

통계청 정책연구용역

영상기반 표본조사 방법 개발

(Development of Satellite image-based sample survey method)

2010. 12.

통 계 청

제 출 문

통 계 청 장 귀 하

본 보고서를 “영상기반 표본조사 방법 개발” 과
제의 연구결과보고서로 제출합니다.

2010년 12월 15일

(주)비엔티솔루션 김 계 영

연 구 진

연구책임자 민 병 걸((주)비엔티솔루션 이사)
공동연구자 박 진 우(수원대학교 통계정보학과교수)
김 은 모((주)비엔티솔루션 부장)
이 석 훈(충남대학교 정보통계학과교수)
변 중 석(한신대학교 정보통계학과교수)
함 보 영((주)비엔티솔루션 과장)
이 지 민((주)비엔티솔루션 과장)
신 지 은(충남대학교 정보통계학과)
연구보조원 박 웅((주)비엔티솔루션 대리)
유 지 호((주)비엔티솔루션 대리)
변 혜 경((주)비엔티솔루션 대리)
심 보 영((주)비엔티솔루션 대리)
김 우 석((주)비엔티솔루션 대리)
김 형 일((주)비엔티솔루션 사원)
배 형 민(수원대학교 통계정보학과)
윤 석 규(한신대학교 정보통계학과)

영상기반 표본조사 방법 개발

(Development of Satellite image-based sample survey method)

목 차

<1편 : 영상기반 면적조사를 위한 표본설계>

제 1 장. 서론	1
1. 연구배경과 필요성	1
2. 연구목적	2
3. 선행연구 검토	3
4. 연구의 내용 및 방법	6
제 2 장. 영상기반 표본설계 기초연구	9
1. 영상기반 표본설계 개요	9
2. 해외사례 검토	14
3. 환경부 피복도 영상의 추출틀 활용 가능성 검토	41
4. 최적추출단위 크기의 결정	50
제 3 장. 8개 시군 시범 표본설계	64
1. 모집단	64
2. 추출틀과 추출단위 결정	64
3. 층화	64
4. 표본크기 결정	69
5. 표본추출	75
6. 추정 결과	84
제 4 장. 영상기반 전국 표본설계	89
1. 개 요	89

2. 토지피복도 자료 분석	89
3. 층화	94
4. 표본크기 결정	97
5. 표본배분	98
6. 표본추출	99
7. 추정	101
제 5 장. 전라북도 시범조사 결과	106
1. 개요	106
2. 추정 결과 비교	108
제 6 장. 사후관리를 위한 고려사항	117
1. 추출틀 관리	117
2. 표본관리	118
3. 추후 연구과제	119
 <2편 : 전라북도 시범사업>	
제 1 장. 연구대상지선정	128
1. 연구대상지 선정 방법	128
2. 환경부 토지피복도 구축 현황	129
3. 전국 도별 경지분포 현황 분석	131
4. 위성영상 자료 수집	135
5. 시범대상지 선정	138
 제 2 장. 원격탐사 자료 수집 및 위성영상 DB 구축	 142

1. 원격탐사 자료 수집 범위	142
2. 원격탐사 자료 처리 절차	142
3. 표본추출틀 구축	154
4. 위성영상 전처리	164
제 3 장. 표본추출	171
1. 총화	171
2. 1차(PSU) 추출	172
3. 2차(SSU) 추출	180
제 4 장. 표본 영상 판독	190
1. 판독 영상 준비	190
2. 표본 영상 판독	193
3. 판독 영상 정확도 검증	203
제 5 장. 원격탐사기반 전국설계	212
1. 총화	212
2. 표본추출	213
3. 표본 판독 영상 소요 수량	215
4. 표본 추출 결과	217
제 6 장. 향후 추진방향	218
1. 원격탐사 응용시스템을 활용한 업무시스템 절차	218
2. 향후 추진과제 및 기대효과	220
참고문헌	226

부록 I. 8개 시범지역의 통계청, 환경부자료의 경작분류별 현황분석.....	231
부록 II. 8개 시범지역의 PSU크기별 급내상관계수	231
부록 III. 8개 시범지역 SSU 경작지특성분석	244
부록 IV. 8개 시범지역 SSU 경작지특성(밭)분석	257
부록 V. 8개 시범지역 층 수에 따른 RSE(%) 층화방법 간 비교	266
부록 VI. 8개 시범지역 층별 특성분석	271
부록 VII. 전국 시도별 경작지 특성분석	280
부록 VIII. 전국 시도 층별 특성분석	286
부록 IX. 전국 층별, 시도별 표본크기	296
부록 X. 전국 시도별 PSU, SSU 표본 정보	303
부록 XI. 시범대상지역 층화맵	310
부록 XII. 시범대상지역 표본지도	312
부록 XIII 시범대상지역 표본 색인도	314
부록 XIV. 시범대상지역 분류지도 샘플	321
부록 XV. 시범대상지역 영상지도 샘플	323
부록 XVI 시범대상지역 현장조사대장 샘플	325

표 목 차

<표 1-1> Area Frame의 장단점	15
<표 1-2> 토지 층에 대한 정의	17
<표 1-3> Segment 목표크기	18
<표 1-4> 하위 층의 개수와 반복수(Pennsylvania)	22
<표 1-5> 층에서 반복추출 과정	23
<표 1-6> 목표 추출단위 크기	24
<표 1-7> 각 주별로 할당된 표본크기 일부	26
<표 1-8> Minnesota주의 층별 표본크기	27
<표 1-9> LUCAS 층과 표본추출비율	32
<표 1-10> 픽셀크기(Sample Square Size)에 따른 추출방법 간 비교	39
<표 1-11> 해외사례 비교	40
<표 1-12> 지역별 피복도-통계청의 경지분류별 면적비교	42
<표 1-13> 지역별 피복도-통계청의 논비율별 논면적 비교	44
<표 1-14> 경지분류별 통계청-피복도 자료 상관분석(Grid Size:100*100)	47
<표 1-15> 경지(Case : 김포)	48
<표 1-16> 논(Case : 김포)	49
<표 1-17 > 밭(Case : 김포)	49
<표 1-18> 1차 추출단위 크기에 대한 급내상관계수 비교(부안군)	54
<표 1-19> PSU 크기별 영상 활용 비율	56
<표 1-20> 2차 추출단위(SSU)의 크기에 따른 경지면적의 상대표준오차(%)	59
<표 1-21> SSU 크기별 논 분포 비교(Case : 김포)	60
<표 1-22> SSU크기별 밭 분포 비교(Case : 김포)	61
<표 1-23> 고령지역에 대한 층화 작업 결과	66

<표 1-24> 층수를 3개로 한 경우	67
<표 1-25> 층수를 4개	68
<표 1-26> 지역3의 pilot 조사	70
<표 1-27> 목표오차 10%에서 8개 시범지역 표본크기와 추출률	71
<표 1-28> 8개 시군별 급내상관계수에 따른 최적 SSU 개수	72
<표 1-29> 모집단 PSU 특성별 최적 SSU의 개수	74
<표 1-30> 8개 시군 각 층별 PSU 배분 결과	75
<표 1-31> 1차 추출을 위한 일반 표본추출 방법별 8개 시군 논면적 추정치	76
<표 1-32> SSU 추출 전략	79
<표 1-33> SSU 추출 방법에 대한 단순 추정의 상대표준오차(%)	81
<표 1-34> SSU 추출 방법에 대한 회귀추정의 상대표준오차(%)	83
<표 1-35> 경지면적에 대해 모집단과 표본의 차이	86
<표 1-36> 논면적에 대한 모집단과 표본의 차이	86
<표 1-37 > 밭면적에 대한 모집단과 표본의 차이	87
<표 1-38> 시도별 경지분류별 면적	90
<표 1-39> 경지 특성 (case : 전북)	94
<표 1-40> 방법에 따른 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 전북)	95
<표 1-41> 각 층별 피복도의 경지면적, 논면적, 밭면적에 대한 기초통계	96
<표 1-42> 목표오차별 전국 표본크기와 추출을 비교	97
<표 1-43> 광역시별 최종 표본 크기와 추출을	97
<표 1-44> 층별, 시군구별 표분배분(Case: 전북)	98
<표 1-45> 층별, 시군구별 표분배분 결정(Case : 전북)	99
<표 1-46> 전북의 현장조사와 영상표본조사의 단순추정 결과 비교	109
<표 1-47> 경지의 시군별 현장조사와 원격탐사의 단순추정 결과	110
<표 1-48> 경지면적의 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과	111
<표 1-49> 논면적의 현장조사와 영상조사의 단순추정 비교	112

<표 1-50> 논에 대한 시군별 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과	113
<표 1-51> 밭면적의 현장조사와 원격탐사의 단순추정 결과	115
<표 1-52> 밭면적의 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과	116
<표 2-1> 전국 도별 경지별 비율	132
<표 2-2> 도별 영상수급 비율	137
<표 2-3> 위성영상 사용가능여부 판단 분류기준	140
<표 2-4> 우선순위 영상 선정기준	141
<표 2-5> 참조자료 수집 범위 및 사용목적	142
<표 2-6> 전라북도 시군별 경지율 비교	144
<표 2-7> 시범사업 대상지 8개 시군별 경지면적 비교	146
<표 2-8> 두 자료 간의 활용 영상 정보 및 기초 자료 기준	148
<표 2-9> 두 자료 간의 경지종류별 판독 기준	149
<표 2-10> 영상별 정확도 검증(RMSE) 결과(예시)	170
<표 2-11> 시범사업 대상지의 시군별, 층별 PSU 수	172
<표 2-12> 표본 추출 방법에 따른 경지면적 추정	176
<표 2-13> 전라북도 표본추출방법에 따른 표본 선정 결과(증감표)	177
<표 2-14> 전라북도 최종 표본선정 결과(층별 추출 정보)	180
<표 2-15> 모집단 PSU 특성별 최적 SSU 수	181
<표 2-16> 전라북도 시군별 SSU 추출 현황	189
<표 2-17> 농경지 분류 항목 기준	194
<표 2-18> 아리랑 2호 영상의 Segmentation 옵션	197
<표 2-19> 층별 정확도 검증 기준	204
<표 2-20> Kappa 통계 값에 대한 분류 정도	205
<표 2-21> 전라북도 시군별 검증점 수량	206
<표 2-22> 분류 항목별 정확도	208
<표 2-23> 경지 종류별 정확도	209

<표 2-24> 층별 정확도	209
<표 2-25> 경지에 대한 시군별 현장조사와 원격탐사의 단순추정 결과	210
<표 2-26> 경지에 대한 시군별 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과	211
<표 2-27> 전국 도별, 층별 PSU 수	212
<표 2-28> 전국 도별, 층별 PSU 수	214
<표 2-29> 전국 도별 SSU 수	215

그림 목 차

<그림 1-1> 연구과정 개요	10
<그림 1-2> 기초연구 순서도	11
<그림 1-3> 전국표본설계 순서도	12
<그림 1-4> 1개도 시범조사 순서도	13
<그림 1-5> PSU 번호부여	19
<그림 1-6> 순서화(Pennsylvania)	21
<그림 1-7> LUCAS 표본 설계	30
<그림 1-8> LUCAS 표본추출 예	33
<그림 1-9> LUCAS 절차	34
<그림 1-10> 중국의 층화 맵	38
<그림 1-11> Pixel 크기에 따른 Moran I	39
<그림 1-12> 지역추출틀 개념도	52
<그림 1-13> 1차 추출단위의 크기	52
<그림 1-14> 부안군의 지리적 위치별 논비율 정도	53
<그림 1-15> PSU 크기에 따른 급내상관계수	55
<그림 1-16> PSU 크기별 영상 활용 비율	56
<그림 1-17> 전라북도 지역의 PSU 격자	57
<그림 1-18> SSU 단위로 세분한 그림	58
<그림 1-19> 토지피복도로부터 추출한 추출틀 자료 예시	64
<그림 1-20> 층수를 3개	67
<그림 1-21> 층수를 4개	69
<그림 1-22> 시도별 경지면적과 경지분류 비율	91
<그림 1-23> 시도별 PSU내 경지비율 산점도	92
<그림 1-24> 1개도 시범조사 순서도	107

<그림 2-1> 시범대상지 선정과정	128
<그림 2-2> 토지피복도 갱신과정	129
<그림 2-3> 2009 토지피복도 갱신지역	130
<그림 2-4> 2010 세분류 토지피복도 구축 대상지역	131
<그림 2-5> 전국 경지분포도	133
<그림 2-6> 도별 경지분포 현황	134
<그림 2-7> 아리랑 2호 영상 정보 입수 과정	135
<그림 2-8> Index 제작 결과(예시)	135
<그림 2-9> 2009년 영상촬영 현황	136
<그림 2-10> 2009년 도별 위성영상 수급 현황	137
<그림 2-11> 시범사업 대상지(전라북도)	139
<그림 2-12> 위성영상 선별 예시	140
<그림 2-13> 전라북도 위성영상 선정 결과	141
<그림 2-14> 전라북도 시군별 경지율	145
<그림 2-15> 3개 자료 간의 경지면적 비교	147
<그림 2-16> 면적차 발생요인 분석	151
<그림 2-17> 기본지리정보(교통) 통합	152
<그림 2-18> 영상 단위 분할	153
<그림 2-19> DEM 제작 과정	153
<그림 2-20> 연속지적도 좌표변환	154
<그림 2-21> 표본추출단위 연구 방법	155
<그림 2-22> PSU, SSU 사이즈 연구 과정	156
<그림 2-23> 위성영상 Path Row 자료 제작	157
<그림 2-24> 위성영상 활용규모 계산 방법	157
<그림 2-25> PSU 사이즈별 위성영상 활용규모	157
<그림 2-26> PSU, SSU 사이즈 및 위성영상 자료 비교	158

<그림 2-27> 표본추출틀 대상범위	159
<그림 2-28> PSU 아이디 부여 방법	159
<그림 2-29> PSU, SSU Grid 생성	160
<그림 2-30> SSU 아이디 부여 방법	160
<그림 2-31> 행정구역도에 해당하는 표본추출틀 생성	161
<그림 2-32> 전라북도 각 시군의 최외곽 경계	161
<그림 2-33> 스크립트를 통한 각 시군의 PSU 선택	162
<그림 2-34> PSU 경지면적자료 공간 생성 예	163
<그림 2-35> 엑셀을 이용한 경지면적자료 생성	164
<그림 2-36> 수치적 미분편위수정 기법을 이용한 정사보정 과정	165
<그림 2-37> 정사보정 과정	166
<그림 2-38> Block 파일 생성 및 센서모델 설정 과정	167
<그림 2-39> 지상기준점 선정 과정	168
<그림 2-40> 정사보정 결과	169
<그림 2-41> 육안판독을 통한 정확도 검증	170
<그림 2-42> 전라북도 층화맵	171
<그림 2-43> 영상 효율을 감안한 표본 이동	174
<그림 2-44> 영상 수급을 고려한 대체표본 선정 과정	175
<그림 2-45> 전라북도 위성영상 활용수량 결정	178
<그림 2-46> 최종 표본 추출 결과 및 소요 영상 수량	179
<그림 2-47> SSU 아이디 변환	183
<그림 2-48> 인접 셀 제거	184
<그림 2-49> 31번 셀 선택	184
<그림 2-50> 30번 셀 선택	185
<그림 2-51> VBA 코딩 화면	185
<그림 2-52> SSU 추출 VBA 실행 화면	187

<그림 2-53> 표본 SSU 공간 DB	187
<그림 2-54> 전라북도 최종 표본 SSU 추출 결과	188
<그림 2-55> 5~10월 촬영된 영상의 경지형태	190
<그림 2-56> 토지피복 확인이 용이한 영상 선정	191
<그림 2-57> 시기열의 차이를 이용한 영상 판독	192
<그림 2-58> PSU 단위로 SUBSET하는 작업	193
<그림 2-59> 화소기반분류 작업 과정	195
<그림 2-60> 농경지별 화소 기반 분류 결과(예시)	196
<그림 2-61> Option 별 Segmentation 테스트 결과	198
<그림 2-62> 객체분류 작업 결과	198
<그림 2-63> 영상분류결과의 융합 과정	199
<그림 2-64> 시설로 오분류된 논	200
<그림 2-65> 비경지로 오분류된 논	201
<그림 2-66> 논으로 오분류된 밭	201
<그림 2-67> 비경지로 오분류된 밭	201
<그림 2-68> 산림으로 오분류된 과수	202
<그림 2-69> 시설로 오분류된 가옥	202
<그림 2-70> 시설로 오분류된 수역	202
<그림 2-71> 검증점 추출 및 현장조사 준비	206
<그림 2-72> 현장조사대장 작성 예시	207
<그림 2-73> PSU 단위 도별 층화맵	213
<그림 2-74> 계통 추출법에 의한 표본 추출결과 및 영상소요수량	216
<그림 2-75> 영상 효율을 감안한 PSU 이동결과 및 영상소요수량	216
<그림 2-76> 영상 효율을 감안한 PSU 이동결과 및 영상소요수량	217
<그림 2-77> 최종 PSU, SSU 추출 결과	217
<그림 2-78> 업무시스템 구성도	219

영상기반 면적조사를 위한 표본설계

(Sampling design for area estimation using image-based survey method)

< 1편 >

< 색간지 >

제 1 장. 서 론

1. 연구배경과 필요성

우리나라의 농업면적조사(경지 및 작물재배)는 농업생산의 기반인 토지자원의 확보와 이용, 작물생산계획 수립, 양곡수급계획 수립 등의 농업정책 수행에 필요한 기초자료를 제공하기 위해 실시되는 조사이다. 이 조사는 정부수립 이전부터 행정조사에 의한 보고통계로 작성되어 오다가 1974년부터 표본조사로 전환하여 작성되어 왔다. 이후 몇 차례 전면적인 표본개편을 실시한 바 있으며, 조사는 기본적으로 통계청의 조사공무원에 의해 현지 실측 또는 목측조사로 이루어지고 있다.

현재 우리나라 농업면적조사 통계를 위한 기본 골격은 농업이 우리나라 산업에서 차지하는 비중이 절대적이었던 1970년대의 상황에 기반을 두고 있다. 표본크기는 애초 4.5만에서 3.7만으로, 2008년부터는 다시 약 2.6만개로 점차 줄어 왔지만, 조사구 설정 및 표본조사 전 과정이 조사원의 직접 방문을 통한 실측으로 이루어지고 있어서 매우 노동집약적이며, 거대한 규모의 조사라고 할 수 있다. 그러나 우리나라의 산업구조의 급속한 변화에 따라 농업의 GDP 대비 부가가치 비중은 2009년 2.4%에 머물고 있고, 총 인구 중 농가인구가 차지하는 비중이 6.4% 수준인 것에 비추어볼 때 농업면적조사는 보다 효율적으로 개선될 필요가 있다.

한편, 미국, EU, 중국 등의 나라들에서는 인공위성 영상을 경지면적조사, 재배면적조사, 작황예측 분석 등의 농업통계 생산에 활용하는 연구가 활발하게 진행되어 이미 실용화된 상황이다. 우리나라는 2006년 다목적실용위성 2호(KOMPSAT-2)의 성공적 발사로 인해 국산 고해상도 위성영상을 저렴하게 활용할 수 있는 여건이다. 뿐만 아니라 우주개발진흥 기본계획에 따라 2011년 5호(전천후 레이더영상), 2013년 3호(0.7m급 초고해상도 영상) 등이

발사될 예정이어서 고해상도 위성영상을 확보할 수 있는 여건이 더욱 좋아지고 있다. 그러므로 우리나라도 노동집약적인 현장 조사 방식에서 탈피하여 원격탐사기술을 농업통계생산에 활용하는 방법을 개발하여 적용하는 것이 절실하게 필요한 실정이다.

국가의 중요한 통계인 농업면적통계를 기존의 방법에서 영상기반의 새로운 방법으로 변경하는 일은 결코 단순한 일이 아니다. 세계적으로 영상기반 표본조사의 사례 자체가 아직 많이 축적되어 있지 않은 편이며, 각 나라의 사정에 적합한 방법을 연구해야 할 필요가 있다. 즉, 우리나라의 사정에 적합한 효율적 영상기반 표본설계, 조사체계 등을 마련해야 한다. 아울러 새롭게 개발되는 방법론의 안정성을 검증하기 위한 시범사업도 반드시 필요하다고 할 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 원격탐사 기술을 농업면적통계조사에 적용하기 위한 구체적인 표본조사 방법을 개발하는데 있다. 먼저 전국에 대한 표본설계를 실시하고, 하나의 도를 시범지역으로 선정하여 표본설계대로 영상처리에 의한 조사를 적용하여 이 조사방법의 타당성을 입증하고자 한다.

환경부 토지피복도를 이용하여 전국의 경지모집단에 대한 추출틀을 구성하고, 이를 기초로 전국을 대표하는 효율적인 표본을 설계한다. 아울러 그에 따른 추정식과 가중값 계산 방식 등을 제시하게 된다. 또한 본 조사의 계속적인 관리를 위해 필요한 사후관리지침을 제시한다.

전국 표본이 설계되고 나면, 그 중 한 도를 시범지역으로 선정하여 해당 표본에 대해 추가적인 영상처리 작업을 실시하여 구체적인 경지면적을 산출하여 2009년 통계청의 공표 통계와 비교한다. 도, 그리고 시군별 면적 추정

값과 표준오차의 정도를 검토함으로써 본 연구에서 제시하게 될 표본조사 방식의 가능성을 평가하게 될 것이다.

3. 선행연구 검토

본 연구와 관련된 선행연구는 크게 두 부분으로 나눌 수 있는데, 하나는 표본이론 관련 분야의 연구이고, 다른 하나는 영상기반 조사 분야의 연구이다.

먼저 표본이론 관련 연구를 살펴보면, 서울대 복잡계통계연구센터(2005)는 농업면적 및 생산량조사를 위한 표본설계 연구를 통해 현재 실시되는 표본설계 및 추정식을 제공한 바 있다.

한편, 국립농산물품질관리원(2007)은 서울대 복잡계통계연구센터에서 제공한 표본 39,395개 조사자료를 분석하여 표본규모를 약 26,000여 개로 축소시키는 연구를 실시하였다.

그 밖에도 박홍래(2000), Kish(1965), Cochran(1977), Sarndal 외 2인(1993), Fuller(2009)는 표본조사 이론 분야의 가장 주요한 참고문헌들로 널리 활용되고 있다.

영상기반 조사 관련하여 먼저 국내의 연구들을 보면, 통계청에서는 최근 몇 차례에 걸쳐 원격탐사 기술을 농업면적조사에 적용하기 위한 기초적 연구들을 실시한 바 있다. 2008년에는 원격탐사 기술을 이용한 경지총조사 방법 개발 연구를 하였고(통계청, 2008), 2009년에는 면적통계조사시스템 구축을 위한 ISP 수립 연구를 실시하기도 하였다(통계청, 2009). 한국농촌경제연구원(2010)은 벼 재배면적 조사에 원격탐사 기술을 도입하기 위한 시범 연구를 실시하였는데, 이 연구에서는 우리나라에서 실질적으로 인공위성 기술을 농업관측에 활용하는 것이 충분히 가능하다는 결론을 내렸다.

우리나라에서 하는 초기단계의 연구이기 때문에 본 논문의 첫 번째 주요내용은 최근에 수행되고 있는 해외 연구내용과 연구의 결과 중 대표적인 EU의 LUCAS(The European Land Use and Cover Area-Frame Statistical Survey(Roberto Benedetti, Federica Piersimoni, Marco Bee, Giuseppe Espa(2010))와 미국의 Area Frame을 이용한 농업분야 표본설계 연구(Carrie Davies(2009))를 비롯하여, 중국의 Bingfang Wu, Li Quangzi(2004), Zhang Fumin, Zhu Azichun, Pan Yaozhong, Hu Tangao, Zhang Jinshui(2010)의 연구결과를 살펴보기로 한다.

우리나라의 현실에서 추출틀 후보로 고려되고 있는 환경피복도를 사용하기로 한다면, 무엇보다 먼저 추출단위의 형태와 크기를 결정하는 것이 필요하다. 본 연구에서 사용되는 영상자료는 공간모집단 형태인데, 추출단위 형태를 결정한다는 것은 바로 공간을 어떻게 분할할 것인지를 결정하는 것을 의미한다. 공간모집단의 분할에 대해 여러 모양의 연구가 진행된 바 있다.

먼저 사각격자 형태와 물리적 경계선에 의해 구분된 형태를 조사비용 및 표준오차 관점에서 비교하여, 표준오차 측면에서는 비슷하지만 비용측면에서는 사각격자가 효율적이라고 한 González F., L'opez S.(1991)의 연구가 있다. Gallego F.J., Delinc'e J. Carfagna E.(1994)와 MAPA(2008)는 González F., L'opez S.(1991)의 결과를 확인하고 사각격자 형태로 결정하여 연구를 진행하였다.

영상자료를 이용한 표본설계에 적용될 수 있는 집락표본추출방법에 관한 연구로는 Mahalnobis(1946), 가장자리 효과(edge effect)에 의한 편향을 연구한 Sukhatme(1947) 등이 있다. 또한 Hansen, Hurwitz와 Madow(1953)와 Cochran(1977)은 급내상관계수(intra-correlation)와 집락크기의 관계를 연구하여 급내상관계수가 작아지면 집락크기가 커진다고 밝혔다.

추출법에 관한 연구로는 Carroll, Hartley(1964)가 3가지로 크게 분류하였는데, 확률비례추출을 제시한 Mahlonobis(1938)와 Hansen, Hurwitz(1943)의 연구가 있으며, Bellhouse(1988)는 대표적인 불균등 확률표본추출인 계통추출을 검토 연구하였다.

추출틀이 주어졌을 때 진행되는 표본설계의 전반적인 선행연구 검토는 Fuller(2009), Kish(1995)와 Cochran(1977)를 통하여 수행하였다. 층화를 위한 변수선택 및 여러 개의 관심변수가 존재할 때 층을 결정하기 위한 연구로는 주성분을 사용한 Pla(1991)외에 군집분석 방법을 제안한 Hartley(1965), Jarque(1981), Golde와 Yeomeans(1973), MC Callion(1992)와 국내에서는 박진우(2007, 2008)등이 층화의 효율성에 대한 연구를 진행하였다.

표본배분에 관한 연구로는 Neyman(1934)의 최적배분과 함께 비용함수를 도입한 Mahalanobis(1944, 1952), Cauchy부등식을 이용하여 최적배분을 유도한 Stuart(1954)등이 있다. 또한 파워배분은 Carroll(1970)과 Fellegi(1981)가 제안하였다.

회귀추정에 관한 연구로는 Jessen(1942)와 Cochran(1942)이 처음으로 제안하였고, Fuller(2002)가 회귀추정량의 특성을 전반적으로 정리하고 회귀추정을 위한 모형의 역할과 무응답조정에서의 회귀추정을 연구하였다.

4. 연구의 내용 및 방법

가. 연구의 내용

본 연구의 내용은 크게 구체적인 표본설계를 위한 기초연구, 표본설계, 추정식 유도, 시범조사 분석 등으로 구분할 수 있다. 각 분야별 자세한 내용은 다음과 같다.

○ 표본설계를 위한 기초연구

표본설계 이전에 먼저 추출틀로 활용될 환경부 토지피복도 영상의 유용성을 평가해야 하고, 1차추출단위 및 2차추출단위를 어떻게 구성하는 것이 우리나라 여건에서 적합할 지에 대해 체계적으로 분석하는 기초연구가 필요하다.

인공위성의 영상화면을 기초로 표본설계를 하게 될 경우, 추출틀은 환경부의 토지피복도 영상자료가 될 것이다. 무엇보다도 먼저 토지피복도 영상자료가 과연 표본설계를 위한 추출틀로서 활용될 수 있는지를 검토하는 것이 필요하다. 이를 위해 이전에 통계청에서 실시한 8개 시범 시군의 영상처리 면적조사 자료와 환경부의 토지피복도 영상 자료를 비교, 분석해야 한다.

한편, 우리나라 실정에 가장 적합한 1차추출단위 및 2차추출단위 구성 방안을 찾아야 한다. 미국이나 유럽 등 해외의 사례 분석 및 8개 시범지역 자료에 근거한 분석 등을 통해 합리적인 방안을 찾아야한다. 이때 통계적 효율성뿐 아니라 영상처리 비용 등 경제성도 동시에 감안하여야 한다.

표본설계를 위한 기본적 연구결과들이 나오면 이를 기존의 8개 시범시군 데이터에 적용하여 실제 표본설계를 하고, 추정결과를 모수와 비교해봄으로써 영상기반 표본설계의 가능성과 타당성을 점검한다.

○ 표본설계

본격적인 전국 표본설계는 앞의 기초연구 결과를 근거로 이루어진다. 표본설계의 과정은 크게 추출틀 작성, 층화, 표본크기 결정, 표본배분, 표본추출의 단계별로 구분할 수 있는데, 각 단계별 연구내용을 소개하면 다음과 같다.

- 추출틀 작성: 단계별 추출단위가 결정되고 나면, 환경부의 토지피복도 자료를 기초로 추출틀을 작성하게 된다. 아울러 각 추출단위에 포함시킬 보조변수들을 선정해야 한다.
- 층화: 1차추출단위의 보조변수들을 활용하여 효율을 극대화시킬 수 있는 층화 방안을 탐구한다. 어떤 변수들을 층화변수로 활용할지, 바람직한 층의 수는 얼마인지 등을 결정하게 된다.
- 표본크기 결정: 목표오차 수준에 따라 적절한 표본크기를 결정하게 된다. 현실적인 여건과 경제성, 통계적 정확성 등을 종합적으로 고려하여 적절한 수의 표본크기를 정한다.
- 표본배분: 비례배분, 네이만배분, 최적배분 등 이론적으로 고려할 수 있는 다양한 방법들 중 본 조사에 적합한 배분안을 마련한다.
- 표본추출: 영상자료에 표본조사에서 개별 조사단위를 추출하는 것은 일종의 공간추출 특성을 띠게 되므로 지리적 인접성에 대한 별도의 고려가 필요하다. 따라서 공간적 특성을 고려한 추출 방안에 대한 검토가 필요하다.

○ 추정식 연구

본 표본설계는 기본적으로 복합표본설계(complex sampling design)가 될 가능성이 크다. 따라서 추정도 복합조사에서 가중치를 고려하는 추정법을 써

야 할 것이다. 이 경우 분산추정이 복잡하므로 최신의 이론적 연구 결과를 반영하도록 해야 한다. 아울러 본 연구에서는 모집단 전체에 대한 환경부 피복도 데이터의 활용이 가능한 상태이므로 단순추정량보다는 회귀추정량을 사용하는 것이 효율적일 것으로 예상된다. 두 가지 추정량을 제시한 후 결과적으로 효율을 높일 수 있는 추정법을 채택하게 된다.

○ 시범조사 분석

전국의 시도 중 통계청과의 협의를 통해 1개도를 시범조사 지역으로 선정 한 후, 본 표본설계를 통해 구한 표본 중 시범 도의 표본에 대해 실제 조사를 실시한다. 표본 영상화면에 대해 추가적인 영상처리를 거쳐 얻게 되는 환산면적 자료가 최종적인 조사 결과값이다. 표본추출은 1차추출 및 2차추출 각각에 대해 지정된 방법대로 이루어진다.

표본조사 결과 데이터가 얻어지고 나면, 이를 근거로 시군별, 그리고 도 전체의 경지면적, 논면적, 밭면적에 대한 추정통계와 표본오차를 계산한다. 추정결과와 2009년 농업면적조사 결과를 비교함으로써 본 표본조사 방법론의 타당성에 대한 최종 결론을 내리게 된다.

제 2 장. 영상기반 표본설계 기초연구

1. 영상기반 표본설계 개요

원격탐사(Remote Sensing) 기술이란 인공위성 영상을 관측하는 것이다. 미국이나 유럽, 일본 등의 나라에서는 농업분야 경지면적 및 재배면적조사에 원격탐사기술을 도입하여 사용하고 있다. 우리나라에서도 원격탐사 기술의 도입을 위해 수년 전부터 다각적인 연구와 시범조사 등을 실시해온 바 있다.

다양한 연구 결과에 따르면, 우리나라의 경우 원격탐사 기술을 농업면적조사에 적용할 수 있는 충분한 여건을 갖추고 있다고 할 수 있다. 우선 우리나라 환경부에서는 수질오염 총량제, 환경영향평가 등 주요 환경정책의 과학적 근거로 사용하기 위하여 토지피복도(Land Cover Map)를 1998년부터 제작하기 시작하였다. 토지피복도는 지표면의 현 상태를 있는 그대로 표현하기 때문에 대기, 수질뿐만 아니라 토지의 현황 등을 예측할 수 있다. 2001년 남한 전 지역에 대한 전자지도가 완성된 후 2007년 1차 갱신되었고, 2009년 일부 지역이 2차 갱신되었었다. 2010년부터 기존의 중분류(1:25,000)보다 훨씬 정밀한 세분류(1:5,000) 토지피복지도 사업을 2014년까지 완성할 계획이다. 따라서 토지피복도는 면적조사 표본설계를 위한 추출틀 자료로 활용될 수 있다. 또한 과거 몇 차례 시범조사 용역을 통해 기존의 현지 실측을 통한 면적조사의 결과와 영상처리를 통한 면적조사 결과가 유사하다는 결론을 도출하였다.

우리나라에서 원격탐사 기술과 표본조사를 접목시킨 연구는 아직 이루어지지 않았다. 8개 시군에 대한 시범조사에서는 8개 시군 전체의 피복도를 확보한 후, 거기에 영상처리를 하여 경지면적을 산출하였다. 그러므로 이는 표본조사 결과가 아니라 사실상 총조사를 실시한 셈이다. 한편, 유럽이나 미국에서는 원격탐사 기술을 표본조사에 결합시켜 경지면적이거나 재배면적을 추정

하는데 활용하고 있다. 이에 본 연구에서는 우리나라의 농업 면적조사를 위해 원격탐사 기술과 표본조사 방식을 결합하는 연구를 실시하고자 하는 것이다.

본 연구는 사실상 우리나라 영상자료 기반 표본설계를 시작하는 연구로써 다음의 <그림 1-1>에 요약된 바와 같이 크게 세 부분으로 나누어 진행된다. 즉, 기초연구, 전국 표본설계, 1개시도 시범조사 분석으로 구분할 수 있는데, 각 연구과정을 요약하면 다음과 같다.



<그림 1-1> 연구과정 개요

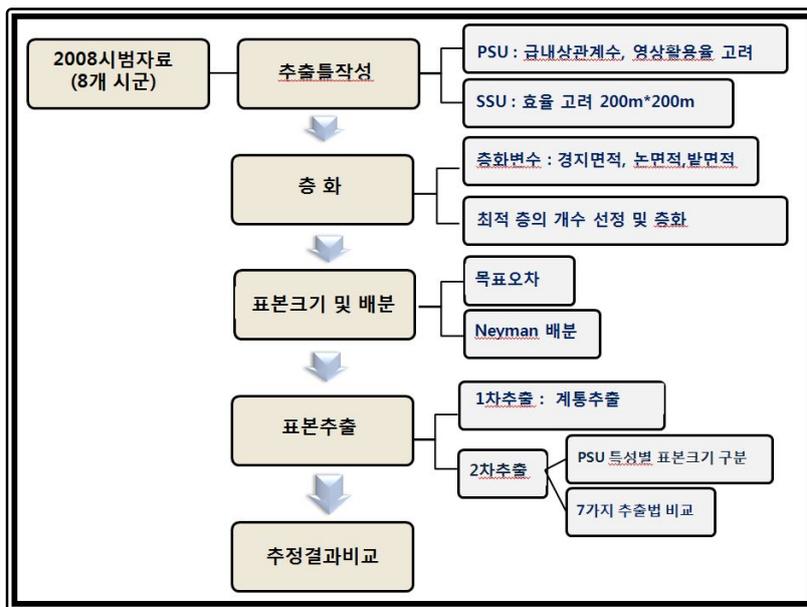
기초연구는 8개 시군에 대해 기존의 시범사업 자료를 근거로 하여 진행된다(<그림 1-2> 참조). 8개 지역에 대해서는 모집단 지역 전체에 대한 환경부의 토지피복도 영상과 시범사업에서 행한 영상처리 결과가 모두 확보되어 있는 상황이다. 이 자료를 이용하여 먼저 토지피복도 영상을 추출틀로 이용하는 것이 타당한지를 검정하게 된다. 토지피복도에서 구한 경지면적(논, 밭 등)과 영상처리 자료를 통해 얻은 경지면적을 비교함으로써 타당성을 점검하게 된다.

추출틀로서의 타당성이 검증된다면, 이어 최적 1, 2차 추출단위의 규모를 결정해야 한다. 추출단위 규모가 달라짐에 따라 집락 내의 동질성 정도가 어떻게 달라지는지와 영상활용율의 정도를 동시에 고려하게 된다. 최적 추출단

위의 규모가 결정되어지면 이에 따라 추출틀을 작성한다.

다음으로는 1차추출단위들의 특성에 따라 층화를 하게 된다. 다양한 수치 실험을 통해 적절한 층의 수를 결정하고, 아울러 층화구분 기준을 정한다. 가능한 한 효율을 극대화시킬 수 있도록 하는 층화방법을 결정해야 한다.

다음에는 표본크기를 결정해야 하는데, 표본크기의 결정에 영향을 미치는 요소로는 최소 통계작성범위, 목표오차, 비용 등을 생각할 수 있다. 우리나라의 여건에 맞는 합리적인 표본크기를 결정하기 위해 다각적인 분석이 필요하다. 표본크기가 결정되고 나면 이어 각 층별, 지역별로 합리적인 표본배분법을 마련해야 한다.

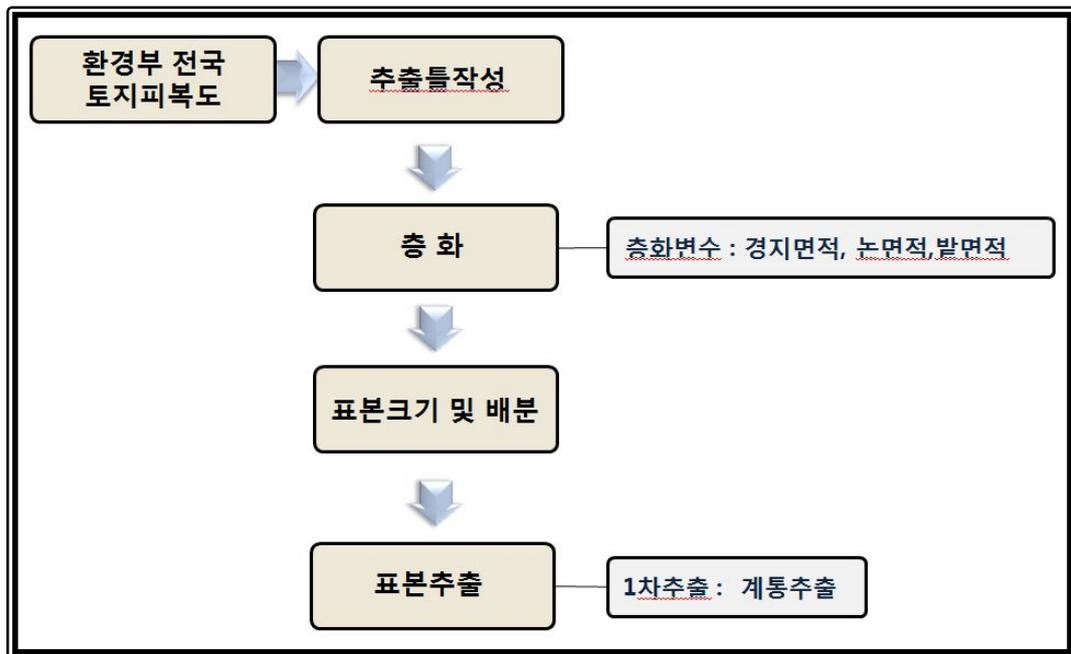


<그림 1-2> 기초연구 순서도

다음으로는 주어진 표본규모에 맞도록 각 추출단계별 표본을 추출한다. 1차 추출에서는 크기비례확률추출법(pps sampling)과 계통추출법에 따라 추정치의 분산이 달라지므로 어느 방법이 더 효율적인지 파악해야 한다. 2차 추출에서는 일반적인 공간표본추출에서 고려되는 다양한 추출방법들을 비교하여 가장 효과적인 방법을 찾는 것이 필요하다.

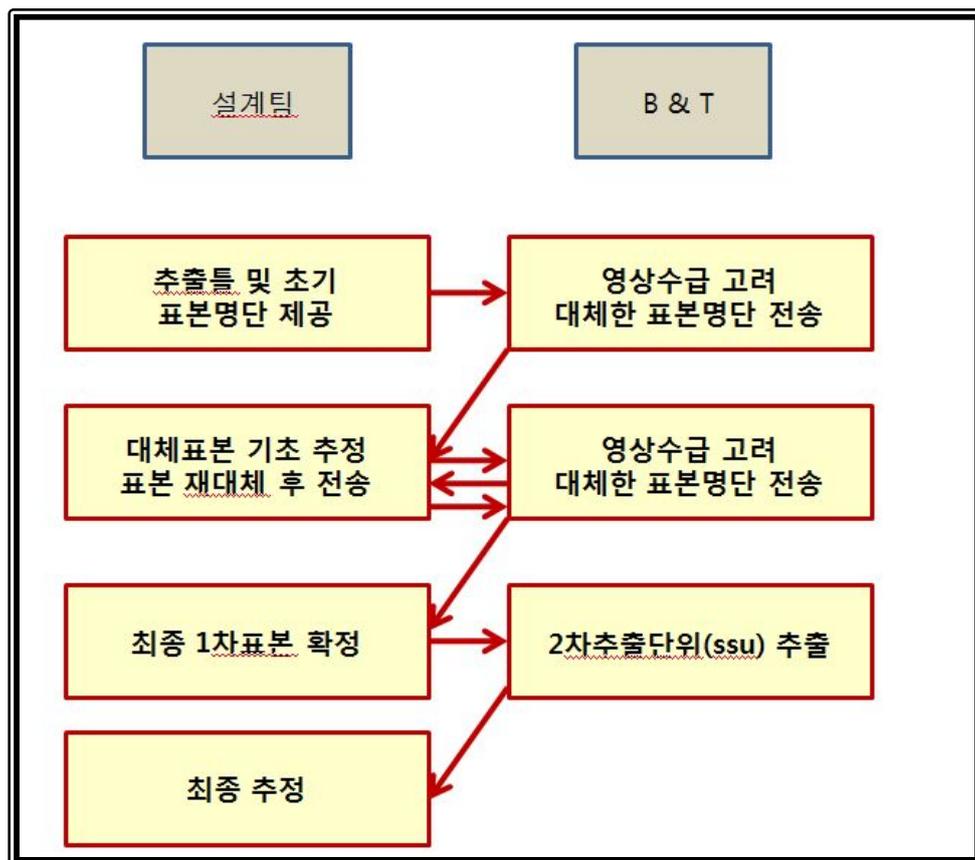
이상에서 소개한 과정을 거쳐 최종적인 표본이 추출되고 나면, 해당 표본 내의 기존 데이터를 활용하여 추정을 한다. 8개 시범지역에 대해서는 모수값을 이미 알고 있는 상황이므로 본 연구를 통해 얻은 표본의 대표성 및 정확성을 바로 평가할 수 있게 된다. 추정 결과를 살펴봄으로 전체적인 연구의 방향을 평가하고 본격적인 전국 표본설계를 위한 준비를 마무리 짓게 된다.

기초연구를 통해 수립된 구체적인 전략에 근거하여 본격적인 전국 표본설계를 실시하게 된다. <그림 1-3>에 전국 표본설계의 개요가 소개되어 있는데, 기초연구와는 달리 여기서는 환경부의 2009년 전국 토지피복도 영상자료만 활용할 수 있다. 다시 말해 별도의 영상처리된 추가 정보를 얻을 수는 없다. 토지피복도 자료만으로 기초연구에서 결정된 방식에 따라 추출틀을 작성하고, 각 도별로 총화를 하게 된다. 표본크기의 결정은 통계공표단위에 따라 달라진다. 소지역별 통계를 작성할 것인지 아니면 도별 통계 정도만 작성할 것인지에 따라 표본규모는 매우 다르다. 표본크기와 배분방법이 정해지고 나면 1차추출단위들을 표본으로 추출하게 된다.



<그림 1-3> 전국표본설계 순서도

전국 표본설계가 이루어지고 나면 우선적으로 1개 시도를 선정하여 시범조사를 실시하게 된다 (<그림 1-4> 참조). 이를 통해 본 연구에서 제시된 표본설계 방법의 현실적인 타당성을 점검하고, 추가적으로 보완해야 할 사항들을 찾아내게 된다. 표본설계는 조사여건과 관계없이 다분히 이론적인 검토에 의해 진행된다. 표본설계팀의 연구 결과가 전해지면 영상처리팀에서는 해당 표본의 영상수급 상황 및 영상처리의 경제성 등을 감안하여 일부 표본의 교체를 요구할 수 있다. 이때 표본교체가 추정에 영향을 미칠 수 있으므로 영상처리팀의 교체 요구에 대해 표본설계팀에서는 추정의 안정성을 유지할 수 있는 교체표본을 전달한다. 이런 식의 소통과정을 거쳐 최종적인 표본이 추출된다. 최종적인 표본에 대해 영상처리팀에서는 영상처리 결과 얻어진 데이터를 제공한다. 표본설계팀은 이 데이터를 기초로 추정 결과를 검토한다.



<그림 1-4> 1개도 시범조사 순서도

2. 해외사례 검토

가. 미국

(1) 미국의 농업총조사 표본추출틀

(가) 개요

NASS(National Agricultural Satatistics Service)가 1954년부터 농업조사를 위한 Area Frame을 발전시킨 과정을 요약해보면 다음과 같다.

1) 추출틀 구축 배경

미국은 1938년 Iowa Sate University에서 농업조사를 위한 Area Frame을 최초로 구축한 바 있다. 1950년대 중반에 NASS (National Agricultural Satatistics Service)에서 농업지역을 완벽하게 포함하는 확률표본의 구축을 위해 Area Frame 사용을 연구하였다. Area Frame은 703개의 추출단위 (Sampling Units 또는 segments)를 가진 10개 주, 100개 도시(country)로 구성된 자료를 기초로 지난 54년간 변화, 발전되었다. 1960-70년대 초에는 층화 및 반복추출과 관련된 추출방법의 변화가 있었고, 70-80년대에는 컴퓨터 기술발전으로 위성영상(Satellite image)의 사용과 분석적 소프트웨어의 사용, 표본관리 등의 측면에서 변화하게 되었다. 현재는 46개 주(State)에서 약 11,000개의 Segment라고 부르는 조사구에 대해 매년 6월(JAS : June Agricultural Survey)에 실제 방문하여 조사를 실시한다. Area Frame은 15-20년 정도 사용이 되고, 매년 3-4개 주에 대해 새로운 추출틀 갱신을 실시한다. 추출틀의 갱신은 기존 추출틀이 사용되어온 기간, 경지의 심각한 변화, CV의 최대허용치 도달 및 국가계획 등의 요인을 종합적으로 판단하여 결정하게 된다.

Area Frame의 장단점이 다음의 <표 1-1>에 요약되어 있는데, 여러 가지

다양한 작물을 포함할 수 있다는 것과 추출틀로서 가장 중요한 포함률 100% 달성, 통계적 기법의 적용이 가능하다는 점, 비표본오차 감소, 그리고 지속적으로 Frame을 사용할 수 있다는 등의 여러 장점들을 가지고 있다.

그러나 영상처리 비용이 많이 들고, 경계를 나타내는 좋은 지도가 마련되어 있지 않을 경우 어려움이 많다는 것, 이상치(outlier)에 민감하다는 점 등의 단점도 있다. 아울러 List Frame보다 효율성이 낮을 수 있다는 점이 지적되고 있기도 하다.

<표 1-1> Area Frame의 장단점

장 점	단 점
1) 다양성 포함(Versatility) 2) 100% 포함률(Complete Coverage) 3) 통계적 기법(Statistically Sound) 4) 비표본오차 감소(Non-Sampling Error Reduced) 5) 지속성(Longevity)	1) List Frame보다 효율성이 낮을 수 있음(Can be Less Efficient than a List Frame) 2) 영상처리비용(Cost) 3) 부족한 좋은 경계(Lack of Good Boundaries) 4) 이상치에 민감함(Sensitive to Outliers)

2) 추출틀 개발

추출틀을 개발하는 단계는 층화, 다단계 추출, 분석 그리고 품질보증의 4가지 단계로 구성된다. 층화는 추정치의 정확성을 높이기 위해 가장 중요한 부분이다. 추출단위들을 가급적 동질적인 것끼리 나누려고 하는데, 우선 가장 기본적으로 경지, 도심지, 산맥과 같은 land-use로 나누고, 이를 다시 농업적 특성이 비슷한 하위 층(substrata)으로 나눈다. 두 번째로 다단계 추출과정에서 시간을 절약하기 위해 모든 지역을 PSU로 나누고, 추출된 PSU에 한해서 다시 SSU(segments)를 나누고 이를 추출한다. 다음으로 현실적 여건과 비용을 고려해서 경지 층의 정의, 하위 층(substrata)의 개수 결정, 표본크기 결정, 표본배분과 추출법을 결정하게 된다. 마지막으로 품질보증을 하게 되는

데, 층화 과정에서 누락이나 중복된 지역은 없는지를 확인하며, 층화 이후 PSU가 정확한 경계선을 가지고 있는지, 적절한 층에 포함되었는지를 검토한다.

3) NASS의 Area Frame 활용분야

- ① Acreage Estimates for Major Commodities
- ② Measure the Incompleteness of the List
- ③ Ground Truth for Remotely Sensed Crop Acreage Estimates
- ④ Follow on Surveys

(나) 사전분석

추출틀 구축에 앞서 새로운 추출틀 구축이 필요한 주를 파악해야 한다. 통상 1년에 3-4개 정도의 주에 대해 새로운 추출틀 갱신이 이루어지고 있다. JAS조사를 수행하는 동안에 얻게 된 약 11,000개 표본 데이터의 정보들은 추출틀 갱신이 필요한 주를 파악하기 위한 기초자료로 활용되는데, 주요 변수들에 대한 추정치의 표본오차를 비교함으로써 파악하게 된다. 한편, 국가적으로 중요한 작물의 정확도가 떨어질 경우, 이를 보완하기 위해 해당 작물이 가장 많이 생산되는 주의 추출틀을 갱신할 수도 있다.

추출틀 구성이 필요한 주(State)가 결정되면, 해당 지역의 특성에 가장 적절한 층화방법을 결정해야 한다. 층화를 위해서는 그 지역의 전년도 표본조사 자료를 통해 표본조사구의 전년도 경지 비율을 계산하고, 층 내 segment 당 평균 조사인원, 층 내 주요 작물의 표본오차 등을 계산해야 한다. 이어 다음의 사항들을 결정하게 된다.

1) 토지 층에 대한 정의

대부분의 주에서 동일한 정의를 가지고 있지만, 경우에 따라서는 정의가 다소 다른 주도 있다. 총화는 과거 조사자료를 근거로 이루어지기 때문에 올바른 정의가 매우 중요하다. 다음 <표 1-2>는 일반적으로 쓰이는 층에 대한 정의이다. 경지율 75%이상, 경지율 50-74%, 경지율 15-49% 대의 경지를 각각 10번째 층으로 분류하고, 주거단지에 포함된 경지는 30번째 층으로 분류한다. 이어서 경지율 15% 미만은 40번째, 비농업지역을 50번째 층으로 분류한다.

<표 1-2> 토지 층에 대한 정의

Stratum	정의 (Definition)
11	75%이상의 경지 (General Cropland, 75% or more cultivated.)
12	50-74%의 경지 (General Cropland, 50-74% cultivated.)
20	15-49%의 경지 (General Cropland, 15-49% cultivated.)
31	15% 미만의 경지, 단위 정방형 당 100개 이상의 주택 존재, 농가주택 (Ag-Urban, less than 15% cultivated, more than 100 dwellings per square mile, residential mixed with agriculture.)
32	주거지역/상업지역, 경지가 없는 곳, 단위 정방형 당 100개 이상의 주택 존재 (Residential/Commercial, no cultivation, more than 100 dwellings per square mile.)
40	15%미만의 경지 (Less than 15% cultivated.)
50	비농업지역, 다양한 크기의 segments로 구성된 경우 (Non-agricultural, variable size segments.)

2) SSU크기

새로 추출틀을 구축하기로 선택된 주 내의 모든 토지가 PSU 단위로 분할되고, 총화된 후, 각 층에서 표본 PSU가 추출된다. 추출된 PSU는 다시 6-8개의 SSU로 나누어지게 되고, 2차추출 단계에서는 하나의 SSU만이 표본으

로 선정된다. 새로운 Area Frame이 구축되기 전에 과거 JAS자료에 근거하여 PSU와 SSU의 크기가 결정된다. 먼저는 SSU 크기를 결정하게 되는데, 층(50)을 제외한 나머지 층에서는 모두 크기가 같다. <표 1-3>은 특정 주의 층별 SSU 크기를 나타내고 있다. 10번대 층은 1 평방마일, 30번대 층은 0.25-0.1 평방마일, 40번대 층은 2 평방마일, 50번대 층은 크기가 다양한 것을 알 수 있다.

<표 1-3> Segment 목표크기

Stratum	Definition	Target Segment Size (square miles)
11	General Cropland, 75% cultivated.	1.00
12	General Cropland, 50-74% cultivated.	1.00
20	General Cropland, 15-49% cultivated.	1.00
31	Ag-Urban,	0.25
32	Residential/Commercial,	0.10
40	Open Land, < 15% cultivated.	2.00
50	Non-agricultural, variable size segments.	PPS

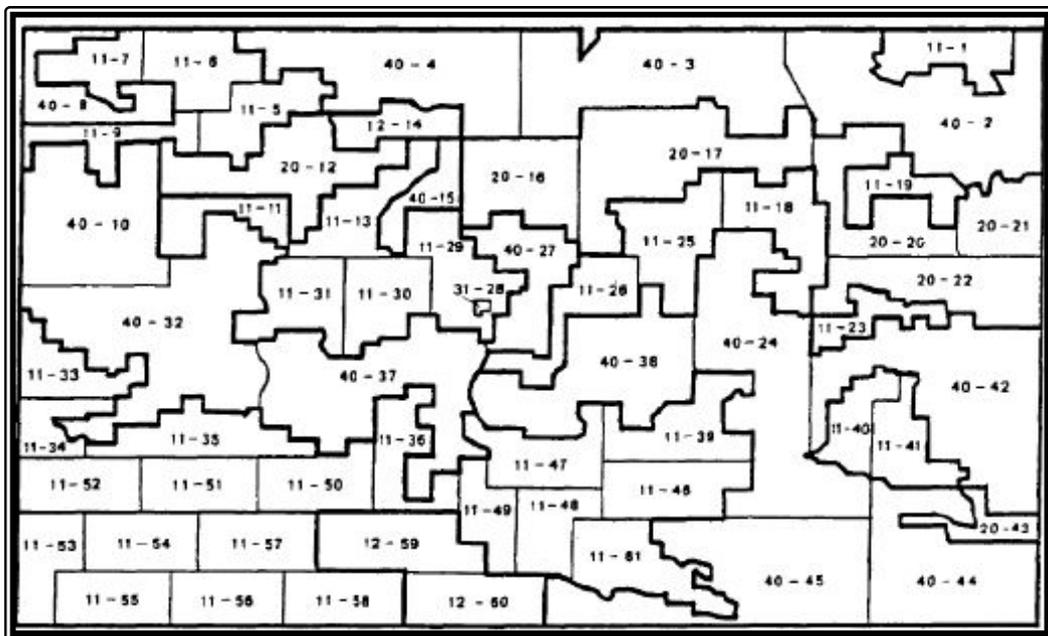
3) PSU크기

PSU의 크기는 Segment 크기를 기초로 하며 6-8개의 segment를 포함하는 크기로 정한다. 그래서 PSU 크기는 Segment 평균 크기의 약 6배가 된다. 어느 PSU의 크기가 너무 작은 경우에는 해당 PSU 내 SSU의 크기를 더 작게 분할한다.

(다) 층화

층화는 경지를 층으로 나누는 것이다. NASS에서는 주 내 각 county에서 토지의 층을 쉽게 구분할 수 있는 자연스런 경계선을 결정하게 된다. 이 때 주로 사용하는 경계 지형지물로는 포장도로, Secondary all-weather roads,

Local farm to market roads, 철길(Railroads), 강과 개울 등이 있다. 층화 담당자는 먼저 토지를 PSU 단위로 분할하고, 각각의 PSU를 층화한다. 층화 시에는 해당 PSU의 위성사진 자료를 활용한다. PSU 경계와 주경계가 겹치면 주경계를 우선으로 하여 층을 정한다. PSU에 대한 구획화가 이루어지고, 각 PSU에 대한 층화가 마치면, 각 PSU에는 고유번호가 주어진다. 이 고유번호는 두 개 수치가 연계된 형태를 띤다. <그림 1-5>에서 앞의 숫자는 층 번호이고, 뒤의 수치는 일련번호를 나타낸다.



<그림 1-5> PSU 번호부여

(라) 품질보증

층화 작업에는 주관적인 판단이 개입될 수 있으므로, 층화에 대한 검증이 필요하다. 층화에 참여하지 않은 검증자에 의해 이루어지는 품질보증의 내용은 다음과 같다.

- ① County 경계에 대한 검토
- ② PSU 구획 결정과 층화의 적절성 검토

- ③ 층화 작업에 참여하지 않은 검증자 통한 표본 검사
- ④ 품질보증 검증 단계에서는 주로 PSU의 크기가 허용범위를 넘어섰는지에 대해 점검하게 되는데, County 내 PSU 크기의 합과 County 면적의 차가 $\pm 25\%$, 그리고 State 내 전체 PSU 면적 합계와 주 면적 합계의 차이가 $\pm 5\%$ 를 넘지 않는지를 확인한다.

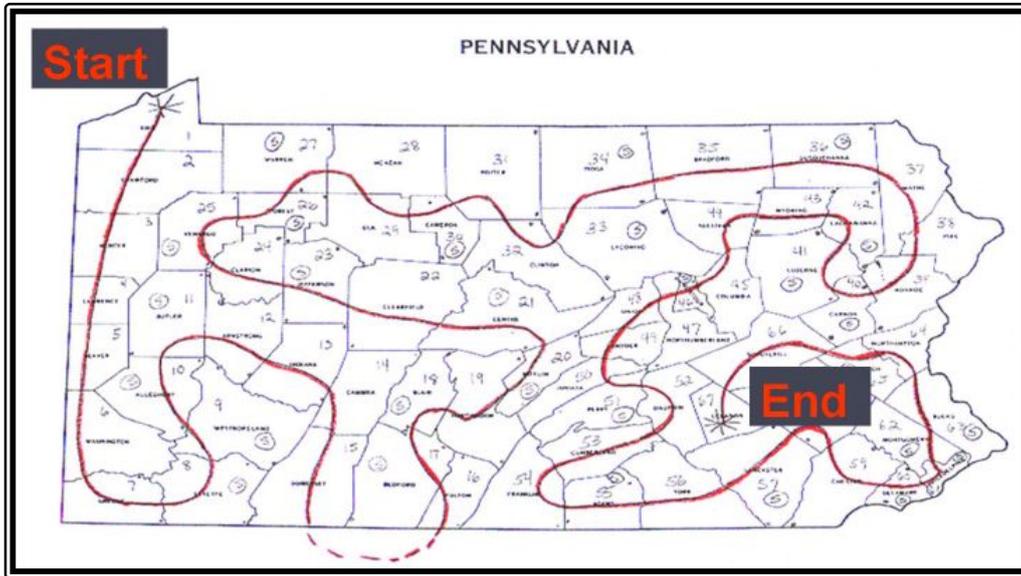
(마) 하위 층화(Sub-stratification)

일단 층이 결정되고 나면 추가적으로 각 층 안에서 추출단위를 같은 크기의 하위의 층으로 나누는 작업을 한다. 하위 층화에서는 농업내용의 유사성이나 위치 등을 고려하여 추출단위를 묶는다. 이 작업에는 추출단위 수 결정, 하위 층의 개수 결정 그리고 추출단위를 하위 층에 배정하는 것 등이 포함된다.

층화 이후 각 County 내의 PSU를 순서에 따라 정렬해야 하는데, 농작물과 가축 자료를 이용하는 군집분석을 이용하여 순서를 정하게 된다. <그림 1-6>은 Pennsylvania County에서의 순서화 작업을 나타낸다. PSU 순서와 비교해보면, 단순히 지리적 위치만으로 순서가 정해지지 않고 PSU 특성에 의해 결정됨을 알 수 있다. 도시의 순서화는 각 도시 내 PSU 순서화와 연결된다. 주의 PSU 번호는 첫 번째 도시의 PSU 번호로 시작되어 다음 도시로 연결된다. SSU가 하위 층에 배정되기 때문에 각 층별 추출단위들의 모집단 크기가 결정되어야 한다.

따라서 층 i 내의 임의의 PSU_k 가 갖는 추출단위의 수 N_{ik} 는 s_i/s_{ik} (S_{ik} = the size of the k^{th} PSU from the i^{th} land-use stratum, and S_i = the target size of sampling units in the i^{th} land-use stratum.)로서 층 i 의 SSU 갯수를 층 i 의 PSU_k 의 크기로 나눈 값의 정수부분이고 층 i 내의 SSU 크기는 N_{ik} 를 PSU_k 에 대하여 합한 값이 된다. 이와 같이 각 층의 SSU 모집단(크기)이 결

정되면 각 층내 하위 층의 개수를 결정하는데 이 과정에서 다음의 사항들이 고려되어진다.



<그림 1-6> 순서화(Pennsylvania)

- ① 각 층에서 표본으로 추출되는 SSU 개수와 반복수
- ② 층 내의 추출단위 사이에 나타나는 동질성 정도
- ③ 설계로 Pennsylvania의 표본설계 결과는 다음의 <표 1-4>과 같은데, 경지비율이 15-49%인 지역의 표본크기가 98개로 가장 크고, 15% 미만 지역의 표본크기가 45개, 50% 이상인 지역의 표본크기는 24개이다. 한편, 주거지역과 비경지에 대한 표본크기는 5건 미만으로 나타났다.

<표 1-4> 하위 층의 개수와 반복수(Pennsylvania)

Stratum	Land-Use Stratum	Target Segment Size(Sq Mi)	Population Number of Sampling Units	Number of Substrata	Number of Replications	Sample Size
13	>50% Cult.	1.00	2,800	4	6	24
20	15-49% Cult.	1.00	17,084	14	7	98
31	Ag-Urban	0.25	8,284	1	5	5
32	Residential	0.10	1,814	1	2	2
40	<15% Cult.	2.00	11,344	8	6	45
50	Non-Ag	PPS	45	1	2	2

하위 층화는 추출단위 사이에 나타나는 변동을 줄이기 위하여 수행되는데, 특별히 주 전체에서 intensely cultivated strata에서 효과적이다.

(2) 미국 농업표본조사 개요(AREA FRAME SAMPLING)

이 절에서는 Carrie Davies와 Jack Nealon이 요약, 정리한 내용을 기반으로 하여 미국농업조사의 조사표본설계의 개요를 소개하기로 한다.

(가) 반복 표본추출(replicated sampling)

NASS는 1974년부터 반복표본설계를 실시하였다. 반복추출이란 동일 모집단에서 수행할 독립적인 반복의 수를 결정하는 것을 말하는데, 각 반복에서는 동일한 추출방법을 사용한다. 반복추출은 층화 이단추출법에 의해 이루어 지는데, 하위 층화(sub-stratification)작업이 추출의 효율성을 높이기 위해 연계되어 활용된다. 구체적으로 말하면, 반복추출이란 하나의 PSU 중에 있는 각 하위 층으로부터 추출되는 하나의 SSU로 구성되는 단순임의추출 방식을 띤다. 따라서 하나의 반복추출에서 생성되는 SSU 표본크기는 하위 층의 개수와 같다. 그러나 반복수가 하위 층에서 같을 필요는 없다. 간단히 3개의

하위 층을 갖고 2개의 반복추출을 하는 예를 나타낸 것이 <표 1-5>에 나와 있다.

<표 1-5> 층에서 반복추출 과정

Substratum	Segment	Replicate	
		1	2
1	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		X
	8	X	
	9		
	10		
2	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		X
	19	X	
	20		
3	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26	X	
	27		
	28		X
	29		
	30		

NASS가 반복추출을 하는 이유는 다음과 같다.

① 응답부담감소를 위한 연동표본계획을 수립하기가 쉬운데, 이때 연동 표본은 매년 각 경지층에서 특정반복에 속한 약 20% SSU를 새로 선정된 SSU로 교체한다.

② 다양한 조사 방법론을 반복마다 다르게 적용하여 비교 검증할 수

있다.

③ 품질보증의 하나로서 시간의 흐름에 따라 조사과정이 차이가 있는지 조사한다. 특히 SSU크기를 비교할 수 있다.

④ 반복번호가 부여되어 있기 때문에 표본관리가 용이하다.

⑤ 분산추정을 용이하게 한다. NASS는 농업조사의 분산추정은 기본적으로는 하위 층화설계를 사용하고 있지만 때로는 연구분석을 위하여는 반복표본의 합을 이용한 분산추정을 한다.

⑥ 연동효과(표본에 SSU가 속한 기간에 의한 조사자료의 영향)를 측정할 수 있다.

(나) 최적 추출단위의 크기(Segment Size, SSU)

SSU 크기를 결정하는 데에는 여러 가지 요인(조사목적, 자료 수집비, SSU 간 변동, 면담시간, 인구밀도, 경작밀도, SSU경계 가용성 등)들을 고려해야 한다. SSU 크기는 전년도 JAS자료 분석을 통해 층마다 다르게 결정된다. 층별 목표 추출단위(SSU)의 크기는 <표 1-6>과 같이 정해졌다. 즉, 경지밀 집지역은 1 평방마일, 일반지역은 1-2 평방마일, 공터나 비경지 지역은 SSU 크기를 크고 다양한 방식으로 정한다.

<표 1-6> 목표 추출단위 크기

경작집중지역(10's)	1 square mile(간혹 미만)
일반경작지역(20)	1-2 square mile
공터, 경작이외 지역(40)	다양
	경계선이 적절(2 square mile) 사막, 산업지역(4-8 square mile)

SSU에 대한 추출확률은 추출단위(SSU) 크기비례확률추출법(probability

proportional to size sampling: pps sampling)을 사용한다. 추출단위(SSU) 크기를 결정할 때 고려하는 사항은 다음과 같다.

- ① 표본추출변동 최소화 : 분산감소를 위해서는 하위 층 내의 SSU는 크기가 같고 재배작물내용이 비슷해야 한다. SSU크기가 줄어들수록 SSU가 경지면적에서 유사하기가 어렵게 되고, 주어진 표본크기에서 SSU간 표본추출변동은 늘어나게 된다.
- ② SSU가 경계가 명확하도록 하여야 비표본오차를 줄일 수 있다.
- ③ 방문조사 경비를 줄일 수 있도록 한다. 하나의 SSU를 12시간 내에 조사할 수 있어야 하는데 12시간이면 평균 3, 4개의 방문이 가능하다.

(다) 표본배분

각 층과 각 주에 배분하는 최적표본크기 결정에서 다음 사항을 고려하여 목표표준오차를 결정한다.

- ① 각 층에서 하나의 SSU를 조사하는 평균비용
- ② 농산물의 집중도, 다양성 등을 나타내는 지난 2년간 자료에서 제안되는 각 층의 작물별 표준오차
- ③ 각 층의 토지 면적이나 SSU개수
- ④ 전국 농업통계에 비교해서 각 state농업의 중요성

NASS는 주요 작물 외에 다양한 작물들도 함께 고려한다. 이때 주와 전국 수준의 영향 등도 고려하지만, 무엇보다 주별 통계의 정도를 가장 중요하게 생각한다.

다음 <표 1-7>은 각 주별 표본배분 결과를 나타내는 표이다. 가장 표본이 많이 배분된 지역은 Texas로 1120개, 가장 표본이 적게 배분된 지역은

Rhode Island로 5개로 나타났으며, 전국적으로 총 10,912(추출율 0.6%)개로 나타났다.

<표 1-7> 각 주별로 할당된 표본크기 일부

State	Number of Segments
Texas	1120
Kansas	487
Nebraska	473
Iowa	452
North Dakota	420
Vermont	21
Massachusetts	12
New Hampshire	10
Connecticut	8
Rhode Island	8

층별 표본배분 결과를 보면, 경지밀집지역(층번호 10번대)에 54%로 가장 많이 배분되었고, 일반지역(층번호 10번대)에는 26%, 경지가 별로 없는 지역(층번호 40번대)에 16%, 도시지역(층번호 30번대) 3%, 비경지 지역(층번호 50)에 1%가 배분된 것으로 나타났다.

다음의 <표 1-8>은 미네소타 주의 층별 표본크기를 나타낸 것이다. 경지밀집지역(75%이상)의 표본크기가 220, 경지율 (50-74%) 지역의 표본크기가 80, 경지율(15-49%) 지역의 표본크기가 50, 경지율 15%미만 지역이 40으로 나타나 경지밀집지역에 표본이 집중되고 있다.

<표 1-8> Minnesota주의 층별 표본크기

Stratum	Stratum Definition	# of Reps	# of Substrata	# of Segments
11	>75% Cultivated	20	11	220
12	50-74% Cultivated	20	4	80
20	15-49% Cultivated	5	10	50
31	Ag-Urban	2	1	2
32	Commercial	2	1	2
40	<15% Cultivated	5	8	40
50	Non-Agricultural	2	1	2
Total				396

(라) 표본추출

표본 추출확률로는 기본적으로 등확률추출과 비례확률추출을 고려할 수 있다. 일반적인 기준으로 경계선으로 사용할 수 있는 좋은 지형지물이 있는 경우는 층 내의 SSU 크기가 비슷하게 되기 때문에 등확률 추출을 하고, 그렇지 않으면 예컨대 비농업지역이나 층번호 40번대의 층에서는 비례확률추출을 적용한다. 현재 표본으로 추출되는 11,000개 SSU 중 96%정도가 등확률추출방법으로 추출되었다. 등확률추출은 다음과 같이 2단계를 거쳐 이루어진다.

단계 1: 층(i), 하위 층(j)에 있는 PSU(k)를 (대체표본을 갖고, 등확률로)랜덤하게 선택하며, 이를 PSU_{ijk} 라고 한다.

이 때, 추출율은

$$P(A_{ijk}) = \frac{N_{ijk}}{N_{ij}}$$

가 된다.

여기서, A_{ijk} 는 PSU_{ijk} 이며, N_{ijk} 는 층(i), 하위 층(j) 내에 있는 PSU(k)내의

추출단위(segment) 개수이며, N_{ij} 는 층(i)내, 하위 층(j)의 추출단위(segment) 개수이다.

단계 2: PSU_{ijk} 가 추출되고 난 후, 이 PSU내에서 m 번째 SSU가 추출되는 사건 B_{ijkm} 이 일어날 확률은 다음과 같다.

$$P(B_{ijkm}|A_{ijk}) = \frac{1}{N_{ijk}}$$

따라서 i 번째 층의 j 번째 하위 층내 k 번째 PSU에서 m 번째 SSU가 선택될 확률은

$$P(B_{ijkm}) = P(A_{ijk})P(B_{ijkm}|A_{ijk}) = \frac{N_{ijk}}{N_{ij}} \frac{1}{N_{ijk}} = \frac{1}{N_{ij}}$$

이다.

반면에 비례확률추출에서는 SSU를 동일크기로 나눌 수 있는 경계가 없는 상태이므로 PSU추출확률은 PSU크기에 비례한다. 층(i), 하위 층(j)의 PSU(k)가 추출될 사건 A_{ijk} 가 발생할 확률은 $P(A_{ijk}) = \frac{S_{ijk}}{S_{ij}}$ 이다. 여기서 S_{ijk} 은 층(i), 하위 층(j) 내에 있는 PSU(k)의 면적, S_{ij} 은 층(i), 하위 층(j)의 면적이다.

위 결과로부터 층(i), 하위 층(j)에 있는 m 번째 SSU가 갖는 가중치 e_{ijm} 은

$$e_{ijm} = \frac{1}{p_{ijm}n_{ij}}$$

로서

p_{ijm} 은 층(i), 하위 층(j)의 m 번째 추출단위(segment)의 추출확률이며, n_{ij} 는 층(i), 하위 층(j)의 표본크기이다.

(마) 표본추출 및 표본정비

등확률 추출법으로 수행하는 1차추출(PSU 추출)과 2차추출(SSU 추출)은 SAS를 이용하여 이루어진다. 특히 SSU추출을 위하여는 1차추출된 표본 PSU를 SSU로 나누어야 한다. 이 과정에서 층 오차를 통제하기 위하여 항공사진들을 이용하는데, 주요 기준은 경계선 우선, SSU간 동질성 유지, 영구적이고 명확한 SSU크기의 동일성을 유지하는데 있다.

비례확률 추출을 적용하는 경우에는 1차추출 이후 추가적인 2차추출이 필요 없기 때문에 추출된 PSU가 바로 표본 조사단위가 된다.

NASS에서는 표본이 추출되고 나면 다시 한 번 추출의 적절성을 검토한다. 가령 확대된 영상에 나타난 SSU 경계선을 조사자가 확인하기 어려울 때는 5%이내의 범위에서 조정을 할 수 있다. 또한 SSU 영상에 문제가 있다면 새로운 영상을 요구하게 된다. 그리고 통상적인 사후조사 분석을 한다.

나. EU

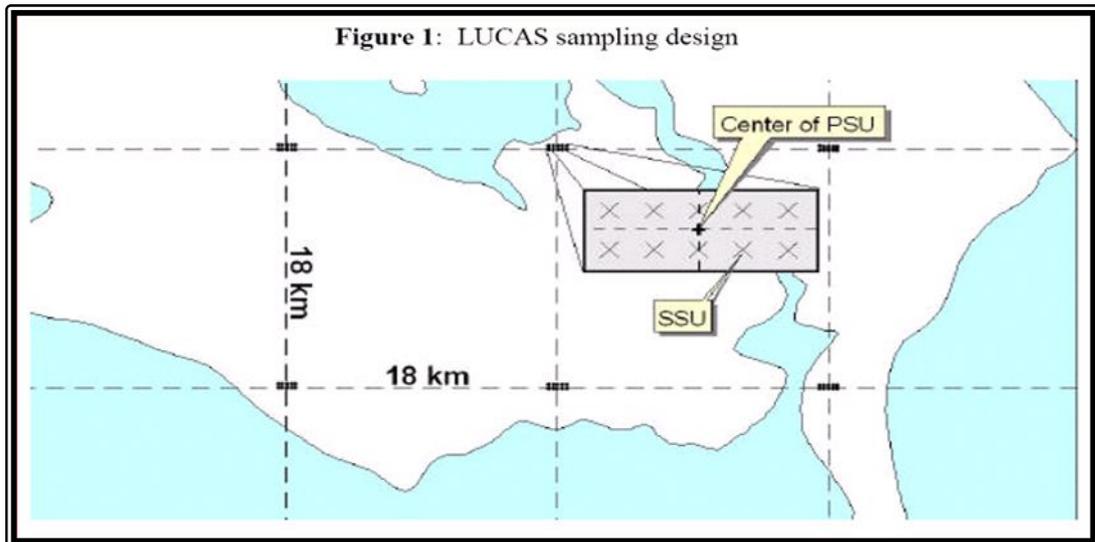
(1) LUCAS 개요

LUCAS(Land Use/Cover Area frame statistical Survey)라고 부르는 연구는 Eurostate이 Ispra의 기술지원을 받는 동시에 Directorate General of Agriculture와 협력을 통해 시작한 연구이다. 이 연구는 EU 수준에서 토지피복도를 이용하며, 동시에 환경에 관한 데이터를 수집하는 것을 목적으로 한 통계조사이다. 이 조사는 2001년과 2003년 EU 15개국에 대하여 수행되었고, 2006년에는 보다 확대되어 EU 차원으로 수행되었다. LUCAS의 모집단은 EU 전체 지역이고, 추출틀은 Lambert-Azimuthal Equal Area Projection에 나타난 EU 지역의 영상자료이다. 이 표본 추출틀의 기본단위는 직경 3m정

도의 점(points), 선(Transects) 또는 Segments라고 부르는 영역이다. 2002년 Italian Agrit 연구를 통해 EU에서는 이러한 point 단위의 조사가 효과적이라는 결과를 얻은 바 있다.

(2) LUCAS 2001-2003

2001년에 수행된 LUCAS에는 15개 EU 국가 중 13개 국가가 참여했으며, 2003년의 연구에는 15개국이 모두 참여했다. 표본추출은 2단계통추출 방식에 의해 이루어졌다. PSU는 층화 없이 18km x 18km로 분리된 것 중에서 추출된다. PSU는 아래 그림과 같이 300m간격을 두고 형성된 5*2개의 90ha(1.5km x 0.6km)의 직사각형 형태를 띤다. 각 PSU는 10개의 SSU 또는 10개의 점들의 군집이라고 할 수 있다. 여기서 SSU는 직경 3m의 원모양의 지역이다.



<그림 1-7> LUCAS 표본 설계

추출틀 구축을 위해서는 National Cartographic projections이 사용되었다. 표본은 약 10,000개의 점이라고 할 수 있다. 2단추출이라고 했지만 사실은 10개의 점을 갖고 있는 PSU를 추출하는 1단계통추출이라고 볼 수 있다.

(3) LUCAS 2006

2002년 Italy의 AGRiT, 2004년 JRC(Joint Research Center)등의 연구 결과를 기초로 Eurostat은 INSPiRE(Infrastructure for Spatial Information in Europe, Annoni et al., 2001)제안에 따라 Lambert(Lambert-Azimuthal Equal Area)를 사용하고 25개 EU국가가 참여하는 새로운 조사계획을 수립하게 된다. 이는 표본배치(sample Layout)의 동질성을 향상시키면서도 회원국들의 업무량을 최소화하는 것을 목표로 하였다.

(가) Grid의 정의

새로운 Grid는 한 변의 길이가 1km인 정방형으로, 좌표 52N10E를 중앙점으로 하고, 서쪽 4321km 남쪽 3210km인 점을 원점으로 하여 남에서 북쪽으로, 서에서 동으로 구성하고, 각 점에 대해서는 고유번호를 부여하였다.

(나) 표본설계

1km크기의 Grid에 대응되는 4,100,000개의 점들로 구성된 계통표본을 기저표본(Base Sample)이라고 하고, 이것 중 짝수 번호를 갖는 2km 간격의 1,000,000개의 점들로 구성된 표본을 LUCAS 마스터표본(Master Sample)이라고 한다. 이때 조그만 섬에 있는 점과 고도 1200m이상인 점들, 기타 특이한 사유가 있는 점들은 제외시켰다.

2001년과 2003년의 조사에서는 층화를 실시하지 않았으나, 2006년 LUCAS 조사에서는 항공정사 영상화면 자료를 기본으로 하고 Landsat 영상자료를 보조자료로 활용하여 PSU에 대한 층화를 실시하게 된다. 층화 결과 전체 PSU는 <표 1-9>에 나타난 7개의 층으로 나누어진다.

(4) 표본배분

층화된 PSU로부터 토지목록에 따라 현장조사 될 SSU가 추출된다. 주어진 예산 제약 하에서 목표오차를 만족시키면서도 효율성을 극대화한 약 250,000 개의 SSU가 표본으로 추출되었다. 층별 표본 추출률은 다른데, 그 내용은 다음의 <표 1-9>에 나온 바와 같다. 경지나 항구적 작물이 50%, 항구적 목초지가 40%이며 임야, 산림, 나대지, 인공구조물 및 수역은 각 10%의 표본 추출률이 적용되었다.

<표 1-9> LUCAS 층과 표본추출비율

Stratum	Size master sample	Subsampling rate
Arable Land(경지)	253,490	50%
Permancent Crops(항구적 작물)	28,655	50%
Grassland(항구적 목초지)	165,142	40%
Woodland, Shrubland(산림)	452,890	10%
Bare Land(나대지)	21,135	10%
Artificial Areas(인공구조물)	38,658	10%
Water(수역)	30,822	10%

(5) 표본추출

각 층이 서로 다른 추출율을 지니는 동시에 각 Grid에서 독립적으로 추출되어야 하는 까닭에, 서로 다른 층에서 추출되는 점들이 지리적으로 인접할 수 있어서 층간 공간상관(spatial correlation)의 문제가 생길 수 있다. 따라서 보다 동질적인 표본의 배치를 얻기 위해서, 18km x 18km 단위로 구성된 기본 Grid를 다시 9 x 9=81개 점들의 블록으로 분할한다. 그리고 각 Grid 안에서 상대적인 위치가 같은 각 블록에 있는 점들에게 동일한 번호를 부여하는데 이를 반복(replicate)번호라고 한다. 따라서 번호가 x인 반복은 각 Grid에서 번호가 x인 점들의 집합이라고 할 수 있다. 반복의 순서를 랜덤하게 결정할 경우, 표본으로 추출된 반복들이 지리적으로 너무 인접하는 상황이 생길

수 있고, 전체 중 많은 영역이 반영되지 않을 수도 있다. 이 문제를 해결하기 위하여, 거리제약조건을 추가한 번호 지정방식을 고안하였다. <그림 1-8>에서 18km x 18km인 Grid 내의 SSU에 1에서 81까지를 랜덤하게 부여했는데, 모든 PSU의 동일한 위치에는 같은 값을 부여받았다. 추출된 값이 r_i 라고 하자. 각 층에서의 추출되는 표본크기를 b_h 라고 하고 $r_i < b_h$ 인 경우에 해당 point가 추출된다.

예를 들어 난수 25가 뽑혔다면, 이에 해당되는 point가 층1일 경우에는 바로 표본으로 추출하게 되지만, 만일 층5일 경우에는 추출하지 않는다. 층1에서의 추출율은 50%이므로 81의 50%에 해당되는 40.5보다 뽑힌 난수가 작으면 그 점은 표본으로 추출된다. 하지만 이 point가 층 5에 속한 경우라면, 층 5의 추출율은 10%이므로 81의 10%인 8.1과 비교하게 된다. 25는 8.1보다 크므로 이 점은 표본으로 추출되지 않는다.

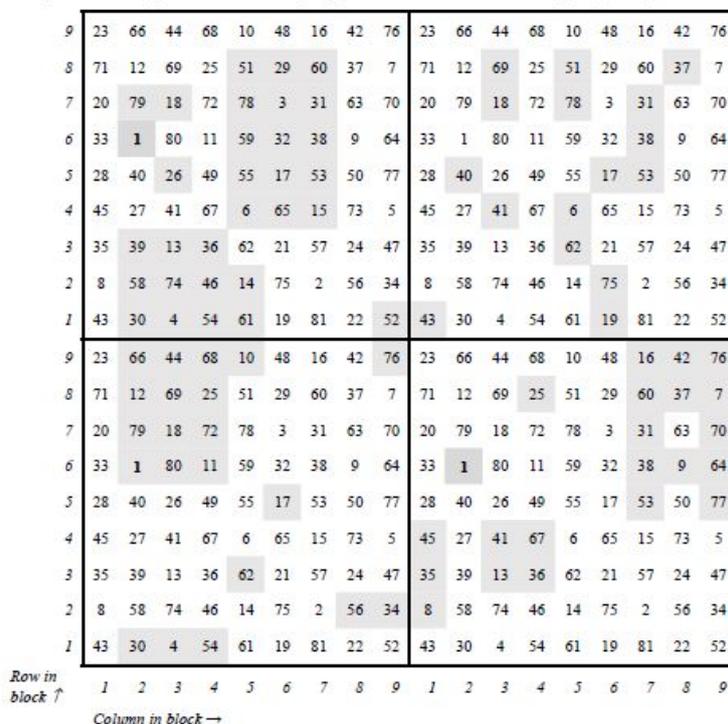
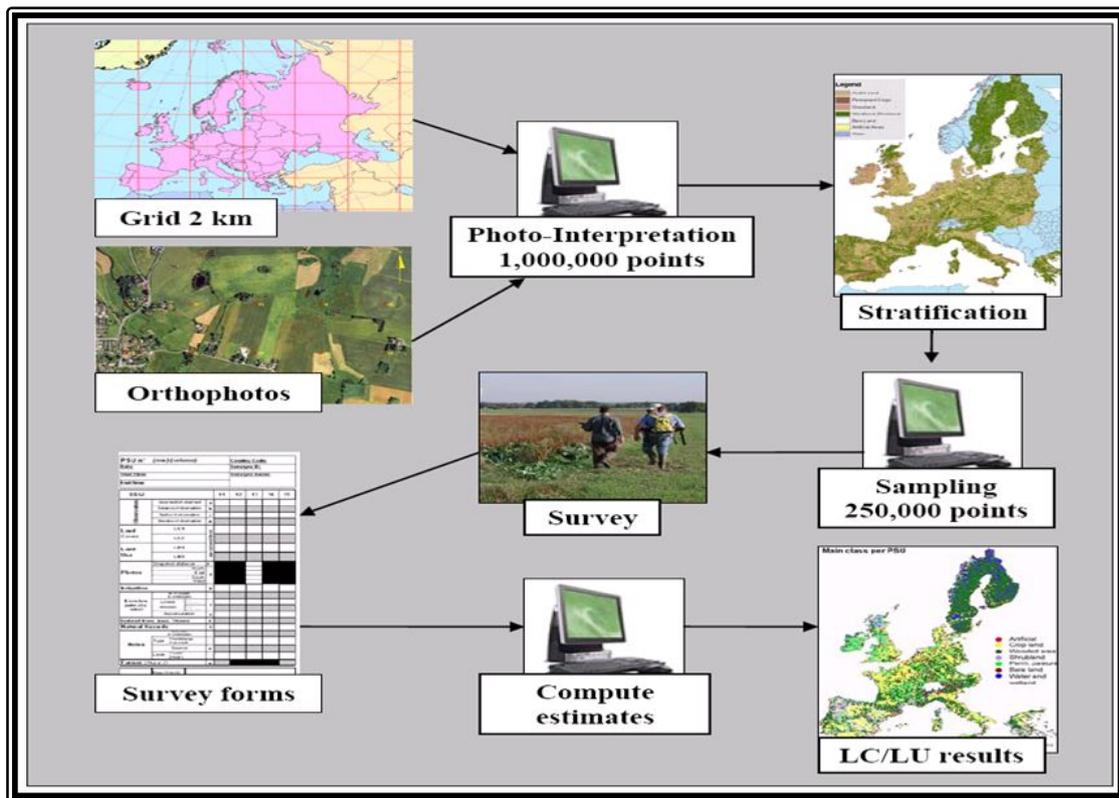


Figure 2 - Examples of four 9x9 blocks with replicates order

<그림 1-8> LUCAS 표본추출 예

이상의 원리에 의해 추출된 표본단위구 SSU에 대해서는 조사원들이 직접 현장의 토지이용 현황과 재배면적 등의 통계를 산출하게 되고, 해당 토지를 소유한 농가를 직접 방문조사하는 방식으로 조사가 진행된다. 이러한 과정을 요약하여 나타낸 것이 <그림 1-9>이다.

LUCAS 조사과정을 요약하면, 먼저 2km간격의 Grid를 만든 후 거기에 속한 990,816개의 점들로 구성된 LUCAS master 표본을 구축한다. 이어 각 점들의 영상화면 분석을 통해 mater표본의 모든 점들을 7개 층으로 층화한다. 다음으로 master 표본에서 250,000개(2006년)의 점들을 표본으로 추출하여 현장조사를 실시한다.



<그림 1-9> LUCAS 절차

(6) LUCAS 2006 결과 개요

(가) 실사 및 조사검토

총 423명 조사원이 평균 14-15일정도 조사하였는데, 관측면적의 66.5%가 직경 3m 이내였고, 15.2%가 100m 이상이었다고 보고되었다. 표본의 약 5%인 8200지점에 대해서는 제3의 기관에 의하여 독자적으로 재조사가 되어 실사결과와 비교하였다.

(나) 표본설계에 대한 상대 효율성

LUCAS 2006에서 사용된 표본설계의 효율성을 측정하기 위하여, 조사비용이 모두 같다는 가정 아래에서 모의실험을 하였는데 단순임의추출, 순수계통추출, 사후층화추출등과 비교하여 우수한 것으로 나타났다. 또한 2001-2003년 표본설계와 비교한 결과에서는, 비용이 다소 늘어났지만 일부 국가들에서 효율성이 뚜렷이 높아진 것으로 나타났다. 그러나 집락화는 효율에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타난 반면, 층화의 효과는 긍정적인 역할을 한 것으로 나타났다.

다. 중국

중국 농업분야에서의 원격탐사 응용연구는 원격탐사 기술을 작물 수확량 예측에 이용하고자 하는 관심에서 시작되었다. 제7차 5개년 계획 중에 처음으로 위성영상을 이용하여 겨울밀에 대한 수확량 예측을 시작하였다. 이 시스템은 1990년 이래로 기상청에서 운영하고 있는데, 점차 벼와 같은 주요작물에 대한 수확량 예측으로 확대되어가고 있다. 1998년 중국과학원(Chinese Academy of Science)은 ‘중국농정원격탐지속보시스템(CCWS : China Crop Watch System)’의 구축을 진행하였으며, 국가 전체 수준의 작물별 수확량 예측시스템을 지속적으로 연구하였다. 이 시스템은 두 개의 개별적인 추출틀

을 사용하는 경지면적 관측기술 개발로 이어졌다. 1998년부터 현재까지 중국 과학원은 중국 통계청과 별도로 이 시스템을 이용하여 곡물이 많이 생산되는 주요지역의 재배면적 통계를 생산하고 있다.

중국 통계청은 2003년에서 2005년까지 허베이, 장수, 안후이, 상둥, 헤난성의 주요작물에 대하여 다중 축척 원격탐사영상을 이용한 연구를 진행한 바 있다. 각 행정수준에 따른 추출틀을 결정함으로써 대표성 확보에 많은 어려움을 갖고 있는 전통적인 표본추출방법을 향상시키기 위해 원격영상기술과 표본설계 기술을 결합하는 연구를 실시하였다. 시범 도시에 대하여 추출틀을 구축하였는데, 여기에는 추출단위들의 공간정보, 자연환경정보 외에 사회 후생적 속성정보들이 포함되어 있다. 최적의 표본추출시스템을 구축하기 위해 격자형 공간표본추출법(the grid spatial earth sampling method)을 비롯한 표본추출의 다양한 방법론들이 테스트되었다. 또한 통계청은 ‘원격탐사(Remote Sensing) 작물재배면적조사 및 주요곡물 생산지역에 대한 수확량 예측(Grain Crop Planting Area Remote Sensing Survey and Yield Estimation Operation System for the National Main Grain Production regions)’사업을 현(county), 성(province), 국가전체 수준에서 각각 수행하였다.

시범연구들을 실무에 적용하기 위해, 중국 통계청은 ‘국가 통계 원격탐사(Remote Sensing) 운영시스템’의 구축을 준비하고 있다. 이 시스템 내에서 통계적 표준범위, index 부여, 다중수준(multilevel) 표본조사와 GIS, GPS 기술을 기반으로 한 기술적 방법론 등이 구축되며, 통계 정보 기본 플랫폼의 개발과 국립 통계 원격탐사 정보 시스템의 운영 서비스가 개발될 것이다.

2000년 원격탐사 기술을 응용하여 표본조사를 실시하는 것이 필수적이라는 결론을 내렸다. 하여 Beijing Normal University(BNU)와 합동으로 원격탐사 기술을 이용한 경지 총화와 표본추출법, 주요작물 재배면적의 판독, 현장

조사와 원격탐사와의 연계방법 등에 관한 연구를 실시하여 허베이, 헤난, 산둥, 장수, 안후이 등 주요 5개성에서 수확량 예측에 대한 현장 실험을 실시하였다. 특히 2004년에 NBS는 헤난성에서 원격탐사에 의한 겨울밀 재배면적의 추정실험을 하였으며, 이후 이 시스템은 주요 5개성에서 여름작물과 가을작물의 재배면적 추정에 응용하는데 큰 역할을 하였다. 그리고 2006년 여름작물의 추정기법을 토대로 여러 기관이 함께 장수성의 피저우시에서 주요 가을작물에 대한 실험을 실시하여 가을작물에 대한 기술적 어려움들을 극복할 수 있는 기반을 구축했다.

Bingfang과 Qiangzi은 2004년 논문에서 원격탐사기술에 기반 한 작물재배면적추정 기법을 중국의 전 지역에 확대하는 과정에서 경험했던 어려움을 다음과 같이 정리하였다.

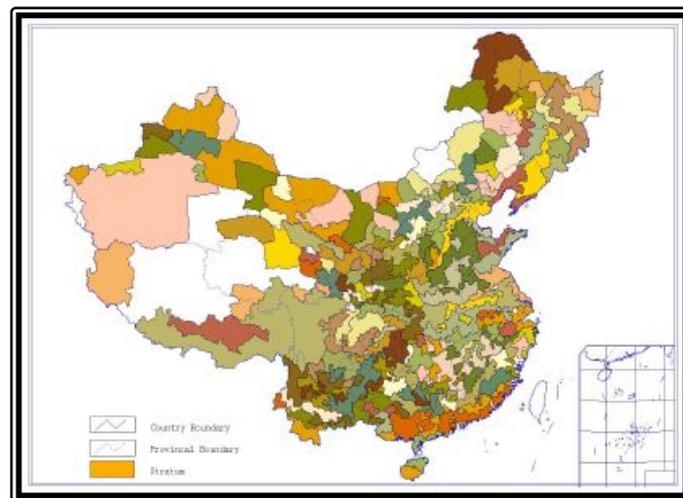
- ① 직물생장 시기에 맞춘 적절한 해상도의 전 지역에 대한 영상 확보의 어려움
- ② 다양한 농업구조(이모작, 삼모작, 윤작, 혼작)로 인한 작물 분포현황 및 재배면적 원격탐사기술로만 판독하는 것에 대한 한계

이러한 문제를 해결하기 위하여 원격탐사기술을 응용한 2단계 층화추출방법을 개발하였다. 이 기법의 적용을 통해 전체 지역에 대한 영상 확보에 따르는 어려움을 해결하는 동시에 추정의 효율성을 높일 수 있었다.

1차추출 단계에서는 1:100,000축척의 지도와 집락화를 위해 확보한 원격탐사자료를 이용해 집락추출프레임(cluster-sampling frame)을 구축하였다. Landsat-TM과 같은 위성영상을 이용해 작물의 재배면적을 추정하는 것은 힘들지만, 작물별 분포비율을 추정하는 것은 그다지 힘들지 않다(Li Qiangzi, 2004). 작물의 총 재배면적 추정 능력을 이용하면서 모든 두 번째 층의 총 작물의 비율을 추정한다.

2차추출 단계에서는 작물종류별 재배비율을 조사하기 위한 횡단추출법 (transect-sampling)을 이용한다. 작물의 재배면적은 경지 비율과 각 작물별 비율을 바탕으로 추정된다.

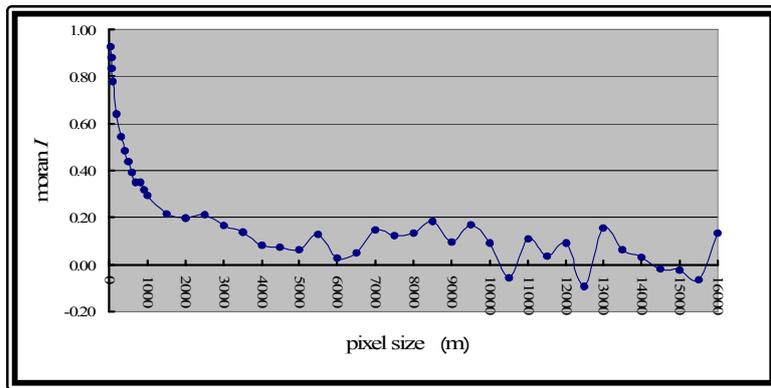
중국전체의 경지를 3차의 과정을 거쳐 분류한다. 이어 일차적으로 대기온도, 강수, 일조량, 토양성분과 정성적인 속성과 윤작체계 등을 기준으로 11개 층으로 나누고, 이차적으로 현(縣) 수준에서 벼, 밀, 옥수수과 콩 등의 4개의 주요작물의 비율로 44개의 층으로 나눈다. 마지막으로 모든 1km x 1km grid의 경지면적과 경지일치도(Cultivating consistency)를 계산하여 이것을 다시 80%, 50-80%, 15-50%, 0-15%의 4개 수준으로 나누어서 102개의 층으로 나눈다(<그림 1-10>).



<그림 1-10> 중국의 층화 맵

최신의 연구동향으로는, 2010년 2월 중국농업과학원(Chinese Academy of Agricultural Science)의 Zhou와 Di가 발표한 중국의 경지 추정을 위한 공간 표본추출에 대한 연구결과가 있다. 이 연구에서는 도시단위에서 추출과정을 논의하였는데, 그 내용은 추출단위의 정방형 크기결정과 표본크기, 추출방법 결정 등에 관한 것이다. 추출단위의 크기는 30m부터 1600m까지 43가지의 다양한 픽셀 크기(Pixel Size)에 대하여 급내상관계수 (Intra Cluster

Correlation)와 유사한 척도인 “Moran I”을 이용하여 결정하였다. <그림 1-11>과 같이 픽셀 크기가 커짐에 따라 Moran I값은 점차 감소하는데, 5kmX5km 후에 이 값이 상승했다가 6kmX6km에서 하강하고 상승과 하락을 반복하다 10kmX10km 이후에서 급격히 하강한다. 이에 5kmX5km, 6kmX6km, 10kmX10km를 3개의 후보 크기(Size)를 결정하여 표본크기 및 추출법등에 대한 연구를 진행한다.



<그림 1-11> Pixel 크기에 따른 Moran I

이들을 포함한 8개 크기에 대하여 단순임의추출(SRS), 계통추출(SYS), 그리고 층화추출(STS)에서 표본크기와 표준오차를 계산하여 최적의 크기를 구하는 과정을 연구하였다(<표 1-10>). 층화방법의 결정을 위하여 행정단위를 이용한 층화방법과, 경지 비율을 이용한 층화방법을 고려하였다.

<표 1-10> 픽셀크기(Sample Square Size)에 따른 추출방법 간 비교

sample-square size (m×m)	simple random sampling	system atic sampling	stratified sampling1	stratified sampling2	Average relative error	Standard deviation	Coefficient of variation
			Administrative unitasstratum symbol	RCG			
	r(%)	r(%)	r(%)	r(%)	Aver (%)	Std (%)	CV (%)
10000×10000	17.7	2.5	2.4	1.2	6.4	7.7	120.6
8000×8000	3.2	0.8	2.6	0.9	2.3	1	42.7
6000×6000	2	0.7	1.6	1.3	1.4	0.5	35.5
5000×5000	0.8	4.1	1.4	0.4	0.7	0.5	68.9
2000×2000	5.2	0.3	3.2	0.6	2.5	2.1	83.5
1000×1000	1.4	0.7	1.8	0.5	1.1	0.6	55
700×700	1.8	1.3	1.5	0.5	1.3	0.6	43.6
500×500	1.1	0.8	1.7	0.7	1.1	0.5	41.9

이상에서 원격탐사 기술을 적용한 경지조사를 실시하고 있는 미국, EU, 중국의 사례를 검토했는데, 이를 간단히 정리하면 다음과 같다.

<표 1-11> 해외사례 비교

내용	미국	유럽	중국 (일부 2010년 연구결과임)
표본추출틀	위성영상, 항공사진	위성영상, 항공사진	위성영상, GIS자료
SSU크기	Segment :층별로다양 (경지역:1 ml ²)	Point : 지름 3m 원형	방법 비교 연구 중
PSU크기	SSU크기의 약 6배	18kmX18km (엄격한 의미의 PSU는 아님)	방법 비교 연구 중
층화	7개 층 (유사한 작물중심으로 하위 층구성)	7개 층	(2004년 결과) 1단계:환경적조건과정 작방법에따라 11개층 2단계:주요작물에따라 44개층 (2010년) 방법 비교 연구 중
표본크기	11,000개 Segment	250,000 Point	
영상판독	육안	육안	육안
위성영상 DB갱신	매년 3-4개 주(State)	3년 주기 (확인 못함)	-
표본할당	경작집중지역 중심 :비용,작물별표준오차, SSU개수,주(State)농업 의중요성 고려하여할당	경작집중지역 중심 : 경작집중 지역 50% 할당	방법 비교 연구 중
표본추출	등확률추출(SRS) +비례확률추출(PPS)	공간상관고려 고유방법적용한 SRS	방법 비교 연구 중
표본조사	방문조사	방문조사	-
비교	층화, 추출틀의 사후검토	-	-

3. 환경부 피복도 영상의 추출틀 활용 가능성 검토

과거 통계청(2008, 2009)의 시범사업 결과를 보면, 환경부 토지피복도 영상을 통해 8개 시군의 경지면적을 구한 값과 영상처리 후 경지면적 추정치 사이에는 다소 차이가 있는 것으로 나타난다. 그러므로 두 영상 활용 데이터의 차이를 체계적으로 점검하는 것을 통해 과연 토지피복도의 자료가 표본설계의 추출틀로 활용될 수 있는지를 평가해보아야 한다. 이를 위해서 통계청에서 아리랑2호(KOMPSAT-2) 영상을 이용하여 2008년에 수행한 3개 시군과 2009년에 수행한 5개 시군의 경지총조사 자료(이하 통계청 자료)를 SPOT5를 이용하여 작성한 환경부 토지피복도 자료(이하 피복도 자료)를 비교하기로 한다.

가. 8개 시범지역 경지분류별 면적현황

8개 시범지역의 논면적, 밭면적 및 경지면적에 대해 통계청 자료와 피복도 자료의 차이를 나타낸 결과가 다음의 <표 1-12>에 나와 있다. 이 표를 보면, 모든 지역에서 공통적으로 통계청에 비해 피복도 면적이 큰 것을 알 수 있다. 통계청의 자료는 피복도 영상에 추가적인 영상처리를 한 것이므로 통계청의 결과가 더 정확하다고 할 수 있으므로, 피복도 자료를 이용하여 구한 면적은 정확성이 떨어지는 편이다. 8개 지역 전체에 대해 검토했을 때, 논은 23.7%, 밭은 103.6%, 경지전체로는 31.9% 피복도 면적이 통계청 면적보다 크게 산출되었다. 이를 통해 피복도 자료는 전반적으로 통계청 자료에 비해 면적을 높게 산출하는 편이지만, 특히 논에 비해 밭의 면적을 과대 산출하고 있다. 이러한 양상은 정도의 차이는 있을지언정 8개 지역 모두에 공통적으로 나타나고 있다.

영상처리를 통해 통계청 자료를 생산한 경험으로 볼 때, 피복도 자료에서 논, 밭, 경지면적이 과다 추정되는 이유로는 농로나 경지에 인접한 하천 등

을 모두 경지로 포함시키는 경향을 들고 있다. 그렇다면 상대적으로 논 면적 차이의 정도에 비해 밭 면적 차이의 정도가 큰 이유는 무엇일까? 이에 대해서는, 밭 지역에 일부 논이 포함되는 경우 논을 굳이 구분하지 않고 밭으로 처리하였기 때문일 것으로 판단한다. 아울러 일부 임야도 밭으로 인식했을 것으로 짐작된다. 통계청 자료와 피복도 자료의 차이를 보다 체계적으로 검토하기 위해 다음으로는 통계청 자료에서 논 면적 비율에 따른 차이를 비교해보고자 하는데 그 결과가 <표 1-13>에 나와 있다.

<표 1-12> 지역별 피복도-통계청의 경지분류별 면적비교

지역		경지면적	논	밭
전체	통계청	97,205.42	69,713.06	16,457.51
	피복도	128,194.21	86,224.91	33,513.16
	차이 (=통계청-피복도)	-30,988.79	-16,511.86	-17,055.65
	차이% (=차이/통계청*100)	-31.9	-23.7	-103.6
고령	통계청	6,098.50	4,328.72	597.98
	피복도	8,875.34	5,709.71	2,287.52
	차이 (=통계청-피복도)	-2,776.84	-1,380.99	-1,689.54
	차이% (=차이/통계청*100)	-45.5	-31.9	-282.5
김제	통계청	30,532.39	23,220.86	6,168.33
	피복도	35,696.05	26,368.14	8,560.86
	차이 (=통계청-피복도)	-5,163.66	-3,147.28	-2,392.53
	차이% (=차이/통계청*100)	-16.9	-13.6	-38.8
김포	통계청	9,556.74	6,990.30	2,114.42
	피복도	11,212.77	8,955.17	1,910.26
	차이 (=통계청-피복도)	-1,656.03	-1,964.87	204.15
	차이% (=차이/통계청*100)	-17.3	-28.1	9.7
부안	통계청	19,832.29	14,768.06	1,821.31
	피복도	24,405.47	17,462.42	6,441.26
	차이 (=통계청-피복도)	-4,573.18	-2,694.36	-4,619.95
	차이% (=차이/통계청*100)	-23.1	-18.2	-253.7
연기	통계청	8,281.59	4,898.56	2,223.20
	피복도	12,448.46	7,478.38	3,953.79
	차이 (=통계청-피복도)	-4,166.87	-2,579.82	-1,730.59

	차이% (=차이/통계청*100)	-50.3	-52.7	-77.8
용인	통계청	7,820.86	5,664.34	1,724.59
	피복도	12,971.89	7,810.81	4,103.44
	차이 (=통계청-피복도)	-5,151.03	-2,146.48	-2,378.85
	차이% (=차이/통계청*100)	-65.9	-37.9	-137.9
진천	통계청	8,338.95	6,596.03	1,091.79
	피복도	13,090.58	8,146.46	4,550.98
	차이 (=통계청-피복도)	-4,751.63	-1,550.43	-3,459.19
	차이% (=차이/통계청*100)	-57.0	-23.5	-316.8
창원	통계청	6,744.09	3,246.19	715.90
	피복도	9,493.64	4,293.81	1,705.06
	차이 (=통계청-피복도)	-2,749.55	-1,047.62	-989.16
	차이% (=차이/통계청*100)	-40.8	-32.3	-138.2

<표 1-13>을 관찰해보면, 피복도 상의 논비율이 낮은 곳(논비율 10% 이하)에서는 통계청 논면적이 피복도에 비해 크게 나타나고, 논비율이 10%를 넘어서는 곳에서는 통계청 논면적이 피복도 면적에 비해 작아지는 경향을 발견할 수 있다. 피복도는 작은 규모의 논들을 인식하지 못하고 밭이나 비경지로 처리하는 것으로 판단된다. 반면, 고령을 제외한 나머지 7개 지역에서는 모두 논비율이 높아질수록 통계청과 피복도의 차이의 비율이 줄어드는 것을 알 수 있다. 김포시의 경우를 예로 들면, 통계청의 논면적이 피복도의 논면적에 비해 약 28.1% 과소 집계되었지만, 논비율 100%인 곳에서는 통계청과 피복도의 차이비율은 18%로 전체 차이비율에 비해 낮게 나타났다. 논비율 100%인 지역에서 통계청과 피복도 논면적에 차이가 생기는 주된 원인은 피복도가 농로나 작은 하천 등까지도 모두 논면적에 포함시키기 때문인 것으로 파악된다. 논비율 100%인 지역에서 집계면적의 차이를 지역별로 보면, 김제가 13.6%로 가장 작았고, 고령이 66.7%로 가장 컸다. 고령을 제외한 나머지 지역들의 경우 차이가 모두 35% 이내인 것으로 나타났다.

<표 1-13> 지역별 피복도-통계청의 논비율별 논면적 비교

	고령			김제		
	통계청	피복도	차이(%)	통계청	피복도	차이(%)
0%	587.9	0.0	100.0	439.7	0.0	100
-10%이하	147.5	75.7	48.7	393.5	142.9	63.7
-20%이하	116.5	155.7	-33.6	356.7	320.2	10.2
-30%이하	143.6	225.0	-56.8	378.5	437.7	-15.6
-40%이하	194.4	324.1	-66.7	474.3	614.9	-29.7
-50%이하	222.8	359.9	-61.6	584.3	757.4	-29.6
-60%이하	271.1	445.7	-64.4	721.0	948.6	-31.6
-70%이하	307.7	473.7	-54.0	884.2	1195.0	-35.1
-80%이하	374.5	564.9	-50.9	1188.2	1590.3	-33.8
-90%이하	442.1	669.1	-51.3	1494.1	1927.8	-29.0
100%미만	676.5	1009.0	-49.1	3196.7	3910.3	-22.3
100%	844.2	1407.0	-66.7	13109.6	14523.0	-10.8
총계	4328.7	5709.7	-31.9	23220.9	26368.1	-13.6

<표 1-13> 지역별 피복도-통계청의 논비율별 논면적 비교 (계속)

	부안			용인		
	통계청	피복도	차이(%)	통계청	피복도	차이(%)
0%	585.3	0.0	100.0	729.5	0.0	100.0
-10%이하	251.7	79.5	68.4	207.7	120.7	41.9
-20%이하	178.6	169.9	4.9	158.1	242.8	-53.6
-30%이하	213.8	262.7	-22.9	188.7	347.7	-84.3
-40%이하	252.0	348.4	-38.3	209.4	428.0	-104.4
-50%이하	290.7	425.5	-46.4	269.5	546.3	-102.7
-60%이하	380.8	581.6	-52.7	342.1	646.4	-89.0
-70%이하	473.5	715.2	-51.1	390.7	727.1	-86.1
-80%이하	618.7	921.4	-48.9	450.9	821.2	-82.1
-90%이하	908.5	1304.8	-43.6	573.1	945.9	-65.1
100%미만	2034.6	2660.3	-30.8	912.7	1390.7	-52.4
100%	8579.9	9993.0	-16.5	1232.1	1594.0	-29.4
총계	14768.1	17462.4	-18.2	5664.3	7810.8	-37.9

<표 1-13> 지역별 피복도-통계청의 논비율별 논면적 비교 (계속)

	김포			연기		
	통계청	피복도	차이(%)	통계청	피복도	차이(%)
0%	97.3	0.0	100.0	249.8	0.0	100.0
10%이하	59.6	61.0	-2.4	113.3	103.6	8.6
20%이하	66.5	116.7	-75.3	117.0	199.0	-70.1
30%이하	111.3	178.1	-60.1	165.2	317.3	-92.1
40%이하	140.2	241.5	-72.3	198.8	408.4	-105.4
50%이하	192.9	312.8	-62.1	250.2	480.3	-92.0
60%이하	252.1	376.7	-49.4	339.6	620.2	-82.6
70%이하	343.0	520.0	-51.6	365.9	662.5	-81.1
80%이하	499.9	704.4	-40.9	452.4	811.7	-79.4
90%이하	678.5	937.8	-38.2	567.8	942.2	-65.9
100%미만	1267.4	1633.1	-28.8	896.6	1361.2	-51.8
100%	3281.5	3873.1	-18.0	1182.1	1572.0	-33.0
총계	6990.3	8955.2	-28.1	4898.6	7478.4	-52.7

<표 1-13> 지역별 피복도-통계청의 논비율별 논면적 비교 (계속)

	진천			창원		
	통계청	피복도	차이(%)	통계청	피복도	차이(%)
0%	567.5	0.0	100.0	311.4	0.0	100.0
10%이하	242.1	95.9	60.4	102.1	43.8	57.1
20%이하	179.0	195.9	-9.4	89.1	96.9	-8.8
30%이하	195.8	289.8	-48.0	80.9	138.1	-70.7
40%이하	220.0	352.5	-60.2	107.8	182.5	-69.4
50%이하	263.7	452.3	-71.5	116.3	209.9	-80.5
60%이하	326.9	526.7	-61.1	154.6	269.0	-74.0
70%이하	371.3	592.5	-59.6	155.1	302.0	-94.7
80%이하	447.6	699.8	-56.3	203.3	352.0	-73.2
90%이하	603.2	890.3	-47.6	311.7	501.3	-60.8
100%미만	938.1	1311.7	-39.8	541.3	832.3	-53.8
100%	2240.8	2739.0	-22.2	1072.7	1366.0	-27.3
총계	6596.0	8146.5	-23.5	3246.2	4293.8	-32.3

나. 8개 시범지역의 통계청, 피복도 자료의 상관분석

원격탐사자료(통계청 자료)와 피복도의 자료가 경지 면적 및 경작분류별 면적에서 많은 차이를 보였지만, 상관성을 파악해봄으로써 추출틀로서의 역할 타당성에 대해 검토해보고자 상관분석을 실시하였다(<표 1-14> 참조). Grid 크기가 100*100인 자료를 이용하여 분석한 결과, 통계청과 피복도의 경지 면적 및 경작분류별 면적의 상관분석 결과 통계적으로 유의하였으며, 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 상관계수의 크기는 경지면적에서 용인이 0.667로 최저로 나타났고, 고령이 0.830으로 최고로 나타났다. 논은 용인이 0.726으로 최저로 나타났고, 김포가 0.895로 최고로 나타났다. 밭은 용인이 0.163으로 최저로 나타났고, 김제가 0.666으로 최고로 나타났다. 하우스재배지는 부안이 0.066으로 최저로 나타났고, 창원이 0.714로 최고로 나타났다. 과수는 용인이 0.063으로 최저로 나타났고, 창원이 0.599로 최고로 나타났다. 또한, 피복도에는 경지로 판별되지 않은 Grid를 제외하고 상관분석을 실시할 경우 상관계수의 크기가 커진다.

즉, 원격탐사자료(통계청 자료)와 피복도에서 경지 면적과 논 면적의 상관계수의 크기는 0.6 이상으로 타났으며, 밭, 하우스나 과수 면적의 경우는 상관계수의 크기는 작지만, 양의 상관관계가 나타난 것은 추출틀로서 의미있게 사용할 수 있음을 보여준다.

<표 1-14> 경지분류별 통계청-피복도 자료 상관분석(Grid Size:100*100)

	경지면적	논	밭	하우스재배지	과수
전체 (n=206,744)	0.779	0.838	0.400	0.452	0.414
고령 (n=16,452)	0.820	0.644	0.194	0.458	0.154
김제 (n=45,373)	0.782	0.886	0.660	0.521	0.249
김포 (n=19,401)	0.821	0.903	0.423	0.186	0.307
부안 (n=33,228)	0.735	0.867	0.427	0.056	0.065
연기 (n=24,441)	0.721	0.776	0.311	0.234	0.417
용인 (n=29,286)	0.640	0.725	0.128	0.500	0.053
진천 (n=23,239)	0.768	0.793	0.232	0.117	0.206
창원 (n=15,324)	0.766	0.759	0.184	0.711	0.587

다. 8개 시범지역의 경작분류별 현황분석

통계청, 피복도 자료의 경작분류별 면적들이 양의 선형의 관계로 나타는데, 좀 더 구체적으로 어떤 연관성을 지니는지를 알아보고자 경작분류별 단위 Grid당 차지하는 비율을 이용하는 교차분석을 실시하였다.

결과를 보면, 8개 시범지역이 모두 유사한 분포형태를 보였는데, 경지면적의 경우 원격탐사자료(통계청 자료)보다 피복도 자료가 과대 추정되는 현상이 나타났다(<표 1-15> 참조). 논면적은 원격탐사자료(통계청 자료)보다 피복도 자료가 과대 추정되는 현상이 나타나고(<표 1-16> 참조), 밭면적은 원격탐사자료(통계청 자료)보다 피복도 자료가 과소 추정되는 현상이 나타나고 있다(<표 1-17> 참조).

<표 1-15> 경지(Case : 김포)

N(%)

피복도자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	680 (46.5)	193 (13.2)	149 (10.2)	73 (5.0)	92 (6.3)	65 (4.5)	51 (3.5)	35 (2.4)	44 (3.0)	80 (5.5)	1462 (100.0)
10%이하	851 (31.7)	847 (31.6)	320 (11.9)	190 (7.1)	120 (4.5)	83 (3.1)	53 (2.0)	51 (1.9)	30 (1.1)	22 (0.8)	118 (4.4)	2685 (100.0)
20%이하	341 (23.0)	204 (13.7)	273 (18.4)	232 (15.6)	157 (10.6)	93 (6.3)	58 (3.9)	47 (3.2)	34 (2.3)	22 (1.5)	24 (1.6)	1485 (100.0)
30%이하	250 (18.4)	129 (9.5)	114 (8.4)	210 (15.4)	225 (16.5)	165 (12.1)	87 (6.4)	70 (5.1)	41 (3.0)	29 (2.1)	42 (3.1)	1362 (100.0)
40%이하	170 (13.3)	98 (7.7)	71 (5.6)	81 (6.3)	194 (15.2)	224 (17.5)	173 (13.5)	99 (7.7)	60 (4.7)	49 (3.8)	61 (4.8)	1280 (100.0)
50%이하	126 (9.4)	58 (4.3)	47 (3.5)	64 (4.8)	90 (6.7)	158 (11.8)	269 (20.1)	202 (15.1)	131 (9.8)	88 (6.6)	104 (7.8)	1337 (100.0)
60%이하	75 (5.8)	41 (3.2)	24 (1.9)	37 (2.9)	47 (3.7)	90 (7.0)	162 (12.6)	262 (20.3)	235 (18.3)	140 (10.9)	175 (13.6)	1288 (100.0)
70%이하	39 (2.7)	33 (2.3)	23 (1.6)	17 (1.2)	27 (1.9)	48 (3.3)	71 (4.9)	189 (13.0)	379 (26.1)	298 (20.5)	327 (22.5)	1451 (100.0)
80%이하	22 (1.3)	36 (2.1)	7 (0.4)	12 (0.7)	12 (0.7)	20 (1.2)	39 (2.3)	75 (4.4)	201 (11.8)	423 (24.8)	861 (50.4)	1708 (100.0)
90%이하	18 (0.7)	49 (2.0)	3 (0.1)	7 (0.3)	13 (0.5)	12 (0.5)	17 (0.7)	32 (1.3)	64 (2.5)	272 (10.8)	2030 (80.7)	2517 (100.0)
100%이하	3 (0.1)	37 (1.3)	0 (0.0)	6 (0.2)	6 (0.2)	6 (0.2)	4 (0.1)	12 (0.4)	15 (0.5)	53 (1.9)	2684 (95.0)	2826 (100.0)
총합	1895 (9.8)	2212 (11.4)	1075 (5.5)	1005 (5.2)	964 (5.0)	991 (5.1)	998 (5.1)	1090 (5.6)	1225 (6.3)	1440 (7.4)	6506 (33.5)	19401 (100.0)

*기타 지역은 [부록]에 첨부됨

<표 1-16> 논(Case : 김포)

N(%)

피복도자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	4991 (77.6)	176 (2.7)	71 (1.1)	36 (0.6)	32 (0.5)	20 (0.3)	24 (0.4)	24 (0.4)	31 (0.5)	32 (0.5)	999 (15.5)	6436 (100.0)
10%이하	182 (25.1)	113 (15.6)	40 (5.5)	28 (3.9)	22 (3.0)	12 (1.7)	13 (1.8)	9 (1.2)	9 (1.2)	8 (1.1)	288 (39.8)	724 (100.0)
20%이하	81 (17.6)	30 (6.5)	40 (8.7)	28 (6.1)	9 (2.0)	14 (3.0)	12 (2.6)	9 (2.0)	7 (1.5)	10 (2.2)	220 (47.8)	460 (100.0)
30%이하	39 (11.0)	16 (4.5)	15 (4.2)	29 (8.2)	28 (7.9)	20 (5.6)	11 (3.1)	11 (3.1)	8 (2.3)	2 (0.6)	176 (49.6)	355 (100.0)
40%이하	36 (9.5)	13 (3.4)	16 (4.2)	24 (6.3)	27 (7.1)	27 (7.1)	12 (3.2)	6 (1.6)	10 (2.6)	9 (2.4)	200 (52.6)	380 (100.0)
50%이하	25 (6.2)	8 (2.0)	15 (3.7)	10 (2.5)	16 (4.0)	34 (8.4)	35 (8.6)	16 (4.0)	15 (3.7)	11 (2.7)	220 (54.3)	405 (100.0)
60%이하	35 (7.5)	7 (1.5)	3 (0.6)	5 (1.1)	13 (2.8)	24 (5.1)	33 (7.1)	29 (6.2)	14 (3.0)	20 (4.3)	284 (60.8)	467 (100.0)
70%이하	29 (5.3)	6 (1.1)	3 (0.6)	3 (0.6)	8 (1.5)	12 (2.2)	17 (3.1)	30 (5.5)	34 (6.2)	18 (3.3)	389 (70.9)	549 (100.0)
80%이하	28 (4.4)	4 (0.6)	5 (0.8)	3 (0.5)	5 (0.8)	14 (2.2)	27 (4.2)	39 (6.1)	40 (6.3)	35 (5.5)	439 (68.7)	639 (100.0)
90%이하	30 (4.1)	5 (0.7)	4 (0.5)	3 (0.4)	8 (1.1)	8 (1.1)	14 (1.9)	21 (2.8)	40 (5.4)	53 (7.2)	553 (74.8)	739 (100.0)
100%이하	214 (2.6)	36 (0.4)	24 (0.3)	19 (0.2)	25 (0.3)	33 (0.4)	37 (0.5)	55 (0.7)	71 (0.9)	123 (1.5)	7610 (92.3)	8247 (100.0)
‘총합	5690 (29.3)	414 (2.1)	236 (1.2)	188 (1.0)	193 (1.0)	218 (1.1)	235 (1.2)	249 (1.3)	279 (1.4)	321 (1.7)	11378 (58.6)	19401 (100.0)

<표 1-17 > 밭(Case : 김포)

N(%)

피복도자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	7776 (82.7)	216 (2.3)	73 (0.8)	58 (0.6)	45 (0.5)	34 (0.4)	27 (0.3)	26 (0.3)	26 (0.3)	40 (0.4)	1079 (11.5)	9400 (100.0)
10%이하	1038 (71.1)	172 (11.8)	54 (3.7)	39 (2.7)	27 (1.9)	11 (0.8)	8 (0.6)	9 (0.6)	6 (0.4)	5 (0.3)	92 (6.3)	1461 (100.0)
20%이하	453 (64.4)	66 (9.4)	44 (6.3)	32 (4.6)	16 (2.3)	13 (1.9)	11 (1.6)	6 (0.9)	3 (0.4)	7 (1.0)	52 (7.4)	703 (100.0)
30%이하	372 (62.0)	41 (6.8)	27 (4.5)	32 (5.3)	31 (5.2)	24 (4.0)	10 (1.7)	5 (0.8)	5 (0.8)	6 (1.0)	47 (7.8)	600 (100.0)
40%이하	306 (60.8)	31 (6.2)	17 (3.4)	26 (5.2)	34 (6.8)	23 (4.6)	10 (2.0)	10 (2.0)	5 (1.0)	4 (0.8)	37 (7.4)	503 (100.0)
50%이하	263 (53.7)	23 (4.7)	18 (3.7)	15 (3.1)	24 (4.9)	20 (4.1)	24 (4.9)	14 (2.9)	7 (1.4)	8 (1.6)	74 (15.1)	490 (100.0)
60%이하	214 (50.7)	9 (2.1)	9 (2.1)	11 (2.6)	15 (3.6)	27 (6.4)	23 (5.5)	13 (3.1)	14 (3.3)	18 (4.3)	69 (16.4)	422 (100.0)
70%이하	202 (48.6)	12 (2.9)	9 (2.2)	16 (3.9)	7 (1.7)	14 (3.4)	24 (5.8)	24 (5.8)	19 (4.6)	11 (2.6)	78 (18.8)	416 (100.0)
80%이하	182 (44.2)	16 (3.9)	3 (0.7)	9 (2.2)	9 (2.2)	10 (2.4)	22 (5.3)	20 (4.9)	26 (6.3)	18 (4.4)	97 (23.5)	412 (100.0)
90%이하	254 (51.9)	8 (1.6)	10 (2.0)	7 (1.4)	8 (1.6)	9 (1.8)	11 (2.3)	13 (2.7)	23 (4.7)	32 (6.5)	114 (23.3)	489 (100.0)
100%이하	2350 (52.2)	62 (1.4)	37 (0.8)	33 (0.7)	27 (0.6)	31 (0.7)	27 (0.6)	33 (0.7)	49 (1.1)	85 (1.9)	1771 (39.3)	4505 (100.0)
총합	13410 (69.1)	656 (3.4)	301 (1.6)	278 (1.4)	243 (1.3)	216 (1.1)	197 (1.0)	173 (0.9)	183 (0.9)	234 (1.2)	3510 (18.1)	19401 (100.0)

4. 최적추출단위 크기의 결정

가. 공간표본설계의 주안점

원격탐사 기술을 이용한 경지면적조사 표본설계는 공간모집단으로부터 표본을 추출하여 경지 면적을 추정하게 되므로 공간표본설계의 개념을 적용하게 된다. 공간표본설계에서는 모집단의 분할 형태(shape), 분할 크기와 분할된 작은 셀을 추출하는 방법을 고려해야 한다.

공간모집단의 분할 형태에 대한 연구 결과를 간단히 정리해 보면, Matern(1980)은 임의의 지역 D에서 n개 장소를 선택하고자 할 때 층화추출법의 경우에는 원형, 정육각형, 정사각형, 정삼각형의 순으로 효율성이 좋다고 하였고, 계통추출법의 경우에는 삼각형, 정사각형, 사각형 등으로 분할하는 형태를 고려하여 큰 차이는 없지만 삼각형이 효율성이 좋다고 하였다. 반면, Yfantis, Flatman와 Behar(1997)는 정사각형, 삼각형, 육각형격자에 대한 특성과 기하학적 관계를 검토하여 가장자리 효과(edge effects)를 무시하고 같은 길이의 변(side)을 가지는 가장 작은 다각형의 격자를 고려할 때, 정사각형 격자가 상대적으로 가장 좋다고 하였다. 이러한 선행 연구 결과를 종합해 보면, 공간모집단을 분할하는 여러 형태의 격자를 고려한 규칙적인 표본추출계획 중에서 대체로 정삼각형과 정사각형 격자가 효율적인 것으로 나타났다.

분할 모양의 결정과는 달리 분할 크기에 대한 연구는 거의 소개되어 있지 않은 상황인데, 조사 여건이 서로 다르기 때문일 것으로 여겨진다. 정사각형 형태의 격자를 기본 추출단위로 한다고 했을 때, 본 연구에서 관심을 갖는 경지면적, 논면적, 밭면적 등의 추정 효율을 높이기 위해 가장 효과적인 추출단위의 크기를 결정하는 것이 필요하다. 측정 오류를 최소화하면서 추출단위 내의 특성, 제공되는 영상의 활용 비율 등을 종합적으로 고려하고자 한

다. 이때 기존에 통계청의 경지면적조사에서 사용하는 추출단위의 크기도 참조할 수 있다.

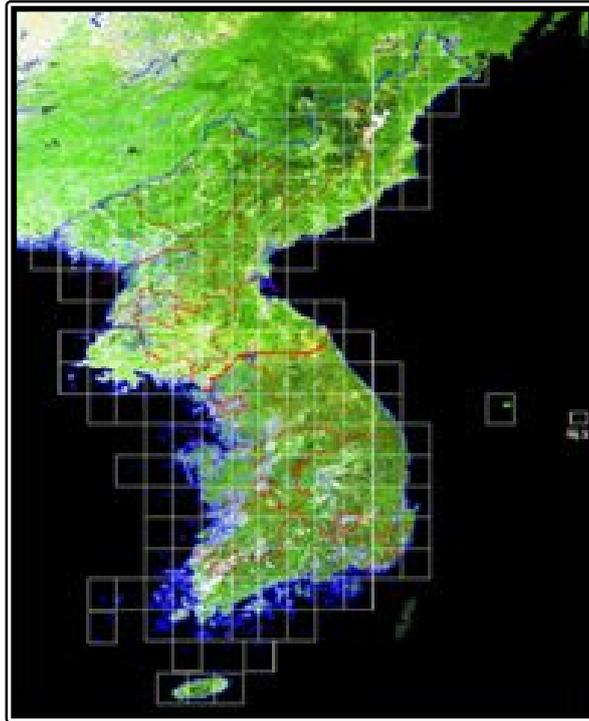
일반적으로 전국적인 표본설계에서는 설계의 효율성을 높이는 동시에 조사의 편리를 도모하기 위해 다단계 표본추출법을 활용한다. 본 설계에서는 층화 2단 집락추출법을 활용하게 된다. 이를 통해 제공되는 영상의 활용 비율을 높이고, 또한 시군마다 최종 추출하게 되는 조사 격자(일종의 지역)의 분산을 통제해 표본설계의 효율성을 높일 수 있기 때문이다. 본 연구에서 1단계 추출단위로는 시군지역마다 논, 밭, 과수 등의 지역 특성이 반영된 큰 정사각형 격자를 고려하고, 2단계 추출단위는 1차추출단위 내에서 실제 영상처리의 대상이 되는 보다 작은 크기의 정사각형의 격자로 결정하려 한다.

실제 연구에서는 모집단 자료가 다 확보되어 있는 8개 시범지역의 통계청 영상자료를 사용하여 먼저 최적 2차 추출단위의 크기를 결정하였고, 다음으로 1차 추출단위의 크기를 결정하였다.

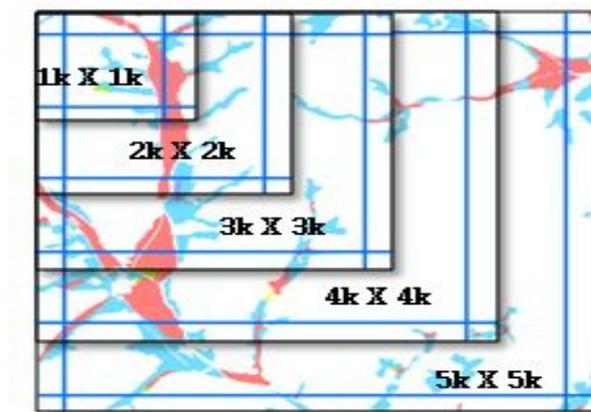
나. 1차 추출단위(PSU: primary sampling unit)

본 연구에서는 기본적으로 우리나라 전역을 포괄하는 영상화면을 추출틀로 사용하고자 한다. 이른바 Area Frame을 사용하고자 하는 것인데, 이 개념을 간단한 그림으로 표현하자면 <그림 1-12>와 같이 표현할 수 있다.

<그림 1-12>의 격자 하나 하나는 바로 1차 추출단위가 되는데, 최적의 1차 추출단위 크기를 얼마로 할 것인가를 고려해야 한다. 본 연구에서는 다음의 <그림 1-13>에 나타낸 바와 같이 1Km x 1Km, 2Km x 2Km, 3Km x 3Km, 4Km x 4Km, 5Km x 5Km를 각각 고려하여 비교한다.



<그림 1-12> 지역추출틀 개념도



<그림 1-13> 1차 추출단위의 크기

1차 추출단위 크기의 결정을 위해서는 추출단위의 특성과 영상 활용비율 두 가지 요소를 고려한다. 1차 추출단위는 일종의 집락(cluster)이라고 할 수 있다. 효율을 극대화시키기 위해서는 동일 집락에 속한 하위 추출단위들의 특성이 이질적(heterogeneous)이어야 한다. 따라서 다양한 1차 추출단위 크

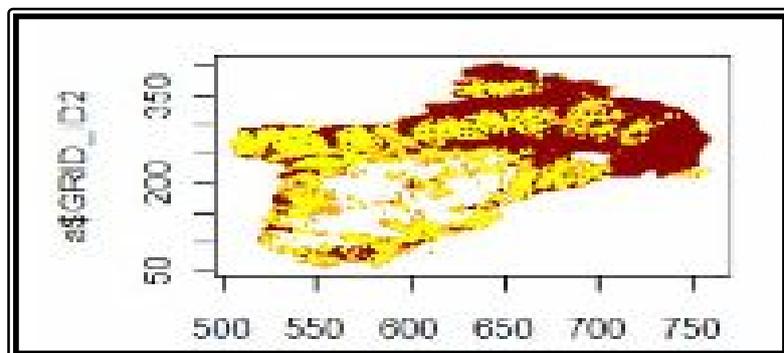
기일 때의 이질성의 정도를 파악해야 하는데, 이를 위해 본 연구에서는 집락의 이질성의 정도를 나타내기 위해 일반적으로 사용되는 급내상관계수라는 측도를 사용하기로 한다. 아울러 이와 별도로 인공위성 영상의 활용비율이라는 현실적인 측면도 동시에 고려하게 된다.

(1) 급내상관계수(intra-correlation coefficient)

일반적으로 급내상관계수는 동일한 집락에 속하는 하위 추출단위들 사이의 동질성을 평가하는 척도로 널리 사용된다. 모집단 급내상관계수는 다음의 식과 같이 정의되는데, 동일한 집락에 속한 하위 추출단위들의 속성이 비슷할수록 이 값은 커지며, 이질적일수록 작아진다. 이론적으로 ρ_w 는 최소 $\frac{1}{B-1}$ 에서 1사이의 값을 가질 수 있는데, 여기서 B 는 한 집락 내에서 추출되는 하위 추출단위의 수를 의미한다.

$$\rho_w = \frac{E[(y_{ij} - \mu)(y_{ij'} - \mu)]}{E(y_{ij} - \mu)^2} = \frac{kn(n-1)}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^k \sum_{j \neq j'}^n (y_{ij} - \mu)(y_{ij'} - \mu)$$

전북 부안군의 예를 살펴보자. <그림 1-14>는 부안군의 토지피복도를 기초로 논비율 정도를 표시한 것이다. 이 그림을 보면, 부안군의 경우는 왼쪽 해안지역보다는 오른쪽 내륙지역에 논이 밀집되어 있음을 알 수 있다. 이러한 특성은 부안군에 대한 급내상관계수에 반영되어 나타날 것이다.



<그림 1-14> 부안군의 지리적 위치별 논비율 정도

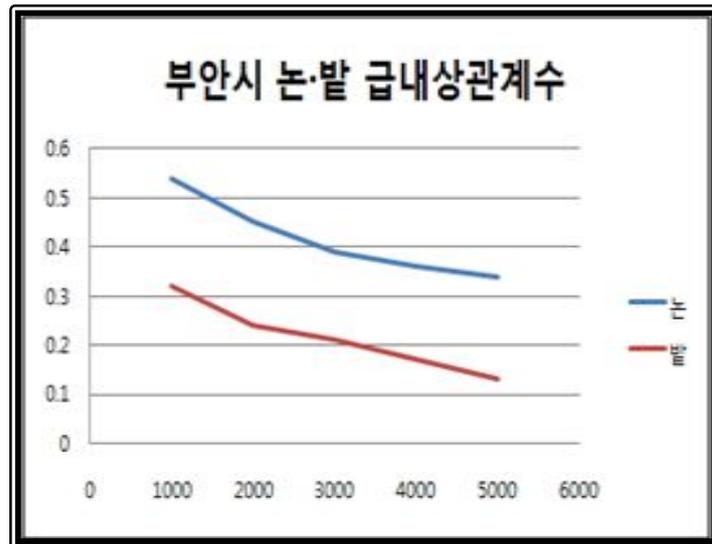
부안군에 대한 피복도와 통계청 자료를 기초로 하여 논면적과 밭면적 각각에 대하여 급내상관계수를 구한 결과가 <표 1-18>이다. 다른 시군과 경계를 같이하는 테두리 셀(edge cell)의 경우 대부분 경지면적이 적어 전반적인 특성을 왜곡시킬 우려가 있으므로, 테두리 셀을 제거한 나머지 것들을 가지고 급내상관계수를 구하는 방안을 먼저 고려하였다. 다음으로는 테두리 여부와 관계없이 전체적인 경지면적의 비율이 10% 미만인 셀을 제거하는 방안을 고려하였다. 한편, 편의상 뒤에서 소개될 2차 추출단위 크기를 먼저 200m x 200m로 결정하였는데 이를 기초로 본 장의 계산이 이루어지게 된다.

<표 1-18>을 보면, 논면적이거나 밭면적이거나 모두 통계청이나 피복도 자료를 토대로 구한 급내상관계수가 별 차이가 없으며, 테두리 셀을 제거한 것보다 경지면적 10% 미만을 제거했을 때의 급내상관계수가 대체로 낮은 편이었다. 부안군의 급내상관계수는 비교적 큰 편인데, 논면적인 경우 상대적으로 밭면적에 비해 더 크게 나타났다. 이것은 논이 밭에 비해 인접한 지역 내에 밀집되어 분포하는 경향이 커다는 것을 의미한다. 중요하게 고려해야 할 사항은 1차 추출단위의 크기를 얼마로 할 때 급내상관계수가 작아지는가 하는 점이다. 논과 밭 모두 격자의 크기를 크게 할수록 급내상관계수가 작아지는 것을 관찰할 수 있다. 집락의 크기가 커질수록 동일한 집락 내에 논과 밭이 혼재할 가능성이 커진다는 것을 생각하면 당연한 이치라고 할 수 있다.

<표 1-18> 1차 추출단위 크기에 대한 급내상관계수 비교(부안군)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		피복도		통계청		피복도	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.65	0.54	0.62	0.54	0.28	0.27	0.35	0.32
2km×2km	0.55	0.45	0.53	0.45	0.2	0.18	0.27	0.24
3km×3km	0.54	0.39	0.52	0.39	0.16	0.14	0.24	0.21
4km×4km	0.45	0.35	0.43	0.36	0.13	0.12	0.18	0.17
5km×5km	0.46	0.31	0.46	0.34	0.11	0.1	0.18	0.13

집락의 크기에 따른 급내상관계수의 변화를 쉽게 관찰하기 위해 피복도 자료에 기초한 논, 밭 급내상관계수의 변화를 그림으로 표현하였다(<그림 1-15> 참조). 격자의 크기가 커짐에 따라 급내상관계수는 작아지지만 감소 정도가 직선적으로 나타나지는 않는다.



<그림 1-15> PSU 크기에 따른 급내상관계수

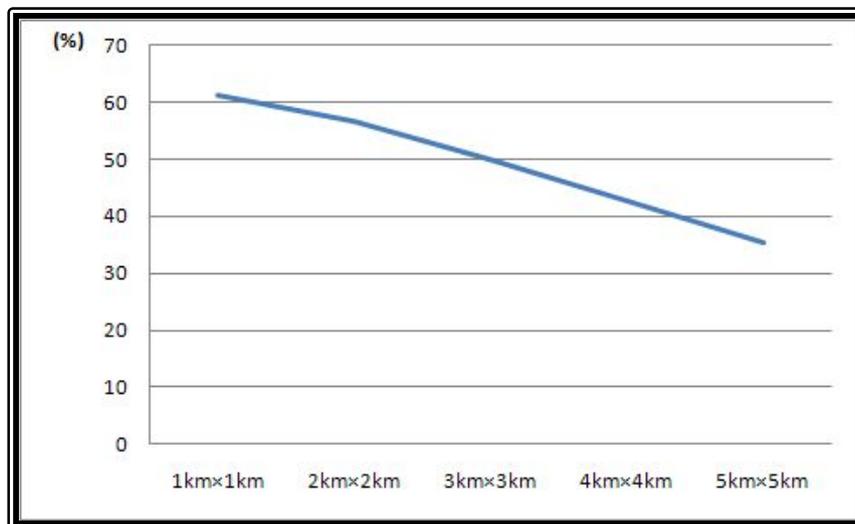
앞에서는 부안군의 경우를 예로 들어 소개했는데, 나머지 7개 시범지역에 대한 계산 결과는 부록에 수록하기로 한다.

(2) 영상 활용 비율

1차 추출단위의 크기를 결정하기 위해 중요하게 고려해야 할 또 다른 사항은 영상의 활용비율이다. 표본 PSU가 추출되고 나면, 해당 PSU의 피복도 영상을 확보해야 한다. 하나의 피복도 영상의 통상적인 크기는 한 변의 길이가 15Km 정도인데, 표본 PSU에 해당되는 피복도 영상 중에서 PSU 크기에 해당되는 영상을 추출해야 한다. 그런데 PSU 격자가 커지게 되면 하나의 PSU 영상을 추출하기 위해 여러 개의 피복도 영상을 결합해야 하는 상황이 빈번하게 생기게 된다. 제한된 여건 하에서 영상 수급을 원활하게 하기 위해

서는 가능한 한 최소한의 피복도 영상을 추출하는 것이 바람직하다. 이런 측면을 반영하기 위해 영상의 활용비율을 고려하고자 하는 것이다.

영상처리 전문가들이 산출한 격자크기별 영상활용 비율이 <그림 1-16>과 <표 1-19>에 나와 있다. 이 표를 보면, 1차 추출단위의 크기가 클수록 영상의 활용 비율이 낮아짐을 알 수 있다. 하나의 PSU 영상을 확보하기 위해 피복도 영상을 사용하게 되는데, 정사각형의 격자가 커질수록 하나의 피복도 영상만으로 안 되고 여러 개의 영상이 필요한 상황이 생기기 때문이다.



<그림 1-16> PSU 크기별 영상 활용 비율

<표 1-19> PSU 크기별 영상 활용 비율

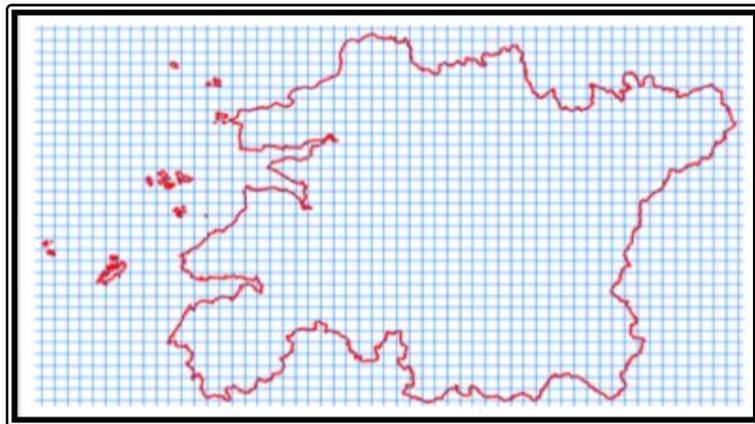
	PSU수	비율(%)
1km×1km	128,216	61.4
2km×2km	32,407	56.8
3km×3km	14,567	50.1
4km×4km	8,305	42.8
5km×5km	5,361	35.3

이상에서 살펴본 바와 같이, PSU의 이질성 측면에서 볼 때는 PSU가 커질

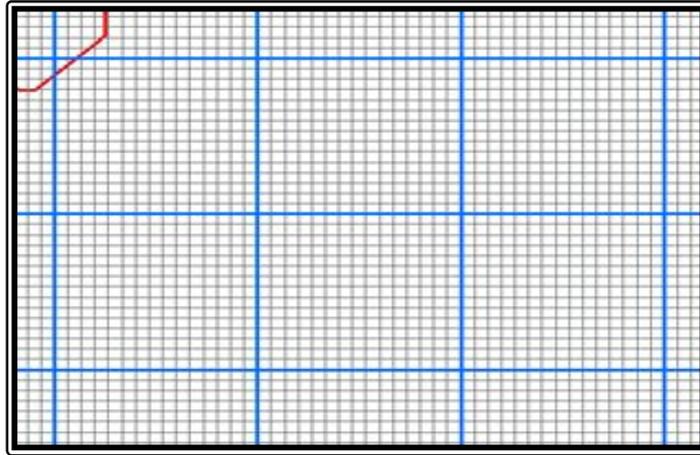
수록 유리한 반면, 영상활용 비율 측면에서는 PSU가 작을수록 효과적인 것으로 나타나 서로 상충되는 결과를 나타내고 있다. 따라서 합리적인 1차 추출단위 크기 결정을 위해서는 적절한 타협이 필요하다. 통계적인 효율성과 영상처리 전문가의 의견을 종합하여 PSU 격자의 크기는 3Km x 3Km로 하기로 결정하였다.

다. 2차 추출단위(SSU: secondary sampling unit)

하나의 1차 추출단위(PSU) 크기는 3Km x 3Km로 결정하였는데, 이는 실제 측정 혹은 원격탐사로 측정하기에 큰 범위이므로 이를 다시 작은 정사각형의 격자로 분할하는 작업이 필요하다. 그래서 표본 PSU 내에서 다시 2차 추출을 하고자 하므로 가장 효율적인 2차 추출단위(SSU: secondary sampling unit)의 크기를 결정해야 한다. <그림 1-17>은 전라북도 지역의 PSU 격자를 나타낸 것이다. 한편 <그림 1-18>은 PSU 격자를 다시 SSU 단위로 세분한 그림인데, 그림에서 굵은 선으로 표시된 큰 정사각형 격자가 PSU이다.



<그림 1-17> 전라북도 지역의 PSU 격자



<그림 1-18> SSU 단위로 세분한 그림

표본 PSU에서 추출되는 SSU에 대해서는 별도의 추가적인 영상처리 작업을 수행하여 면적 자료를 수집하게 된다. 여기서도 PSU 크기 결정 때와 비슷하게 다양한 격자 크기를 비교하는데, 각각 100(m)X100(m), 200(m)x200(m), 400(m)x400(m), 1000(m)x1000(m) 크기를 고려하였다.

최적의 SSU 크기 결정을 위해 먼저는 시군별 면적 추정량의 상대표준오차의 크기를 구하여비교한 후, 다음으로는 격자 크기에 따른 시군별 피복도와 영상처리의 차이를 비교해보고자 한다.

(1) SSU 격자크기별 상대표준오차

통계적으로 볼 때는 추정의 상대표준오차를 최소화시킬 수 있는 SSU 크기를 결정하는 것이 바람직하다. 8개 시범지역에 대해서는 모집단 영상처리 자료의 활용이 가능하므로 시군별 추정량의 상대표준오차를 계산하여 비교하기로 한다.

다음의 <표 1-20>에는 SSU 크기별로 경지면적 추정량에 대한 모집단 상대표준오차가 나와 있는데, 지역에 따라 양상이 약간 차이가 나는 것을 관찰할 수 있다. 김제, 김포, 진천의 경우에는 격자의 크기가 작을수록 상대표준오차가 작아지는 경향을 보이지만, 나머지 지역의 경우에는 뚜렷한 경향성이

드러나지 않는다. 다시 말해 최적 SSU의 크기는 지역 특성에 따라 다르므로 획일적으로 하나로 결정하기 어려운 측면이 있다.

<표 1-20> 2차 추출단위(SSU)의 크기에 따른 경지면적의 상대표준오차(%)

SSU	고령	김제	김포	부안	연기	용인	진천	창원
100m	1.26	1.07	1.07	0.96	1.22	1.24	1.14	1.73
200m	1.60	1.32	1.36	1.05	1.51	1.76	1.36	1.36
400m	1.95	1.53	1.47	1.49	1.49	1.56	1.50	1.73
1000m	1.33	1.82	1.57	1.41	1.75	2.02	1.57	1.42

(2) SSU 크기에 따른 지역별 피복도와 통계청 자료 비교

이번에는 8개 시범지역에 대한 자료를 이용하여 고려되는 2차추출단위의 크기에 대한 피복도와 통계청의 논, 밭 면적의 차이를 피복도의 논면적 비율 기준으로 비교하기로 한다. 2차 추출단위인 정사각형 격자 내에 논, 밭, 과수 등 경지 전체에 대한 정보가 있지만, 경지 중 논, 밭의 중요도가 가장 높으므로 정사각형 격자내의 논면적 비율을 기준으로 분포를 정리한 것이다.

(가) 논 면적 비교

먼저, 2차 추출단위 크기 결정을 위해 8개 시군마다 100m, 200m, 400m, 1000m의 정사각형 격자로 분할한 후 피복도의 논면적 비율별로 논 면적을 계산해 비교하였다. <표 1-21>은 김포지역의 토지피복도와 원격탐사(통계청) 자료의 논면적 차이를 논비율 정도에 따라 비교한 결과를 나타낸다. 여기서 차이%는 다음과 같이 계산한 것이다.

$$\text{차이\%} : \frac{|\text{통계청} - \text{환경부}|}{\text{통계청}} \times 100$$

<표 1-21>을 보면, 김포지역의 경우 2차 추출단위 크기를 증가시킬수록

논 면적에 대한 피복도와 통계청의 범주별 면적의 차이가 작아지는 경향이 나타난다.

<표 1-21> SSU 크기별 논 분포 비교(Case : 김포)

논 면적	100x100					200x200					
	논 비율	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
			통계청	피복도				통계청	피복도		
0%	5690	96.670471	0	96.67047	100.00	1326	61.858085	0	61.85809	100.00	
-10%이하	414	23.22068	8.878132	14.34255	61.77	193	23.465275	14.299412	9.165863	39.06	
-20%이하	236	18.411729	21.84522	-3.43349	-18.65	101	28.365061	28.117404	0.247657	0.87	
-30%이하	188	25.033097	30.882817	-5.84972	-23.37	122	48.147506	58.836213	-10.6887	-22.20	
-40%이하	193	32.84742	45.728178	-12.8808	-39.21	109	54.962373	74.335895	-19.3735	-35.25	
-50%이하	218	50.637287	68.127452	-17.4902	-34.54	111	73.250206	107.015049	-33.7648	-46.10	
-60%이하	235	63.772657	92.200874	-28.4282	-44.58	121	113.195228	151.364626	-38.1694	-33.72	
-70%이하	249	87.662223	119.826341	-32.1641	-36.69	126	140.43843	194.133616	-53.6952	-38.23	
-80%이하	279	103.952376	146.941667	-42.9893	-41.35	147	198.475756	266.799015	-68.3233	-34.42	
-90%이하	321	136.605031	199.131564	-62.5265	-45.77	233	361.155977	484.601894	-123.446	-34.18	
-100%미만	669	344.431101	471.300458	-126.869	-36.83	421	784.18127	1054.581487	-270.4	-34.48	
100%	10709	6007.058228	7750.312025	-1743.25	-29.02	2561	5102.814489	6521.090117	-1418.28	-27.79	
총계	19401	6990.3023	8955.174728	-1964.87	-28.11	5571	6990.309656	8955.174728	-1964.87	-28.11	

논 면적	400x400					1000x1000					
	논 비율	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
			통계청	피복도				통계청	피복도		
0%	218	32.3	0.0	32.3	100.00	12	0.0	0.0	0.0	0.00	
-10%이하	73	24.8	14.3	10.5	42.29	8	14.1	7.5	6.6	46.58	
-20%이하	51	29.4	39.1	-9.7	-33.03	6	10.9	10.5	0.4	3.57	
-30%이하	54	53.8	72.1	-18.3	-34.04	9	39.5	49.5	-10.0	-25.35	
-40%이하	39	51.0	74.4	-23.4	-46.02	15	109.3	149.9	-40.6	-37.16	
-50%이하	65	130.9	189.0	-58.1	-44.35	17	124.8	188.2	-63.4	-50.80	
-60%이하	62	174.9	244.1	-69.2	-39.59	18	245.8	339.6	-93.8	-38.17	
-70%이하	77	285.2	388.2	-103.1	-36.15	35	594.3	832.1	-237.8	-40.01	
-80%이하	87	383.4	523.8	-140.4	-36.62	34	766.6	992.2	-225.6	-29.43	
-90%이하	119	713.4	912.5	-199.1	-27.91	37	1316.3	1655.8	-339.5	-25.79	
-100%미만	222	1598.9	2022.8	-423.9	-26.52	60	2454.7	3067.9	-613.2	-24.98	
100%	514	3512.5	4474.8	-962.3	-27.40	48	1314.2	1662.1	-347.9	-26.48	
총계	1581	6990.3	8955.2	-1964.9	-28.11	299	6990.3	8955.2	-1964.9	-28.11	

(나) 밭 면적 차이 비교

<표 1-22>는 김포지역의 토지피복도와 원격탐사(통계청) 자료의 밭 면적 차이를 논비율 정도에 따라 비교한 결과를 보여주는데, 뚜렷한 특징이 나타나지 않고 각 범주별로 서로 다른 양상이 나타난다.

<표 1-22> SSU크기별 밭 분포 비교(Case : 김포)

밭 면적 논 비율	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	피복도				통계청	피복도		
0%	5690	937.2	1177.5	-240.3	-25.64	1326	557.7	730.6	-172.9	-31.00
-10%이하	414	118.2	215.8	-97.6	-82.51	193	162.2	292.7	-130.5	-80.41
-20%이하	236	61.8	108.6	-46.8	-75.60	101	90.0	133.2	-43.2	-47.97
-30%이하	188	55.6	76.4	-20.9	-37.58	122	102.6	167.0	-64.3	-62.69
-40%이하	193	52.4	67.6	-15.2	-28.99	109	93.7	117.5	-23.8	-25.43
-50%이하	218	51.0	67.3	-16.4	-32.11	111	81.6	105.5	-23.8	-29.19
-60%이하	235	45.6	60.0	-14.4	-31.51	121	90.7	104.6	-13.9	-15.37
-70%이하	249	41.3	53.3	-12.0	-29.02	126	80.9	91.1	-10.2	-12.66
-80%이하	279	37.7	41.8	-4.1	-10.84	147	78.7	68.3	10.4	13.23
-90%이하	321	42.6	27.4	15.2	35.76	233	95.3	66.5	28.8	30.22
-100%미만	669	59.8	14.5	45.3	75.69	421	134.1	33.3	100.7	75.15
100%	10709	611.1	0.0	611.1	100.00	2561	546.9	0.0	546.9	100.00
총계	19401	2114.4	1910.3	204.2	9.66	5571	2114.4	1910.3	204.2	9.66

밭 면적 논 비율	100x100					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	피복도				통계청	피복도		
0%	218	173.2	266.3	-93.0	-53.70	12	6.2	12.2	-6.0	-95.48
-10%이하	73	158.2	276.5	-118.3	-74.80	8	44.8	92.3	-47.5	-106.09
-20%이하	51	142.4	176.6	-34.2	-24.03	6	23.6	46.5	-23.0	-97.43
-30%이하	54	121.7	172.4	-50.7	-41.65	9	74.1	129.4	-55.3	-74.53
-40%이하	39	93.4	116.1	-22.7	-24.31	15	180.3	196.0	-15.7	-8.70
-50%이하	65	146.9	200.3	-53.4	-36.35	17	146.2	186.6	-40.4	-27.65
-60%이하	62	148.2	175.2	-27.0	-18.22	18	183.5	256.9	-73.4	-40.00
-70%이하	77	182.1	179.4	2.7	1.49	35	419.8	384.0	35.8	8.52
-80%이하	87	198.2	149.9	48.3	24.38	34	336.1	262.2	73.9	21.98
-90%이하	119	170.1	131.8	38.3	22.50	37	305.6	232.5	73.1	23.91
-100%미만	222	244.7	65.8	178.9	73.13	60	315.6	111.6	204.0	64.64
100%	514	335.3	0.0	335.3	100.00	48	78.6	0.0	78.6	100.00
총계	1581	2114.4	1910.3	204.2	9.66	299	2114.4	1910.3	204.2	9.66

김포 지역 외의 7개 지역에 대한 표는 부록에 수록되어 있는데, 토지피복도의 논면적 비율을 기준으로 8개 시범 지역마다 2차 추출단위 크기를 증가시키면 밭 면적에 대한 환경피복도와 원격탐사의 범주별 결과의 차이는 지역에 따라 약간 다른 특성을 보이고 있다. 고령군과 연기군은 논비율이 작은 경우 두 자료의 밭면적 차이는 격자 크기가 커짐에 따라 증가 후 감소하였고, 논비율이 큰 경우는 격자 크기가 커짐에 따라 감소 후 증가하였다. 김제시는 논비율이 작은 경우 전반적으로 격자 크기가 커짐에 따라 약간 감소하였고, 논비율이 큰 경우는 격자 크기가 커짐에 따라 감소하였다. 부안군, 용인시, 진천군은 격자의 크기가 커짐에 따라 전반적으로 밭면적에 대한 두 자료의 차이가 증가하는 것으로 나타났고, 창원시는 논비율이 작은 경우 두 자료의 밭면적 차이는 격자 크기가 커짐에 따라 증감이 반복적으로 나타났으나 논비율이 큰 경우는 격자 크기가 커짐에 따라 감소 후 증가하였다.

8개 시범 지역에 대한 논 면적 비율을 기준으로 살펴본 두 자료의 밭면적 차이는 논면적 분포와 다르게 대체로 증가함을 알 수 있다. 이러한 결과는 환경피복도가 경지면적 중 논면적을 중요한 기준으로 작성된 특성이 그대로 나타낸 결과로 2차 추출단위의 크기가 커지면 논면적은 두 자료의 차이가 감소하지만 밭면적은 대체로 증가하는 경향을 나타낸다.

(3) 2차 추출단위 크기의 결정

앞에서 우리는 SSU 크기에 따른 상대표준오차 비교 및 피복도와 통계청면적의 차이를 살펴보았다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 경지 면적 추정에 대한 상대표준오차는 대체로 격자의 크기가 작을 때 작아지는 경향을 보였다.
- ② 논면적은 2차 추출단위의 정사각형 격자가 커지면 환경피복도와 원격탐사 자료의 차이가 감소하는 경향이다.

③ 발면적은 2차 추출단위의 정사각형 격자가 커지면 환경피복도와 원격탐사 자료의 차이가 증가하는 경향이다.

한 마디로 모든 면에서 다른 것을 압도할 수 있는 최선의 SSU 크기 결정은 어려운 형편이다. 지역에 따라서, 그리고 관심변수에 따라서 양상은 달라지기 때문이다. 다만 여러 여건들을 감안할 때 대체로 합리적인 결정을 내려야 하는 상황인데, 본 연구에서는 최종적인 2차 추출단위의 크기를 200(m)x200(m)로 결정하기로 한다. 이를 면적으로 환산하면 4ha가 된다. 참고로 현재 농업면적조사의 조사구 크기는 2ha이다.

제 3 장. 8개 시군 시범 표본설계

1. 모집단

8개 시군에 대한 시범 표본설계에서의 조사모집단(survey population)은 8개 시군에 속하는 모든 농경지이다.

2. 추출틀과 추출단위 결정

시범 지역 표본설계를 위한 추출틀로는 8개 시범지역의 2009년 토지피복도 자료를 사용하기로 한다. 기본연구의 결과를 적용하여 1차 추출단위는 3Km x 3Km 크기의 격자, 2차 추출단위는 200m x 200m 크기의 격자에 해당하는 피복도 영상으로 한다. 토지피복도로부터 각 추출단위의 논면적, 밭면적, 경지면적 등의 값을 구한 자료를 추출틀로 활용한다. <그림 1-19>는 추출틀 자료를 정리한 파일의 예이다.

경기도	김포시	171	70	970077.8858	68243.15571					718785.431	7342893.548	900000	
경기도	김포시	171	71	2889757.464	338056.4375			9433.717664	6550.524678	20061.78167	2381290.787	3854849.307	900000
경기도	김포시	171	72	5022801.846	129438.3679						827879.2927	5039630.493	900000
경기도	김포시	172	64									9000000	900000
경기도	김포시	172	65	2476881.176	120444.2593						1060265.672	5342432.864	900000
경기도	김포시	172	66	5417010.906	221339.2681				160373.4962	15149.6391	2924103.653	262023.0368	900000
경기도	김포시	172	67	2328161.383	587952.9194				19709.87467	105884.1271	3210055.405	2748236.29	900000
경기도	김포시	172	68										900000
경기도	김포시	172	69	189876.9743	154404.1686						1918214.722	6736504.135	900000
경기도	김포시	172	70	2784019.582	152805.5948			24586.42427			5778888.211	309890.1879	900000
경기도	김포시	172	71	2189264.848	839636.6029			52005.16912	24123.06548	44879.7326	5370279.245	179817.3367	900000
경기도	김포시	172	72	304013.4354	274009.1365						2593021.928	5828955.5	900000
경기도	김포시	173	64	29504.12787	3360.968552						47618.89484	8919516.051	900000
경기도	김포시	173	65	1105667.188	865065.9861						5190657.715	1636067.21	900000
경기도	김포시	173	66	1645283.519	1076894.027								900000
경기도	김포시	173	67	2873120.503	1107084.891								900000
경기도	김포시	173	68	1353355.63	671022.2696								900000
경기도	김포시	173	69	3840921.149	442612.0659								900000
경기도	김포시	173	70	2428122.598	247120.6969								900000
경기도	김포시	173	71		27566.33818								900000
경기도	김포시	173	72									9000000	900000

<그림 1-19> 토지피복도로부터 추출한 추출틀 자료 예시

3. 층화

표본설계에서 층화는 효율을 극대화시키기 위해서와 세부적인 지역통계의 생산을 위해 사용된다. 다단계 추출일 때 층화는 주로 1차 추출단위에 대해

적용된다. 8개 시범지역의 경우 층화는 보조정보를 이용하여 PSU(3km×3km)를 몇 개의 군으로 나누는 작업이 된다.

층화변수가 양적 변수이고 하나만 있을 때 층화를 위해 가장 널리 활용되는 방법은 Dalenius와 Hodges(1959)의 누적도수제공법(이하 D-H법)이다. 여러 개 층화변수들이 있을 때에는 다변량 분류기법인 K-평균 군집분석(K-means cluster analysis)이나 Ward법(1963)을 활용하여 층화를 할 수 있다 (박진우 외, 2008). 층의 수가 미리 지정되는 경우에는 K-평균 군집분석이 적절하고, 층의 수가 지정되어 있지 않을 때에는 계층적(hierarchical) 군집법인 Ward법이 적절하다.

8개 시범지역 표본설계의 층화 과정에서 약간의 시행착오가 있었다. 연구 초기에는 1차 추출단위의 크기에 대한 연구가 미처 이루어지지 않은 상태에서 효과적인 층화방법을 먼저 고려하게 되었다. 이 과정에서 8개 지역 각각에 대해 독립적인 층화를 적용시키려 하였는데, 지역별로 서로 다른 층화방법, 서로 다른 층의 수를 고려하여 최적의 층화방법을 모색하였다. 이때 층화를 위한 단위로는 SSU에 해당되는 200m x 200m 크기의 격자 자료를 사용하였다. <표 1-23>은 고령지역에 대한 층화 작업 결과를 나타낸다. 층화방법으로는 네 가지 방법을 적용하였는데, 방법 1은 논면적을 이용한 D-H법, 방법 2는 논면적과 밭비율을 활용하는 Ward법, 방법 3는 논비율을 이용하는 D-H법, 방법 4는 밭비율을 이용하는 D-H법, 방법 5는 논비율을 이용하는 D-H법을 적용하되 층의 수를 2개로 하는 경우를 의미한다. 피복도나 통계청 자료 모두에 대해 상대표준오차가 모두 작은 층화방법은 Ward법을 적용하는 방법 2가 효과적인 것으로 나타났다.

<표 1-23> 고령지역에 대한 층화 작업 결과

층화 방법	층	피복도			통계청		
		표본평균	표본표준 편차	상대표준 오차(%)	표본평균	표본표준 편차	상대표준 오차(%)
1	계	10923.24	115.26	1.06	8329.09	325.52	3.91
	1층	1686.63	2109.99	8.96	3264.72	6540.31	14.35
	2층	35297.47	3731.59	1.2	22741.6	10774.98	5.4
	3층	11282.65	2441.39	2.59	7404.73	6002.47	9.69
	4층	21455.88	3320.67	1.44	14374.64	7496.71	4.86
	계	11017.24	107.08	0.97	7680.49	281.67	3.67
2	1층	541.31	857.9	19.08	1782.74	4015.76	27.12
	2층	33697.26	4871.58	1.18	21161.37	10521.85	4.06
	3층	7555.34	2610.85	3.31	4310.2	4858.1	10.8
	4층	18556.27	3685.52	1.75	12944.72	6936.98	4.72
	계	11022.9	351.01	3.18	8730.92	916.74	10.5
3	1층	714.18	1236.47	52.2	5332.4	9312.54	52.66
	2층	18109.25	13881.08	4.21	10217.22	10961.75	5.89
	3층	14402.67	7735.61	5.43	10849.44	9055.79	8.43
	4층	4792.4	3045.72	15.89	8534.87	9595.47	28.11
	계	10915.77	378.97	3.47	7320.18	337.85	4.62
4	1층	267.19	1106.49	86.35	526.4	1572.21	62.28
	2층	16893.84	13284.43	4.08	10784.36	10840.18	5.22
	3층	6049.81	5671.65	21.51	6167.4	8243.96	30.67
	4층	14446.38	8504.35	8.87	10034.26	7105.77	10.68
	계	46356.41	1495.77	3.23	35194.79	1513.45	4.3
5	1층	10598.76	18350.45	12.53	11881.59	23009.51	14.01
	2층	82932.4	46989.15	3.47	59041.54	44521.3	4.62

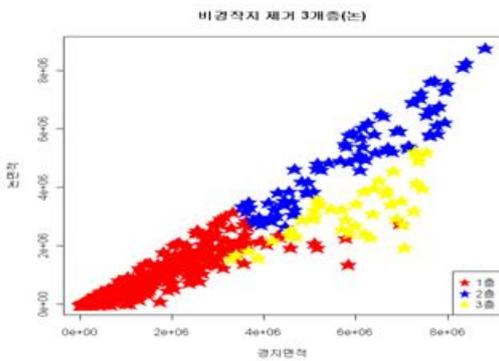
그런데 나중에 최적 1차 추출단위의 크기가 3Km x 3Km로 확정되었기 때문에 새로이 층화를 하는 것이 필요하게 되었다. 소지역에 해당되는 8개 각 지역별로 보게 되면 3Km x 3Km 크기의 PSU의 수가 수십 개에 불과하여 소지역별 층화가 적절하지 않은 것으로 판단되었다. 그래서 이번에는 8개 시범지역의 PSU를 한꺼번에 묶어 층화하는 방향으로 선회하였다. 다만 위에서의 층화 경험을 이용하여 Ward법으로 층화를 하기로 하였고, 층화변수로는 경지면적, 논면적, 밭면적을 사용하되 각각의 변수를 표준편차로 나누어 사용하였다. 층의 수는 3개와 4개인 경우를 각각 고려하였다. 또한 피복도 자

료에서 PSU 내 경지면적이 0인 것을 미리 제거하고 층화하는 경우와 경지면적이 전체 PSU 면적의 10%가 안 되는 PSU를 제외시킨 후 층화하는 경우를 각각 고려하였다. <표 1-24>와 <그림 1-20>은 층을 3개로 한 경우이며, <표 1-25>와 <그림 1-21>은 층을 4개로 한 경우의 결과를 나타낸다.

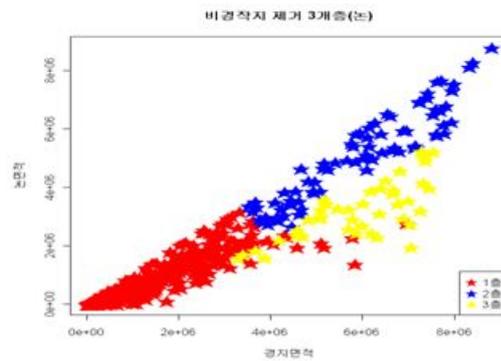
먼저 층수를 3개로 한 경우인 <표 1-24>와 <그림 1-20>을 살펴보자. 1층은 2층이나 3층에 비해 경지면적의 규모가 매우 작는데, 대부분의 PSU가 여기에 속하는 것을 알 수 있다. 한편, 2층과 3층은 모두 경지면적이 넓은 지역이지만, 층2는 상대적으로 논비율이 높은 지역인데 반해 층3은 밭비율이 높은 지역으로 구분된다. <그림 1-20>을 보면 층별 특성이 뚜렷이 구분되는 것으로 나타나 세 가지 층의 구분이 효과적으로 이루어진 것을 확인할 수 있다.

<표 1-24> 층수를 3개로 한 경우

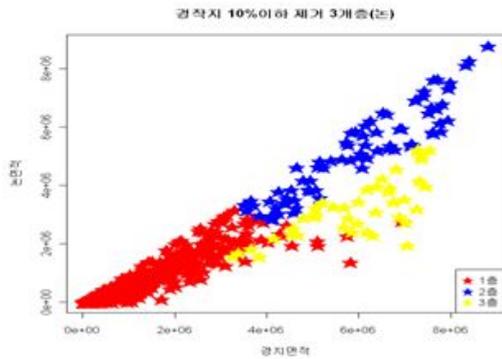
구분	층	Nh	경지면적	논평균	논비율	밭평균	밭비율
비경지 제거	1층	412	1,302,801	777,272	0.60	402,778	0.31
	2층	79	5,911,252	5,085,849	0.86	744,894	0.13
	3층	43	5,934,508	3,258,280	0.55	2,535,703	0.43
경지비율 10% 이하제거	1층	400	1,354,343	817,760	0.60	410,564	0.30
	2층	76	5,986,391	5,178,127	0.86	731,176	0.12
	3층	42	5,939,067	3,245,729	0.55	2,550,335	0.43



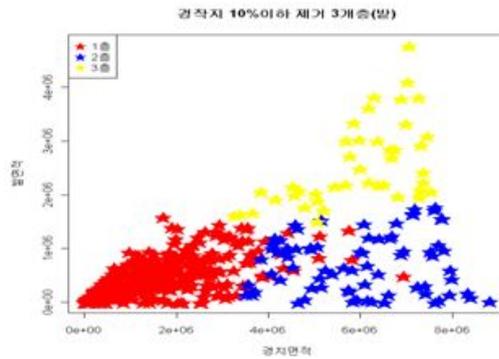
<그림 1-20> 층수를 3개



<그림 1-20> 층수를 3개



<그림 1-20> 층수를 3개

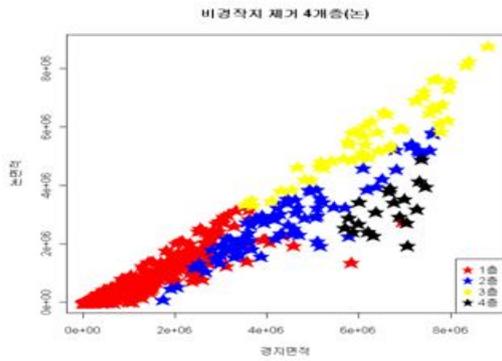


<그림 1-20> 층수를 3개

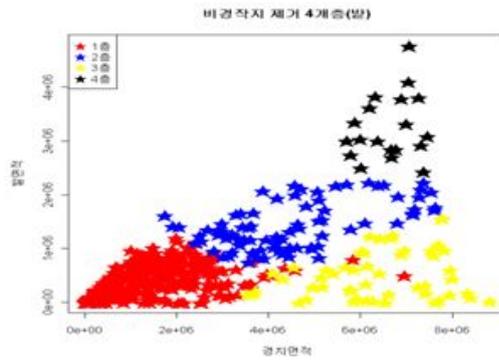
다음으로 층수를 4개로 한 경우인 <표 1-25>와 <그림 1-21>을 살펴보자. 이 경우 층의 수가 3일 때와 비슷한 양상을 보이는데, 상대적으로 경지면적이 넓으면서도 밭비율이 매우 높은 PSU만 따로 하나의 층을 구성하도록 했는데 그것이 층4이다. 반면, 층4에 속하는 PSU의 수는 불과 19개로 일부 지역에 한정되는 것을 알 수 있다. 층내 PSU가 너무 적은 층이 있을 때 소지역별 표본대체나 추정에 문제가 생길 우려가 있으므로 층의 수를 3개로 결정하였다.

<표 1-25> 층수를 4개

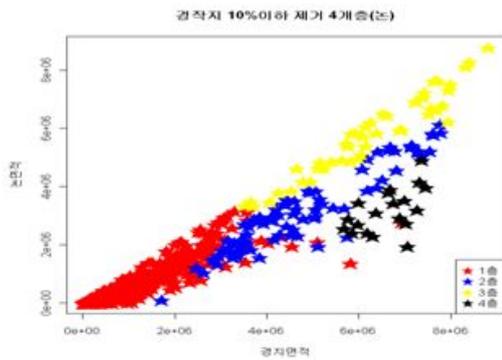
구분	층	Nh	경지면적	논평균	논비율	밭평균	밭비율
비경지 제거	1층	382	1,149,409	703,237	0.61	338,403	0.29
	2층	81	4,486,351	2,877,562	0.64	1,435,998	0.32
	3층	52	6,358,607	5,763,641	0.91	508,545	0.08
	4층	19	6,621,616	3,194,496	0.48	3,252,451	0.49
경지10% 이하제거	1층	374	1,208,713	739,202	0.61	354,196	0.29
	2층	79	4,808,937	3,207,481	0.67	1,449,282	0.30
	3층	46	6,272,405	5,792,964	0.92	396,558	0.06
	4층	19	6,613,076	3,191,220	0.48	3,247,610	0.49



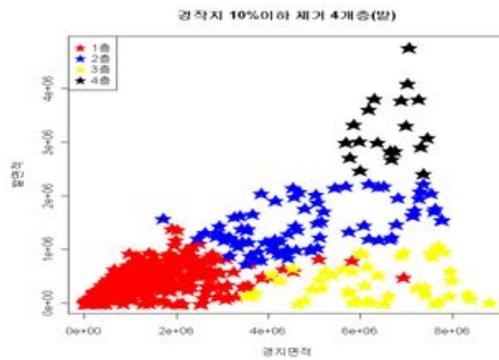
<그림 1-21> 층수를 4개



<그림 1-21> 층수를 4개



<그림 1-21> 층수를 4개



<그림 1-21> 층수를 4개

4. 표본크기 결정

가. 표본크기 결정

표본크기를 결정하기 위해서는 최소의 추정단위, 목표하는 오차의 수준, 고려할 변수 등을 정해야 한다. 먼저 최소 추정단위로는 8개 지역을 각각 고려하기로 하는데, 전국에 대한 본격적인 표본설계 연구와는 달리 파이롯트 조사의 성격을 지니는 8개 지역에 대해서는 소지역별 시군 단위의 추정을 목표로 하되 목표 상대표준오차의 수준을 여유 있게 하는 식으로 접근하기로 한다.

지역별 목표오차 수준을 정하기 위해서는 여러 가지 고려해야 할 요소가

많다. 본 연구에서는 기존의 농업면적조사의 표본규모(전국 약 2.6만 개)를 감안하여 그와 비슷한 수준이 되도록 하기로 한 결과, PSU 추출률이 약 20%가 되도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. 다양한 시뮬레이션 결과 20% 정도의 추출률을 얻기 위해서는 경지면적을 관심변수로 하는 경우 지역별 목표 상대표준오차의 크기를 10%로 하는 것이 적절한 것으로 나타났다. 참고로 표본크기의 계산을 위해서는 다음의 공식을 이용한다.

$$\frac{\left(\frac{C}{D}\right)^2}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{C}{D}\right)^2} \quad (\text{여기서 } C = \frac{\sigma}{\mu}, D : \text{상대표준오차})$$

목표오차를 결정하기 위해 한 개 시범지역(지역 3)의 검토하였는데, 목표오차가 낮아질수록 추출률이 높아지는 현상(목표오차 20%일 때는 표본 추출률이 12%에서 목표오차가 10%일때는 표본 추출률이 19%가 됨)이 발견되었다 (<표 1-26> 참조). 이는 현재의 시군구 단위의 모집단 규모가 너무 작기 때문에 향후 전국단위의 표본크기는 도 단위로 하는 것이 바람직하다고 보여 진다. 또한 표본크기를 다르게 하여 추출 및 추정을 실시해 본 결과 무작위 추출이 층화추출에 비해 상대표준오차가 높고 편향이 큰 것으로 나타났다. 도 단위에서 PSU의 추출률을 20% 내외로 할 경우 상대표준오차는 10% 내외가 되었다. 이러한 결과를 바탕으로 경지면적 추정에 대해 시군별 목표 상대표준오차를 10%로 정하기로 한다.

<표 1-26> 지역3의 pilot 조사

	추출법	RSE(%)	편향(%)
표본추출률 20%	무작위추출	7.8	10.62
	층화추출	7.2	1.01
표본추출률 10%	무작위추출	12.2	16.47
	층화추출	10.3	2.28

<표 1-27>은 목표 상대표준오차를 각 시군별로 10%로 할 때 8개 시군에 대한 표본크기를 나타낸 것인데, 모집단 PSU 크기 534개 중 128개의 표본을 추출하도록 하여 추출률이 24%인 것으로 나타났다. 지역별로는 창원이 45.8%로 가장 높은 추출률을 나타낸 반면, 김제가 11.1%로 가장 낮았다.

<표 1-27> 목표오차 10%에서 8개 시범지역 표본크기와 추출률

	PSU개수	표본크기	추출률
전체	534	128	24.0
고령	68	19	27.9
김제	81	9	11.1
김포	45	11	24.4
부안	78	16	20.5
연기	60	12	20.0
용인	93	22	23.7
진천	61	17	27.9
창원	48	22	45.8

나. 최적 2차 추출 표본의 크기 결정

다음으로는 각 PSU에서 추출해야 할 최적 SSU의 수를 알아보자. 기본적으로는 각 PSU마다 225개(=15x15)의 SSU가 들어 있지만, SSU 중 경지면적이 “0”인 것을 제외하여야 하므로 각 PSU마다 유효한 SSU의 수는 다르게 된다. 표본설계의 효율을 극대화시키기 위한 최적 SSU의 수는 PSU의 특성에 따라 많은 영향을 받게 된다. 최적 SSU의 수는 조사비용, PSU내 SSU 특성의 다양성 등을 종합적으로 고려하여 결정되는데, 다음의 식과 같이 계산될 수 있다(박홍래, 2000; Cochran, 1977; Kish, 1965).

$$b = \sqrt{\frac{S_w^2 c_1}{S_b^2 c_2}}$$

여기서 c_1 은 표본 PSU의 조사비용이고, c_2 는 표본 SSU의 조사비용,

$s_w^2(=MS_w)$ 는 PSU내 SSU의 분산과 동일하며, $s_b^2(=[MS_b - MS_w]/b)$ 는 PSU내의 분산성분이다. 실제로 원격탐사의 경우 3km x 3km 크기의 PSU 작업 비용은 75만 원 정도이고, 200m x 200m 크기의 SSU 작업 비용은 1.5만 원 정도라고 한다. 이를 이용하여 최적 SSU의 수를 계산하게 된다.

8개 각 시군별 경지면적 변수에 대한 지역별 급내상관계수와 그에 따른 최적 SSU 수를 계산한 결과가 <표 1-28>에 나와 있는데, 지역별 특성에 따라 최적 2차 추출 표본크기가 7에서 13 사이로 계산되었다.

<표 1-28> 8개 시군별 급내상관계수에 따른 최적 SSU 개수

	급내상관계수	최적 SSU 수
고령군	0.22	13
김제시	0.42	8
김포시	0.28	11
부안군	0.51	7
연기군	0.22	13
용인시	0.27	12
진천군	0.36	9
창원시	0.34	10

지역별 최적 SSU 크기를 계산하는 과정에서 같은 지역이라고 해도 PSU에 따라 특성이 매우 다르다는 사실을 발견하게 되었다. 가령, 김제시는 논이 많은 지역이지만 같은 김제시 안에서도 어떤 PSU는 밭이 대부분일 수가 있는 것이다. 이는 지역이라는 속성보다는 개별 PSU의 속성에 따라 SSU의 크기를 결정하는 것이 더욱 바람직하다는 것을 의미한다. 따라서 지역별 최적 SSU 크기를 결정하려던 데서 방향을 수정하여 PSU 특성별 최적 SSU 표본수를 결정하기로 하였다.

앞서 층화 단계에서 층의 수를 3개로 결정하였다. 그때 층화변수로는 경지

면적과 논면적을 사용하였고, 군집분석 방법 중 Ward법에 의해 층을 나누었다. 그런데 Ward법에 의한 층화를 사용할 경우 층의 경계점이 복잡하게 결정된다. 또한 실제 전국 표본설계에서는 각 도별로 층화가 독립적으로 이루어질 것이므로 도별 층화기준도 달라질 것이다. 이런 상황에서 층화기준과 최적 2차 추출단위 수 결정을 위한 기준을 같이 하는 것은 오히려 문제를 복잡하게 만드는 결과를 초래한다. 따라서 본 연구에서는 최적 SSU 수 결정을 위한 PSU 구분을 새롭게 마련하기로 한다.

8개 시범지역은 가급적 우리나라 전국의 경지 현황을 반영할 수 있도록 고려된 지역이다. 따라서 8개 시범지역 자료를 기초로 PSU 특성을 구분하는 것이 크게 무리하다고는 할 수 없다. 8개 시범지역 자료를 풀링(pooling)하여 3개의 층으로 구분한 결과를 나타내는 앞의 <그림 1-20>을 관찰해보면, 경지면적과 밭면적에 따라 층이 확연하게 구분되는 것을 알 수 있다. 실제 층화 단계에서는 각 변수값들의 복잡한 조합에 의해 층이 구분되겠지만, 그림을 이용하여 직관적으로 구분한 결과와 크게 다르지는 않으므로 보다 쉬운 방법으로 군집을 세 개로 나누기로 한다. 즉, PSU 내의 경지면적이 $3.5 \times 10^6(m^2)$ 미만인 군집, 경지면적이 $3.5 \times 10^6(m^2)$ 이상이고 밭면적이 $1.5 \times 10^6(m^2)$ 이상인 군집, 경지면적이 $3.5 \times 10^6(m^2)$ 이상이고 밭면적이 $1.5 \times 10^6(m^2)$ 미만인 군집으로 구분한다. 그리고는 각 군집별로 최적 SSU의 수를 계산하였는데, 그 결과가 다음의 <표 1-29>에 나와 있다.

<표 1-29>를 보면, 경지면적이 $3.5 \times 10^6(m^2)$ 미만인 경우의 PSU에 대해서는 SSU를 12개 추출하고, 경지면적이 $3.5 \times 10^6(m^2)$ 이상이고 밭면적이 $1.5 \times 10^6(m^2)$ 이상인 경우는 20개, 경지면적이 $3.5 \times 10^6(m^2)$ 이상이고 밭면적이 $1.5 \times 10^6(m^2)$ 미만인 경우는 15개 추출하는 것이 가장 효율적인 것으로 나타났다. 즉, PSU의 특성에 따라 최적 2차 추출단위의 수가 달라지는 것이다.

<표 1-29> 모집단 PSU 특성별 최적 SSU의 개수

군집	모집단 PSU의 수	군집 기준	최적 SSU의 수
군집1	395	경지면적 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 미만	10
군집2	48	경지면적 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 이상, 밭면적 $1.5 \times 10^6 (m^2)$ 이상	20
군집3	91	경지면적 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 이상, 밭면적 $1.5 \times 10^6 (m^2)$ 미만	12

다. 표본의 배분

일단 지역별 표본크기가 정해지고 나면 다음으로는 이를 층별로 배분하는 작업이 필요하다. 층화추출법에서는 표본 배분방법에 따라 추정의 효율이 달라지므로 적절한 배분방법을 선택하는 것이 필요하다. 일반적으로 널리 알려진 표본배분법으로는 비례배분(proportional allocation), 네이만 배분(Neyman allocation), 파워배분(power allocation)이 있다. 각각의 배분법에서 층별 표본크기를 결정하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{비례 배분} : n_i = n \left(\frac{N_i}{\sum_{i=1}^L N_i} \right) = n \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

$$\text{네이만 배분} : n_i = n \left(\frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i} \right)$$

$$\text{파워 배분} : n_i = n \left(\frac{\sqrt{N_i} \sigma_i}{\sum_{i=1}^L \sqrt{N_i} \sigma_i} \right)$$

여기서, N_i 는 i 번째 층의 크기, σ_i^2 은 i 번째 층의 모집단 분산

일단 세 가지 배분법을 모두 고려하였는데, 결과적으로 세 가지 배분법에 의한 배분 결과가 별로 차이가 나지 않았다. 따라서 네이만 배분법을 기본으

로 하여 절충하였으며 그 결과는 다음의 <표 1-30>과 같다.

<표 1-30> 8개 시군 각 층별 PSU 배분 결과

지역	PSU	1층	2층	3층
고령군	19	19	0	0
김제시	9	4	2	3
김포시	11	9	0	2
부안군	16	8	4	4
연기군	12	10	0	2
용인시	22	21	0	1
진천군	17	12	2	3
창원시	22	15	0	7

5. 표본추출

영상기반 표본설계에서의 표본추출은 크게 두 단계로 나누어 진행된다. 1차 추출은 PSU인 3Km x 3Km 단위의 격자를 추출하는 단계이고, 2차 추출은 표본 PSU 내에서 지정된 수의 SSU를 추출하는 단계이다. 본 연구에서의 모집단은 일종의 공간모집단이다. 공간모집단의 경우 일반적인 표본설계에서의 모집단과는 달리 추출단위들 사이에 지리적 종속성이 존재하므로 표본추출 과정에서 이를 별도로 고려해야 한다.

가. 1차 추출

1차 추출은 8개 시군별로 앞의 <표 1-30>에 소개된 표본배분 결과에 따라 3Km x 3Km 단위의 PSU를 추출하는 단계이다. 이미 언급한 바와 같이 PSU의 추출률은 24%이며, 모집단 내 PSU의 수가 모두 100개 미만이다. 이 경우 층화만으로도 PSU의 지리적 종속성에 대한 고려가 상당 부분 이루어진다고 할 수 있다. 또한 층 내에서 PSU 특성에 따른 정렬이 이루어진다면 지리적 인접성의 문제는 더 희석된다. 따라서 1차 추출 단계는 공간성을 별

도로 고려하지 않는 일반적인 표본추출의 단계를 따르기로 한다.

표본추출을 위해 층별로 PSU를 무작위로 추출하는 경우와 경지면적 순으로 정렬한 후 계통추출하는 방법을 고려할 수 있다. 두 가지 방법의 효율성을 비교하기 위해 각 방법을 적용한 후 통계청 영상자료로부터 논면적 추정을 한 결과가 <표 1-31>에 나와 있는데, 계통추출과 무작위추출은 상대표준오차 측면에서는 비슷하나 편향(bias)의 측면에서는 계통추출이 효과적이라는 것을 알 수 있다.

<표 1-31> 1차 추출을 위한 일반 표본추출 방법별 8개 시군 논면적 추정치

지역	논면적	무작위추출		계통추출	
		편향	CV	편향	CV
고령군	2,829.2	3.1	11.3	0.3	12.1
김제시	12,585.8	19.2	12.6	10.7	0.3
김포시	6,904.0	10.8	13.3	13.5	1.0
부안군	8,414.8	9.9	10.1	0.3	10.6
연기군	3,628.6	5.9	15.7	0.2	16.3
용인시	2,650.0	3.9	12.1	0.7	11.9
진천군	4,728.3	5.5	12.6	0.4	12.8
창원시	3,005.7	54.8	12.3	0.5	12.3

위의 검토 결과에 따라 본 연구에서는 층별 PSU를 피복도의 경지면적 순으로 나열한 후 계통추출법으로 표본 PSU를 추출하는 방식을 채택하기로 한다. 하지만 PSU의 면적이 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 미만인 PSU가 전체 PSU의 74%이므로 경지면적이 작은 PSU가 추출되어 과소추정되는 편향을 감소시키기 위해, 각 지역의 경계를 포함하는 가장자리(edge) PSU가 표본으로 추출될 확률을 작게 하도록 하였다. 즉, PSU내 SSU의 수가 30개 미만이거나 PSU의 면적이 $1.0 \times 10^6 (m^2)$ 미만인 PSU는 통합해 가상의 PSU를 구성해 추출되도록 하였다.

본 연구에서 PSU의 추출은 층화계통추출법(Stratified systematic sampl

-ing)으로 추출하며, 실제 표본추출은 SAS 의 proc surveystest를 이용하였다.

나. 2차 추출

1차 추출에서는 층화에 의해 1차 추출 단위들의 공간 종속성이 부분적으로 해소되는 까닭에 별도의 공간추출법을 고려하지 않았지만, 2차 추출에서는 문제가 조금 다르다. 2차 추출에서는 SSU의 특성을 별도로 고려하는 과정이 없으므로 표본추출 시에 공간 종속성을 고려하는 공간 표본추출 방안이 검토되어야 한다.

공간 표본추출 방법은 크게 1차원 추출법과 2차원 추출법으로 구분된다. 1차원 추출법은 분할된 정사각형 격자에 일련번호를 부여하여 전통적인 방법으로 표본을 추출하는 방법이다. 예를 들면, 시군마다 크기가 3(km) x 3(km)인 PSU를 200(m) x 200(m)의 작은 정사각형 격자로 분할하면 15x15=225개의 격자가 생긴다. 이 225개의 격자에 각각 1~225의 일련번호를 부여한 후 단순임의추출법이나 계통추출법 등의 전통적인 표본추출 방법을 적용하면 된다. 본 연구에서 검토하게 될 1차원 추출 방법으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 분할된 격자의 순서대로 일련번호를 부여하는 방법
- ② PSU마다 분할된 격자에 랜덤하게 일련번호를 부여하는 방법
- ③ 모든 PSU에 대해 고정된 일련번호를 부여하는 방법(LUCAS 방법)
- ④ PSU마다 논면적 혹은 경지면적의 크기 순으로 정렬하여 일련번호를 부여하는 방법

한편, 2차원 추출은 분할된 정사각형 격자의 가로(행)와 세로(열)의 일련번호를 2차원으로 일련번호를 부여하여 공간모집단에서 가로와 세로에 대해

전통적인 방법으로 표본점의 위치를 추출해 조합된 격자를 표본으로 추출하는 방법이다. Quenouille(1949)가 자연 상태로 존재하거나 평면상에 존재하는 2차원 공간에서 표본점을 추출하는 방법에 대하여 처음으로 제안하였고, 각 축마다 평면좌표를 계통적으로 추출하는 계통추출이 전 지역의 특성을 반영하고 있기 때문에 단순임의추출보다 효율적임을 보였다. Quenouille(1949)와 Koop(1990)은 2차원 공간에서 각 방향에 적용되는 전통적인 추출법과 정렬 여부를 서로 조합하여 공간모집단에서의 표본점을 추출하는 공간표본추출법을 나타내었다. 이들의 연구결과로 2차원의 각 방향(축)에 대하여 좌표를 조합하는 방법에 따라 표본을 추출하는 공간표본추출법을 간단히 요약하면 다음과 같다.

- ① 랜덤-랜덤추출법 : 양방향 모두 단순임의추출법을 적용한 방법
- ② 층화-층화추출법 : 양방향 모두 층화추출법을 적용한 방법
- ③ 계통-계통추출법 : 양방향 모두 계통추출법을 적용한 방법
- ④ 랜덤-층화추출법 : 한 방향은 단순임의추출법, 다른 방향은 층화추출법 적용한 방법
- ⑤ 랜덤-계통추출법 : 한 방향은 단순임의추출법, 다른 방향은 계통추출법을 적용한 방법
- ⑥ 계통-층화추출법 : 한 방향은 계통추출법, 다른 방향은 층화추출법을 적용한 방법

변종석과 손창균, 김종민(2010)은 공간표본추출법 중 층화추출법을 고려해 해당지역의 특정 보조정보를 이용하면 효율임을 보였고, Das, A. C.(1950)는 1차원에 대한 Cochran 결과를 2차원 일반화에 대해서 고려하였는데, 층화 및 임의표본추출과 2차원 계통 표본추출을 비교하여 특정 조건에서 임의표본추출보다 층화표본추출이 더 효과적이고, 계통표본추출이 층화표본추출보

다 더 효과적임을 증명하였다.

1차 추출단위는 2장 4절에서 논의한 바와 같이 PSU의 특성을 고려하여 광역시도별로 층화하여 각 시군의 PSU층마다 PSU를 추출하고, 표본 PSU마다 표본 PSU의 특성을 고려해 SSU를 추출한다. 특히 본 연구용역에서는 공간 특성을 반영하고, PSU내의 SSU를 추출하는 2차 추출과정에 많은 추출방법을 검토해 적절한 추출법을 제안하고자 한다. 특히, 본 절에서는 표본추출을 위한 방안을 검토하기 위해 8개 시범 지역을 통합하여 표본추출하는 방안을 설계하였고, 표본 추출 후 추정 과정에서 8개 시범지역의 시군 추정 결과를 검토해 추출방법의 적절성을 추가로 검토하였다.

공간표본추출에서는 공간종속성을 고려하게 되는데, 본 연구에서도 공간종속성을 고려하여 인접한 셀(격자)이 표본으로 추출되지 않도록 표본추출과정에서 통제하기로 한다. 이러한 모든 점을 감안하여 본 연구에서 검토하는 SSU의 추출 전략은 <표 1-32>와 같이 모두 9가지이다.

<표 1-32> SSU 추출 전략

추출 전략		추출방법	
2차원 추출	방법1	랜덤-랜덤추출법	
	방법2	계통-계통추출법	
1차원 추출	방법3	고정 셀 번호	LUCAS법
	방법4	입력 순	단순임의추출법
	방법5		계통추출법
	방법6	랜덤 순	단순임의추출법
	방법7		계통추출법
	방법8	논면적 순	계통추출법
	방법9	경지면적 순	계통추출법

방법1과 2는 공간표본추출법으로 SSU의 행과 열 번호를 각각 단순임의추출 및 계통추출로 난수를 발생하여 행과 열의 조합으로 표본 SSU를 선택하

는 방법으로 추출된 SSU가 경지면적이 "0"이거나 인접한 SSU가 추출되면 반복하여 표본을 추출하도록 하였다. 방법3은 PSU내 SSU에 모두 동일하게 고정된 번호를 부여하여 추출하는 방법으로 2차원 추출과 마찬가지로 추출된 SSU가 경지면적이 "0"이거나 인접한 SSU가 추출되면 반복하여 표본을 추출하도록 하였다. 방법4~방법7는 경지면적이 "0"인 SSU를 제외한 표본들을 구성하여 입력 순으로, 혹은 랜덤순으로 SSU마다 번호를 부여하여 단순임의추출 혹은 계통추출로 SSU를 추출하는 방법이고, 방법8과 9는 SSU의 논면적 혹은 경지면적 순으로 정렬하여 계통추출법으로 SSU를 추출하는 방법이다. 방법4~방법9의 경우에도 인접한 SSU가 추출된 경우 반복하여 다른 SSU를 추출하도록 하여 중간 종속의 균집화된 특성을 고려하도록 하였다.

SSU추출방법을 검토하기 위한 표본 추출과정은 기본적으로 PSU의 추출과정과 마찬가지로이며, 실제 표본추출은 SAS의 proc survey select를 이용하였다.

(1) 단순 추정을 이용한 추출방법의 검토

SSU 추출방법을 검토하기 위해 8개 시범 지역을 모두 통합해 하나의 광역 지역으로 간주하여 논면적, 밭면적 및 경지 면적에 대한 단순 추정 결과에 대한 상대표준오차를 계산하여 비교하였다. 여기서 밭은 통계청의 경지면적 조사와 결과를 비교하기 위해 밭, 하우스, 과수 및 기타 경지로 논을 제외한 모든 경지를 포함하여 밭으로 정의해 계산한 것이다. 그리고 표본 추출방법을 결정할 때, 향후 원격탐사 기반 전국 설계에서 적용 가능하도록 하기 위해 표본추출과 추정의 전 과정을 전국 설계와 동일한 과정으로 수행하여 검토하였다. 따라서 표본추출은 환경피복도 자료를 표본틀로 하여 표본추출하였고, 추출된 SSU에 대한 자료로는 원격탐사(통계청) 자료를 이용해 추정하였다.

SSU 추출 전략에 따른 단순추정 결과의 상대표준오차를 검토하면,

① 논 면적의 추정 결과를 보면, 1차원 논면적순 정렬에 의한 계통추출법(방법8)의 상대표준오차가 가장 적었으며, 1차원 입력순 정렬에 의한 계통추출법(방법5)도 상대적으로 적었다.

② 경지 중 논을 제외한 모든 경지를 결합한 밭 면적의 추정 결과를 보면, 2차원 랜덤-랜덤추출법(방법1)의 상대표준오차가 가장 적었으며, 1차원 논면적순 정렬에 의한 계통추출법(방법8)도 상대적으로 적었다.

③ 모든 경지를 결합한 경지 면적의 추정 결과를 보면, 1차원 경지면적순 정렬에 의한 계통추출법(방법9)의 상대표준오차가 가장 적었으며, 1차원 논면적순 정렬에 의한 계통추출법(방법8)도 상대적으로 적었다.

<표 1-33> SSU 추출 방법에 대한 단순 추정의 상대표준오차(%)

SSU 추출방법	논면적 추정 CV	밭면적 추정 CV	경지면적 추정 CV
2차원 : 랜덤	2.05	2.96	1.61
2차원 : 계통	2.25	3.10	1.77
1차원 : LUCAS	2.09	3.12	1.68
1차원 입력순 정렬: 랜덤	2.14	3.08	1.70
1차원 입력순 정렬: 계통	2.04	3.10	1.62
1차원 랜덤순 정렬: 랜덤	2.11	3.05	1.69
1차원 랜덤순 정렬: 계통	2.11	3.00	1.67
1차원 논면적순 정렬: 계통	2.00	2.97	1.60
1차원 경지면적순 정렬: 계통	2.07	3.02	1.58

<표 1-33>의 결과를 보면, SSU를 추출하기 위해 검토한 9가지 방법 중 1차원 논면적 순으로 정렬하여 계통추출하는 방법이 전반적으로 논면적, 밭면적 및 경지 면적 추정시 대체로 가장 작은 상대표준오차를 제공하므로 SSU를 추출하는 가장 적절한 방법으로 판단된다.

(2) 회귀추정(regression estimation)을 이용한 추출방법의 검토

두 번째로, SSU 추출방법을 검토하기 위해 8개 시범 지역을 모두 통합해 하나의 광역지역으로 간주하여 논면적, 밭면적 및 경지 면적에 대한 회귀 추정 결과의 상대표준오차를 계산하여 비교하였다.

회귀추정은 보조 정보를 이용한 추정 방법으로 상관관계가 높은 보조 정보를 독립변수로 이용하여 추정하면 단순추정에 비해 그 효율이 높음은 이미 알려져 있다. 보조정보를 독립변수로, 추정의 관심변수를 종속변수로 한 회귀모형식으로부터 추정하는 방법이다. 본 연구에서도 모집단으로 이용되는 환경피복도에 대한 전국 기반의 자료가 존재하므로 이를 보조 정보(독립변수)로 하여 원격탐사된 자료(종속변수)와 회귀 모형식을 이용해 추정을 하면 추정 결과의 효율은 매우 높아질 것이다.

본 연구에서와 같이 PSU층을 고려하면 층화추출에 적용 가능한 회귀추정에는 분리회귀추정(separate regression estimation)과 결합회귀추정(combined regression estimation)을 생각할 수 있다. 분리회귀추정은 각 층별로 회귀계수를 추정하여 층별로 회귀모형으로 추정한 후, 층별 결과를 결합하여 관심변수를 추정하는 방법이고, 결합회귀추정은 모수에 대한 층별 결과를 추정한 후, 결합하여 하나의 회귀계수를 추정하여 관심변수에 대한 회귀식으로 추정하는 방법이다. 이론적으로는 각 층별 회귀계수가 층에 따라 변동하면 분리회귀추정이 적절하지만, 각 층별 회귀계수가 동일하다면 결합회귀추정이 적절하다고 알려져 있다.

분리회귀 추정은 각 층별로 다음과 같은 회귀모형을 이용하여 층별 결과를 추정한 후 층의 결과를 결합하여 지역에 대한 결과를 추정한다.

$$\text{- 층별 평균 } \bar{y}_h = \bar{y}_h + b_h(\bar{X}_h - \bar{x}_h),$$

$$\text{여기서 } b_h = \frac{\sum_j^{n_h} (y_{hj} - \bar{y}_h)(x_{hi} - \bar{x}_h)}{\sum_j^{n_h} (x_{hj} - \bar{x}_h)^2}$$

$$\text{- 지역 평균 } \bar{y} = \sum_h^L W_h \bar{y}_{Lh} = \sum_h^L W_h (\bar{y}_h + b_h (\bar{X}_h - \bar{x}_h)), \quad \text{여기서 } W_h = \frac{N_h}{N}$$

<표 1-34> SSU 추출 방법에 대한 회귀추정의 상대표준오차(%)

SSU 추출방법	분리회귀추정			결합회귀추정		
	논면적	밭면적	경지면적	논면적	밭면적	경지면적
2차원 : 랜덤	0.16	0.34	0.13	0.09	0.29	0.09
2차원 : 계통	0.16	0.36	0.14	0.09	0.30	0.09
1차원 : LUCAS	0.15	0.37	0.14	0.07	0.33	0.10
1차원 입력순 정렬: 랜덤	0.16	0.36	0.14	0.09	0.32	0.09
1차원 입력순 정렬: 계통	0.14	0.36	0.12	0.06	0.32	0.07
1차원 랜덤순 정렬: 랜덤	0.17	0.36	0.15	0.11	0.31	0.11
1차원 랜덤순 정렬: 계통	0.17	0.34	0.14	0.10	0.29	0.10
1차원 논면적순 정렬: 계통	0.16	0.34	0.13	0.09	0.30	0.09
1차원 경지면적순 정렬: 계통	0.16	0.35	0.14	0.09	0.31	0.10

그리고 결합회귀 추정은 모수에 대한 추정 결과를 이용하여 결합한 하나의 회귀모형을 이용하여 다음과 같이 추정한다.

$$\text{- 지역 평균 } \bar{y} = \bar{y}_{st} + b(\bar{X} - \bar{x}_{st}),$$

$$\text{여기서 } \bar{y}_{st} = \sum_h^L W_h \bar{y}_h, \quad \bar{x}_{st} = \sum_h^L W_h \bar{x}_h,$$

$$b = \frac{\sum_h^L \sum_j^{n_h} (y_{hj} - \bar{y}_h)(x_{hi} - \bar{x}_h)}{\sum_h^L \sum_j^{n_h} (x_{hj} - \bar{x}_h)^2}$$

SSU 추출 전략에 따른 회귀추정 결과의 상대표준오차를 검토하면,

① SSU를 추출하는 모든 방법에 대해 분리회귀추정보다는 결합회귀추정의 상대표준오차가 상대적으로 더 작아 원격탐사 기술을 이용한 경지

면적의 추정은 결합회귀추정 방법이 효과적인 것으로 나타났다. 이는 각 층의 회귀계수가 거의 동일하기 때문에 나타난 결과이다.

② 논 면적, 밭 면적 및 경지 면적에 대한 결합회귀추정의 결과를 보면, 다른 추출방법에 비해 1차원 입력순 정렬에 의한 계통추출법(방법5)이 대체로 가장 작고, 1차원 논면적순 정렬에 의한 계통추출법(방법5)의 상대표준오차도 거의 비슷한 정도로 적었다. 이러한 결과는 단순추정 결과와 약간의 차이를 보이지만 전반적으로 거의 비슷한 결과를 보여주고 있다.

<표 1-33>과 <표 1-34>의 결과를 종합해 판단해 보면, SSU를 추출하기 위해 검토한 9가지 방법 중 1차원 논면적 순으로 정렬하여 계통추출하는 방법이 전반적으로 논면적, 밭면적 및 경지 면적 추정시 대체로 가장 작은 상대표준오차를 제공하므로 SSU를 추출하는 가장 적절한 방법으로 판단된다.

6. 추정 결과

본 장에서 연구한 결과를 적용하여 8개 시범지역에 대한 표본을 설계하였는데 그 과정을 다시 기술하면 다음과 같다.

- 피복도의 피복도 자료를 3Km x 3Km PSU 단위로 정리한다.
- PSU별 피복도 자료를 기초로 3개의 층으로 층화한다.
- 층별 PSU의 경지면적 크기 순으로 정렬한 후 계통추출법으로 1차 표본을 추출한다.
- 1차 표본 PSU의 피복도 자료를 기초로 200m x 200m 크기의 SSU를 정리한다.
- PSU 특성에 따라 최적 SSU 표본크기(12, 15, 20개 중 택일)를 결정.
- SSU 내 논면적 크기 순으로 정렬한 후 계통추출한다.
- 추출된 SSU 표본에 대해 영상처리(통계청 데이터)를 실시하여 조사자

료를 확보한다.

위의 단계를 거쳐 얻은 표본자료를 기초로 8개 시군별 경지면적, 논면적, 밭면적을 추정하였다. 여기서 사용한 추정량은 복합조사에서 가중값을 고려하는 단순추정량이었으며, 추정식과 분산추정식은 각각 다음의 식과 같다. 실제 모집단 자료가 확보되어 있으므로 표본을 통한 추정 결과를 모수와 비교한 차이와 상대표준오차를 각각 살펴보았다.

$$\hat{Y}_k = \sum_{h=1}^4 \sum_{i=1}^{n_{kh}} \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij}$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_k) = \sum_{h=1}^4 \hat{V}_{kh}(\hat{Y}_k)$$

$$\hat{V}_{kh}(Y_k) = \frac{n_{kh}(1-f_{kh})}{n_{kh}-1} \sum_{i=1}^{n_{kh}} (y_{khi} \cdot - \bar{y}_{kh})^2$$

$$\text{여기서 } y_{khi} \cdot = \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij} \quad \bar{y}_{kh} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{kh}} y_{khi} \cdot}{n_{kh}}$$

<표 1-35>는 경지면적에 대해 모집단과 표본의 차이를 나타낸 결과인데, 8개 지역 전체 추정 경지면적의 합계와 실제 모집단 경지면적의 합계 차이는 0.4%에 불과한 것으로 나타났다. 지역별로 가장 차이가 심한 지역은 창원시와 고령군이었는데 각각 5.1%와 -4.3%차이를 보였다. 나머지 6개 지역의 경우 모집단과의 차이가 3% 이내로 나타나 표본이 비교적 모집단을 잘 대표하는 것으로 평가되었다. 다음으로 상대표준오차를 검토해보면, 3.3%에서 7.8% 사이로 애초의 목표 상대표준오차였던 10% 이내로 나타났다.

<표 1-35> 경지면적에 대해 모집단과 표본의 차이

지역	PSU	SSU	경지면적 (모집단, ha)	경지추정		차이(%)
				총계	RSE(%)	
고령군	19	239	6,099	6,360	6.6	-4.3
김제시	9	141	30,532	30,832	3.9	-1.0
김포시	11	141	9,557	9,518	5.9	0.4
부안군	16	236	19,832	19,547	3.3	1.4
연기군	12	158	8,282	8,356	7.8	-0.9
용인시	22	273	7,821	7,703	7.0	1.5
진천군	17	229	8,339	8,111	6.4	2.7
창원시	22	285	6,744	6,399	5.5	5.1
합계	128	1,702	97,205	96,826		0.4

<표 1-36>은 논면적에 대한 모집단과 표본의 차이를 나타낸 결과인데, 대체로 경지면적의 경우와 유사한 양상을 나타내었다. 논면적 합계 차이는 2.2%로 나타났고, 지역별로 가장 차이가 심한 지역은 용인시와 창원시로 각각 6%와 -4.9 차이를 보였다. 나머지 6개 지역의 경우 모집단과의 차이가 3.5% 이내로 나타나 표본이 비교적 모집단을 잘 대표하는 것으로 평가되었다. 다음으로 상대표준오차를 검토해보면, 연기군이 12.0%로 좀 높은 편이나 나머지 지역은 대체로 목표 오차 수준 이내이다.

<표 1-36> 논면적에 대한 모집단과 표본의 차이

지역	PSU	SSU	논면적 (모집단, ha)	논추정		차이(%)
				총계	RSE(%)	
고령군	19	239	4,329	4,338	7.4	-0.2
김제시	9	141	23,221	22,623	6.7	2.6
김포시	11	141	6,990	6,915	8.4	1.1
부안군	16	236	14,768	14,255	5.2	3.5
연기군	12	158	4,899	4,781	12.0	2.4
용인시	22	273	5,664	5,327	7.9	6.0
진천군	17	229	6,596	6,536	7.4	0.9
창원시	22	285	3,246	3,405	9.3	-4.9
합계	128	1,702	69,713	68,180		2.2

<표 1-37>은 발면적에 대한 모집단과 표본의 차이를 나타낸 결과인데, 발면적의 경우 모수와 추정값의 차이가 -8.3% 나타나 비교적 차이가 큰 편이었다. 지역별로도 김제, 연기, 진천의 경우 차이가 10%가 넘는 것으로 나타났다. 상대표준오차의 측면에서는 8개 전 지역 모두 상대표준오차가 10%를 넘었다. 따라서 본 표본은 발면적 추정을 위한 표본으로는 정확성이 떨어지는 것을 확인하였다.

<표 1-37 > 발면적에 대한 모집단과 표본의 차이

지역	PSU	SSU	발면적 (모집단, ha)	발추정		차이(%)
				총계	RSE(%)	
고령군	19	239	598	584	15.29	2.4
김제시	9	141	6,168	7,218	11.19	-17.0
김포시	11	141	2,114	2,157	11.81	-2.0
부안군	16	236	1,821	1,882	12.57	-3.3
연기군	12	158	2,223	2,565	11.34	-15.4
용인시	22	273	1,725	1,756	11.53	-1.8
진천군	17	229	1,092	953	15.97	12.8
창원시	22	285	716	717	13.33	-0.1
합계	128	1,702	16,458	17,831		-8.3

8개 시범지역 추정 결과를 통해 영상처리 자료를 기반으로 하는 표본조사 방법은 경지면적이나 논면적 추정을 위해서는 유용하게 활용될 수 있음을 확인할 수 있다. 전국이나 도 단위의 추정은 상당 수준의 정확성을 확보할 수 있는 수준이며, 소지역별로는 일정 수준의 정도는 유지할 수 있는 실정이다. 다만 소지역별 정도(precision)을 높이려면 소지역별 표본설계를 실시하는 것이 바람직할 것이다.

경지면적이나 논면적과는 달리, 발면적 추정에 영상기반 표본설계 방식을 적용하는 것은 아직 어려운 것으로 보인다. 밭의 경우, 피복도와 통계청 영상자료 사이의 차이가 너무 크고, 동일한 지점에 대한 두 영상 자료 사이의 상관관계수 또한 크지 않아 피복도 자료의 유용성이 현격하게 떨어지기 때문

이다. 피복도 자료를 기초로 하여 표본설계를 하는 경우, 그것이 통계청 영
상자료의 관점에서 모집단을 잘 대표한다고 보장할 수는 없는 것이다. 따라
서 발면적에 관한 한, 현재의 피복도 자료에 근거한 표본조사 방법으로는 정
확한 추정이 어려운 실정이다.

제 4 장. 영상기반 전국 표본설계

1. 개 요

앞의 2장과 3장의 연구를 통해 영상기반 표본설계를 위한 기본적인 틀을 마련할 수 있었다. 우리나라 경지조사를 위해 피복도의 피복도 자료를 3Km x 3Km 단위의 격자로 구분하여 1차 추출단위(PSU)를 만들었고, 다시 각 PSU를 200m x 200m 단위의 격자로 구분하여 2차 추출단위(SSU)를 결정하였다. 피복도 자료가 표본설계를 위한 추출틀로서의 타당성을 검토한 결과 타당하다는 결론을 내렸다. 뿐만 아니라 8개 시범지역에 대해 피복도 자료를 기초로 표본설계를 실시한 후, 추출된 표본의 통계청 영상자료를 구하여 추정을 실시하였다. 그 결과 경지면적이나 논면적 추정에 있어서는 이러한 접근 방법이 비교적 잘 작동한다는 사실을 확인하였다.

본 장에서는 8개 시범지역 표본설계 방식을 전국으로 확대하여 본격적인 표본설계를 실시하게 된다. 전국 표본설계에서는 8개 시범지역 설계 때와는 달리 별도의 통계청 영상처리 데이터가 전무한 상황이므로 표본설계를 위한 추출틀로는 2009년 피복도의 토지피복도 자료만을 활용하게 된다. 2절에서는 먼저 추출틀인 토지피복도 자료에 대한 기초분석을 실시하게 된다. 이어 PSU에 대한 층화를 하고, 표본크기를 결정한다. 다음으로는 1차 추출 및 2차 추출을 통해 최종적인 표본추출을 실시한다. 마지막으로 적절한 추정식을 유도한다.

2. 토지피복도 자료 분석

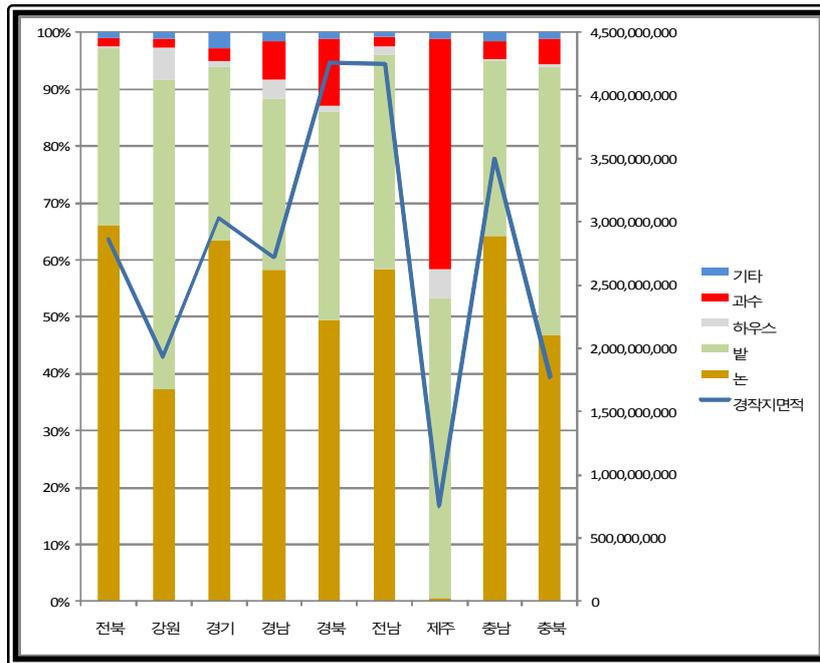
우리나라 전국의 토지를 3Km x 3Km 크기의 PSU로 구분한 결과, 전국의 PSU수는 16,796개로 나타났다. 전국 피복도를 기초로 지역별 PSU 특성을 정리한 결과가 다음의 <표 1-38>과 <그림 1-22>에 나와 있다.

먼저 <표 1-38>을 보면, 우리나라에서 PSU 내에 경지가 존재하는 PSU는 14,640개(87.2%)인 것으로 나타났고, 피복도 상의 우리나라 경지면적은 25,066,530,899m² 인 것으로 나타났다. 경북, 전남, 충남, 경기, 전북, 경남 지역들이 상대적으로 경지면적이 넓은 도이다. 참고로 서울과 6대 광역시는 모두 인근의 도에 편입시켜 고려하였다.

<표 1-38> 시도별 경지분류별 면적

지역	전체 (N)	경지존재 PSU		논	밭	하우스 재배지 (시설)	과수	기타재배지	전체경지
		N	%						
전체	16,796	14,640	87.2	1,377,099.6	915,868.3	40,010.9	139,355.0	34,319.3	2,506,653.1
전북	1,575	1,170	74.3	188,961.0	89,029.7	1,312.3	3,957.7	3,015.0	286,275.6
강원	2,518	1,952	77.5	71,831.0	105,230.0	10,754.0	2,824.2	2,400.4	193,039.7
경기	1,968	1,831	93.0	191,758.1	92,460.6	2,643.9	6,999.7	8,537.8	302,400.1
경남	2,031	1,919	94.5	158,336.6	81,916.3	9,065.6	18,137.5	4,291.2	271,747.2
경북	3,004	2,784	92.7	210,104.2	156,399.2	4,305.3	50,445.5	4,735.6	425,989.8
전남	2,639	2,250	85.3	248,091.6	159,465.0	6,542.6	7,109.4	3,416.1	424,624.7
제주	307	258	84.0	417.1	39,846.1	3,746.4	30,611.6	836.5	75,457.6
충남	1,583	1,424	90.0	224,651.0	108,001.3	1,025.7	11,261.9	5,106.7	350,046.6
충북	1,171	1,052	89.8	82,948.9	83,520.1	615.0	8,007.5	1,980.2	177,071.8

<그림 1-22>는 지역별 경지 특성을 보다 잘 나타내고 있는데, 지역별 특성이 서로 다른 것을 알 수 있다. 경상북도(경북)와 전라남도(전남)는 상대적으로 경지면적과 경지비율 모두 높은 편인 반면, 제주도는 경지면적이 가장 작은 것으로 나타났다. 한편, 전체 경지면적 중 논이 차지하는 비율이 50%를 넘지만, 지역별로 그 양상이 다르게 나타난다. 전북, 충남, 경기, 경남, 전남 등의 지역들은 논비율이 60% 내외를 차지한다. 그러나 제주도, 강원도, 경북, 충북 등은 논비율이 50%에 미치지 못한다. 강원도와 충북의 경우 다른 지역에 비해 밭의 비율이 높은 편이며, 제주도는 과수의 비율이 압도적으로 높게 나타난다. 이러한 지역별 특성이 표본설계 과정에서 당연히 감안되어야 마땅하다.



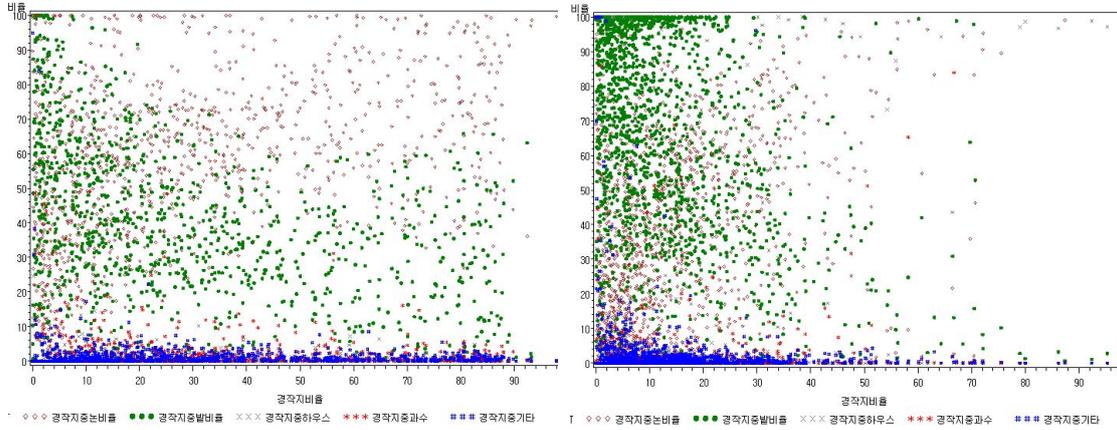
<그림 1-22> 시도별 경지면적과 경지분류 비율

PSU당 경지의 특성을 보다 구체적으로 파악하기 위해 PSU내 경지비율을 가로축으로 하고, 경지분류별 비율을 세로축으로 하는 산점도를 그린 것이 <그림 1-23>이다. 논, 밭, 과수, 하우스 등 분류에 따라 산점도에 표시되는 점의 색깔을 달리하여 나타내었다.

<그림 1-23-1>은 전북지역의 산점도이다. 그림의 오른쪽으로 갈수록 PSU내 경지비율이 높아지며, 위로 갈수록 특정 분류의 비율이 높음을 나타낸다. 전북지역에서는 오른쪽 상단의 점들이 대부분 붉은 색 점인데, 이는 전북에서는 경지비율이 높은 PSU의 경우 논이 대부분을 차지한다는 것을 의미한다. 반면에 경지비율이 낮은 PSU의 경우 상대적으로 밭이 차지하는 비율이 높은 편이다.

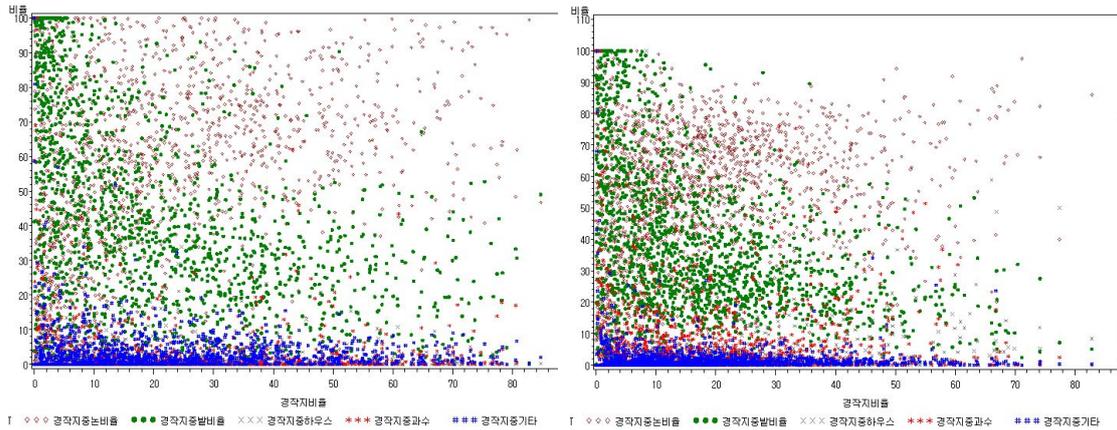
한편, 강원도에 해당되는 <그림 1-23-2>를 보면, 강원도 내 대부분의 PSU들은 경지비율이 낮아 그림의 왼쪽에 밀집되어 있는 것을 보게 된다. 또한 강원도 내 PSU의 경우 밭이 차지하는 비중이 상당히 높은 것을 관찰할

수 있다. 이와 같은 방식으로 각 지역별 그림을 관찰함으로써 지역별 PSU의 특성을 파악할 수 있다.



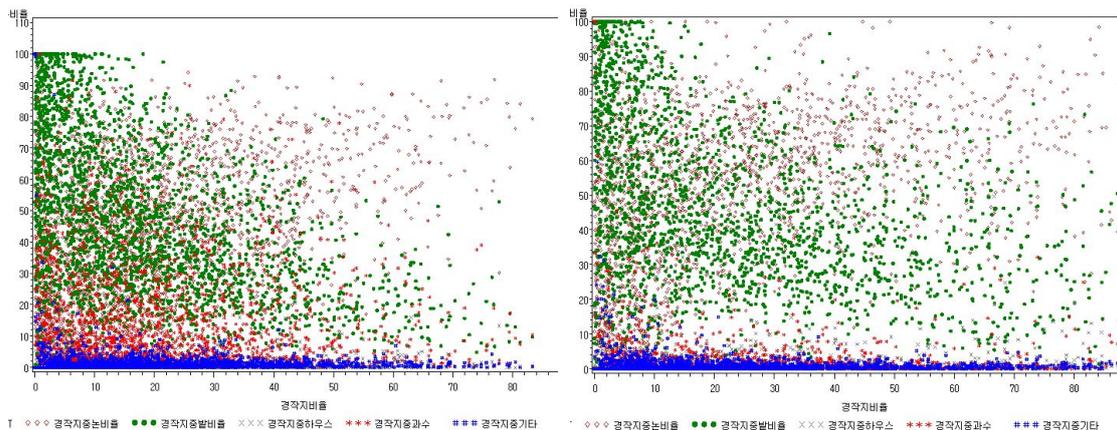
<그림 1-23-1> 전북

<그림 1-23-2> 강원



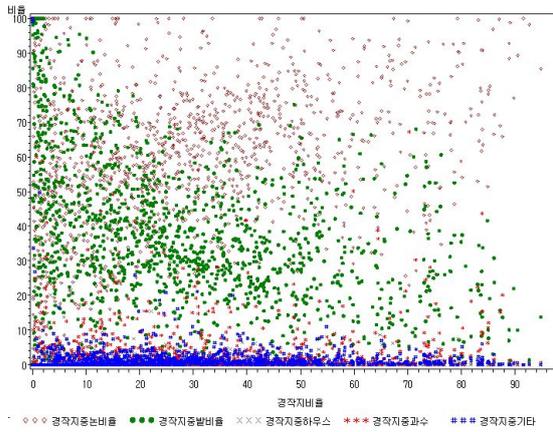
<그림 1-23-3> 경기

<그림 1-23-4> 경남

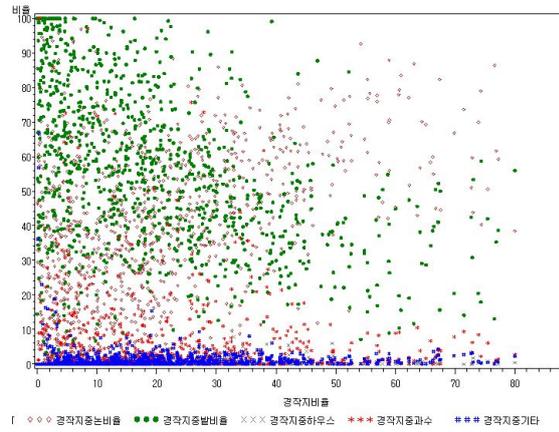


<그림 1-23-5> 경북

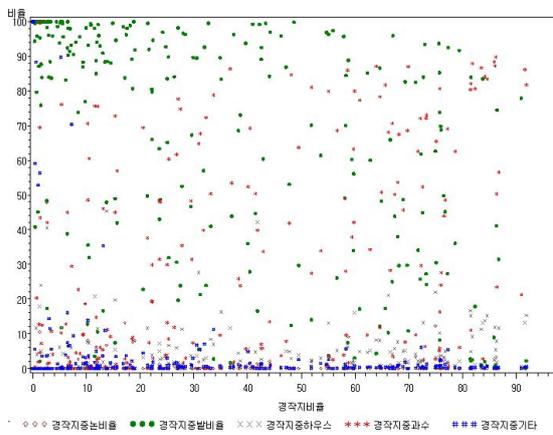
<그림 1-23-6> 전남



<그림 1-23-7> 충남



<그림 1-23-8> 충북



<그림 1-23-9> 제주

<그림 1-23> 시도별 PSU내 경지비율 산점도

다음으로 지역별 PSU 피복도 자료를 기초로 경지 특성별 표로 나타내 보았다. <표 1-39>는 전북지역에서 경지 비율별, 분류별(논, 밭, 하우스, 과수, 기타) PSU 수의 분포를 나타내고 있는데, 구체적으로 살펴보면 경지 중 논이 차지하는 비율이 높은 편이다. 밭이 차지하는 비율은 60%를 기점으로 낮아지며, 하우스는 경지 중 차지하는 비율이 10%이하인 경우가 98.3%, 과수는 경지 중 차지하는 비율이 10%이하인 경우가 91.4%, 기타는 경지 중 차지하는 비율이 10%이하인 경우가 98.3%로 나타났다.

<표 1-39> 경지 특성 (case : 전북)

	전체 중 경지			경지 중 논			경지 중 밭			경지 중 하우스			경지 중 과수			경지 중 기타		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	1,423	54.9		1,479	57.0		1,481	57.1		2,182	84.2		2,102	81.1		1,868	72.0	
10%이하	407	15.7	34.8	28	1.1	2.5	88	3.4	7.9	404	15.6	98.3	449	17.3	91.4	713	27.5	98.3
20%이하	206	7.9	17.6	37	1.4	3.3	115	4.4	10.3	4	0.2	1.0	28	1.1	5.7	7	0.3	1.0
30%이하	138	5.3	11.8	66	2.6	5.9	174	6.7	15.6	1	0.0	0.2	3	0.1	0.6	1	0.0	0.1
40%이하	109	4.2	9.3	120	4.6	10.8	190	7.3	17.1	1	0.0	0.2	7	0.3	1.4	2	0.1	0.3
50%이하	65	2.5	5.6	142	5.5	12.7	165	6.4	14.8				3	0.1	0.6			
60%이하	61	2.4	5.2	172	6.6	15.4	143	5.5	12.9									
70%이하	56	2.2	4.8	175	6.8	15.7	84	3.2	7.6									
80%이하	60	2.3	5.1	156	6.0	14.0	50	1.9	4.5									
90%이하	63	2.4	5.4	87	3.4	7.8	30	1.2	2.7							1	0.0	0.1
100%이하	5	0.2	0.4	131	5.1	11.8	73	2.8	6.6	1	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.1
합계	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0
유효합계	1,170	45.1		1,114	43.0		1,112	42.9		411	15.9		491	18.9		725	28.0	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

3. 총화

앞 장의 8개 시범지역 표본설계 연구에서 Dalenius-Hodges법, 군집분석 중 Ward법을 활용하는 두 가지 방법 등 세 가지 총화법을 비교한 결과 경지면적, 논면적, 밭면적 변수를 각각의 표준편차로 나눈 변수를 사용하는 Ward법이 가장 효율적인 것으로 나타났다. 이러한 결과가 전라북도에서도 나타나는 지를 검토해보았다. 다음의 <표 4-3>는 전북지역 자료를 기초로 다양한 총화 방법을 사용했을 때의 상대표준오차를 계산한 결과이다.

<표 1-40>의 결과는 8개 시범지역과 대동소이한 결과를 보여주고 있다. 먼저 세가지 총화방법에 따른 상대표준오차의 차이가 큰 것은 아니지만, 중요 관심변수인 경지면적과 논면적, 밭면적의 상대표준오차를 최소화하는 면에서 Ward 1법이 다소 나을 것으로 보이며, 총수는 시범조사와는 달리 4개

로 하는 것이 가장 효과적일 것으로 판단된다. 전북지역 이외 나머지 지역의 결과는 부록에 수록하였다.

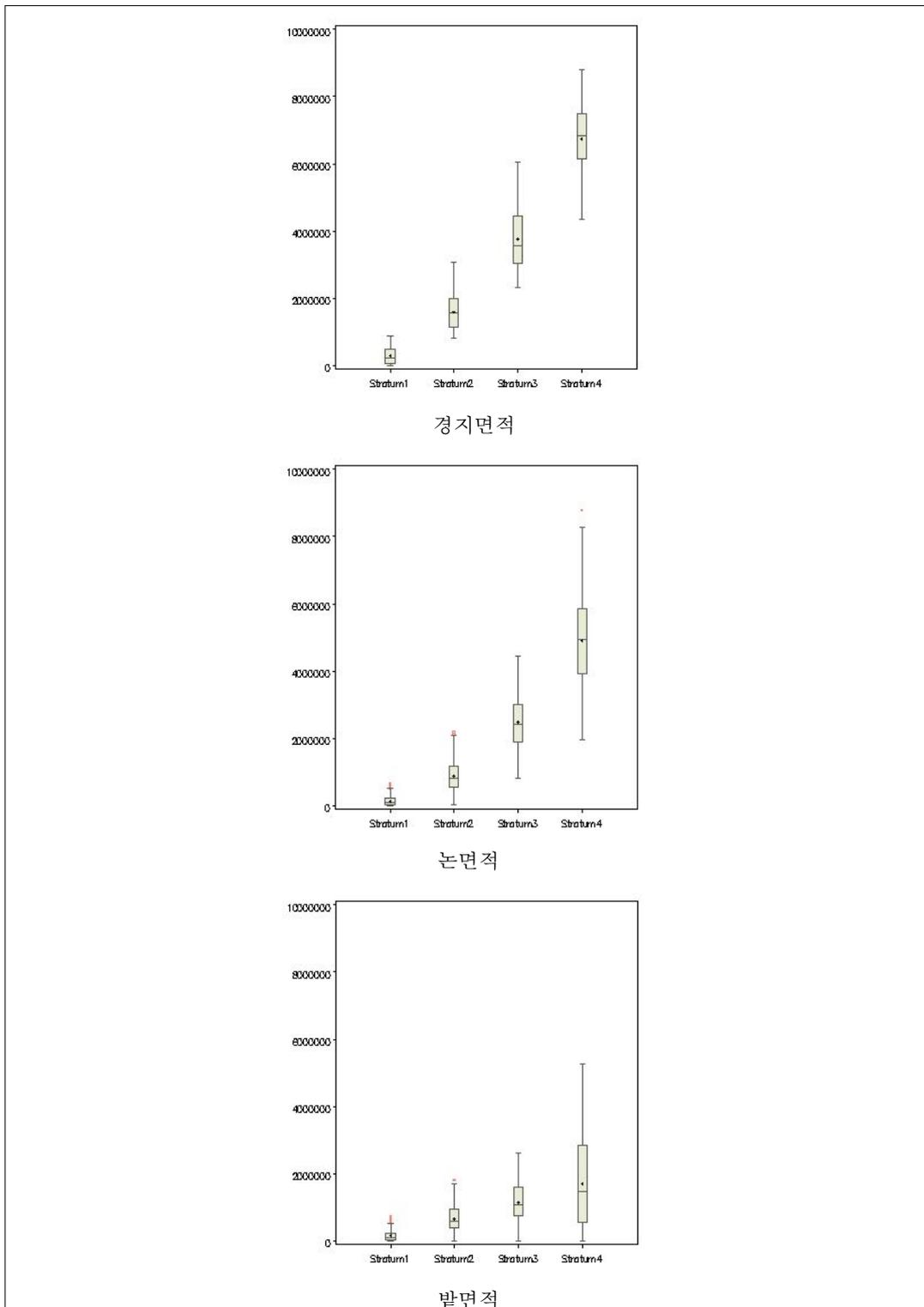
<표 1-40> 방법에 따른 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 전북)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경지면적	3.0	2.0	1.4	1.1	1.0
	논	3.8	2.8	2.3	2.1	2.0
	밭	4.8	4.0	3.7	3.6	3.6
	하우스	15.1	14.1	14.1	13.4	13.6
	과수	13.6	13.5	12.8	13.1	13.1
	기타	8.8	8.7	8.2	8.4	8.3
Ward Method1	경지면적	2.8	2.1	1.4	1.4	1.3
	논	3.5	2.9	2.2	1.8	1.6
	밭	5.0	5.3	4.3	3.3	3.3
	하우스	14.6	16.6	14.1	14.2	14.6
	과수	14.8	16.2	14.0	14.1	14.2
	기타	9.6	10.1	8.8	8.7	8.6
Ward Method2	경지면적	3.2	2.3	2.3	1.7	1.6
	논	4.3	3.5	3.0	2.4	2.0
	밭	5.9	4.6	3.4	2.8	2.6
	하우스	18.4	16.5	16.7	14.5	14.6
	과수	17.5	16.0	15.5	13.8	13.8
	기타	11.0	9.8	9.6	8.5	8.5

전북지역에 대해 Ward법에 의해 4개의 층을 구분하였는데, 층화의 타당성을 확인하기 위해 각 층별 피복도의 경지면적, 논면적, 밭면적에 대한 기초통계를 정리한 결과가 <표 1-41>에 소개되어 있다.

먼저 <표 1-41>의 층별, 변수별 상자그림을 보면, 각각의 변수에 대해 층별 상자그림이 대체로 겹치지 않고 뚜렷이 구분되고 있음을 확인할 수 있다. 이는 PSU의 특성에 따라 합리적인 층화가 이루어졌음을 보여주는 결과이다.

<표 1-41> 각 층별 피복도의 경지면적, 논면적, 밭면적에 대한 기초통계



4. 표본크기 결정

8개 시범역 표본설계 시에는 표본크기를 결정할 때 시군별 목표 상대표준 오차를 10%로 하였다. 하지만 전국 표본설계에서의 목표오차 수준을 얼마로 하는 것이 바람직한지에 대해서는 새로이 검토해야 한다. 여러 가지 현실적인 여건과 상황을 검토한 결과 본 연구에서는 도별 추정의 정확성을 담보할 수 있도록 하는 표본크기를 결정하기로 하였다. 그러면서도 가급적이면 소지역별 추정이 가능하도록 할 것을 염두에 두기로 하였다.

각 도별 경지면적 추정값의 목표 상대표준오차를 5%에서 7%로 변화시켰을 때 각각 구한 표본크기와 추출률이 다음의 <표 1-42>에 나와 있다. 도별 추정만을 염두에 둔다면 목표상대표준오차를 7%로 해도 될 것으로 보이나 시군별 추정도 추가적으로 고려하여 목표오차를 6%로 결정하기로 한다.

<표 1-42> 목표오차별 전국 표본크기와 추출율 비교

	목표오차			PSU 총 개수
	5%	6%	7%	
표본크기	2,631	1,948	1,495	14,640
추출률(%)	18.0	13.3	10.2	

<표 1-43> 광역시별 최종 표본 크기와 추출율

지역	PSU 개수	Sample Size	추출율
전체	14,640	1,949	13.3
전북	1,170	210	17.9
강원	1,952	313	16.0
경기	1,831	252	13.8
경남	1,919	229	11.9
경북	2,784	227	8.2
전남	2,250	249	11.1
제주	258	118	45.7
충남	1,424	169	11.9
충북	1,052	182	17.3

다음으로는 각 도별로 목표 상대표준오차를 6%로 했을 때 얻어진 도별 표본크기와 추출률을 정리한 결과가 <표 1-43>에 나와 있다. 전국 표본의 추출률은 13.3%였는데, 경북이 최소 8.2% 추출률로 나타난 반면, 제주는 경지면적이 적은 관계로 최고인 45.7% 추출률이 나타났다.

5. 표본배분

도별로 결정된 표본크기를 층별로 배분해야한다. 소지역별 추정을 가능하게 하기 위해 층변수 이외에 시군구라는 지역변수도 고려하기로 한다. 먼저 층별로 비례 배분, 네이만 배분, 비례 배분, 파워 배분을 실시한 후, 이를 시군별로 비례 배분하는 방법을 사용하였는데, <표 1-44>는 전북지역의 표본 배분 결과를 나타내고 있다.

<표 1-44> 층별, 시군구별 표본배분(Case: 전북)

	1층	2층	3층	4층
고창군	35/6/6/8	16/3/3/3	3/1/0/1	38/9/12/9
군산시	24/4/4/6	11/2/2/2	18/4/3/3	0/0/0/0
김제시	23/4/4/6	17/3/4/4	21/4/5/4	20/5/4/4
남원시	64/10/12/11	29/6/5/4	8/2/0/0	1/0/0/0
무주군	54/9/5/5	25/5/5/4	0/0/0/0	1/0/0/0
부안군	44/7/6/6	10/2/2/3	17/3/4/4	13/3/3/4
순창군	53/8/10/10	22/4/3/3	0/0/0/0	1/0/0/0
완주군	92/15/13/10	18/4/4/4	3/1/1/1	7/2/1/2
익산시	28/4/5/6	14/3/2/2	25/5/5/4	12/3/3/4
임실군	53/8/9/8	31/6/6/5	0/0/0/0	3/1/0/0
장수군	51/8/7/7	21/4/5/5	0/0/0/0	3/1/0/1
전주시	27/4/5/7	2/0/0/0	5/1/1/2	2/0/0/0
정읍시	42/7/8/9	23/4/7/6	11/2/2/3	23/5/6/5
진안군	82/13/11/9	22/4/4/4	0/0/0/0	2/0/0/0

PUS개수/비례배분/네이만배분/파워배분

위의 배분결과를 토대로 하여 최종 결정된 전북지역의 시군구별 표본배분 결과는 다음의 <표 1-45>에 나온 바와 같다. 전북 이외 지역의 시군구별 표본배분 결과는 부록에 수록되어 있다.

<표 1-45> 층별, 시군구별 표본배분 결정(Case : 전북)

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
고창군	4	6	0	8	18
군산시	3	0	4	0	7
김제시	4	3	6	6	19
남원시	12	4	1	0	17
무주군	11	3	0	1	15
부안군	7	1	1	2	11
순창군	10	4	0	0	14
완주군	21	6	1	3	31
익산시	3	1	5	2	11
임실군	11	5	0	1	17
장수군	8	7	0	1	16
전주시	2	1	1	2	6
정읍시	3	4	3	4	14
진안군	8	6	0	0	14
총합	107	51	22	30	210

6. 표본추출

앞의 3장에서 8개 시범 지역 자료를 이용하여 PSU 및 SSU의 추출방법을 검토하였다. 그 결과 1차 추출은 층별 PSU의 경지면적 순으로 정렬한 후 계통 추출하는 방식을 적용하기로 하였고, 2차 추출은 표본 PSU내에서 경지가 있는 SSU를 논면적 순으로 정렬한 후 계통추출하는 방식을 적용하기로 하였다. 여기서 정렬을 위한 자료로는 피복도의 피복도 자료를 활용하게 된다.

가. 1차 추출

PSU를 추출하는 1차 추출 과정을 설명하면 다음과 같다. 기본적으로는 층화계통추출법(stratified systematic sampling)을 따르는데 상세히는 다음의 단계를 따른다.

- ① 도별 PSU를 층화한 후, 각 층 안에서 시군별로 PSU의 경지면적 순으로 정렬한다. 이때 경지면적이 “0”인 PSU는 제외시킨다.

② 각 층마다 모집단 PSU의 수(N)와 표본 PSU 수(n)를 이용해 추출 간격($k=N/n$)을 정한다.

③ $1\sim k$ 사이의 난수(r)를 랜덤하게 추출하여 $r+(n-1)k$ 번째 PSU를 표본 PSU로 추출한다(여기서 $n=1,2,\dots,n$).

④ 기본적으로 순환계통추출을 적용하며, 공간 종속 특성을 반영해 인접한 셀이 표본으로 선정되지 않도록 표본을 추출한 후, PSU의 위치를 확인해 인접한 셀이 표본으로 선정되는 경우 표본을 인접한 다른 셀로 대체한다.

나. 2차 추출

표본 PSU 내에서 SSU를 추출하는 2차 추출은 다음과 같은 과정으로 수행한다.

① 표본 PSU의 경지면적 및 발면적 크기를 기초로 하는 군집특성에 따라 추출할 2차 추출 표본크기(m)를 결정한다.

② 표본 PSU마다 경지면적이 “0”인 SSU를 제외한 후 남은 SSU의 수(M)를 파악한다. M의 크기가 추출해야 할 표본 SSU 수(m)보다 작으면, 모든 SSU를 다 표본으로 추출한다. 그리고 2차 추출의 가중값을 1로 계산한다.

③ M의 크기가 추출해야 할 표본 SSU 수(m)보다 클 경우, 모집단 SSU의 수(M)와 표본 SSU 수(m)를 이용해 추출간격($k=M/m$)을 정한다.

④ $1\sim k$ 사이의 난수(r)를 랜덤하게 추출하여 $r+(m-1)k$ 번째 SSU를 표본 SSU로 추출한다(여기서 $m=1,2,\dots,m$).

⑤ 기본적으로 순환계통추출을 적용하며, 공간 종속 특성을 반영해 인

접한 셀이 표본으로 선정되지 않도록 표본을 추출한 후 SSU의 위치를 확인해 인접한 셀이 표본으로 선정되는 경우 표본을 추가로 추출한다.

7. 추정

가. 기호 설명

추정식을 소개하기 전에 먼저 추정에서 사용할 기호들을 다음과 같이 간단히 정의하기로 하자.

- Y : 모집단 총계
- τ : 환경피복도의 모집단 총계(이미 확보한 자료)
- k : A도의 k번째 시군
- h : k시군의 h 번째 층 ($h=1,2,3,4$)
- i : i 번째 psu
- j : j 번째 ssu
- $y_{khi j}$: k시군의 h 층에 속한 i 번째 PSU의 j 번째 ssu의 속성값 (경지, 논, 밭 등)
- $y_{khi .}$: k시군의 h 층에 속한 i 번째 PSU의 총계 추정값
- $w_{khi j}$: k시군의 h 층에 속한 i 번째 PSU에서 j 번째 ssu의 설계가중값
- $w_{khi .}$: k시군의 h 층에 속한 i 번째 PSU의 설계가중값
- N_{kh} : k시군의 h 층에 속한 모집단 PSU의 수
- n_{kh} : k시군의 h 층에 속한 표본 PSU의 수
- $f_{kh} = \frac{n_k}{N_k}$: h 층 PSU의 추출확률
- M_{khi} : k시군의 h 층, i 번째 PSU의 모집단 ssu의 수
- m_{khi} : h 층, i 번째 PSU의 표본 SSU 수

$$-f_{khi} = \frac{m_{khi}}{M_{khi}} : h\text{층 SSU의 추출확률}$$

나. 가중값 계산

본 표본설계는 층화 집락 2단 추출법에 의해 이루어졌는데, 층별 네이만 배분을 적용하였고, 1차 및 2차 추출에서도 추출단위별 추출률이 서로 달라 기본적으로 모든 추출단위들의 가중값이 서로 다른 복합표본설계(complex survey design)의 성격을 지닌다. 따라서 추정을 위해서는 먼저 추출단계별 가중값을 계산하는 것이 필요하다.

가중값의 계산은 1차추출과 2차추출로 나누어 고려하게 된다. 1차추출은 PSU를 추출하는 단계인데, 표본 PSU의 1차 가중값 (w_{1kh})은 층별 추출률의 역수로 다음과 같은 식에 의해 구해질 수 있다.

$$w_{1kh} = \frac{N_{kh}}{n_{kh}}$$

2차 추출은 PSU 내 SSU를 추출하는 과정인데, 2차 가중값 역시 PSU 내의 모집단 SSU수(M_{khi})를 표본 SSU수(m_{khi})로 나눈 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$w_{2khi} = \frac{M_{khi}}{m_{khi}}$$

PSU 내의 모집단 SSU수가 표본으로 추출해야 할 SSU수보다 적을 경우 2차 추출 가중값은 1이 된다.

최종 가중값은 위에서 구한 1차 가중값과 2차 가중값을 곱하면 되는데 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$w_{khi} = w_{1kh} \cdot w_{2khi} = \frac{N_{kh}}{n_{kh}} \cdot \frac{M_{khi}}{m_{khi}}$$

다. 단순추정

복합표본설계에서 단순추정이란 최종 추출단위에 대한 조사변수값(y_{khij})과 가중값(w_{khij})만을 사용하는 추정방식이다. 조사변수 이외의 보조정보를 일체 활용하지 않는 가장 단순한 형태의 추정량이다.

k 지역에 대한 시군단위의 총계 추정량과 추정분산의 식은 각각 다음의 식과 같다.

$$\hat{Y}_k = \sum_{h=1}^4 \sum_{i=1}^{n_{kh}} \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij}$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_k) = \sum_{h=1}^4 \hat{V}_{kh}(\hat{Y}_k)$$

$$\hat{V}_{kh}(\hat{Y}_k) = \frac{n_{kh}(1-f_{kh})}{n_{kh}-1} \sum_{i=1}^{n_{kh}} (y_{khi} \cdot - \bar{y}_{kh})^2$$

여기서 $y_{khi} \cdot = \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij}$, $\bar{y}_{kh} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{kh}} y_{khi} \cdot}{n_{kh}}$ 이다.

한편, 총계추정량에 대한 상대표준오차(relative standard error)는 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\widehat{CV}(\hat{Y}_k) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\hat{Y}_k)}}{\hat{Y}_k}$$

참고로 위에 소개한 추정식은 복합조사 데이터에서의 분산추정을 위한 근사식으로 테일러 전개에 의한 선형 근사식을 사용한 추정식(Sarndal 등, 1993)이므로 SAS나 R 또는 SUDAAN 같은 복합조사 데이터분석을 위한 전문 소프트웨어를 이용하면 별도의 프로그램을 작성하지 않고도 직접 분산추

정값을 계산 가능하다는 장점이 있다.

라. 회귀추정

영상기반 표본조사에서 최종적인 조사변수는 영상처리 결과 얻어진 면적 정보인데, 이와는 별도로 모집단의 모든 조사단위에 대한 피복도의 면적 정보가 주어진다. 이런 상황일 때 당연히 고려하게 되는 추정량으로 보조정보를 활용하는 회귀추정량이 있다. 피복도의 면적 정보와 영상처리 결과 얻어지는 면적 정보 사이에 상관성이 높을수록 회귀추정량은 단순추정량에 비해 효율이 높은 것이 널리 알려져 있다.

전국 표본설계를 위해 층화를 사용하였는데, 층화 추출에서 사용할 수 있는 회귀추정법으로는 분리회귀추정(separate regression estimation)과 결합회귀추정(combined regression estimation)이 있다. 일반적으로 층별 회귀계수의 변동이 작으면 결합회귀추정이 효과적인 것이 알려져 있는데, 8개 지역 시범조사 자료에 적용한 결과 결합회귀추정이 바람직한 것으로 나타나 여기서서는 결합회귀추정량을 소개하기로 한다.

먼저 회귀추정량은 다음과 같은 식으로 표시되는데, 단순추정량의 식에 약간의 보정을 가하는 것임을 알 수 있다. 표본과 모집단에 대한 보조정보의 차이를 파악하여 이를 추정값에 반영하는 방식임을 알 수 있다. 추정식에 사용되는 b_{kc} 는 관심변수와 보조변수에 대한 회귀계수 추정량이다.

$$\widehat{Y}_{kc} = \widehat{Y}_k + b_{kc}(\tau_X - \widehat{X}_k)$$

$$\text{여기서, } \widehat{Y}_k = \sum_{h=1}^4 \sum_{i=1}^{n_{kh}} \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij}, \quad \widehat{X}_k = \sum_{h=1}^4 \sum_{i=1}^{n_{kh}} \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot x_{khij} \text{ 이며,}$$

$$b_{kc} = \frac{\sum_h \frac{W_{kh}^2 (1 - f_{kh})}{n_{kh} (1 - n_{kh})} \sum_i^{n_{kh}} (y_{khi} - \bar{y}_{kh})(x_{khi} - \bar{x}_{kh})}{\sum_h \frac{W_{kh}^2 (1 - f_{kh})}{n_{kh} (1 - n_{kh})} \sum_i^{n_{kh}} (x_{khi} - \bar{x}_{kh})^2}$$

다음으로 위 회귀추정량에 대한 분산추정량은 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$\widehat{V}_{kc} = \sum_h \frac{W_{kh}^2 (1 - f_{kh})}{n_{kh} (1 - n_{kh})} \sum_i^{n_{kh}} [(y_{khi} - \bar{y}_{kh}) - b_{kc}(x_{khi} - \bar{x}_{kh})]^2$$

제 5 장. 전라북도 시범조사 결과

1. 개요

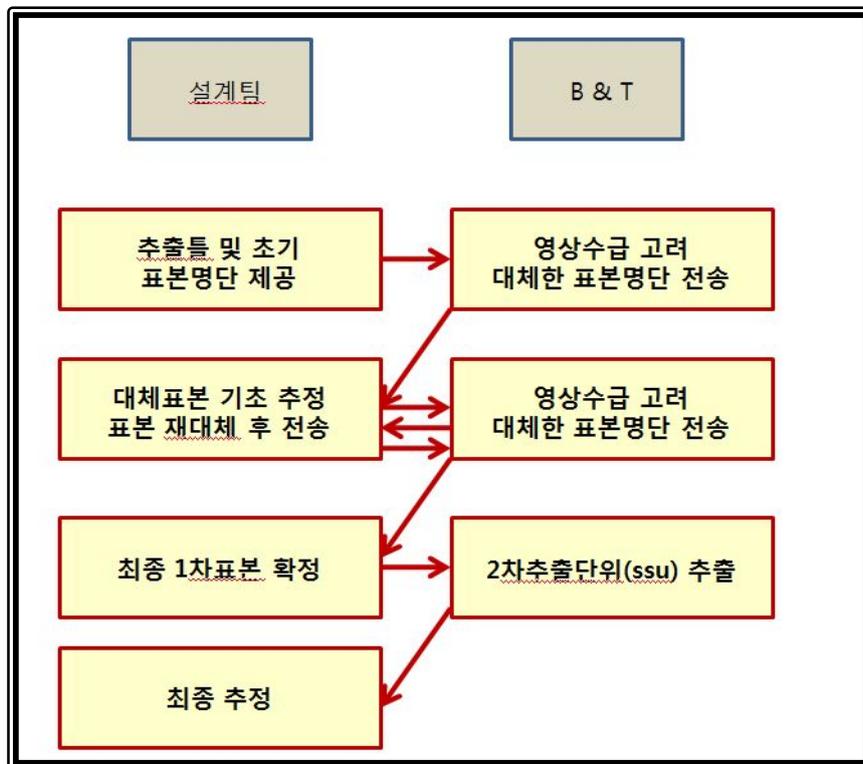
본 연구는 우리나라에서 최초로 실시하는 영상기반 표본조사에 관한 연구이다. 세계적으로도 피복도를 추출틀로 하여 표본을 설계한 후, 현장조사가 아닌 영상처리를 통한 자료 추출로 경지면적을 추정하는 경우는 유례가 없다고 할 것이다. 그러므로 이러한 영상기반 표본조사 결과가 실제 현장조사를 통해 이루어지는 기존의 조사를 대치할 만한 조사인지를 면밀하게 검토할 필요가 있다. 이에 앞의 4장에서 제공된 전국 표본 중 1개도를 시범지역으로 정하여 표본에 대한 영상처리를 실시함으로써 그 지역의 경지면적, 논면적, 밭면적 등을 추정하고자 한다. 이 조사를 통해 얻게 되는 결과를 동일한 시기의 실제 현장조사 결과와 비교함으로써 영상기반 표본조사의 적절성을 평가하고자 한다. 아울러 이를 통해 전국 표본조사로 확대 실시하기 전에 보완하거나 추가적으로 고려해야 할 사항들을 파악하고자 한다.

시범조사를 위한 대상 지역으로는 전라북도가 선정되었다. 전라북도에는 비교적 넓은 경지가 존재하고, 논지역과 밭지역이 적절히 섞여 있어 논과 밭의 특성을 모두 관찰할 수 있어 시범조사 지역으로는 무난한 것으로 보인다. 무엇보다 전라북도 지역이 2009년 피복도 영상자료 확보하는 면에서 가장 손쉬운 지역이라는 점이 중요하게 고려되기도 했다.

앞 장의 표본설계를 통해 실제 추출된 표본 지점에 대해 추가적인 영상처리 작업을 실시하여 구체적인 자료를 얻게 된다. 개별 추출단위에 대한 면적 자료가 얻어지고 나면 이를 근거로 전라북도 및 도내 개별 시군들의 경지면적들을 추정하게 된다. 본 연구에 사용된 환경부 피복도 자료가 2009년의 자료이므로 동일한 시점에 실제 현장조사를 통해 얻어진 농업면적조사 추정 결과와 본 연구의 추정 결과를 비교함으로써 영상기반 표본조사의 적절성을

평가한다. 두 조사의 결과는 논, 밭 및 경지면적의 추정값과 상대표준오차 비교를 통해 이루어지게 된다.

참고로 표본설계를 통해 먼저 표본 PSU가 선정되어 PSU에 대한 ID 정보가 영상처리 팀에 전달되고 나면, 영상처리 팀에서는 해당 PSU에 대한 피복도 화면을 확보하여야 한다. 부분적으로 일부 표본으로 선정된 PSU의 피복도 확보가 어려운 상황이 발생하게 된다. 해당 지역의 영상화면이 누락되었거나 영상화면이 존재한다고 해도 구름이 끼거나 하여 영상화면이 선명하게 구분되지 않는 경우가 발생하게 된다. 또 경우에 따라서는 하나의 PSU에 대한 자료를 얻기 위해서는 여러 장의 피복도 화면이 필요한 상황이 생기기도 한다. 이와 같이 표본 PSU의 영상화면 확보가 어려운 경우에는 표본의 대체(substitution)를 허용하기로 한다. 다음의 <그림 1-24>는 전라북도 시범조사를 위한 단계들을 나타내는 그림이다.



<그림 1-24> 1개도 시범조사 순서도

영상기반 표본조사에서의 추정 결과와 2009년 현지 실측조사를 통해 얻어진 경지면적조사의 결과를 비교함으로써 영상기반 표본조사의 가능성을 타진해보기로 하자.

2. 추정 결과 비교

가. 전반적 비교

환경부의 피복도 자료를 추출틀로 이루어진 표본설계를 통해 추출된 표본에 대해 영상처리를 실시하여 데이터를 얻었다. 이 데이터를 기초로 구한 전북지역의 경지면적과 논면적 및 밭면적의 추정값과 2009년 농업면적조사에서의 추정값과 상대표준오차를 비교한 결과가 다음의 <표 1-46>에 나와 있다. 참고로 영상표본조사에서는 단순추정량을 사용한 결과이다.

<표 1-46>을 관찰해보면, 경지면적, 논면적, 밭면적에 대한 현장조사와 영상기반조사 추정값의 차이는 각각 2.33%, 0.99%, 5.47%로 나타났다. 경지면적과 논면적의 차이는 미미한 반면, 밭면적의 차이는 무시할 수 없는 차이를 보인다고 할 수 있다. 한편 상대표준오차를 보면, 현장조사는 1.3% 이내로 매우 적은 편이며, 영상표본조사의 경우 약 3% ~ 5.4% 정도로 나타나 처음 표본크기를 결정할 때 세웠던 목표오차 6% 이내로 들어온 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 영상표본조사는 경지면적이거나 논면적의 추정에 있어서는 기존의 현장조사 추정 결과와 큰 차이가 없는 편이나 밭면적의 추정에는 다소 문제가 있을 수 있다는 사실을 지적할 수 있다.

<표 1-46> 전북의 현장조사와 영상표본조사의 단순추정 결과 비교

지역	현장조사		영상표본조사 단순추정				
	추정값 (ha)	RSE(%)	면적 추정값(ha)	추정값의 표준오차	차이	차이 (%)	RSE(%)
경지	205,668	0.1247	215,478.5	7,299.5	-9,810	2.33	3.3876
논	146,164	0.3454	149,089.9	6,558.1	-2,926	0.99	4.3987
밭	59,504	1.2895	66,388.6	3,594.5	-6,885	5.47	5.4144

나. 소지역별 비교: 경지면적

앞에서는 전라북도 전체에 대한 비교를 했는데, 이제부터는 전라북도 내의 소지역별로 각 변수에 대한 추정 결과를 살펴보기로 한다. 2009년 전라북도 소지역별 현장조사와 영상표본조사에서의 경지면적에 대한 단순추정과 회귀 추정 결과는 <표 1-47>과 <표 1-48>에 나온 바와 같다. 이 표들을 통해 관찰한 바는 다음과 같다.

① 소지역별 현장조사와 영상기반조사의 추정 결과를 비교하면, 소지역별로 양상이 엇갈리는 것으로 나타났다. 8개의 시군에서는 영상기반조사 추정값이 크게, 6개의 시군에서는 현장조사 추정값이 크게 나타났다. 전주시(16.05%)를 제외한 나머지 시군들의 차이는 10% 이내였다. 상대표준오차는 장수군(18.24%)을 제외한 모든 지역의 상대표준오차는 15%미만이었다.

② 시군별로 환경부자료를 보조정보로 한 결합회귀추정 결과와 현장조사 결과와의 절대 차이를 계산해보면, 전반적으로 과소 추정되는 경향을 보였다. 두 추정 결과의 상대 차이(%)를 계산해보면, 장수군이 18.1%로 가장 큰 차이를 나타내었고, 완주군 11.6%, 무주군 8.82%의 상대차이를 보였으나, 이들 세 지역을 제외한 나머지 시군은 모두 5.5%미만의 차이를 나타내었다. 상대표준오차를 보면, 임실군이 15.2%로 변동이 가장 심했으며, 무주군 14.3%,

진안군 14.1%, 장수군 11.9% 등 이들 지역을 제외한 다른 지역의 상대표준 오차는 10%미만이였다.

<표 1-47> 경지의 시군별 현장조사와 원격탐사의 단순추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과				
	경지(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	경지면적 추정값(ha)	차이	차이 (%)	RES(%)
전북소계	205,668	0.12	2835	215,478.5	-9,810	2.33	3.38
전주시	5,350	0.28	91	7,395.2	-2,045	16.05	5.99
군산시	14,458	0.17	96	15,788.0	-1,330	4.40	7.06
익산시	24,822	0.20	163	25,111.0	-289	0.58	3.62
정읍시	23,205	0.30	220	19,337.5	3,867	9.09	10.69
남원시	15,579	0.58	216	17,911.0	-2,332	6.96	12.86
김제시	28,325	0.20 7	287	33,175.3	-4,850	7.89	5.47
완주군	12,059	0.49 5	378	13,101.9	-1,043	4.14	8.87
진안군	7,701	1.35	168	7,361.5	340	2.25	14.12
무주군	5,593	0.94	183	5,359.7	233	2.13	10.02
장수군	7,231	0.45	200	7,690.4	-459	3.08	18.23
임실군	7,882	1.77	204	7,548.9	333	2.16	14.10
순창군	9,889	0.35	171	9,686.7	202	1.03	12.79
고창군	24,616	0.26	299	28,274.3	-3,658	6.92	8.30
부안군	18,958	0.22	159	17,736.9	1,221	3.33	3.71

③ 제안된 표본설계 과정을 적용하여 전북의 경지면적 전체 및 시군별 추정 결과를 종합해 보면, 결합회귀추정이 단순추정보다 상대적인 편향 차이가 작으며, 안정적인 결과 생산이 가능함을 알았으나 단순추정 결과도 일부 지역의 상대적 편향이 컸으나 목표수준을 모두 만족하는 결과를 제공하고 있다.

<표 1-48> 경지면적의 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과				
	경지(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	경지면적 추정값(ha)	차이	차이 (%)	RSE(%)
전북소계	205,668	0.12	2835	203,114.7	2,553	0.62	1.52
전주시	5,350	0.28	91	5,774.0	-424	3.81	9.48
군산시	14,458	0.17	96	15,322.9	-865	2.90	7.85
익산시	24,822	0.20	163	26,438.2	-1,616	3.15	6.33
정읍시	23,205	0.30	220	22,047.1	1,158	2.56	6.75
남원시	15,579	0.58	216	17,332.4	-1,753	5.33	5.53
김제시	28,325	0.20	287	28,966.9	-642	1.12	3.08
완주군	12,059	0.49	378	9,558.0	2,501	11.57	4.90
진안군	7,701	1.35	168	7,148.4	553	3.72	14.10
무주군	5,593	0.94	183	4,686.4	907	8.82	14.25
장수군	7,231	0.45	200	5,015.2	2,216	18.09	11.87
임실군	7,882	1.77	204	7,278.0	604	3.98	15.20
순창군	9,889	0.35	171	9,324.5	564	2.94	3.04
고창군	24,616	0.26	299	25,768.3	-1,152	2.29	3.59
부안군	18,958	0.22	159	18,454.5	504	1.35	6.10

다. 소지역별 비교: 논면적

이번에는 논면적에 대해 전라북도 소지역별 추정 결과를 검토해보자. 논에 대한 단순추정과 회귀추정 결과는 <표 1-49>, <표 1-50>과 같다. 논면적에 대한 현장조사와 영상기반조사 추정 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 시군별로 단순추정 결과와 현장조사 결과의 절대 차이를 계산해보면, 남원시가 1,943ha만큼 가장 크게 과대 추정되었으며, 군산시도 1,056ha 만큼 과대 추정된 반면, 정읍시는 489ha만큼 가장 크게 과소 추정되는 등 대체로 현장조사와의 추정 결과차이가 크지 않았다. 두 추정결과의 상대편향을 나타내는 상대 차이(%)를 계산해보면, 무주군이 15.0%로 가장 큰 편향을 보였으나 나머지 다른 시군은 모두 8% 미만의 편향된 결과를 보였다. 상대표준오차를 보면, 진안군이 26.7%로 변동이 가장 심했으며, 장수군도 20.3%, 순창

군 18.4%, 임실군 17.7%, 이들 지역을 제외한 나머지 시군의 상대표준오차가 20%미만이였다.

<표 1-49> 논면적의 현장조사와 영상조사의 단순추정 비교

지역	현장조사 결과		추정 결과				
	논(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	논면적 추정값(ha)	차이	차이 (%)	RSE(%)
전북전체	146,164	0.34	2835	149,089.9	-2,926	0.99	4.39
전주시	3,618	2.78	91	3,501.2	117	1.64	4.97
군산시	13,299	0.32	96	14,354.9	-1,056	3.82	6.78
익산시	20,627	0.56	163	20,206.5	420	1.03	10.13
정읍시	16,508	1.51	220	16,018.9	489	1.50	12.79
남원시	11,531	1.68	216	13,474.3	-1,943	7.77	13.46
김제시	23,616	0.56	287	24,268.6	-653	1.36	6.60
완주군	6,297	2.68	378	6,037.5	260	2.10	11.80
진안군	3,438	3.47	168	2,964.7	473	7.39	26.66
무주군	1,901	4.29	183	2,572.8	-672	15.02	7.36
장수군	3,706	3.34	200	3,932.3	-226	2.96	20.30
임실군	5,213	2.75	204	4,997.3	216	2.11	17.67
순창군	6,749	1.25	171	6,532.5	216	1.63	18.39
고창군	14,588	0.70	299	15,160.1	-572	1.92	10.82
부안군	15,073	0.45	159	15,068.2	5	0.02	5.66

② 논면적 전체에 대한 추정 결과를 보면, 단순추정은 현장조사에 비해 2,926ha 과대 추정하여 0.99%만큼 편향된 결과를 얻었고, 추정의 상대표준오차는 4.40%로 비교적 안정적이었으나 현장조사에 비해 매우 큰 변동성을 보였다. 반면, 결합회귀추정은 13,867ha 과소 추정되어 4.98%만큼 편향된 결과를 보여 단순추정보다 상대적 편향이 매우 컸으나, 추정의 상대표준오차는 2.12%로 현장조사 결과보다는 컸지만 단순추정보다는 매우 안정적이였다. 논면적 추정 결과를 보면 두 추정 결과 모두 도 단위의 목표 상대표준오차를 모두 만족하였으나, 단순추정의 상대적인 편향이 결합회귀추정보다 작았고, 상대표준오차는 결합회귀추정이 단순추정보다 더 안정적인 결과를 제공하고 있었다.

③ 시군별로 환경부자료를 보조정보로 한 결합회귀추정 결과와 현장조사 결과와의 절대 차이를 계산해보면, 전반적으로 과소 추정되는 경향을 보였다. 두 추정 결과의 상대편향을 나타내는 상대 차이(%)를 계산해보면, 진안군이 25.9%로 가장 큰 편향을 보였고, 완주군 23.4%, 임실군 17.6%의 상대 차이를 보였으나 이들 세 지역을 제외한 나머지 시군은 모두 12.5%미만의 편향된 결과를 보였다. 추정결과에 대한 변동성 및 상대적인 안정성을 살펴보는 상대표준오차를 보면, 진안군이 70.6%로 변동이 가장 심했으며, 전주시도 42.7%로 매우 심했다. 그 외 무주군이 21.4%, 임실군 20.5% 등 이들 4개 지역을 제외한 다른 지역의 상대표준오차는 15%미만이였다. 결합회귀추정 결과는 단순추정보다 현장조사와 상대적 편향이 컸으며, 지역에 따라서도 상대표준오차가 매우 크게 나타났다. 이는 SSU 크기에서 논과 같은 경지 세분류별 자료가 환경부 자료와 원격탐사 자료사이에 차이가 크기 때문에 나타난 결과이다.

<표 1-50> 논에 대한 시군별 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과					
	논(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	논면적 추정값(ha)	추정값 표준오차	차이	차이 (%)	RSE(%)
전북전체	146,164	0.3454	2835	132,296.7	2,809.82	13,867	4.98	2.1239
전주시	3,618	2.7890	91	2,846.8	1,214.40	771	11.93	42.6585
군산시	13,299	0.3201	96	13,642.4	1,053.50	-343	1.27	7.7222
익산시	20,627	0.5600	163	19,427.0	1,742.38	1,200	3	8.9689
정읍시	16,508	1.5166	220	14,763.7	1,443.23	1,744	5.58	9.7755
남원시	11,531	1.6895	216	12,072.7	784.13	-542	2.3	6.4951
김제시	23,616	0.5629	287	22,257.4	809.99	1,359	2.96	3.6392
완주군	6,297	2.6877	378	3,911.4	485.04	2,386	23.37	12.4008
진안군	3,438	3.4740	168	2,025.3	1,429.08	1,413	25.86	70.5620
무주군	1,901	4.2991	183	1,823.3	389.57	78	2.09	21.3664
장수군	3,706	3.3479	200	2,899.7	442.41	806	12.21	15.2569
임실군	5,213	2.7503	204	3,656.7	750.36	1,556	17.55	20.5200
순창군	6,749	1.2538	171	5,714.7	479.51	1,034	8.3	8.3908
고창군	14,588	0.7079	299	12,892.0	423.31	1,696	6.17	3.2835
부안군	15,073	0.4547	159	14,363.5	1,312.25	709	2.41	9.1360

제안된 표본설계 과정을 적용하여 전북의 논면적 전체 및 시군별로 추정된 결과를 종합해 보면, 단순추정이 결합회귀추정보다 상대적인 편향 차이가 작으며, 전반적으로 상대표준오차도 단순추정이 목표 수준을 만족하므로 더 안정적인 결과를 제공한다고 할 수 있다.

라. 소지역별 비교: 발면적

이번에는 발면적에 대해 전라북도 소지역별 추정 결과를 검토해보자. 논에 대한 단순추정과 회귀추정 결과는 <표 1-51>, <표 1-52>와 같다. 발면적에 대한 현장조사와 영상기반조사 추정 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 발면적 전체에 대한 추정 결과를 보면, 단순추정은 현장조사에 비해 6,885ha 과대 추정하여 5.47%만큼 편향된 결과를 얻었고, 추정의 상대표준오차는 5.41%로 비교적 안정적이었으나 현장조사에 비해 매우 큰 변동성을 보였다. 반면, 결합회귀추정은 11,314ha 과대 추정되어 8.68%만큼 편향된 결과를 보여 단순추정보다 상대적 편향이 매우 컸으나, 추정의 상대표준오차는 2.86%로 현장조사 결과보다는 컸지만 단순추정보다는 매우 안정적이었다. 발면적 추정 결과를 보면, 두 추정 결과 모두 도 단위의 목표 상대표준오차를 모두 만족하였으나 추정값은 단순추정이나 결합회귀추정 모두 현장조사 결과보다 과대 추정된 결과를 보였다. 단순추정의 상대적인 편향이 결합회귀추정보다 작았으나 상대표준오차는 목표수준을 모두 만족하였지만 결합회귀추정이 단순추정보다 더 안정적인 결과를 제공하고 있다.

② 시군별로 단순추정 결과와 현장조사 결과의 절대 차이를 계산해보면, 남원시가 4,198ha만큼 가장 크게 과대 추정되었으며, 고창군 3,086ha, 전주시 2,162ha 만큼 과대 추정된 반면, 정읍시는 3,378ha만큼 가장 크게 과소 추정되었고, 부안군도 1,216ha만큼 과소 추정되었다. 두 추정결과의 상대편향을

나타내는 상대 차이(%)를 계산해보면, 전주시가 38.4%로 가장 큰 편향을 보였으며, 정읍시 33.7%, 김제시 30.8%, 부안군 18.6%로 큰 편향을 보였으나 나머지 다른 시군은 모두 15% 미만의 편향된 결과를 보였다. 추정결과에 대한 변동성 및 상대적인 안정성을 살펴보는 상대표준오차를 보면, 군산시가 29.2%로 변동이 가장 심했으며, 익산시 27.3%, 장수군 20.9% 등 이들 3개 지역을 제외한 나머지 시군의 상대표준오차가 20%미만이였다.

<표 1-51> 발면적의 현장조사와 원격탐사의 단순추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과					
	밭(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	발면적 추정값(ha)	추정값 표준오차	차이	차이 (%)	RSE(%)
전북전체	59,504	1.2895	2835	66,388.6	3,594.52	-6,885	5.47	5.4144
전주시	1,732	8.2679	91	3,894.0	617.59	-2,162	38.43	15.8601
군산시	1,159	3.4987	96	1,433.1	418.26	-274	10.58	29.1850
익산시	4,195	3.4466	163	4,904.5	1,337.93	-710	7.80	27.2794
정읍시	6,697	6.7359	220	3,318.7	424.13	3,378	33.73	12.7802
남원시	4,048	6.6323	216	4,436.7	723.01	-389	4.58	16.2962
김제시	4,709	2.6711	287	8,906.8	1,230.41	-4,198	30.83	13.8144
완주군	5,762	3.8541	378	7,064.4	684.84	-1,302	10.15	9.6942
진안군	4,263	7.3110	168	4,396.7	670.96	-134	1.54	15.2605
무주군	3,692	2.8992	183	2,786.9	433.21	905	13.97	15.5445
장수군	3,525	5.3454	200	3,758.1	785.02	-233	3.20	20.8888
임실군	2,669	5.4238	204	2,551.7	302.25	117	2.25	11.8453
순창군	3,140	3.4260	171	3,154.2	581.62	-14	0.22	18.4397
고창군	10,028	1.2529	299	13,114.2	1,393.38	-3,086	13.34	10.6250
부안군	3,885	2.6960	159	2,668.7	388.14	1,216	18.56	14.5441

③ 시군별로 환경부자료를 보조정보로 한 결합회귀추정 결과와 현장조사 결과와의 절대 차이를 계산해보면, 전반적으로 과대 추정되는 경향을 보였다. 특히 고창군이 2,848ha만큼 가장 크게 과대 추정되었으며, 익산시 2,816ha, 김제시 2,001ha 등 이들 2개 지역도 큰 값으로 과대 추정된 반면, 장수군은 1,410ha만큼 가장 크게 과소 추정되었다. 두 추정 결과의 상대편향을 나타내는 상대 차이(%)를 계산해보면, 전주시가 25.7%로 가장 큰 편향을 보였고, 익산시 25.1%, 장수군 25.0%로 이들 2개 지역의 상대 편향도 컸으나

이들 세 지역을 제외한 나머지 시군은 모두 20%미만의 편향된 결과를 보였다. 추정결과에 대한 변동성 및 상대적인 안정성을 살펴보는 상대표준오차를 보면, 전주시가 36.1%로 변동이 가장 심했으며, 부안군 21.5%, 장수군 20.3%, 이들 3개 지역을 제외한 다른 지역의 상대표준오차는 약 15%미만이 었다. 결합회귀추정 결과와 단순추정 결과를 비교해 보면, 지역에 따라 상대적 편향의 차이가 매우 다르게 나타났으나 상대표준오차는 대체로 작았다.

<표 1-52> 발면적의 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과					
	밭(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	발면적 추정값(ha)	추정값 표준오차	차이	차이 (%)	RSE(%)
전북전체	59,504	1.2895	2835	70,818.0	2,028.88	-11,314	8.68	2.8649
전주시	1,732	8.2679	91	2,927.2	1,056.88	-1,195	25.65	36.1058
군산시	1,159	3.4987	96	1,680.5	202.31	-521	18.37	12.0386
익산시	4,195	3.4466	163	7,011.2	1,172.59	-2,816	25.13	16.7244
정읍시	6,697	6.7359	220	7,283.4	750.93	-586	4.19	10.3103
남원시	4,048	6.6323	216	5,259.7	410.46	-1,212	13.02	7.8038
김제시	4,709	2.6711	287	6,709.5	375.74	-2,001	17.52	5.6001
완주군	5,762	3.8541	378	5,646.6	261.67	115	1.01	4.6341
진안군	4,263	7.3110	168	5,123.1	527.56	-860	9.16	10.2977
무주군	3,692	2.8992	183	2,863.1	407.98	829	12.64	14.2494
장수군	3,525	5.3454	200	2,115.5	430.31	1,410	24.99	20.3411
임실군	2,669	5.4238	204	3,621.3	568.80	-952	15.14	15.7072
순창군	3,140	3.4260	171	3,609.8	400.10	-470	6.96	11.0837
고창군	10,028	1.2529	299	12,876.3	785.19	-2,848	12.44	6.0980
부안군	3,885	2.6960	159	4,090.9	878.27	-206	2.58	21.4688

제안된 표본설계 과정을 적용하여 전북의 발면적에 대한 시군별 추정 결과를 종합해 보면, 발면적의 원격탐사 추정 결과가 현장조사 결과보다 과대 추정된 경향을 보였다. 특히, 발면적 전체에 대한 추정은 단순추정이 결합회귀추정보다 상대적인 편향 차이가 작았으나 시군별 추정 결과는 지역에 따라 큰 차이를 보였고, 상대표준오차는 전반적으로 결합회귀추정이 더 작다.

제 6 장. 사후관리 방안 및 추후 과제

영상기반 표본조사와 같이 일정한 주기로 조사가 반복되는 계속조사의 경우, 표본설계 후 철저한 사후관리를 통해 표본설계 당시의 수준을 지속적으로 유지, 관리하는 것이 필요하다. 사후관리를 위해 고려해야 할 중요한 쟁점으로는 추출틀 관리와 표본관리 등이 있다.

1. 추출틀 관리 및 전수조사 범위

기존의 현장조사를 통해 이루어지는 농업면적조사의 추출틀은 우리나라 경지총조사 자료를 기초로 한다. 그런데 경지총조사는 5년 주기로 이루어지는 인구주택총조사와는 성격을 달리 한다. 인구주택총조사의 경우 일정 시점을 기준으로 하여 일시적으로 조사가 이루어져 특정 시점의 모집단 상황을 나타낸다. 그러나 경지총조사는 일시적으로 이루어지는 것이 아니라 여러 해에 걸쳐 점진적으로 이루어지며, 조사 주기도 10년 내외가 된다. 그러므로 농업면적조사의 추출틀이 구체적으로 어느 시점의 모집단을 반영하는지가 불명확하다. 또한 모집단 상황에 변동이 생길 경우 이를 민감하게 포착하여 추출틀에 반영시키는지 알기 어렵다. 한마디로 추출틀의 관리에 많은 어려움이 따르는 상황이다.

영상기반 표본조사에서는 기존 농업면적조사에 비해 추출틀 관리 측면에서 효과적일 수 있다. 영상기반 표본조사의 추출틀은 환경부의 피복도 영상이다. 영상기반 표본조사를 위한 1차 추출단위는 3Km x 3Km 크기의 격자이므로, 추출틀은 이는 대한민국 전 국토를 포함하는 Area Frame 성격을 지니게 된다. 피복도 추출틀이 경지총조사 추출틀에 비해 갖는 가장 큰 장점은 추출틀 작성이 편리하다는 것이다. 피복도 영상의 확보가 안정적으로 이루어질 수만 있다면 전국 경지의 변화를 직접 확인하여 관리해야 하는 수고 없이도 추출틀을 관리할 수 있기 때문이다. 환경부에서는 2011년부터 우리나라

전체의 피복도 영상을 매년 갱신하여 5년 주기로 전국을 cover하는 계획을 가지고 있다. 피복도 측면에서 보면 일종의 순환센서스(rolling census)가 이루어진다고 볼 수 있다. 따라서 영상기반조사를 위한 추출틀 확보를 위한 여건이 매우 양호한 상황이다.

전반적인 계획에 따라 5년 주기로 피복도 영상 갱신하는 것과는 별도로 세종시와 같은 행정도시 개발 등의 국가적 개발 계획이 생길 경우 추가적으로 추출틀을 갱신할 필요가 있다. 앞의 2장에서 미국의 사례를 살펴본 바 있는데, 미국에서도 경지의 심각한 변화, 국가계획 등의 요인으로 토지 변화가 심한 주에 대해서는 추출틀을 새롭게 갱신한다. 모집단에 생기는 경지 현황의 변화는 표본 PSU 영상자료에 자연스럽게 반영될 것이다. 하지만 특정지역의 집중적인 개발에 의해 이례적인 변화가 생길 때에는 모집단의 변화를 추출틀에 적절히 반영하는 것이 필요하다. 하나의 PSU 크기가 3Km x 3Km 인데, 전국 표본의 추출률을 20%라고 봤을 때 표본 PSU 하나는 다섯 개의 모집단 PSU, 면적으로 계산하면 $45Km^2$ 를 대표한다. 따라서 평균적으로 봐서 $45Km^2$ 를 초과하는 토지의 변화가 생기는 지역에 대해서는 별도의 영상 촬영을 통해 추출틀을 갱신하는 것이 필요하며 전수조사의 범위는 이에 해당된다.

피복도 영상 촬영이 일정 주기로 체계화된다면, 그에 따라 영상기반 표본 조사를 위한 추출틀도 매년 보정하는 것이 필요하다. 새롭게 개정된 지역 피복도 자료를 기초로 하여 해당 지역 표본의 가중값을 조정해주어야 한다. 이 과정에서 표본을 부분적으로 보정하는 것이 필요한지를 판단할 수도 있을 것이다.

2. 표본관리

추출틀 갱신이 매년 체계적으로 이루어지게 된다면 그에 따라 부분적으로

표본을 보정해가는 것이 효과적이다. 추출틀 갱신이 규칙적으로 이루어질 경우, 기존의 농업면적조사에서와 같이 일정 주기로 표본을 전면 개편하는 방식을 탈피하여 매년 표본을 1/5씩 부분적으로 보정하는 방식의 표본관리가 필요할 것이다.

특정 시점에 대규모 개발 등으로 인해 모집단에 급격한 변화가 생긴 지역에 대해서는 별도의 추가적인 영상자료를 확보함으로써 모집단의 변화를 빠른 시간 내에 표본에 반영해줄 수 있다. 표본설계에서 적용된 지역별 추출률을 사용하면 모집단 내 변화 정도가 어느 정도 이상일 때 이를 표본에 반영해 주어야 하는지를 결정할 수도 있다.

아무튼 추출틀의 변화와 표본 관리는 유기적으로 연결되어 진행되도록 하는 것이 필요하다. 더불어 이러한 변화가 추정값에 어떤 영향을 미치는지도 면밀하게 검토되어야 할 것이다.

3. 추후 연구과제

영상기반 표본조사의 결과는 표본이론 상의 형식적인 목표는 달성하는 것으로 보이지만, 현장조사를 통한 농업면적조사를 완전히 대체할 수 있는 조사가 되기 위해서는 아쉬운 부분이 있다. 향후 영상기반 표본조사를 정착시키기 위해 연구되어야 할 몇 가지 과제로는 다음의 사항들이 있다.

가. 측정오차 규명

본 연구를 관통하는 하나의 가정이 있다면 영상처리를 해서 얻게 되는 면적 데이터를 참값으로 여기는 것이다. 다시 말하자면, 영상처리를 통해 얻게 되는 면적 데이터와 실제 해당지역의 면적은 일치할 것으로 간주하고 있다.

그러나 과연 영상처리를 통해 산출되는 면적과 실제 면적이 반드시 일치하지는 않는 것으로 보인다.

2008년과 2009년 8개 시범지역에 대한 사전연구가 있었는데, 8개 지역의 영상처리 자료를 통해 얻은 모집단 경지면적, 논면적, 밭면적은 해당년도 농업면적조사 결과와 일치하지 않는다. 농업면적조사의 상대표준오차가 매우 작은 것을 고려한다면 이러한 불일치는 영상처리와 실제 관측 사이의 차이일 가능성이 크다. 그럼에도 불구하고 영상처리를 통해 얻는 면적 자료와 실측을 통해 얻는 면적 자료 사이의 차이에 대해 체계적인 검토는 미진한 상황이다.

추후에 영상처리를 통한 데이터와 실측을 통한 데이터를 비교함으로써 영상처리를 통한 관측에서 발생하는 측정오차(measurement error)를 명확히 규명하는 연구가 반드시 이루어져야 할 필요가 있다. 만일 두 가지 측정 사이에 어떤 체계적인 차이가 존재한다면 이를 적절히 반영함으로써 영상기반 표본조사의 정확성을 높일 수 있기 때문이다. 실제 면적이 크고, 지역적으로 고르게 퍼져 있는 경지면적이나 논면적에 비해 밭면적 추정에서 차이가 두드러지는 데에는 측정오차의 문제가 내재되었을 가능성이 클 것으로 의심된다.

나. 명확한 조사목적 하에서의 표본설계 연구

본 연구의 표본크기 결정 단계에서 일차적인 목표로 정한 것은 도별 추정을 일정 수준 이상의 정도로 하는 것이었다. 즉, 도별 추정이 영상기반 표본조사의 일차적인 목표였던 것이다. 이런 면에서 본다면, 전라북도 시범조사 결과는 목표가 달성되었음을 보여준다고 할 수 있다. 그러나 실제로는 도별 추정 외에 시군단위 추정에서도 일정 수준 이상의 결과를 얻었으면 하는 기대가 있었다. 본 연구는 국내에서 처음으로 시도되는 영상기반 표본조사 연

구이었으며 위성영상 수급의 문제점을 동시에 고려했기에 목표 설정의 단계에서 다소 무리함이 존재하였다. 소지역별 추정이 목표라면 처음부터 그에 맞게 표본설계의 방향을 정하고 다양한 방법을 모색하는 것도 좋은 방향이었다고 생각된다.

도별 추정을 목표로 해놓고 추가적으로 소지역별 추정을 하려다 보니 표본 배분 및 추출 과정에서 일부 혼선이 생기게 되었다. 도별 추정이 목표일 경우 추출 규칙을 만든 후 그에 따라 표본을 추출하여 영상처리팀에게 넘긴다. 표본설계팀에서는 추출틀의 모든 단위들을 표본설계 규칙에 따라 정렬한 파일 전체를 넘겼다. 파일에는 각 단위들의 표본추출 여부를 나타내는 변수가 포함되어 있다. 그러면 영상처리팀에서는 일차적으로 표본으로 추출된 PSU에 대한 피복도 영상을 확보하게 된다. 경우에 따라 피복도 영상 확보가 힘든 PSU가 생길 수 있다. 그럴 경우 영상처리팀에서는 제공된 추출틀 파일을 이용하여 해당 PSU와 같은 층에 속하는 다른 PSU로 표본을 대치(substitution)할 수 있도록 하였다.

다. 소지역 단위 조정

본 영상기반 표본조사뿐 아니라 일반적인 전국 단위의 표본조사에서 세부적인 추정을 하고자 할 때 최소 통계작성단위를 정하는 문제는 늘 쟁점이 된다. 통계작성단위가 소지역 단위로 내려갈수록 표본크기가 커져야 하기 때문이다. 우리나라의 행정단위들의 규모가 일정하지 않기 때문에 소지역별 통계를 작성하고자 할 때 여러 문제가 생기게 된다. 가령, 도별로 일정한 목표 오차 수준을 유지하는 표본설계를 할 경우, 서울이나 경기도와 같이 규모가 큰 지역은 문제가 없지만 제주도와 같이 규모가 작은 지역은 문제가 된다. 서울 수준의 목표오차를 유지하려면 제주도는 거의 전수조사에 가까운 추출률이 요구되기 때문이다.

영상기반 표본조사의 경우, 조사변수는 경지의 면적이다. 우리나라 소지역별 경지면적의 규모는 매우 다르다. 행정적으로는 동등한 기초자치단체일지 몰라도 경지면적의 관점에서 볼 때는 결코 각 기초자치단체가 동등하지 않다. 이런 사정을 무시한 채 소지역별 통계를 작성하려 한다면, 경지가 매우 적은 시군에 대해서는 전수조사를 실시해야 한다. 이런 식의 접근 방법은 통계적 효율성 측면에서 매우 불합리하다고 할 것이다.

경지규모를 고려하지 않은 채 무조건 각 소지역별 통계를 작성하는 것보다 경지규모를 고려하여 통계작성단위를 재조정하는 것이 바람직하다. 전라북도를 예로 든다면, 경지규모가 적은 전주시는 인근의 익산시와 통합하여 고려하거나 표본의 대표성이 확보되는 지역만 공표하는 것이다. 이럴 경우 표본규모를 크게 늘리지 않으면서도 소지역 추정의 정확성을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

영상기반 표본조사 방법 개발

(Development of image-based sample survey method)

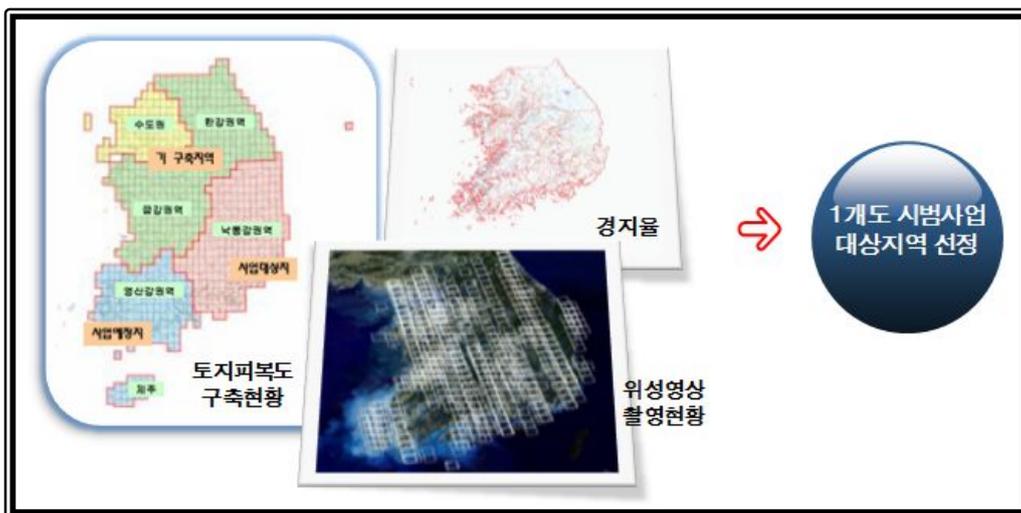
< 2편 : 전라북도 시범사업 중심으로 >

< 색간지 >

제 1 장. 연구대상지선정

1. 연구대상지 선정 방법

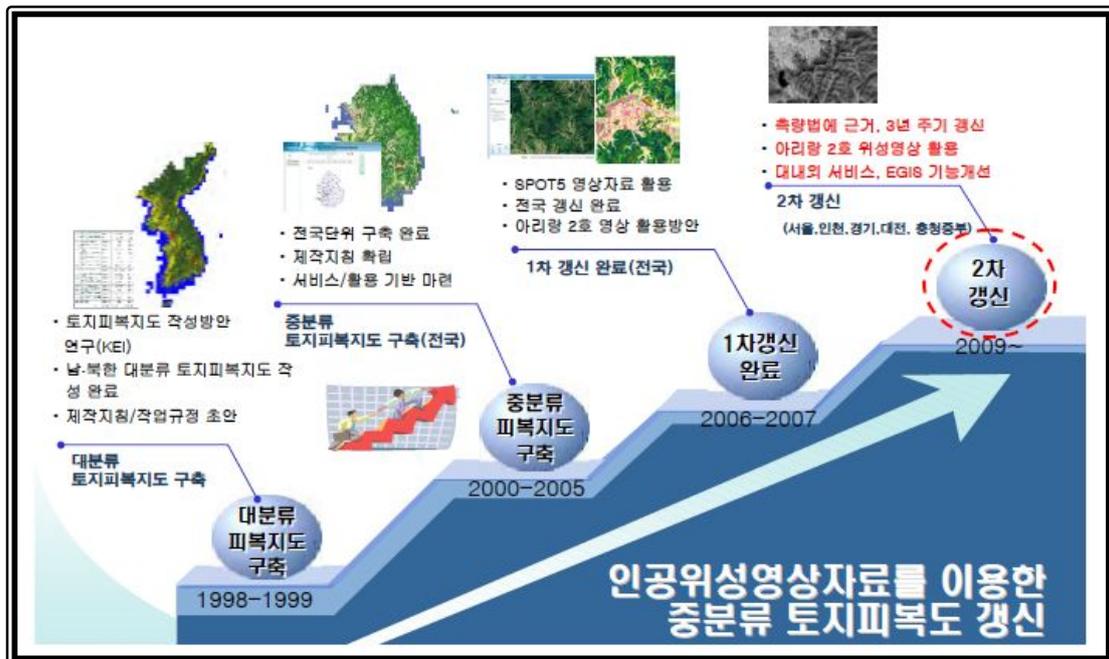
- 새로 개발한 영상기반 표본조사 방법의 안정성을 검증하기 위해 현장조사의 편의성, 영상 획득의 용이성, 지역별 경지 이용 분포 등을 고려하고, 도별 경지 현황 및 경지이용 실태 및 특성을 파악하여 영상기반 표본설계 효과를 효과적으로 파악할 수 있는 1개도를 선정하여야 함
- 이를 위해 우선적으로 모집단 역할을 하는 환경부 토지피복도의 구축현황을 파악하여 사용 가능한 자료의 범위 확인을 첫 번째 조건으로 선정하였으며, 두 번째로, 본 연구가 위성영상을 기반으로 하여 표본을 설계하는 과정이므로 위성영상의 수급을 두 번째 조건으로 선정하였음
- 세 번째로, 본 연구의 목적이 원격탐사기술을 농업통계 생산에 적용하기 위함에 있으므로 원격탐사 분야에서는 다양한 경지의 패턴에 대한 분석이 가능한 지역을, 표본 설계 분야에서는 효과적인 표본 추출 방법을 적용할 수 있도록 경지 비율이 비교적 높은 지역을 대상지 선정의 기준으로 정하였음



<그림 2-1> 시범대상지 선정과정

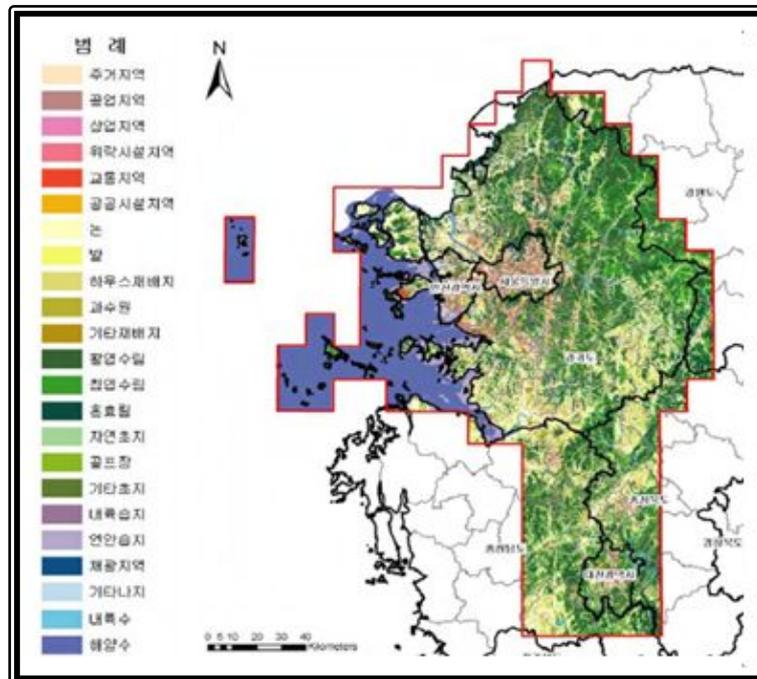
2. 환경부 토지피복도 구축 현황

- 환경부 토지피복도는 1998년 대분류 토지피복지도 제작부터 시작하여 2000년~2005년에 걸쳐 전국단위 중분류 토지피복지도 구축이 완료되었으며, 2006년~2007년에는 전국을 대상으로 1차 갱신 작업이 실시되었음
- 1998년 시범 사업으로 Landsat TM 영상을 사용하여 남한 전역에 대한 대분류 토지피복도를 구축하여 우리나라의 토지 현황을 한 눈에 볼 수 있도록 하였으며, 2000년에 수행된 2차 사업에서는 대분류 항목보다는 세분화하여 환경행정에 필요한 정보를 확인 할 수 있도록 중분류 23개 항목, 세분류 48개 항목의 피복분류를 선정하고 Landsat TM과 5m 공간해상도의 IRS 영상을 사용하여 수도권 지역에 대한 중분류 토지피복도를 구축하였음
- 2002년에 수행된 3차 사업에서는 비도심과 도심지역의 사용 영상을 구분하여 도심지역의 경우 1m 공간해상도의 IKONOS 영상을 사용하여 도심지 특성을 반영한 분류를 수행하였음



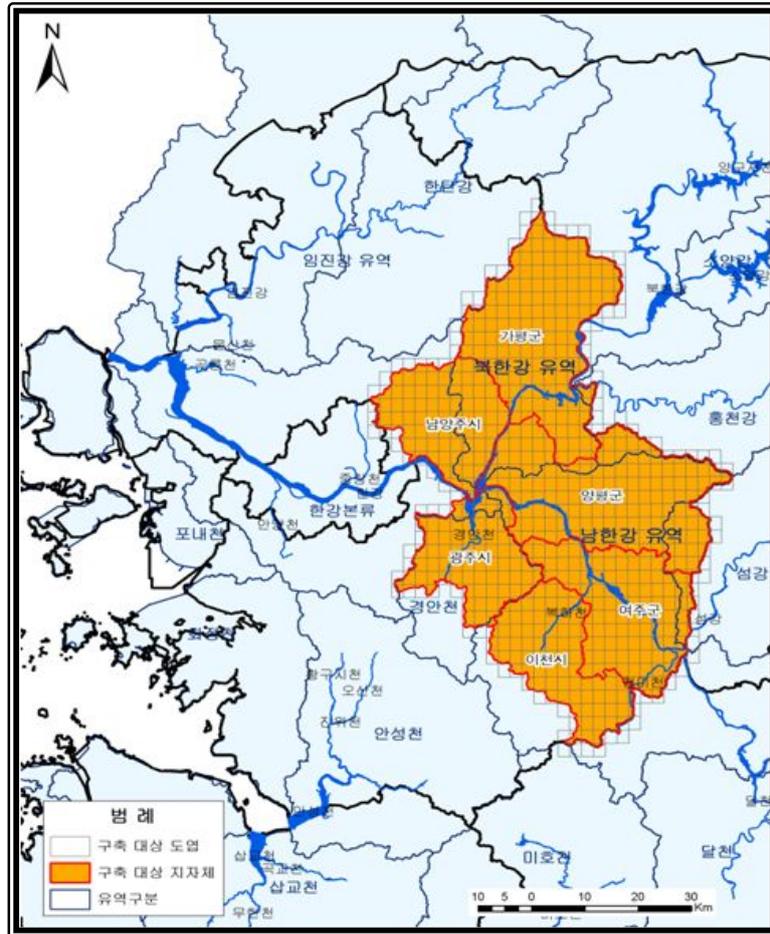
<그림 2-2> 토지피복도 갱신과정

- 2004년에서 2005년에 걸쳐 수행한 4·5차 사업에서는 2.5m 공간해상도의 SPOT5 영상을 사용하여 전국에 대한 1:25,000 중분류 토지피복도 구축을 완료하였음
- 2006~2007년도에는 전국에 대해서 SPOT5 영상을 활용하여 중분류 토지피복도를 일괄 갱신하였음(813도엽)
- 2009년에는 서울, 인천, 경기, 대전, 충청 일부 지역에 대해 1m 공간해상도의 아리랑 2호 영상을 사용하여 중분류 토지피복도를 갱신하였음



<그림 2-3> 2009 토지피복도 갱신지역

- 2010년에는 아리랑 2호 정사영상을 이용하여 북한강 및 남한강 유역에 대한 1:5,000 축척의 세분류 토지피복도 제작 사업을 수행중임



<그림 2-4> 2010 세분류 토지피복도 구축 대상지역

3. 전국 도별 경지분포 현황 분석

- 시범사업 대상지 선정을 위하여 도별 경지율을 조사하였음
- 전국 평균 경지율은 17.3%이나 광역시를 제외하고도 도별 경지율이 6.7% ~ 32.2%로 편차가 매우 심함
- 전국 시도별 행정구역면적 대비 경지율은 광역시를 제외하고 제주가 32.2%로 가장 높으며, 충남(27.5%) 전북이(25.5%) 전남(25.3%)이 다음 순서임
- 전국 경지율 및 분포 현황은 <표 2-1>, <그림 2-5>와 같다.

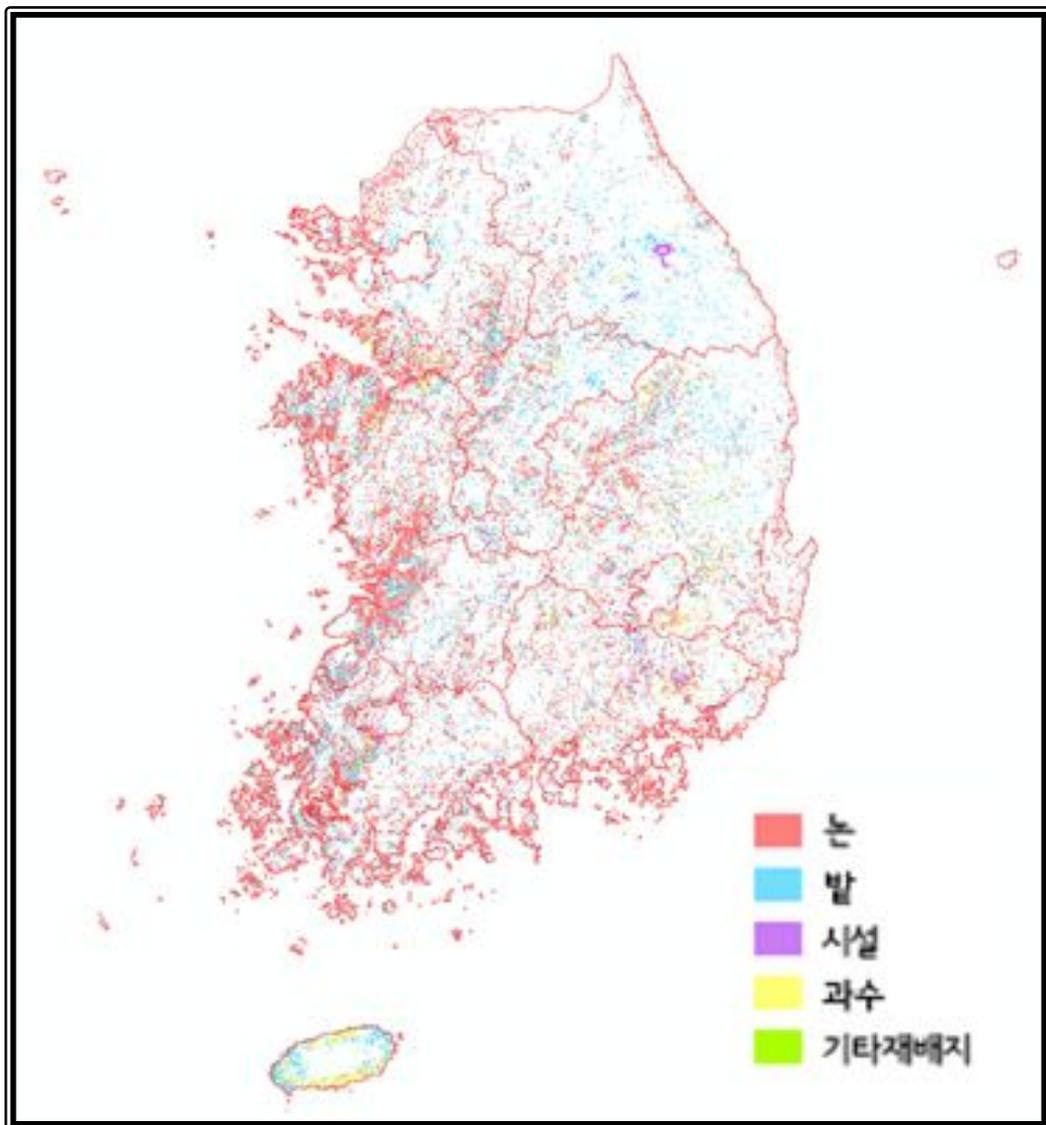
<표 2-1> 전국 도별 경지별 비율

	행정구역 면적(ha)	경지면적 : 계(ha)	경지율 (%)	논면적 (ha)	논비율 (%)	밭면적 (ha)	밭비율 (%)	경지율 (%)
전국	9,989,700	1,736,798	17.4	1,010,287	58.2	726,511	41.8	17.4
서울	60,500	1,340	2.2	536	40.0	804	60.0	2.2
부산	76,600	7,611	9.9	5,025	66.0	2,586	34.0	9.9
대구	88,400	9,644	10.9	5,186	53.8	4,458	46.2	10.9
인천	102,700	20,630	20.1	14,281	69.2	6,349	30.8	20.1
광주	50,100	11,286	22.5	7,560	67.0	3,726	33.0	22.5
대전	54,000	4,831	8.9	2,131	44.1	2,700	55.9	8.9
울산	105,800	12,000	11.3	7,454	62.1	4,546	37.9	11.3
경기	1,013,600	183,466	18.1	103,939	56.7	79,527	43.3	18.1
강원	1,661,300	111,647	6.7	43,869	39.3	67,778	60.7	6.7
충북	743,300	118,919	16.0	52,994	44.6	65,925	55.4	16.0
충남	862,900	237,681	27.5	172,136	72.4	65,545	27.6	27.5
전북	806,100	205,668	25.5	146,164	71.1	59,504	28.9	25.5
전남	1,223,300	309,803	25.3	198,874	64.2	110,929	35.8	25.3
경북	1,902,900	278,665	14.6	144,150	51.7	134,515	48.3	14.6
경남	1,053,200	164,122	15.6	105,930	64.5	58,192	35.5	15.6
제주	184,900	59,485	32.2	58	0.1	59,427	99.9	32.2

※ 출처: 2009, 시군별 논밭별 경지면적, 통계청 사회통계국 농어업생산통계과

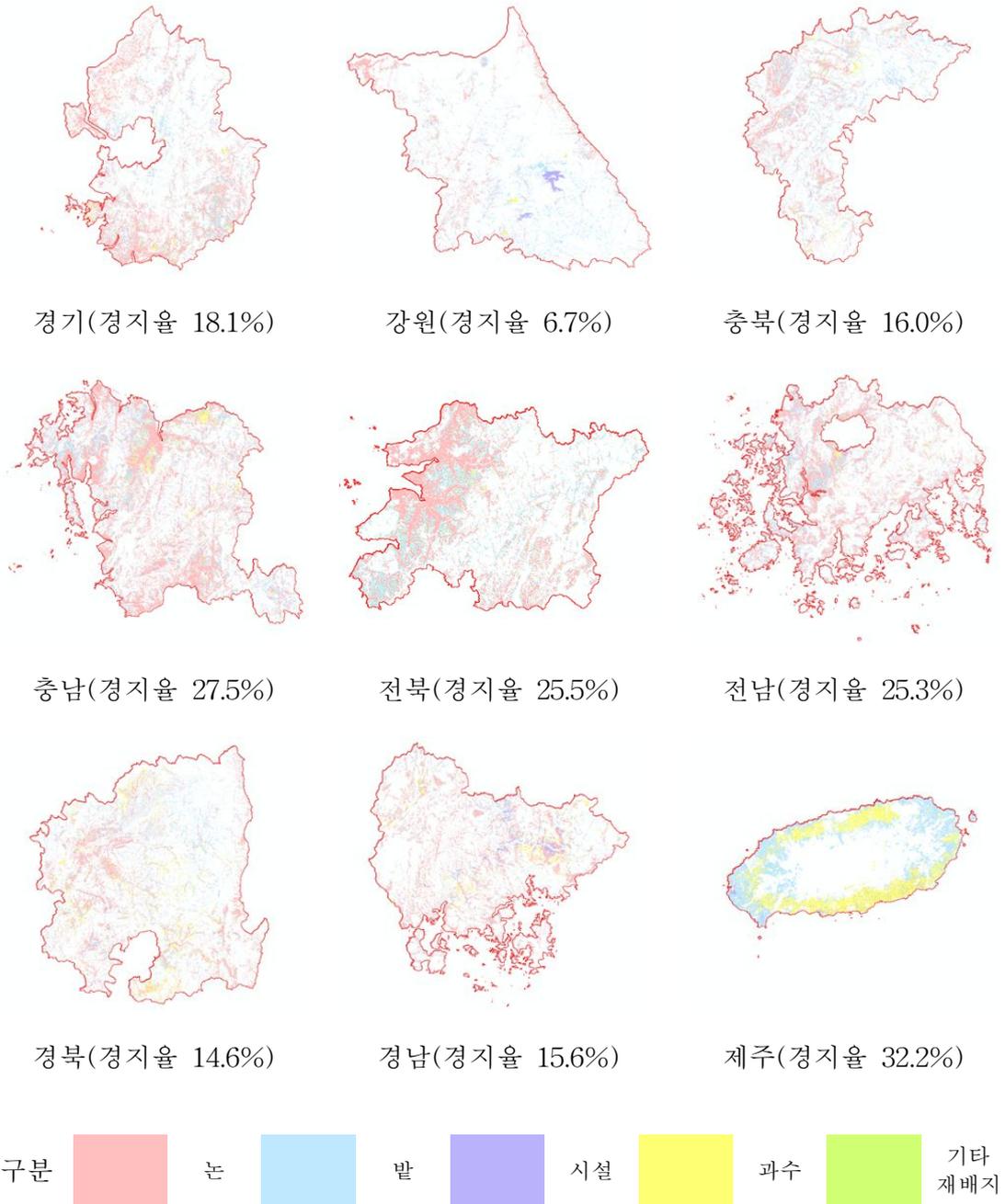
- 도별 경지율 자료를 살펴보면 강원도는 경지율이 6.7%로 전국 도별 경지율중 가장 낮으며, 경지중 밭의 비율이 60.7%로 비교적 높은 편임
- 또한, 제주도는 경지율이 32.2%로 경지면적 비율이 가장 높으나 99.9%가 밭으로 되어있음

- 전국에서 경지면적이 가장 많은 지역은 전라남도로 경지면적은 309,803ha로 경지율은 25.5%이며, 논과 밭의 비율은 각각 64.2%, 35.8%로 구성되어 있음
- 논면적의 비율이 높은 지역은 충청남도로 경지율은 27.5%로 제주도 다음으로 높으며, 논면적의 비율은 72.4%로 가장 높음
- 전라북도는 논비율이 71.1%로 충청남도에 이어 두 번째로 높음



<그림 2-5> 전국 경지분포도

○ <그림 2-6>은 도별 경지분포 현황을 나타낸 그림이다.(광역시는 경지비율이 매우 작으므로 분포도에서 제외하였음)



<그림 2-6> 도별 경지분포 현황

4. 위성영상 자료 수집

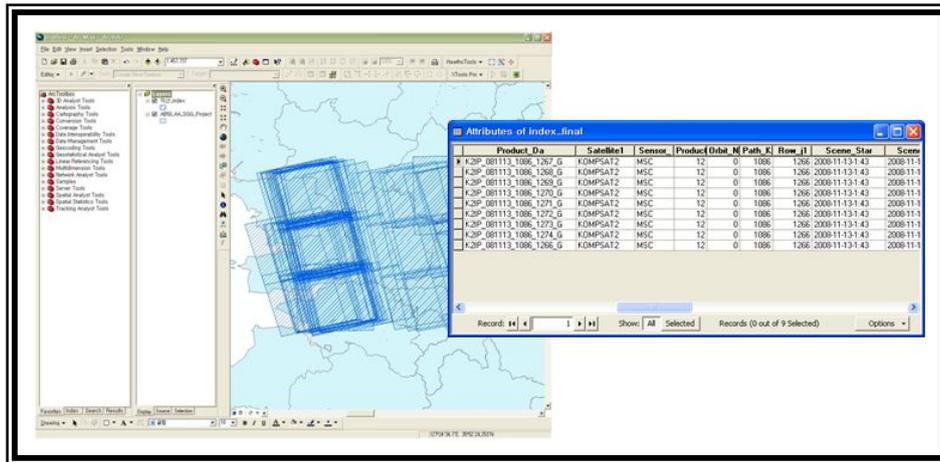
가. 위성영상 정보 입수

- 국가영상공급처의 검색시스템을 통해 무상으로 제공되는 아리랑2호 영상의 기 촬영 자료를 확인 후 메타자료를 입수하여 DB를 구축하였으며, 좌표를 활용하여 대략적인 영상의 위치를 파악할 수 있는 Index를 제작함



<그림 2-7> 아리랑 2호 영상 정보 입수 과정

- 위성영상 촬영 현황 파악의 기준은 2009년 1년 동안 촬영된 영상을 입수 대상 범위로 선정하였음

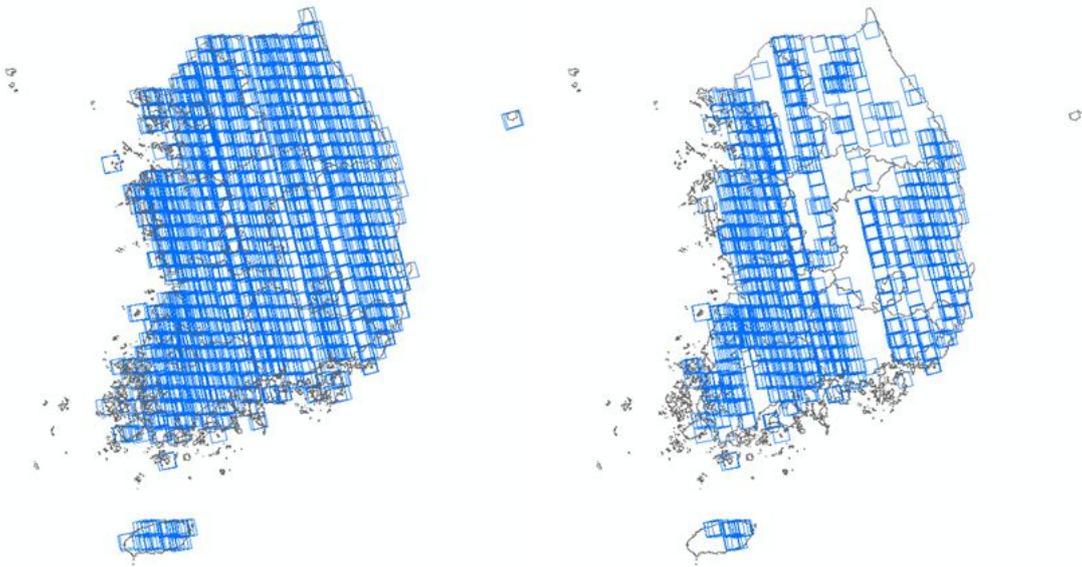


<그림 2-8> Index 제작 결과(예시)

- 입수된 메타자료를 기반으로 위성영상 Index를 제작하고 사용가능한 영

상에 대해 분류 작업을 수행하였음

- 2009년 전체 촬영 영상 2,262 Scenes 중 활용 가능한 영상은 1,659 Scenes으로 촬영 영상중 약 73.3%가 사용가능한 영상으로 확인되었음 (실제 업무에서는 통계청에서 수집한 자료를 받아 연구 용역에 활용하였음)



2009 영상촬영 현황 - 2,262 Scenes

활용가능영상 현황 - 1,659 Scenes

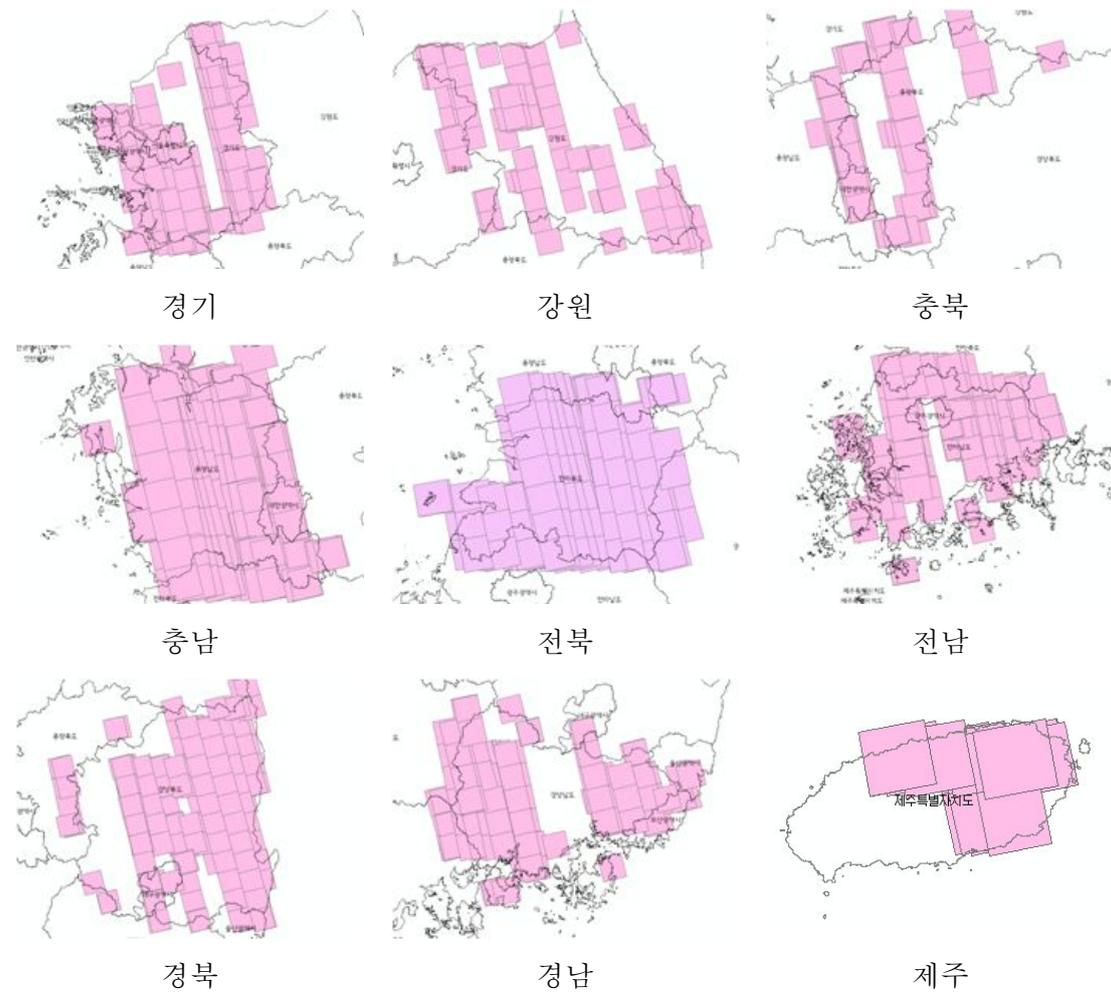
<그림 2-9> 2009년 영상촬영 현황

나. 도별 위성영상 수급현황

- 2009년 촬영 영상을 기반으로 활용 가능한 영상을 선별 후 도별 영상 수급 현황을 분석하였음
- 전국 기준 행정구역 면적 대비 영상 수급 비율은 약 70% 이며 도별 수급 비율은 전라북도가 91.9%로 가장 높았으며, 충남(87.1%), 전남(73.4%) 순이었음

<표 2-2> 도별 영상수급 비율

시도	행정구역면적(ha)	영상커버면적(ha)	비율(%)
경기	1,013,600	758,800	74.9
강원	1,661,300	930,000	56.0
충북	743,300	350,100	47.1
충남	862,900	751,800	87.1
전북	806,100	740,600	91.9
전남	1,223,300	897,800	73.4
경북	1,902,900	1,342,400	70.5
경남	1,053,200	720,900	68.4
제주	184,900	104,060	56.3
합계	9,451,500	6,596,460	69.8



<그림 2-10> 2009년 도별 위성영상 수급 현황

- 특히 강원과 제주는 영상 수급비율이 56.0%, 56.3% 로 매우 저조하였으며, 전체적으로 지역별 편차가 큰 편이었음. 이는 아리랑 2호의 촬영 계획이 국가안보의 목적으로 사용함에 영향을 받은 것으로 판단됨

5. 시범대상지 선정

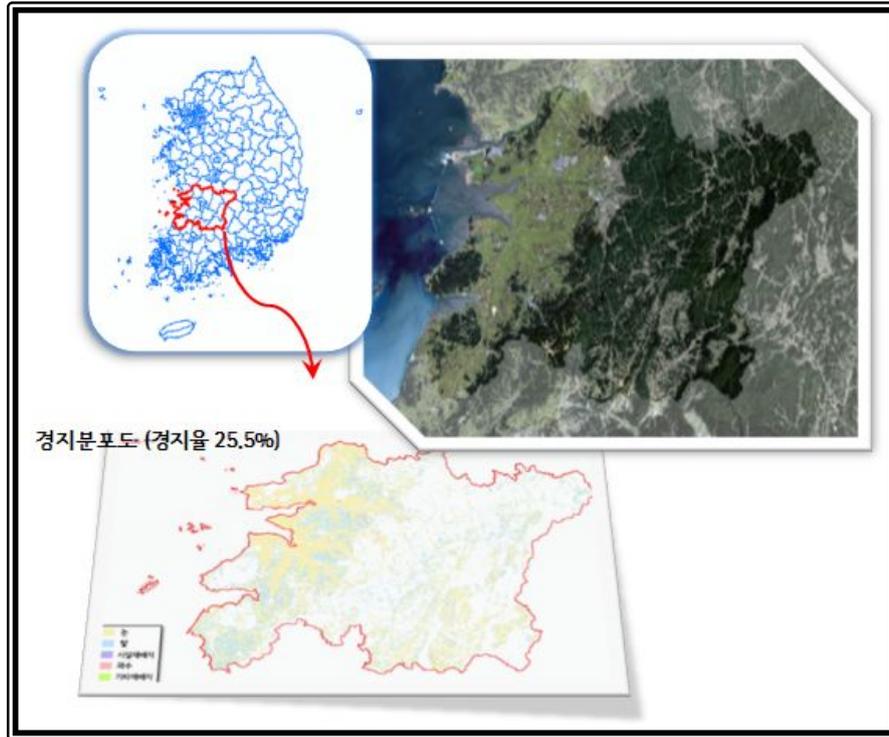
가. 대상지 선정

- 시범사업 대상지는 경지율 및 위성영상 수급현황을 고려하여 선정
- 경지율이 높은 지역인 제주(32.2%), 충남(27.5%), 전북(25.5%) 전남(25.3%)과 영상 수급 현황이 높은 지역 순서인 전북(91.9%), 충남(87.1%), 전남(73.4%) 중 영상 기반 표본 설계의 기본이 되는 영상 수급비율이 더 높은 전라북도를 시범대상지로 선정하였음

나. 대상지 현황

- 시범대상지로 선정된 전라북도는 6개 시, 8개 군으로 구성되어 있으며, 동쪽으로는 경상남도 산청군과 거창군, 경상북도의 김천시와 소백산맥의 주능선을 경계로 이루고, 남쪽으로는 전라남도의 영광·장성·담양·곡성·구례군과 접해 있으며, 북쪽은 충청남도의 금산·논산·부여·서천군과, 충청북도의 영동군과 접하고, 서쪽으로는 황해면에 접하고 있음
- 기후는 서부지역은 남해안형에 속하고 동부의 산악지역은 남부 내륙형에 속해있어 서부 평야지대는 황해의 영향을 크게 받아서 내륙지방에 비해서 기온의 연교차가 적고 강우량이 산악지대보다 적은 것이 특징임
- 대상지의 면적은 806,100(ha)로 전 국토 면적의 8.1%를 차지하며, 동쪽은 높고 서쪽은 낮은 계단식 지형을 이루고 있음
- 특히, 높이 100m 이하의 평야가 51%, 100~500m 높이의 산지가 33%를 차지하는 비교적 평야지대가 많은 지역임

- 또한 높이 100m 내외의 낮은 평야가 익산, 김제, 정읍시에 넓게 펼쳐져 있어 호남평야의 중심지가 되고 있으며 쌀의 주산지 임
- 전라북도의 경지면적은 205,668ha(경지율 25.5%)로 전국대비 10.3%를 차지하며, 이중 71.1%인 146,164ha가 논 면적인 것으로 나타남



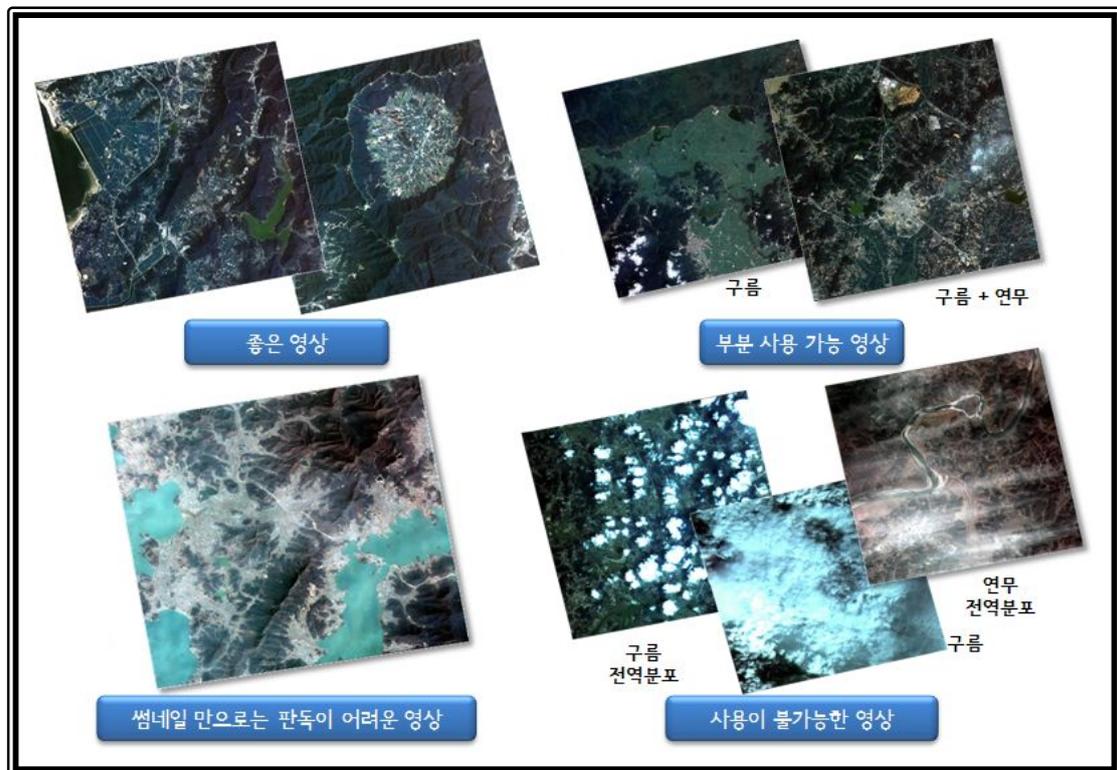
<그림 2-11> 시범사업 대상지(전라북도)

다. 대상지의 위성영상 촬영현황

- 2009년 아리랑 2호 촬영 현황자료를 기준으로 thumbnail을 확인하여 전체 촬영영상 310 Scenes 중 1차 분류를 통해 활용가능영상으로 판단되는 253Scenes을 우선 선별하고, 이를 기준으로 영상기반 표본설계 연구를 수행하는데 사용할 최종 영상을 선별하였음
- 위성영상의 사용가능여부 판단 분류기준은 <표 2-3>과 <그림 2-12>와 같다.

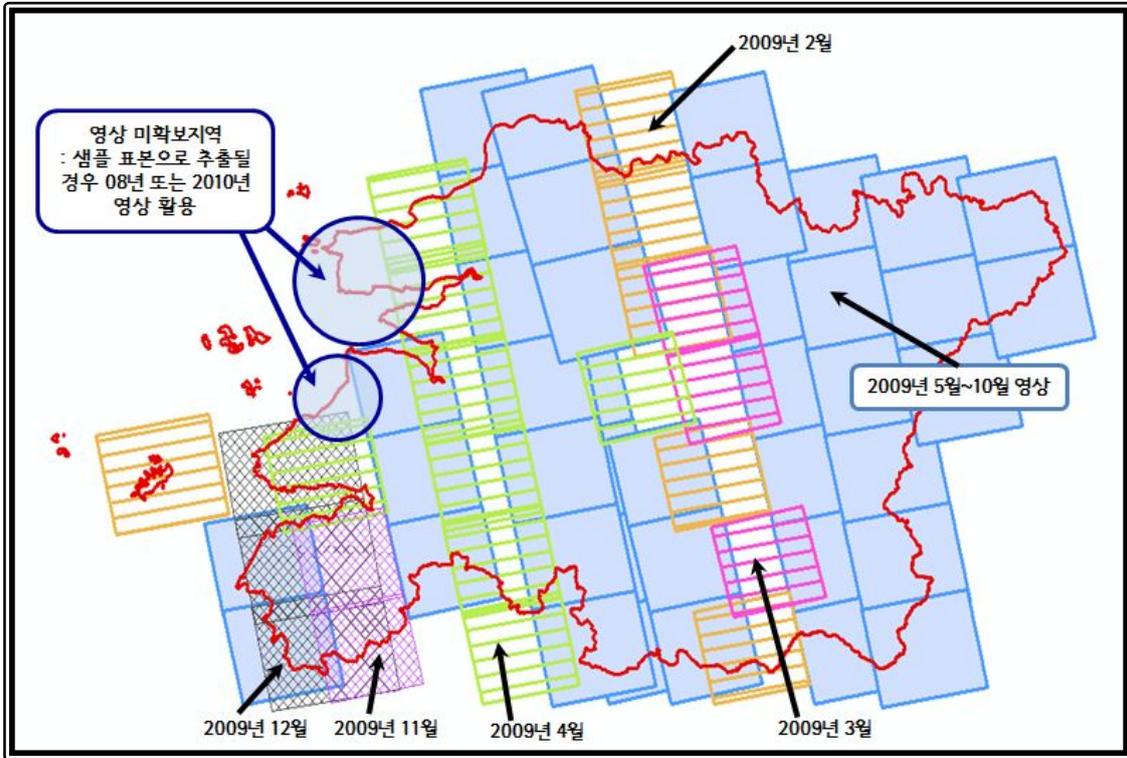
<표 2-3> 위성영상 사용가능여부 판단 분류기준

순위	분류항목	전체영상	최종선정 영상
1	사용가능영상	54	38
2	사용가능하나 부분적으로 눈 또는 연무 있음	29	9
3	소량의 덩어리구름이 있는 영상	6	
4	사용가능하나 연무가 존재하는 영상	6	6
5	구름이 많으나 한쪽으로 치우쳐 있거나, 산쪽에 위치해 영상의 면적 중 50% 이상 사용 가능한 영상	33	6
6	연무가심하나보조자료로이용가능하거나썸네일만으로는판독이어려운영상	3	3
7	구름 및 눈이 많아 사용이 불가능한 영상	23	
8	연무 및 얼은 구름이 전역에 분포해 사용이 불가능한 영상	5	
9	구름이 대부분 이거나 영상정보(썸네일 이미지)가 없는 영상	151	
계		310	62



<그림 2-12> 위성영상 선별 예시

- 선정된 62 Scenes에 대한 정보는 <그림 2-13>과 같으며, 사용 영상의 우선순위 선정기준은 <표 2-4>와 같음



<그림 2-13> 전라북도 위성영상 선정 결과

<표 2-4> 우선순위 영상 선정기준

순위	선정기준
1	2009년 5월~10월 식생 생육 가능 시기에 촬영된 영상 중 분류항목 우선 순위인 영상
2	2009년 1월~4월, 11월~12월 비생육 시기에 촬영 되었지만 영상 분류항목 중 높은 순위에 있는 영상
3	2009년 5월~10월 식생 생육 가능 시기에 촬영된 영상 중, 부분 사용 가능 영상
4	2009년 1월~4월, 11월~12월 비생육 시기에 촬영된 영상 중, 부분 사용 가능 영상

제 2 장. 원격탐사 자료 수집 및 위성영상 DB 구축

1. 원격탐사 자료 수집 범위

- 시범지역 연구의 기초가 될 위성영상 자료, 연속지적도, 기존 통계자료 등 연구에 필요한 자료 목록을 파악하고 일괄 취합하여 DB 자료로 구축하였음
- 대상지역 자료 구축 범위 및 자료 사용목적은 아래 <표 2-5>와 같음

<표 2-5> 참조자료 수집 범위 및 사용목적

NO	구분	자료입수기관	사용목적	범위 및 수량	포맷
1	Kompsat-2 위성영상	국가영상공급기관	- 영상획득 및 위성영상 처리용 소프트웨어 포맷으로 자료변환 - 참조자료를 이용하여 위치 보정 - pan, multi 영상 합성 - 보정결과물은 분류 및 경지추출에 사용	65 씩	Tiff
2	환경부토지피복도	환경부	- 표본추출을 위한 모집단으로 활용 => 통계청 공표자료와 비교 및 모집단으로서의 활용 방안 제시	전국자료 (2007)	Shape
3	기초지리정보 도로자료	국토지리정보원	- 위성영상 보정과정에서의 지상기준점 선정용 : 입수자료에 대한 좌표정의 및 공간자료 형태 변환 후 사용	전국자료	Shape
4	DEM 자료	국토지리정보원	- 위성영상 정사보정시 사용 : 국토지리정보원에서 보유하고 있는 10 m DEM 자료 협조 받아 사용 => XYZ 값을 포함한 TXT 형태의 파일 => 헤더정보를 이용하여 공간 DB화 및 DEM 제작	2,445도엽	txt
5	KLIS 연속지적도	국토해양부 (토지공사)	- 지적 정보 확인 및 영상기반표본추출 대상지의 현장조사를 위한 기존 공간정보 제공 => 원시자료의 좌표정의 및 목표 좌표계로 변환 후 사용	전국자료	shape
6	표본조사구오도	통계청	- 표본조사구의 층 및 작물재배조사표에 조사된 작물의 공간적인 분포 파악 => 원시자료의 좌표정의 및 목표 좌표계로 변환 후 사용	전국자료	shape
7	작물재배면적조사표	통계청	- 영상판독 및 분류 작업시 Ground Truth 자료로 사용	전국자료	속성 DB

2. 원격탐사 자료 처리 절차

가. 환경부 토지피복도 검토

(1) 토지피복도와 KOSIS 간의 전라북도 경지면적 비교

- 본 연구는 2007년 환경부 토지피복도 중분류 자료를 모집단으로 사용하고 있음

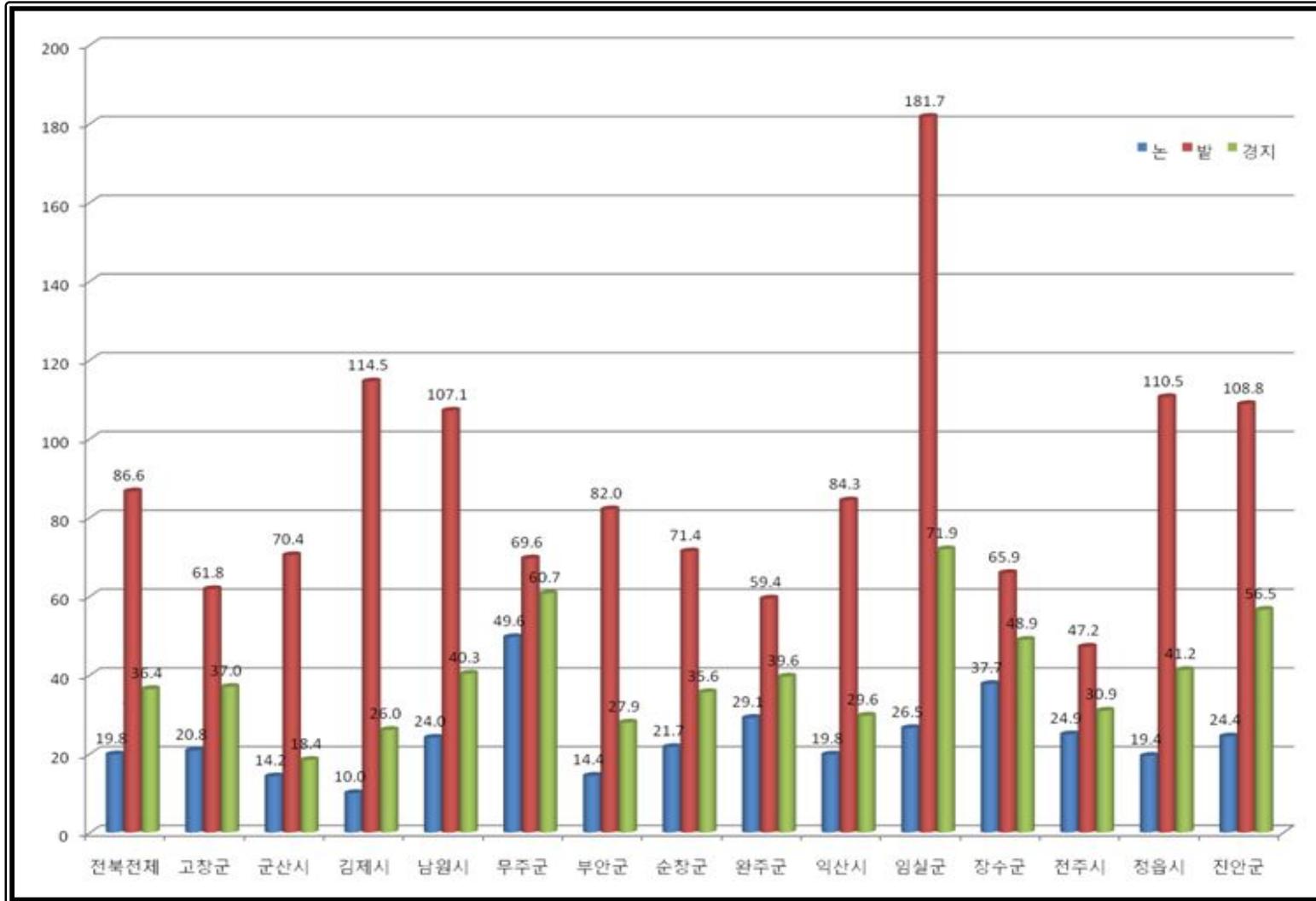
- 환경부 토지피복도의 모집단 사용가능성을 확인하기 위해 토지피복도와 2007 KOSIS 경지면적을 비교하였음
- 이를 위해 우선 토지피복도의 분류 항목과 KOSIS 분류 항목을 일치시키는 작업을 수행하였음
- 분류 항목 중 하우스재배지, 과수, 시설재배지를 모두 밭으로 변환 후 면적을 재계산하였음
- <표 2-6>에서와 같이 2007년 KOSIS 자료대비 환경부 토지피복도의 면적 비교 결과 행정구역 면적은 두 자료가 유사하나 경지면적 차가 많이 발생함을 알 수 있음
- 경지면적기준 최소 오차 발생 지역은 군산시로 18.4%의 오차가 나타남
- 경지면적기준 최대 오차 발생 지역은 임실군으로 오차율이 71.9%에 달함
- <그림 2-14>와 <표 2-6>은 전라북도에 대한 KOSIS 자료 대비 환경부 토지피복도 경지면적의 과추정 비율을 나타내는 자료임
- 경지종류별로 보면 몇몇 시군을 제외하고 논면적은 20% 전후로 비슷하게 과추정되는 경향을 보이나, 밭면적의 경우에는 임실군의 경우 181.7% 과추정되는 등 전체적으로 과추정 비율이 매우 높음을 알 수 있음

(2) 토지피복도와 통계청 원격탐사 결과물 비교

- 통계청에서 2008~2009년에 걸쳐 선행 시범사업으로 수행한 결과물을 활용하여 KOSIS 자료 및 환경부 토지피복도의 경지면적을 비교하는 과정을 수행하였음
- 비교 대상은 선행연구지역인 김포시, 용인시, 고령군, 창원시, 김제시, 부안군, 진천군, 연기군 총 8개 시군임
- <표 2-7>은 KOSIS 농업통계조사 결과와 환경부 토지피복도, 통계청 원격탐사 자료를 비교한 결과임

<표 2-6> 전라북도 시군별 경지율 비교

분류 지역	환경부 2007 보고서(ha)					KOSIS 2007 (ha)					KOSIS 대비 환경부경지비율(%)			
	행정구역 면적	논	밭	계	경지율 (%)	행정구역 면적	논	밭	계	경지율 (%)	행정구역 면적	논	밭	계
고창군	60,590	18,256	15,916	34,172	56.4	60,767	15,112	9,838	24,950	41.1	99.7	120.8	161.8	137.0
군산시	35,347	15,350	1,837	17,187	48.6	39,009	13,437	1,078	14,515	37.2	90.6	114.2	170.4	118.4
김제시	50,915	26,368	9,328	35,696	70.1	54,499	23,977	4,348	28,325	52.0	93.4	110.0	214.5	126.0
남원시	74,968	15,864	6,449	22,313	29.8	75,262	12,789	3,114	15,903	21.1	99.6	124.0	207.1	140.3
무주군	62,903	3,865	5,427	9,292	14.8	63,191	2,584	3,200	5,784	9.2	99.5	149.6	169.6	160.7
부안군	48,162	17,462	6,943	24,405	50.7	49,329	15,268	3,814	19,082	38.7	97.6	114.4	182.0	127.9
순창군	49,933	8,856	4,858	13,714	27.5	49,575	7,278	2,835	10,113	20.4	100.7	121.7	171.4	135.6
완주군	82,006	10,578	6,895	17,472	21.3	82,094	8,194	4,326	12,520	15.3	99.9	129.1	159.4	139.6
익산시	50,663	25,538	7,085	32,623	64.4	50,694	21,322	3,844	25,166	49.6	99.9	119.8	184.3	129.6
임실군	59,616	7,657	7,051	14,708	24.7	59,704	6,053	2,503	8,556	14.3	99.9	126.5	281.7	171.9
장수군	53,154	6,170	4,916	11,086	20.9	53,345	4,481	2,964	7,445	14.0	99.6	137.7	165.9	148.9
전주시	20,522	5,344	2,326	7,670	37.4	20,621	4,278	1,581	5,859	28.4	99.5	124.9	147.2	130.9
정읍시	69,718	21,494	11,921	33,415	47.9	69,287	17,995	5,662	23,657	34.1	100.6	119.4	210.5	141.2
진안군	78,836	6,158	6,363	12,521	15.9	78,920	4,951	3,048	7,999	10.1	99.9	124.4	208.8	156.5
전북	797,333	188,961	97,315	286,276	35.9	806,298	157,719	52,155	209,874	26.0	98.9	119.8	186.6	136.4



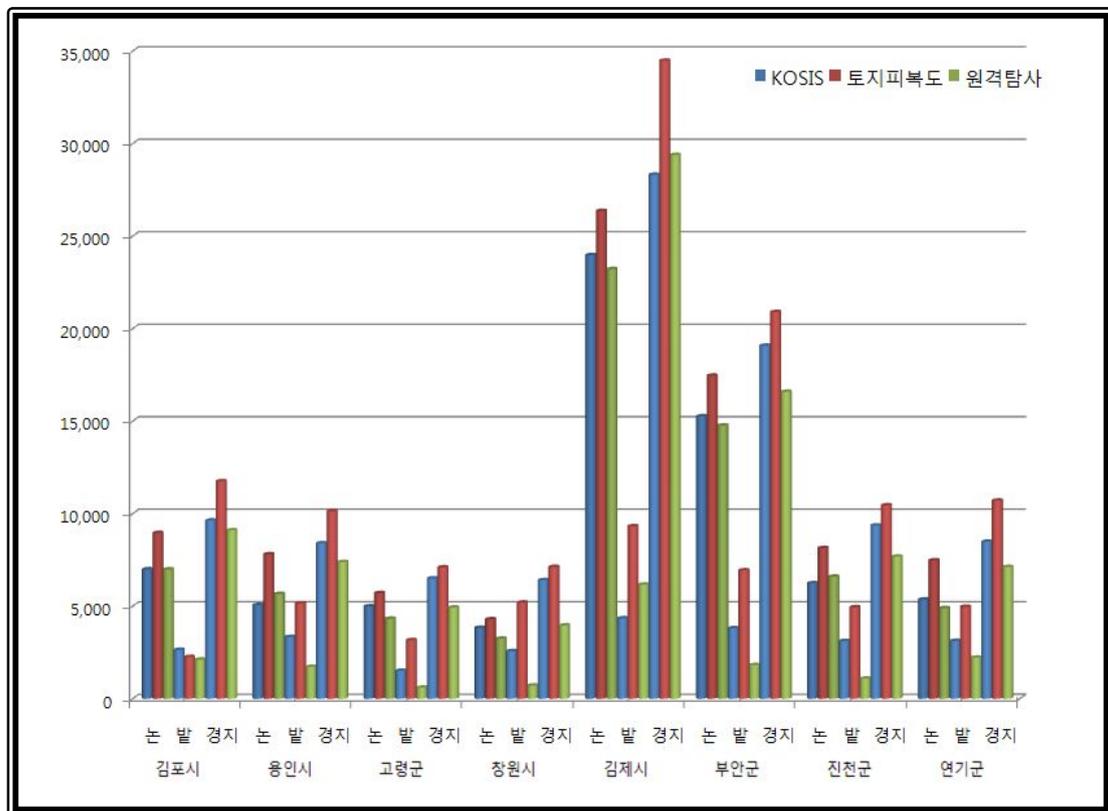
<그림 2-14> 전라북도 시군별 경지율

- 통계청 원격탐사 결과물은 KOSIS 자료와 비교한 결과 전체적으로 과소 추정되는 경향을 보이거나, 환경부 토지피복도의 경지면적은 전체적으로 과대추정됨이 확인되었음
- 논면적의 경우 편차가 크지는 않으나 전체적으로 환경부 토지피복도는 과대추정을 통계청 원격탐사 결과물은 과소추정을 하는 결과를 보임
- 발면적의 경우 환경부토지피복도는 김포시를 제외하고는 모두 과대추정되었으며 8개 시군 평균 169.9%로 69.9% 과대 추정되어 그 비율 또한 매우 높음
- 발면적에 대한 통계청 원격탐사 결과물의 경우, 김제시는 과대추정을 용인시와 진천군의 경우 과소 추정을 보여 8개시군 평균 과추정량은 높지 않으나 시군별 편차는 매우 큼

<표 2-7> 시범사업 대상지 8개 시군별 경지면적 비교

구분	KOSIS			토지피복도			원격탐사전수조사		
	논면적	발면적	경지면적	논면적	발면적	경지면적	논면적	발면적	경지면적
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
고령군	4,931	1,485	6,416	5,710	3,166	8,876	4,329	1,770	6,099
비율(%)	-	-	-	115.8	213.2	138.3	87.8	119.2	95.1
김제시	23,977	4,348	28,325	26,368	9,328	35,696	23,221	7,312	30,533
비율(%)	-	-	-	110.0	214.5	126.0	96.8	168.2	107.8
김포시	6,995	2,643	9,638	8,955	2,258	11,213	6,990	2,566	9,556
비율(%)	-	-	-	128.0	85.4	116.3	99.9	97.1	99.1
부안군	15,264	3,802	19,066	17,462	6,943	24,405	14,768	5,064	19,832
비율(%)	-	-	-	114.4	182.6	128.0	96.8	133.2	104
연기군	5,362	3,126	8,488	7,478	4,970	12,448	4,899	3,383	8,282
비율(%)	-	-	-	139.5	159.0	146.7	91.4	108.2	97.6
용인시	4,946	3,383	8,329	7,811	5,161	12,972	5,664	2,157	7,821
비율(%)	-	-	-	157.9	152.6	155.7	114.5	63.8	93.9
진천군	5,885	3,328	9,213	8,146	4,944	13,090	6,596	1,743	8,339
비율(%)	-	-	-	138.4	148.6	142.1	112.1	52.4	90.5
창원시	3,799	2,588	6,387	4,294	5,200	9,494	3,246	3,498	6,744
비율(%)	-	-	-	113.0	200.9	148.6	85.4	135.2	105.6
계	71,159	24,703	95,862	86,224	41,970	128,194	69,713	27,493	97,206
비율(%)	-	-	-	121.2	169.9	133.7	98.0	111.3	101.4

- 논면적과 밭면적의 합인 경지면적의 경우 KOSIS 자료 대비 토지피복도는 133.7%, 원격탐사결과물은 101.4%로 확인되었음
- <그림 2-15>는 8개 시군의 논, 밭, 경지면적을 그래프로 비교하여 표현한 그림임
- 대체로 토지피복도의 면적이 과대 추정되었으며 특히 김제시의 경우 토지피복도와 원격탐사 결과물이 모두 KOSIS 자료대비 크게 증가함을 알 수 있음



<그림 2-15> 3개 자료 간의 경지면적 비교

(3) 경지판독 기준 비교

- 경지면적차이가 자료마다 발생하는 원인에 대해 분석하였음
- 자료의 분석은 KOSIS 통계자료의 경우 방문 및 현장조사를 통해 확인한

자료를 취합하여 사용하므로 데이터베이스화 할 수 없어 환경부토지피복도와 통계청 원격탐사 결과물에 대한 비교만 수행하였음

- 사용한 영상자료의 정보와 참조자료 및 분류의 기준을 <표 2-8>에 비교한 결과 토지피복도와 원격탐사자료의 영상 촬영 시기의 차이가 존재하였음
- 토지피복도는 2006~2008년 영상을 사용하는데 비해 원격탐사 자료는 2007년~2008년 영상을 사용하였으며 해상도의 차이도 SPOT5는 2.5m 해상도인데 비해 통계청 원격탐사 자료는 1m 급의 해상도 영상을 사용하였음

<표 2-8> 두 자료 간의 활용 영상 정보 및 기초 자료 기준

구분	환경부 토지피복도	통계청 원격탐사
수행기간	2006~2008	2008~2009
활용영상	- 2006년~2007년 촬영된 SPOT5 영상 사용(공간해상도 2.5m)	- 2007년~2008년 촬영된 아리랑2호 영상 활용(공간해상도 1m)
참조자료	- 수치지형도(1/5000), KLIS 용도지역지구도 중 용도지역 파일, 지적도, 임상도	- 수치지형도(1/5000), 항공사진, 지적도, 작물재배면적조사표, 표본조사구요도
최소분류기준	- 50X50m를 구분단위로 보고 육안 판독으로 지도 제작	- Developer7 Software 이용 픽셀의 이질성을 기준으로 Segment로 구획되는 폴리곤의 단위
	- 기구축 토지피복도의 도로 등이 최소분류기준 이하로 구분된 항목의 경우 삭제·편집하지 않음	- 화소기반분류결과와 객체분할결과를 융합(Majority)한 결과 중 오류부분을 육안판독·수정
	- 위성영상에서 구분이 되지 않지만, 과년도에 구축된 토지피복도에 도화된 도로 등은 삭제·편집하지 않음	- 화소기반분류 및 육안판독시 단일 폴리곤내 두 개 이상의 속성이 존재하는 경우 영상을 기반으로 필지 단위 분할
	- 도로의 폭이 8m 이하의 도로는 주변속성과 병합 및 하천의 연계성을 확보하여 블록단위로 처리	- Segment로 구분된 인공물은 모두 분리함(도로 및 농로 포함)

- 매년 경지의 변동률이 매우 크지 않으므로 활용 영상의 촬영시기 영향을 배제하더라도, 최소분류기준을 살펴보면, 도로의 경우 원격탐사자료는 Segment 단위로 분할되는 모든 자료를 판독하는데 비해, 토지피복도는 8m

이하의 도로는 주변 속성과 병합하여 블록 처리함으로써 경지주변 도로가 경지면적으로 포함되어 있음

○ 두 자료 간 경지별 판독기준은 <표 2-9>와 같음

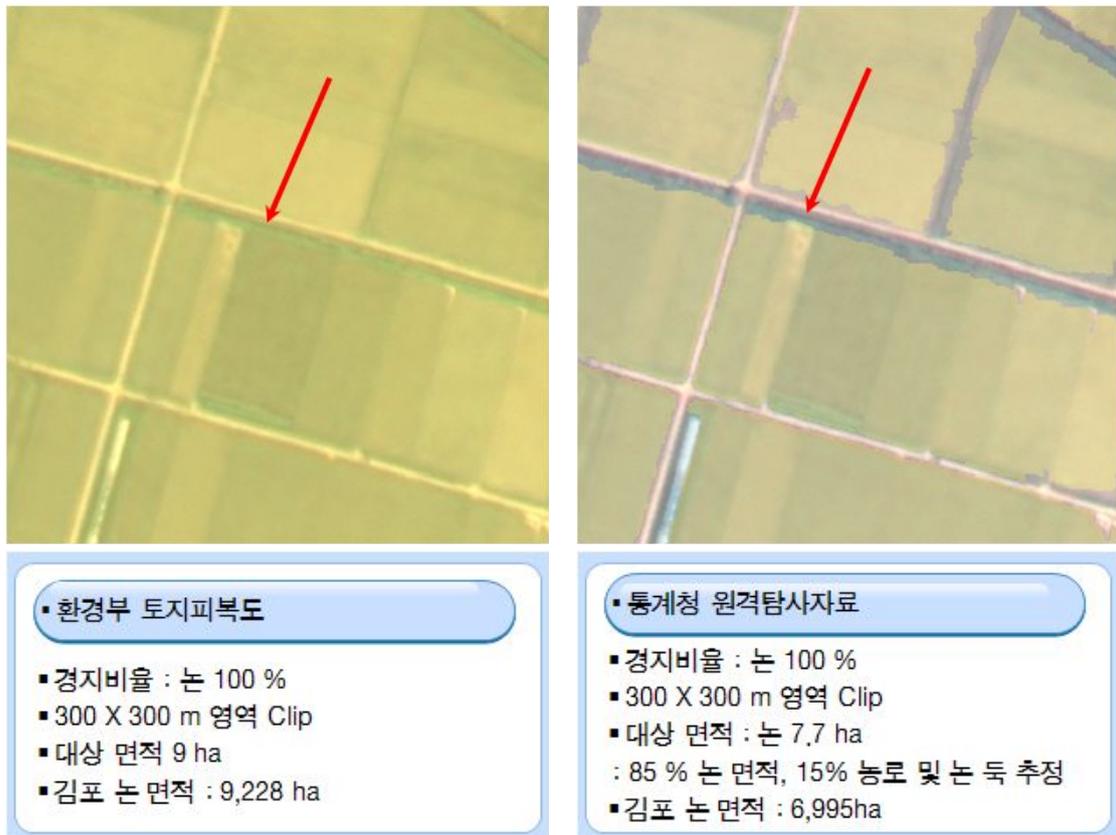
<표 2-9> 두 자료 간의 경지종류별 판독 기준

구분	환경부 토지피복도	통계청 원격탐사
논	- 물댄논(물 속에서 자라는 재배지 포함) 및 현재 농사를 짓지 않아도 경지정리 된 논은 포함	- 논에 벼의 식생활력도가 왕성하지 않아 밭으로 잘못 분류된 곳을 육안판독 후 편집
	- 몇 년간 농사를 짓지 않은 한지 및 휴경지 제외(기타 나지)	- 물이 대어져 있는 영상에서 논을 분류시 습지가 논으로 오분류되는 것을 육안판독 후 편집
	- 위성영상에서 대규모 경지정리지역을 우선 분류 후 수치지형도와 중첩하여 영상에서 텍스처 및 색감, 위치 등을 고려하여 분류하며, 봄 영상은 습지와 비슷하며 여름에는 근적외선 밴드에서 높은 반사값을 이용함	- 논에 물을 댄 영상의 경우 고속도로와 같은 아스팔트도로가 논으로 오분류 될 수 있으므로 편집
	- 구분이 모호할 경우 수치지도를 참조하며, 지적도상 답참조	
	- 2모작을 하는 경우에도 논으로 분류 (보리 등)하며, 산간지방에 나타나는 계단식 논도 분류함	
	- 위성 및 항공사진 판독을 통해 경계를 설정하며, 분류기준 면적 2,500m ² (50x50, 40X40) 초과인 논은 분류하며, 기준면적 이하인 주변 지역에 편입	
밭	- 물을 대지 않고 벼 이외의 작물을 재배하는 토지(채소와 특수작물을 재배)	- 초지가 식생활력도가 높아 밭으로 분류된 경우 육안판독을 통해 초지로 편집
	- 하우스 재배지, 과수원, 기타 재배지에 포함되지 않는 보통작물을 재배하는 지역	- 차양이 있는 인삼밭의 경우 물과 비슷한 반사값을 가지므로 밭으로 잘못 분류된 인삼밭을 편집

	- 산간지방의 계단식 밭을 포함 하며, 지적도상 전 참조	- 수풀이 우거진 농수로의 경우 밭으로 오분류 되어 있으므로 수역으로 편집
	* 분류기준 면적 2,500㎡ (50×50, 40×40) 초과 밭 분류, 기준면적 이하는 주변 지역에 편입	
하우스재배지	- 비닐하우스, 유리온실 등 3동 이상이거나 25×50m 이상일 때 분류	- 도심지의 반사값이 높은 건물이 시설재배지로 오분류된 경우 육안판독을 통해 편집
	* 위성영상만을 이용한 구분 (수치지형도 온실 참조)	- 시설재배지가 구조물로 분류되는 경우 육안판독을 통해 편집
과수원	- 사과, 배, 감, 복숭아, 포도, 감귤 등의 과수를 재배하는 곳으로, 식재본수가 제한적이어서, 산림과 구분	- 겨울영상에서 산림이 무성하지 않은 활엽수부분이 과수원으로 오분류된 경우 육안판독으로 편집
	- 위성영상자료의 431 밴드 조합에서 열은 분홍색과 열은 고동색의 패턴으로 구별	- 산림에 인접해있는 과수원이 산림으로 분류된 경우 과수원으로 편집
	- 경기도, 충청도 등에는 논내에서도 과수원(포도원)으로의 이용이 많음	
	- 최소면적 50m×50m 크기의 부속창고 및 저장소는 과수원에 포함하며, 지적도상 과수원 참조	
기타재배지	- 축산과 낙농 시설, 원예/조경재배지/묘포원/농장/농원/목장/방목장 등	
	- 인삼밭과 양계, 양돈등의 축사를 포함	
	- 1:5,000 수치지도를 참조하여 구분하며, 지적도상 목장 참조	
	* 분류기준/ 농장, 목장, 방목장, 축산낙농시설 중 4채 이상의 건물 또는 2,500㎡ 초과영역	
	- 원예/조경/인삼재배지, 묘포원, 농원, 정원수/가로수재배지 중 면적 2,500㎡ 초과영역	

(4) 면적차 발생요인 분석

- 경지면적차이가 발생하는 요인을 분석하기 위해 동일한 조건의 경지를 대상으로 면적 비율을 분석하였음
- 환경부 토지피복도 논 100%인 지역의 논, 농로에 의한 면적 차이가 얼마나 발생하는지 알아보기 위해 동일 대상지역에 대해 일정 영역을 Clip 후 면적을 비교하는 과정을 진행하였음
- 분석결과 <그림 2-16>에서와 같이 토지피복도에는 농로 및 논둑의 면적이 그대로 포함되어 있음을 알 수 있었으며 그 면적이 약 10~15%에 달했음



<그림 2-16> 면적차 발생요인 분석

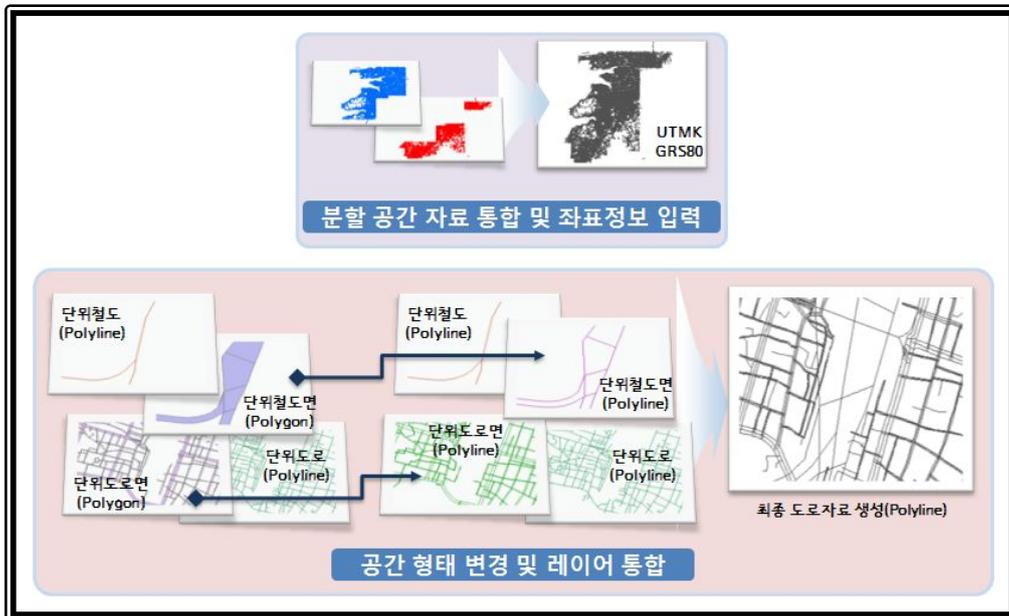
나. 참조자료 구축

- 위성영상 보정과 위성영상 판독 시 참조자료로 쓰일 도로, DEM, 지적도,

표본조사구요도 등의 자료들을 좌표변환, 편집 등의 작업을 거쳐 각 작업 단계에 사용이 용이하도록 가공작업을 진행하였음

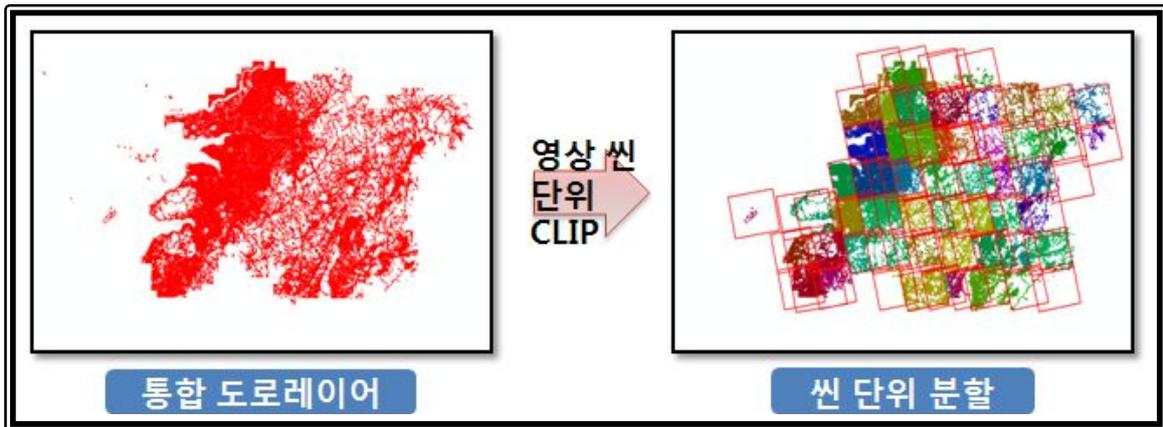
(1) 도로자료 구축

- 도로자료는 위성영상 정사보정의 참조자료로 국토지리정보원 기본지리정보의 교통(도로) 자료를 입수하였음
- 기본지리정보는 국가지리정보체계의 구축 및 활용에 관한 법률 제14조 및 동법시행령 제15조의 규정에 따라 국가지리정보의 효과적인 구축·관리 및 활용을 위한 주요한 지리정보를 말하며 국토지리정보원에서 제공하는 자료로 교통, 수자원, 시설물 자료를 관리하고 있음
- 국토지리정보원 기본지리정보인 교통 자료의 철도라인, 철도면, 도로라인, 도로면 등 각각 도엽단위로 분할 된 자료를 공간 형태별로 통합하고, 기본지리정보의 좌표계인 UTM-K 좌표정보를 입력 후, 각기 다른 공간 형태의 자료를 polyline 형태로 변경하여 하나의 도로레이어로 통합하였음



<그림 2-17> 기본지리정보(교통) 통합

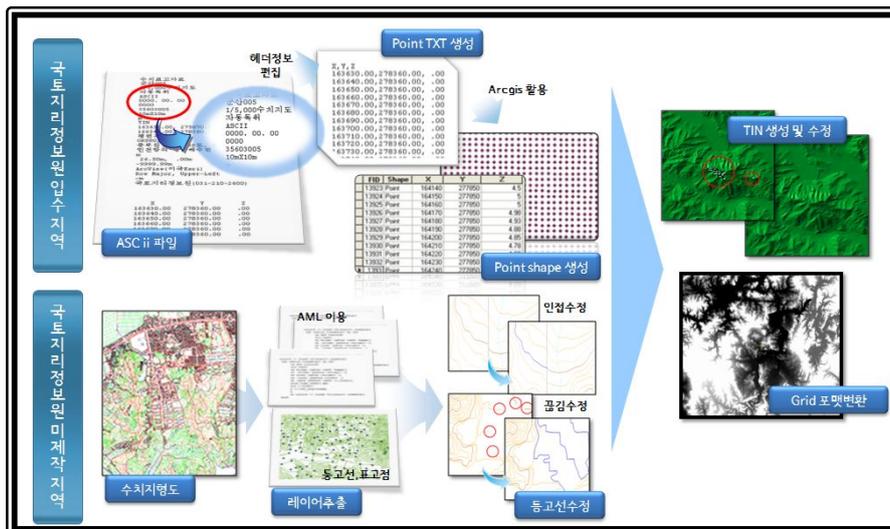
- 통합 된 도로레이어는 작업의 편의성을 위해 영상보정 단위인 각 썬별로 CLIP하는 작업을 진행하였음



<그림 2-18> 영상 단위 분할

(2) DEM 구축

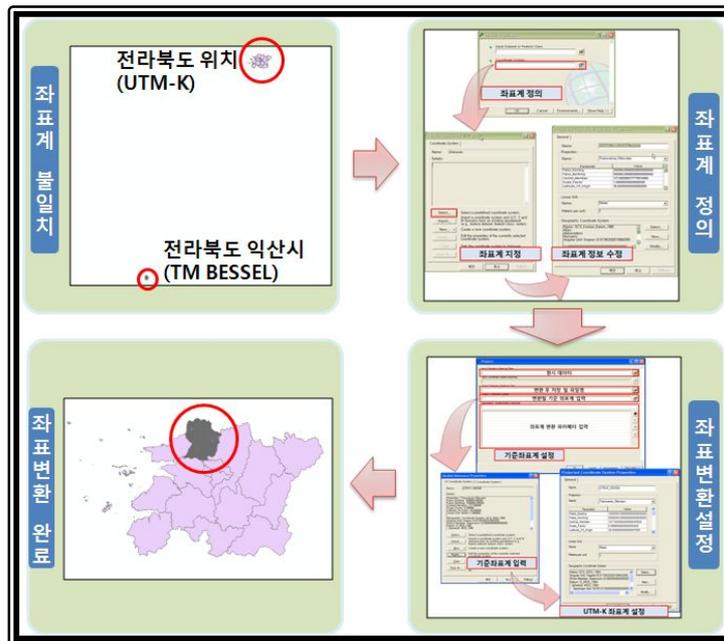
- 위성영상 정사보정 참조자료의 하나로 국토지리정보원의 DEM 자료를 입수하였음
- 국토지리정보원을 통해 1/5,000 축척의 단위로 제작 된 전라북도 전체 2,445 도엽 중 미제작 지역 132도엽을 제외한 2,313도엽을 ASCii파일 형태로 입수하였으며, 미제작 지역 132도엽은 국토지리정보원의 수치지형도를 이용하여 제작하였음
- ASCii 형태 파일로 입수한 DEM 자료는 헤더정보를 수정하여 POINT 형태의 공간자료로 생성 후, Interpolation 하여 DEM 파일을 제작하였음



<그림 2-19> DEM 제작 과정

(3) 지적도변환

- 위성영상 판독 및 분류 작업 시 지적 정보 참조와 영상기반표본추출대상지의 현장조사를 위한 공간정보로 사용 된 KLIS 연속지적도를 국토해양부(토지공사)를 통해 입수하였음
- KLIS 연속지적도는 TM BESSEL 좌표계를 사용한 자료로 본 사업의 좌표계인 UTM-K로 변환작업을 진행하였음



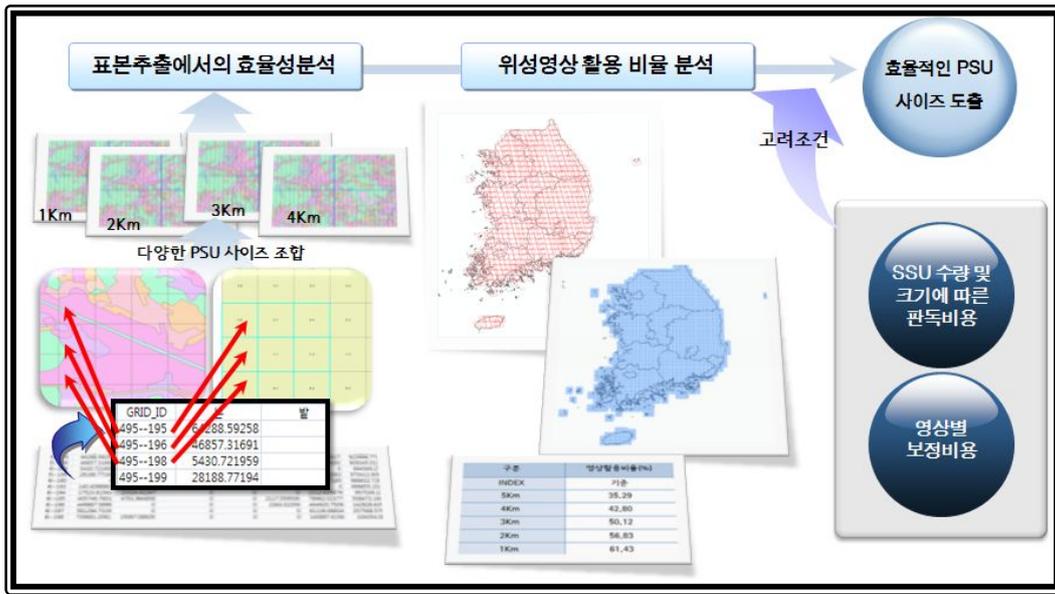
<그림 2-20> 연속지적도 좌표변환

3. 표본추출틀 구축

가. PSU, SSU 사이즈 선정과정

- 이원화 표본추출틀 생성을 위한 PSU, SSU 사이즈 연구는 표본추출에서의 효율성 분석과 위성영상 활용 비율 분석, 두가지로 구분하여 진행하였음
- 먼저, 표본추출에서의 효율성 분석은 환경부 토지피복도를 자료로 사용하여 100×100m Grid 단위의 경지면적자료를 구축하여 상위단계로(Grid 사

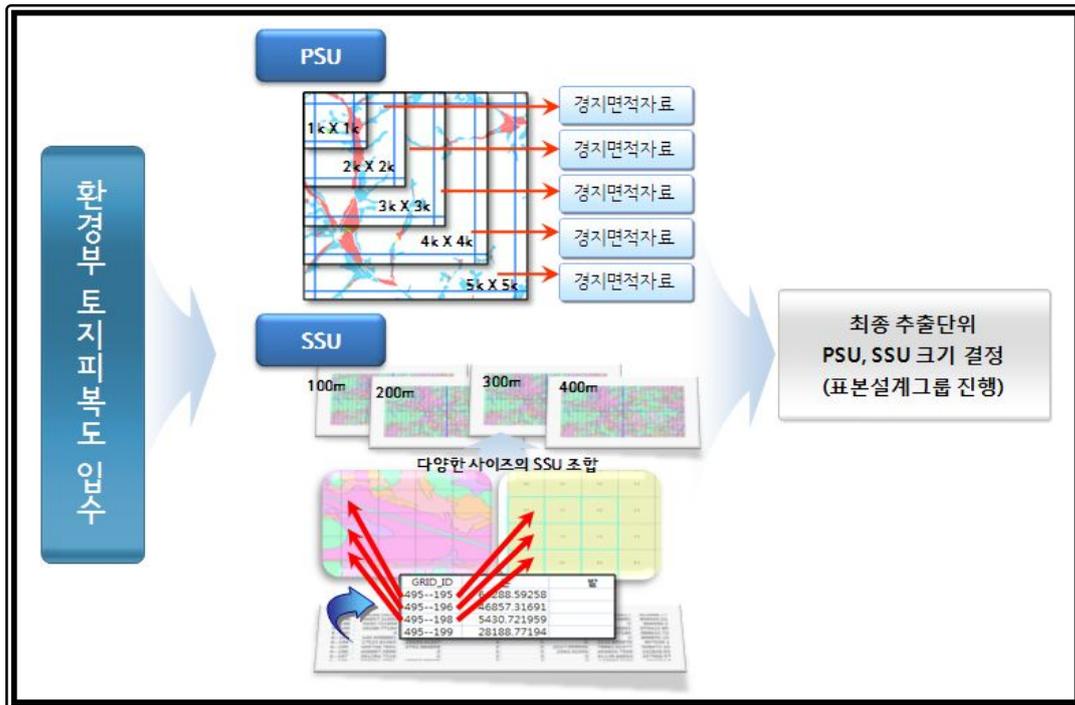
이즈가 증가하도록) Grid를 조합하는 방법으로 PSU 사이즈별 표본 추출 효율성을 분석하는 과정을 수행하였으며, 영상의 사용 효율성을 분석하는 과정은 일반적인 아리랑 2호의 Path Row 자료를 활용하여 PSU 사이즈별 영상 활용 면적을 계산하는 방법을 사용하였음



<그림 2-21> 표본추출단위 연구 방법

(1) 표본 추출 효율성 분석

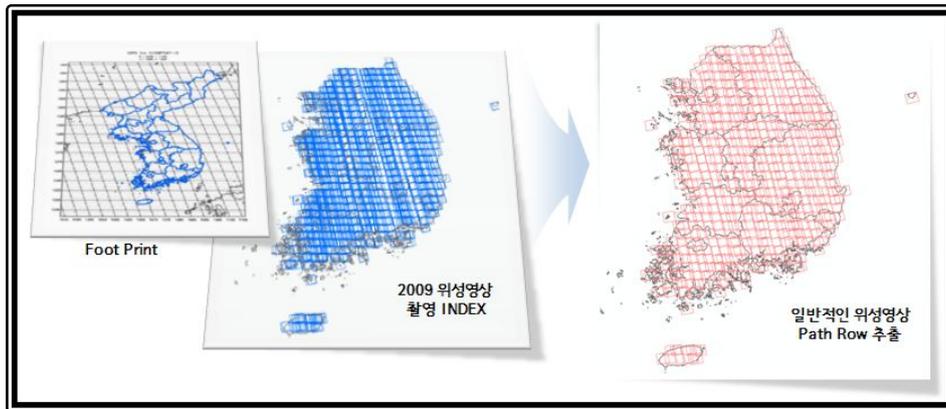
- PSU, SSU의 사이즈별 표본추출의 효율성을 분석하기 위해 환경부 토지 피복도와 통계청 원격탐사 결과물에 대해 각각 다양한 PSU, SSU별 경지면적 자료를 생성 후 표본설계 실무그룹에 전달하였음
- 표본설계 실무그룹에서는 표본추출을 위한 효율적인 PSU 사이즈 도출을 위해 집락내 2차 추출단위 사이의 동질성의 척도를 구분하는 급내상관계수를 분석한 결과 최종 PSU 사이즈는 3Km×3Km로 결정되었음
- 또한, 표본추출율, 영상 관독 비용, PSU 크기에 대한 유연성 등을 고려하여 다양한 SSU사이즈(100, 200, 400, 1,000)에 상대표준오차를 비교한 결과 200m×200m 의 Grid 사이즈가 가장 효율적이라는 결론을 도출하였음
- 자료처리이외의 분석과정은 표본설계 실무 그룹에서 진행하였음



<그림 2-22> PSU, SSU 사이즈 연구 과정

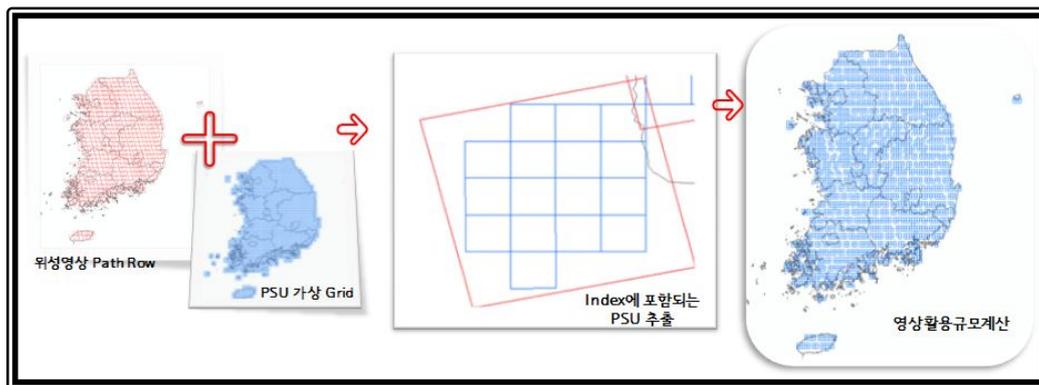
(2) 위성영상 효율분석

- 아리랑2호와 같은 국가 공급 영상의 경우 영상촬영 우선순위가 국가안보이기 때문에 때에 따라서는 영상 수급률이 변동 될 수 있음
- 따라서 영상 효율분석은 아리랑2호 영상에 대한 수급률이 제한적인 경우를 감안 할 뿐 아니라, 높은 관독 비용을 고려하여 사용하는 영상의 수량을 줄이고자 하는 목적도 포함되어 있음
- 위성영상 효율성 분석은 영상 1Scene에 대해 사용할 수 있는 PSU 면적을 계산하여 영상의 활용 면적을 계산하는 방법임
- 이를 항공우주연구원에서 제공하는 아리랑 2호의 Footprint 자료와 2009년 위성영상 촬영 Index를 이용하여 일반적인 위성영상 Path Row를 제작하였음



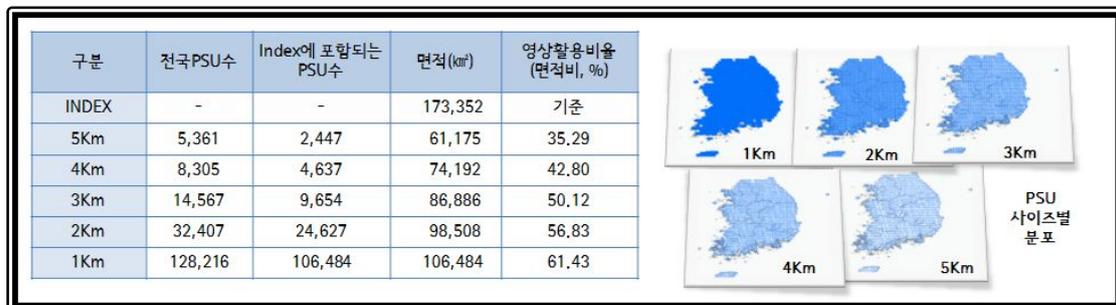
<그림 2-23> 위성영상 Path Row 자료 제작

- 제작된 Path Row 자료를 바탕으로 다양한 PSU 사이즈별 가상 Grid를 생성하여 영상 Index 내에 포함되는 PSU를 추출하여 위성영상 활용규모를 계산하였음



<그림 2-24> 위성영상 활용규모 계산 방법

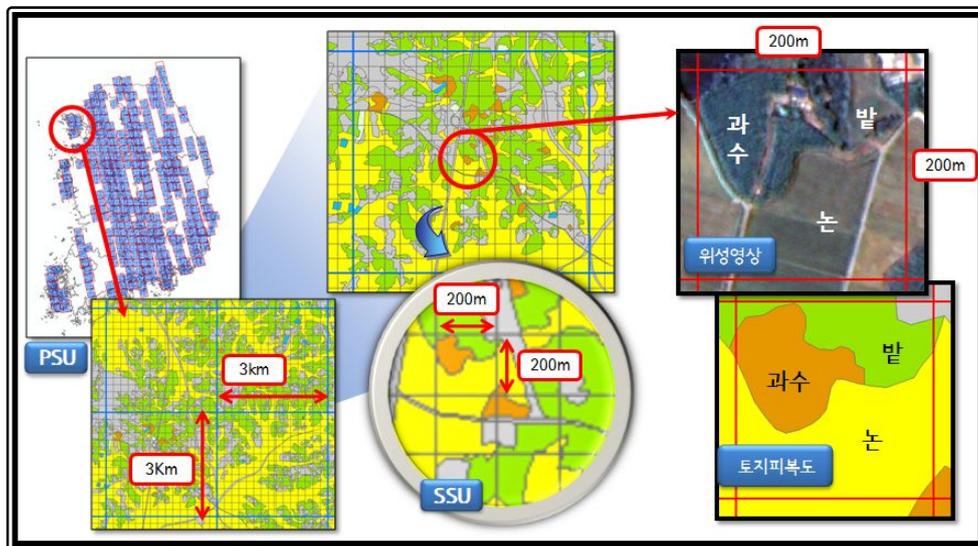
- <그림 2-25>는 PSU 사이즈별 영상활용 비율과 분포를 표현한 그림임
- PSU 사이즈가 3Km보다 작아지는 경우 영상 활용면적 증가율이 둔화됨을 알 수 있음



<그림 2-25> PSU 사이즈별 위성영상 활용규모

(3) 최종 선정된 PSU, SSU 사이즈 및 형태

- 최종 이원화 추출틀의 사이즈는 표본추출 효율성과 영상 활용비율 및 영상 판독에 대한 경제성을 조합한 결과를 표본설계그룹에서 분석 후 결정하였음
- 표본설계 실무그룹에서 최종 결정한 PSU, SSU 사이즈는 각각 3Km×3Km, 200m×200m 이며, 세부 형태는 <그림 2-26>과 같음

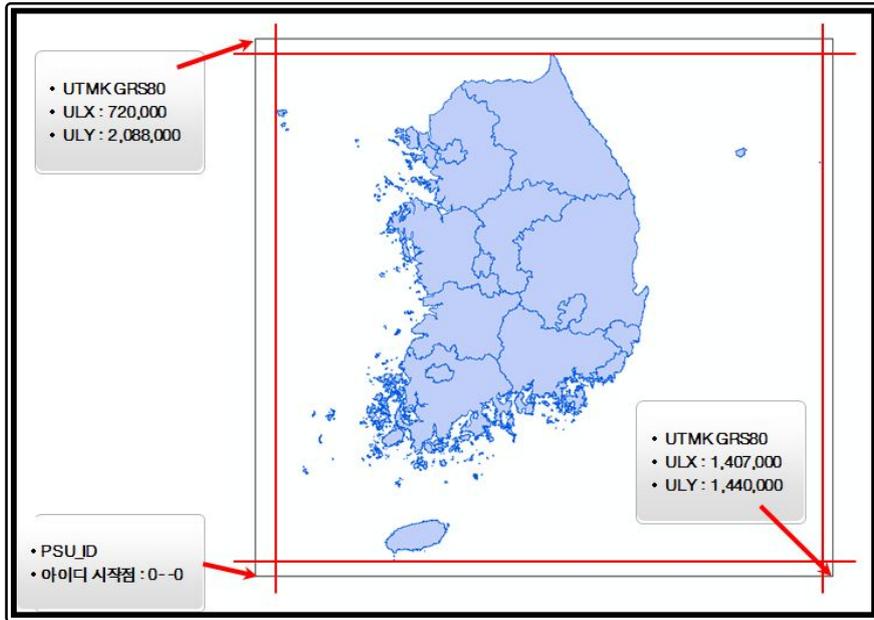


<그림 2-26> PSU, SSU 사이즈 및 위성영상 자료 비교

나. 표본추출틀 구축

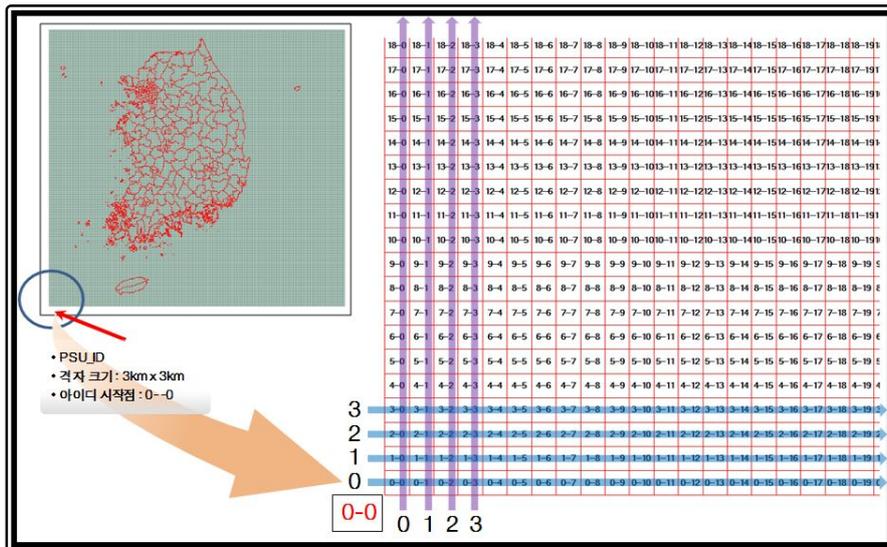
(1) 시군별 PSU 및 SSU Grid 생성

- 표본추출틀 제작 대상으로 남한 행정구역도의 최외각 육지 영역을 포함하는 바운더리를 생성하였으며, 행정구역도 등의 공간자료 누락 범위를 포함 할 수 있도록 Buffer(약10~15Km영역)를 두어 제작하였음



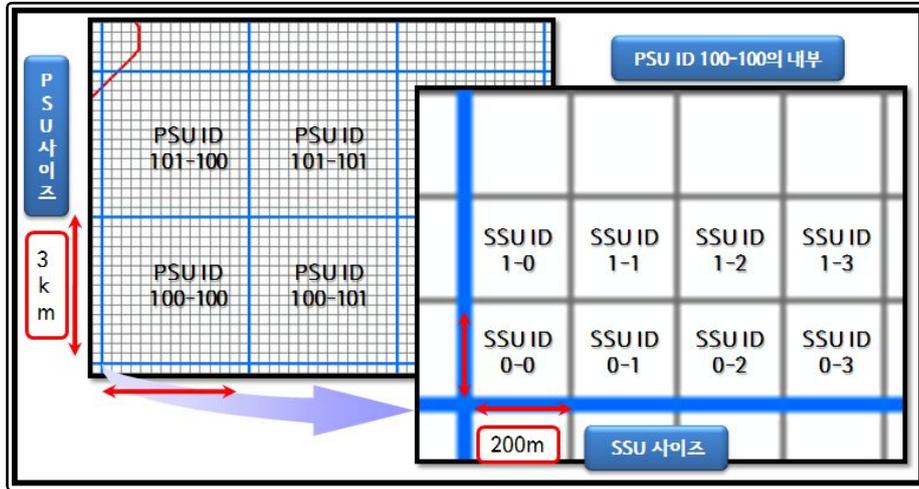
<그림 2-27> 표본추출틀 대상범위

- PSU, SSU 사이즈 선정과정을 통해 최종 결정된 PSU Grid의 크기인 3Km×3Km를 기준으로 앞서 정한 표본추출틀 바운더리 영역의 절대좌표를 이용하여 3Km×3Km의 Grid(PSU)를 생성하였음
- PSU의 아이디는 Grid를 생성하는 전용틀에서 자동으로 부여하는 ID를 사용하였으며 최외각 바운더리의 좌하단 PSU를 0-0으로 시작하여 열과 행을 기준으로 우상단까지 1씩 증가시키며 ID를 부여하였음



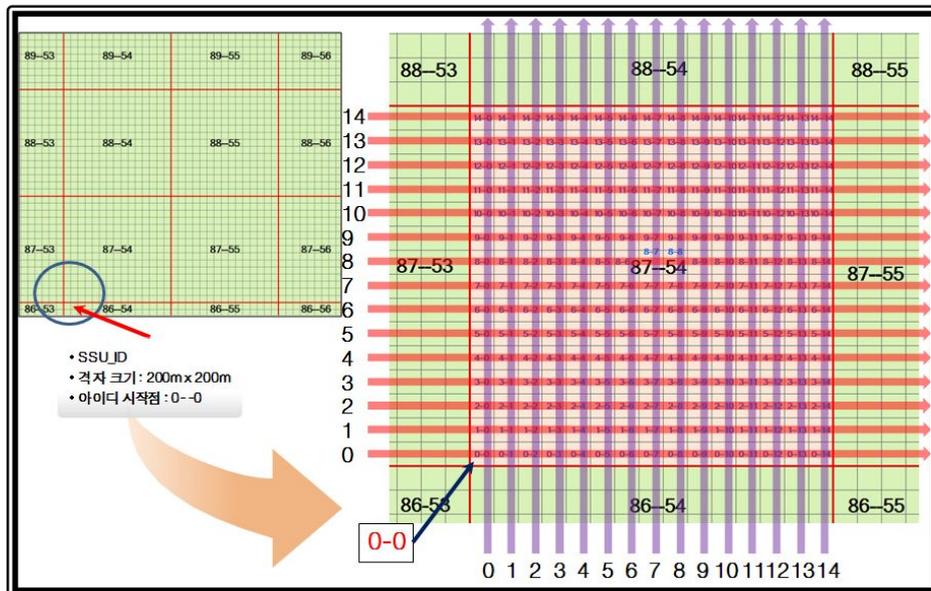
<그림 2-28> PSU 아이디 부여 방법

- SSU 생성은 PSU, SSU 사이즈 선정과정에서 결정 된 PSU Grid 단위를 기준으로 각각의 PSU마다 좌하단 ID를 0-0으로 시작하는 200m×200m Grid를 생성하였음



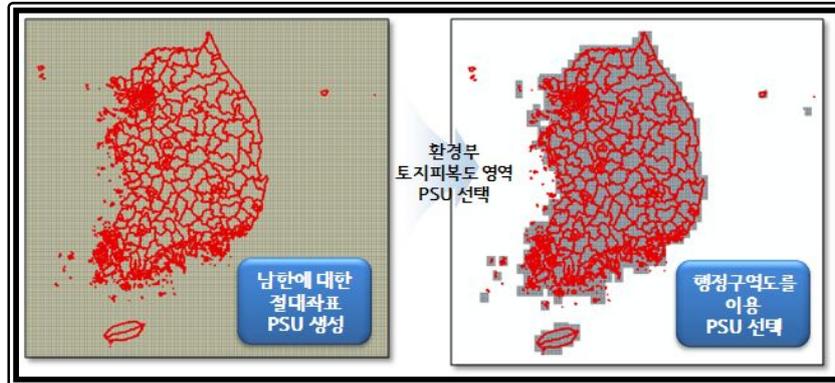
<그림 2-29> PSU, SSU Grid 생성

- SSU의 아이디 부여 규칙 또한 PSU 아이디 부여 규칙과 동일하며 각각의 PSU 단위로 SSU가 생성이 되기 때문에 각 PSU 당 SSU의 마지막 아이디는 14-14가 되는 225개의 SSU를 생성하였음



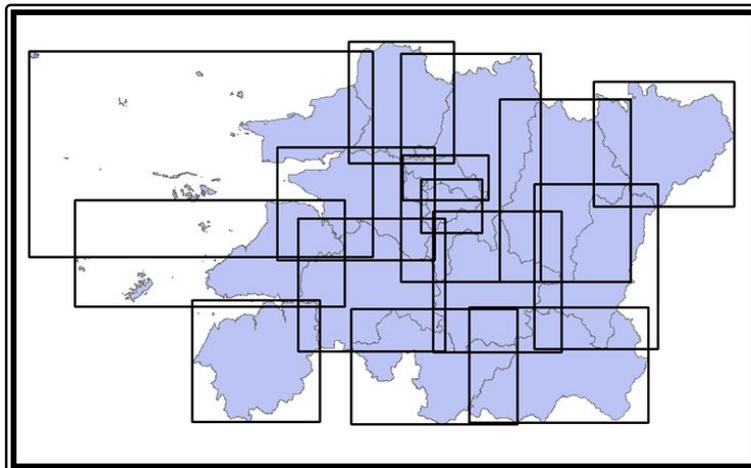
<그림 2-30> SSU 아이디 부여 방법

- 행정구역도를 이용하여 표본추출틀 바운더리 영역으로 제작된 PSU를 선택하여 행정구역도 영역에 해당되는 PSU를 최종 표본추출틀로 선정하였음



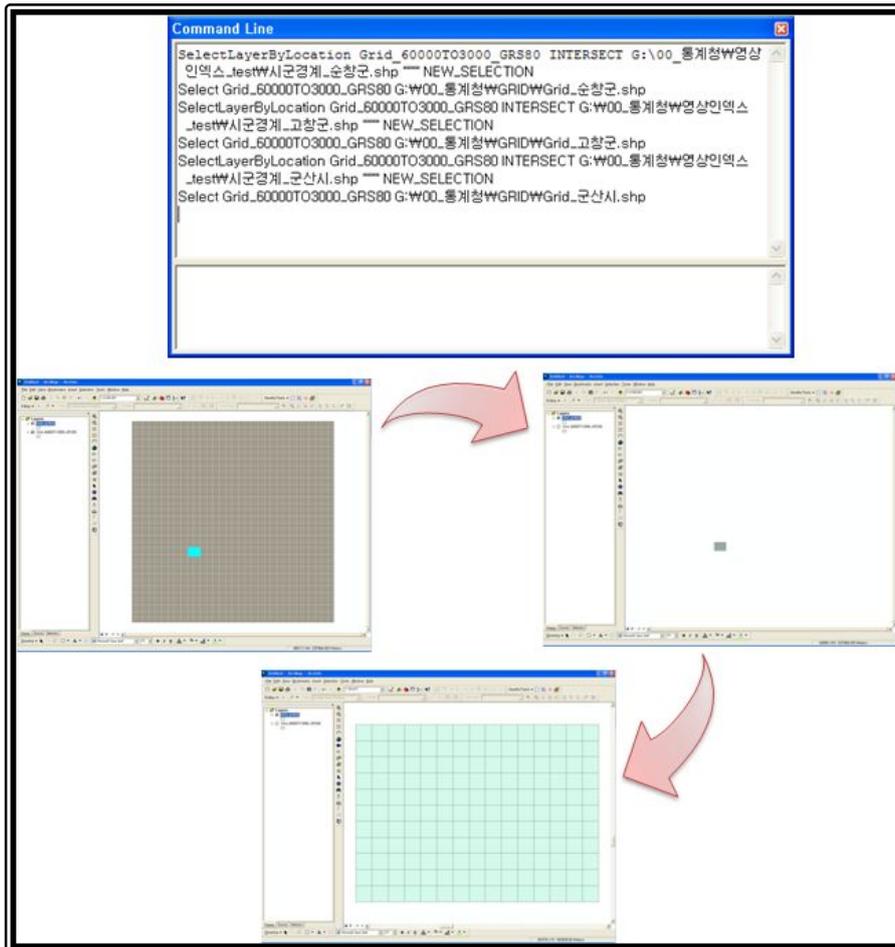
<그림 2-31> 행정구역도에 해당하는 표본추출틀 생성

- PSU 생성과정을 통해 만들어진 표본추출틀은 남한 전국에 해당되는 영역으로 실제 작업단위 인 시군별 작업에 사용하기에는 처리속도의 저하와 불필요 영역이 발생하여 데이터 구축에 신속성과 추가 정리 작업을 줄이기 위하여 표본추출틀을 시군별로 분할하는 작업을 진행하였음
- 시군별 표본추출틀의 분할은 통계청 지리정보과를 통해 전달받은 한국토지주택공사 KLIS 지적도의 시군경계를 사용하여 해당 시군경계를 완벽히 커버하는 최소영역을 기준으로 경계를 생성 후 경계를 기준으로 인접하거나 포함되는 PSU를 선택하였음



<그림 2-32> 전라북도 각 시군의 최외곽 경계

- 표본추출틀의 분할작업은 전국 시군을 대상으로 진행되기 때문에 단순 반복작업이 발생하며 이를 최소화하고 작업의 효율성을 높이기 위하여 DB편집 전용틀의 “SelectLayerByLocation” 명령어와 “Select” 명령어를 사용하여 연속적으로 실행이 될 수 있도록 스크립트를 작성 후 작업을 진행하였음

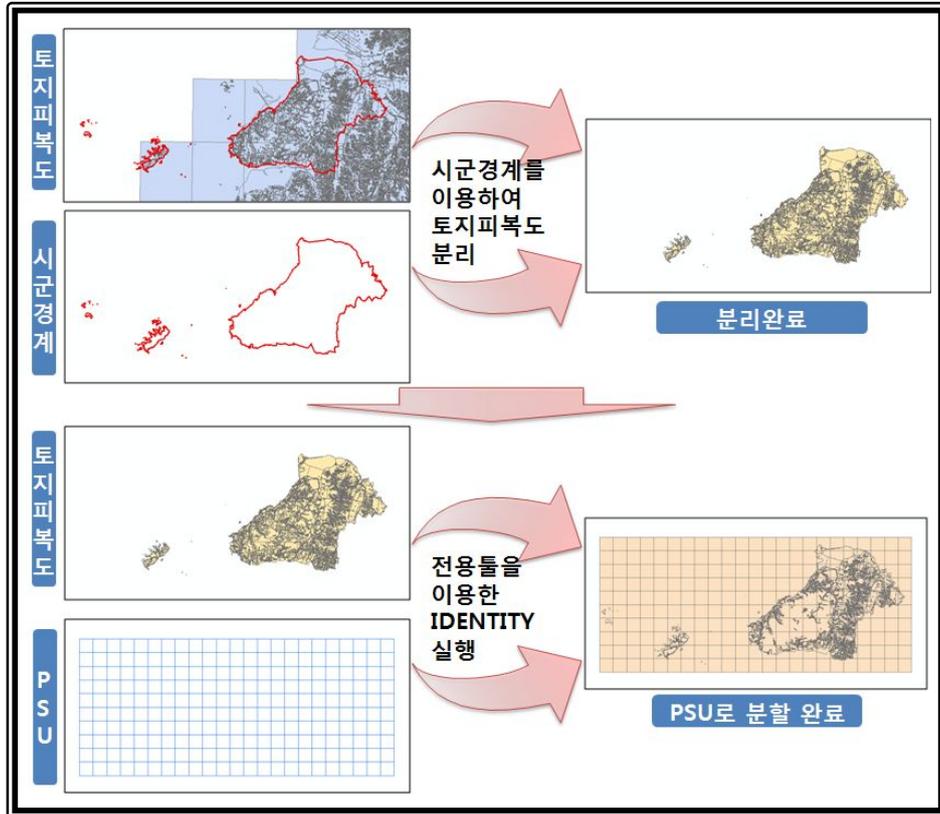


<그림 2-33> 스크립트를 통한 각 시군의 PSU 선택

(2) 경지면적자료 생성

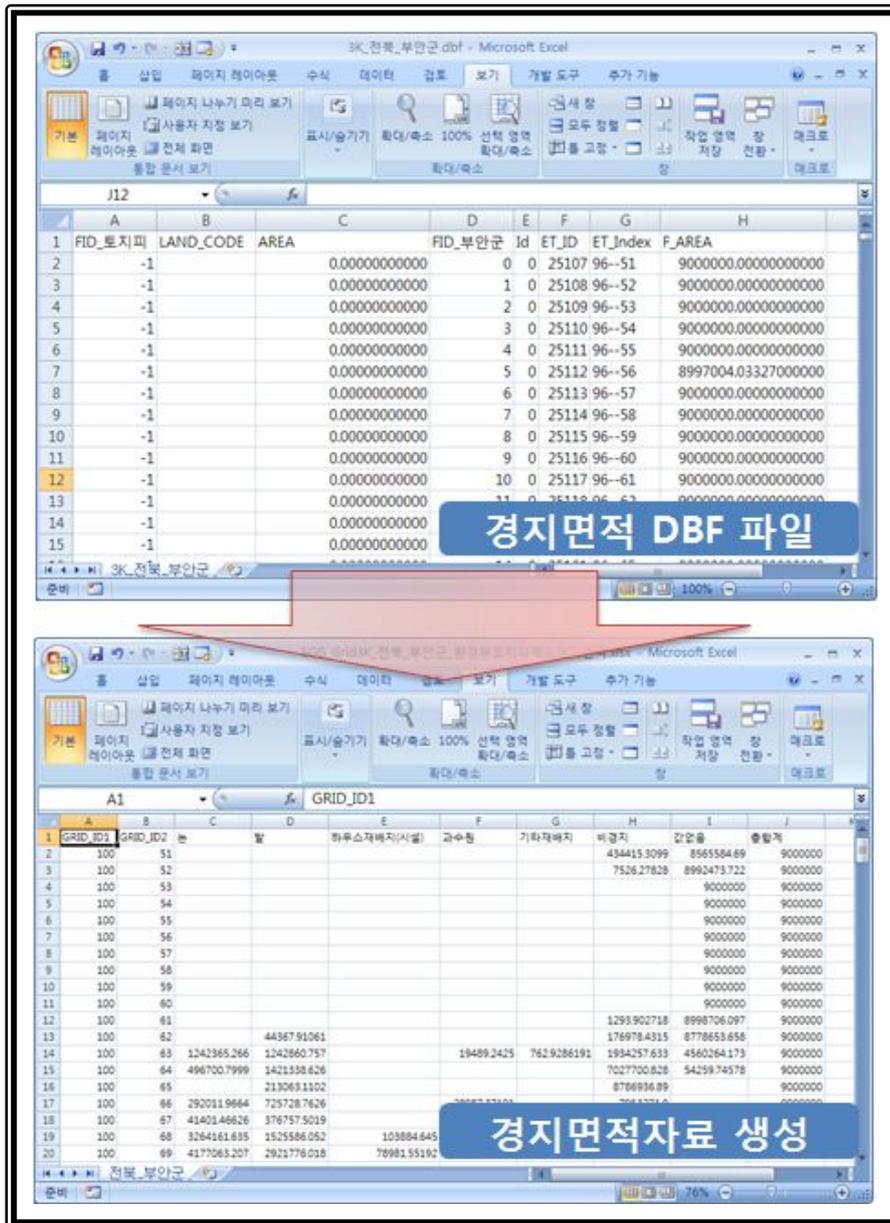
- 표본단위구 생성의 기초자료로 쓰이는 환경부의 토지피복도를 각 시군 단위로 분리하고, 분리 된 시군 토지피복도와 앞서 생성한 시군 PSU를 전용편집 틀의 “IDENTITY” 기능을 이용하여 PSU로 분할된 경지면적 공간DB를 생성하였음

- SSU 단위의 경지면적 공간DB 생성 또한 시군별 PSU 경지면적 공간DB에 SSU Grid를 전용편집 툴의 “IDENTITY” 기능을 이용하여 SSU로 분할된 경지면적 공간DB를 생성하였음



<그림 2-34> PSU 경지면적자료 공간 생성 예

- 시군별 PSU 경지면적 공간DB 파일 중 속성정보가 포함되어있는 DBF 파일을 엑셀에서 실행 후, PSU 아이디를 기준으로 피벗테이블을 사용하여 LAND_CODE 필드를 논, 밭, 하우스(시설), 과수원, 기타재배지, 비경지, 값없음, 총합계 순으로 각 PSU별 면적값을 구하여 PSU 경지면적 자료를 생성하였고, SSU 경지면적 공간DB 또한 PSU 아이디와 SSU 아이디를 기준으로 동일한 작업을 통해 SSU 경지면적자료를 생성하였음



<그림 2-35> 엑셀을 이용한 경지면적자료 생성

4. 위성영상 전처리

가. 사용재료 및 목표좌표계

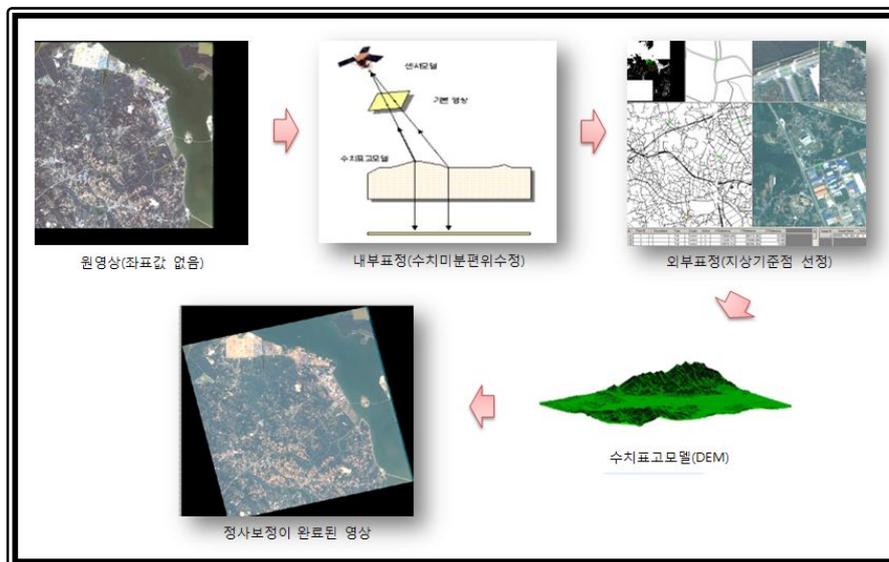
- 본 연구에서는 아리랑2호 1R영상을 원시자료로 사용하였음
- 아리랑2호 1R영상은 국가영상공급센터에서 수신한 위성영상으로 협의체 가입기관에게 무상 제공하고 있음

- 과거에는 주로 1G영상을 공급하였으나 최근에는 연구의 목적으로 사용하는 경우 1R 자료로도 제공하고 있음
- 위성영상 정사보정 최종 성과물의 좌표계는 UTM-K이고 GRS80 회전타원체를 사용하였으며, 좌표의 전개는 평면직각좌표계에 의한 횡단메르카토르(Transverse Mercator) 도법으로 하며, 축척계수는 0.9996, 좌표의 단위는 m로 사용하였음

나. 정사보정

(1) 정사보정의 원리

- 위성영상의 보정은 그 정확도에 따라 연구 결과에 매우 큰 영향을 줄 수 있으므로 위치 정확도는 매우 중요한 부분임
- 정사보정은 영상촬영 당시 센서의 자세와 지형기복에 의해 생기는 대상체의 변위를 제거하는 과정으로서 영상촬영 당시와 똑같은 환경을 재구성함으로써 영상의 위치를 보정하는 기법임



<그림 2-36> 수치적 미분편위수정 기법을 이용한 정사보정 과정

- 정사보정 과정은 크게 내부표정, 외부표정, 화소재배열의 과정으로 구분됨

- 내부표정은 영상촬영 당시 카메라의 위치, 초점거리, 촬영방식 등의 정보를 입력하여 센서 모델식을 통해 중심투영방식 촬영으로 인한 기복변위를 제거하는 과정임
 - 영상 입수 시에 함께 입수된 Scene의 각 밴드별 헤더파일에는 카메라의 위치, 초점거리, 촬영방식, 영상의 크기, 해상도 등 내부표정에 필요한 정보가 들어 있음
 - 외부표정은 기존에 생성한 참조자료를 기반으로 지상기준점(GCP)을 선정하는 과정으로서 영상에 실 좌표값을 부여하게 됨
 - 내부표정과 외부표정이 끝나면 Resampling 방식에 의하여 화소재배열을 거쳐 최종적으로 보정이 완료된 영상을 생성하게 됨

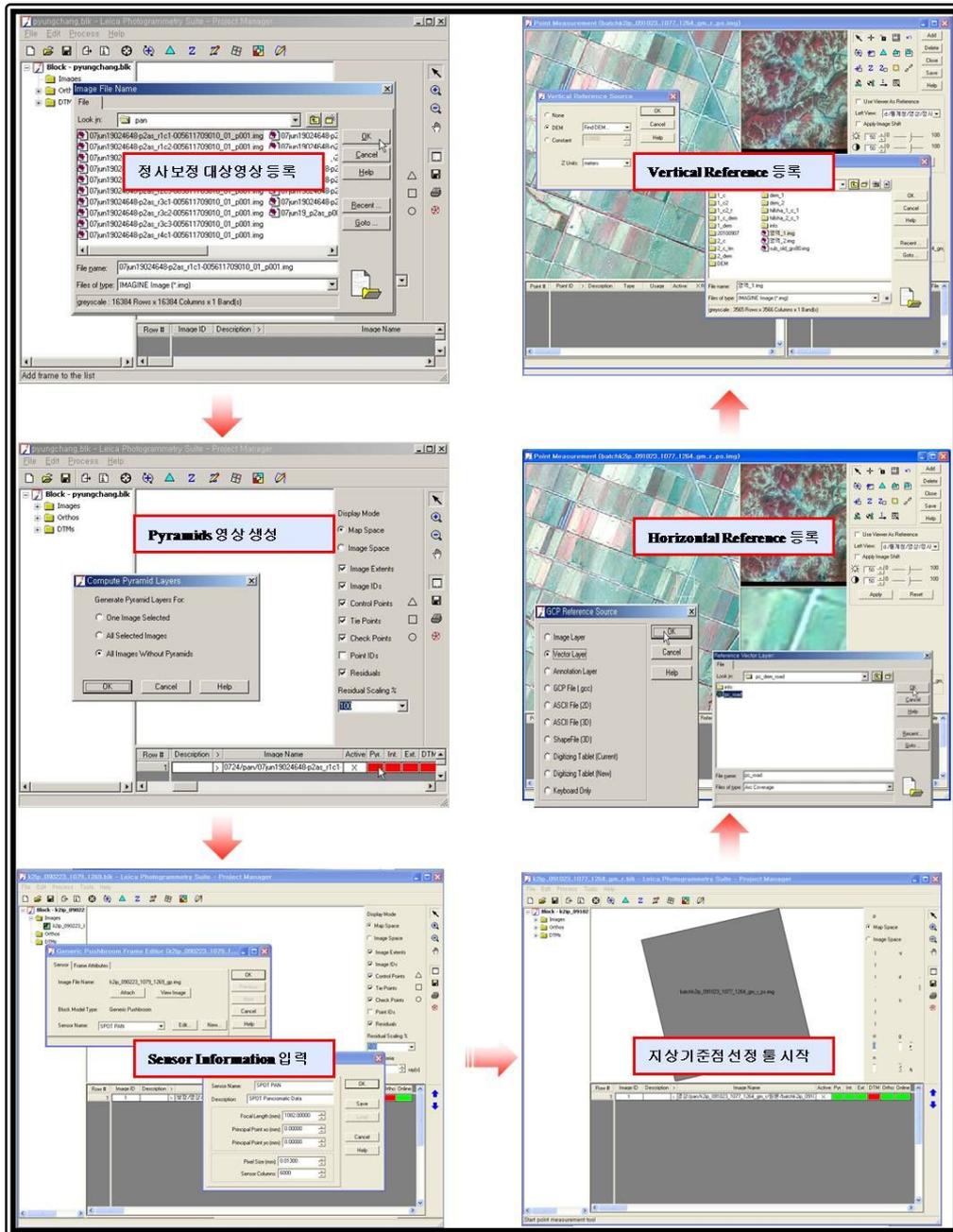
(2) 정사보정 작업 방법

- 정사보정 작업 과정을 <그림 2-37>에 표현하였음



<그림 2-37> 정사보정 과정

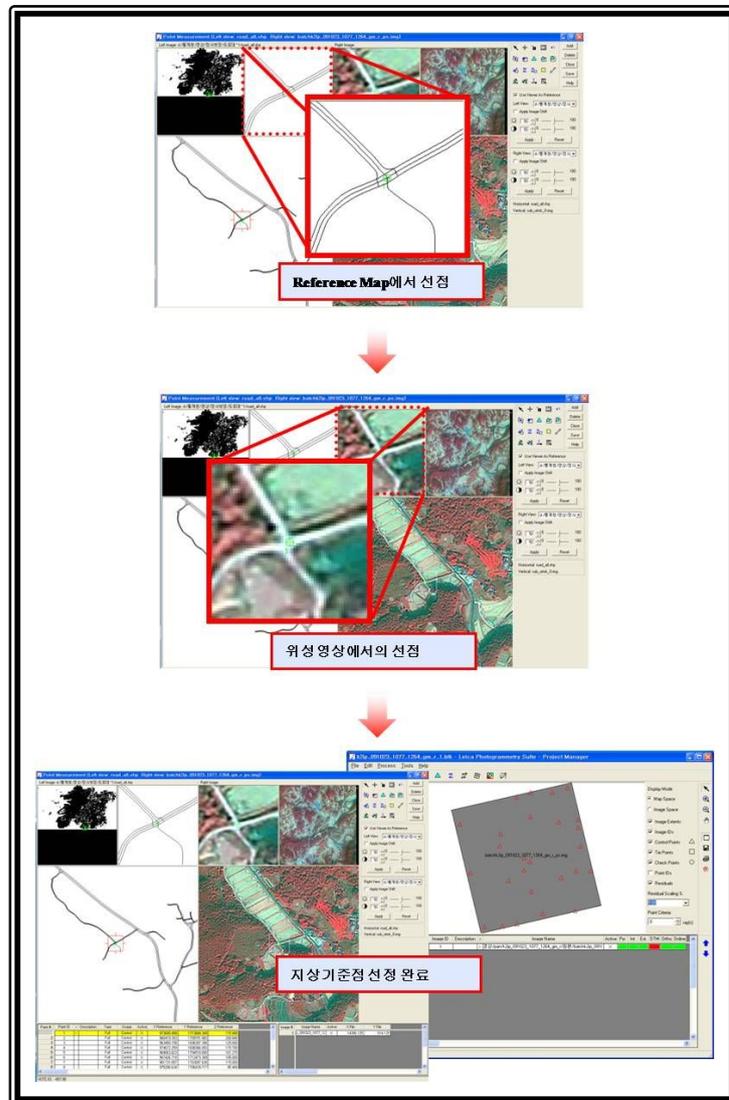
- 본 연구에서는 Erdas Imagine의 LPS 기능을 이용하여 영상별 정사보정을 수행하였음
- Erdas Imagine에서 정사보정을 위한 Block 파일을 생성 후 센서모델 설정 및 참조자료를 로딩 후 지상기준점을 선정함
- <그림 2-38>은 Block 파일 생성 및 센서모델 설정 과정임



<그림 2-38> Block 파일 생성 및 센서모델 설정 과정

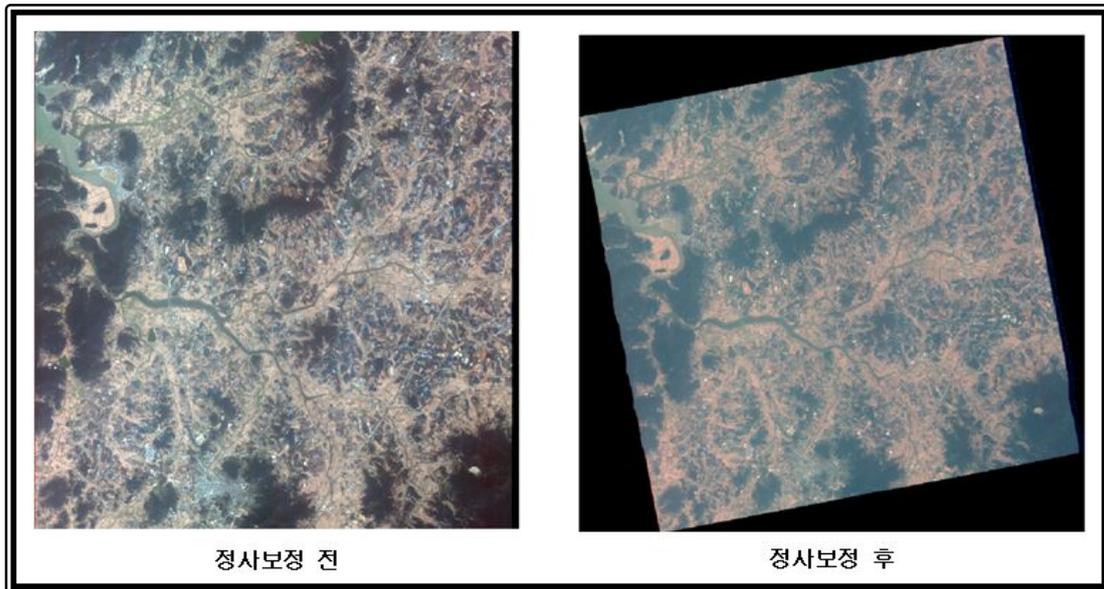
○ 지상기준점 선정방안

- 기본지리정보를 이용하여 제작한 Reference map과 위성영상과 동일한 위치를 찾아 지상기준점을 선정
- 도로교차점의 중심, 경지계 교차점의 중심, 인공구조물의 모서리 등을 지상기준점 선정 대상으로 함
- 각 지상기준점 x, y의 Residual이 2~3픽셀 범위 이내에서 선정 함
- 지상기준점 선정은 영상 전체영역에서 고르게 분포하여야 하며, 최소 12점 이상 선정 하도록 함



<그림 2-39> 지상기준점 선정 과정

- 대상지역의 총 65 Scenes에 대해 정사보정을 수행하였음
- 정사보정 수행 전과 후를 <그림 2-40>에 비교하였음



<그림 2-40> 정사보정 결과

다. 정확도 검증

- 정확도 검증은 정사보정의 결과가 영상전반에 걸쳐 어느 정도의 정확성을 갖고 있는지 확인하는 작업임
 - 정확도 검증은 영상의 위치값과 실제 벡터의 값이 평균적으로 얼마나 떨어졌는가를 확인하는 것으로 상대위치오차(RMSE)라고 하며, 허용범위는 5 이내로 기준을 정하였음

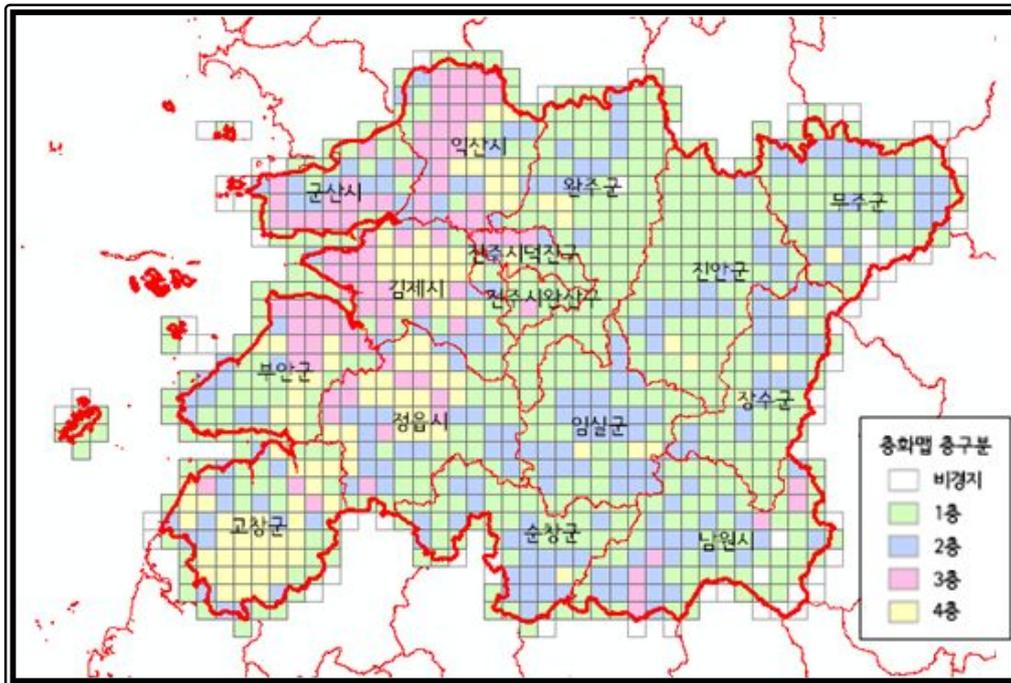
$$RMSE = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

- 본 연구에서는 정확도 검증방법으로 육안판독을 통해 영상의 위치정보와 벡터의 위치정보를 취득하여 RMSE를 계산하였음
- 육안판독은 <그림 2-41>과 같이 보정된 영상과 보정시 참조자료로 사

제 3 장. 표본추출

1. 층화

- PSU 층화는 경지면적, 논면적, 밭면적을 변수로 사용하여 군집분석한 결과임
- 군집분석의 특성상 각각의 층별 명확한 기준은 확인할 수 없으나 대략적인 경향을 분석하면 1층은 논·밭 모두 경지 크기가 작은 단위, 2층은 논·밭 모두 경지 크기가 중간 규모의 단위, 3층은 논면적이 큰 단위, 4층은 상대적으로 밭면적이 큰 단위로 구분됨
- PSU 층화 맵은 표본설계 그룹에서 분석한 결과를 공간 DB로 제작한 결과임



<그림 2-42> 전라북도 층화맵

- PSU 층화는 전라북도 PSU중 경지를 포함한 PSU 만을 추출하여 선정하

였으며 층별, 시군별 PSU 수는 <표 2-11>과 같음
 <표 2-11> 시범사업 대상지의 시군별, 층별 PSU 수

구분	층별 PSU 수				
	1	2	3	4	계
고창군	35	16	3	38	92
군산시	24	11	18		53
김제시	23	17	21	20	81
남원시	64	29	8	1	102
무주군	54	25		1	80
부안군	44	10	17	13	84
순창군	53	22		1	76
완주군	92	18	3	7	120
익산시	28	14	25	12	79
임실군	53	31		3	87
장수군	51	21		3	75
전주시	27	2	5	2	36
정읍시	42	23	11	23	99
진안군	82	22		2	106
전라북도	672	261	111	126	1,170

2. 1차(PSU) 추출

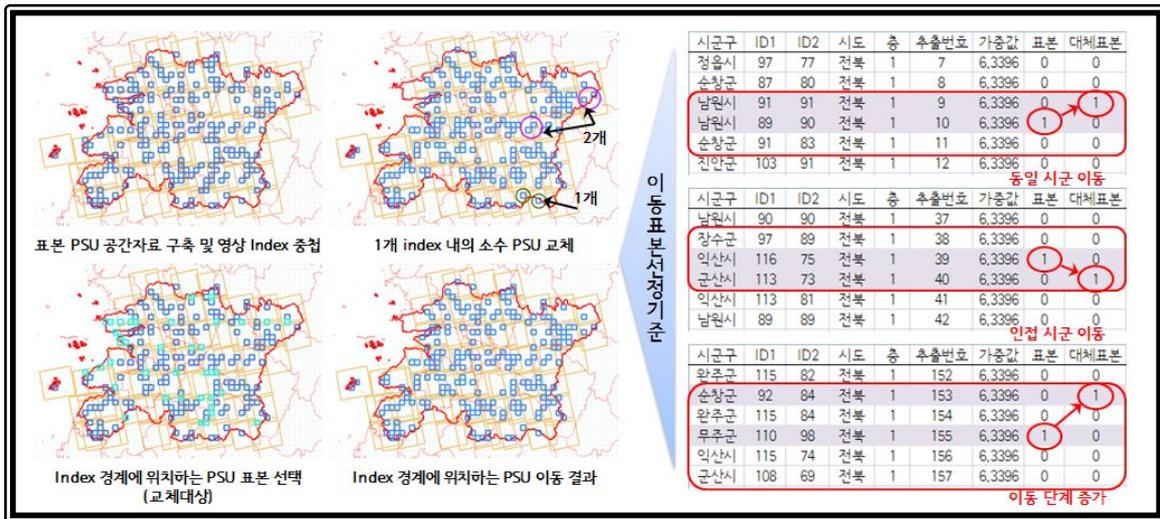
- PSU 추출은 시도별, 층별 경지면적을 크기순으로 정렬 후 PSU 중 경지면적이 해당 PSU 면적의 50% 이하를 차지하는 PSU를 분리하여 여러 개의 PSU를 1개로 묶어주는 방법을 통해 collapsing(가상화) 하였음
- 정리된 PSU 추출틀을 대상으로 계통 추출법에 의해 1차 추출을 수행함
- PSU 추출단계는 크게 위성영상을 고려한 PSU 표본추출단계와 경지면적을 고려한 표본 대체 단계로 크게 구분할 수 있음
- 위성영상을 고려한 PSU 표본추출단계에서는 표본설계를 통한 초기표본

(시군별 PSU) 추출과 영상효율을 감안한 이동을 진행하는 과정을 수행하며 표본 대체 단계에서는 경지면적 추정을 고려한 표본 배분 및 이동된 표본에 대한 사용 여부를 결정함

- 시군별 PSU 추출 및 표본대체는 표본설계 실무그룹에서 진행하였으며, 영상효율을 감안한 이동 및 영상 수급에 대한 확인 단계는 원격탐사 실무그룹에서 진행하였음

가. 위성영상을 고려한 PSU 표본 추출

- 총화된 PSU를 대상으로 목표상대표본오차를 6%로 설정하여 표본크기를 선정하였음(표본설계 그룹 진행)
- PSU를 시도별, 층별 경지면적 크기순으로 정렬 후 계통 추출법에 의한 1차 추출을 수행하였음(표본설계 그룹 진행)
- 추출된 표본을 입수 후 표본에 대한 PSU 단위의 공간자료를 제작하고 앞서 제작한 아리랑 2호의 일반적인 영상 Path Row 와 중첩하여 Path Row 경계에 위치하는 PSU 표본을 이동시켰음
- 표본 이동시 이동 기준은 표본설계 그룹에서 입수한 추출번호를 기준으로 선택하였으며, 초기 표본의 추출번호를 기준으로 동일 층 내의 위·아래 번호에서 선정하였음
- 인접 추출번호 선정시 동일 행정구역을 우선순위로 하였으며, 동일 행정구역에서 이동할 표본이 없는 경우 인접 행정구역을 다음순위로 하였음
- 1차 이동 후에도 영상 수급의 효율성 조건을 충족시키지 못할 경우에는 상하 추출 번호를 증가시켜 추가 이동 표본을 선정하였음



<그림 2-43> 영상 효율을 감안한 표본 이동

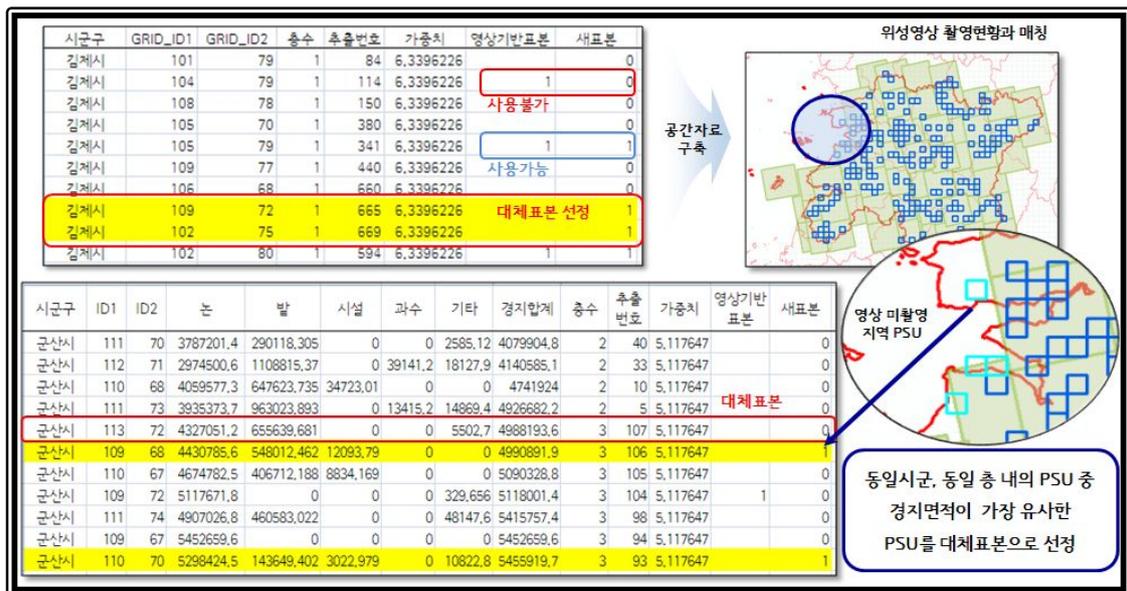
- 영상 사용량을 줄이기 위해 영상 수급 40% 이상 절감을 목표로 최대 교체 범위를 선정하였으며, 영상 활용의 효율성을 위해 먼저 1개 영상 Index 내의 PSU가 1개 위치하는 표본 PSU 선택 후 교체 하였으며, 목표량이 도달하지 못할 경우 1개 영상 Index 내에 포함하는 PSU 수가 2개인 표본 이동, 3개인 표본 이동으로 영상 Index내 영상 활용비율을 증가시켜 이동시켰음
- 표본 이동 방법에 대한 설명은 <그림 2-43>과 같음

나. 경지면적 추정을 고려한 표본 대체

- 경지면적 추정을 고려한 표본 대체 과정은 대체표본 선정단계, 영상수급 확인단계, 표본 확정 단계로 나뉨
- 먼저, 대체표본 선정단계는 위성영상을 활용한 PSU 표본 추출 단계에서 최종으로 이동한 표본 PSU 자료를 표본설계 실무그룹에 전달하여 이동된 표본의 사용여부를 결정하는 단계임
- 이 과정에서 표본설계 그룹은 이동한 표본 중 경지면적 추정에 영향을

주는 표본이 선정된 경우 대상 표본을 표본에서 제외시킨 후 대체표본을 지정하고, 추정을 통해 시군별 추정을 위한 표본을 추가로 배분하는 작업을 수행함

- 두 번째 영상수급 확인단계에서는 대체표본 선정단계에서 선정된 표본을 바탕으로 당해년도의 영상 수급 현황을 확인하여 영상 수급이 어려운 지역에 대한 표본을 확인 후, 동일 행정구역내의 동일 층에서 경지면적이 가장 유사한 표본을 뽑는 대체표본 선정방법에 따라 대체표본을 추출함
- 이 단계에서 위성영상이 수급이 어려운 표본이거나 경지면적이 유사한 대체 표본을 확보하지 못한 경우에는 대상 표본에 대한 정보를 추출 후 표본설계 그룹에 전달하여 대체표본을 재확인 받는 작업을 반복하여 수행하였음
- 마지막으로 표본 확정 단계에서는 영상 수급환경에 의한 대체표본 선정 결과를 표본설계 실무 그룹에 전달하여 최종 추정값에 대한 검증을 진행하여 최종 표본을 선정하는 단계임
- <그림 2-44>는 영상 수급을 고려한 대체표본 선정 과정을 표현한 그림임



<그림 2-44> 영상 수급을 고려한 대체표본 선정 과정

- 표본 추출 방법에 따른 경지면적 추정 결과는 <표 2-12>에 표기하였으며, 추출방법에 따른 층별 PSU 표본 증감은 <표 2-13>과 같음
- 대부분의 시군에서 동일 층 내에서의 대체를 진행하였으므로 층간의 변화는 나타나지 않으나 군산시의 경우 경지추정에 영향을 주어 3층의 표본을 증가하였고, 전주시의 경우 3층의 표본 3개를 1층과 4층으로 각각 대체하였음

<표 2-12> 표본 추출 방법에 따른 경지면적 추정

시군	실제총계		영상을고려한표본			추정을고려한대체표본			
	N	면적 (ha)	n	추정 면적 (ha)	cv	n	대체 표본수	추정 면적 (ha)	cv
고창군	92	18,256	18	16,931	9.45	18	2	18,295	9.63
군산시	53	15,350	5	8,843	11.49	7	7	15,328	6.97
김제시	81	26,368	19	36,000	5.62	19	9	26,838	5.75
남원시	102	15,864	17	14,616	12.11	17	2	15,094	12.77
무주군	80	13,865	15	5,395	7.42	15	3	3,948	10.77
부안군	84	17,462	11	8,611	10.16	11	10	17,123	4.09
순창군	76	8,856	14	9,824	15.99	14	1	8,846	14.02
완주군	120	10,578	31	16,592	9.57	31	10	11,311	8.77
익산시	79	25,538	11	21,425	7.91	11	4	24,639	6.78
임실군	87	7,657	17	8,902	22.07	17	2	7,427	17.19
장수군	75	6,170	16	10,271	12.83	16	6	6,151	16.31
전주시	36	5,344	6	9,906	5.69	6	3	5,453	0.09
정읍시	99	21,494	14	18,665	9.77	14	3	21,011	9.8
진안군	106	6,158	14	5,861	18.69	14	1	6,172	16.69
계	1,170	188,961	208	191,841		210	63	187,636	

<표 2-13> 전라북도 표본추출방법에 따른 표본 선정 결과(증감표)

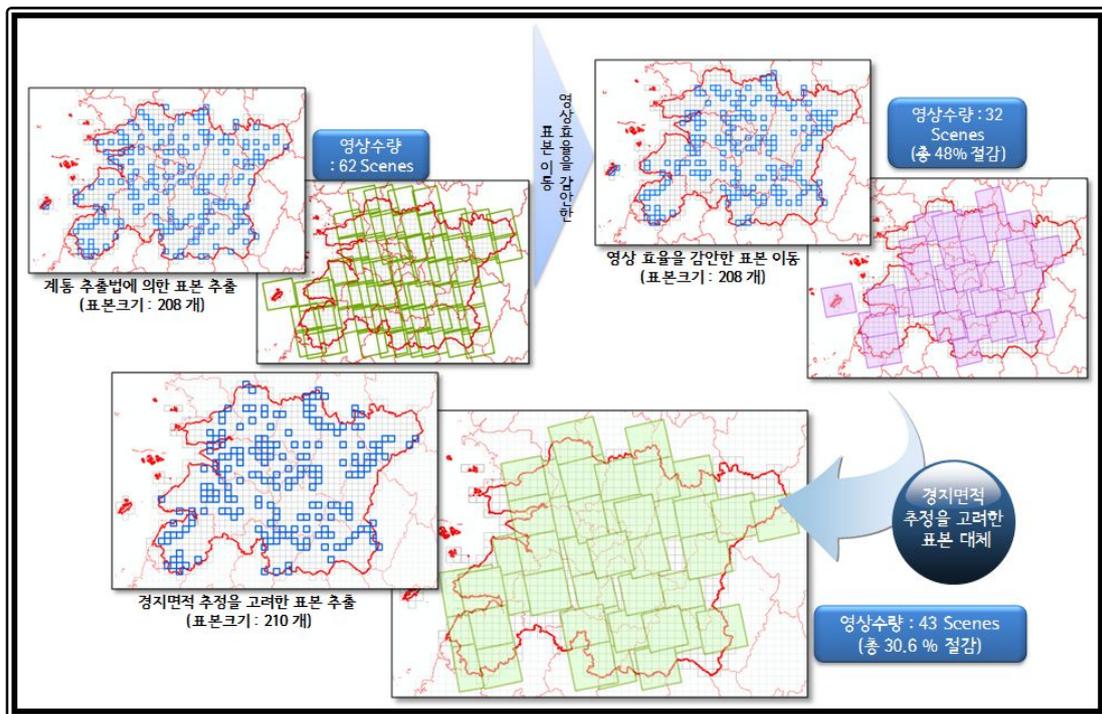
구분	영상을 고려한 PSU 표본수					추정을 고려한 교체 PSU 표본수					교체에 의한 증감표본수				
	1층	2층	3층	4층	계	1층	2층	3층	4층	계	1층	2층	3층	4층	계
고창군	4	6		8	18	4	6		8	18	0	0	0	0	0
군산시	3		2		5	3		4		7	0	0	2	0	2
김제시	4	3	6	6	19	4	3	6	6	19	0	0	0	0	0
남원시	12	4	1		17	12	4	1		17	0	0	0	0	0
무주군	11	3		1	15	11	3		1	15	0	0	0	0	0
부안군	7	1	1	2	11	6	1	2	2	11	-1	0	1	0	0
순창군	10	4			14	10	4			14	0	0	0	0	0
완주군	21	6	1	3	31	21	6	1	3	31	0	0	0	0	0
익산시	3	1	5	2	11	3	1	5	2	11	0	0	0	0	0
임실군	11	5		1	17	11	5		1	17	0	0	0	0	0
장수군	8	7		1	16	8	7		1	16	0	0	0	0	0
전주시	1	1	3	1	6	2	1	1	2	6	1	0	-2	1	0
정읍시	3	4	3	4	14	3	4	3	4	14	0	0	0	0	0
진안군	8	6			14	8	6			14	0	0	0	0	0
전북	106	51	22	29	208	107	51	22	30	210	0	0	1	1	2

다. 위성영상 사용 수량 결정

- 본 연구는 위성영상의 수급률이 제한적인 경우를 감안 할 뿐 아니라, 높은 판독 비용을 고려하여 사용하는 영상의 수량을 줄이고자 하는 목적이 있음
- 이를 위해 표본 설계 과정에서 영상의 사용 효율 및 수급현황을 고려한 바 있음
- 이렇게 표본추출 과정에 따라 변동하는 PSU 표본 수 및 위성영상 활용 영상 수량을 <그림 2-45>에 표현하였음
- 먼저 계통 추출법에 의해 표본추출을 진행한 초기 추출에서는 전라북도

에 208개의 표본 PSU가 추출되었으며, 이에 소요되는 영상수량은 62Scenes으로 확인되었음

- 이를 바탕으로 영상 효율을 감안한 표본이동 결과 표본크기는 208개로 동일하나 소요되는 영상 수량은 32Scenes으로 48% 절감되었음
- 이동한 표본을 기준으로 경지면적을 추정한 결과 이동표본을 사용할 수 없는 경우가 확인되어 표본 대체가 진행되었고, 시군별 추정을 위한 표본 추가 배분도 진행되었음
- 따라서 최종으로 선정된 표본PSU의 수는 210개 이며, 이에 따른 소요 영상수량은 43Scenes으로 초기대비 30.6%를 절감하는 효과를 보임



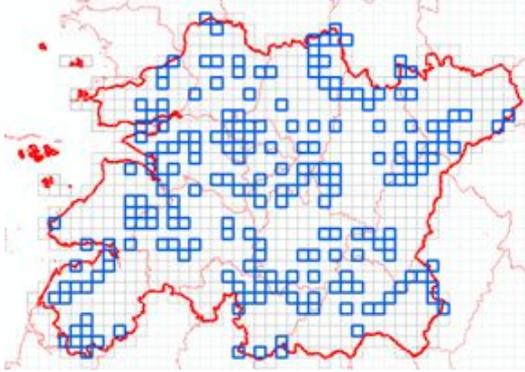
<그림 2-45> 전라북도 위성영상 활용수량 결정

라. 최종 PSU 표본 추출 결과

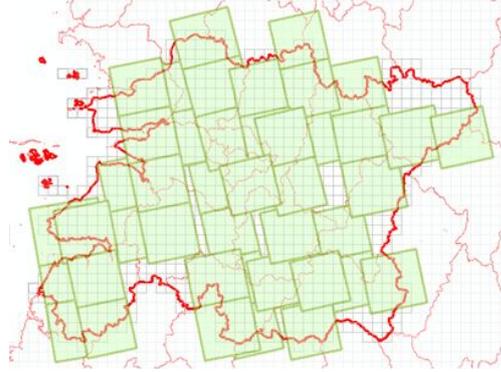
- 연구된 표본추출방법에 의해 전라북도의 경우 표본PSU 210개, 소요 위성

영상 43 Scenes이 최종 선정되었음

- 선정된 표본 및 영상 정보는 <그림 2-46>과 같음



전라북도 표본 PSU 210개



위성영상 소요 수량 43Scenes

<그림 2-46> 최종 표본 추출 결과 및 소요 영상 수량

- <표 2-14>는 전라북도 대상 경지가 포함된 PSU 1,170개중 표본으로 선정된 210개 PSU에 대한 층별 분포 및 추출률임
- 표본 수가 가장 많이 분포하는 지역은 완주군 31개이며, 표본 수가 가장 적은 지역은 전주시로 6개의 표본이 존재함
- 전북 전체 표본 추출률은 17.9%이며, 몇몇 시군을 제외하고는 시군별로 15~20% 전후로 비교적 비슷한 경향을 보임
- 완주군과 김제시의 경우 각각 25.8%, 23.5%로 추출률이 비교적 높은 편임

<표 2-14> 전라북도 최종 표본선정 결과(층별 추출 정보)

구분	경지가 포함된 PSU수	층별PSU표본수									
		1	추출율 (%)	2	추출율 (%)	3	추출율 (%)	4	추출율 (%)	계	추출율 (%)
고창군	92	4	11.4	6	37.5			8	21.1	18	19.6
군산시	53	3	12.5		0	4	22.2			7	13.2
김제시	81	4	17.4	3	17.6	6	28.6	6	30	19	23.5
남원시	102	12	18.8	4	13.8	1	12.5		0	17	16.7
무주군	80	11	20.4	3	12			1	100	15	18.8
부안군	84	6	13.6	1	10	2	11.8	2	15.4	11	13.1
순창군	76	10	18.9	4	18.2				0	14	18.4
완주군	120	21	22.8	6	33.3	1	33.3	3	42.9	31	25.8
익산시	79	3	10.7	1	7.1	5	20	2	16.7	11	13.9
임실군	87	11	20.8	5	16.1			1	33.3	17	19.5
장수군	75	8	15.7	7	33.3			1	33.3	16	21.3
전주시	36	2	7.4	1	50	1	20	2	100	6	16.7
정읍시	99	3	7.1	4	17.4	3	27.3	4	17.4	14	14.1
진안군	106	8	9.8	6	27.3				0	14	13.2
계	1,170	107	15.9	51	19.5	22	19.8	30	23.8	210	17.9

3. 2차(SSU) 추출

- 선정된 표본 PSU를 기준으로 각 층에 해당하는 표본 SSU자료 추출하는 작업을 진행하였음

가. SSU 추출 방법

- (1) SSU 추출을 위한 표본설계 실무그룹의 연구 결과

- 표본설계 실무그룹에서 연구한 SSU 추출 조건을 이용하여 표본 SSU를 추출하였음
- 표본 PSU의 특성에 따른 SSU 추출 규모 결정
 - PSU내에서 추출하는 SSU의 수는 PSU의 특성에 많은 영향을 받게 됨
 - PSU내 SSU가 동질적이면 적은 수의 SSU를 추출하게 되며, SSU가 이질적이면 많은 수의 SSU를 추출해야함
 - 따라서, PSU의 층별 특성과 지역별 급내상관계수 및 PSU내의 평균 모집단 SSU 수를 고려하여, 모집단 PSU 특성별 최적의 SSU 수를 산출하였음
 - 군집의 기준 및 최적 SSU 수는 <표 2-15>와 같음

<표 2-15> 모집단 PSU 특성별 최적 SSU 수

군집	군집 기준	최적 SSU 수
군집1	경지면적 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 미만	12
군집2	경지면적 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 이상, 밭면적 $1.5 \times 10^6 (m^2)$ 이상	20
군집3	경지면적 $3.5 \times 10^6 (m^2)$ 이상, 밭면적 $1.5 \times 10^6 (m^2)$ 미만	15

- SSU 추출 방식
 - 표본 PSU마다 경작지 면적을 계산하여 경작지 면적이 0인 SSU 제거
 - 표본 PSU마다 SSU의 논면적 크기 내림차순으로 정렬
 - PSU마다 SSU추출을 위한 표본 위치 선택을 위한 계통 간격 결정
: PSU 내 SSU 수(M), 표본으로 추출할 SSU수 (m)라 한다면 추출간격 (k, 정수로 결정)은 다음과 같음)

$$int(k) = \frac{M}{m}$$

○ SSU 추출 조건

- PSU마다 출발 셀을 1~k 사이의 난수(r)를 추출하여 1번째 셀로 지정
- 2번째 이후 표본 셀은 추출간격 k를 증가시켜가면서 표본 셀의 위치를
선택 : 표본 셀 위치 $r+(m-1)k$
- 표본 셀을 선택한 후, 선택된 표본 셀이 이전에 추출된 표본 셀과 인접
(중복 포함)한 셀인지 확인하여 인접한 셀인 경우는 추출하지 않고 다
음 표본 셀 위치로 넘어가 표본 셀을 확보
- 표본추출을 순차적으로 진행하여 필요한 m개 셀을 확보해야 하지만
인접 셀을 제외하다보면 m개의 셀을 확보가 불가능한 경우, 1번 셀을
(M+1)번으로 간주하여 m개 확보

○ 예외조건

- PSU의 SSU 수가 표본으로 추출해야 할 SSU 표본수보다 적은 경우
($M < m$) : 모든 SSU 선택
- PSU의 SSU가 $M < 3m$ 이면, 인접한 셀을 제거하지 않고 SSU 선택
- $M = mk$ 인 경우, 인접 셀을 제외하다보면 추가로 선택되는 표본위치가
동일하게 반복될 수 있으므로, 이 경우는 1~k사이의 다른 난수(r2)를
추가로 선택하여 표본 위치 선택

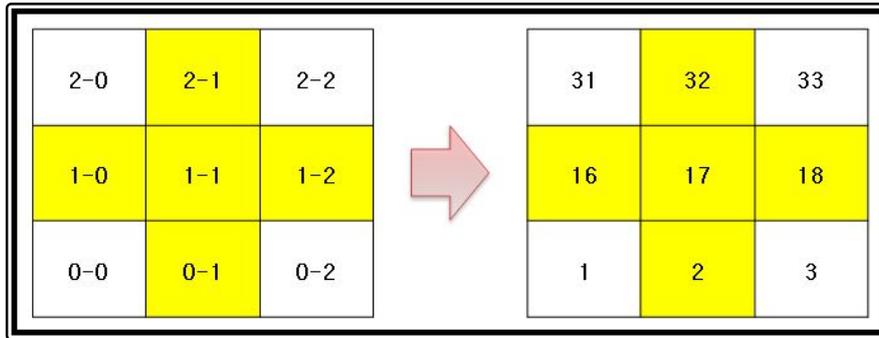
(2) 엑셀 VBA를 이용한 표본 SSU 추출

- SSU 경지면적자료를 이용하여 표본설계실무 그룹의 SSU 추출 조건식을
바탕으로 엑셀 VBA를 작성 후 자동추출 될 수 있도록 하였음
- 기존 SSU의 아이디가 0-0의 형태로 되어있어 표본 추출 시 아이디의 형
태를 일련번호 형태로 변환하였음
예) 행 번호 × 15 + 열 번호 + 1

아이디가 0-0 일때 => $0 \times 15 + 0 + 1 = 1$

아이디가 0-1 일때 => $0 \times 15 + 1 + 1 = 2$

아이디가 1-0 일때 => $1 \times 15 + 0 + 1 = 16$



<그림 2-47> SSU 아이디 변환

○ VBA의 SSU 추출 조건

조건1) 경지면적이 0이 아닌 SSU 개수가 추출 SSU 개수 보다 작을 경우 전체 선택함

예) SSU의 경지면적이 0인 것을 제외한 나머지가 10개 일 경우 추출 예정 SSU가 12개(m)이면 10개 전부를 인접과 관계없이 선택함

조건2) 경지면적이 0인 아닌 SSU 개수(M)가 추출 SSU 개수(m)의 3배 보다 작을 경우 인접 무시하여 선택함

예) SSU의 경지면적이 0인 것을 제외한 나머지가 30개 일 경우 추출 예정 SSU가 12개(m)이면 12개의 3배인 36개 이하 일 경우 인접계산 없이 12개 선택함

조건3) 선택된 SSU 아이디 중에 현재 셀의 숫자(아이디)보다 +1, -1, +15, -15가 있는 경우 현재 셀을 선택 하지 않으며 인접 된 PSU의 SSU 셀에 대해서도 선택하지 않음

31	32	33
16	17	18
1	2	3
선택된 셀		인접셀 삭제

<그림 2-48> 인접 셀 제거

조건4-1) 선택된 SSU 셀 아이디 중에 선택 될 셀의 숫자(아이디)보다 -1인 것이 존재하더라도 선택 될 셀의 숫자(아이디)가 15로 나누어 나머지가 0이며 현재 셀의 숫자보다 +1, -15, +15를 하였을 경우의 숫자(아이디)가 선택된 SSU 셀 아이디 중에 없으면 현재 셀을 선택함

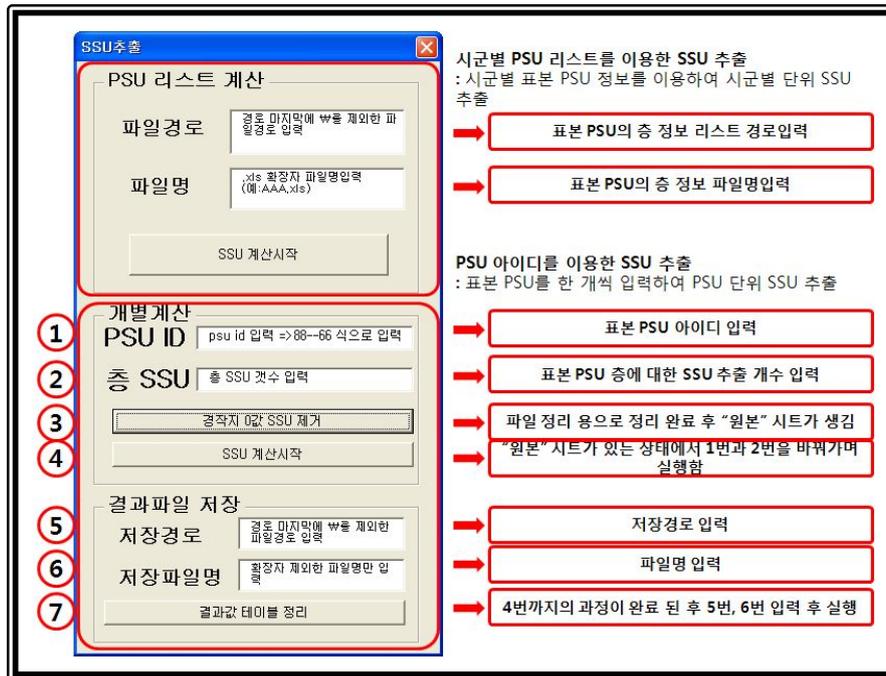
31	...	45
16	...	30
1	...	15
선택된 셀		선택될 셀

<그림 2-49> 31번 셀 선택

조건4-2) 선택된 SSU 셀 아이디 중에 선택 될 셀의 숫자(아이디)보다 +1인 것이 존재하더라도 선택 될 셀의 숫자(아이디)가 15로 나누어 나머지가 0이며 현재 셀의 숫자보다 -1, -15, +15를 하였을 경우의 숫자(아이디)가 선택된 SSU 셀 아이디 중에 없으면 현재 셀을 선택함

○ VBA 실행 및 SSU 추출

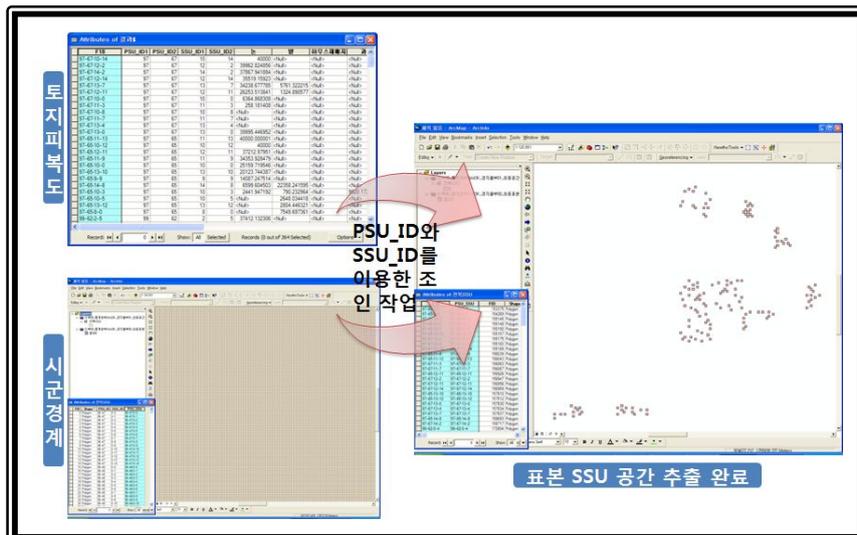
- 엑셀 화면에 시군별 SSU 경지면적자료를 실행 후 alt + F11 눌러 VBA 창을 Open 하고 SSU 추출 툴을 실행하여 표본 PSU 아이디 또는 시군별 PSU 리스트를 입력하면 표본 SSU 추출이 실행되도록 하였음
- PSU 리스트 계산 항목을 이용하여 SSU추출
 - A열에 PSU ID, B열에 SSU 추출 개수(m)가 들어있는 엑셀파일을 작성하고 이 파일을 입력하여 각 시군의 표본PSU 당 표본SSU자동 추출함
- 개별계산 항목을 이용하여 SSU 추출
 - <그림 2-25>에서와 같이 추출하고자하는 표본PSU의 아이디와 SSU 추출 개수(m)를 1번과 2번 항목에 입력하고 3번 항목을 실행하여 SSU 추출 전에 경지가 0인 SSU를 제거하여 SSU 추출을 위한 경지면적자료인 “원본” 시트를 생성함. 최초 “원본” 시트를 작성한 뒤에는 3번 항목은 실행하지 않아도 되며 1,2번 항목만을 수정 한 뒤 4번을 눌러 실행하면 각 각의 PSU 마다 표본SSU가 추출됨
 - <그림 2-25> 7번 항목은 SSU 추출 완료 후 공통적으로 적용함
- 본 과정에서는 VBA를 사용하여 SSU 표본을 추출하여 연구에 활용하였으나, 이후 업무에서는 2010 통계청에서 수행한 원격탐사 응용시스템 개발 용역을 통해 구축된 시스템에서 제공하는 툴을 사용하여 같은 작업을 수행하도록 함



<그림 2-52> SSU 추출 VBA 실행 화면

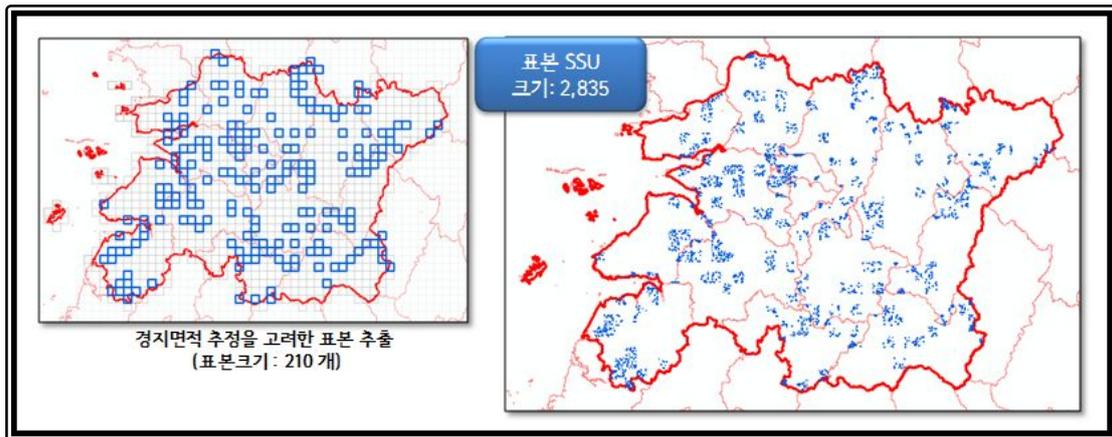
나. 최종 SSU 추출 결과

- 전용편집 툴을 이용하여 SSU 추출 과정에서 생성된 엑셀 파일과 SSU 표본추출틀 테이블의 필드인 PSU ID와 SSU ID를 이용한 조인작업을 통해 표본SSU 공간DB를 구축하였음



<그림 2-53> 표본 SSU 공간 DB

- 연구된 방법에 의해 최종 선정된 1차 표본 PSU 210개에 대한 시군별 SSU를 추출하였음
- 최종 표본 크기는 2,835 개가 추출되었으며 표본분포는 <그림 2-54>와 같음



<그림 2-54> 전라북도 최종 표본 SSU 추출 결과

- <표 2-16>은 전라북도 각 시군에 대한 표본 SSU를 추출한 결과를 나타내며 전체 추출률은 11.7%로 나타났음
- 전라북도 14개 시군 중 실제 경지를 포함한 SSU 수는 김제시, 고창군, 정읍시 순으로 많았으나 실제 추출된 PSU 표본수는 완주군, 김제시, 고창군 순으로 표본의 개수가 많았음. 이는 Grid 면적당 경지의 비율이 낮아 표본수가 많이 분배된 것으로 보임
- 실제 표본 SSU의 추출 결과 SSU 추출률은 무주군이 18.0%로 가장 높았으며 완주군이 17.3%로 두 번째로 높음
- 반면 군산시와 익산시는 각각 8.5%로 추출률이 가장 낮았음
- 또한 군산시, 남원시, 부안군, 익산시, 임실군, 정읍시, 진안군은 설계상 SSU와 실제 추출 SSU가 동일하게 추출되었음

<표 2-16> 전라북도 시군별 SSU 추출 현황

구분	PSU 표본수	경지를 포함한 SSU수	설계상 SSU 표본수	실제 추출 SSU 표본수	추출율 (%)
고창군	18	2,788	299	299	10.7
군산시	7	1,133	96	96	8.5
김제시	19	2,905	312	287	9.9
남원시	17	1,907	216	216	11.3
무주군	15	1,017	188	183	18.0
부안군	11	1,412	159	159	11.3
순창군	14	1,290	177	171	13.3
완주군	31	2,187	399	378	17.3
익산시	11	1,913	163	163	8.5
임실군	17	1,625	212	204	12.6
장수군	16	1,489	203	200	13.4
전주시	6	719	99	91	12.7
정읍시	14	2,364	220	220	9.3
진안군	14	1,438	168	168	11.7
총합계	210	24,187	2,911	2,835	11.7

제 4 장. 표본 영상 판독

1. 판독 영상 준비

가. 판독 영상 준비

- 본과정은 추출된 표본에 중복 영상이 존재할 경우 활용하는 영상의 우선순위를 결정하는 과정임
- 앞서 수행한 위성영상 선별 과정에서 수행한 우선순위 영상 선정 기준을 적용하여 중복 영상에 대한 우선순위를 결정하였음

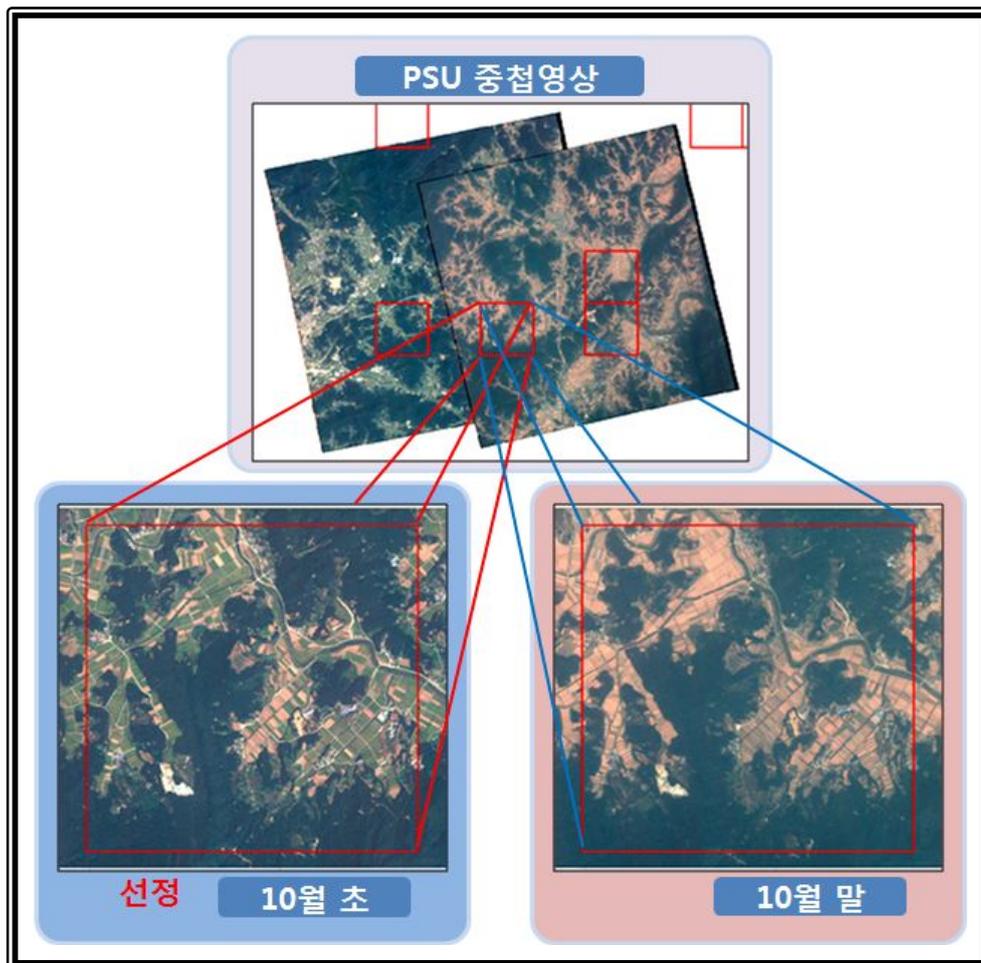
(1) 경작이 진행 중인 시기의 영상 선정

- 영상판독을 위한 위성영상 선정은 경작이 진행 중으로 토지의 피복 확인이 가능한 시기인 5월~10월 영상을 우선으로 사용하였음
 - 촬영시기가 5월~10월 사이의 영상
 - 경지의 경계 및 판독이 용이한 영상



<그림 2-55> 5~10월 촬영된 영상의 경지형태

- <그림 2-55>는 5월~10월에 촬영된 영상에 대해 논을 비교한 그림임
 - 5월 영상은 일부지역은 경작을 위해 물을 댄 논의 형태가 보이며, 9월 영상의 경우 벼가 많이 자란 모습을 볼 수 있음
 - 10월 초 영상의 경우 부분적으로 추수를 진행한 형태이며, 10월 말 영상은 수확이 완료된 후 일부 논에는 다른 작물을 심어놓은 형태를 볼 수 있음
- 표본대상 영역인 PSU에 해당하는 영상이 모두 5월~10월 사이에 촬영된 경우 토지피복의 상태 확인이 용이한 영상을 우선적으로 선택하여 판독 작업을 진행함



<그림 2-56> 토지피복 확인이 용이한 영상 선정

(2) 영상 촬영 시기 차이를 이용한 영상 판독 자료 준비

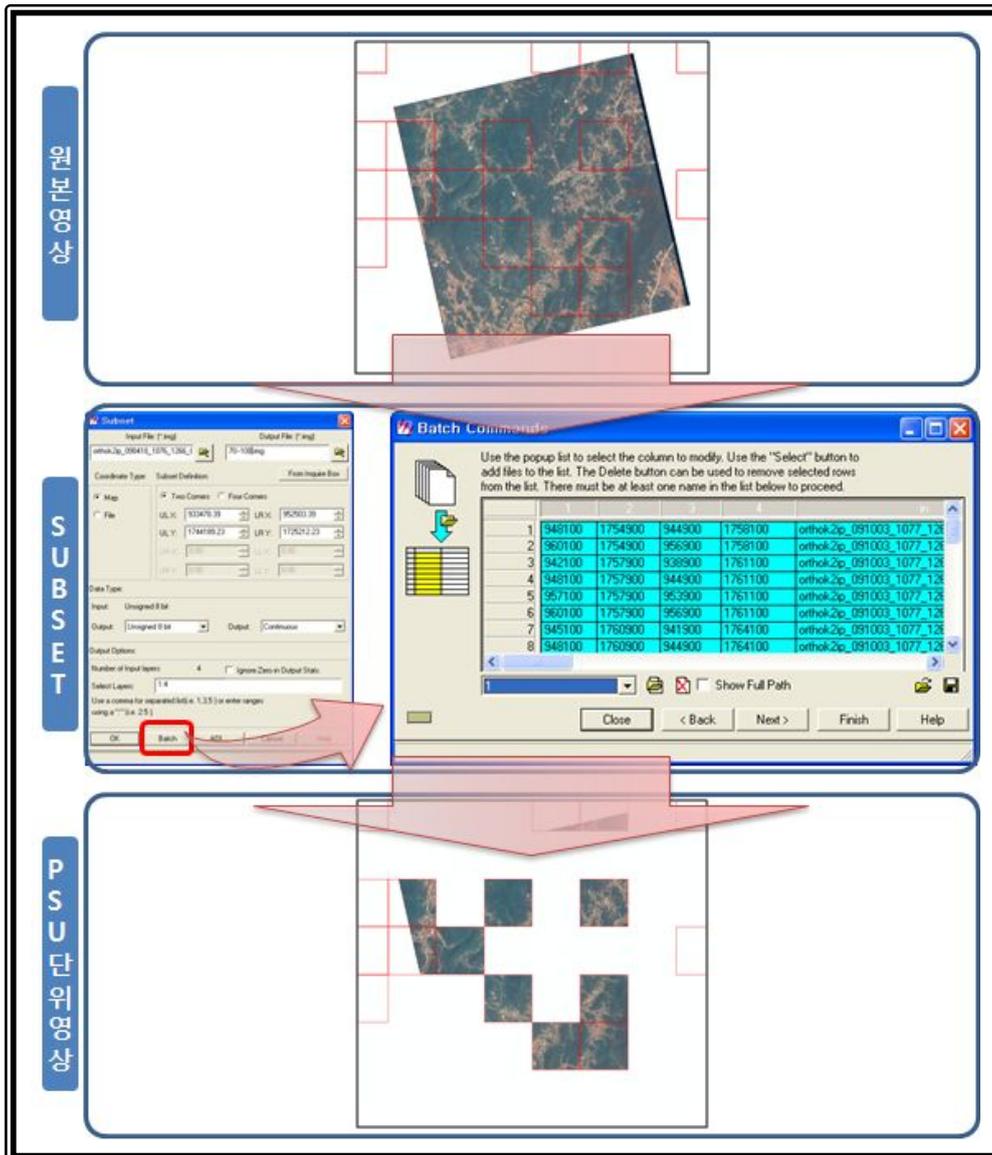
- 우선적으로 선정된 영상과 중첩되는 영상의 촬영 시기가 상이하여 경지의 피복상태가 다른 경우 논과 밭 등의 판독이 용이하도록 참조자료의 영상을 준비하였음
- <그림 2-57>에서와 같이 9월초에 촬영된 영상에서는 경작이 진행되고 있어 논과 밭의 구분이 명확하지 않지만 10월말 영상에서는 벼의 추수가 끝나 논이 피복이 남아있지 않고 밭작물만이 아직 초록색을 유지하고 있어 경지의 정확한 판독이 가능하여 시기열의 차이를 이용한 영상 판독을 활용하였음



<그림 2-57> 시기열의 차이를 이용한 영상 판독

나. 표본지역 영상 분할

- 위성영상 판독작업이 SSU 단위로 이루어짐에 따라 영상마다 분류(화소 기반분류, 객체기반 분류)하는데 소요되는 시간을 최소화하고 판독작업에 용이하도록 위성영상을 표본으로 선정된 PSU 단위로 자른 후 판독 작업을 진행하였음
- 위성영상을 Clip하는 과정은 위성영상 전문 Software에 모두 포함되어있는 기능인 subset 기능을 이용하였음
- <그림 2-58>은 Erdas Imagine의 Subset 기능을 이용해 PSU 단위로 판독 대상 영상을 Clip 하는 과정을 타나냄



<그림 2-58> PSU 단위로 SUBSET하는 작업

2. 표본 영상 판독

가. 화소기반분류

- 본 연구에서는 2008년 선행 연구 사업으로 수행한 “원격탐사 기술을 이용한 경지 총조사 방법 개발” 용역의 연구 결과에서 검증한 방법을 사용하여 화소기반 분류를 수행하였음

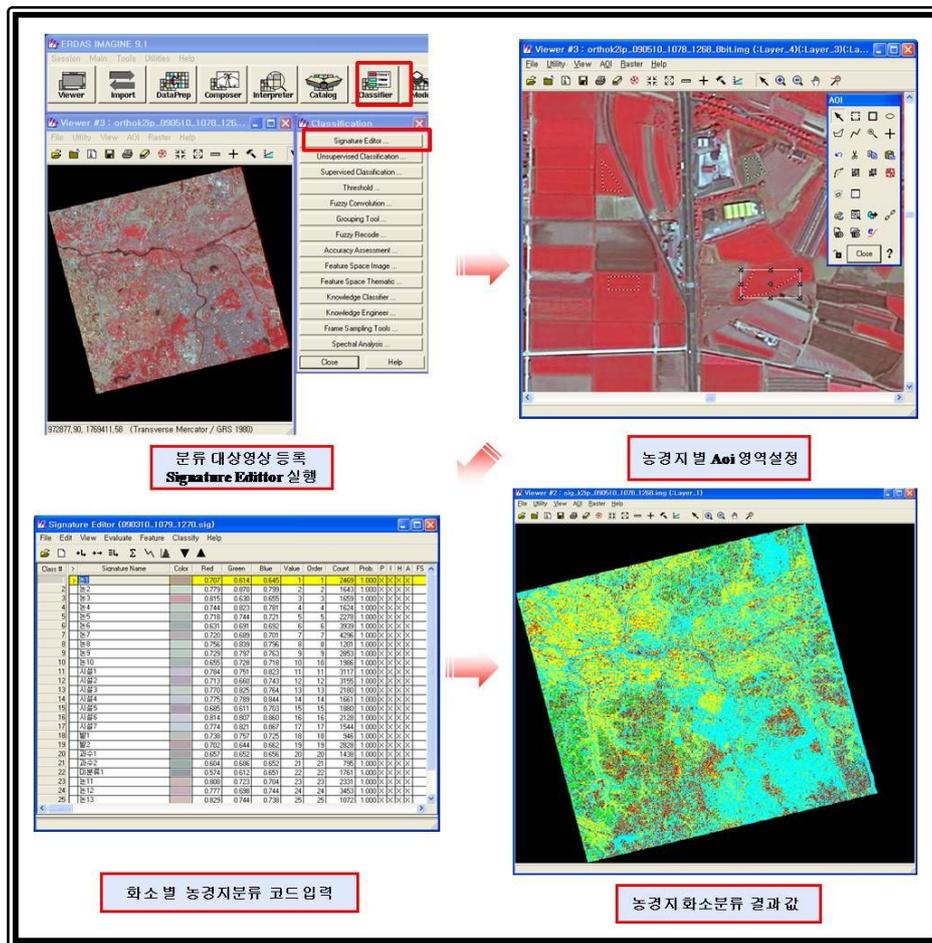
- 화소기반분류는 분류하고자 하는 피복의 영역을 설정하고 그 영역 화소 값으로 분류 하는 방식을 의미함
- 농업의 이용형태가 매우 다양하기 때문에 농경지를 위성영상에서 분류하는 것은 매우 어려움. 농업이용의 형태적 특성은 다양하지만 식생이 나타내는 특이한 피복의 화소별 분광특성을 이용하여 농경지를 구별할 수 있음
- 화소기반 분류시 Signature 선정은 논, 밭, 과수, 시설재배지 및 수역, 인공물 등 영상의 상황에 맞게 선정하였으나 최종 Record 단계에서 경지별 세부 분류항목은 논, 밭, 과수, 시설재배지로 나누어 분류 하고 그 외의 분류항목은 기타로 분류하여 구조물, 산림, 수역으로 하나의 값으로 Merge 하였음
- <표 2-17>은 화소기반 분류시 농경지 분류 항목 기준을 나타내었음

<표 2-17> 농경지 분류 항목 기준

영상	벼가 생육중인 논
	물을 댄 논
	식생이 생육중이지 않은 논(겨울영상)
	보리·밀이 생육중인 논(겨울·봄영상)
	미나리가 생육중인 논(봄영상)
밭	식생이 생육중인 밭
	차양이 덮혀져 있는 인삼밭
	재배를 준비중인 밭 → 유희지가 아닌 나지의 형태
	높이 1m 이하의 묘목밭
	멀칭된 밭
과수	어린 감나무
	뽕나무
시설재배지	비닐을 덮은 과수
	영상에서 비닐로 분류되는 것 → 시설안의 이용 상태는 고려하지 못함

○ 화소기반분류 작업과업

- 화소기반분류 작업은 Erdas의 Classifier 모듈을 사용하여 대상영상의 농경지 중 해당 경지를 대표할 수 있는 피복의 화소를 추출 분류 하여 작업하였음
- 분류 작업 시 대표적인 농경지 항목 영역의 대표값을 나타낸다고 추측되는 영역 설정이 중요하며 영역 설정의 작업 결과에 따라 분류되는 농경지의 화소 분류 값이 달라 질 수 있음

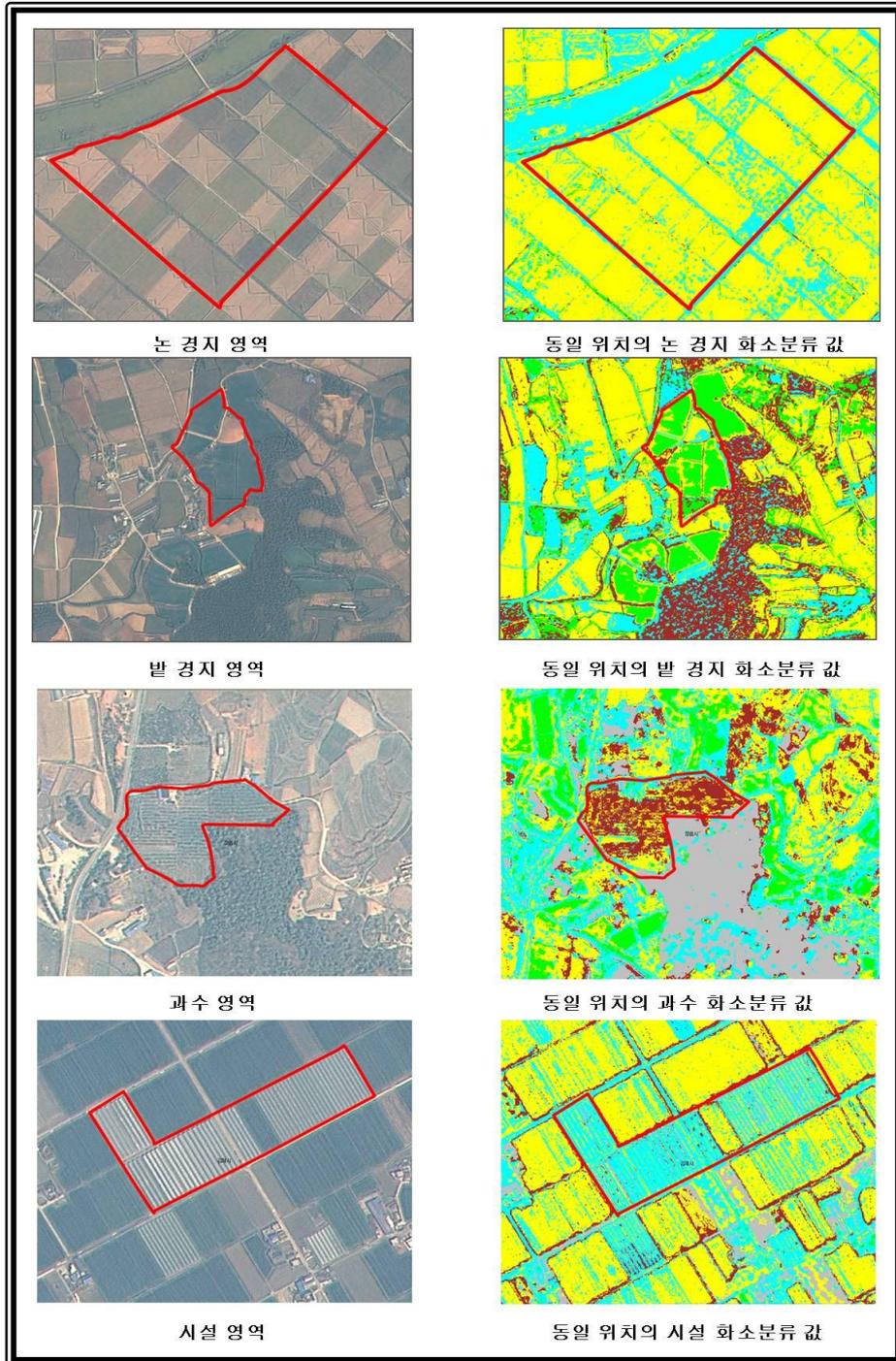


<그림 2-59> 화소기반분류 작업 과정

○ 화소기반분류 결과

- 아래 <그림 2-60>은 화소기반 분류 결과를 나타냄

- 논과 밭, 과수와 시설재배지에 대한 특성을 활용하여 signature를 선정 후 감독분류를 수행한 결과 비교적 정확한 화소기반 분류 값을 도출하였음



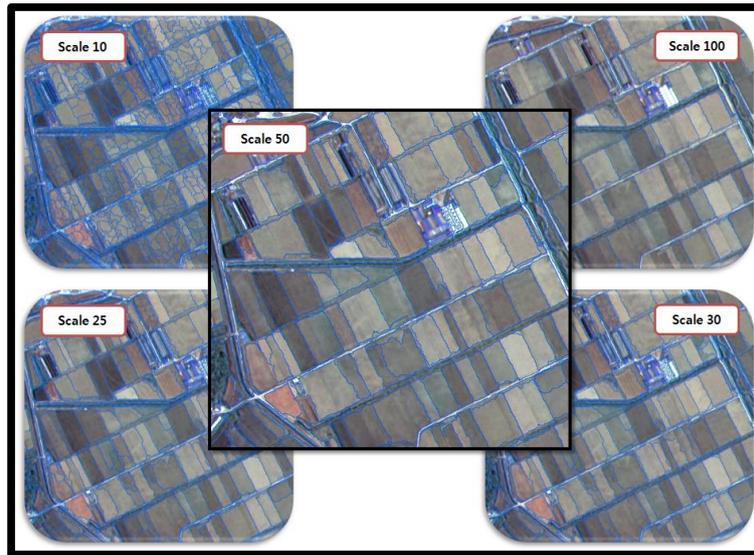
<그림 2-60> 농경지별 화소 기반 분류 결과(예시)

나. 객체기반분류

- 객체기반분류도 화소기반 분류와 같이 2008년 선행 연구 사업으로 수행한 “원격탐사 기술을 이용한 경지 총조사 방법 개발” 용역의 연구 결과에서 검증한 방법을 사용하여 수행하였음
- 객체기반 분류는 Definiens image사의 Developer7에서 객체기반 분류를 수행하였음
- 사용한 아리랑2호 영상은 Pan-sharpened 후 8bit로 방사해상도 변환하는 전처리 과정을 수행 후 사용하였음
- Developer7에서 scale parameter 값을 50으로 입력하여 segmentation 작업을 수행하였음
- 옵션 변경에 따른 테스트결과는 2008년에 수행한 연구에서 확인 한 바 있으며 그 테스트 결과를 <표 2-18> <그림 2-61> 에 표현하였음

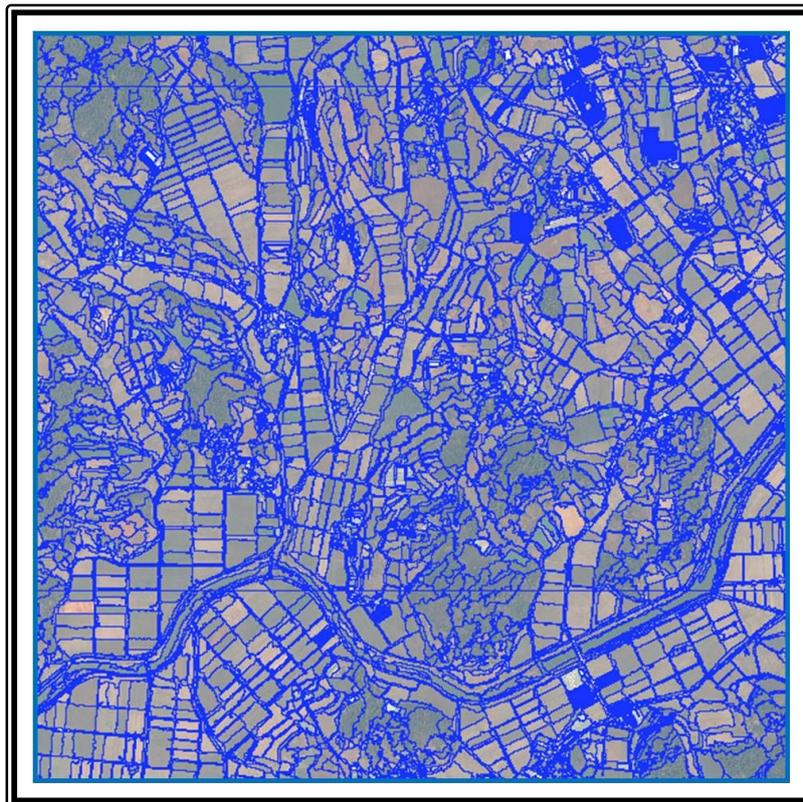
<표 2-18> 아리랑 2호 영상의 Segmentation 옵션

Segmentation Level	KOMPSAT-2 bands				Scale	Homogeneity Criterion	
	blue	green	red	Nir		color/shape	shape
							smoothness/compactness
Level 1	1	1	1	1	10	0.9/0.1	0.5/0.5
Level 2	1	1	1	1	25	0.9/0.1	0.5/0.5
Level 3	1	1	1	1	30	0.9/0.1	0.5/0.5
Level 4	1	1	1	1	50	0.9/0.1	0.5/0.5
Level 5	1	1	1	1	100	0.9/0.1	0.5/0.5



<그림 2-61> Option 별 Segmentation 테스트 결과

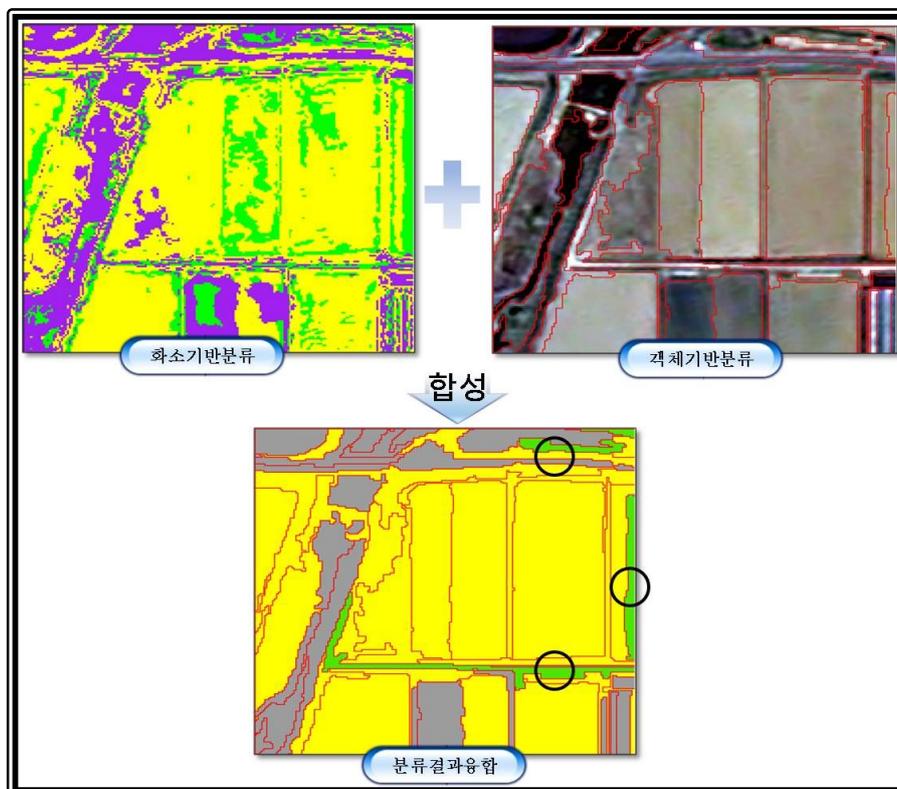
○ <그림 2-62>는 PSU를 대상으로 수행한 객체기반분류 작업결과임



<그림 2-62> 객체분류 작업 결과

다. 영상융합

- 픽셀분류에 의해서만 영상을 판독하는 경우 Salt and Pepper 현상이 발생하여 오분류를 초래하며, 필지단위의 정보를 반영하지 못하는 단점이 있음
- 따라서 필지 구획의 기준으로 제시하는 객체기반분류 결과와 화소기반분류 결과를 결합시키는 과정을 수행하여야 함
- 분류 결과를 합성하는 방법에는 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 2008년 선행 연구 사업으로 수행한 “원격탐사 기술을 이용한 경지 총조사 방법 개발” 용역의 연구 결과에서 검증한 방법인 Majority를 사용하여 수행하였음
- Majority 방법은 객체 기반 분류 결과로 생성된 벡터의 공간을 기준으로 전체 픽셀분류 결과 중 우점을 차지하는 분류 결과값이 객체 기반 분류 결과물의 속성으로 정의되는 방식임

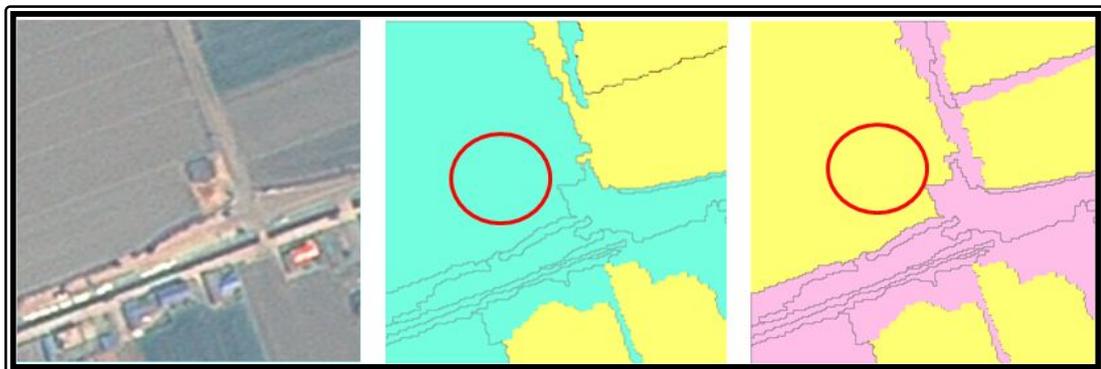


<그림 2-63> 영상분류결과의 융합 과정

- Majority 방법은 동일 필지 내에 여러 가지 작물을 재배하는 경우 소수의 분류 결과값이 속성으로 반영되지는 않으나, 객체기반 분류 작업시 이미 이질적인 정보에 대해서는 분류를 진행한 것으로 판단하여 본 연구에서는 Majority 방법에 의한 합성 작업을 수행하였음
- Majority는 Leica의 ERDAS Imagine Software에서 제공하는 Vector Utilities 모듈을 사용하여 진행하였음

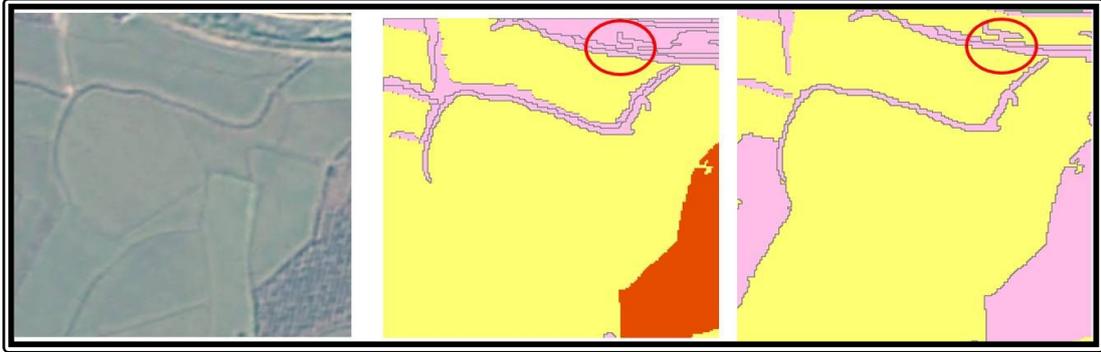
라. 육안판독

- Majority가 적용되고 시군의 SSU 단위로 병합(Merge)된 분류지도는 고 해상도 참조자료, 현지조사자료 등과 비교하여 스크린 상에서 육안 판독하여 편집·수정하는 일련의 과정을 거침
- 육안판독에 의한 편집은 ArcGIS에서 실행
- 농경지 분류항목(논, 밭, 과수, 시설재배지)을 중심으로 잘못 분류되어지는 경우에 대해 편집하며, 육안판독의 편집 및 수정은 분류에 이용된 아리랑2호 영상의 현 상태를 기준으로 하였음
- 논 항목에 대한 편집 예시
 - 영상에서 눈에 벼의 식생이 왕성하지 못해 시설재배지로 잘못 분류된 곳을 육안 판독 후 편집



<그림 2-64> 시설로 오분류된 논

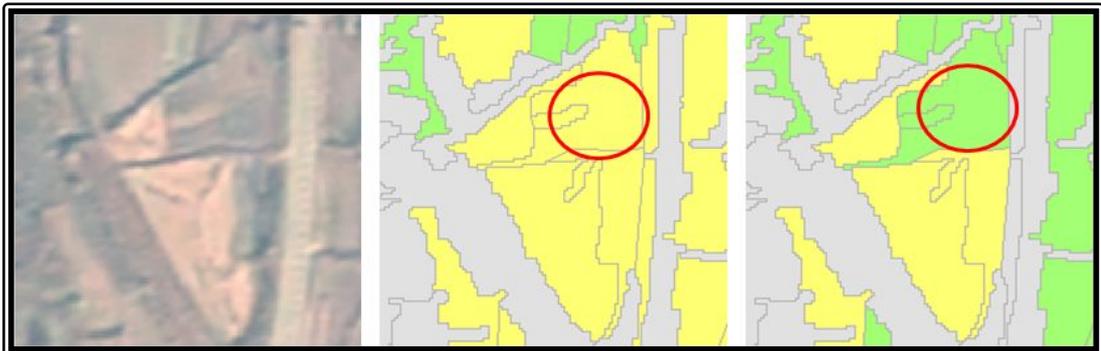
- 영상에서 초지의 식생이 논과 다르지 않아 나지가 논으로 잘못 분류된 곳을 육안판독 후 편집



<그림 2-65> 비경지로 오분류된 논

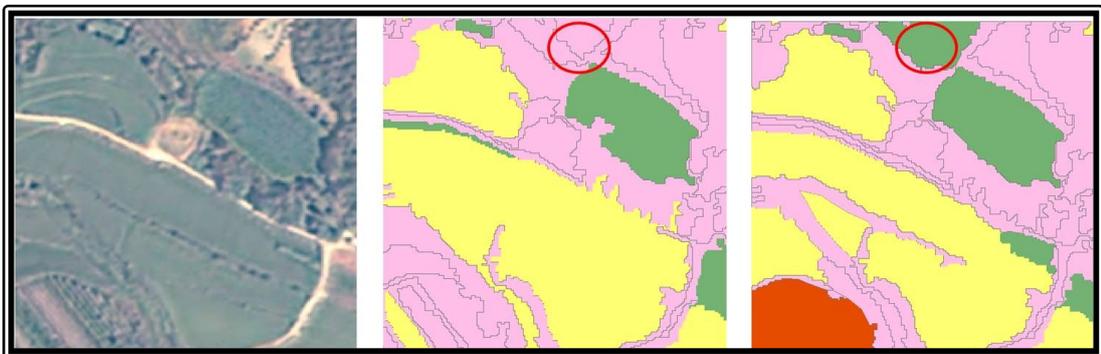
○ 밭 항목에 대한 편집 예시

- 영상에서 논과 식생이 밭과 비슷하여 논이 밭으로 잘못 분류된 곳을 육안판독 후 편집



<그림 2-66> 논으로 오분류된 밭

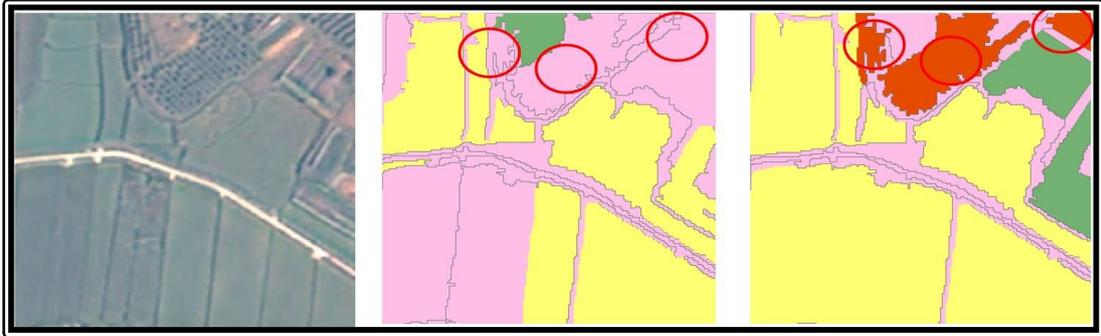
- 초지의 식생이 밭과 비슷하여 초지로 분류된 경우 육안판독을 통해 밭으로 편집



<그림 2-67> 비경지로 오분류된 밭

○ 과수 항목에 대한 편집 예시

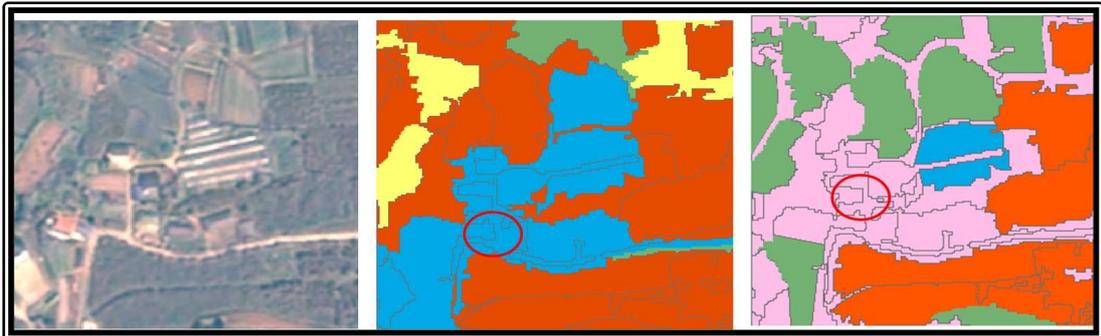
- 산림의 식생이 과수와 비슷하여 산림으로 분류된 경우 육안판독을 통해 과수로 편집



<그림 2-68> 산림으로 오분류된 과수

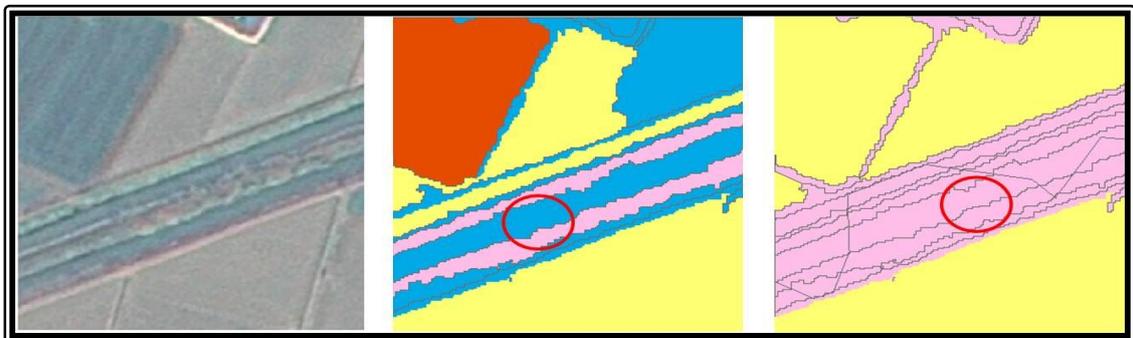
○ 시설재배지 항목에 대한 편집 예시

- 가옥의 반사값이 시설재배지와 비슷하여 시설재배지로 분류된 경우 육안판독을 통해 기타로 편집



<그림 2-69> 시설로 오분류된 가옥

- 수역의 반사값이 시설재배지와 비슷하여 시설재배지로 분류된 경우 육안판독을 통해 수역으로 편집



<그림 2-70> 시설로 오분류된 수역

3. 판독 영상 정확도 검증

가. 정확도 검증 방법

- 정확도 검증은 업무프로세스에 따른 분류 과정을 거친 후 육안판독으로 편집이 완료된 영상에 실행함
- 영상판독의 정확도 검증 방법은 표본설계 실무그룹에서 통계기법 설계를 통해 정확도 검증 기준을 정하였음
- 검증방법은 제조품질 관리에서 불량 여부 검사와 같은 개념이므로 계수형 샘플링 검사(Sampling Inspection)를 위한 이론을 적용함
- 전라북도 각 층을 독립적인 검증단위로 간주하고 샘플링 검사를 설계함
- 통상적인 샘플링검사 수준을 따라 표본개수를 결정함($\alpha = 0.05, \beta = 0.10$)
- 보통 샘플링검사 일반검사수준 - I 을 따라 정한 층별 표본크기와 불량판정개수는 <표 2-19>와 같음
- <표 2-19>의 층별 표본수는 궁극적으로 SSU에 위치하는 Segment의 수가 됨
- 조사의 편리를 도모하자면 가능한 한 동일 PSU 내의 SSU를 조사하는 것이 바람직하지만, PSU 내 SSU의 동질성이 높을 경우 문제가 발생함
- 따라서, 실제 표본 크기를 정할 때 PSU 당 약 15개 내외의 SSU를 표본으로 추출한 것을 감안하면 본 샘플링 검사에서는 PSU당 5개 이내의 SSU를 조사하는 것을 원칙으로 함
- 즉, 층1의 경우 125개 지점 조사를 위해서는 최소한 25개의 PSU를 조사하여야함

<표 2-19> 층별 정확도 검증 기준

층	표본수	불량판정개수	정확도기준
1	125 개	13개 이상	89.6%
2	80 개	11개 이상	86.3%
3	80 개	11개 이상	86.3%
4	80 개	11개 이상	87.4%
계	365 개	46개 이상	87.4%

- 층별 샘플은 표본 PSU를 층별로 구분하고 해당 층에 포함되는 표본 SSU의 위성영상 판독 결과자료를 레이어로 분할 후 무작위추출로 생성하였음
- 앞서 제시된 방법을 통해 작성된 표본조사 결과의 정확도를 계산하기 위하여 ERDAS Imagine의 Accuracy Assesment를 실행하였음
- 생성된 365개의 샘플은 최종 육안판독된 영상에서 자동적으로 클래스정보를 가져오며 현장조사를 통해 획득한 경지현황을 참조값으로 넣어 정확도 검증 자료를 구축하였음
- Accuracy Assessment의 실행의 결과는 Accuracy Report로 생성되며 Report의 내용으로 오차행렬과 생산자, 사용자, 전체 정확도와 카파계수가 산출됨
 - 오차행렬은 샘플로 추출된 표본에 대해 분류된 영상과 현장조사를 통해 확보된 참조자료를 비교하는 표로 정확도에 대한 기술적 기준을 산출하는 기본표임
 - 생산자정확도는 영상분류 시 각 클래스에 해당한다고 판단하여 사용한 화소들에 대하여 실제로 그 결과가 그것에 일치하게 분류된 화소들의 확률을 나타내며 얼마나 잘 분류되었는가를 나타내는 정확도임
 - 사용자정확도는 분류의 결과를 사용할 때 일정유형으로 분류된 결과가 얼마나 정확한가 즉, 분류된 하나의 화소가 실제로 지상에서 그 항목을

나타내는 확률을 뜻함

- 전체정확도는 바르게 분류된 모든 화소를 오차행렬 내의 모든 화소수로 나눈 것임
- 카파계수는 분류영상과 참조자료(현장조사)사이의 일치도나 정확도를 나타내며 오차행렬 내의 내부오차 및 내부오차의 영향에 대한 정보도 포함함
- 실제로 Kappa 계수의 범위는 통상적으로 0~1 사이에 있음
- 전체정확도의 경우 단순히 행렬의 대각선 요소들만을 이용하여 계산되므로 주변분포, 즉 누락 오차를 고려할 수 없으나, Kappa 계수의 경우는 행렬의 주변분포를 이용하여 계산되어지는 값이므로 행렬의 대각선 요소가 아닌 요소들도 고려하게 되므로 내부오차 및 내부오차의 영향에 대한 정보를 포함하게 됨
- 따라서, 우연으로 인한 결과를 포함하고 있는 전체정밀도 보다는 Kappa 계수의 경우가 분류의 정확도를 표현하는 방법으로 적당하다고 봄
- 통계값에 대한 분류 기준 정도를 <표 2-20>에 표현하였음

<표 2-20> Kappa 통계 값에 대한 분류 정도

Kappa	Quality
< 0.00	최악
0.00~0.20	불량
0.20~0.40	적당
0.40~0.60	양호
0.60~0.80	우수
0.90~1.00	최상

나. 현장조사

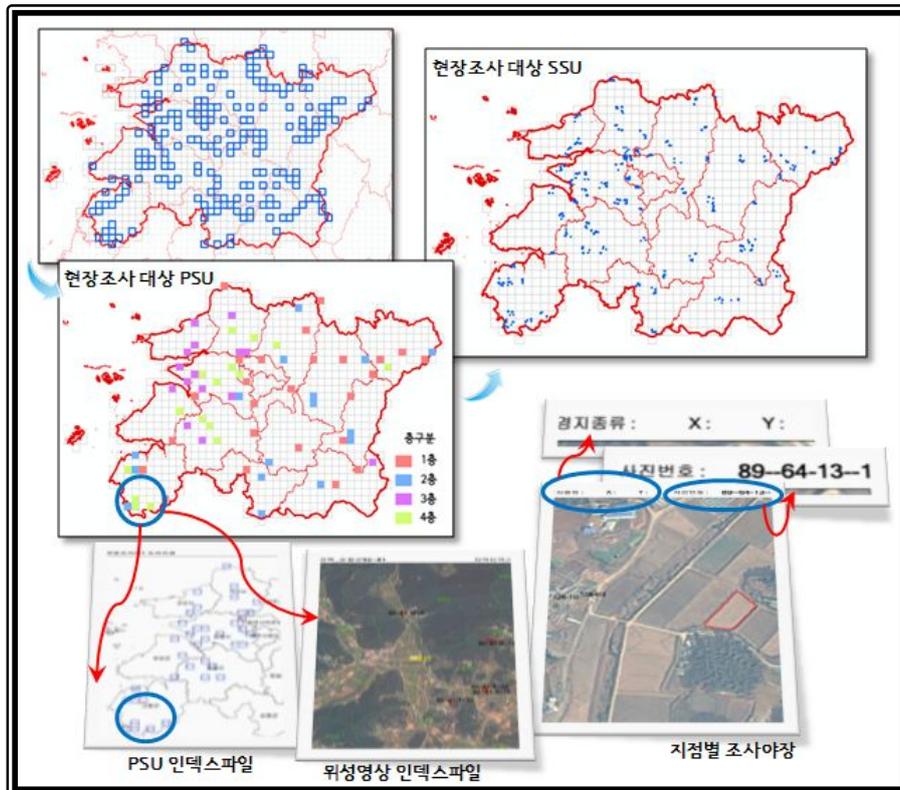
- 정확도 검증 이론에 따라 층별 표본 PSU를 추출하고, 추출된 PSU 내의

SSU를 무작위로 추출하여 검증지점을 선정하였음

- 검증점 추출 결과는 <그림 2-71>과 같으며 시군별 검증점 수는 <표 2-21>과 같음

<표 2-21> 전라북도 시군별 검증점 수량 ※ 무작위 추출 결과임

NO	시군	수량	NO	시군	수량
1	고창군	50	8	완주군	50
2	군산시	15	9	익산시	30
3	김제시	55	10	임실군	10
4	남원시	15	11	장수군	30
5	무주군	25	12	전주시	5
6	부안군	15	13	정읍시	30
7	순창군	15	14	진안군	20
계					365



<그림 2-71> 검증점 추출 및 현장조사 준비

- 현장조사 전 추출된 검수점으로 포인트 Shape 파일을 만든 후 각각의 검수점이 필지 내에 위치하는지 확인하고 조사번호 ID를 부여함
- 현장조사로 검수점이 포함된 필지를 중심으로 이루어지며 필지의 농업적 이용현황과 특이사항정보를 획득하고 사진을 촬영
- 현장조사 후에는 현장조사에 대한 정보를 정리하기 위해 현장조사대장을 작성
- 현장조사대장은 분류결과와 현장조사결과를 기입하고 위성영상에서 검수점을 포함한 필지의 현황과 분류결과, 현지사진을 첨부함
- 작성된 현장조사대장은 <그림 2-72>와 같음

군산 현장조사대장_시설재배지

영상이름	090410_1076_1269		조사자	BNT	조사번호	112--72-B--0-1	
조사지주소	시도	군산	읍면	생사면	동리	도암리	
PT일련번호	2899-41	영상좌표	X	35,9999E	Y	126,79007	
영상촬영일자	090410			현장조사일자	20101129		
분류결과	시설재배지			현지조사결과	시설재배지		
특이사항							
KOMPSAT-2 자연색합성				분류결과			
KOMPSAT-2 위객합성				현장사진			

<그림 2-72> 현장조사대장 작성 예시

다. 정확도 검증 결과

- 육안판독 완료 후 분류 영상에 대한 정확도 평가는 분류 항목(논, 밭, 과수, 시설, 비경지)별 정확도 검증과 경지면적조사 항목(논, 밭, 비경지)으로 구분하여 체크하였음
 - 분류 항목별 정확도는 <표 2-22>와 같음
 - 전체 정확도는 96.16%로 매우 높고 논과 밭의 분류 정확도는 각각 99.07%, 90.00%로 매우 높은 편임
 - 단, 과수의 경우 Users Accuracy 가 81.82%로 다른 작물에 비해 낮은 편임. 이는 실제 과수인 경지가 판독과정에서 밭으로 오분류 되었을 가능성이 높음을 나타냄
 - 다만, 과수의 분류 정확도가 다른 종류의 경지에 비해 정확도는 낮지만 과수의 검증점으로 선정된 표본수가 매우 작아 1점의 오차가 정확도 하락에 크게 영향을 주었음
 - 전체 정확도에 대한 Kappa 계수는 0.94로 최상의 수준으로 나타났음
- <표 2-22> 분류 항목별 정확도

전북 정확도									
Overall Kappa Statistics = 0.9423		Referenced Data						SUM	Users Accuracy
		Paddy	Field	Orchard	Vinyl	others			
Classified Data	Paddy	106	1	0	0	0	106	107	99.07%
	Field	3	54	2	0	1	54	60	90.00%
	Orchard	0	2	9	0	0	9	11	81.82%
	Vinyl	0	0	1	14	0	14	15	93.33%
	others	1	2	0	1	168	168	172	97.67%
		106	54	9	14	168	351		
	SUM	110	59	12	15	169		365	
Product Accuracy		96.36%	91.53%	75.00%	93.33%	99.41%			96.16%

- <표 2-23>는 위의 분류항목별 Error Matrix를 경지면적조사의 단위인 논과 밭으로 구분하여 정확도를 체크한 결과임
- 경지종류 중 밭의 기준에 밭, 과수, 시설재배지를 통합하여 산정한 결과

임

- 그 결과 <표 2-22>에서 확인하였던 과수가 밭으로 오분류 되었던 부분이 모두 밭으로 분리되어 정확도가 크게 향상하였음

<표 2-23> 경지 종류별 정확도

전북전체							
Overall Kappa Statistics = 0.9613		Paddy	Field	others		SUM	Users Accuracy
Classified Data	Paddy	106	1	0	106	107	99.07%
	Field	3	82	1	82	86	95.35%
	others	1	3	168	168	172	97.67%
		106	82	168	356		
	SUM	110	86	169		365	
Product Accuracy		96.36%	95.35%	99.41%			97.53%

- 앞서 표본설계 그룹의 자문을 통해 정확도 판정의 기준을 층별로 분리한 바 있음
- <표 2-24>에는 앞에서 제시한 정확도 검증 기준과 영상판독 결과에 대한 정확도를 나타내었음
- 분류항목기준으로 검증한 결과와 논·밭으로 분류하여 검증한 결과 둘 모두 정확도 검증 기준을 통과하였음

<표 2-24> 층별 정확도

층		1	2	3	4	계
표본수		125 개	80 개	80 개	80 개	365개
불량판정개수		13개 이상	11개 이상	11개 이상	11개 이상	46개이상
정확도기준		89.60%	86.30%	86.30%	86.30%	87.40%
분류항목 기준	합격수량	118 개	77 개	78 개	78 개	351개
	정확도	94.40%	96.25%	97.50%	97.50%	96.16%
경지종류 기준	합격수량	121 개	79 개	78 개	78 개	355개
	정확도	96.80%	98.75%	97.50%	97.50%	97.26%

라. 전라북도 경지면적 추정

- 앞서 수행한 연구 방법에 따라 SSU별 경지면적을 계산하여 1차 가중치 (PSU 가중치)와 2차 가중치(SSU 가중치)를 계산후 표본설계 그룹에 전달하였음
- 다음 <표 2-25>와 <표 2-26>은 표본설계 그룹에서 진행한 단순추정에 의한 방법과 회귀추정방법에 의한 경지면적 추정결과를 나타냄

<표 2-25> 경지에 대한 시군별 현장조사와 원격탐사의 단순추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과					
	경지(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	경지면적 추정값(ha)	추정값의 표준오차	차이	차이 (%)	RES(%)
전북소계	205,668	0.1247	2835	215,478.5	7,299.53	-9,810	2.33	3.3876
전주시	5,350	0.2847	91	7,395.2	443.68	-2,045	16.05	5.9996
군산시	14,458	0.1716	96	15,788.0	1,115.15	-1,330	4.40	7.0632
익산시	24,822	0.2020	163	25,111.0	910.96	-289	0.58	3.6277
정읍시	23,205	0.3077	220	19,337.5	2,069.06	3,867	9.09	10.6997
남원시	15,579	0.5847	216	17,911.0	2,303.45	-2,332	6.96	12.8605
김제시	28,325	0.2067	287	33,175.3	1,817.95	-4,850	7.89	5.4798
완주군	12,059	0.4935	378	13,101.9	1,162.75	-1,043	4.14	8.8746
진안군	7,701	1.3560	168	7,361.5	1,039.92	340	2.25	14.1265
무주군	5,593	0.9414	183	5,359.7	537.49	233	2.13	10.0284
장수군	7,231	0.4535	200	7,690.4	1,402.40	-459	3.08	18.2357
임실군	7,882	1.7707	204	7,548.9	1,064.73	333	2.16	14.1043
순창군	9,889	0.3544	171	9,686.7	1,239.50	202	1.03	12.7959
고창군	24,616	0.2645	299	28,274.3	2,347.24	-3,658	6.92	8.3017
부안군	18,958	0.2253	159	17,736.9	658.49	1,221	3.33	3.7126

<표 2-26> 경지에 대한 시군별 현장조사와 원격탐사의 회귀추정 결과

지역	현장조사 결과		추정 결과					
	경지(ha)	RSE(%)	표본 ssu 수	경지면적 추정값(ha)	추정값의 표준오차	차이	차이 (%)	RSE(%)
전북소계	205,668	0.1247	2,835	203,114.7	3,095.38	2,553	0.62	1.5240
전주시	5,350	0.2847	91	5,774.0	547.62	-424	3.81	9.4842
군산시	14,458	0.1716	96	15,322.9	1,202.90	-865	2.90	7.8503
익산시	24,822	0.2020	163	26,438.2	1,676.09	-1,616	3.15	6.3397
정읍시	23,205	0.3077	220	22,047.1	1,489.89	1,158	2.56	6.7578
남원시	15,579	0.5847	216	17,332.4	958.70	-1,753	5.33	5.5313
김제시	28,325	0.2067	287	28,966.9	892.53	-642	1.12	3.0812
완주군	12,059	0.4935	378	9,558.0	469.09	2,501	11.57	4.9078
진안군	7,701	1.3560	168	7,148.4	1,008.07	553	3.72	14.1022
무주군	5,593	0.9414	183	4,686.4	667.92	907	8.82	14.2522
장수군	7,231	0.4535	200	5,015.2	595.79	2,216	18.09	11.8798
임실군	7,882	1.7707	204	7,278.0	1,106.34	604	3.98	15.2011
순창군	9,889	0.3544	171	9,324.5	284.37	564	2.94	3.0497
고창군	24,616	0.2645	299	25,768.3	927.05	-1,152	2.29	3.5977
부안군	18,958	0.2253	159	18,454.5	1,126.04	504	1.35	6.1017

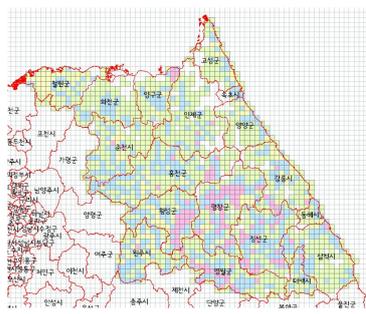
제 5 장. 원격탐사기반 전국설계

1. 총화

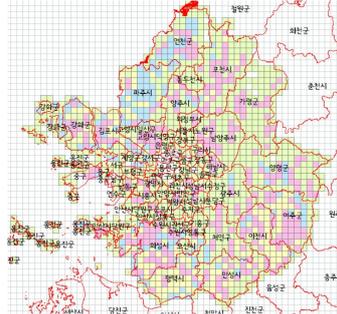
- 선행 연구 과정을 통해 1차 추출단위(PSU)와 2차 추출단위(SSU)를 확정하였음
- 이를 바탕으로 전국 232개 시군구에 대한 PSU 단위의 환경부 토지피복도 표본 추출틀을 생성하였음
- 표본설계 그룹에서는 이 자료를 기초로하여 전국 16개 광역시도를 9개의 도로 재분류하여 도별 경작지면적, 논면적, 밭면적을 총화변수로 사용하여 군집분석 방법을 사용하여 총화하였음
- <그림 2-73>의 도별 PSU 총화 맵은 표본설계 그룹에서 분석한 결과를 공간 DB로 제작한 결과임
- PSU 총화는 경지를 포함한 PSU 만을 추출하여 선정하였으며 총별, 시군별 PSU 수는 <표 2-27>과 같음
- 단, 본 연구에서 총화는 9개로 재분류한 그룹을 기준으로 총화하였으므로 총의 기준은 도별로 다름

<표 2-27> 전국 도별, 총별 PSU 수

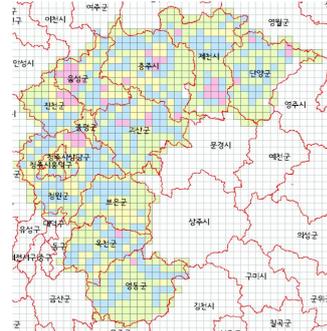
구분	총별PSU수				계
	1	2	3	4	
경기	1,127	191	349	164	1,831
강원	1,134	556	134	128	1,952
충북	547	321	47	137	1,052
충남	370	600	381	73	1,424
전북	672	261	111	126	1,170
전남	227	529	1,407	87	2,250
경북	1,847	495	302	140	2,784
경남	1,071	432	332	84	1,919
제주	164	85	9	0	258



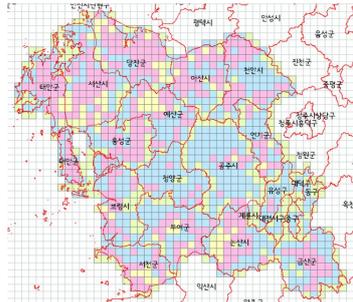
강원



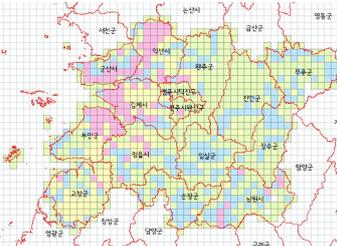
경기



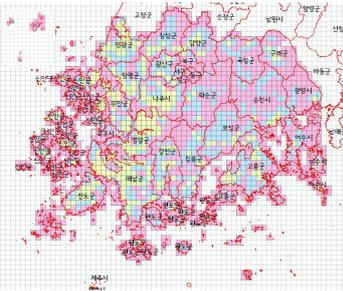
충북



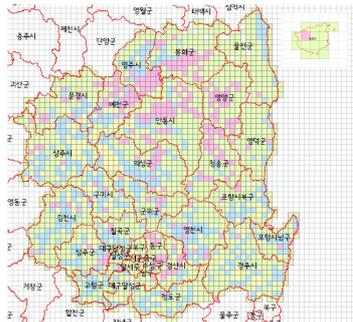
충남



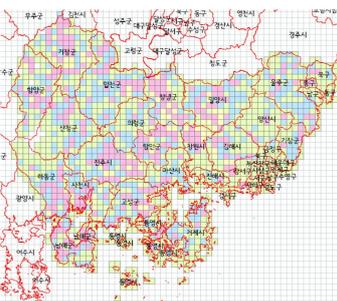
전북



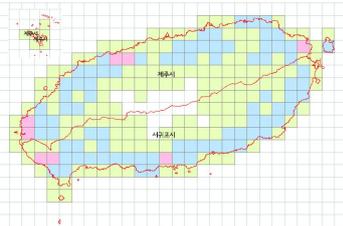
전남



경북



경남



제주

<그림 2-73> PSU 단위 도별 층화맵

2. 표본추출

가. 1차(PSU) 추출

- 표본 추출방법은 전라북도 시범사업과 같은 방법을 사용하였음
- PSU 추출은 시도별, 층별 경지면적을 크기순으로 정렬 후, PSU 중 경지면적이 50% 미만인 Grid를 collapsing(가상) 후, 정리된 PSU 추출들을 대상으로 계통 추출법에 의해 1차 추출을 수행함
- PSU 추출단계는 먼저 시군별 PSU 추출과 영상효율을 감안한 이동을 진

행하는 위성영상을 고려한 PSU 표본추출단계와 경지면적을 고려한 표본 대체 단계로 진행하였음

- <표 2-28>은 총화시 9개로 재분류한 도에 대한 표본 추출 결과임
- 전국 14,640개의 경지를 포함한 PSU 중 약 1,949개가 표본으로 선정되었으며, 전국 평균 추출률은 13.3%임
- 추출률이 가장 낮은 지역은 전남으로 11.1%이며, 가장 높은 지역은 제주도로 45.7%의 추출률을 보임

<표 2-28> 전국 도별, 층별 PSU 수

구분	경지를 포함하고 있는 PSU 수	표본 PSU 수	추출율(%)
전국	14,640	1,949	13.3
경기	1,831	252	13.8
강원	1,952	313	16.0
충북	1,052	182	17.3
충남	1,424	169	11.9
전북	1,170	210	17.9
전남	2,250	249	11.1
경북	2,784	227	8.2
경남	1,919	229	11.9
제주	258	118	45.7

나. 2차(SSU) 추출

- 앞서 연구한 방법에 따라 SSU를 추출하였음
- 전국 PSU 표본 1,949개 내의 경지를 포함하는 SSU수는 총 221,559개 이며, 이중 표본추출 방법에 따라 추출한 SSU 표본의 수는 24,904개가 추출되었음
- 표본 PSU에 해당하는 SSU의 표본추출율은 전국 평균 11.2%이며, 9개 도에 대해 9.5~12.2%로 비교적 균일한 편임
- 표본수가 가장 적은 지역은 충남으로 9.5%이며, 표본수가 가장 많은 지역은 경상남도로 12.2%의 추출율을 보임

- <표 2-29>는 전국에 대한 SSU 추출율을 나타내었음

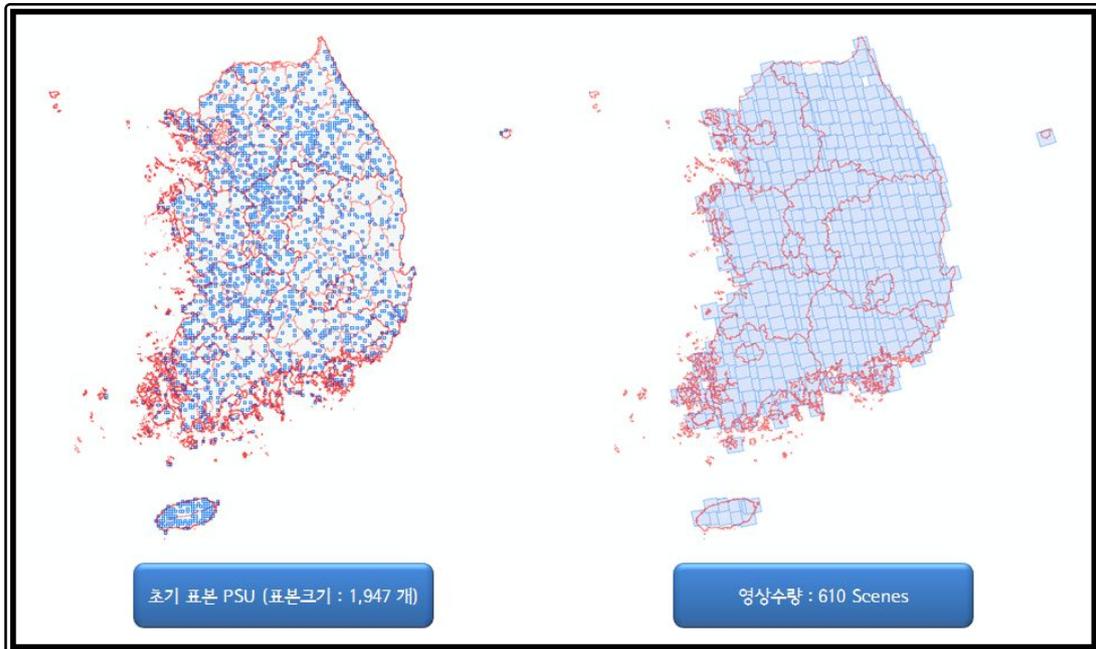
<표 2-29> 전국 도별 SSU 수

구분	전국 PSU 표본	경지를포함한 SSU 수	전국 SSU 표본	추출율(%)
전국	1,949	221,559	24,904	11.2
경기	252	26,299	3,116	11.8
강원	313	32,293	3,880	12.0
충북	182	21,083	2,366	11.2
충남	169	24,699	2,353	9.5
전북	210	28,504	2,835	9.9
전남	249	26,201	3,207	12.2
경북	227	23,458	2,672	11.4
경남	229	22,528	2,752	12.2
제주	118	16,494	1,723	10.4

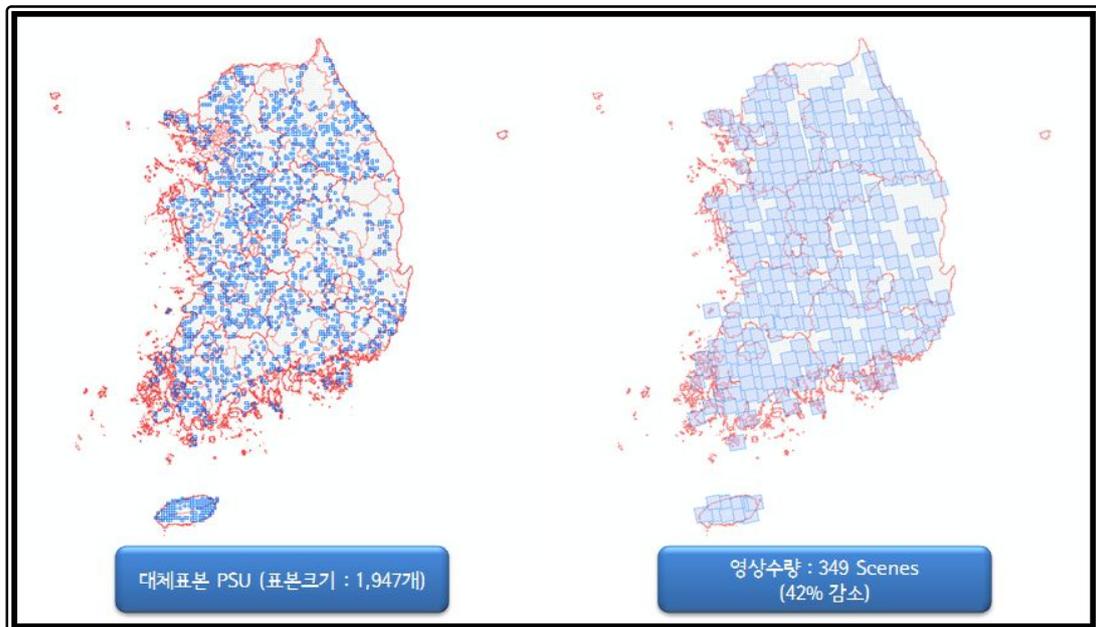
3. 표본 판독 영상 소요 수량

- <그림 2-74>는 표본설계 실무그룹에서 추출한 표본에 대해 공간 DB로 표현한 그림으로 계통 추출에 의한 표본 추출시 표본크기는 1,947개 이며, 이에 소요되는 영상의 수량은 총 610Scenes 이 소요됨
- 전국 표본에 대해서도 전라북도와 마찬가지로 시군별 PSU 추출 후 영상 효율을 감안한 PSU 이동 작업을 수행하였음
- 그 결과 <그림 2-75>에서 보는 바와같이 표본의 위치는 이동 하였으나, 표본 크기는 1,947개로 동일하며, 소요되는 위성영상의 수량은 349Scenes 으로 약 42.8% 절감하는 효과를 보았음
- <그림 2-75>는 영상의 효율을 감안한 PSU 이동까지만 적용된 결과를 나타냄
- <그림 2-75>의 표본을 기준으로 경지면적 추정을 감안한 표본 대체 및

시군별 추정을 위한 표본 추가 분배도 진행되었음

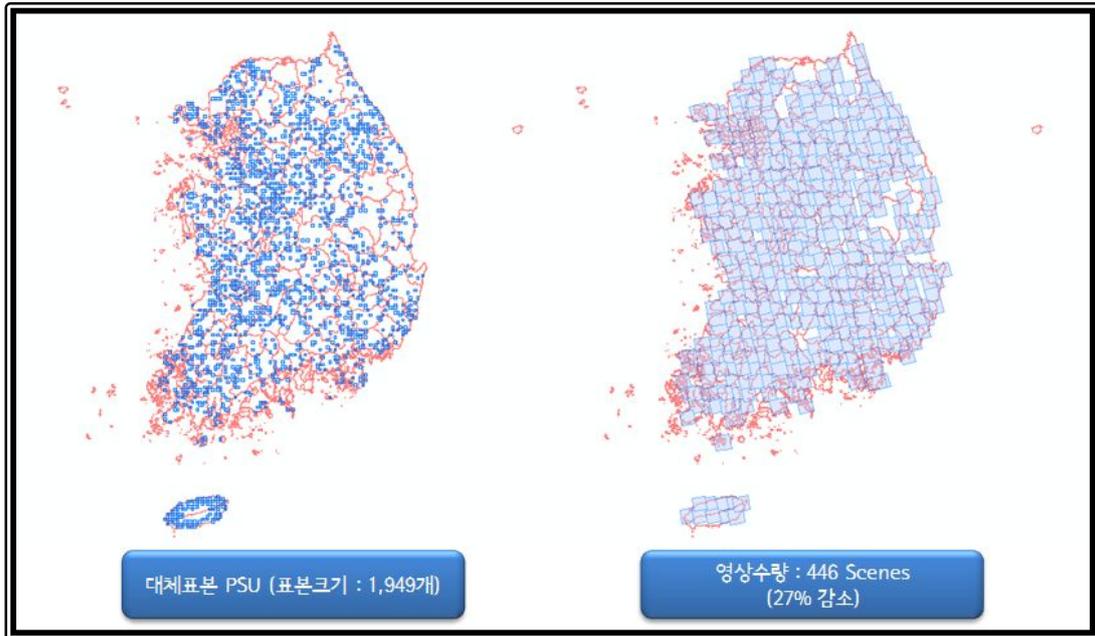


<그림 2-74> 계통 추출법에 의한 표본 추출결과 및 영상소요수량



<그림 2-75> 영상 효율을 감안한 PSU 이동결과 및 영상소요수량

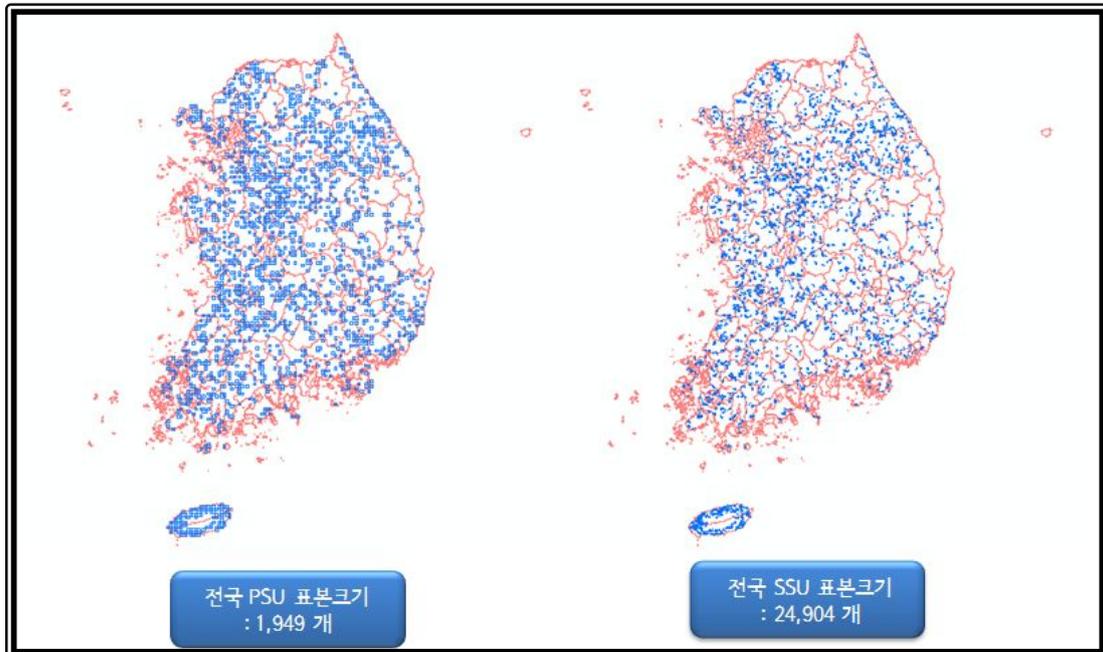
- 최종으로 선정된 표본크기는 1,949개 이며, 이에 따른 소요 영상수량은 446Scenes으로 초기대비 26.89%를 절감하는 효과를 보임
- 최종 전국 표본의 위치와 소요 영상에 대한 정보는 <그림 2-76>과 같음



<그림 2-76> 영상 효율을 감안한 PSU 이동결과 및 영상소요수량

4. 표본 추출 결과

- <그림 2-77>은 전국 표본 PSU 1,949개와 표본 PSU내의 표본 SSU 24,904개의 추출 결과 분포를 표현한 그림임

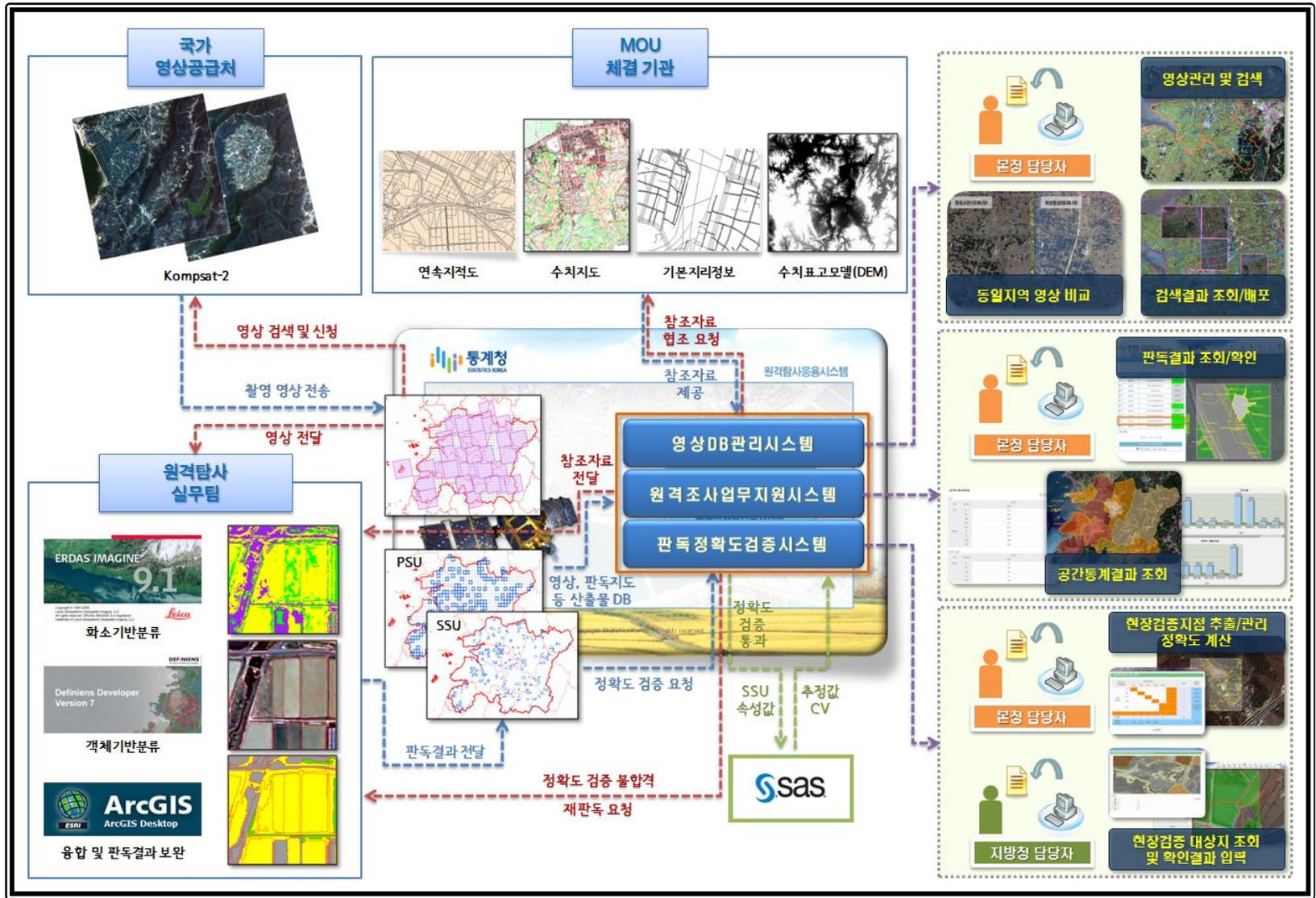


<그림 2-77> 최종 PSU, SSU 추출 결과

제 6 장. 향후 추진방향

1. 원격탐사 응용시스템을 활용한 업무시스템 절차

- 원격탐사기술을 농업통계 생산에 적용하기 위해서는 대규모의 자료처리와 인력투입 및 이에 따른 조직화된 업무 연계 등이 필요함
- 원격조사 방법이 기존 전수조사(전국 영상 판독)에서 표본 조사(표본 영상만 판독) 방식으로 전환되었지만, 표본 지역만을 대상으로 업무를 수행할 경우에도 영상 판독에 대한 부담은 경감되었으나 원시자료 및 산출물에 대한 업무는 그대로임
- 또한 원격조사 방법이 전수조사에서 표본조사로 변경됨에 따라 표본 추출에 대한 업무가 증가되었으며, 표본 추출 업무의 경우 전문가의 관리하에 진행해야하는 중요한 부분임
- 원격탐사기술을 적용한 표본조사 업무의 효율적인 관리를 위해 통계청에서는 “2010 원격탐사 응용시스템 구축” 사업을 진행하였음
- 원격탐사 응용시스템에서는 영상 DB 관리시스템, 원격조사 업무지원 시스템, 판독 정확도 검증 시스템을 탑재하여 원격탐사를 이용한 표본조사 업무를 지원하고 있음
- <그림 2-77>은 원격탐사 응용시스템을 활용한 표본조사 업무 처리 및 관리 단계를 표현하였음
- 업무 처리 절차는 다음의 과정으로 구성되어 있음
 - 국가영상공급처를 통해 입수한 메타자료와 thumbnail을 활용하여 영상 정보를 검색 및 조회 할 수 있음
 - 조회된 영상을 국가영상공급처에 신청 및 입수하며, 입수한 영상을 원격탐사 응용시스템에 탑재함
 - 입수한 영상은 전처리 과정을 거쳐 수치지형도(도로자료), DEM 및 기타 참조자료를 활용하여 정사보정을 수행함



<그림 2-78> 업무시스템 구성도

- 정사보정이 완료된 영상은 원격탐사 응용시스템에서 추출된 표본 SSU 지역에 대해 영상판독을 수행함
- 판독이 완료된 영상의 판독 결과물을 시스템에 탑재하여 정확도 검증을 위한 검증지점을 선정 후 현장조사를 통한 검증을 수행함
- 검증 결과가 기준에 만족하지 못 할 경우에는 재판독을 수행하며, 판독 기준에 합격한 경우 표본 SSU별 속성값을 활용하여 SAS software를 통해 경지면적 추정을 진행함
- SAS software와의 연계는 원격탐사 응용시스템에서 지원하고 있으며, 추정된 경지면적 결과를 시스템에 입력하여 데이터베이스화함으로써 측정치, 통계치, 기여도 등의 통계량 및 그래프를 생성하도록 함

2. 향후 추진과제 및 기대효과

- 전라북도 시범사업을 수행한 결과를 바탕으로 전국단위 표본조사 사업을 준비하기 위해서는 몇몇 고려해야할 사항이 있음
- 첫 번째로 위성영상 수급에 대한 문제이며, 두 번째가 아리랑 2호 영상 수급이 어려운 경우에 대한 대안, 세번째가 측정오차에 관한 검증, 마지막이 비재배면적 추정에 관한 문제임

가. 위성영상 수급

- 본 연구를 수행함에 있어서 위성영상의 수급은 가장 큰 영향을 주는 인자로 확인되었음
- 실제로 올해 사업에서는 2009년 아리랑 2호 영상을 사용하여 시범사업을 수행하였음에도 위성영상을 검색 및 신청, 입수 및 공급받고 오류 영상에 대한 확인 후 재공급을 받아 최종으로 영상처리가 진행되기까지 소요된 기간이 2개월 이상 소요되었음

- 전라북도 시범사업에서 신청한 영상 수량이 65Scenes 중 43Scenes이 사용되었으며, 전라북도 면적이 전국의 1/8을 차지함을 감안하면 전국 단위 사업에 소요될 영상 수량만 해도 상당할 것이며, 수급 기간 또한 길 것으로 예상됨
- 업무 처리 과정에서 선행사업인 “2008년 원격탐사를 이용한 경지총조사” 사업과 현재의 전라북도 시범사업이 크게 달라진 부분은 공급된 위성영상 자료에 있음
- 과거에는 국가영상공급처에서 1G영상을 공급받아 사업을 수행하여 영상의 기하학적 왜곡을 제대로 보정하지 못했다고 한다면, 올해 연구에서는 1R 영상과 RPC 자료를 사용하여 과거에 비해 최종성과물의 정확도 향상에 따른 신뢰성이 확보되었고, 원시영상 보정작업시 지상기준점 선정수 감소, Block 처리에 의한 인접 영상간의 위치정확도 확보에 따른 후속 작업 감소 등을 통해 업무 소요기간도 단축되었음
- 이는 통계청과 국가영상공급처간의 지속적인 논의 및 협의를 통해 얻어낸 성과라고 할 수 있음. 따라서, 대량의 영상 공급 문제도 국가영상공급처와의 지속적인 협의를 통해 해결할 수 있으리라 생각됨

나. 위성영상 미촬영 지역에 대한 방안 마련

- 2007년부터 아리랑 2호 영상의 촬영 현황을 살펴보면, 영상 촬영 영역은 매년 전국을 커버하고도 남을 정도의 양을 촬영하고 있으나, 특정지역에 편중되어 있거나, 영상판독을 수행하기에 적절한 조건을 가지고 있는 영상이 많지 않았음
- 물론 현재는 국가영상공급처의 영상촬영 스케줄에 의해 촬영된 영상을 공급받는 단계에서 적극적인 요구를 통한 자료 획득의 방법을 통해 일정 이상의 성과는 가능하리라 생각됨
- 그러나 원격탐사 표본조사 업무를 실무에 적용할 경우 선행연구에서와는

달리 당해년도 영상을 사용하여 표본조사를 수행함을 원칙으로 하고 있으므로, 활용가능한 영상을 전국을 대상으로 촬영할 경우 필요한 영상이 적절한 시기에 공급이 가능할지에 대한 우려가 있음

- 전라북도 시범사업을 수행하면서 위성영상의 사용 효율성을 검토하고, 표본을 대체하려는 시도는 위성영상의 수급이 어려운 경우를 대비한 목적도 포함되어 있음
- 따라서 통계청에서는 표본조사 업무에 대한 목적을 명확히 하고, 국가영상공급처와 유기적인 관계를 통해, 요구하는 목적을 정확히 해야 할 것으로 보임
- 올해 연구의 성과로 전수조사 개념이 아닌 표본조사를 통해 전국 경지면적을 추정하므로, 활용가능한 영상의 비율은 증가하리라 생각되나 그럼에도 불구하고, 영상이 미촬영된 표본지역은 반드시 존재할 것이므로 이에 대한 방안을 마련해야 할 것으로 보임
- 위성영상 미촬영 지역의 표본 관독에 대한 대안으로는 크게 3가지로 볼 수 있음
- 첫 번째는 아리랑 2호 영상이외의 다른 위성영상의 활용에 대한 검토임. 현재 위성영상을 활용한 표본조사 업무는 시범 연구 단계에 있으나 향후 지속적인 사업을 통해 자료가 매년 축적되는 경우 일정부분의 표본지역 영상이 없다고 해도 과거 자료를 바탕으로 시산이 가능하겠으나 사업 초기부터 자료가 없는 경우에는 추정을 할 수 없는 상황임
- 따라서 통계청에서는 이러한 상황에 대한 대비를 위해 “2010 항공영상 활용 원격조사 방법 개발” 용역을 통해 영상별 원격조사 효율성을 비교하는 연구를 수행중임. 이 연구의 결과를 바탕으로 영상촬영이 누락된 지역에 대한 영상 수급의 보완책을 마련할 수 있으리라 생각됨
- 두 번째는 대체표본을 사용하는 방법임. 우리는 올해 연구를 통해 위성영상의 효율성을 높이고 영상의 소요 수량을 절감하기 위해 대체표본이라

는 논리를 적용 시켰음

- 이와 같은 방법으로 영상의 수급이 어려운 경우에도 대체표본의 논리를 적용시켜 표본을 대체함으로써 영상공급 누락지역에 대한 대처 방안을 마련할 수 있으리라 생각됨
- 그러나 대체 표본의 경우 시범사업 결과에서 나타난 바와같이 표본 대체로 인한 영향이 매우 크다는 것이 확인되었음. 따라서 표본을 대체해야 하는 경우 전문가의 적절한 개입이 필요한 부분이라 하겠음
- 마지막으로 영상수급 가능지역과 영상수급 불가지역을 행정구역(시군)단위로 구분하는 과도기적인 방법임
- 영상공급이 가능한 시군의 경우 영상기반 표본조사 방법에 의한 조사를 수행하고, 영상공급이 어려운 지역은 현행의 조사방법을 사용하여 시군별 공표 단위를 맞추고, 지속적인 사업을 통해 자료가 일정기간 이상 축적되어 영상기반표본조사 방법으로 경지조사 업무를 수행할 수 있는 단계까지 현행 조사 방법과 영상기반표본조사 방법을 병행하는 방법임
- 이 방법을 사용하는 경우 서로 다른 방법으로 조사한 결과에 대한 관계를 규명하는 연구가 선행되어야 할 것으로 보임

다. 측정오차에 대한 연구

- 원격탐사를 활용한 농업통계조사 업무의 도입초기부터 지속적으로 논의되어왔던 사항중의 하나가 원격탐사를 통한 경지관독시 면적에 대한 정확도 검증 부분이었음
- 실제로 2008년~2010년 까지 시범연구를 수행한 결과 현행 조사방법에 의해 공표되면 면적과 원격탐사에 의한 경지면적간의 차이가 발생함을 확인하였음
- 현재의 농업면적조사는 토지대장상의 면적을 기준으로 작성하고 있는 반면 원격탐사는 위성영상상의 면적을 추정에 사용하고 있음

- 현행 농업면적조사에서 사용하고 있는 지적자료의 경우 여러 분야에서 지적된 바와 같이 실제의 경지형태를 반영하지 못할 뿐아니라 현장의 변화에 대한 반영이 활발하지 못하다는 단점을 가지고 있으며, 원격탐사의 경우 위성영상 보정과정에서의 정확도에 의한 면적차가 발생가능성이 크다는 부분과 정사보정을 수행하기는 하나 실제 고도차에 의한 면적 변화는 반영하지 못하고 있음
- 따라서, 현행 농업면적조사와 원격탐사에 의한 경지조사의 관계를 규명하기 위해 관측정확도 검증 과정에서 단순히 관측의 정오표만을 계산할 것이 아니라 실측을 통해 면적 차이에 대한 검토가 수행되어야 할 것임
- 지역별, 경지종류별 실측을 통해 두 자료간의 차이를 체계적으로 수치화하고, 고도 변화에 따른 면적 변화도 데이터베이스화하여 원격탐사 결과에 반영함으로써 현행조사방법과의 차이를 좁혀나갈 수 있을 것으로 생각됨

라. 벼재배면적 산출에 관한 방안 연구

- 원격탐사를 이용한 조사업무는 작물의 생육시기 영상을 사용하여 작물의 생육 패턴과 경작지의 형태를 통해 경지를 구분함을 원칙으로 하며, 영상 촬영일 기준의 경지현황을 타겟으로 하여 과거의 경지 이용 현황에 대한 고려는 되어 있지 않음
- 그러나 실제로는 대상지 전체에 대해 같은 시기의 영상을 수급할 수 없는 이유로 생육시기의 영상을 최우선으로 하여 다양한 시기의 영상을 활용하고 있음
- 또한, 영상판독의 한계로 인해 논과 밭, 과수와 시설을 구분하는 수준에서 진행되고 있으며, 재배면적 조사 업무의 경우에도 벼 이외의 다른 작물에 대해서는 실용화가 아직 어려운 단계임
- 벼재배면적 조사의 경우에도 영상의 촬영각 및 위치보정 정확도에 따라

영상에 포함되는 두령의 면적이 달라지므로, 두령면적을 정확하게 제외시키기가 어려운 실정임

- 뿐만아니라, 현재 통계청에서는 벼재배면적을 논벼와 밭벼로 구분하여 공표하고 있어, 벼재배면적 조사의 표준업무프로세스 구축을 위해서는 다양한 연구 및 시도가 필요하겠음
- 따라서, 현실적인 방안으로 원격탐사 업무는 경지면적조사에 활용을 하고, 재배면적조사는 다른 작물의 재배면적조사와 같이 수행하는 방법을 통해, 기술적으로 논벼와 밭벼의 구분이 가능해지는 시기까지는 과도기적인 방법을 사용하는 것임
- 과도기적인 방법을 병행하여 농업통계조사 업무를 수행하는 동안 한편으로는 우선적으로 다시기의 중·저 해상도의 영상을 활용하여 논벼와 밭벼를 구분할 수 있는 방법을 연구해야하며, 이러한 방법 이외에도 다양한 분야의 활발한 연구가 진행되어야 할 것임
- 벼재배면적 산출은 원격탐사를 활용한 농업통계조사 업무의 정착을 위해서는 반드시 해결해야할 과제임은 분명하다고 하겠음

참고문헌

- 강일구, 2009, 액세스프로그래밍, 와이미디어
- 권오복, 김재환, 2007, 위성정보의 농업관측 활용 타당성, 한국농촌경제연구원
- 국립농산물품질관리원, 2007, 면적통계조사요령
- 김규성, 1997, 작물재배면적조사에서 표본추출방법에 관한 연구, 서울시립대학교 논문집 pp.331-346
- 김순철, Keith Moody, 1983, 이양답에서 식생분석을 위한 최소표본추출 방법에 관한 연구, 한국작물학회지 v28, no.3 , pp 319~322
- 김영원, 류제복, 박진우, 홍기학., 2009, 표본조사 이해와 활용(6판), 교우사
- 김종호, 정재규, 류제복외, 2008, 163가지 표본추출법, 자유아카데미
- 김충실, 박재화 외, 2004, 주요 선진국 농작물 재보험제 검토를 위한 한국형 모델 연구, 국회 농림해양수산위원회
- 김충실, 박재화 외, 2005, 항공우주기술의 농림분야 활용방안 연구, 경북대학교
- 김충실, 이상호 외, 2008, 농업통계조사에 원격탐사기술 활용방안 조사 연구, 경북대학교
- 박진우, 2007, 군집분석을 이용한 다목적 조사의 층화에 관한 연구, 응용통계연구 20권 2호, p387-394.
- 박홍래, 2000, 표본조사법, 박영사
- 북잡통계연구센터, 2005, 농업면적조사 표본설계 용역 보고서
- 신봉섭, 2009, VBA에 의한 통계 프로그래밍 실습, 그린
- 이우균외, 2004, IKONOS 고해상도 위성영상을 이용한 임상분류 및 수치임상도 제작기법, 한국산림측정학회지 v7, no.1 pp 85~93

- 이정빈외3, 2007, 객체기반 영상분류를 위한 영상분할 가중치 비교, 한국공간정보시스템학회
- 이종출외, 2006, GIS를 이용한 토지피복 분류 방법에 대한 데이터베이스 구축, 한국과학기술정보연구원
- 이해용, 이필영, 2003, 표본조사입문, 교우사
- 전성우, 1999, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류, 한국환경정책·평가연구원
- 전성우, 정성문, 1998, 생태자연도 작성 및 활용을 위한 원격탐사기법 연구 (I), 한국환경정책·평가연구원
- 전성우, 정휘철, 1999, 생태자연도 작성 및 활용을 위한 원격탐사기법 연구 (II), 한국환경정책·평가연구원
- 정학수, 2005, 생육단계별 작물도감, 국립농산물품질관리원
- 통계청, 2008, 원격탐사 기술을 이용한 경지총조사 방법 개발 최종보고서
- 통계청, 2009, 면적통계조사시스템 구축을 위한 ISP 최종보고서
- 홍성민외, 2004, IKONOS 영상자료를 이용한 농업지역 토지피복 분류기준 설정, 한국원격탐사학회지 v20. no.4 pp253~259
- 환경부, 2002, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복지도 구축, 한국환경정책·평가연구원
- Allen, J. D., 1990, A Look at the Remote Sensing Applications Program of the National Agricultural Statistics Service, Journal of Official Statistics, Vol. 6, No. 4, pp 393-409, Statistics Sweden
- Bingfang Wu, Li Quangzi., 2004, Crop Area Estimation Using Remote Sensing on Two-Satge Stratified Sampling, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences
- Bellhouse, D. R., 1988, Systematic sampling. In:P.R. Krishnaiah and C.R.Rao(eds.), Handbook of Statistics, Vol. 6. North-Holland, Amsterdam,

p125-145.

Carrie Davies., 2009, Area frame design for agricultural surveys, USDA

Carroll, J., 1970, Allocation of a Sample Between States, unpublished memorandum, Australian Bureau of Census and Statistics

Cochran, W. G., 1942, Sampling theory when the sampling units are of unequal size, Journal of the American Statistical Association, 37, 199-212.

Carroll, J. L. and Hartly, H. O., 1964, The symmetric method of unequal probability sampling without replacement, Abstract in Biometrics 20, 908-909.

Cochran, W. G., 1977, Sampling Techniques, Wiley.

Dalenius, T. and Hodges, J. L., 1959, Minimum variance stratification, Journal of the American Statistical Association 54, p88-101.

Definiens Developer 7 User Guide, Definiens Understanding Images

ERDAS IMAGINE® Grouping Tool, Leica Geosystems.

Fellegi, I. P., 1981, Should the Census Counts Be Adjusted for Allocation Purposes-Equity Considerations, in Current Topics in Survey Sampling, eds. D. Krewski, R. Platek, and J. N. K. Rao, New York: Academic Press, pp. 47-76.

Fuller, W. A., 2002, Sampling Statistics, Wiley.

Fuller, W. A., 2002, Regression estimation for survey samples, Survey Methodology 28, 5-23.

FAO., 1996, Multiple frame agricultural surveys, FAO statistical development series, n7, 119pp.

FAO., 1998, Multiple frame agricultural surveys, Volume2: Agricultural survey programmes based on area frame or dual frame sample designs, FAO statistical development series, n10, 242pp.

- González F., López S., Cuevas J.M., 1991, Comparing Two Methodologies for Crop Area Estimation in Spain Using Landsat TM Images and Ground Gathered Data, *Remote sensing of the environment*, 35, p29-36.
- Gallego F.J., Delincé J., Carfagna E. 1994, Two-Stage Area Frame Sampling on Square Segments for Farm Surveys, *Survey Methodology*, 20, p107-115.
- Golder, P. A., Yeomeans, K. A., 1973, The use of cluster analysis for stratification, *Applied Statistics* 22, p213-219.
- Hansen, M. H., and Hurwitz, W. N., 1943, On the theory of sampling from finite populations, *Ann. Math. Stat.*, 14, p333-362.
- Hansen, Hurwitz와 Madow., 1953, *Sampling Survey Methods and Theory*, New York : John Wiley and Sons.
- Hartley, H. O., 1965, Multiple purpose optimum allocation in stratified sampling, *Proceedings of Social Statistics Section, American Statistical Association*, p258-261.
- Jarque, C. M., 1981, A solution to the problem of optimum stratification in multivariate sampling, *Applied Statistics* 30, p163-169.
- Jensen J.R., 2005, 원격탐사와 디지털 영상처리, 시그마프레스, pp.554.
- Jessen, R. J., 1942, Statistical investigation of a sample survey for obtaining farm facts, *Iowa Agriculture Experiment Station Research Gulletin*, 304.
- Kish, L., 1965. *Survey Sampling*, Wiley.
- Mahlonobis, P. C., 1938, *Statistical Report on the Experimental Crop, Census, 1937*, Indian Central Jute Committee.
- Mahalanobis, P. C., 1946, Recent experiments in statistical sampling in the

Indian Statistical Institute, JRSS, 109, p325-378

MAPA., 2008, Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos. Resultados 2008. MAPA, Madrid,
<http://www.mapa.es/estadistica/pags/encuestacultivos/boletin2008.pdf>.

Mahalanobis, P. C., 1944, 1952, On large-scale sample surveys, Phil. Trans. Roy. Soc. London, B231, p329-451.

McCallion, T., 1992, Optimum allocation in stratified random sampling with ratio estimation as applied to the Northern Ireland December agricultural sample, Applied Statistics 41, p39-45.

Neyman, J., 1934, On the two different aspects of the representative method : The method of purposive selection, Roy. Stat. Soc., 97, p559-609

Pla, L., 1991, Determining stratum boundaries with multivariate real data, Biometrics 47, p1409-1422

Roberto Benedetti, Federica Piersimoni, Marco Bee, Giuseppe Espa., 2010, Agricultural Survey Methods, p105-129.

Sukhatme, P. V., 1947, The problem of plot size in large-scale surveys, JASA, 42, p297-310.

Ward, J. H., 1963, Hierarchical grouping to optimize an objective function, Journal of American Statistical Association 58, p236-244.

Zhang Fumin, Zhu Azichun, Pan Yaozhong, Hu Tangao, Zhang Jinshui., 2010, Application of remote sensing technology in crop acreage and yield statistical survey in china, Meeting on the Management of Statistical Information Systems(MSIS 2010)

부록 I . 8개 시범지역의 통계청, 환경부자료의
경작분류별 현황분석

<표 30> 경작지(Case : 고령)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	1634 (43.7)	617 (16.5)	436 (11.7)	294 (7.9)	234 (6.3)	195 (5.2)	118 (3.2)	93 (2.5)	58 (1.5)	63 (1.7)	3742 (100.0)
10%이하	316 (12.3)	807 (31.3)	436 (16.9)	267 (10.4)	190 (7.4)	147 (5.7)	116 (4.5)	80 (3.1)	64 (2.5)	50 (1.9)	104 (4.0)	2577 (100.0)
20%이하	75 (5.9)	78 (6.1)	210 (16.4)	244 (19.1)	202 (15.8)	142 (11.1)	103 (8.0)	72 (5.6)	53 (4.1)	43 (3.4)	58 (4.5)	1280 (100.0)
30%이하	43 (4.2)	28 (2.7)	41 (4.0)	129 (12.6)	218 (21.3)	154 (15.1)	120 (11.7)	96 (9.4)	78 (7.6)	58 (5.7)	58 (5.7)	1023 (100.0)
40%이하	17 (1.9)	19 (2.1)	15 (1.6)	54 (5.9)	110 (12.0)	183 (20.0)	151 (16.5)	127 (13.9)	77 (8.4)	80 (8.7)	83 (9.1)	916 (100.0)
50%이하	10 (1.1)	19 (2.1)	11 (1.2)	14 (1.5)	44 (4.8)	110 (12.0)	171 (18.7)	185 (20.2)	140 (15.3)	105 (11.5)	105 (11.5)	914 (100.0)
60%이하	13 (1.5)	22 (2.5)	4 (0.5)	8 (0.9)	13 (1.5)	29 (3.3)	102 (11.7)	176 (20.3)	183 (21.1)	159 (18.3)	160 (18.4)	869 (100.0)
70%이하	8 (0.9)	28 (3.3)	3 (0.4)	6 (0.7)	4 (0.5)	3 (0.4)	24 (2.8)	74 (8.7)	205 (24.0)	224 (26.3)	274 (32.1)	853 (100.0)
80%이하	8 (0.8)	59 (5.9)	2 (0.2)	5 (0.5)	2 (0.2)	3 (0.3)	10 (1.0)	36 (3.6)	118 (11.7)	256 (25.4)	507 (50.4)	1006 (100.0)
90%이하	7 (0.5)	100 (7.8)	3 (0.2)	0 (0.0)	5 (0.4)	4 (0.3)	7 (0.5)	5 (0.4)	23 (1.8)	152 (11.8)	981 (76.2)	1287 (100.0)
100%이하	14 (0.7)	328 (16.5)	1 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.2)	2 (0.1)	3 (0.2)	28 (1.4)	1601 (80.7)	1985 (100.0)
총합	511 (3.1)	3122 (19.0)	1343 (8.2)	1164 (7.1)	1084 (6.6)	1011 (6.1)	1002 (6.1)	971 (5.9)	1037 (6.3)	1213 (7.4)	3994 (24.3)	16452 (100.0)

<표 31> 논(Case : 고령)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	2909 (55.1)	162 (3.1)	83 (1.6)	72 (1.4)	57 (1.1)	54 (1.0)	70 (1.3)	63 (1.2)	63 (1.2)	53 (1.0)	1698 (32.1)	5284 (100.0)
10%이하	102 (25.3)	53 (13.2)	15 (3.7)	12 (3.0)	22 (5.5)	9 (2.2)	12 (3.0)	17 (4.2)	17 (4.2)	10 (2.5)	134 (33.3)	403 (100.0)
20%이하	75 (22.6)	32 (9.6)	16 (4.8)	18 (5.4)	13 (3.9)	10 (3.0)	8 (2.4)	8 (2.4)	6 (1.8)	14 (4.2)	132 (39.8)	332 (100.0)
30%이하	70 (20.5)	19 (5.6)	19 (5.6)	24 (7.0)	20 (5.8)	22 (6.4)	11 (3.2)	17 (5.0)	8 (2.3)	9 (2.6)	123 (36.0)	342 (100.0)
40%이하	68 (18.8)	26 (7.2)	15 (4.1)	17 (4.7)	23 (6.4)	23 (6.4)	11 (3.0)	12 (3.3)	9 (2.5)	18 (5.0)	140 (38.7)	362 (100.0)
50%이하	76 (19.1)	12 (3.0)	18 (4.5)	18 (4.5)	18 (4.5)	22 (5.5)	30 (7.6)	21 (5.3)	15 (3.8)	14 (3.5)	153 (38.5)	397 (100.0)
60%이하	79 (17.0)	23 (4.9)	15 (3.2)	20 (4.3)	26 (5.6)	25 (5.4)	34 (7.3)	25 (5.4)	24 (5.2)	21 (4.5)	174 (37.3)	466 (100.0)
70%이하	82 (16.4)	13 (2.6)	12 (2.4)	24 (4.8)	15 (3.0)	22 (4.4)	31 (6.2)	39 (7.8)	29 (5.8)	20 (4.0)	213 (42.6)	500 (100.0)
80%이하	67 (12.5)	17 (3.2)	3 (0.6)	15 (2.8)	15 (2.8)	17 (3.2)	31 (5.8)	45 (8.4)	49 (9.1)	50 (9.3)	229 (42.6)	538 (100.0)
90%이하	99 (14.6)	11 (1.6)	14 (2.1)	10 (1.5)	11 (1.6)	16 (2.4)	29 (4.3)	32 (4.7)	43 (6.4)	93 (13.8)	318 (47.0)	676 (100.0)
100%이하	1467 (20.5)	217 (3.0)	144 (2.0)	89 (1.2)	156 (2.2)	133 (1.9)	175 (2.4)	164 (2.3)	244 (3.4)	286 (4.0)	4077 (57.0)	7152 (100.0)
총합	5094 (31.0)	585 (3.6)	354 (2.2)	319 (1.9)	376 (2.3)	353 (2.1)	442 (2.7)	443 (2.7)	507 (3.1)	588 (3.6)	7391 (44.9)	16452 (100.0)

<표 32> 밭(Case : 고령)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	7231 (57.2)	605 (4.8)	254 (2.0)	221 (1.7)	185 (1.5)	204 (1.6)	165 (1.3)	185 (1.5)	138 (1.1)	200 (1.6)	3245 (25.7)	12633 (100.0)
10%이하	499 (56.6)	89 (10.1)	38 (4.3)	36 (4.1)	17 (1.9)	17 (1.9)	18 (2.0)	18 (2.0)	10 (1.1)	17 (1.9)	122 (13.8)	881 (100.0)
20%이하	264 (57.6)	39 (8.5)	29 (6.3)	16 (3.5)	12 (2.6)	8 (1.7)	10 (2.2)	6 (1.3)	5 (1.1)	10 (2.2)	59 (12.9)	458 (100.0)
30%이하	176 (49.3)	22 (6.2)	23 (6.4)	9 (2.5)	16 (4.5)	18 (5.0)	14 (3.9)	7 (2.0)	6 (1.7)	7 (2.0)	59 (16.5)	357 (100.0)
40%이하	129 (45.9)	23 (8.2)	7 (2.5)	14 (5.0)	15 (5.3)	8 (2.8)	11 (3.9)	9 (3.2)	9 (3.2)	9 (3.2)	47 (16.7)	281 (100.0)
50%이하	98 (43.4)	18 (8.0)	11 (4.9)	6 (2.7)	8 (3.5)	12 (5.3)	6 (2.7)	7 (3.1)	9 (4.0)	10 (4.4)	41 (18.1)	226 (100.0)
60%이하	60 (36.4)	11 (6.7)	5 (3.0)	6 (3.6)	9 (5.5)	7 (4.2)	9 (5.5)	2 (1.2)	4 (2.4)	5 (3.0)	47 (28.5)	165 (100.0)
70%이하	65 (40.1)	7 (4.3)	7 (4.3)	3 (1.9)	6 (3.7)	4 (2.5)	10 (6.2)	6 (3.7)	4 (2.5)	6 (3.7)	44 (27.2)	162 (100.0)
80%이하	53 (37.6)	4 (2.8)	4 (2.8)	4 (2.8)	8 (5.7)	8 (5.7)	8 (5.7)	5 (3.5)	7 (5.0)	6 (4.3)	34 (24.1)	141 (100.0)
90%이하	46 (34.1)	8 (5.9)	3 (2.2)	6 (4.4)	5 (3.7)	3 (2.2)	2 (1.5)	4 (3.0)	7 (5.2)	5 (3.7)	46 (34.1)	135 (100.0)
100%이하	317 (31.3)	21 (2.1)	18 (1.8)	17 (1.7)	20 (2.0)	15 (1.5)	19 (1.9)	17 (1.7)	21 (2.1)	31 (3.1)	517 (51.0)	1013 (100.0)
총합	8938 (54.3)	847 (5.1)	399 (2.4)	338 (2.1)	301 (1.8)	304 (1.8)	272 (1.7)	266 (1.6)	220 (1.3)	306 (1.9)	4261 (25.9)	16452 (100.0)

<표 33> 경작지(Case : 김제)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	579 (44.7)	195 (15.0)	110 (8.5)	101 (7.8)	67 (5.2)	58 (4.5)	47 (3.6)	26 (2.0)	27 (2.1)	86 (6.6)	1296 (100.0)
10%이하	391 (13.3)	812 (27.7)	385 (13.1)	225 (7.7)	155 (5.3)	89 (3.0)	75 (2.6)	82 (2.8)	51 (1.7)	43 (1.5)	621 (21.2)	2929 (100.0)
20%이하	124 (7.2)	215 (12.5)	313 (18.2)	280 (16.3)	204 (11.9)	172 (10.0)	104 (6.1)	80 (4.7)	66 (3.8)	46 (2.7)	112 (6.5)	1716 (100.0)
30%이하	77 (4.1)	162 (8.5)	159 (8.4)	261 (13.8)	317 (16.7)	239 (12.6)	179 (9.4)	121 (6.4)	132 (7.0)	72 (3.8)	178 (9.4)	1897 (100.0)
40%이하	49 (2.2)	144 (6.4)	103 (4.6)	124 (5.5)	280 (12.5)	348 (15.6)	308 (13.8)	241 (10.8)	236 (10.6)	131 (5.9)	271 (12.1)	2235 (100.0)
50%이하	31 (1.2)	132 (4.9)	80 (3.0)	78 (2.9)	172 (6.4)	298 (11.2)	403 (15.1)	388 (14.5)	391 (14.6)	219 (8.2)	479 (17.9)	2671 (100.0)
60%이하	24 (0.8)	159 (5.2)	55 (1.8)	46 (1.5)	128 (4.2)	185 (6.1)	328 (10.8)	495 (16.3)	528 (17.3)	351 (11.5)	747 (24.5)	3046 (100.0)
70%이하	12 (0.3)	203 (5.7)	29 (0.8)	55 (1.5)	71 (2.0)	106 (3.0)	172 (4.8)	370 (10.3)	592 (16.5)	636 (17.7)	1344 (37.4)	3590 (100.0)
80%이하	11 (0.2)	429 (8.6)	37 (0.7)	47 (0.9)	70 (1.4)	71 (1.4)	127 (2.6)	181 (3.6)	461 (9.3)	848 (17.1)	2689 (54.1)	4971 (100.0)
90%이하	15 (0.2)	1036 (13.4)	27 (0.3)	32 (0.4)	39 (0.5)	54 (0.7)	90 (1.2)	124 (1.6)	208 (2.7)	574 (7.4)	5533 (71.6)	7732 (100.0)
100%이하	10 (0.1)	2339 (17.6)	11 (0.1)	21 (0.2)	19 (0.1)	35 (0.3)	45 (0.3)	75 (0.6)	118 (0.9)	178 (1.3)	10439 (78.5)	13290 (100.0)
총합	744 (1.6)	6210 (13.7)	1394 (3.1)	1279 (2.8)	1556 (3.4)	1664 (3.7)	1889 (4.2)	2204 (4.9)	2809 (6.2)	3125 (6.9)	22499 (49.6)	45373 (100.0)

<표 34> 논(Case : 김제)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	5359 (64.7)	626 (7.6)	258 (3.1)	175 (2.1)	185 (2.2)	118 (1.4)	109 (1.3)	95 (1.1)	80 (1.0)	96 (1.2)	1179 (14.2)	8280 (100.0)
10%이하	611 (31.5)	558 (28.8)	197 (10.2)	106 (5.5)	73 (3.8)	44 (2.3)	44 (2.3)	27 (1.4)	32 (1.7)	26 (1.3)	219 (11.3)	1937 (100.0)
20%이하	277 (23.5)	234 (19.8)	197 (16.7)	99 (8.4)	69 (5.9)	38 (3.2)	40 (3.4)	24 (2.0)	23 (2.0)	23 (2.0)	155 (13.1)	1179 (100.0)
30%이하	222 (19.6)	157 (13.9)	142 (12.6)	125 (11.1)	102 (9.0)	59 (5.2)	45 (4.0)	32 (2.8)	31 (2.7)	32 (2.8)	184 (16.3)	1131 (100.0)
40%이하	176 (16.2)	110 (10.1)	99 (9.1)	121 (11.2)	141 (13.0)	89 (8.2)	64 (5.9)	43 (4.0)	29 (2.7)	24 (2.2)	188 (17.3)	1084 (100.0)
50%이하	151 (13.4)	102 (9.1)	87 (7.7)	96 (8.5)	119 (10.6)	120 (10.7)	80 (7.1)	65 (5.8)	45 (4.0)	49 (4.4)	209 (18.6)	1123 (100.0)
60%이하	139 (11.6)	96 (8.0)	66 (5.5)	81 (6.8)	103 (8.6)	120 (10.0)	126 (10.5)	88 (7.3)	53 (4.4)	60 (5.0)	266 (22.2)	1198 (100.0)
70%이하	104 (7.9)	77 (5.9)	52 (4.0)	60 (4.6)	79 (6.0)	106 (8.1)	130 (9.9)	142 (10.8)	105 (8.0)	82 (6.2)	376 (28.6)	1313 (100.0)
80%이하	85 (5.7)	68 (4.5)	59 (3.9)	43 (2.9)	68 (4.5)	92 (6.1)	112 (7.5)	157 (10.5)	196 (13.1)	127 (8.5)	489 (32.7)	1496 (100.0)
90%이하	88 (5.0)	47 (2.7)	40 (2.3)	46 (2.6)	58 (3.3)	60 (3.4)	81 (4.6)	122 (6.9)	202 (11.4)	259 (14.6)	766 (43.3)	1769 (100.0)
100%이하	369 (1.5)	117 (0.5)	92 (0.4)	101 (0.4)	111 (0.4)	147 (0.6)	217 (0.9)	261 (1.0)	348 (1.4)	545 (2.2)	22555 (90.7)	24863 (100.0)
총합	7581 (16.7)	2192 (4.8)	1289 (2.8)	1053 (2.3)	1108 (2.4)	993 (2.2)	1048 (2.3)	1056 (2.3)	1144 (2.5)	1323 (2.9)	26586 (58.6)	45373 (100.0)

<표 35> 밭(Case : 김제)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	21591 (88.0)	839 (3.4)	271 (1.1)	204 (0.8)	154 (0.6)	119 (0.5)	99 (0.4)	97 (0.4)	94 (0.4)	87 (0.4)	994 (4.0)	24549 (100.0)
10%이하	1179 (35.6)	741 (22.4)	329 (9.9)	226 (6.8)	156 (4.7)	148 (4.5)	103 (3.1)	69 (2.1)	53 (1.6)	50 (1.5)	261 (7.9)	3315 (100.0)
20%이하	449 (25.4)	237 (13.4)	227 (12.8)	178 (10.1)	129 (7.3)	84 (4.8)	89 (5.0)	74 (4.2)	66 (3.7)	56 (3.2)	178 (10.1)	1767 (100.0)
30%이하	297 (18.8)	130 (8.2)	118 (7.5)	192 (12.2)	158 (10.0)	120 (7.6)	94 (6.0)	92 (5.8)	55 (3.5)	72 (4.6)	250 (15.8)	1578 (100.0)
40%이하	255 (18.5)	83 (6.0)	67 (4.8)	96 (6.9)	138 (10.0)	127 (9.2)	96 (6.9)	87 (6.3)	82 (5.9)	75 (5.4)	276 (20.0)	1382 (100.0)
50%이하	193 (15.3)	60 (4.7)	59 (4.7)	54 (4.3)	90 (7.1)	107 (8.5)	119 (9.4)	111 (8.8)	85 (6.7)	82 (6.5)	305 (24.1)	1265 (100.0)
60%이하	165 (13.7)	54 (4.5)	46 (3.8)	41 (3.4)	58 (4.8)	80 (6.7)	118 (9.8)	101 (8.4)	109 (9.1)	102 (8.5)	328 (27.3)	1202 (100.0)
70%이하	142 (11.5)	63 (5.1)	23 (1.9)	38 (3.1)	48 (3.9)	62 (5.0)	89 (7.2)	145 (11.8)	123 (10.0)	114 (9.3)	384 (31.2)	1231 (100.0)
80%이하	156 (12.9)	35 (2.9)	31 (2.6)	28 (2.3)	31 (2.6)	46 (3.8)	55 (4.5)	92 (7.6)	107 (8.8)	151 (12.4)	482 (39.7)	1214 (100.0)
90%이하	150 (11.6)	25 (1.9)	16 (1.2)	38 (2.9)	28 (2.2)	33 (2.5)	48 (3.7)	72 (5.5)	98 (7.6)	184 (14.2)	606 (46.7)	1298 (100.0)
100%이하	1299 (19.8)	144 (2.2)	115 (1.7)	86 (1.3)	134 (2.0)	135 (2.1)	135 (2.1)	214 (3.3)	227 (3.5)	385 (5.9)	3698 (56.3)	6572 (100.0)
총합	25876 (57.0)	2411 (5.3)	1302 (2.9)	1181 (2.6)	1124 (2.5)	1061 (2.3)	1045 (2.3)	1154 (2.5)	1099 (2.4)	1358 (3.0)	7762 (17.1)	45373 (100.0)

<표 36> 경작지(Case : 김포)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	680 (46.5)	193 (13.2)	149 (10.2)	73 (5.0)	92 (6.3)	65 (4.5)	51 (3.5)	35 (2.4)	44 (3.0)	80 (5.5)	1462 (100.0)
10%이하	851 (31.7)	847 (31.6)	320 (11.9)	190 (7.1)	120 (4.5)	83 (3.1)	53 (2.0)	51 (1.9)	30 (1.1)	22 (0.8)	118 (4.4)	2685 (100.0)
20%이하	341 (23.0)	204 (13.7)	273 (18.4)	232 (15.6)	157 (10.6)	93 (6.3)	58 (3.9)	47 (3.2)	34 (2.3)	22 (1.5)	24 (1.6)	1485 (100.0)
30%이하	250 (18.4)	129 (9.5)	114 (8.4)	210 (15.4)	225 (16.5)	165 (12.1)	87 (6.4)	70 (5.1)	41 (3.0)	29 (2.1)	42 (3.1)	1362 (100.0)
40%이하	170 (13.3)	98 (7.7)	71 (5.6)	81 (6.3)	194 (15.2)	224 (17.5)	173 (13.5)	99 (7.7)	60 (4.7)	49 (3.8)	61 (4.8)	1280 (100.0)
50%이하	126 (9.4)	58 (4.3)	47 (3.5)	64 (4.8)	90 (6.7)	158 (11.8)	269 (20.1)	202 (15.1)	131 (9.8)	88 (6.6)	104 (7.8)	1337 (100.0)
60%이하	75 (5.8)	41 (3.2)	24 (1.9)	37 (2.9)	47 (3.7)	90 (7.0)	162 (12.6)	262 (20.3)	235 (18.3)	140 (10.9)	175 (13.6)	1288 (100.0)
70%이하	39 (2.7)	33 (2.3)	23 (1.6)	17 (1.2)	27 (1.9)	48 (3.3)	71 (4.9)	189 (13.0)	379 (26.1)	298 (20.5)	327 (22.5)	1451 (100.0)
80%이하	22 (1.3)	36 (2.1)	7 (0.4)	12 (0.7)	12 (0.7)	20 (1.2)	39 (2.3)	75 (4.4)	201 (11.8)	423 (24.8)	861 (50.4)	1708 (100.0)
90%이하	18 (0.7)	49 (2.0)	3 (0.1)	7 (0.3)	13 (0.5)	12 (0.5)	17 (0.7)	32 (1.3)	64 (2.5)	272 (10.8)	2030 (80.7)	2517 (100.0)
100%이하	3 (0.1)	37 (1.3)	0 (0.0)	6 (0.2)	6 (0.2)	6 (0.2)	4 (0.1)	12 (0.4)	15 (0.5)	53 (1.9)	2684 (95.0)	2826 (100.0)
총합	1895 (9.8)	2212 (11.4)	1075 (5.5)	1005 (5.2)	964 (5.0)	991 (5.1)	998 (5.1)	1090 (5.6)	1225 (6.3)	1440 (7.4)	6506 (33.5)	19401 (100.0)

<표 37> 논(Case : 김포)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	4991 (77.6)	176 (2.7)	71 (1.1)	36 (0.6)	32 (0.5)	20 (0.3)	24 (0.4)	24 (0.4)	31 (0.5)	32 (0.5)	999 (15.5)	6436 (100.0)
10%이하	182 (25.1)	113 (15.6)	40 (5.5)	28 (3.9)	22 (3.0)	12 (1.7)	13 (1.8)	9 (1.2)	9 (1.2)	8 (1.1)	288 (39.8)	724 (100.0)
20%이하	81 (17.6)	30 (6.5)	40 (8.7)	28 (6.1)	9 (2.0)	14 (3.0)	12 (2.6)	9 (2.0)	7 (1.5)	10 (2.2)	220 (47.8)	460 (100.0)
30%이하	39 (11.0)	16 (4.5)	15 (4.2)	29 (8.2)	28 (7.9)	20 (5.6)	11 (3.1)	11 (3.1)	8 (2.3)	2 (0.6)	176 (49.6)	355 (100.0)
40%이하	36 (9.5)	13 (3.4)	16 (4.2)	24 (6.3)	27 (7.1)	27 (7.1)	12 (3.2)	6 (1.6)	10 (2.6)	9 (2.4)	200 (52.6)	380 (100.0)
50%이하	25 (6.2)	8 (2.0)	15 (3.7)	10 (2.5)	16 (4.0)	34 (8.4)	35 (8.6)	16 (4.0)	15 (3.7)	11 (2.7)	220 (54.3)	405 (100.0)
60%이하	35 (7.5)	7 (1.5)	3 (0.6)	5 (1.1)	13 (2.8)	24 (5.1)	33 (7.1)	29 (6.2)	14 (3.0)	20 (4.3)	284 (60.8)	467 (100.0)
70%이하	29 (5.3)	6 (1.1)	3 (0.6)	3 (0.6)	8 (1.5)	12 (2.2)	17 (3.1)	30 (5.5)	34 (6.2)	18 (3.3)	389 (70.9)	549 (100.0)
80%이하	28 (4.4)	4 (0.6)	5 (0.8)	3 (0.5)	5 (0.8)	14 (2.2)	27 (4.2)	39 (6.1)	40 (6.3)	35 (5.5)	439 (68.7)	639 (100.0)
90%이하	30 (4.1)	5 (0.7)	4 (0.5)	3 (0.4)	8 (1.1)	8 (1.1)	14 (1.9)	21 (2.8)	40 (5.4)	53 (7.2)	553 (74.8)	739 (100.0)
100%이하	214 (2.6)	36 (0.4)	24 (0.3)	19 (0.2)	25 (0.3)	33 (0.4)	37 (0.5)	55 (0.7)	71 (0.9)	123 (1.5)	7610 (92.3)	8247 (100.0)
총합	5690 (29.3)	414 (2.1)	236 (1.2)	188 (1.0)	193 (1.0)	218 (1.1)	235 (1.2)	249 (1.3)	279 (1.4)	321 (1.7)	11378 (58.6)	19401 (100.0)

<표 38> 밭(Case : 김포)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	7776 (82.7)	216 (2.3)	73 (0.8)	58 (0.6)	45 (0.5)	34 (0.4)	27 (0.3)	26 (0.3)	26 (0.3)	40 (0.4)	1079 (11.5)	9400 (100.0)
10%이하	1038 (71.1)	172 (11.8)	54 (3.7)	39 (2.7)	27 (1.9)	11 (0.8)	8 (0.6)	9 (0.6)	6 (0.4)	5 (0.3)	92 (6.3)	1461 (100.0)
20%이하	453 (64.4)	66 (9.4)	44 (6.3)	32 (4.6)	16 (2.3)	13 (1.9)	11 (1.6)	6 (0.9)	3 (0.4)	7 (1.0)	52 (7.4)	703 (100.0)
30%이하	372 (62.0)	41 (6.8)	27 (4.5)	32 (5.3)	31 (5.2)	24 (4.0)	10 (1.7)	5 (0.8)	5 (0.8)	6 (1.0)	47 (7.8)	600 (100.0)
40%이하	306 (60.8)	31 (6.2)	17 (3.4)	26 (5.2)	34 (6.8)	23 (4.6)	10 (2.0)	10 (2.0)	5 (1.0)	4 (0.8)	37 (7.4)	503 (100.0)
50%이하	263 (53.7)	23 (4.7)	18 (3.7)	15 (3.1)	24 (4.9)	20 (4.1)	24 (4.9)	14 (2.9)	7 (1.4)	8 (1.6)	74 (15.1)	490 (100.0)
60%이하	214 (50.7)	9 (2.1)	9 (2.1)	11 (2.6)	15 (3.6)	27 (6.4)	23 (5.5)	13 (3.1)	14 (3.3)	18 (4.3)	69 (16.4)	422 (100.0)
70%이하	202 (48.6)	12 (2.9)	9 (2.2)	16 (3.9)	7 (1.7)	14 (3.4)	24 (5.8)	24 (5.8)	19 (4.6)	11 (2.6)	78 (18.8)	416 (100.0)
80%이하	182 (44.2)	16 (3.9)	3 (0.7)	9 (2.2)	9 (2.2)	10 (2.4)	22 (5.3)	20 (4.9)	26 (6.3)	18 (4.4)	97 (23.5)	412 (100.0)
90%이하	254 (51.9)	8 (1.6)	10 (2.0)	7 (1.4)	8 (1.6)	9 (1.8)	11 (2.3)	13 (2.7)	23 (4.7)	32 (6.5)	114 (23.3)	489 (100.0)
100%이하	2350 (52.2)	62 (1.4)	37 (0.8)	33 (0.7)	27 (0.6)	31 (0.7)	27 (0.6)	33 (0.7)	49 (1.1)	85 (1.9)	1771 (39.3)	4505 (100.0)
총합	13410 (69.1)	656 (3.4)	301 (1.6)	278 (1.4)	243 (1.3)	216 (1.1)	197 (1.0)	173 (0.9)	183 (0.9)	234 (1.2)	3510 (18.1)	19401 (100.0)

<표 39> 경작지(Case : 부안)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	965 (40.3)	311 (13.0)	236 (9.9)	173 (7.2)	156 (6.5)	120 (5.0)	103 (4.3)	98 (4.1)	78 (3.3)	154 (6.4)	2394 (100.0)
10%이하	660 (21.9)	807 (26.8)	339 (11.3)	223 (7.4)	160 (5.3)	124 (4.1)	98 (3.3)	99 (3.3)	82 (2.7)	80 (2.7)	341 (11.3)	3013 (100.0)
20%이하	206 (13.8)	147 (9.8)	178 (11.9)	201 (13.4)	142 (9.5)	110 (7.3)	96 (6.4)	97 (6.5)	76 (5.1)	82 (5.5)	162 (10.8)	1497 (100.0)
30%이하	108 (6.9)	114 (7.3)	93 (5.9)	189 (12.0)	185 (11.8)	151 (9.6)	139 (8.9)	127 (8.1)	116 (7.4)	104 (6.6)	244 (15.5)	1570 (100.0)
40%이하	83 (5.1)	91 (5.6)	60 (3.7)	96 (5.9)	136 (8.4)	174 (10.7)	170 (10.5)	176 (10.8)	177 (10.9)	143 (8.8)	320 (19.7)	1626 (100.0)
50%이하	52 (2.8)	100 (5.5)	42 (2.3)	67 (3.7)	96 (5.3)	172 (9.4)	235 (12.9)	210 (11.5)	202 (11.1)	204 (11.2)	445 (24.4)	1825 (100.0)
60%이하	46 (2.2)	116 (5.5)	37 (1.7)	44 (2.1)	65 (3.1)	94 (4.4)	204 (9.6)	287 (13.6)	283 (13.4)	261 (12.3)	678 (32.1)	2115 (100.0)
70%이하	52 (1.9)	181 (6.7)	35 (1.3)	43 (1.6)	44 (1.6)	98 (3.6)	129 (4.8)	206 (7.6)	339 (12.5)	433 (16.0)	1143 (42.3)	2703 (100.0)
80%이하	59 (1.7)	337 (9.6)	30 (0.9)	38 (1.1)	36 (1.0)	54 (1.5)	66 (1.9)	143 (4.1)	262 (7.5)	494 (14.1)	1988 (56.7)	3507 (100.0)
90%이하	45 (0.8)	748 (13.5)	23 (0.4)	18 (0.3)	29 (0.5)	35 (0.6)	50 (0.9)	83 (1.5)	148 (2.7)	401 (7.3)	3943 (71.4)	5523 (100.0)
100%이하	61 (0.8)	1238 (16.6)	6 (0.1)	17 (0.2)	10 (0.1)	17 (0.2)	26 (0.3)	46 (0.6)	55 (0.7)	151 (2.0)	5828 (78.2)	7455 (100.0)
총합	1372 (4.1)	4844 (14.6)	1154 (3.5)	1172 (3.5)	1076 (3.2)	1185 (3.6)	1333 (4.0)	1577 (4.7)	1838 (5.5)	2431 (7.3)	15246 (45.9)	33228 (100.0)

<표 40> 논(Case : 부안)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	5970 (77.0)	331 (4.3)	104 (1.3)	86 (1.1)	79 (1.0)	60 (0.8)	60 (0.8)	67 (0.9)	57 (0.7)	41 (0.5)	902 (11.6)	7757 (100.0)
10%이하	656 (43.9)	241 (16.1)	102 (6.8)	55 (3.7)	55 (3.7)	45 (3.0)	25 (1.7)	36 (2.4)	21 (1.4)	26 (1.7)	234 (15.6)	1496 (100.0)
20%이하	331 (36.7)	103 (11.4)	58 (6.4)	60 (6.7)	41 (4.5)	29 (3.2)	36 (4.0)	22 (2.4)	31 (3.4)	25 (2.8)	166 (18.4)	902 (100.0)
30%이하	257 (30.5)	90 (10.7)	55 (6.5)	54 (6.4)	49 (5.8)	47 (5.6)	33 (3.9)	27 (3.2)	23 (2.7)	30 (3.6)	178 (21.1)	843 (100.0)
40%이하	233 (28.0)	65 (7.8)	49 (5.9)	44 (5.3)	52 (6.3)	49 (5.9)	31 (3.7)	29 (3.5)	32 (3.8)	29 (3.5)	219 (26.3)	832 (100.0)
50%이하	179 (24.3)	49 (6.6)	32 (4.3)	46 (6.2)	53 (7.2)	44 (6.0)	37 (5.0)	27 (3.7)	25 (3.4)	30 (4.1)	216 (29.3)	738 (100.0)
60%이하	161 (19.4)	49 (5.9)	28 (3.4)	30 (3.6)	38 (4.6)	46 (5.5)	53 (6.4)	41 (4.9)	36 (4.3)	42 (5.1)	306 (36.9)	830 (100.0)
70%이하	145 (16.5)	49 (5.6)	33 (3.8)	34 (3.9)	39 (4.4)	36 (4.1)	48 (5.5)	43 (4.9)	46 (5.2)	50 (5.7)	354 (40.4)	877 (100.0)
80%이하	146 (13.9)	34 (3.2)	31 (2.9)	30 (2.9)	36 (3.4)	43 (4.1)	47 (4.5)	50 (4.8)	63 (6.0)	61 (5.8)	511 (48.6)	1052 (100.0)
90%이하	126 (8.4)	53 (3.5)	30 (2.0)	26 (1.7)	32 (2.1)	45 (3.0)	38 (2.5)	53 (3.5)	71 (4.7)	100 (6.6)	933 (61.9)	1507 (100.0)
100%이하	938 (5.7)	165 (1.0)	89 (0.5)	92 (0.6)	89 (0.5)	110 (0.7)	119 (0.7)	153 (0.9)	193 (1.2)	268 (1.6)	14178 (86.5)	16394 (100.0)
총합	9142 (27.5)	1229 (3.7)	611 (1.8)	557 (1.7)	563 (1.7)	554 (1.7)	527 (1.6)	548 (1.6)	598 (1.8)	702 (2.1)	18197 (54.8)	33228 (100.0)

<표 41> 밭(Case : 부안)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	16116 (69.3)	770 (3.3)	350 (1.5)	287 (1.2)	258 (1.1)	229 (1.0)	226 (1.0)	216 (0.9)	206 (0.9)	262 (1.1)	4336 (18.6)	23256 (100.0)
10%이하	1208 (41.9)	305 (10.6)	166 (5.8)	118 (4.1)	77 (2.7)	94 (3.3)	85 (2.9)	90 (3.1)	73 (2.5)	68 (2.4)	598 (20.7)	2882 (100.0)
20%이하	391 (29.9)	78 (6.0)	74 (5.7)	62 (4.7)	65 (5.0)	51 (3.9)	52 (4.0)	50 (3.8)	46 (3.5)	54 (4.1)	384 (29.4)	1307 (100.0)
30%이하	249 (24.4)	61 (6.0)	34 (3.3)	38 (3.7)	50 (4.9)	35 (3.4)	45 (4.4)	58 (5.7)	57 (5.6)	39 (3.8)	354 (34.7)	1020 (100.0)
40%이하	168 (20.7)	36 (4.4)	26 (3.2)	34 (4.2)	27 (3.3)	45 (5.5)	41 (5.0)	35 (4.3)	42 (5.2)	41 (5.0)	318 (39.1)	813 (100.0)
50%이하	116 (19.6)	19 (3.2)	23 (3.9)	15 (2.5)	20 (3.4)	38 (6.4)	29 (4.9)	46 (7.8)	24 (4.1)	35 (5.9)	227 (38.3)	592 (100.0)
60%이하	90 (16.8)	14 (2.6)	8 (1.5)	18 (3.4)	11 (2.0)	16 (3.0)	32 (6.0)	37 (6.9)	34 (6.3)	32 (6.0)	245 (45.6)	537 (100.0)
70%이하	72 (16.7)	14 (3.3)	7 (1.6)	6 (1.4)	4 (0.9)	8 (1.9)	15 (3.5)	24 (5.6)	27 (6.3)	25 (5.8)	228 (53.0)	430 (100.0)
80%이하	72 (15.6)	17 (3.7)	11 (2.4)	4 (0.9)	8 (1.7)	6 (1.3)	12 (2.6)	20 (4.3)	26 (5.6)	29 (6.3)	258 (55.7)	463 (100.0)
90%이하	80 (20.2)	9 (2.3)	7 (1.8)	4 (1.0)	7 (1.8)	11 (2.8)	3 (0.8)	6 (1.5)	17 (4.3)	25 (6.3)	227 (57.3)	396 (100.0)
100%이하	322 (21.0)	29 (1.9)	14 (0.9)	7 (0.5)	14 (0.9)	12 (0.8)	20 (1.3)	16 (1.0)	22 (1.4)	40 (2.6)	1036 (67.6)	1532 (100.0)
총합	18884 (56.8)	1352 (4.1)	720 (2.2)	593 (1.8)	541 (1.6)	545 (1.6)	560 (1.7)	598 (1.8)	574 (1.7)	650 (2.0)	8211 (24.7)	33228 (100.0)

<표 42> 경작지(Case : 연기)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	1818 (37.8)	613 (12.7)	458 (9.5)	377 (7.8)	310 (6.4)	266 (5.5)	227 (4.7)	199 (4.1)	183 (3.8)	364 (7.6)	4815 (100.0)
10%이하	911 (22.0)	1178 (28.4)	599 (14.5)	429 (10.3)	297 (7.2)	206 (5.0)	146 (3.5)	97 (2.3)	84 (2.0)	66 (1.6)	132 (3.2)	4145 (100.0)
20%이하	244 (11.0)	301 (13.6)	347 (15.7)	356 (16.1)	303 (13.7)	202 (9.1)	135 (6.1)	100 (4.5)	79 (3.6)	62 (2.8)	81 (3.7)	2210 (100.0)
30%이하	122 (6.4)	118 (6.2)	150 (7.9)	245 (12.8)	325 (17.0)	269 (14.1)	206 (10.8)	168 (8.8)	119 (6.2)	73 (3.8)	112 (5.9)	1907 (100.0)
40%이하	94 (5.1)	63 (3.4)	80 (4.3)	137 (7.4)	200 (10.8)	308 (16.6)	299 (16.2)	228 (12.3)	187 (10.1)	104 (5.6)	151 (8.2)	1851 (100.0)
50%이하	58 (3.4)	50 (2.9)	46 (2.7)	78 (4.5)	92 (5.3)	193 (11.2)	262 (15.2)	297 (17.2)	259 (15.0)	189 (11.0)	202 (11.7)	1726 (100.0)
60%이하	31 (1.9)	37 (2.3)	20 (1.2)	26 (1.6)	55 (3.4)	83 (5.1)	175 (10.8)	271 (16.8)	289 (17.9)	264 (16.3)	364 (22.5)	1615 (100.0)
70%이하	26 (1.7)	34 (2.2)	15 (1.0)	18 (1.2)	26 (1.7)	36 (2.4)	77 (5.1)	169 (11.1)	324 (21.4)	312 (20.6)	479 (31.6)	1516 (100.0)
80%이하	9 (0.6)	57 (3.9)	11 (0.7)	5 (0.3)	22 (1.5)	20 (1.4)	50 (3.4)	67 (4.5)	164 (11.1)	347 (23.5)	722 (49.0)	1474 (100.0)
90%이하	4 (0.3)	72 (5.0)	9 (0.6)	1 (0.1)	9 (0.6)	13 (0.9)	14 (1.0)	20 (1.4)	60 (4.2)	170 (11.8)	1070 (74.2)	1442 (100.0)
100%이하	10 (0.6)	87 (5.0)	4 (0.2)	4 (0.2)	1 (0.1)	5 (0.3)	5 (0.3)	5 (0.3)	15 (0.9)	36 (2.1)	1568 (90.1)	1740 (100.0)
총합	1509 (6.2)	3815 (15.6)	1894 (7.7)	1757 (7.2)	1707 (7.0)	1645 (6.7)	1635 (6.7)	1649 (6.7)	1779 (7.3)	1806 (7.4)	5245 (21.5)	24441 (100.0)

<표 43> 논(Case : 연기)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	7769 (66.2)	454 (3.9)	172 (1.5)	139 (1.2)	128 (1.1)	119 (1.0)	109 (0.9)	91 (0.8)	110 (0.9)	98 (0.8)	2539 (21.6)	11728 (100.0)
10%이하	247 (27.3)	181 (20.0)	62 (6.8)	33 (3.6)	34 (3.8)	21 (2.3)	13 (1.4)	14 (1.5)	23 (2.5)	12 (1.3)	266 (29.4)	906 (100.0)
20%이하	130 (23.1)	58 (10.3)	49 (8.7)	48 (8.5)	25 (4.4)	29 (5.2)	18 (3.2)	14 (2.5)	11 (2.0)	17 (3.0)	163 (29.0)	562 (100.0)
30%이하	116 (22.3)	33 (6.3)	53 (10.2)	33 (6.3)	41 (7.9)	26 (5.0)	21 (4.0)	13 (2.5)	16 (3.1)	18 (3.5)	150 (28.8)	520 (100.0)
40%이하	81 (15.2)	33 (6.2)	20 (3.8)	46 (8.6)	43 (8.1)	31 (5.8)	35 (6.6)	21 (3.9)	22 (4.1)	14 (2.6)	186 (35.0)	532 (100.0)
50%이하	81 (14.5)	23 (4.1)	23 (4.1)	21 (3.8)	41 (7.3)	57 (10.2)	57 (10.2)	19 (3.4)	14 (2.5)	24 (4.3)	199 (35.6)	559 (100.0)
60%이하	73 (12.1)	17 (2.8)	22 (3.7)	19 (3.2)	27 (4.5)	49 (8.2)	33 (5.5)	32 (5.3)	39 (6.5)	42 (7.0)	248 (41.3)	601 (100.0)
70%이하	66 (10.4)	12 (1.9)	15 (2.4)	13 (2.0)	29 (4.6)	38 (6.0)	39 (6.1)	56 (8.8)	45 (7.1)	34 (5.4)	288 (45.4)	635 (100.0)
80%이하	65 (9.3)	20 (2.8)	10 (1.4)	9 (1.3)	22 (3.1)	20 (2.8)	25 (3.6)	46 (6.6)	72 (10.3)	54 (7.7)	359 (51.1)	702 (100.0)
90%이하	65 (8.2)	11 (1.4)	10 (1.3)	6 (0.8)	23 (2.9)	23 (2.9)	34 (4.3)	45 (5.7)	63 (8.0)	77 (9.7)	434 (54.9)	791 (100.0)
100%이하	630 (9.1)	114 (1.7)	89 (1.3)	95 (1.4)	97 (1.4)	99 (1.4)	152 (2.2)	139 (2.0)	196 (2.8)	288 (4.2)	5006 (72.5)	6905 (100.0)
총합	9323 (38.1)	956 (3.9)	525 (2.1)	462 (1.9)	510 (2.1)	512 (2.1)	536 (2.2)	490 (2.0)	611 (2.5)	678 (2.8)	9838 (40.3)	24441 (100.0)

<표 44> 밭(Case : 연기)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	7373 (56.1)	655 (5.0)	305 (2.3)	244 (1.9)	195 (1.5)	184 (1.4)	182 (1.4)	183 (1.4)	163 (1.2)	183 (1.4)	3484 (26.5)	13151 (100.0)
10%이하	681 (46.4)	247 (16.8)	96 (6.5)	73 (5.0)	40 (2.7)	57 (3.9)	36 (2.5)	24 (1.6)	28 (1.9)	23 (1.6)	163 (11.1)	1468 (100.0)
20%이하	403 (45.4)	79 (8.9)	66 (7.4)	48 (5.4)	37 (4.2)	34 (3.8)	20 (2.3)	28 (3.2)	16 (1.8)	22 (2.5)	134 (15.1)	887 (100.0)
30%이하	287 (39.8)	59 (8.2)	42 (5.8)	62 (8.6)	42 (5.8)	26 (3.6)	27 (3.7)	24 (3.3)	16 (2.2)	21 (2.9)	116 (16.1)	722 (100.0)
40%이하	231 (36.8)	43 (6.9)	27 (4.3)	30 (4.8)	35 (5.6)	21 (3.3)	35 (5.6)	34 (5.4)	18 (2.9)	18 (2.9)	135 (21.5)	627 (100.0)
50%이하	210 (36.1)	35 (6.0)	29 (5.0)	20 (3.4)	22 (3.8)	24 (4.1)	35 (6.0)	24 (4.1)	22 (3.8)	26 (4.5)	134 (23.1)	581 (100.0)
60%이하	181 (34.6)	33 (6.3)	16 (3.1)	14 (2.7)	16 (3.1)	36 (6.9)	37 (7.1)	26 (5.0)	18 (3.4)	28 (5.4)	118 (22.6)	523 (100.0)
70%이하	194 (38.2)	28 (5.5)	14 (2.8)	20 (3.9)	15 (3.0)	16 (3.1)	24 (4.7)	29 (5.7)	30 (5.9)	19 (3.7)	119 (23.4)	508 (100.0)
80%이하	145 (30.7)	21 (4.4)	15 (3.2)	14 (3.0)	15 (3.2)	13 (2.8)	17 (3.6)	22 (4.7)	31 (6.6)	30 (6.4)	149 (31.6)	472 (100.0)
90%이하	168 (33.8)	22 (4.4)	12 (2.4)	9 (1.8)	16 (3.2)	18 (3.6)	19 (3.8)	13 (2.6)	26 (5.2)	30 (6.0)	164 (33.0)	497 (100.0)
100%이하	2052 (41.0)	90 (1.8)	44 (0.9)	60 (1.2)	36 (0.7)	60 (1.2)	68 (1.4)	66 (1.3)	73 (1.5)	96 (1.9)	2360 (47.2)	5005 (100.0)
총합	11925 (48.8)	1312 (5.4)	666 (2.7)	594 (2.4)	469 (1.9)	489 (2.0)	500 (2.0)	473 (1.9)	441 (1.8)	496 (2.0)	7076 (29.0)	24441 (100.0)

<표 45> 경작지(Case : 용인)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	2753 (35.8)	1027 (13.3)	802 (10.4)	703 (9.1)	569 (7.4)	453 (5.9)	394 (5.1)	324 (4.2)	251 (3.3)	419 (5.4)	7695 (100.0)
10%이하	2342 (35.4)	1206 (18.2)	681 (10.3)	492 (7.4)	371 (5.6)	332 (5.0)	270 (4.1)	227 (3.4)	195 (2.9)	164 (2.5)	342 (5.2)	6622 (100.0)
20%이하	702 (24.0)	295 (10.1)	308 (10.5)	334 (11.4)	280 (9.6)	210 (7.2)	196 (6.7)	158 (5.4)	143 (4.9)	107 (3.7)	194 (6.6)	2927 (100.0)
30%이하	346 (17.4)	144 (7.2)	104 (5.2)	151 (7.6)	213 (10.7)	215 (10.8)	213 (10.7)	177 (8.9)	131 (6.6)	109 (5.5)	189 (9.5)	1992 (100.0)
40%이하	234 (13.7)	90 (5.3)	65 (3.8)	100 (5.9)	134 (7.9)	213 (12.5)	206 (12.1)	183 (10.7)	162 (9.5)	127 (7.4)	192 (11.3)	1706 (100.0)
50%이하	141 (9.7)	59 (4.0)	29 (2.0)	43 (3.0)	79 (5.4)	147 (10.1)	183 (12.6)	207 (14.2)	170 (11.7)	178 (12.2)	221 (15.2)	1457 (100.0)
60%이하	120 (9.0)	50 (3.7)	32 (2.4)	49 (3.7)	46 (3.4)	58 (4.3)	105 (7.9)	170 (12.7)	202 (15.1)	186 (13.9)	316 (23.7)	1334 (100.0)
70%이하	49 (4.3)	41 (3.6)	16 (1.4)	19 (1.7)	19 (1.7)	29 (2.6)	62 (5.5)	118 (10.4)	168 (14.8)	225 (19.8)	389 (34.3)	1135 (100.0)
80%이하	39 (3.2)	61 (5.0)	6 (0.5)	21 (1.7)	15 (1.2)	24 (2.0)	44 (3.6)	61 (5.0)	141 (11.6)	235 (19.4)	564 (46.6)	1211 (100.0)
90%이하	20 (1.6)	70 (5.5)	10 (0.8)	8 (0.6)	8 (0.6)	14 (1.1)	24 (1.9)	34 (2.7)	47 (3.7)	162 (12.7)	876 (68.8)	1273 (100.0)
100%이하	22 (1.1)	114 (5.9)	3 (0.2)	2 (0.1)	6 (0.3)	9 (0.5)	15 (0.8)	22 (1.1)	34 (1.8)	56 (2.9)	1651 (85.4)	1934 (100.0)
총합	4015 (13.7)	4883 (16.7)	2281 (7.8)	2021 (6.9)	1874 (6.4)	1820 (6.2)	1771 (6.0)	1751 (6.0)	1717 (5.9)	1800 (6.1)	5353 (18.3)	29286 (100.0)

<표 46> 논(Case : 용인)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	9032 (67.8)	287 (2.2)	127 (1.0)	93 (0.7)	71 (0.5)	79 (0.6)	60 (0.5)	73 (0.5)	57 (0.4)	76 (0.6)	3370 (25.3)	13325 (100.0)
10%이하	285 (41.6)	76 (11.1)	35 (5.1)	18 (2.6)	11 (1.6)	7 (1.0)	9 (1.3)	13 (1.9)	9 (1.3)	11 (1.6)	211 (30.8)	685 (100.0)
20%이하	159 (34.9)	36 (7.9)	19 (4.2)	16 (3.5)	19 (4.2)	8 (1.8)	9 (2.0)	7 (1.5)	9 (2.0)	12 (2.6)	161 (35.4)	455 (100.0)
30%이하	118 (29.8)	28 (7.1)	15 (3.8)	28 (7.1)	15 (3.8)	11 (2.8)	12 (3.0)	11 (2.8)	7 (1.8)	10 (2.5)	141 (35.6)	396 (100.0)
40%이하	115 (24.8)	27 (5.8)	11 (2.4)	26 (5.6)	22 (4.7)	13 (2.8)	25 (5.4)	15 (3.2)	8 (1.7)	16 (3.4)	186 (40.1)	464 (100.0)
50%이하	131 (24.2)	19 (3.5)	13 (2.4)	15 (2.8)	22 (4.1)	30 (5.5)	25 (4.6)	19 (3.5)	26 (4.8)	17 (3.1)	224 (41.4)	541 (100.0)
60%이하	161 (26.9)	29 (4.8)	15 (2.5)	19 (3.2)	19 (3.2)	16 (2.7)	36 (6.0)	27 (4.5)	16 (2.7)	20 (3.3)	241 (40.2)	599 (100.0)
70%이하	141 (19.8)	15 (2.1)	19 (2.7)	17 (2.4)	17 (2.4)	21 (2.9)	34 (4.8)	36 (5.1)	34 (4.8)	36 (5.1)	342 (48.0)	712 (100.0)
80%이하	160 (17.5)	24 (2.6)	30 (3.3)	26 (2.8)	22 (2.4)	21 (2.3)	35 (3.8)	31 (3.4)	51 (5.6)	59 (6.4)	457 (49.9)	916 (100.0)
90%이하	181 (16.0)	27 (2.4)	20 (1.8)	20 (1.8)	12 (1.1)	24 (2.1)	35 (3.1)	42 (3.7)	46 (4.1)	71 (6.3)	653 (57.7)	1131 (100.0)
100%이하	2454 (24.4)	253 (2.5)	125 (1.2)	139 (1.4)	137 (1.4)	130 (1.3)	160 (1.6)	168 (1.7)	200 (2.0)	284 (2.8)	6012 (59.7)	10062 (100.0)
총합	12937 (44.2)	821 (2.8)	429 (1.5)	417 (1.4)	367 (1.3)	360 (1.2)	440 (1.5)	442 (1.5)	463 (1.6)	612 (2.1)	11998 (41.0)	29286 (100.0)

<표 47> 밭(Case : 용인)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	9396 (57.3)	465 (2.8)	216 (1.3)	181 (1.1)	164 (1.0)	161 (1.0)	135 (0.8)	159 (1.0)	170 (1.0)	174 (1.1)	5163 (31.5)	16384 (100.0)
10%이하	1815 (70.2)	178 (6.9)	68 (2.6)	54 (2.1)	53 (2.0)	32 (1.2)	34 (1.3)	26 (1.0)	35 (1.4)	35 (1.4)	256 (9.9)	2586 (100.0)
20%이하	717 (62.8)	78 (6.8)	37 (3.2)	26 (2.3)	35 (3.1)	32 (2.8)	24 (2.1)	12 (1.1)	14 (1.2)	20 (1.8)	146 (12.8)	1141 (100.0)
30%이하	493 (59.0)	51 (6.1)	26 (3.1)	32 (3.8)	23 (2.8)	25 (3.0)	12 (1.4)	20 (2.4)	17 (2.0)	27 (3.2)	109 (13.1)	835 (100.0)
40%이하	344 (55.7)	32 (5.2)	21 (3.4)	12 (1.9)	25 (4.0)	27 (4.4)	17 (2.8)	13 (2.1)	12 (1.9)	13 (2.1)	102 (16.5)	618 (100.0)
50%이하	270 (54.3)	20 (4.0)	11 (2.2)	9 (1.8)	12 (2.4)	19 (3.8)	9 (1.8)	12 (2.4)	14 (2.8)	15 (3.0)	106 (21.3)	497 (100.0)
60%이하	249 (54.4)	17 (3.7)	12 (2.6)	12 (2.6)	12 (2.6)	19 (4.1)	17 (3.7)	11 (2.4)	12 (2.6)	13 (2.8)	84 (18.3)	458 (100.0)
70%이하	217 (54.7)	10 (2.5)	13 (3.3)	6 (1.5)	10 (2.5)	13 (3.3)	7 (1.8)	15 (3.8)	23 (5.8)	8 (2.0)	75 (18.9)	397 (100.0)
80%이하	170 (50.4)	15 (4.5)	7 (2.1)	7 (2.1)	10 (3.0)	10 (3.0)	13 (3.9)	8 (2.4)	17 (5.0)	15 (4.5)	65 (19.3)	337 (100.0)
90%이하	186 (49.6)	10 (2.7)	7 (1.9)	7 (1.9)	9 (2.4)	4 (1.1)	9 (2.4)	17 (4.5)	16 (4.3)	17 (4.5)	93 (24.8)	375 (100.0)
100%이하	3565 (63.0)	68 (1.2)	34 (0.6)	44 (0.8)	33 (0.6)	42 (0.7)	38 (0.7)	34 (0.6)	54 (1.0)	94 (1.7)	1652 (29.2)	5658 (100.0)
총합	17422 (59.5)	944 (3.2)	452 (1.5)	390 (1.3)	386 (1.3)	384 (1.3)	315 (1.1)	327 (1.1)	384 (1.3)	431 (1.5)	7851 (26.8)	29286 (100.0)

<표 48> 경작지(Case : 진천)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	2097 (37.3)	852 (15.2)	603 (10.7)	490 (8.7)	445 (7.9)	363 (6.5)	261 (4.6)	194 (3.5)	135 (2.4)	176 (3.1)	5616 (100.0)
10%이하	436 (12.2)	878 (24.6)	518 (14.5)	347 (9.7)	306 (8.6)	252 (7.1)	195 (5.5)	178 (5.0)	122 (3.4)	91 (2.6)	245 (6.9)	3568 (100.0)
20%이하	78 (4.5)	146 (8.5)	225 (13.0)	273 (15.8)	232 (13.4)	169 (9.8)	159 (9.2)	127 (7.4)	105 (6.1)	74 (4.3)	138 (8.0)	1726 (100.0)
30%이하	47 (3.2)	70 (4.7)	79 (5.3)	167 (11.3)	216 (14.6)	218 (14.7)	178 (12.0)	157 (10.6)	112 (7.5)	96 (6.5)	144 (9.7)	1484 (100.0)
40%이하	34 (2.5)	31 (2.2)	35 (2.5)	73 (5.3)	140 (10.1)	236 (17.0)	202 (14.6)	176 (12.7)	156 (11.3)	115 (8.3)	187 (13.5)	1385 (100.0)
50%이하	12 (0.9)	35 (2.7)	13 (1.0)	31 (2.4)	79 (6.1)	132 (10.2)	211 (16.3)	211 (16.3)	186 (14.3)	150 (11.6)	238 (18.3)	1298 (100.0)
60%이하	10 (0.8)	30 (2.3)	11 (0.8)	8 (0.6)	24 (1.8)	41 (3.1)	125 (9.4)	226 (17.0)	254 (19.1)	230 (17.3)	371 (27.9)	1330 (100.0)
70%이하	8 (0.6)	21 (1.7)	7 (0.6)	11 (0.9)	10 (0.8)	19 (1.5)	56 (4.4)	131 (10.4)	209 (16.5)	279 (22.1)	514 (40.6)	1265 (100.0)
80%이하	5 (0.4)	51 (3.7)	2 (0.1)	2 (0.1)	8 (0.6)	13 (0.9)	23 (1.7)	48 (3.5)	147 (10.6)	292 (21.1)	796 (57.4)	1387 (100.0)
90%이하	7 (0.4)	62 (3.6)	1 (0.1)	5 (0.3)	5 (0.3)	3 (0.2)	9 (0.5)	20 (1.1)	46 (2.6)	197 (11.3)	1385 (79.6)	1740 (100.0)
100%이하	3 (0.1)	62 (2.5)	4 (0.2)	2 (0.1)	3 (0.1)	0 (0.0)	9 (0.4)	10 (0.4)	13 (0.5)	58 (2.4)	2276 (93.3)	2440 (100.0)
총합	640 (2.8)	3483 (15.0)	1747 (7.5)	1522 (6.5)	1513 (6.5)	1528 (6.6)	1530 (6.6)	1545 (6.6)	1544 (6.6)	1717 (7.4)	6470 (27.8)	23239 (100.0)

<표 49> 논(Case : 진천)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	5103 (66.1)	303 (3.9)	137 (1.8)	112 (1.5)	107 (1.4)	83 (1.1)	73 (0.9)	80 (1.0)	65 (0.8)	89 (1.2)	1567 (20.3)	7719 (100.0)
10%이하	206 (37.1)	82 (14.7)	22 (4.0)	20 (3.6)	11 (2.0)	17 (3.1)	10 (1.8)	16 (2.9)	11 (2.0)	19 (3.4)	142 (25.5)	556 (100.0)
20%이하	112 (30.4)	33 (8.9)	22 (6.0)	18 (4.9)	6 (1.6)	11 (3.0)	9 (2.4)	13 (3.5)	18 (4.9)	12 (3.3)	115 (31.2)	369 (100.0)
30%이하	93 (24.0)	39 (10.1)	23 (5.9)	15 (3.9)	17 (4.4)	10 (2.6)	12 (3.1)	9 (2.3)	21 (5.4)	12 (3.1)	137 (35.3)	388 (100.0)
40%이하	87 (22.3)	31 (7.9)	32 (8.2)	24 (6.2)	16 (4.1)	22 (5.6)	12 (3.1)	14 (3.6)	15 (3.8)	13 (3.3)	124 (31.8)	390 (100.0)
50%이하	89 (18.7)	27 (5.7)	25 (5.2)	20 (4.2)	23 (4.8)	23 (4.8)	15 (3.1)	19 (4.0)	19 (4.0)	21 (4.4)	196 (41.1)	477 (100.0)
60%이하	101 (18.7)	36 (6.7)	16 (3.0)	28 (5.2)	15 (2.8)	28 (5.2)	28 (5.2)	22 (4.1)	15 (2.8)	23 (4.3)	228 (42.2)	540 (100.0)
70%이하	81 (14.9)	27 (5.0)	15 (2.8)	19 (3.5)	29 (5.3)	29 (5.3)	19 (3.5)	34 (6.3)	26 (4.8)	18 (3.3)	246 (45.3)	543 (100.0)
80%이하	101 (15.3)	32 (4.9)	17 (2.6)	20 (3.0)	18 (2.7)	16 (2.4)	30 (4.6)	31 (4.7)	26 (4.0)	28 (4.3)	339 (51.5)	658 (100.0)
90%이하	105 (13.5)	43 (5.5)	21 (2.7)	25 (3.2)	29 (3.7)	17 (2.2)	28 (3.6)	30 (3.9)	31 (4.0)	53 (6.8)	395 (50.8)	777 (100.0)
100%이하	1999 (18.5)	371 (3.4)	211 (1.9)	208 (1.9)	202 (1.9)	227 (2.1)	235 (2.2)	219 (2.0)	290 (2.7)	366 (3.4)	6494 (60.0)	10822 (100.0)
총합	8077 (34.8)	1024 (4.4)	541 (2.3)	509 (2.2)	473 (2.0)	483 (2.1)	471 (2.0)	487 (2.1)	537 (2.3)	654 (2.8)	9983 (43.0)	23239 (100.0)

<표 50> 밭(Case : 진천)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	8228 (47.3)	813 (4.7)	413 (2.4)	354 (2.0)	290 (1.7)	266 (1.5)	291 (1.7)	285 (1.6)	317 (1.8)	303 (1.7)	5850 (33.6)	17410 (100.0)
10%이하	413 (38.8)	129 (12.1)	63 (5.9)	47 (4.4)	38 (3.6)	43 (4.0)	32 (3.0)	25 (2.3)	30 (2.8)	23 (2.2)	221 (20.8)	1064 (100.0)
20%이하	191 (34.6)	42 (7.6)	39 (7.1)	24 (4.3)	25 (4.5)	24 (4.3)	17 (3.1)	30 (5.4)	18 (3.3)	28 (5.1)	114 (20.7)	552 (100.0)
30%이하	149 (31.6)	38 (8.1)	25 (5.3)	12 (2.5)	22 (4.7)	27 (5.7)	26 (5.5)	15 (3.2)	17 (3.6)	18 (3.8)	123 (26.1)	472 (100.0)
40%이하	112 (29.0)	28 (7.3)	15 (3.9)	28 (7.3)	22 (5.7)	22 (5.7)	17 (4.4)	25 (6.5)	22 (5.7)	13 (3.4)	82 (21.2)	386 (100.0)
50%이하	99 (26.5)	24 (6.4)	21 (5.6)	13 (3.5)	21 (5.6)	22 (5.9)	31 (8.3)	18 (4.8)	17 (4.6)	14 (3.8)	93 (24.9)	373 (100.0)
60%이하	86 (26.5)	24 (7.4)	11 (3.4)	11 (3.4)	11 (3.4)	9 (2.8)	17 (5.2)	16 (4.9)	15 (4.6)	22 (6.8)	103 (31.7)	325 (100.0)
70%이하	69 (24.5)	18 (6.4)	6 (2.1)	12 (4.3)	12 (4.3)	13 (4.6)	12 (4.3)	11 (3.9)	19 (6.7)	25 (8.9)	85 (30.1)	282 (100.0)
80%이하	71 (24.5)	19 (6.6)	7 (2.4)	12 (4.1)	5 (1.7)	15 (5.2)	10 (3.4)	9 (3.1)	16 (5.5)	17 (5.9)	109 (37.6)	290 (100.0)
90%이하	49 (21.6)	19 (8.4)	9 (4.0)	11 (4.8)	11 (4.8)	6 (2.6)	6 (2.6)	8 (3.5)	8 (3.5)	17 (7.5)	83 (36.6)	227 (100.0)
100%이하	576 (31.0)	67 (3.6)	48 (2.6)	29 (1.6)	34 (1.8)	29 (1.6)	43 (2.3)	45 (2.4)	59 (3.2)	68 (3.7)	860 (46.3)	1858 (100.0)
총합	10043 (43.2)	1221 (5.3)	657 (2.8)	553 (2.4)	491 (2.1)	476 (2.0)	502 (2.2)	487 (2.1)	538 (2.3)	548 (2.4)	7723 (33.2)	23239 (100.0)

<표 51> 경작지(Case : 창원)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	0 (0.0)	1029 (36.2)	406 (14.3)	341 (12.0)	221 (7.8)	176 (6.2)	137 (4.8)	124 (4.4)	116 (4.1)	87 (3.1)	209 (7.3)	2846 (100.0)
10%이하	313 (15.6)	543 (27.0)	287 (14.3)	167 (8.3)	124 (6.2)	120 (6.0)	105 (5.2)	77 (3.8)	53 (2.6)	59 (2.9)	162 (8.1)	2010 (100.0)
20%이하	76 (7.5)	103 (10.1)	159 (15.6)	158 (15.5)	130 (12.8)	88 (8.6)	67 (6.6)	59 (5.8)	53 (5.2)	53 (5.2)	73 (7.2)	1019 (100.0)
30%이하	42 (4.9)	39 (4.6)	67 (7.9)	108 (12.7)	117 (13.7)	121 (14.2)	93 (10.9)	72 (8.4)	57 (6.7)	53 (6.2)	84 (9.8)	853 (100.0)
40%이하	28 (3.2)	15 (1.7)	24 (2.8)	58 (6.7)	134 (15.5)	131 (15.1)	116 (13.4)	107 (12.3)	84 (9.7)	69 (8.0)	101 (11.6)	867 (100.0)
50%이하	19 (2.2)	23 (2.7)	10 (1.2)	28 (3.2)	67 (7.8)	90 (10.4)	143 (16.6)	134 (15.5)	106 (12.3)	91 (10.5)	153 (17.7)	864 (100.0)
60%이하	14 (1.5)	23 (2.5)	7 (0.8)	12 (1.3)	22 (2.4)	46 (5.0)	104 (11.4)	161 (17.6)	162 (17.7)	141 (15.4)	222 (24.3)	914 (100.0)
70%이하	7 (0.8)	30 (3.3)	8 (0.9)	4 (0.4)	8 (0.9)	14 (1.5)	44 (4.8)	111 (12.2)	172 (18.9)	211 (23.2)	299 (32.9)	908 (100.0)
80%이하	6 (0.6)	74 (7.1)	1 (0.1)	3 (0.3)	3 (0.3)	10 (1.0)	14 (1.3)	50 (4.8)	110 (10.5)	245 (23.4)	532 (50.8)	1048 (100.0)
90%이하	10 (0.7)	156 (10.5)	4 (0.3)	3 (0.2)	1 (0.1)	4 (0.3)	5 (0.3)	13 (0.9)	40 (2.7)	160 (10.8)	1091 (73.4)	1487 (100.0)
100%이하	17 (0.7)	435 (17.3)	2 (0.1)	4 (0.2)	1 (0.0)	6 (0.2)	3 (0.1)	5 (0.2)	15 (0.6)	43 (1.7)	1977 (78.8)	2508 (100.0)
총합	532 (3.5)	2470 (16.1)	975 (6.4)	886 (5.8)	828 (5.4)	806 (5.3)	831 (5.4)	913 (6.0)	968 (6.3)	1212 (7.9)	4903 (32.0)	15324 (100.0)

<표 52> 논(Case : 창원)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	6370 (78.3)	305 (3.7)	110 (1.4)	101 (1.2)	75 (0.9)	82 (1.0)	65 (0.8)	58 (0.7)	70 (0.9)	51 (0.6)	852 (10.5)	8139 (100.0)
10%이하	223 (34.2)	113 (17.3)	42 (6.4)	39 (6.0)	30 (4.6)	22 (3.4)	21 (3.2)	10 (1.5)	22 (3.4)	17 (2.6)	113 (17.3)	652 (100.0)
20%이하	128 (30.8)	34 (8.2)	48 (11.5)	31 (7.5)	31 (7.5)	10 (2.4)	13 (3.1)	17 (4.1)	10 (2.4)	11 (2.6)	83 (20.0)	416 (100.0)
30%이하	104 (28.9)	29 (8.1)	19 (5.3)	32 (8.9)	17 (4.7)	20 (5.6)	12 (3.3)	8 (2.2)	18 (5.0)	8 (2.2)	93 (25.8)	360 (100.0)
40%이하	99 (26.3)	28 (7.4)	22 (5.8)	22 (5.8)	30 (8.0)	20 (5.3)	22 (5.8)	9 (2.4)	14 (3.7)	18 (4.8)	93 (24.7)	377 (100.0)
50%이하	64 (16.8)	15 (3.9)	16 (4.2)	17 (4.5)	27 (7.1)	27 (7.1)	27 (7.1)	24 (6.3)	20 (5.2)	19 (5.0)	126 (33.0)	382 (100.0)
60%이하	56 (15.4)	15 (4.1)	10 (2.8)	13 (3.6)	11 (3.0)	29 (8.0)	33 (9.1)	25 (6.9)	24 (6.6)	16 (4.4)	131 (36.1)	363 (100.0)
70%이하	59 (15.7)	20 (5.3)	17 (4.5)	8 (2.1)	12 (3.2)	13 (3.5)	23 (6.1)	33 (8.8)	24 (6.4)	28 (7.5)	138 (36.8)	375 (100.0)
80%이하	62 (15.3)	18 (4.4)	13 (3.2)	11 (2.7)	14 (3.5)	20 (4.9)	23 (5.7)	19 (4.7)	32 (7.9)	39 (9.6)	154 (38.0)	405 (100.0)
90%이하	70 (14.5)	15 (3.1)	12 (2.5)	16 (3.3)	9 (1.9)	13 (2.7)	16 (3.3)	17 (3.5)	26 (5.4)	56 (11.6)	233 (48.2)	483 (100.0)
100%이하	412 (12.2)	77 (2.3)	46 (1.4)	32 (0.9)	48 (1.4)	52 (1.5)	67 (2.0)	84 (2.5)	86 (2.6)	135 (4.0)	2333 (69.2)	3372 (100.0)
총합	7647 (49.9)	669 (4.4)	355 (2.3)	322 (2.1)	304 (2.0)	308 (2.0)	322 (2.1)	304 (2.0)	346 (2.3)	398 (2.6)	4349 (28.4)	15324 (100.0)

<표 53> 밭(Case : 창원)

N(%)

환경부자료 통계청자료	없음	10% 이하	20% 이하	30% 이하	40% 이하	50% 이하	60% 이하	70% 이하	80% 이하	90% 이하	100% 이하	총합
없음	8083 (67.9)	460 (3.9)	208 (1.7)	174 (1.5)	166 (1.4)	168 (1.4)	161 (1.4)	128 (1.1)	134 (1.1)	131 (1.1)	2090 (17.6)	11903 (100.0)
10%이하	529 (73.5)	47 (6.5)	19 (2.6)	11 (1.5)	13 (1.8)	8 (1.1)	10 (1.4)	8 (1.1)	10 (1.4)	9 (1.3)	56 (7.8)	720 (100.0)
20%이하	257 (70.0)	23 (6.3)	13 (3.5)	10 (2.7)	10 (2.7)	13 (3.5)	5 (1.4)	7 (1.9)	2 (0.5)	2 (0.5)	25 (6.8)	367 (100.0)
30%이하	204 (71.8)	17 (6.0)	4 (1.4)	4 (1.4)	7 (2.5)	8 (2.8)	8 (2.8)	3 (1.1)	5 (1.8)	1 (0.4)	23 (8.1)	284 (100.0)
40%이하	162 (70.7)	8 (3.5)	5 (2.2)	7 (3.1)	7 (3.1)	3 (1.3)	3 (1.3)	4 (1.7)	3 (1.3)	4 (1.7)	23 (10.0)	229 (100.0)
50%이하	114 (61.6)	16 (8.6)	6 (3.2)	4 (2.2)	4 (2.2)	8 (4.3)	3 (1.6)	7 (3.8)	1 (0.5)	2 (1.1)	20 (10.8)	185 (100.0)
60%이하	104 (57.1)	16 (8.8)	7 (3.8)	1 (0.5)	2 (1.1)	4 (2.2)	4 (2.2)	3 (1.6)	3 (1.6)	7 (3.8)	31 (17.0)	182 (100.0)
70%이하	84 (53.8)	10 (6.4)	4 (2.6)	4 (2.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	5 (3.2)	6 (3.8)	4 (2.6)	1 (0.6)	35 (22.4)	156 (100.0)
80%이하	75 (54.0)	8 (5.8)	2 (1.4)	4 (2.9)	2 (1.4)	3 (2.2)	1 (0.7)	6 (4.3)	6 (4.3)	4 (2.9)	28 (20.1)	139 (100.0)
90%이하	76 (53.1)	7 (4.9)	2 (1.4)	2 (1.4)	4 (2.8)	1 (0.7)	8 (5.6)	3 (2.1)	1 (0.7)	5 (3.5)	34 (23.8)	143 (100.0)
100%이하	428 (42.1)	35 (3.4)	13 (1.3)	9 (0.9)	13 (1.3)	10 (1.0)	10 (1.0)	19 (1.9)	20 (2.0)	20 (2.0)	439 (43.2)	1016 (100.0)
총합	10116 (66.0)	647 (4.2)	283 (1.8)	230 (1.5)	229 (1.5)	228 (1.5)	218 (1.4)	194 (1.3)	189 (1.2)	186 (1.2)	2804 (18.3)	15324 (100.0)

부록 II. 8개 시범지역의 PSU크기별 급내상관계수

<표 1> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(고령)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.45	0.39	0.47	0.43	0.31	0.29	0.32	0.30
2km×2km	0.27	0.24	0.27	0.25	0.21	0.20	0.17	0.17
3km×3km	0.20	0.18	0.21	0.19	0.14	0.13	0.11	0.11
4km×4km	0.15	0.14	0.16	0.15	0.15	0.14	0.08	0.07
5km×5km	0.16	0.15	0.16	0.15	0.10	0.09	0.06	0.06

<표 2> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(김제)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.63	0.61	0.61	0.58	0.44	0.43	0.48	0.46
2km×2km	0.54	0.52	0.51	0.49	0.34	0.33	0.37	0.35
3km×3km	0.50	0.49	0.47	0.45	0.30	0.29	0.33	0.32
4km×4km	0.47	0.45	0.43	0.42	0.29	0.28	0.31	0.30
5km×5km	0.43	0.41	0.40	0.38	0.25	0.24	0.27	0.26

<표 3> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(김포)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.53	0.52	0.55	0.53	0.28	0.26	0.28	0.25
2km×2km	0.36	0.35	0.38	0.36	0.16	0.15	0.14	0.12
3km×3km	0.30	0.30	0.33	0.31	0.13	0.12	0.11	0.08
4km×4km	0.21	0.21	0.23	0.23	0.11	0.10	0.08	0.06
5km×5km	0.22	0.21	0.24	0.23	0.11	0.10	0.07	0.05

<표 4> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(부안)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.65	0.54	0.62	0.54	0.28	0.27	0.35	0.32
2km×2km	0.55	0.45	0.53	0.45	0.20	0.18	0.27	0.24
3km×3km	0.54	0.39	0.52	0.39	0.16	0.14	0.24	0.21
4km×4km	0.45	0.35	0.43	0.36	0.13	0.12	0.18	0.17
5km×5km	0.46	0.31	0.46	0.34	0.11	0.1	0.18	0.13

<표 5> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(연기)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.45	0.43	0.43	0.40	0.24	0.22	0.23	0.21
2km×2km	0.31	0.29	0.27	0.26	0.14	0.12	0.12	0.11
3km×3km	0.24	0.22	0.20	0.18	0.10	0.09	0.08	0.07
4km×4km	0.19	0.18	0.18	0.16	0.07	0.06	0.07	0.06
5km×5km	0.18	0.17	0.15	0.13	0.06	0.05	0.06	0.05

<표 6> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(용인)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.50	0.47	0.46	0.44	0.26	0.23	0.27	0.22
2km×2km	0.38	0.36	0.33	0.33	0.16	0.15	0.14	0.12
3km×3km	0.34	0.33	0.29	0.29	0.13	0.12	0.09	0.09
4km×4km	0.27	0.26	0.22	0.23	0.10	0.10	0.07	0.07
5km×5km	0.25	0.24	0.21	0.21	0.09	0.08	0.06	0.05

<표 7> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(진천)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.53	0.48	0.54	0.50	0.25	0.23	0.31	0.27
2km×2km	0.42	0.39	0.43	0.41	0.15	0.14	0.21	0.20
3km×3km	0.36	0.34	0.36	0.34	0.11	0.10	0.16	0.15
4km×4km	0.32	0.30	0.34	0.32	0.09	0.08	0.15	0.14
5km×5km	0.29	0.27	0.30	0.28	0.08	0.07	0.12	0.11

<표 8> 1차추출단위 크기에 대한 급내 상관계수 비교(창원)

	급내상관계수							
	논				밭			
	통계청		환경부		통계청		환경부	
	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과	테두리	10%초과
1km×1km	0.60	0.57	0.59	0.55	0.29	0.27	0.31	0.26
2km×2km	0.48	0.45	0.45	0.43	0.16	0.15	0.15	0.12
3km×3km	0.38	0.37	0.35	0.33	0.11	0.10	0.10	0.07
4km×4km	0.34	0.33	0.33	0.31	0.09	0.08	0.07	0.04
5km×5km	0.28	0.26	0.26	0.24	0.06	0.06	0.05	0.03

부록 Ⅲ. 8개 시범지역 SSU 경작지특성분석

<표 1> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 고령)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	4980	5879406.77	0.00	5879406.77	100.00	1437	4151034.24	0	4151034.24	100.00
-10%이하	2135	1474526.68	756701.60	717825.08	48.68	1049	2157874.33	1547259.18	610615.15	28.30
-20%이하	1049	1165273.74	1556507.90	-391234.16	33.57	548	2362675.01	3194073.7	-831398.69	35.19
-30%이하	901	1435613.62	2250413.84	-814800.22	56.76	412	2642051.2	4089935.56	-1447884.36	54.80
-40%이하	932	1943705.63	3240978.31	-1297272.68	66.74	348	3235064.09	4871963.93	-1636899.84	50.60
-50%이하	799	2227997.52	3599476.40	-1371478.88	61.56	291	3704923.95	5210386.26	-1505462.31	40.63
-60%이하	812	2710925.97	4457096.54	-1746170.57	64.41	283	4244952.91	6207172.7	-1962219.79	46.22
-70%이하	731	3076634.01	4736672.58	-1660038.57	53.96	247	4460907.5	6421025.34	-1960117.84	43.94
-80%이하	753	3744716.06	5649134.24	-1904418.18	50.86	194	4202535.33	5833489.03	-1630953.7	38.81
-90%이하	786	4420832.40	6690534.46	-2269702.06	51.34	197	4533436.4	6704963.68	-2171527.28	47.90
-100%미만	1053	6765419.84	10089577.53	-3324157.69	49.13	220	5241660.33	8376824.01	-3135163.68	59.81
100%	1407	8442177.98	14070000.00	-5627822.02	66.66	116	2350114.94	4640000	-2289885.06	97.44
총계	16338	43287230.22	57097093.40	-13809863.18	31.9	5342	43287230.23	57097093.39	-13809863.2	31.90

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	368	2425154.7	0	2425154.7	100.00	36	975950.11	0	975950.11	100.00
-10%이하	525	3398383.61	3091104.2	307279.41	9.04	182	4791055.67	6595142.67	-1804087	37.66
-20%이하	247	3898876.77	5894123.07	-1995246.3	51.17	89	10546763.67	13003058.43	-2456294.76	23.29
-30%이하	179	4992251.49	7051657.15	-2059405.66	41.25	46	8937518.05	11361201.41	-2423683.36	27.12
-40%이하	130	5390799.11	7244765.69	-1853966.58	34.39	30	7449695.12	10428746.93	-2979051.81	39.99
-50%이하	106	5701026.58	7608739.38	-1907712.8	33.46	16	5308066.39	7028686.72	-1720620.33	32.42
-60%이하	76	5172370.25	6718610.18	-1546239.93	29.89	5	2508658.92	2736816.24	-228157.32	9.09
-70%이하	57	4022176.58	5853006.99	-1830830.41	45.52	4	1663233.34	2603549.02	-940315.68	56.54
-80%이하	38	3060850.95	4576993.23	-1516142.28	49.53	2	623229.2	1504846.54	-881617.34	141.46
-90%이하	31	3052261.99	4168825.9	-1116563.91	36.58	1	16089.86	882278.59	-866188.73	5383.44
-100%미만	26	1816682.77	3929267.62	-2112584.85	116.29	1	466969.89	952766.84	-485796.95	104.03
100%	6	356395.45	960000	-603604.55	169.36	0	0	0	0	
총계	1789	43287230.25	57097093.41	-13809863.2	31.90	412	43287230.22	57097093.39	-13809863.2	31.90

<표 2> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 김제)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	7556	4397264.42	0.00	4397264.42	100.00	1010	1435383.96	0	1435383.96	100.00
-10%이하	3898	3934520.21	1429056.54	2505463.67	63.68	1329	3962686	2238889.87	1723796.13	43.50
-20%이하	2172	3567256.74	3202408.33	364848.41	10.23	895	5492444.55	5342226.42	150218.13	2.73
-30%이하	1755	3785334.78	4377199.70	-591864.92	15.64	723	6100364.75	7222500.36	-1122135.61	18.39
-40%이하	1759	4742657.36	6149411.68	-1406754.32	29.66	688	7749682.45	9606093.46	-1856411.01	23.95
-50%이하	1678	5842567.65	7573505.73	-1730938.08	29.63	676	10087515.11	12145402.61	-2057887.5	20.40
-60%이하	1727	7210182.29	9486078.88	-2275896.59	31.57	613	11222480.46	13457860.06	-2235379.6	19.92
-70%이하	1836	8842122.49	11949748.27	-3107625.78	35.15	675	14212730.95	17572879.07	-3360148.12	23.64
-80%이하	2116	11882053.14	15903083.73	-4021030.59	33.84	655	16010923.37	19695292.67	-3684369.3	23.01
-90%이하	2265	14941352.99	19278252.94	-4336899.95	29.03	930	26254218.07	31775005.73	-5520787.66	21.03
- 100%미만	4063	31967230.93	39102673.78	-7135442.85	22.32	1486	49616669.15	56985269.35	-7368600.2	14.85
100%	14523	131096045.19	145230000.02	-14133954.83	10.78	2191	80063489.36	87640000.01	-7576510.65	9.46
총계	45348	232208588.19	263681419.60	31472831.41	13.55	11871	232208588.2	263681419.6	-31472831.4	13.55

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	143	267067.31	0	267067.31	100.00	12	111.26	0	111.26	100.00
-10%이하	344	2391841.14	2517383.57	-125542.43	5.25	87	2228510.08	3322906.64	-1094396.56	49.11
-20%이하	272	5891802.37	6555655.91	-663853.54	11.27	52	5173324.97	8191352.68	-3018027.71	58.34
-30%이하	291	9843399.05	11622864.71	-1779465.66	18.08	57	11199451.9	14343668.42	-3144216.52	28.07
-40%이하	249	11814481.02	13885913.9	-2071432.88	17.53	58	18604160.1	20504165.18	-1900005.08	10.21
-50%이하	233	14141638	16758311.51	-2616673.51	18.50	49	19490428.87	21930713.32	-2440284.45	12.52
-60%이하	214	16236899.38	18691218.61	-2454319.23	15.12	40	19231353.63	22023260.79	-2791907.16	14.52
-70%이하	214	19161656.55	22340712.81	-3179056.26	16.59	54	31897977.11	35153849	-3255871.89	10.21
-80%이하	206	21163538.03	24695614.12	-3532076.09	16.69	38	25565158.38	28526351.2	-2961192.82	11.58
-90%이하	276	33143062.21	37708752.49	-4565690.28	13.78	59	45728981.35	50785011.68	-5056030.33	11.06
- 100%미만	515	70528205.4	78824991.97	-8296786.57	11.76	63	53089130.57	58900140.7	-5811010.13	10.95
100%	188	27624997.75	30080000	-2455002.25	8.89	0	0	0	0	0
총계	3145	232208588.2	263681419.6	-31472831.4	13.55	569	232208588.2	263681419.6	-31472831.4	13.55

<표 3> SSU크기별 눈 분포 비교(Case : 부안)

눈 면적	100x100					200x200					
	눈 비율	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
			통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	9059	5852844.92	0.00	5852844.92	100.00	2207	3125645.98	0	3125645.98	100.00	
-10%이하	2264	2516636.12	795126.47	1721509.65	68.41	830	2804145.54	1293333.51	1510812.03	53.88	
-20%이하	1149	1786269.06	1699359.45	86909.61	4.87	502	2860851.21	2936942.36	-76091.15	2.66	
-30%이하	1054	2138018.92	2627147.35	-489128.43	22.88	419	3347795.82	4194644.24	-846848.42	25.30	
-40%이하	996	2519617.41	3484347.86	-964730.45	38.29	436	4726765	6161680.45	-1434915.45	30.36	
-50%이하	945	2906630.67	4255234.68	-1348604.01	46.4	394	5303034.45	7115261.85	-1812227.4	34.17	
-60%이하	1056	3808055.73	5815522.02	-2007466.29	52.72	405	6371923.98	8864279.46	-2492355.48	39.11	
-70%이하	1097	4734508.41	7152439.34	-2417930.93	51.07	399	7620311.31	10444610.28	-2824298.97	37.06	
-80%이하	1224	6187426.44	9213779.80	-3026353.36	48.91	406	9336588.04	12203613.53	-2867025.49	30.71	
-90%이하	1530	9085168.93	13048000.63	-3962831.70	43.62	595	15628646.84	20225840.95	-4597194.11	29.42	
- 100%미만	2778	20346286.80	26603234.90	-6256948.10	30.75	990	31380360.76	37943985.89	-6563625.13	20.92	
100%	9993	85799113.94	99929999.97	-14130886.03	16.47	1581	55174508.38	63239999.93	-8065491.55	14.62	
총계	33145	147680577.35	174624192.47	26943615.12	18.24	9164	147680577.3	174624192.5	-26943615.1	18.24	

눈 면적	400x400					1000x1000					
	눈 비율	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
			통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	596	1477731.55	0	1477731.55	100.00	109	645256.14	0	645256.14	100.00	
-10%이하	281	2488826.57	1879321.77	609504.8	24.49	94	2715775.17	3188878.33	-473103.16	17.42	
-20%이하	197	4157530.79	4666994.94	-509464.15	12.25	39	4491547.66	5831142.95	-1339595.29	29.82	
-30%이하	159	4948789.57	6391873.62	-1443084.05	29.16	38	7528079.14	9844160.1	-2316080.96	30.77	
-40%이하	164	7092774.46	9149314.78	-2056540.32	28.99	51	13977035.02	17701917.59	-3724882.57	26.65	
-50%이하	124	6868596.31	8947452.72	-2078856.41	30.27	39	14639304.67	17377276.7	-2737972.03	18.70	
-60%이하	153	10856866.67	13460260.13	-2603393.46	23.98	25	11369087.74	13793874.82	-2424787.08	21.33	
-70%이하	132	11000767.42	13745613.47	-2744846.05	24.95	24	13722252.42	15893486.61	-2171234.19	15.82	
-80%이하	143	13963938.02	17217291.04	-3253353.02	23.30	25	15912988.07	18749486.65	-2836498.58	17.83	
-90%이하	166	18468774.79	22612605.14	-4143830.35	22.44	36	26441913.38	30742308.29	-4300394.91	16.26	
- 100%미만	298	39125335.1	45673464.83	-6548129.73	16.74	37	30927783.38	35501660.4	-4573877.02	14.79	
100%	193	27230646.07	30880000	-3649353.93	13.40	6	5309554.54	6000000	-690445.46	13.00	
총계	2606	147680577.3	174624192.4	-26943615.1	18.24	523	147680577.3	174624192.4	-26943615.1	18.24	

<표 4> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 김포)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	5690	966704.71	0.00	966704.71	100.00	1326	618580.85	0.00	618580.85	100.00
-10%이하	414	232206.80	88781.32	143425.48	61.77	193	234652.75	142994.12	91658.63	39.06
-20%이하	236	184117.29	218452.20	-34334.91	-18.65	101	283650.61	281174.04	2476.57	0.87
-30%이하	188	250330.97	308828.17	-58497.20	-23.37	122	481475.06	588362.13	-106887.07	-22.20
-40%이하	193	328474.20	457281.78	-128807.58	-39.21	109	549623.73	743358.95	-193735.22	-35.25
-50%이하	218	506372.87	681274.52	-174901.65	-34.54	111	732502.06	1070150.49	-337648.43	-46.10
-60%이하	235	637726.57	922008.74	-284282.17	-44.58	121	1131952.28	1513646.26	-381693.98	-33.72
-70%이하	249	876622.23	1198263.41	-321641.18	-36.69	126	1404384.30	1941336.16	-536951.86	-38.23
-80%이하	279	1039523.76	1469416.67	-429892.91	-41.35	147	1984757.56	2667990.15	-683232.59	-34.42
-90%이하	321	1366050.31	1991315.64	-625265.33	-45.77	233	3611559.77	4846018.94	-1234459.17	-34.18
- 100%미만	669	3444311.01	4713004.58	-1268693.57	-36.83	421	7841812.70	10545814.87	-2704002.17	-34.48
100%	10709	60070582.28	77503120.25	-17432537.97	-29.02	2561	51028144.89	65210901.17	-14182756.28	-27.79
총계	19401	69903023	89551747.28	-19648724.28	-28.11	5571	69903096.56	89551747.28	-19648650.72	-28.11

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	218	322714.82	0.00	322714.82	100.00	12	0.00	0.00	0.00	0.00
-10%이하	73	247641.22	142906.71	104734.51	42.29	8	140732.63	75179.39	65553.24	46.58
-20%이하	51	293723.09	390747.82	-97024.73	-33.03	6	108828.62	104939.11	3889.51	3.57
-30%이하	54	537844.31	720952.78	-183108.47	-34.04	9	394693.10	494758.80	-100065.70	-25.35
-40%이하	39	509574.18	744066.40	-234492.22	-46.02	15	1092920.34	1498998.55	-406078.21	-37.16
-50%이하	65	1309390.57	1890158.77	-580768.20	-44.35	17	1247777.61	1881636.36	-633858.75	-50.80
-60%이하	62	1748849.11	2441164.97	-692315.86	-39.59	18	2457692.61	3395775.41	-938082.80	-38.17
-70%이하	77	2851516.19	3882267.47	-1030751.28	-36.15	35	5942790.02	8320754.51	-2377964.49	-40.01
-80%이하	87	3833771.94	5237610.02	-1403838.08	-36.62	34	7665757.70	9921684.49	-2255926.79	-29.43
-90%이하	119	7134418.42	9125463.26	-1991044.84	-27.91	37	13162770.61	16557735.32	-3394964.71	-25.79
- 100%미만	222	15988983.27	20228483.26	-4239499.99	-26.52	60	24546988.78	30678843.81	-6131855.03	-24.98
100%	514	35124595.90	44747925.84	-9623329.94	-27.40	48	13142070.99	16621441.53	-3479370.54	-26.48
총계	1581	69903023.02	89551747.3	-19648724.28	-28.11	299	69903023.01	89551747.28	-19648724.27	-28.11

<표 5> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 용인)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	12433	7295418.6	0.00	7295418.64	100.00	3733	4748275.35	0	4748275.35	100.00
-10%이하	3322	2076650.70	1206622.81	870027.89	41.90	1535	2924481.02	2278403.6	646077.42	22.09
-20%이하	1637	1580820.15	2427707.48	846887.33	53.57	812	3015511.48	4789200.87	-1773689.39	58.82
-30%이하	1400	1886661.21	3477321.46	1590660.25	84.31	651	3606758.04	6539104.68	-2932346.64	81.30
-40%이하	1225	2094453.40	4280415.46	2185962.06	104.37	597	4521190.76	8258312.84	-3737122.08	82.66
-50%이하	1213	2694888.85	5463165.63	2768276.78	102.72	471	4892956.85	8466177.01	-3573220.16	73.03
-60%이하	1175	3420565.12	6463732.35	3043167.23	88.97	415	5508028.54	9158375.6	-3650347.06	66.27
-70%이하	1121	3906558.54	7270530.52	3363971.98	86.11	357	5811786	9274822.23	-3463036.23	59.59
-80%이하	1095	4508516.54	8212111.70	3703595.16	82.15	266	5318840.89	7942363.78	-2623522.89	49.33
-90%이하	1115	5730793.74	9459195.93	3728402.19	65.06	262	6382069.87	8916206.55	-2534136.68	39.71
- 100%미만	1452	9127292.52	13907336.91	4780044.39	52.37	214	6398004.9	8125173.07	-1727168.17	27.00
100%	1594	12320764.97	15940000.00	3619235.03	29.38	109	3515480.68	4360000	-844519.32	24.02
총계	28782	56643384.38	78108140.25	21464755.87	37.89	9422	56643384.38	78108140.23	-21464755.9	37.89

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	1062	2400381.44	0	2400381.44	100.00	149	750117.1	0	750117.1	100.00
-10%이하	705	4061549.13	4643057.62	-581508.49	14.32	243	5700807.91	9584236.73	-3883428.82	68.12
-20%이하	377	4986047.74	8847169.59	-3861121.85	77.44	100	8981831.58	14613217.12	-5631385.54	62.70
-30%이하	304	7103330.38	12030095.87	-4926765.49	69.36	66	11549952.21	15737878.68	-4187926.47	36.26
-40%이하	219	7612245.15	12182523.09	-4570277.94	60.04	36	8763557.68	12256883.25	-3493325.57	39.86
-50%이하	120	6141645.65	8657407.33	-2515761.68	40.96	23	8369475.31	10365765.07	-1996289.76	23.85
-60%이하	106	6640452.73	9319992.76	-2679540.03	40.35	13	5201206.42	6936364.1	-1735157.68	33.36
-70%이하	67	5227784.68	6931276.58	-1703491.9	32.59	5	2803827.24	3265961.2	-462133.96	16.48
-80%이하	55	5307111.19	6554978.81	-1247867.62	23.51	6	3791257.36	4516242.08	-724984.72	19.12
-90%이하	42	4649971.25	5743419.55	-1093448.3	23.52	1	731351.57	831591.99	-100240.42	13.71
- 100%미만	20	2390905.65	3038219.04	-647313.39	27.07	0	0	0	0	0
100%	1	121959.39	160000	-38040.61	31.19	0	0	0	0	0
총계	3078	56643384.38	78108140.24	-21464755.9	37.89	642	56643384.38	78108140.22	-21464755.8	37.89

<표 6> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 연기)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	9238	2498315.01	0.00	2498315.01	100.00	2133	1446208.76	0	1446208.76	100.00
-10%이하	2945	1133102.53	1035565.32	97537.21	8.61	1407	1890810.16	2139237.72	-248427.56	13.14
-20%이하	1327	1169634.68	1989983.80	820349.12	70.14	681	2141501.77	4096479.72	-1954977.95	91.29
-30%이하	1275	1651671.20	3172892.76	1521221.56	92.10	609	3288705.37	6097591.01	-2808885.64	85.41
-40%이하	1172	1988303.27	4084005.49	2095702.22	105.40	539	4168802.98	7521040.04	-3352237.06	80.41
-50%이하	1072	2502113.15	4803329.06	2301215.91	91.97	437	4252151.48	7848609.29	-3596457.81	84.58
-60%이하	1128	3395833.63	6202356.16	2806522.53	82.65	384	4999127.49	8451899.04	-3452771.55	69.07
-70%이하	1017	3658506.37	6624914.22	2966407.85	81.08	308	4936714.1	7941137.06	-3004422.96	60.86
-80%이하	1081	4523599.59	8117295.84	3593696.25	79.44	294	5992244.74	8830497.78	-2838253.04	47.37
-90%이하	1108	5677865.61	9421781.72	3743916.11	65.94	242	5537452	8215957.19	-2678505.19	48.37
- 100%미만	1421	8965521.26	13611675.66	4646154.40	51.82	239	6643688.14	9121351.14	-2477663	37.29
100%	1572	11821102.56	15720000.00	3898897.44	32.98	113	3688161.87	4520000	-831838.13	22.55
총계	24356	48985568.86	74783800.03	25798231.17	52.66	7386	48985568.86	74783799.99	-25798231.1	52.66

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	380	499183.7	0	499183.7	100.00	17	63523.36	0	63523.36	100.00
-10%이하	543	2665139.7	3567373.98	-902234.28	33.85	134	3020077.52	5838489.88	-2818412.36	93.32
-20%이하	365	4633326.61	8590829.26	-3957502.65	85.41	104	9357506.48	15509454.63	-6151948.15	65.74
-30%이하	267	6028090.97	10591138.12	-4563047.15	75.70	76	11459835.04	19099544.27	-7639709.23	66.67
-40%이하	194	6732022.14	10804059.49	-4072037.35	60.49	41	9389571.36	13939164.45	-4549593.09	48.45
-50%이하	138	5748928.41	9868691.2	-4119762.79	71.66	13	4046743.85	5646236.8	-1599492.95	39.53
-60%이하	94	5501718.4	8254254.23	-2752535.83	50.03	9	3916236.08	4919312.15	-1003076.07	25.61
-70%이하	64	4568273.27	6619228.64	-2050955.37	44.90	5	2474422.94	3234360.85	-759937.91	30.71
-80%이하	53	4462636.84	6277448.74	-1814811.9	40.67	3	1502720.51	2232363.27	-729642.76	48.55
-90%이하	34	3664434.01	4655518.69	-991084.68	27.05	3	2079110.08	2500495.58	-421385.5	20.27
- 100%미만	30	3637456.8	4595257.66	-957800.86	26.33	2	1675821.65	1864378.21	-188556.56	11.25
100%	6	844358.01	960000	-115641.99	13.70	0	0	0	0	0
총계	2168	48985568.86	74783800.01	-25798231.2	52.66	407	48985568.87	74783800.09	-25798231.2	52.66

<표 7> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 진천)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	7998	5674852.88	0.00	5674852.88	100.00	1955	3039282	0	3039282	100.00
-10%이하	2716	2421019.05	958695.32	1462323.73	60.40	1223	3304749.47	1841506.99	1463242.48	44.28
-20%이하	1320	1790203.11	1958653.14	168450.03	9.41	684	3056636.37	4061969.06	-1005332.69	32.89
-30%이하	1161	1958305.67	2898266.71	939961.04	48.00	517	3658749.91	5148516.57	-1489766.66	40.72
-40%이하	1007	2200031.88	3525387.62	1325355.74	60.24	488	4774017.13	6836347.02	-2062329.89	43.20
-50%이하	1006	2637269.95	4522739.04	1885469.09	71.49	357	4351987.14	6374106.74	-2022119.6	46.46
-60%이하	957	3269023.95	5267355.80	1998331.85	61.13	327	5173240.38	7185054.09	-2011813.71	38.89
-70%이하	910	3712942.51	5925185.07	2212242.56	59.58	270	5038118.32	7030027.35	-1991909.03	39.54
-80%이하	932	4476271.81	6997735.53	2521463.72	56.33	288	6389179.83	8616670.56	-2227490.73	34.86
-90%이하	1046	6031571.78	8903430.25	2871858.47	47.61	266	6645109.23	9034922.18	-2389812.95	35.96
- 100%미만	1368	9381051.86	13117187.99	3736136.13	39.83	344	10214807.93	13135515.89	-2920707.96	28.59
100%	2739	22407744.10	27390000.00	4982255.90	22.23	305	10314410.87	12200000	-1885589.13	18.28
총계	23160	65960288.55	81464636.47	15504347.92	23.51	7024	65960288.58	81464636.45	-15504347.9	23.51

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	435	1135133.7	0	1135133.7	100.00	58	209634.1	0	209634.1	100.00
-10%이하	531	4016239.22	3411477.25	604761.97	15.06	163	5548823.91	7153797.65	-1604973.74	28.92
-20%이하	309	5058962.31	7129549.96	-2070587.65	40.93	68	8251864.19	10358681.93	-2106817.74	25.53
-30%이하	201	6372722.72	7890568.4	-1517845.68	23.82	55	11638789.84	13676793.7	-2038003.86	17.51
-40%이하	163	6877750.64	9128709.23	-2250958.59	32.73	27	7805982.27	9396181.84	-1590199.57	20.37
-50%이하	117	6678989.64	8388982.68	-1709993.04	25.60	15	5565171.77	6897500.21	-1332328.44	23.94
-60%이하	92	6374485.76	8153286.23	-1778800.47	27.91	18	7783548.15	9918191.92	-2134643.77	27.43
-70%이하	82	6432891.76	8522834.75	-2089942.99	32.49	11	5284674.3	7268694.61	-1984020.31	37.54
-80%이하	65	6027458.85	7828772.57	-1801313.72	29.89	8	5101578.4	6088772.98	-987194.58	19.35
-90%이하	64	6693946.87	8653098.72	-1959151.85	29.27	9	6317720.6	7779427.46	-1461706.86	23.14
- 100%미만	61	7656742.3	9317356.67	-1660614.37	21.69	3	2452501.05	2926594.19	-474093.14	19.33
100%	19	2634964.83	3040000	-405035.17	15.37	0	0	0	0	
총계	2139	65960288.6	81464636.46	-15504347.9	23.51	435	65960288.58	81464636.49	-15504347.9	23.51

<표 4> SSU크기별 논 분포 비교(Case : 창원)

논 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	7607	3114379.33	0.00	3114379.33	100.00	2057	1815887.71	0	1815887.71	100.00
-10%이하	1231	1020588.08	437738.72	582849.36	57.11	541	1390079.58	789085.53	600994.05	43.23
-20%이하	660	890519.57	968663.10	78143.53	8.78	286	1358418.32	1689533.49	-331115.17	24.38
-30%이하	551	809068.28	1381330.74	572262.46	70.73	220	1296027.2	2201718.13	-905690.93	69.88
-40%이하	522	1077592.83	1825299.62	747706.79	69.39	198	1678709.12	2782511.09	-1103801.97	65.75
-50%이하	467	1162896.82	2099438.98	936542.16	80.54	217	2388299.31	3894438.1	-1506138.79	63.06
-60%이하	491	1545675.97	2689757.00	1144081.03	74.02	188	2509001.08	4131806.19	-1622805.11	64.68
-70%이하	464	1551221.97	3020350.50	1469128.53	94.71	150	2498685.61	3914078.52	-1415392.91	56.65
-80%이하	469	2032891.81	3519997.76	1487105.95	73.15	165	3196406.13	4925664.45	-1729258.32	54.10
-90%이하	589	3117257.95	5012670.72	1895412.77	60.80	158	3877410.33	5373904.31	-1496493.98	38.60
- 100%미만	867	5412697.14	8322851.02	2910153.88	53.77	217	6368698.11	8275358.36	-1906660.25	29.94
100%	1366	10727100.75	13660000.00	2932899.25	27.34	124	4084268.02	4960000	-875731.98	21.44
총계	15284	32461890.50	42938098.16	10476207.66	32.27	4521	32461890.52	42938098.17	-10476207.7	32.27

논 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	547	809180.56	0	809180.56	100.00	75	159767.5	0	159767.5	100.00
10%이하	265	1578451.92	1523242.34	55209.58	3.50	101	1512004.02	2679035.64	-1167031.62	77.18
20%이하	123	2129832.03	2917804.61	-787972.58	37.00	43	4355475.46	6438294.06	-2082818.6	47.82
30%이하	99	2838757.97	3944197.21	-1105439.24	38.94	25	4579608.7	6174153.47	-1594544.77	34.82
40%이하	72	2474902.85	4010726.72	-1535823.87	62.06	13	3595301.02	4514757.89	-919456.87	25.57
50%이하	63	2910675.58	4515655.88	-1604980.3	55.14	12	4123334.3	5381743.35	-1258409.05	30.52
60%이하	51	3081122.25	4500401.55	-1419279.3	46.06	8	2984339.88	4294009.8	-1309669.92	43.88
70%이하	50	3641119.41	5221970.24	-1580850.83	43.42	7	3722220.03	4523227.42	-801007.39	21.52
80%이하	46	4105093.17	5488917.33	-1383824.16	33.71	6	3900584.46	4568217.7	-667633.24	17.12
90%이하	28	2877589.85	3801746.76	-924156.91	32.12	3	1877925.43	2487485.02	-609559.59	32.46
100%미만	41	5335611.56	6213435.51	-877823.95	16.45	2	1651329.71	1877173.81	-225844.1	13.68
100%	5	679553.37	800000	-120446.63	17.72	0	0	0	0	
총계	1390	32461890.52	42938098.15	-10476207.6	32.27	295	32461890.51	42938098.16	-10476207.7	32.27

부록 IV. 8개 시범지역 SSU 경작지특성(밭)분석

<표 1> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 고령)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	4980	2042658.38	14221833.06	-12179174.7	596.24	1437	1395324.92	9587220.43	-8191895.51	587.10
-10%이하	2135	463319.26	3136590.42	-2673271.16	576.98	1049	638374.65	4497622.79	-3859248.14	604.54
-20%이하	1049	299745.22	1432237.91	-1132492.69	377.82	548	547095.2	2803912.89	-2256817.69	412.51
-30%이하	901	302879.34	1055241.82	-752362.48	248.40	412	440765.76	1784030.47	-1343264.71	304.76
-40%이하	932	309819.52	961123.96	-651304.44	210.22	348	447401.43	1364233.72	-916832.29	204.92
-50%이하	799	296464.37	724487.33	-428022.96	144.38	291	446093.44	1009464.94	-563371.5	126.29
-60%이하	812	376391.22	525257.28	-148866.06	39.55	283	489742.59	792414.22	-302671.63	61.80
-70%이하	731	299005.14	392940.32	-93935.18	31.42	247	371112.03	537186.06	-166074.03	44.75
-80%이하	753	289089.99	229299.35	59790.64	20.68	194	318577.66	285346.42	33231.24	10.43
-90%이하	786	362086.06	145538.7	216547.36	59.81	197	323124.31	149848.19	173276.12	53.63
- 100%미만	1053	396355.28	50649.49	345705.79	87.22	220	417103.2	63919.48	353183.72	84.68
100%	1407	541967.1	0	541967.1	100.00	116	145065.69	0	145065.69	100.00
총계	16338	5979780.88	22875199.64	-16895418.8	282.54	5342	5979780.88	22875199.61	-16895418.7	282.54

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	368	658058.24	4905558.69	-4247500.45	645.46	36	96870.77	1141166.68	-1044295.91	1078.03
-10%이하	525	1042815.87	6353397.3	-5310581.43	509.25	182	1548786.94	7228915.99	-5680129.05	366.75
-20%이하	247	787258.11	3479613.24	-2692355.13	341.99	89	1134938.71	5837416.28	-4702477.57	414.34
-30%이하	179	618133.38	2431833.46	-1813700.08	293.42	46	857094.67	3810479.07	-2953384.4	344.58
-40%이하	130	664535.76	2231372.26	-1566836.5	235.78	30	968658.48	2518468.02	-1549809.54	160.00
-50%이하	106	524993.19	1228721.68	-703728.49	134.05	16	677183.01	1645605.55	-968422.54	143.01
-60%이하	76	528058.03	1079144.8	-551086.77	104.36	5	130689.86	351580.05	-220890.19	169.02
-70%이하	57	472784.73	686390.88	-213606.15	45.18	4	112597.27	203971	-91373.73	81.15
-80%이하	38	298967.41	267923.27	31044.14	10.38	2	257488.67	82408.15	175080.52	68.00
-90%이하	31	169353.02	144696.81	24656.21	14.56	1	188106.56	54961.84	133144.72	70.78
- 100%미만	26	198762.05	66547.25	132214.8	66.52	1	7365.91	227	7138.91	96.92
100%	6	16061.1	0	16061.1	100.00	0	0	0	0	0
총계	1789	5979780.89	22875199.64	-16895418.8	282.54	412	5979780.85	22875199.63	-16895418.8	282.54

<표 2> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 김제)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	7556	23322709.88	36883737.88	-13561028	58.15	1010	8119840.29	14057894.69	-5938054.4	73.13
-10%이하	3898	10669763.71	16697082.15	-6027318.44	56.49	1329	14068626.06	21264606.91	-7195980.85	51.15
-20%이하	2172	5828729.35	8627753.05	-2799023.7	48.02	895	9714932.44	13629388.39	-3914455.95	40.29
-30%이하	1755	4201127.92	5963513	-1762385.08	41.95	723	7412074.34	10400089.34	-2988015	40.31
-40%이하	1759	3886191.47	4934569.61	-1048378.14	26.98	688	6231715.31	7925528.8	-1693813.49	27.18
-50%이하	1678	2944696.23	3861862.61	-917166.38	31.15	676	4809807.44	6484029.39	-1674221.95	34.81
-60%이하	1727	2757367.53	3191863.55	-434496.02	15.76	613	3668411.1	4690253.47	-1021842.37	27.86
-70%이하	1836	2339639.19	2347530.24	-7891.05	0.34	675	3093527.27	3424433.96	-330906.69	10.70
-80%이하	2116	1976142.2	1659864.5	316277.7	16.00	655	2040955.74	1994978.89	45976.85	2.25
-90%이하	2265	1443417.7	1022640.27	420777.43	29.15	930	1515866.21	1296898.8	218967.41	14.45
- 100%미만	4063	1447676.6	418181.04	1029495.56	71.11	1486	874110.08	440495.24	433614.84	49.61
100%	14523	865867.88	0	865867.88	100.00	2191	133463.38	0	133463.38	100.00
총계	45348	61683329.66	85608597.9	-23925268.2	38.79	11871	61683329.66	85608597.88	-23925268.2	38.79

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	143	1477363.03	3119105.02	-1641741.99	111.13	12	17983.28	243309.12	-225325.84	1252.97
-10%이하	344	9491850.42	14661906.45	-5170056.03	54.47	87	4631443.57	6886950.62	-2255507.05	48.70
-20%이하	272	10831140.55	15705890.57	-4874750.02	45.01	52	10261349.1	13861654.46	-3600305.36	35.09
-30%이하	291	12282598.27	16693252.62	-4410654.35	35.91	57	12872490.27	17383854.34	-4511364.07	35.05
-40%이하	249	8576805.28	11665809.94	-3089004.66	36.02	58	11175183.34	16315327.78	-5140144.44	46.00
-50%이하	233	6874982.2	8672468.2	-1797486	26.15	49	8547564.15	11365212.85	-2817648.7	32.96
-60%이하	214	5033620.93	6362292.6	-1328671.67	26.40	40	5966344.18	7492091.31	-1525747.13	25.57
-70%이하	214	3470278.5	4506987.51	-1036709.01	29.87	54	4729515.4	7574593.05	-2845077.65	60.16
-80%이하	206	2161807.25	2580756.99	-418949.74	19.38	38	2105918.54	2902582.56	-796664.02	37.83
-90%이하	276	1078992.04	1257746.58	-178754.54	16.57	59	1020674.36	1219263.42	-198589.06	19.46
- 100%미만	515	391854.82	382381.41	9473.41	2.42	63	354863.46	363758.39	-8894.93	2.51
100%	188	12036.36	0	12036.36	100.00	0	0	0	0	0
총계	3145	61683329.65	85608597.89	-23925268.2	38.79	569	61683329.65	85608597.9	-23925268.3	38.79

<표 3> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 부안)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	9059	8222122.79	38133606.28	-29911483.5	363.79	2207	4890420.07	23530988.16	-18640568.1	381.16
-10%이하	2264	2266214.99	9625781.81	-7359566.82	324.75	830	3018259.39	12657967.31	-9639707.92	319.38
-20%이하	1149	1027401.7	4110097.78	-3082696.08	300.05	502	1864673.3	7307224.99	-5442551.69	291.88
-30%이하	1054	916398.17	3208538.73	-2292140.56	250.12	419	1545065.73	5595932.16	-4050866.43	262.18
-40%이하	996	897858.07	2773735.27	-1875877.2	208.93	436	1518544.16	4716570.71	-3198026.55	210.60
-50%이하	945	710306.09	2080433.42	-1370127.33	192.89	394	1160341.74	3473313.94	-2312972.2	199.34
-60%이하	1056	685676.99	1664403.51	-978726.52	142.74	405	1135519.28	3029965.9	-1894446.62	166.84
-70%이하	1097	663879.39	1212148.94	-548269.55	82.59	399	904959.12	1949610.09	-1044650.97	115.44
-80%이하	1224	594146.44	864089.23	-269942.79	45.43	406	581497.37	1117217.22	-535719.85	92.13
-90%이하	1530	578134.29	529887.44	48246.85	8.35	595	619471.55	765510.58	-146039.03	23.57
- 100%미만	2778	652636.22	209881.78	442754.44	67.84	990	536801.59	268303.13	268498.46	50.02
100%	9993	998330.52	0	998330.52	100.00	1581	437552.38	0	437552.38	100.00
총계	33145	18213105.66	64412604.19	-46199498.5	253.66	9164	18213105.68	64412604.19	-46199498.5	253.66

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	596	2567116.71	13060197.31	-10493080.6	408.75	109	1244535.57	6554647.19	-5310111.62	426.67
-10%이하	281	2590165.72	11152107.01	-8561941.29	330.56	94	2168817.37	8677420.41	-6508603.04	300.10
-20%이하	197	2980914.89	11081064.26	-8100149.37	271.73	39	2625399.21	9056172.95	-6430773.74	244.94
-30%이하	159	2045781.08	8046539.98	-6000758.9	293.32	38	3259146.34	10651314.89	-7392168.55	226.81
-40%이하	164	2450299.27	7187654.81	-4737355.54	193.34	51	3335252.43	11644346.44	-8309094.01	249.13
-50%이하	124	1551615.86	4485682.04	-2934066.18	189.10	39	2338755.65	8164043.37	-5825287.72	249.08
-60%이하	153	1355717.4	4136660.12	-2780942.72	205.13	25	1250779.68	4134317.48	-2883537.8	230.54
-70%이하	132	931704.42	2471841.98	-1540137.56	165.30	24	763893.47	2734160.28	-1970266.81	257.92
-80%이하	143	747696.28	1773268.26	-1025571.98	137.16	25	537870.74	1599716.84	-1061846.1	197.42
-90%이하	166	491069.91	811939.27	-320869.36	65.34	36	388923.09	1026260.7	-63737.61	163.87
- 100%미만	298	393573.82	205649.16	187924.66	47.75	37	296554.75	170203.63	126351.12	42.61
100%	193	107450.34	0	107450.34	100.00	6	3177.37	0	3177.37	100.00
총계	2606	18213105.7	64412604.2	-46199498.5	253.66	523	18213105.67	64412604.18	-46199498.5	253.66

<표 4> SSU크기별 밭 분포 비교(Case : 김포)

밭 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	5690	9372116.30	11774925.14	-2402808.84	-25.64	1326	5576883.42	7305715.91	-1728832.49	-31.00
-10%이하	414	1182436.58	2158041.40	-975604.82	-82.51	193	1622300.33	2926830.13	-1304529.80	-80.41
-20%이하	236	618404.00	1085913.15	-467509.15	-75.60	101	900017.80	1331775.11	-431757.31	-47.97
-30%이하	188	555622.46	764437.11	-208814.65	-37.58	122	1026401.81	1669838.60	-643436.79	-62.69
-40%이하	193	524191.04	676141.71	-151950.67	-28.99	109	936701.81	1174902.91	-238201.10	-25.43
-50%이하	218	509657.65	673293.24	-163635.59	-32.11	111	816460.98	1054763.89	-238302.91	-29.19
-60%이하	235	456072.45	599759.50	-143687.05	-31.51	121	906731.42	1046125.60	-139394.18	-15.37
-70%이하	249	413245.50	533150.62	-119905.12	-29.02	126	808751.91	911156.43	-102404.52	-12.66
-80%이하	279	376858.84	417710.87	-40852.03	-10.84	147	787266.14	683141.03	104125.11	13.23
-90%이하	321	426206.46	273802.20	152404.26	35.76	233	953322.30	665272.60	288049.70	30.22
- 100%미만	669	598128.23	145433.33	452694.90	75.69	421	1340557.34	333086.06	1007471.28	75.15
100%	10709	6111211.16	0.00	6111211.16	100.00	2561	5468774.93	0.00	5468774.93	100.00
총계	19401	21144150.67	19102608.27	2041542.40	9.66	5571	21144170.19	19102608.27	2041561.92	9.66

밭 면적	100x100					100x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	218	1732441.10	2662797.04	-930355.94	-53.70	12	62399.29	121977.08	-59577.79	-95.48
-10%이하	73	1581919.74	2765127.08	-1183207.34	-74.80	8	447871.28	922999.94	-475128.66	-106.09
-20%이하	51	1423879.43	1766061.31	-342181.88	-24.03	6	235617.58	465169.22	-229551.64	-97.43
-30%이하	54	1217298.15	1724306.73	-507008.58	-41.65	9	741472.18	1294098.61	-552626.43	-74.53
-40%이하	39	933977.90	1160984.53	-227006.63	-24.31	15	1802721.93	1959636.47	-156914.54	-8.70
-50%이하	65	1468952.51	2002946.81	-533994.30	-36.35	17	1461755.14	1865988.29	-404233.15	-27.65
-60%이하	62	1481733.52	1751739.51	-270005.99	-18.22	18	1835011.96	2568944.09	-733932.13	-40.00
-70%이하	77	1821157.69	1794093.37	27064.32	1.49	35	4197983.13	3840268.17	357714.96	8.52
-80%이하	87	1981608.87	1498572.81	483036.06	24.38	34	3361137.68	2622347.09	738790.59	21.98
-90%이하	119	1701343.94	1318465.07	382878.87	22.50	37	3055956.20	2325153.66	730802.54	23.91
- 100%미만	222	2446630.08	657514.03	1789116.05	73.13	60	3155992.89	1116025.65	2039967.24	64.64
100%	514	3353207.76	0.00	3353207.76	100.00	48	786231.43	0.00	786231.43	100.00
총계	1581	21144150.69	19102608.29	2041542.40	9.66	299	21144150.69	19102608.27	2041542.42	9.66

<표 5> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 용인)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	12433	7803059.25	29042410.01	-21239350.8	272.19	3733	5288345.5	20538287.67	-15249942.2	288.37
-10%이하	3322	1612807.5	4824962.3	-3212154.8	199.17	1535	2578293.14	7504013.29	-4925720.15	191.05
-20%이하	1637	846440.38	1926170.76	-1079730.38	127.56	812	1438776.25	3783291.85	-2344515.6	162.95
-30%이하	1400	858610	1457402.2	-598792.2	69.74	651	1392434.08	2983137.83	-1590703.75	114.24
-40%이하	1225	715938.08	1122425.72	-406487.64	56.78	597	1335416.29	2309586.03	-974169.74	72.95
-50%이하	1213	739546.56	919838.35	-180291.79	24.38	471	1268639.18	1599531.82	-330892.64	26.08
-60%이하	1175	779163.37	692988.85	86174.52	11.06	415	1083105.53	1106803.79	-23698.26	2.19
-70%이하	1121	680148.19	497086.69	183061.5	26.91	357	924738.83	730286.77	194452.06	21.03
-80%이하	1095	765439.08	271655.78	493783.3	64.51	266	670518.12	239508.47	431009.65	64.28
-90%이하	1115	729019.86	199305.7	529714.16	72.66	262	613642.95	170866.72	442776.23	72.16
- 100%미만	1452	893367.33	80110.15	813257.18	91.03	214	430044.82	69042.28	361002.54	83.95
100%	1594	822363.85	0	822363.85	100.00	109	221948.76	0	221948.76	100.00
총계	28782	17245903.45	41034356.51	-23788453.1	137.94	9422	17245903.45	41034356.52	-23788453.1	137.94

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	1062	2990573.36	11211676.26	-8221102.9	274.90	149	1383817.26	3846161.61	-2462344.35	177.94
-10%이하	705	3113706.62	10699254.13	-7585547.51	243.62	243	3638960.59	13580042.66	-9941082.07	273.18
-20%이하	377	2524679.19	6275696.54	-3751017.35	148.57	100	3408348.12	9182576.77	-5774228.65	169.41
-30%이하	304	2233484.1	5159923.05	-2926438.95	131.03	66	3294943.8	6610583.55	-3315639.75	100.63
-40%이하	219	2049464.59	3344275.36	-1294810.77	63.18	36	2215444.63	3446986.03	-1231541.4	55.59
-50%이하	120	1481589.87	1838832.39	-357242.52	24.11	23	1709763.22	2609883.1	-900119.88	52.65
-60%이하	106	1281207.47	1251885.65	29321.82	2.29	13	888698.7	1066502.14	-177803.44	20.01
-70%이하	67	577391.85	711346.02	-133954.17	23.20	5	292255.47	392829.93	-100574.46	34.41
-80%이하	55	413752.68	415756.31	-2003.63	0.48	6	404901.41	282917.1	121984.31	30.13
-90%이하	42	386975.86	117688.5	269287.36	69.59	1	8770.25	15873.6	-7103.35	80.99
- 100%미만	20	188959.05	8022.31	180936.74	95.75	0	0	0	0	
100%	1	4118.82	0	4118.82	100.00	0	0	0	0	
총계	3078	17245903.46	41034356.52	-23788453.1	137.94	642	17245903.45	41034356.49	-23788453	137.94

<표 6> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 연기)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	9238	10197172.67	23461147.86	-13263975.2	130.08	2133	5759077.46	13545293.59	-7786216.13	135.20
-10%이하	2945	2602598.82	5624178.25	-3021579.43	116.10	1407	4107708.89	9554614.47	-5446905.58	132.60
-20%이하	1327	1202511.21	2448824.57	-1246313.36	103.64	681	2560035.59	4328038.63	-1768003.04	69.06
-30%이하	1275	1227284.59	2181971.59	-954687	77.79	609	2387203.06	3710039.87	-1322836.81	55.41
-40%이하	1172	1182749.23	1693433.79	-510684.56	43.18	539	2055994.23	2981639.28	-925645.05	45.02
-50%이하	1072	1062202.3	1366154.42	-303952.12	28.62	437	1549892.56	1925913.23	-376020.67	24.26
-60%이하	1128	953329.36	1053969.98	-100640.62	10.56	384	1406912.59	1512048.61	-105136.02	7.47
-70%이하	1017	879752.32	710022.42	169729.9	19.29	308	971343.19	998535.2	-27192.01	2.80
-80%이하	1081	862152.76	542478.91	319673.85	37.08	294	668391.86	692106.49	-23714.63	3.55
-90%이하	1108	773982.58	329437.21	444545.37	57.44	242	404538.1	214705.96	189832.14	46.93
- 100%미만	1421	829595.45	126283.67	703311.78	84.78	239	295899.27	74967.33	220931.94	74.66
100%	1572	458664.65	0	458664.65	100.00	113	64999.11	0	64999.11	100.00
총계	24356	22231995.94	39537902.67	-17305906.7	77.84	7386	22231995.91	39537902.66	-17305906.8	77.84

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	380	2094828.16	5065174.97	-2970346.81	141.79	17	256444.19	647123.39	-390679.2	152.34
-10%이하	543	5139791.8	10616724.43	-5476932.63	106.56	134	4453241.66	8027128.52	-3573886.86	80.25
-20%이하	365	4441954.71	8080108.6	-3638153.89	81.90	104	6260889.18	12013776.12	-5752886.94	91.89
-30%이하	267	3656779.32	6100804.62	-2444025.3	66.84	76	6592429.64	10287623.76	-3695194.12	56.05
-40%이하	194	2483431.15	4167927.33	-1684496.18	67.83	41	2959160.06	5853322.73	-2894162.67	97.80
-50%이하	138	1848073.47	2543459.94	-695386.47	37.63	13	913879.51	1041175.49	-127295.98	13.93
-60%이하	94	1269529.72	1410745.7	-141215.98	11.12	9	393497.11	814354.16	-420857.05	106.95
-70%이하	64	747964.17	798785.75	-50821.58	6.79	5	123309.41	338080.6	-214771.19	174.17
-80%이하	53	417808.9	547728.89	-129919.99	31.10	3	112781.2	342895.66	-230114.46	204.04
-90%이하	34	96115.71	172745.86	-76630.15	79.73	3	148713.76	111643.67	37070.09	24.93
- 100%미만	30	27206.08	33696.56	-6490.48	23.86	2	17650.21	60778.56	-43128.35	244.35
100%	6	8512.72	0	8512.72	100.00	0	0	0	0	
총계	2168	22231995.91	39537902.65	-17305906.7	77.84	407	22231995.93	39537902.66	-17305906.7	77.84

<표 7> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 진천)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	7998	3655468.29	26593767.01	-22938298.7	627.51	1955	1826779.92	15337463.19	-13510683.3	739.59
-10%이하	2716	1272574.93	6965620.48	-5693045.55	447.36	1223	1921605.78	10709848.92	-8788243.14	457.34
-20%이하	1320	711866.34	3267724.51	-2555858.17	359.04	684	1231162.37	5766916.19	-4535753.82	368.41
-30%이하	1161	687038.11	2434815.98	-1747777.87	254.39	517	1252076.87	4545331.3	-3293254.43	263.02
-40%이하	1007	530921.08	1867075.87	-1336154.79	251.67	488	1200413.2	3328683.48	-2128270.28	177.29
-50%이하	1006	684752.69	1424926.45	-740173.76	108.09	357	1056097.37	2292057.8	-1235960.43	117.03
-60%이하	957	563791.46	1156315.42	-592523.96	105.10	327	700163.86	1482317.77	-782153.91	111.71
-70%이하	910	567809.49	776637.49	-208828	36.78	270	606680.46	1043981.87	-437301.41	72.08
-80%이하	932	584239.94	559552.57	24687.37	4.23	288	416591.19	635303.5	-218712.31	52.50
-90%이하	1046	565886.81	358018.16	207868.65	36.73	266	300641.03	290039.69	10601.34	3.53
- 100%미만	1368	614377.27	105324.76	509052.51	82.86	344	306460.48	77834.98	228625.5	74.60
100%	2739	479148.91	0	479148.91	100.00	305	99202.8	0	99202.8	100.00
총계	23160	10917875.32	45509778.7	-34591903.4	316.84	7024	10917875.33	45509778.69	-34591903.4	316.84

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	435	588927.6	6198994.95	-5610067.35	952.59	58	168790.79	1315412.65	-1146621.86	679.32
-10%이하	531	1934929.03	12105271.84	-10170342.8	525.62	163	1725611.99	12192856.72	-10467244.7	606.58
-20%이하	309	2199893.44	8703090.82	-6503197.38	295.61	68	3295651.2	10487058.55	-7191407.35	218.21
-30%이하	201	1911244.86	7070988.63	-5159743.77	269.97	55	2645053.7	10219908.84	-7574855.14	286.38
-40%이하	163	1770839.25	4803861.06	-3033021.81	171.28	27	1705974.94	5979442.63	-4273467.69	250.50
-50%이하	117	1021648.68	3162895.03	-2141246.35	209.59	15	599213.39	2197996.24	-1598782.85	266.81
-60%이하	92	634159.75	1876144.32	-1241984.57	195.85	18	351756.25	1896940.35	-1545184.1	439.28
-70%이하	82	350838.65	1022921.59	-672082.94	191.56	11	227535.52	816704.93	-589169.41	258.94
-80%이하	65	229296.45	360240.18	-130943.73	57.11	8	97854.83	298417.61	-200562.78	204.96
-90%이하	64	166718.31	175322.94	-8604.63	5.16	9	74363.71	105040.15	-30676.44	41.25
- 100%미만	61	87684.46	30047.32	57637.14	65.73	3	26069.02	0	26069.02	100.00
100%	19	21694.88	0	21694.88	100.00	0	0	0	0	0
총계	2139	10917875.36	45509778.68	-34591903.3	316.84	435	10917875.34	45509778.67	-34591903.3	316.84

<표 8> SSU크기별 발 분포 비교(Case : 창원)

발 면적	100x100					200x200				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	7607	2726206.55	12888141.03	-10161934.5	372.75	2057	2096545.28	10002543.09	-7905997.81	377.10
-10%이하	1231	472245.46	1621586.92	-1149341.46	243.38	541	698167.45	2799739.55	-2101572.1	301.01
-20%이하	660	302815.69	681303.68	-378487.99	124.99	286	545537.7	1284636.97	-739099.27	135.48
-30%이하	551	323699.14	541944.94	-218245.8	67.42	220	490841.98	793106.88	-302264.9	61.58
-40%이하	522	309823.82	410779.85	-100956.03	32.58	198	401843.74	758344.63	-356500.89	88.72
-50%이하	467	286882.51	289868.01	-2985.5	1.04	217	689543.85	563214.47	126329.38	18.32
-60%이하	491	349618.12	266270.29	83347.83	23.84	188	497169.36	368419.34	128750.02	25.90
-70%이하	464	358215.29	135776.67	222438.62	62.10	150	340881.15	205065.2	135815.95	39.84
-80%이하	469	321707.17	105857.75	215849.42	67.09	165	518476.53	182007.63	336468.9	64.90
-90%이하	589	457758.12	79036.13	378721.99	82.73	158	375072.65	74237.91	300834.74	80.21
- 100%미만	867	713828.03	30021.7	683806.33	95.79	217	391375.13	19271.3	372103.83	95.08
100%	1366	536201.85	0	536201.85	100.00	124	113546.93	0	113546.93	100.00
총계	15284	7159001.75	17050586.97	-9891585.22	138.17	4521	7159001.75	17050586.97	-9891585.22	138.17

발 면적	400x400					1000x1000				
	N	총계		차이	차이%	N	총계		차이	차이%
		통계청	환경부				통계청	환경부		
0%	547	1267517.76	6521813.65	-5254295.89	414.53	75	541301.24	2538048.45	-1996747.21	368.88
-10%이하	265	1373896.68	4842353.52	-3468456.84	252.45	101	1879906.61	6968412.15	-5088505.54	270.68
-20%이하	123	592383.54	1536348.76	-943965.22	159.35	43	1375860.32	3061820.76	-1685960.44	122.54
-30%이하	99	909516.91	1430110.29	-520593.38	57.24	25	1383900.72	1931369.68	-547468.96	39.56
-40%이하	72	760414.83	1004495.67	-244080.84	32.10	13	439172.39	1009450.81	-570278.42	129.85
-50%이하	63	685727.9	776944.63	-91216.73	13.30	12	727454.45	792174.48	-64720.03	8.90
-60%이하	51	480782	489043.99	-8261.99	1.72	8	443343.13	409292.34	34050.79	7.68
-70%이하	50	442825.12	180011.9	262813.22	59.35	7	205156.77	179253.13	25903.64	12.63
-80%이하	46	429432.65	188753.23	240679.42	56.05	6	74818.96	150865.75	-76046.79	101.64
-90%이하	28	117432.33	54908.42	62523.91	53.24	3	82652.79	2106.06	80546.73	97.45
- 100%미만	41	88221.61	25802.91	62418.7	70.75	2	5434.39	7793.36	-2358.97	43.41
100%	5	10850.42	0	10850.42	100.00	0	0	0	0	0
총계	1390	7159001.75	17050586.97	-9891585.22	138.17	295	7159001.77	17050586.97	-9891585.2	138.17

부록 V. 8개 시범지역 층 수에 따른
RSE(%) 층화방법 간 비교

<표 1> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 고령)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	9.2	8.2	7.1	6.0	3.1
	논	11.3	11.1	8.7	8.4	6.2
	밭	13.8	10.6	10.1	10.0	10.6
	하우스	33.2	36.4	36.6	43.9	34.8
	과수	55.8	54.6	54.6	50.6	29.6
	기타	32.8	31.4	29.7	29.5	28.2
Ward Method1	경작지면적	8.2	6.7	5.1	5.1	
	논	9.8	8.2	6.7	6.4	
	밭	15.9	16.2	14.1	11.7	
	하우스	33.7	41.1	35.3	35.3	
	과수	58.4	62.4	54.2	52.4	
	기타	29.9	30.5	32.1	31.1	
Ward Method2	경작지면적	9.2	8.2	7.1	6.0	
	논	11.3	11.1	8.7	8.4	
	밭	13.8	10.6	10.1	10.0	
	하우스	33.2	36.4	36.6	43.9	
	과수	55.8	54.6	54.6	50.6	
	기타	32.8	31.4	29.7	29.5	

<표 2> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 김제)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	7.2	4.6	3.7	2.6	2.6
	논	13.4	11.5	11.0	10.9	8.9
	밭	30.7	27.5	28.3	26.5	25.4
	하우스	47.1	53.4	51.1	50.2	57.9
	과수	56.5	56.8	58.2	51.9	60.8
	기타	43.7	38.4	39.1	39.5	38.0
Ward Method1	경작지면적	6.1	6.0	5.3	3.9	3.2
	논	12.1	8.3	6.5	4.8	4.3
	밭	22.8	11.6	11.2	10.0	9.5
	하우스	42.3	41.4	42.2	43.9	43.9
	과수	45.2	41.2	38.4	33.9	46.3
	기타	38.7	30.5	29.9	25.1	32.8
Ward Method2	경작지면적	6.1	6.0	5.3	3.9	3.2
	논	12.1	8.4	6.4	4.7	4.7
	밭	22.8	12.4	11.7	10.4	10.4
	하우스	42.3	41.0	41.9	43.6	44.2
	과수	45.2	40.6	37.8	33.4	35.6
	기타	38.7	30.1	29.5	24.7	24.4

<표 3> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 김포)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	9.4	6.9	4.7	4.3	3.5
	논	11.2	7.3	7.4	6.9	4.4
	밭	16.7	18.6	15.0	15.9	16.2
	하우스	81.4	72.7	90.8	88.5	###
	과수	37.0	39.7	31.3	30.8	37.2
	기타	30.4	34.6	32.5	37.5	33.2
Ward Method1	경작지면적	10.0	6.7	5.3	3.6	3.3
	논	10.4	7.4	10.5	8.7	8.0
	밭	21.3	16.6	40.4	33.9	32.6
	하우스	88.3	71.0	77.3	67.5	73.3
	과수	47.6	38.6	45.8	36.7	37.1
	기타	38.2	33.6	52.0	46.1	44.1
Ward Method2	경작지면적	9.2	8.8	6.3	4.9	3.7
	논	11.5	9.7	7.9	6.7	5.3
	밭	15.8	10.7	8.5	7.7	8.1
	하우스	81.9	72.7	68.8	87.4	70.6
	과수	37.9	38.7	31.3	40.7	49.5
	기타	38.0	37.0	40.3	35.6	34.7

<표 4> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 부안)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	6.8	4.6	3.3	2.7	2.4
	논	10.2	8.1	7.4	7.2	7.3
	밭	15.1	14.9	14.3	15.1	15.4
	하우스	28.7	32.3	30.7	33.9	35.0
	과수	33.0	36.6	33.9	34.0	36.3
	기타	33.9	38.1	34.0	34.1	35.4
Ward Method1	경작지면적	7.3	4.4	3.8	3.5	3.0
	논	9.9	6.8	4.4	4.1	4.2
	밭	20.1	14.6	13.1	10.9	9.5
	하우스	41.7	31.0	31.5	33.4	31.9
	과수	46.9	36.5	33.5	32.4	31.6
	기타	47.8	38.2	34.4	29.8	35.4
Ward Method2	경작지면적	7.5	6.4	5.4	4.3	3.7
	논	11.0	6.9	6.3	5.8	5.4
	밭	14.2	11.6	10.5	10.1	8.8
	하우스	29.3	28.7	44.2	40.0	37.5
	과수	33.6	30.9	40.6	34.7	31.8
	기타	33.8	31.5	34.6	29.0	36.9

<표 5> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 연기)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	10.0	6.6	4.7	4.1	3.5
	논	12.3	9.1	7.4	6.7	5.8
	밭	11.0	9.0	7.7	7.2	8.2
	하우스	84.8	66.2	54.6	49.9	42.9
	과수	49.7	39.8	39.0	38.9	35.5
	기타	29.7	28.1	28.6	26.4	30.2
Ward Method1	경작지면적	10.2	6.3	5.4	4.3	3.3
	논	12.8	8.8	6.4	6.0	5.0
	밭	11.0	8.0	7.7	7.3	7.8
	하우스	91.1	65.0	95.0	98.5	81.9
	과수	55.2	42.3	44.1	54.1	48.0
	기타	30.5	27.5	26.3	27.2	28.9
Ward Method2	경작지면적	10.7	6.5	5.8	5.4	4.2
	논	13.5	9.6	7.4	7.4	6.1
	밭	11.6	6.9	6.7	5.3	4.6
	하우스	100.5	71.1	104.0	99.6	86.0
	과수	61.6	48.6	52.8	51.9	44.4
	기타	30.1	25.8	25.9	26.0	22.6

<표 6> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 고령)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	9.1	5.9	4.1	3.2	2.8
	논	11.0	8.0	6.4	6.0	4.9
	밭	11.2	10.0	8.4	7.0	9.3
	하우스	38.2	28.4	20.9	30.1	24.4
	과수	32.9	40.8	36.8	26.7	39.5
	기타	14.3	13.9	13.8	11.1	12.6
Ward Method1	경작지면적	8.5	6.1	4.3	3.0	2.9
	논	10.4	7.4	6.7	5.5	4.4
	밭	10.6	9.2	9.1	8.3	7.4
	하우스	37.2	43.6	52.7	42.9	45.3
	과수	31.0	34.7	44.6	36.9	41.0
	기타	13.7	13.2	15.5	13.6	14.7
Ward Method2	경작지면적	9.4	6.9	5.0	4.9	3.8
	논	12.7	9.4	8.2	6.9	6.0
	밭	8.6	7.6	8.0	6.3	4.5
	하우스	39.0	44.3	57.5	61.1	52.6
	과수	32.0	35.4	45.3	51.0	44.8
	기타	13.5	13.1	15.5	17.2	15.5

<표 7> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 진천)

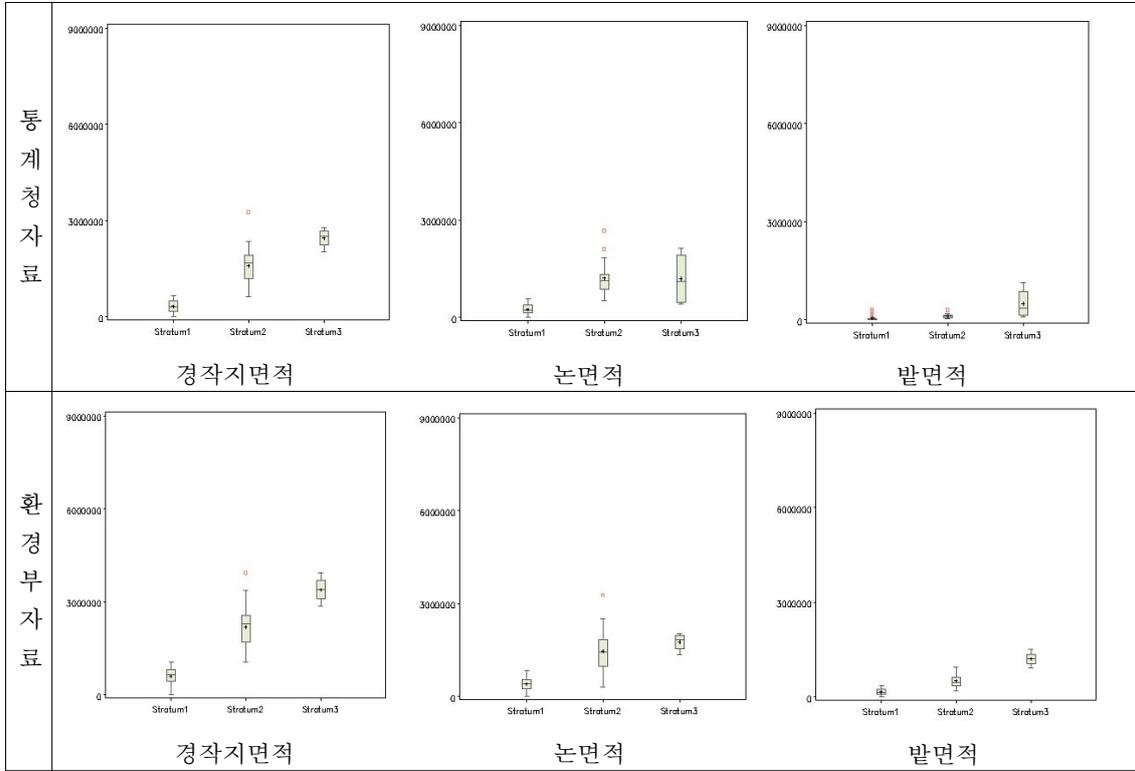
방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	8.8	5.0	3.7	2.8	2.5
	논	10.8	6.4	4.8	3.9	4.0
	밭	10.2	7.8	6.3	6.6	6.5
	하우스	23.3	31.1	27.3	25.5	28.8
	과수	25.6	16.3	13.7	12.4	16.5
	기타	18.1	14.7	15.8	13.0	13.7
Ward Method1	경작지면적	7.9	4.8	3.4	3.3	3.0
	논	9.5	6.0	4.4	3.8	4.3
	밭	13.0	9.2	7.4	7.1	6.9
	하우스	34.6	26.2	25.3	26.9	25.1
	과수	36.3	25.8	19.7	24.8	24.7
	기타	18.1	12.7	12.7	11.9	14.5
Ward Method2	경작지면적	7.7	4.7	4.7	4.6	3.6
	논	9.8	6.7	5.9	6.0	5.0
	밭	11.7	7.4	6.3	5.2	5.2
	하우스	31.8	24.8	25.5	25.7	29.2
	과수	30.8	20.5	15.5	19.2	16.1
	기타	17.7	15.1	15.4	15.3	15.3

<표 8> 방법별 층 수에 따른 RSE(%) 비교(Case : 창원)

방법	구분	층 수				
		2	3	4	5	6
D-H	경작지면적	5.8	4.2	3.0	3.1	2.4
	논	7.3	5.4	4.6	5.2	4.7
	밭	14.2	11.1	12.6	10.7	14.3
	하우스	18.8	14.0	6.7	15.1	14.7
	과수	11.3	9.9	9.9	10.4	12.3
	기타	15.2	14.3	9.0	9.9	9.2
Ward Method1	경작지면적	5.4	4.3	3.4	3.1	
	논	7.1	7.7	6.1	5.1	
	밭	12.6	10.7	9.8	10.0	
	하우스	20.3	35.3	26.8	25.5	
	과수	10.0	10.3	11.9	12.7	
	기타	16.8	16.9	25.0	23.2	
Ward Method2	경작지면적	6.4	5.5	5.3	4.0	3.5
	논	7.3	6.1	5.5	4.3	4.0
	밭	10.6	9.6	8.8	6.1	5.5
	하우스	21.7	23.2	25.0	18.5	9.8
	과수	15.4	14.9	15.3	13.6	13.3
	기타	17.1	20.9	16.9	12.5	30.6

부록 VI. 8개 시범지역 층별 특성분석

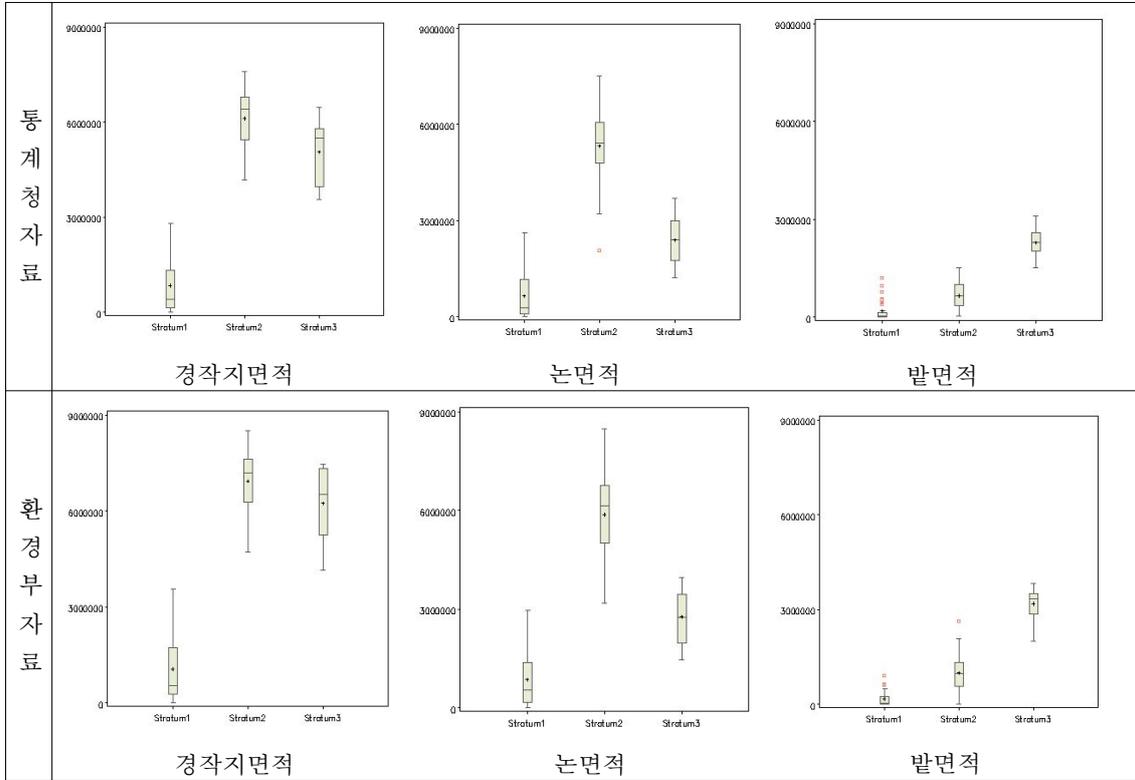
<그림 1> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역1)



<표 1> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역1)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	9,930,613.5	320,342.4	191,389.1
			논면적	7,416,763.1	239,250.4	162,383.8
			밭면적	1,326,176.4	42,779.9	72,596.7
		환경부자료	경작지면적	18,250,472.6	588,724.9	279,343.5
			논면적	12,257,044.7	395,388.5	221,153.8
			밭면적	4,964,432.0	160,143.0	98,369.4
2	26	통계청 자료	경작지면적	41,278,507.1	1,587,634.9	597,477.3
			논면적	31,133,797.3	1,197,453.7	499,646.3
			밭면적	2,715,161.8	104,429.3	56,801.0
		환경부자료	경작지면적	56,947,638.8	2,190,293.8	706,843.5
			논면적	37,830,163.0	1,455,006.3	657,195.6
			밭면적	13,084,955.5	503,267.5	201,013.0
3	4	통계청 자료	경작지면적	9,775,901.7	2,443,975.4	317,371.9
			논면적	4,736,669.9	1,184,167.5	862,143.2
			밭면적	1,938,442.7	484,610.7	479,050.4
		환경부자료	경작지면적	13,555,331.9	3,388,833.0	437,563.7
			논면적	7,009,885.7	1,752,471.4	291,024.7
			밭면적	4,825,812.1	1,206,453.0	244,693.3

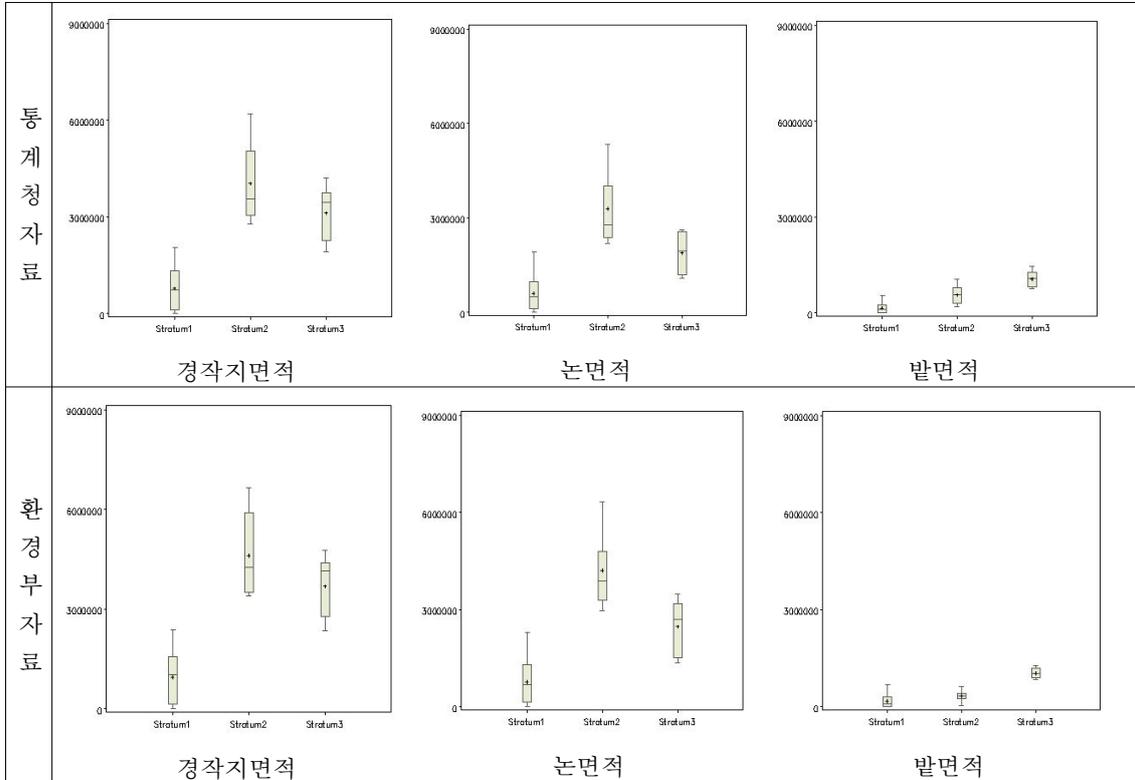
<그림 2> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역2)



<표 2> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역2)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	27,776,129.9	841,700.9	897,545.8
			논면적	20,868,950.5	632,392.4	776,194.6
			밭면적	5,896,095.7	178,669.6	303,831.9
		환경부자료	경작지면적	34,646,985.3	1,049,908.7	1,016,173.6
			논면적	28,350,242.2	859,098.3	897,916.6
			밭면적	5,434,352.0	164,677.3	237,249.9
2	26	통계청 자료	경작지면적	201,758,221.0	6,113,885.5	959,387.2
			논면적	175,430,142.0	5,316,064.9	1,210,888.9
			밭면적	21,540,113.7	652,730.7	450,014.6
		환경부자료	경작지면적	228,710,482.0	6,930,620.7	987,098.2
			논면적	193,801,698.0	5,872,778.7	1,273,159.4
			밭면적	32,395,541.5	981,683.1	676,632.5
3	4	통계청 자료	경작지면적	75,789,519.9	5,052,634.7	1,014,119.6
			논면적	35,909,495.4	2,393,966.4	775,851.8
			밭면적	34,247,120.3	2,283,141.4	396,799.4
		환경부자료	경작지면적	93,603,037.9	6,240,202.5	1,079,367.3
			논면적	41,529,479.7	2,768,632.0	778,348.0
			밭면적	47,778,704.4	3,185,247.0	492,083.1

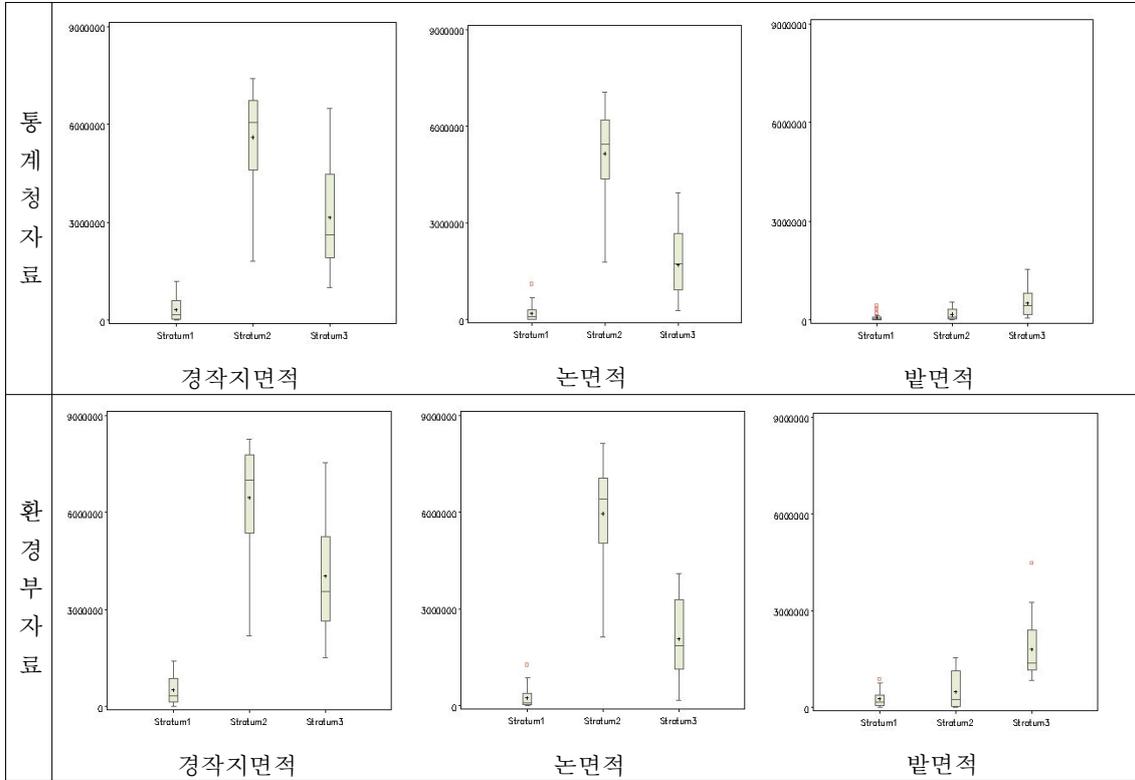
<그림 3> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역3)



<표 3> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역3)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	21,033,536.3	779,019.9	642,212.9
			논면적	16,256,032.8	602,075.3	522,998.7
			밭면적	3,944,523.7	146,093.5	149,530.4
		환경부자료	경작지면적	25,490,718.8	944,100.7	755,028.1
			논면적	20,340,539.0	753,353.3	636,736.1
			밭면적	4,481,067.7	165,965.5	184,446.5
2	26	통계청 자료	경작지면적	40,347,053.3	4,034,705.3	1,286,127.6
			논면적	32,928,984.0	3,292,898.4	1,165,419.1
			밭면적	5,621,229.6	562,123.0	272,846.9
		환경부자료	경작지면적	46,128,079.2	4,612,807.9	1,314,835.8
			논면적	42,024,428.1	4,202,442.8	1,184,793.2
			밭면적	3,325,468.2	332,546.8	167,559.4
3	4	통계청 자료	경작지면적	34,186,950.6	3,107,904.6	786,956.2
			논면적	20,718,079.8	1,883,461.8	640,963.4
			밭면적	11,578,417.0	1,052,583.4	247,373.1
		환경부자료	경작지면적	40,508,930.8	3,682,630.1	852,074.1
			논면적	27,186,780.2	2,471,525.5	817,809.4
			밭면적	11,296,072.4	1,026,915.7	162,724.3

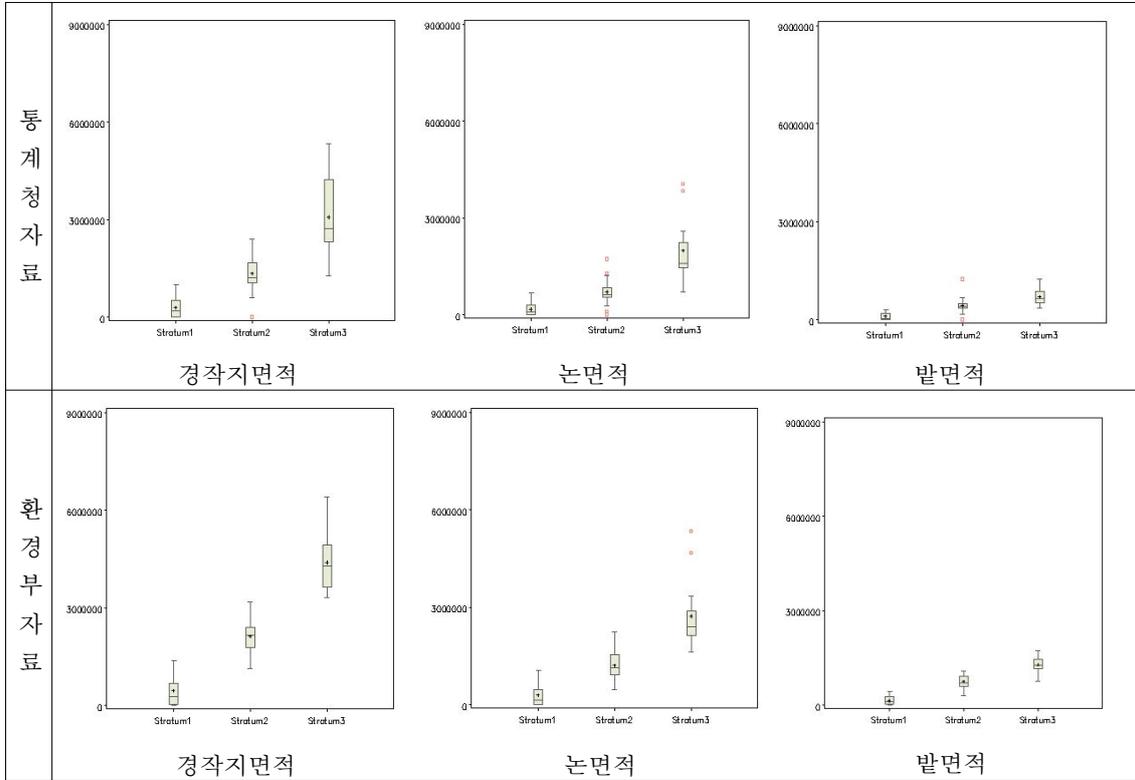
<그림 4> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역4)



<표 4> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역4)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	10,312,933.4	312,513.1	344,049.4
			논면적	5,907,664.5	179,020.1	254,019.3
			밭면적	2,201,558.7	66,713.9	110,124.0
		환경부자료	경작지면적	16,712,776.6	506,447.8	429,143.8
			논면적	7,810,375.8	236,678.1	312,172.8
			밭면적	8,639,829.0	261,813.0	258,788.1
2	26	통계청 자료	경작지면적	106,496,980.0	5,605,104.2	1,484,029.6
			논면적	97,820,146.8	5,148,428.8	1,359,731.4
			밭면적	3,059,744.6	161,039.2	182,517.8
		환경부자료	경작지면적	122,683,453.0	6,457,023.8	1,666,206.4
			논면적	113,221,932.0	5,959,049.0	1,565,719.0
			밭면적	9,102,229.3	479,064.7	533,670.4
3	4	통계청 자료	경작지면적	81,512,947.9	3,135,113.4	1,579,185.1
			논면적	43,952,766.0	1,690,491.0	982,636.3
			밭면적	12,951,802.4	498,146.3	392,709.4
		환경부자료	경작지면적	104,658,457.0	4,025,325.3	1,808,378.0
			논면적	53,591,884.9	2,061,226.3	1,140,036.3
			밭면적	46,670,545.9	1,795,021.0	899,821.4

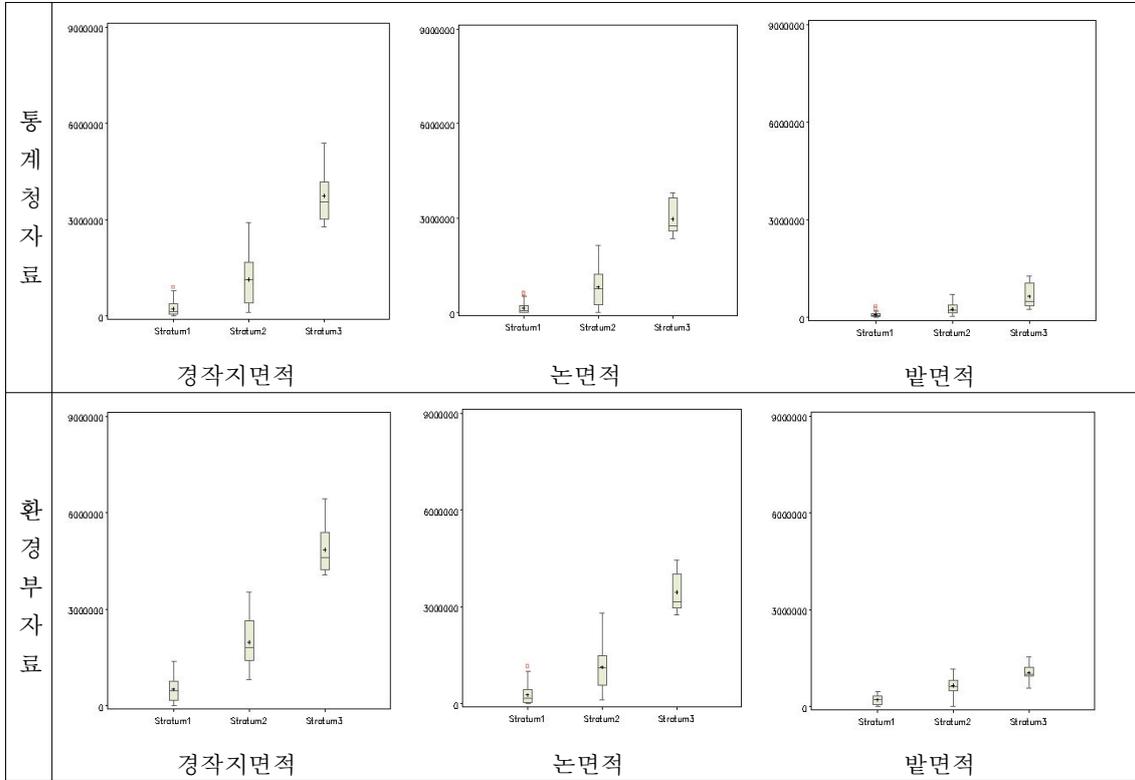
<그림 5> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역5)



<표 5> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역5)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	6,308,639.1	286,756.3	299,071.3
			논면적	3,723,334.0	169,242.5	197,813.0
			밭면적	2,109,288.9	95,876.8	107,349.2
		환경부자료	경작지면적	9,813,155.2	446,052.5	455,110.1
			논면적	6,434,903.0	292,495.6	333,238.4
			밭면적	3,081,354.8	140,061.6	142,953.1
2	26	통계청 자료	경작지면적	33,509,281.4	1,340,371.3	519,417.5
			논면적	17,539,764.6	701,590.6	371,358.2
			밭면적	10,401,521.6	416,060.9	219,645.0
		환경부자료	경작지면적	53,106,769.7	2,124,270.8	532,573.7
			논면적	30,268,487.0	1,210,739.5	424,139.9
			밭면적	18,595,940.7	743,837.6	208,638.1
3	4	통계청 자료	경작지면적	42,997,985.7	3,071,284.7	1,154,914.2
			논면적	27,722,470.3	1,980,176.5	955,532.6
			밭면적	9,721,185.4	694,370.4	260,019.6
		환경부자료	경작지면적	61,564,724.6	4,397,480.3	958,746.3
			논면적	38,080,410.0	2,720,029.3	1,067,499.4
			밭면적	17,860,607.1	1,275,757.7	263,818.0

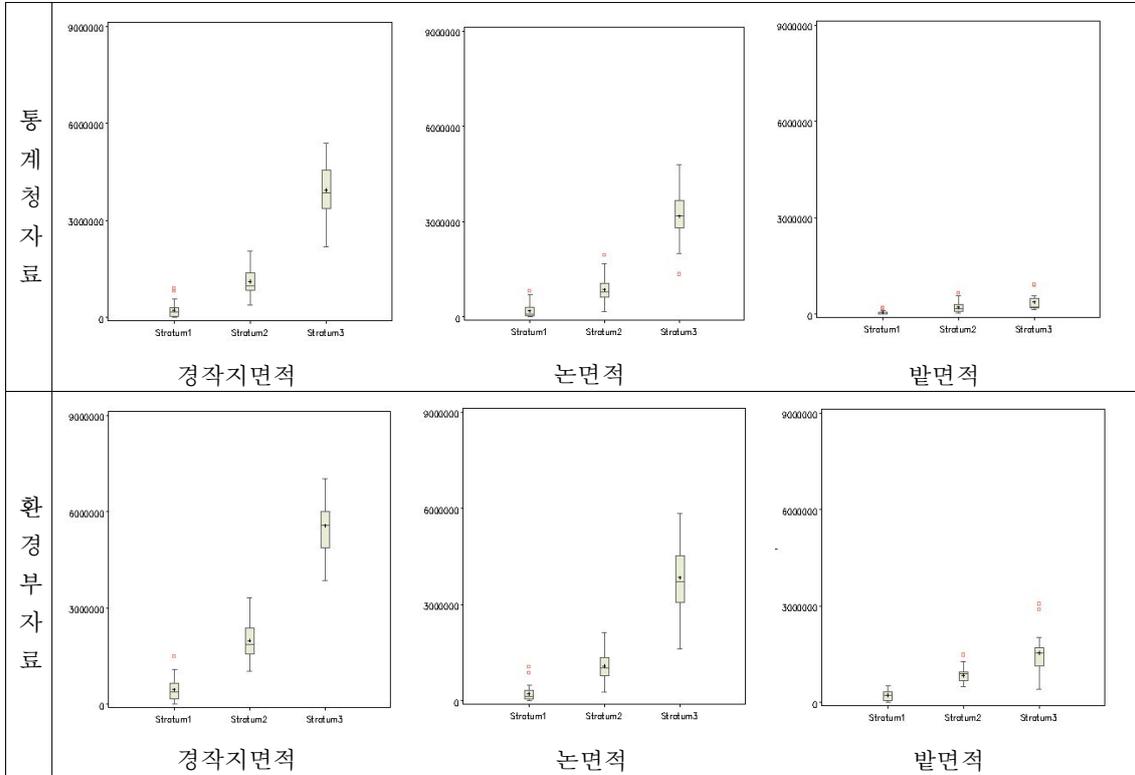
<그림 6> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역6)



<표 6> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역6)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	11,192,736.6	223,854.7	231,281.3
			논면적	6,974,482.8	139,489.7	176,381.7
			밭면적	3,722,831.9	74,456.6	75,081.3
		환경부자료	경작지면적	24,952,258.0	499,045.2	396,612.3
			논면적	13,346,562.5	266,931.3	307,724.1
			밭면적	10,107,610.3	202,152.2	152,947.6
2	26	통계청 자료	경작지면적	40,749,521.3	1,131,931.2	744,122.5
			논면적	28,876,797.4	802,133.3	586,705.1
			밭면적	9,049,114.8	251,364.3	157,963.5
		환경부자료	경작지면적	70,840,097.3	1,967,780.5	796,013.3
			논면적	40,637,309.2	1,128,814.1	694,958.4
			밭면적	23,589,037.9	655,251.1	246,150.5
3	4	통계청 자료	경작지면적	26,266,368.5	3,752,338.4	869,834.6
			논면적	20,792,104.2	2,970,300.6	547,243.7
			밭면적	4,473,956.8	639,136.7	380,128.4
		환경부자료	경작지면적	33,926,521.4	4,846,645.9	818,096.2
			논면적	24,124,268.6	3,446,324.1	619,451.9
			밭면적	7,337,708.4	1,048,244.1	295,396.8

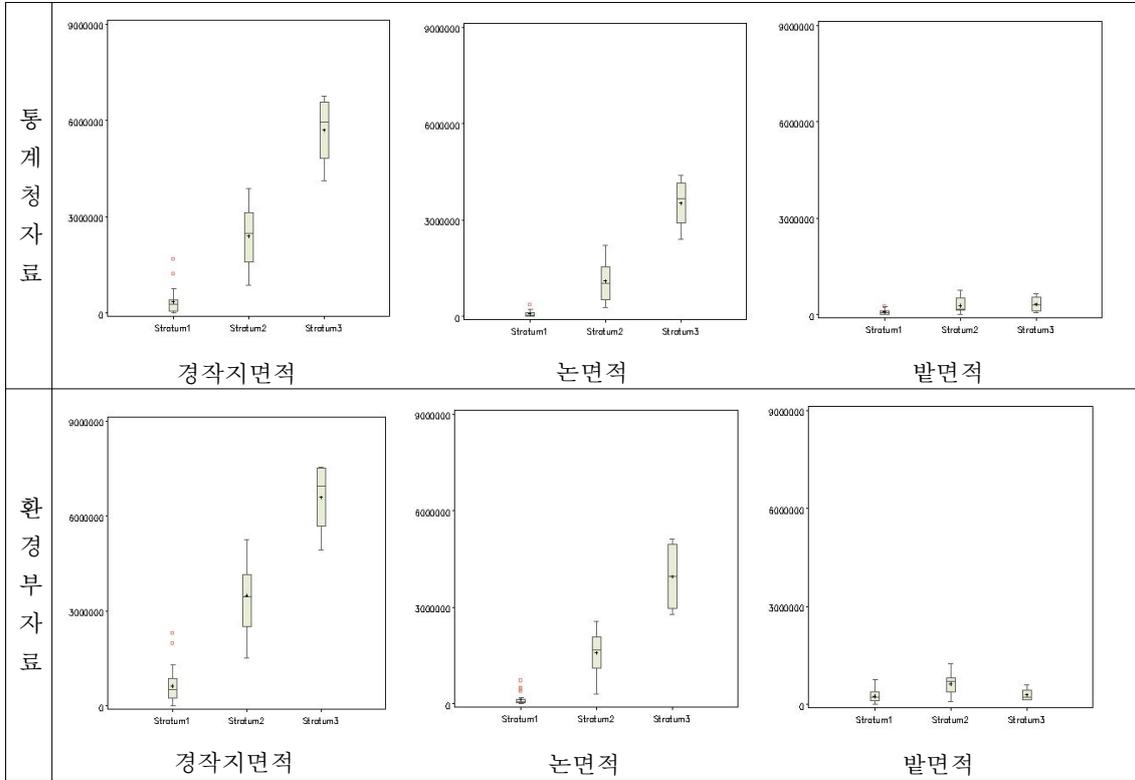
<그림 7> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역7)



<표 7> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역7)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	5,625,464.6	225,018.6	245,044.1
			논면적	4,336,572.4	173,462.9	217,782.0
			밭면적	1,005,484.3	40,219.4	57,387.0
		환경부자료	경작지면적	11,179,572.4	447,182.9	380,934.2
			논면적	5,567,575.4	222,703.0	272,043.7
			밭면적	5,373,714.9	214,948.6	164,374.0
2	26	통계청 자료	경작지면적	26,585,505.8	1,107,729.4	426,540.6
			논면적	20,374,894.7	848,954.0	398,858.5
			밭면적	5,146,653.6	214,443.9	185,681.5
		환경부자료	경작지면적	47,421,283.6	1,975,886.8	590,434.8
			논면적	26,011,294.5	1,083,803.9	462,284.4
			밭면적	20,193,392.7	841,391.4	247,209.5
3	4	통계청 자료	경작지면적	51,178,570.4	3,936,813.1	858,728.2
			논면적	41,248,821.5	3,172,986.3	910,253.1
			밭면적	4,765,737.5	366,595.2	280,429.9
		환경부자료	경작지면적	72,304,992.4	5,561,922.5	963,002.8
			논면적	49,885,766.6	3,837,366.7	1,182,147.2
			밭면적	19,942,671.2	1,534,051.6	795,172.2

<그림 8> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역8)



<표 8> 층별 경작분류별 분포비교(Case : 지역8)

층번호	관측치 수	자료구분	변수	합계	평균값	표준편차
1	31	통계청 자료	경작지면적	8,811,502.8	338,904.0	398,741.9
			논면적	1,959,539.6	75,366.9	107,622.6
			밭면적	1,792,687.0	68,949.5	76,389.4
		환경부자료	경작지면적	16,294,919.1	626,727.7	580,899.1
			논면적	3,386,327.3	130,243.4	185,068.0
			밭면적	6,521,298.8	250,819.2	199,622.5
2	26	통계청 자료	경작지면적	35,857,296.5	2,390,486.4	921,681.4
			논면적	16,420,369.4	1,094,691.3	550,384.8
			밭면적	4,098,771.8	273,251.5	215,624.4
		환경부자료	경작지면적	52,267,993.8	3,484,532.9	1,102,027.2
			논면적	23,742,070.4	1,582,804.7	670,384.3
			밭면적	9,400,774.8	626,718.3	321,853.2
3	4	통계청 자료	경작지면적	22,772,138.6	5,693,034.7	1,168,591.2
			논면적	14,081,981.5	3,520,495.4	853,887.6
			밭면적	1,267,543.0	316,885.8	267,871.7
		환경부자료	경작지면적	26,373,491.4	6,593,372.9	1,224,193.2
			논면적	15,809,700.5	3,952,425.1	1,176,347.1
			밭면적	1,128,513.4	282,128.4	213,175.0

부록 Ⅶ. 전국 시도별 경작지 특성분석

1) 전북

	전체 중 경작지			경작지 중 논			경작지 중 밭			경작지 중 하우스			경작지 중 과수			경작지 중 기타		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	1,423	54.9		1,479	57.0		1,481	57.1		2,182	84.2		2,102	81.1		1,868	72.0	
10% 이하	407	15.7	34.8	28	1.1	2.5	88	3.4	7.9	404	15.6	98.3	449	17.3	91.4	713	27.5	98.3
20% 이하	206	7.9	17.6	37	1.4	3.3	115	4.4	10.3	4	0.2	1.0	28	1.1	5.7	7	0.3	1.0
30% 이하	138	5.3	11.8	66	2.6	5.9	174	6.7	15.6	1	0.0	0.2	3	0.1	0.6	1	0.0	0.1
40% 이하	109	4.2	9.3	120	4.6	10.8	190	7.3	17.1	1	0.0	0.2	7	0.3	1.4	2	0.1	0.3
50% 이하	65	2.5	5.6	142	5.5	12.7	165	6.4	14.8				3	0.1	0.6			
60% 이하	61	2.4	5.2	172	6.6	15.4	143	5.5	12.9									
70% 이하	56	2.2	4.8	175	6.8	15.7	84	3.2	7.6									
80% 이하	60	2.3	5.1	156	6.0	14.0	50	1.9	4.5									
90% 이하	63	2.4	5.4	87	3.4	7.8	30	1.2	2.7							1	0.0	0.1
100% 이하	5	0.2	0.4	131	5.1	11.8	73	2.8	6.6	1	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.1
합계	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0	2,593	100.0	100.0
유효 합계	1,170	45.1		1,114	43.0		1,112	42.9		411	15.9		491	18.9		725	28.0	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

2) 강원

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	2,162	52.6		2,841	69.1		2,211	53.7		3,754	91.3		3,825	93.0		3,194	77.6	
10% 이하	1,195	29.1	61.2	235	5.7	18.5	55	1.3	2.9	304	7.4	84.4	250	6.1	86.5	859	20.9	93.4
20% 이하	424	10.3	21.7	141	3.4	11.1	58	1.4	3.0	13	0.3	3.6	17	0.4	5.9	32	0.8	3.5
30% 이하	173	4.2	8.9	151	3.7	11.9	79	1.9	4.2	1	0.0	0.3	7	0.2	2.4	7	0.2	0.8
40% 이하	95	2.3	4.9	150	3.7	11.8	162	3.9	8.5	3	0.1	0.8	3	0.1	1.0	5	0.1	0.5
50% 이하	26	0.6	1.3	141	3.4	11.1	161	3.9	8.5	4	0.1	1.1	1	0.0	0.3	2	0.1	0.2
60% 이하	17	0.4	0.9	158	3.8	12.4	142	3.5	7.5	1	0.0	0.3	3	0.1	1.0	3	0.1	0.3
70% 이하	10	0.2	0.5	131	3.2	10.3	143	3.5	7.5	1	0.0	0.3	2	0.1	0.7	2	0.1	0.2
80% 이하	7	0.2	0.4	64	1.6	5.0	167	4.1	8.8	3	0.1	0.8						
90% 이하	3	0.1	0.2	41	1.0	3.2	157	3.8	8.3	4	0.1	1.1	2	0.1	0.7			
100% 이하	2	0.1	0.1	61	1.5	4.8	779	18.9	40.9	26	0.6	7.2	4	0.1	1.4	10	0.2	1.1
합계	4,114	100.0	100.0	4,114	100.0	100.0	4,114	100.0	100.0	4,114	100.0	100.0	4,114	100.0	100.0	4,114	100.0	100.0
유효 합계	1,952	47.4		1,273	30.9		1,903	46.3		360	8.8		289	7.0		920	22.4	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

3) 경기

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	3,880	67.9		4,151	72.7		3,964	69.4		5,218	91.4		5,141	90.0		4,644	81.3	
10% 이하	838	14.7	45.8	95	1.7	6.1	173	3.0	9.9	455	8.0	92.3	466	8.2	81.8	967	16.9	90.6
20% 이하	331	5.8	18.1	93	1.6	6.0	203	3.6	11.6	20	0.4	4.1	58	1.0	10.2	74	1.3	6.9
30% 이하	225	3.9	12.3	80	1.4	5.1	233	4.1	13.3	7	0.1	1.4	16	0.3	2.8	15	0.3	1.4
40% 이하	176	3.1	9.6	110	1.9	7.1	265	4.6	15.2	3	0.1	0.6	10	0.2	1.8	4	0.1	0.4
50% 이하	106	1.9	5.8	171	3.0	11.0	191	3.3	10.9				11	0.2	1.9	1	0.0	0.1
60% 이하	77	1.4	4.2	207	3.6	13.3	133	2.3	7.6	3	0.1	0.6	2	0.0	0.4	3	0.1	0.3
70% 이하	46	0.8	2.5	255	4.5	16.3	91	1.6	5.2	1	0.0	0.2	3	0.1	0.5			
80% 이하	28	0.5	1.5	206	3.6	13.2	104	1.8	6.0	2	0.0	0.4	1	0.0	0.2			
90% 이하	4	0.1	0.2	136	2.4	8.7	83	1.5	4.8	1	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.1
100% 이하			0.0	207	3.6	13.3	271	4.8	15.5	1	0.0	0.2	2	0.0	0.4	2	0.0	0.2
합계	5,711	100.0	100.0	5,711	100.0	100.0	5,711	100.0	100.0	5,711	100.0	100.0	5,711	100.0	100.0	5,711	100.0	100.0
유효 합계	1,831	32.1		1,560	27.3		1,747	30.6		493	8.6		570	10.0		1,067	18.7	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

4) 경남

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	1,843	49.0		2,059	54.7		1,887	50.2		3,160	84.0		2,576	68.5		2,505	66.6	
10% 이하	876	23.3	45.6	91	2.4	5.3	80	2.1	4.3	494	13.1	82.1	856	22.8	72.2	1,214	32.3	96.6
20% 이하	446	11.9	23.2	79	2.1	4.6	299	8.0	15.9	58	1.5	9.6	171	4.6	14.4	27	0.7	2.1
30% 이하	284	7.6	14.8	97	2.6	5.7	410	10.9	21.9	17	0.5	2.8	65	1.7	5.5	9	0.2	0.7
40% 이하	154	4.1	8.0	150	4.0	8.8	285	7.6	15.2	9	0.2	1.5	38	1.0	3.2	2	0.1	0.2
50% 이하	87	2.3	4.5	224	6.0	13.2	200	5.3	10.7	8	0.2	1.3	18	0.5	1.5	2	0.1	0.2
60% 이하	40	1.1	2.1	299	8.0	17.6	161	4.3	8.6	7	0.2	1.2	16	0.4	1.3			
70% 이하	24	0.6	1.3	324	8.6	19.0	84	2.2	4.5	2	0.1	0.3	7	0.2	0.6	1	0.0	0.1
80% 이하	5	0.1	0.3	279	7.4	16.4	64	1.7	3.4				7	0.2	0.6			
90% 이하	3	0.1	0.2	112	3.0	6.6	57	1.5	3.0	1	0.0	0.2	2	0.1	0.2	1	0.0	0.1
100% 이하				48	1.3	2.8	235	6.3	12.5	6	0.2	1.0	6	0.2	0.5	1	0.0	0.1
합계	3,762	100.0	100.0	3,762	100.0	100.0	3,762	100.0	100.0	3,762	100.0	100.0	3,762	100.0	100.0	3,762	100.0	100.0
유효 합계	1,919	51.0		1,703	45.3		1,875	49.8		602	16.0		1,186	31.5		1,257	33.4	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

5) 경북

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	2,350	45.8		2,624	51.1		2,391	46.6		4,337	84.5		3,131	61.0		3,432	66.9	
10% 이하	1,195	23.3	42.9	206	4.0	8.2	75	1.5	2.7	758	14.8	95.1	1,148	22.4	57.3	1,669	32.5	98.1
20% 이하	642	12.5	23.1	263	5.1	10.5	261	5.1	9.5	23	0.5	2.9	360	7.0	18.0	18	0.4	1.1
30% 이하	421	8.2	15.1	284	5.5	11.3	405	7.9	14.8	8	0.2	1.0	211	4.1	10.5	3	0.1	0.2
40% 이하	246	4.8	8.8	365	7.1	14.5	445	8.7	16.2	2	0.0	0.3	117	2.3	5.8	2	0.0	0.1
50% 이하	147	2.9	5.3	397	7.7	15.8	364	7.1	13.3	1	0.0	0.1	78	1.5	3.9			
60% 이하	68	1.3	2.4	337	6.6	13.4	319	6.2	11.6	3	0.1	0.4	43	0.8	2.1	1	0.0	0.1
70% 이하	44	0.9	1.6	312	6.1	12.4	243	4.7	8.9	2	0.0	0.3	20	0.4	1.0			
80% 이하	18	0.4	0.6	218	4.3	8.7	166	3.2	6.1				14	0.3	0.7			
90% 이하	3	0.1	0.1	80	1.6	3.2	151	2.9	5.5				6	0.1	0.3	1	0.0	0.1
100% 이하				48	0.9	1.9	314	6.1	11.4				6	0.1	0.3	8	0.2	0.5
합계	5,134	100.0	100.0	5,134	100.0	100.0	5,134	100.0	100.0	5,134	100.0	100.0	5,134	100.0	100.0	5,134	100.0	100.0
유효 합계	2,784	54.2		2,510	48.9		2,743	53.4		797	15.5		2,003	39.0		1,702	33.2	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

6) 전남

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	4,075	64.4		4,306	68.1		4,126	65.2		5,242	82.9		5,416	85.6		4,997	79.0	
10% 이하	975	15.4	43.3	97	1.5	4.8	66	1.0	3.0	1,043	16.5	96.3	815	12.9	89.7	1,305	20.6	98.3
20% 이하	364	5.8	16.2	125	2.0	6.2	175	2.8	8.0	24	0.4	2.2	60	1.0	6.6	15	0.2	1.1
30% 이하	273	4.3	12.1	168	2.7	8.3	312	4.9	14.2	6	0.1	0.6	16	0.3	1.8	5	0.1	0.4
40% 이하	217	3.4	9.6	199	3.2	9.9	395	6.3	18.0	4	0.1	0.4	10	0.2	1.1	2	0.0	0.2
50% 이하	156	2.5	6.9	274	4.3	13.6	297	4.7	13.5	2	0.0	0.2	2	0.0	0.2			
60% 이하	97	1.5	4.3	345	5.5	17.1	230	3.6	10.5	1	0.0	0.1	2	0.0	0.2	1	0.0	0.1
70% 이하	93	1.5	4.1	363	5.7	18.0	173	2.7	7.9	3	0.1	0.3	1	0.0	0.1			
80% 이하	50	0.8	2.2	249	3.9	12.3	135	2.1	6.1									
90% 이하	25	0.4	1.1	107	1.7	5.3	115	1.8	5.2				1	0.0	0.1			
100% 이하				92	1.5	4.6	301	4.8	13.7				2	0.0	0.2			
합계	6,325	100.0	100.0	6,325	100.0	100.0	6,325	100.0	100.0	6,325	100.0	100.0	6,325	100.0	100.0	6,325	100.0	100.0
유효 합계	2,250	35.6		2,019	31.9		2,199	34.8		1,083	17.1		909	14.4		1,328	21.0	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

7) 제주

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	820	76.1		1,037	96.2		832	77.2		906	84.0		889	82.5		892	82.8	
10% 이하	82	7.6	31.8	37	3.4	90.2	22	2.0	8.9	140	13.0	81.4	65	6.0	34.4	168	15.6	90.3
20% 이하	35	3.3	13.6	3	0.3	7.3	15	1.4	6.1	23	2.1	13.4	16	1.5	8.5	6	0.6	3.2
30% 이하	28	2.6	10.9				14	1.3	5.7	5	0.5	2.9	14	1.3	7.4			
40% 이하	17	1.6	6.6				12	1.1	4.9				11	1.0	5.8	1	0.1	0.5
50% 이하	18	1.7	7.0	1	0.1	2.4	21	2.0	8.5	3	0.3	1.7	15	1.4	7.9			
60% 이하	18	1.7	7.0				4	0.4	1.6				11	1.0	5.8	3	0.3	1.6
70% 이하	19	1.8	7.4				14	1.3	5.7				18	1.7	9.5			
80% 이하	23	2.1	8.9				11	1.0	4.5				17	1.6	9.0	1	0.1	0.5
90% 이하	15	1.4	5.8				38	3.5	15.4				20	1.9	10.6	2	0.2	1.1
100% 이하	3	0.3	1.2				95	8.8	38.6	1	0.1	0.6	2	0.2	1.1	5	0.5	2.7
합계	1,078	100.0	100.0	1,078	100.0	100.0	1,078	100.0	100.0	1,078	100.0	100.0	1,078	100.0	100.0	1,078	100.0	100.0
유효 합계	258	23.9		41	3.8		246	22.8		172	16.0		189	17.5		186	17.3	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

8) 충남

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	1,366	49.0		1,412	50.6		1,425	51.1		2,495	89.4		2,022	72.5		1,814	65.0	
10% 이하	400	14.3	28.1	32	1.2	2.3	80	2.9	5.9	287	10.3	97.3	661	23.7	86.1	959	34.4	98.3
20% 이하	244	8.8	17.1	33	1.2	2.4	154	5.5	11.3	4	0.1	1.4	65	2.3	8.5	8	0.3	0.8
30% 이하	220	7.9	15.4	69	2.5	5.0	287	10.3	21.0	4	0.1	1.4	22	0.8	2.9	5	0.2	0.5
40% 이하	175	6.3	12.3	100	3.6	7.3	282	10.1	20.7				8	0.3	1.0	1	0.0	0.1
50% 이하	140	5.0	9.8	179	6.4	13.0	208	7.5	15.2				5	0.2	0.7	1	0.0	0.1
60% 이하	96	3.4	6.7	271	9.7	19.7	135	4.8	9.9				2	0.1	0.3			
70% 이하	56	2.0	3.9	255	9.1	18.5	88	3.2	6.4				3	0.1	0.4			
80% 이하	55	2.0	3.9	218	7.8	15.8	43	1.5	3.2				1	0.0	0.1			
90% 이하	34	1.2	2.4	100	3.6	7.3	26	0.9	1.9									
100% 이하	4	0.1	0.3	121	4.3	8.8	62	2.2	4.5				1	0.0	0.1	2	0.1	0.2
합계	2,790	100.0	100.0	2,790	100.0	100.0	2,790	100.0	100.0	2,790	100.0	100.0	2,790	100.0	100.0	2,790	100.0	100.0
유효 합계	1,424	51.0		1,378	49.4		1,365	48.9		295	10.6		768	27.5		976	35.0	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

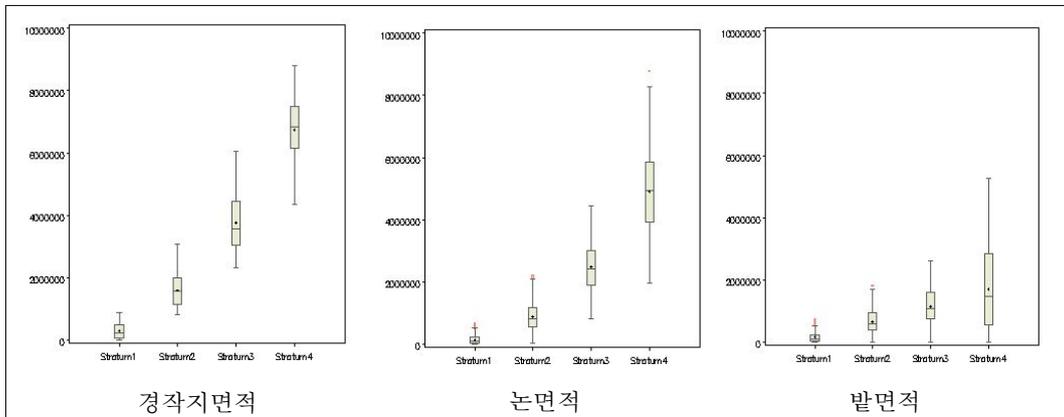
9) 중복

	경작지비율G			경작지중논비율G			경작지중밭비율G			경작지중하우스G			경작지중과수G			경작지중기타G		
	N	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%	N	%	%
없음	880	45.6		959	49.6		894	46.3		1,674	86.7		1,339	69.3		1,309	67.8	
10% 이하	402	20.8	38.2	91	4.7	9.4	13	0.7	1.3	256	13.3	99.2	459	23.8	77.4	611	31.6	98.1
20% 이하	244	12.6	23.2	111	5.8	11.4	38	2.0	3.7	1	0.1	0.4	69	3.6	11.6	8	0.4	1.3
30% 이하	180	9.3	17.1	117	6.1	12.0	82	4.2	7.9	1	0.1	0.4	30	1.6	5.1	1	0.1	0.2
40% 이하	105	5.4	10.0	160	8.3	16.4	138	7.1	13.3				17	0.9	2.9	1	0.1	0.2
50% 이하	58	3.0	5.5	168	8.7	17.3	163	8.4	15.7				6	0.3	1.0			
60% 이하	31	1.6	2.9	136	7.0	14.0	167	8.6	16.1				1	0.1	0.2	1	0.1	0.2
70% 이하	20	1.0	1.9	109	5.6	11.2	125	6.5	12.0				3	0.2	0.5	1	0.1	0.2
80% 이하	11	0.6	1.0	47	2.4	4.8	92	4.8	8.9				5	0.3	0.8			
90% 이하	1	0.1	0.1	14	0.7	1.4	89	4.6	8.6				1	0.1	0.2			
100% 이하				20	1.0	2.1	131	6.8	12.6				2	0.1	0.3			
합계	1,932	100.0	100.0	1,932	100.0	100.0	1,932	100.0	100.0	1,932	100.0	100.0	1,932	100.0	100.0	1,932	100.0	100.0
유효 합계	1,052	54.5		973	50.4		1,038	53.7		258	13.4		593	30.7		623	32.2	

⁽¹⁾ : 전체 PSU 비율 ⁽²⁾ : 유효 PSU 비율

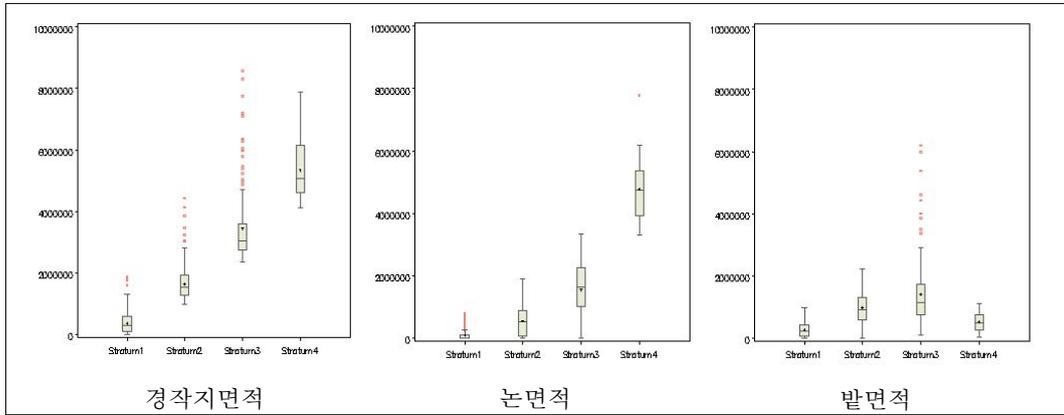
부록 Ⅷ. 전국 시도 총별 특성분석

1) 전북



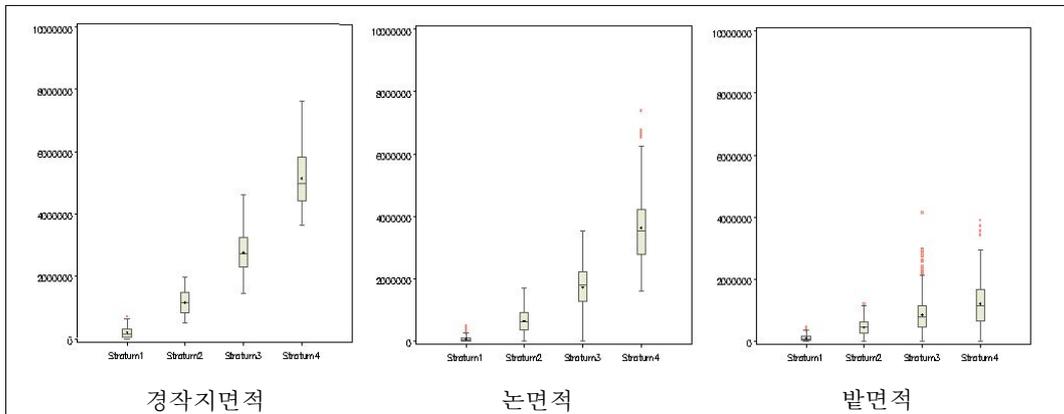
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	1170	2,446,800.3	2,336,385.4
	1	391	295,667.4	251,077.6
	2	338	1,587,504.7	502,298.7
	3	257	3,766,593.5	907,613.2
	4	184	6,753,039.7	881,336.7
논	전체	1170	1,615,051.5	1,808,908.7
	1	391	131,365.7	147,399.4
	2	338	873,900.2	404,340.2
	3	257	2,495,274.3	734,848.7
	4	184	4,899,904.8	1,464,369.9
밭	전체	1170	760,937.4	836,285.6
	1	391	153,766.8	156,541.7
	2	338	658,003.2	388,295.1
	3	257	1,147,786.6	590,471.0
	4	184	1,699,932.8	1,321,372.8
하우스	전체	1170	11,216.4	32,469.6
	1	391	1,257.3	7,612.8
	2	338	6,862.3	18,750.7
	3	257	19,980.6	37,848.3
	4	184	28,136.4	57,594.4
과수	전체	1170	33,826.1	93,821.6
	1	391	6,212.9	22,120.5
	2	338	27,830.7	68,469.7
	3	257	60,088.3	134,404.2
	4	184	66,836.3	132,377.4
기타	전체	1170	25,768.9	46,754.5
	1	391	3,064.6	9,931.4
	2	338	20,908.3	37,378.2
	3	257	43,463.7	55,893.2
	4	184	58,229.4	64,548.6

2) 강원



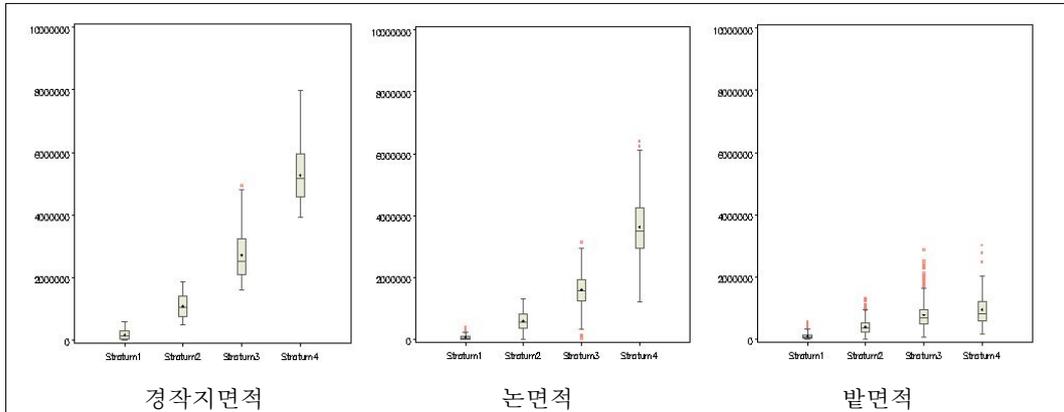
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	1952	988,932.8	1,147,953.5
	1	1289	366,489.2	316,483.4
	2	477	1,627,710.2	471,972.4
	3	165	3,450,371.1	1,166,993.1
	4	21	5,345,871.1	1,006,788.6
논	전체	1952	367,986.9	726,566.3
	1	1289	80,292.1	136,148.5
	2	477	542,240.4	451,569.7
	3	165	1,550,433.4	865,856.7
	4	21	4,778,274.5	1,133,672.7
밭	전체	1952	539,088.2	594,604.0
	1	1289	267,559.7	246,018.8
	2	477	974,459.1	487,812.1
	3	165	1,404,634.2	1,067,601.6
	4	21	515,912.7	357,871.2
하우스	전체	1952	55,092.4	494,606.8
	1	1289	8,961.9	88,075.0
	2	477	77,950.1	473,524.9
	3	165	355,219.0	1,445,449.5
	4	21	9,292.7	26,250.6
과수	전체	1952	14,468.1	157,732.2
	1	1289	3,602.5	34,750.8
	2	477	10,559.0	47,618.3
	3	165	111,955.3	518,991.7
	4	21	4,236.0	8,572.5
기타	전체	1952	12,297.2	65,059.9
	1	1289	6,073.1	25,118.1
	2	477	22,501.7	121,278.3
	3	165	28,129.2	37,169.8
	4	21	38,155.3	56,007.8

3) 경기



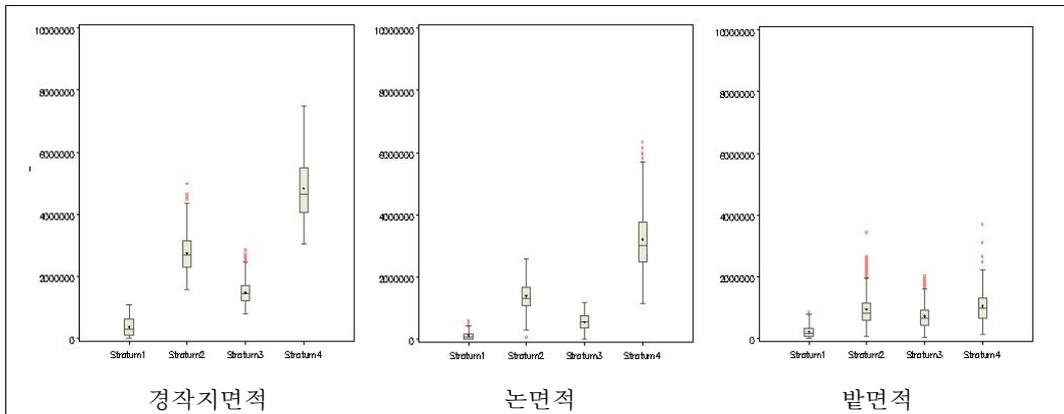
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	1831	1,651,557.0	1,694,364.5
	1	680	180,359.9	164,154.1
	2	496	1,150,540.2	375,183.2
	3	432	2,743,850.7	595,757.7
	4	223	5,136,074.3	933,313.7
논	전체	1831	1,047,286.1	1,284,154.8
	1	680	70,256.7	104,290.8
	2	496	640,345.8	390,051.2
	3	432	1,717,314.6	763,184.3
	4	223	3,633,699.2	1,096,829.8
밭	전체	1831	504,973.5	564,886.2
	1	680	99,353.6	106,417.6
	2	496	442,991.3	243,933.4
	3	432	850,498.7	569,932.7
	4	223	1,210,344.3	766,679.7
하우스	전체	1831	14,439.6	67,677.9
	1	680	2,169.5	17,524.1
	2	496	10,477.5	56,100.6
	3	432	29,540.3	92,155.4
	4	223	31,414.6	109,919.7
과수	전체	1831	38,228.7	161,791.2
	1	680	3,929.1	24,079.4
	2	496	20,600.0	72,394.0
	3	432	63,798.2	228,290.0
	4	223	132,496.1	294,349.9
기타	전체	1831	46,629.0	84,479.4
	1	680	4,651.0	14,790.8
	2	496	36,125.6	62,101.9
	3	432	82,698.9	97,706.5
	4	223	128,120.2	127,204.8

4) 경남



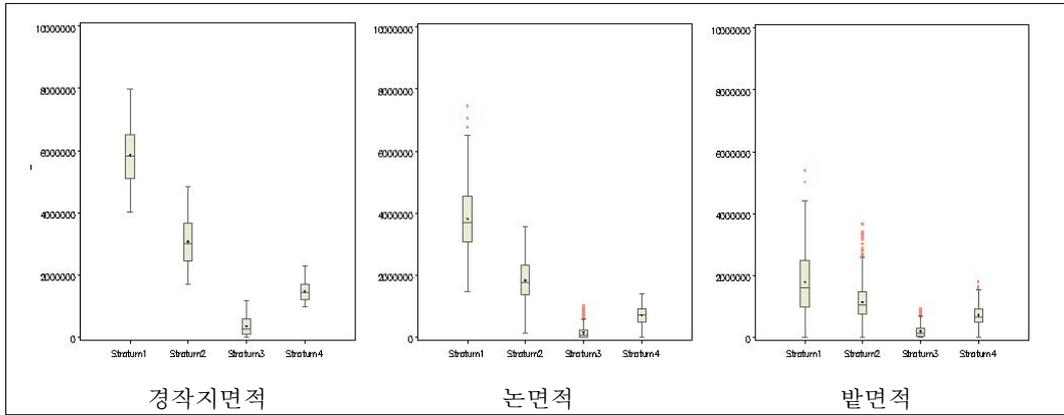
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	1919	1,416,087.4	1,374,618.8
	1	619	164,874.2	146,781.4
	2	685	1,075,995.2	368,493.3
	3	532	2,708,662.7	732,754.5
	4	83	5,269,269.9	879,780.6
논	전체	1919	825,099.4	937,251.7
	1	619	58,415.7	84,055.0
	2	685	579,178.1	303,020.0
	3	532	1,597,417.7	526,792.9
	4	83	3,622,206.6	1,095,114.7
밭	전체	1919	426,869.9	407,984.5
	1	619	94,009.1	102,596.8
	2	685	396,817.9	233,337.9
	3	532	771,033.9	421,276.3
	4	83	951,342.6	565,482.6
하우스	전체	1919	47,241.3	207,723.3
	1	619	1,849.3	12,148.9
	2	685	18,758.8	78,642.4
	3	532	80,668.2	227,455.4
	4	83	406,580.1	679,163.3
과수	전체	1919	94,515.3	244,756.6
	1	619	7,946.9	25,738.1
	2	685	64,413.7	122,604.3
	3	532	216,002.1	381,619.7
	4	83	209,870.2	392,939.7
기타	전체	1919	22,361.5	67,833.1
	1	619	2,653.2	8,302.6
	2	685	16,826.7	31,547.0
	3	532	43,540.8	84,348.0
	4	83	79,270.4	208,224.4

5) 경북



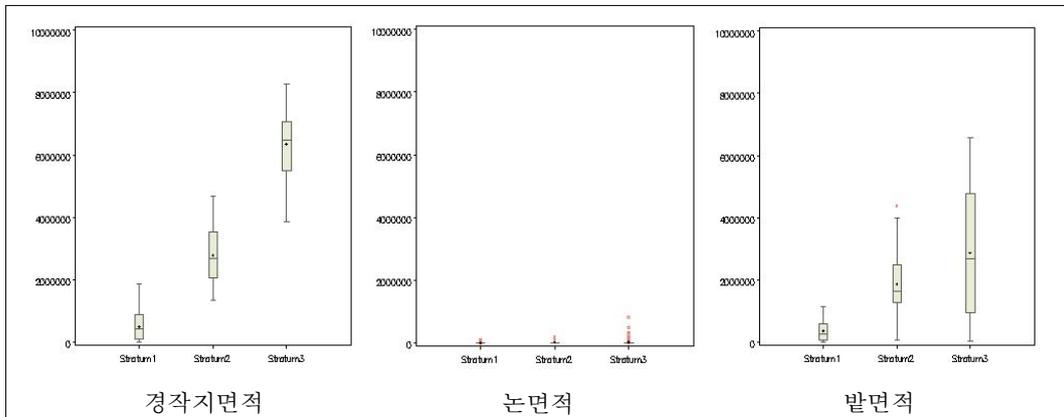
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	2784	1,530,135.7	1,442,235.8
	1	1234	355,895.4	297,630.6
	2	589	2,732,850.5	610,389.5
	3	724	1,473,315.5	370,574.7
	4	237	4,828,664.7	980,141.1
논	전체	2784	754,684.4	969,134.2
	1	1234	107,151.5	132,775.2
	2	589	1,387,911.4	436,681.5
	3	724	542,911.0	258,080.0
	4	237	3,199,448.0	985,608.0
밭	전체	2784	561,778.6	488,148.9
	1	1234	207,008.9	194,207.5
	2	589	931,097.9	497,173.5
	3	724	709,327.9	375,943.9
	4	237	1,040,391.1	518,411.6
하우스	전체	2784	15,464.4	66,970.3
	1	1234	1,482.4	13,946.8
	2	589	30,921.0	86,113.8
	3	724	9,158.2	55,464.8
	4	237	69,116.1	139,071.9
과수	전체	2784	181,198.1	348,213.2
	1	1234	36,999.1	84,896.3
	2	589	349,277.0	458,849.8
	3	724	196,830.6	284,720.6
	4	237	466,535.9	597,939.5
기타	전체	2784	17,010.2	32,674.0
	1	1234	3,253.5	11,270.4
	2	589	33,643.2	40,065.9
	3	724	15,087.8	27,641.7
	4	237	53,173.7	50,801.6

6) 전남



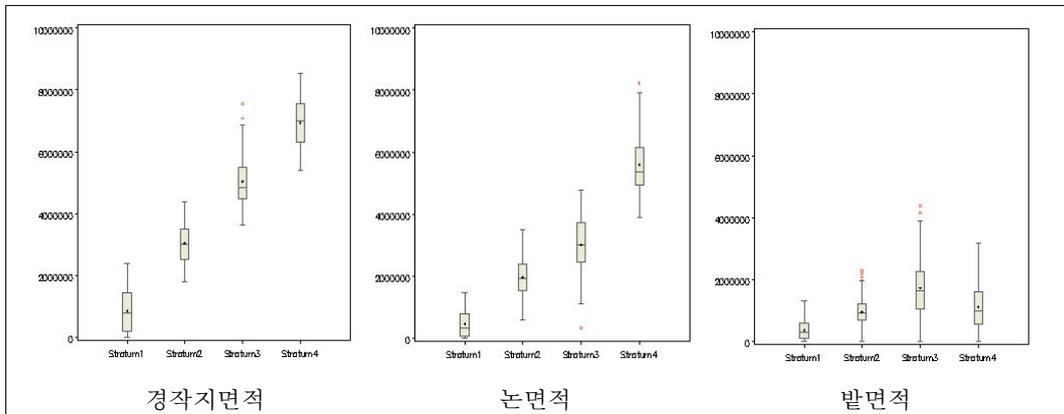
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	2250	1,887,220.9	1,896,513.9
	1	258	5,867,400.0	887,701.7
	2	596	3,078,143.8	735,778.6
	3	1024	343,420.2	298,593.4
	4	372	1,468,338.5	307,112.1
논	전체	2250	1,102,629.5	1,310,992.2
	1	258	3,814,728.5	1,135,366.9
	2	596	1,833,252.7	642,301.3
	3	1024	139,061.4	175,921.6
	4	372	703,491.8	289,373.0
밭	전체	2250	708,733.3	739,927.6
	1	258	1,782,571.8	1,037,094.1
	2	596	1,131,917.7	579,397.8
	3	1024	190,079.9	192,023.7
	4	372	713,660.5	318,855.3
하우스	전체	2250	29,078.4	118,803.0
	1	258	126,798.2	281,229.2
	2	596	41,929.3	108,091.8
	3	1024	3,230.4	25,281.7
	4	372	11,867.3	34,998.2
과수	전체	2250	31,597.2	117,777.6
	1	258	100,607.1	282,650.3
	2	596	47,965.2	106,520.9
	3	1024	7,276.8	28,844.0
	4	372	24,458.4	53,192.3
기타	전체	2250	15,182.5	28,978.9
	1	258	42,694.4	50,263.5
	2	596	23,078.9	28,995.0
	3	1024	3,771.7	11,814.0
	4	372	14,860.5	24,928.6

7) 제주



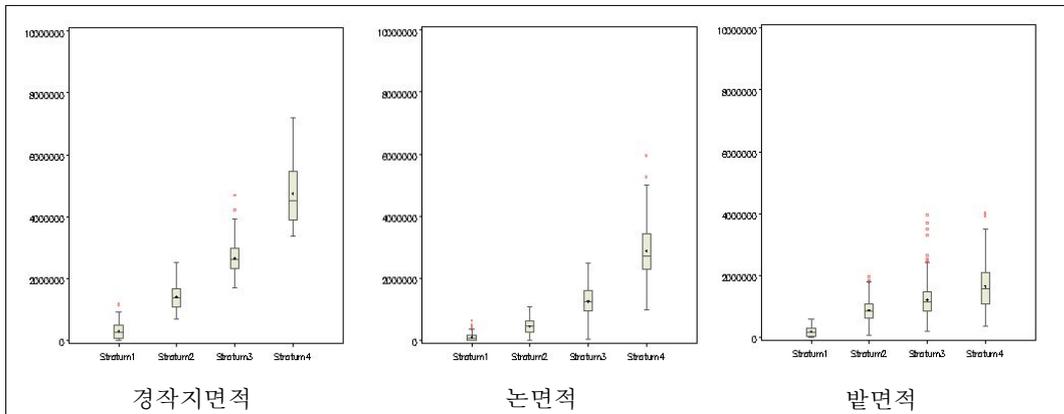
	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	258	2,924,713.3	2,587,281.8
	1	107	491,537.5	443,538.8
	2	72	2,771,621.9	875,014.8
	3	79	6,359,806.8	998,697.5
논	전체	258	16,166.4	70,991.8
	1	107	3,065.6	15,404.7
	2	72	13,238.8	36,548.6
	3	79	36,578.8	120,007.6
밭	전체	258	1,544,421.7	1,671,363.1
	1	107	349,420.5	347,529.3
	2	72	1,867,778.7	1,044,470.2
	3	79	2,868,262.4	2,053,393.8
하우스	전체	258	145,207.6	282,070.7
	1	107	18,024.9	65,618.2
	2	72	102,903.7	218,647.3
	3	79	356,023.0	379,382.2
과수	전체	258	1,186,496.2	1,829,961.3
	1	107	96,526.7	231,695.6
	2	72	755,252.1	946,091.1
	3	79	3,055,816.7	2,192,134.4
기타	전체	258	32,421.4	69,181.8
	1	107	24,499.7	74,528.0
	2	72	32,448.7	56,485.7
	3	79	43,125.8	71,518.5

8) 충남



	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	1424	2,458,192.6	2,045,035.1
	1	738	857,695.8	683,926.0
	2	384	3,038,838.5	591,502.0
	3	209	5,049,079.9	796,607.0
	4	93	6,938,871.0	740,962.5
논	전체	1424	1,577,605.5	1,551,971.2
	1	738	462,705.5	421,275.0
	2	384	1,966,442.6	617,706.2
	3	209	3,014,411.3	868,084.0
	4	93	5,590,404.5	985,696.8
밭	전체	1424	758,435.9	701,775.6
	1	738	350,157.5	311,071.9
	2	384	938,790.4	399,357.3
	3	209	1,715,999.8	928,441.2
	4	93	1,101,688.8	744,627.4
하우스	전체	1424	7,203.2	35,740.5
	1	738	4,845.6	27,746.4
	2	384	6,607.9	21,998.5
	3	209	12,592.5	51,654.1
	4	93	16,257.9	73,134.6
과수	전체	1424	79,086.6	256,151.1
	1	738	24,936.2	77,271.4
	2	384	75,805.9	167,509.4
	3	209	231,234.9	531,377.6
	4	93	180,417.8	353,983.9
기타	전체	1424	35,861.4	65,562.2
	1	738	15,051.0	39,401.9
	2	384	51,191.7	74,397.9
	3	209	74,841.5	91,591.9
	4	93	50,102.0	62,667.2

9) 층부



	Stratum	N	MEAN	SD
경작지면적	전체	1052	1,683,191.9	1,501,770.0
	1	371	296,329.9	238,188.4
	2	320	1,395,011.0	385,762.5
	3	238	2,646,704.8	506,871.1
	4	123	4,751,709.4	998,924.1
논	전체	1052	788,487.9	972,485.0
	1	371	93,190.6	116,109.3
	2	320	442,664.8	256,934.4
	3	238	1,253,981.8	466,452.6
	4	123	2,884,676.0	935,139.3
밭	전체	1052	793,917.2	661,146.6
	1	371	177,392.6	151,005.7
	2	320	864,558.6	350,199.0
	3	238	1,218,440.1	557,655.4
	4	123	1,648,298.7	717,768.6
하우스	전체	1052	5,846.4	22,565.4
	1	371	417.5	2,440.2
	2	320	3,286.0	16,579.9
	3	238	10,109.9	28,418.0
	4	123	20,632.8	41,451.6
과수	전체	1052	76,117.4	187,686.1
	1	371	22,618.7	83,844.1
	2	320	70,063.4	190,945.7
	3	238	130,881.5	265,745.0
	4	123	147,266.8	172,818.9
기타	전체	1052	18,823.0	33,620.1
	1	371	2,710.4	6,666.9
	2	320	14,438.1	25,163.3
	3	238	33,291.4	39,657.6
	4	123	50,835.0	51,090.6

부록 Ⅸ. 전국 층별, 시도별 표본크기

1) 전북

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
고창군	4	6	0	8	18
군산시	3	0	4	0	7
김제시	4	3	6	6	19
남원시	12	4	1	0	17
무주군	11	3	0	1	15
부안군	7	1	1	2	11
순창군	10	4	0	0	14
완주군	21	6	1	3	31
익산시	3	1	5	2	11
임실군	11	5	0	1	17
장수군	8	7	0	1	16
전주시	2	1	1	2	6
정읍시	3	4	3	4	14
진안군	8	6	0	0	14
총합	107	51	22	30	210

2) 강원

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
강릉시	12	7	2	14	35
고성군	1	3	0	4	8
동해시	2	0	0	0	2
삼척시	9	5	1	0	15
속초시	1	0	0	0	1
양구군	2	6	3	1	12
양양군	2	4	0	1	7
영월군	9	11	8	1	29
원주시	2	8	0	4	14
인제군	4	1	0	0	5
정선군	9	9	9	0	27
철원군	2	3	0	14	19
춘천시	8	11	0	5	24
태백시	4	4	1	0	9
평창군	7	11	13	3	34
홍천군	18	14	2	4	38
화천군	1	1	0	0	2
횡성군	10	7	7	8	32
합계	103	105	46	59	313

3) 경기

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
가평군	1	0	1	0	2
강동구	1	0	0	0	1
강서구	0	1	0	0	1
강화군	8	1	5	4	18
고양시	2	0	1	0	3
과천시	1	0	0	0	1
광주시	8	1	4	0	13
구리시	0	0	1	0	1
김포시	4	1	2	1	8
남구	1	0	0	0	1
남동구	0	1	1	0	2
남양주	9	0	4	1	14
도봉구	1	0	0	0	1
동두천	4	0	0	0	4
마포구	1	0	0	0	1
부천시	3	0	0	0	3
부평구	2	0	0	0	2
서구	3	0	0	0	3
서초구	0	0	1	0	1
성남시	2	0	2	0	4
송파구	1	0	0	0	1
수원시	2	0	1	0	3
안산시	2	0	1	0	3
안성시	6	4	8	6	24
양주시	3	1	4	0	8
양평군	10	1	0	0	11
여주군	3	0	4	2	9
연천군	6	3	6	0	15
오산시	2	0	0	0	2
용인시	7	0	6	0	13
의왕시	1	0	0	0	1
의정부	1	0	0	0	1
이천시	1	1	4	4	10
중구	1	0	0	0	1
중랑구	2	0	0	0	2
파주시	4	5	1	2	12
평택시	4	2	2	5	13
포천시	11	0	7	2	20
하남시	4	0	0	0	4
화성시	4	3	4	4	15
합계	126	25	70	31	252

4) 경남

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
강서구	1	0	0	1	2
거제시	9	2	1	1	13
거창군	6	7	8	2	23
고성군	4	2	3	2	11
금정구	1	0	0	0	1
기장군	3	0	2	0	5
김해시	4	2	1	2	9
남구	5	0	0	0	5
동구	2	0	0	0	2
동래구	1	0	0	0	1
마산시	3	0	0	0	3
밀양시	4	2	2	2	10
부산진	2	0	0	0	2
북구	3	1	2	0	6
사상구	2	0	0	0	2
사천시	4	0	0	1	5
산청군	1	1	5	0	7
양산시	6	1	0	0	7
울주군	3	8	4	1	16
의령군	4	0	1	0	5
진주시	2	3	3	2	10
창녕군	6	1	6	2	15
창원시	7	0	4	1	12
통영시	3	0	2	0	5
하동군	5	2	5	1	13
함안군	5	1	5	1	12
함양군	3	4	3	1	11
합천군	8	4	3	0	15
해운대	1	0	0	0	1
합계	108	41	60	20	229

5) 경북

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
경산시	2	0	1	2	5
경주시	11	4	1	2	18
고령군	3	0	0	0	3
구미시	4	2	2	1	9
군위군	7	1	0	0	8
김천시	7	5	2	3	17
달서구	1	0	0	0	1
달성군	5	2	2	1	10
동구	2	0	0	0	2
문경시	7	3	1	2	13
봉화군	3	0	1	0	4
상주시	3	4	0	0	7
성주군	2	2	1	0	5
안동시	10	0	3	1	14
영덕군	8	0	0	0	8
영양군	5	0	4	0	9
영주시	6	3	3	0	12
영천시	5	6	4	0	15
예천군	7	2	1	2	12
울진군	2	2	0	0	4
의성군	5	5	2	2	14
청도군	8	2	1	0	11
청송군	4	0	2	0	6
칠곡군	9	4	1	0	14
포항시	4	0	2	0	6
합계	130	47	34	16	227

6) 전남

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
강진군	4	5	5	0	14
고흥군	2	4	3	0	9
곡성군	0	0	3	0	3
광산군	0	3	0	0	3
광양시	0	1	8	0	9
구례군	1	1	3	0	5
나주시	5	4	4	3	16
남구	0	1	0	0	1
담양군	3	1	3	0	7
동구	0	0	2	0	2
목포시	0	0	2	0	2
무안군	0	3	11	4	18
보성군	2	6	10	0	18
북구	0	0	3	0	3
서구	0	1	1	0	2
순천시	0	1	14	0	15
신안군	1	2	11	0	14
여수시	0	0	8	0	8
영광군	1	3	5	1	10
영암군	5	1	6	2	14
완도군	0	2	8	0	10
장성군	1	3	2	0	6
장흥군	2	1	6	0	9
진도군	2	2	2	1	7
함평군	0	4	2	3	9
해남군	7	6	7	3	23
화순군	0	4	8	0	12
합계	36	59	137	17	249

7) 제주

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
서귀포	28	20	0	0	48
제주시	43	25	2	0	70
합계	71	45	2	0	118

8) 충남

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
공주시	1	12	1	0	14
금산군	1	6	7	0	14
논산시	1	5	4	1	11
당진군	0	2	9	1	12
대덕구	0	2	0	0	2
동구	0	1	0	0	1
보령시	0	8	11	0	19
부여군	1	10	6	2	19
서구	0	1	0	0	1
서산시	0	4	8	3	15
서천군	0	2	1	1	4
아산시	0	1	6	0	7
연기군	2	6	2	0	10
예산군	0	4	2	2	8
유성구	1	2	0	0	3
천안시	3	3	5	0	11
청양군	3	3	4	0	10
태안군	0	0	2	0	2
홍성군	0	1	5	0	6
총합	13	73	73	10	169

9) 충북

지역	1층	2층	3층	4층	표본크기
괴산군	10	4	3	3	20
단양군	3	2	1	0	6
보은군	2	5	1	6	14
영동군	7	5	0	1	13
옥천군	5	4	1	2	12
음성군	4	5	6	5	20
제천시	10	2	1	2	15
증평군	0	0	1	2	3
진천군	5	7	0	6	18
청원군	9	10	3	5	27
청주시	6	1	0	0	7
충주시	15	3	2	7	27
총계	76	48	19	39	182

부록 X. 전국 시도별 PSU, SSU 표본 정보

1) 전라북도

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
고창군	117	92	18	19.6	4,050	2,788	299	10.7
군산시	176	53	7	13.2	1,575	1,133	96	8.5
김제시	92	81	19	23.5	4,275	2,905	287	9.9
남원시	126	102	17	16.7	3,825	1,907	216	11.3
무주군	109	80	15	18.8	3,375	1,017	183	18.0
부안군	138	84	11	13.1	2,475	1,412	159	11.3
순창군	87	76	14	18.4	3,150	1,290	171	13.3
완주군	158	120	31	25.8	6,975	2,187	378	17.3
익산시	87	79	11	13.9	2,475	1,913	163	8.5
임실군	103	87	17	19.5	3,825	1,625	204	12.6
장수군	93	75	16	21.3	3,600	1,489	200	13.4
전주시	45	36	6	16.7	1,350	719	91	12.7
정읍시	120	99	14	14.1	3,150	2,364	220	9.3
진안군	124	106	14	13.2	3,150	1,438	168	11.7
총합	1,575	1,170	210	17.9	47,250	24,178	2,835	11.7

2) 강원도

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
강릉시	153	122	35	28.7	7,875	3,952	450	11.4
고성군	104	68	8	11.8	1,800	1,208	96	7.9
동해시	38	23	2	8.7	450	131	24	18.3
삼척시	171	144	15	10.4	3,375	1,108	180	16.2
속초시	23	12	1	8.3	225	33	12	36.4
양구군	101	71	12	16.9	2,700	1,202	152	12.6
양양군	96	67	7	10.4	1,575	812	87	10.7
영월군	175	150	29	19.3	6,525	2,833	351	12.4
원주시	136	115	14	12.2	3,150	1,809	182	10.1
인제군	225	146	5	3.4	1,125	290	60	20.7
정선군	177	152	27	17.8	6,075	2,686	327	12.2
철원군	138	89	19	21.3	4,275	2,749	255	9.3
춘천시	165	135	24	17.8	5,400	2,240	294	13.1
태백시	59	45	9	20.0	2,025	687	108	15.7
평창군	210	180	34	18.9	7,650	3,958	444	11.2
홍천군	264	218	38	17.4	8,550	2,972	450	15.1
화천군	137	90	2	2.2	450	269	24	8.9
횡성군	146	125	32	25.6	7,200	3,354	384	11.4
총합	2,518	1,952	313	16.0	70,425	32,293	3,880	12.0

3) 경기도

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
가평군	126	98	2	2.0	450	278	24	8.6
고양시	51	40	3	7.5	675	367	44	12.0
과천시	10	6	1	16.7	225	76	12	15.8
광주시	73	66	13	19.7	2,925	953	128	13.4
구리시	12	9	1	11.1	225	113	12	10.6
김포시	53	45	8	17.8	1,800	873	99	11.3
남양주	73	64	14	21.9	3,150	1,264	176	13.9
동두천	22	16	4	25.0	900	101	41	40.6
부천시	15	13	3	23.1	675	136	34	25.0
성남시	26	23	4	17.4	900	283	48	17.0
수원시	22	22	3	13.6	675	243	36	14.8
안산시	49	33	3	9.1	675	258	36	14.0
안성시	91	87	24	27.6	5,400	2,931	264	9.0
양주시	57	46	8	17.4	1,800	734	96	13.1
양평군	134	126	11	8.7	2,475	1,196	132	11.0
여주군	97	88	9	10.2	2,025	1,523	141	9.3
연천군	107	84	15	17.9	3,375	1,540	179	11.6
오산시	12	11	2	18.2	450	97	24	24.7
용인시	98	94	13	13.8	2,925	1,449	165	11.4
의왕시	16	12	1	8.3	225	75	12	16.0
의정부	19	16	1	6.3	225	103	12	11.7
이천시	75	71	10	14.1	2,250	1,591	155	9.7
파주시	105	93	12	12.9	2,700	1,480	142	9.6
평택시	75	72	13	18.1	2,925	1,742	176	10.1
포천시	126	109	20	18.3	4,500	1,770	244	13.8
하남시	21	17	4	23.5	900	149	48	32.2
화성시	129	118	15	12.7	3,375	2,300	230	10.0
강동구	10	7	1	14.3	225	43	12	27.9
강서구	13	8	1	12.5	225	97	12	12.4
도봉구	9	5	1	20.0	225	73	12	16.4
마포구	9	3	1	33.3	225	6	6	100.0
서초구	14	10	1	10.0	225	126	12	9.5
송파구	11	8	1	12.5	225	19	12	63.2
중랑구	8	6	2	33.3	450	126	24	19.0
강화군	96	83	18	21.7	4,050	1,654	210	12.7
남구	8	4	1	25.0	225	10	10	100.0
남동구	17	10	2	20.0	450	188	24	12.8
부평구	10	8	2	25.0	450	38	24	63.2
서구	31	24	3	12.5	675	194	36	18.6
중구	38	21	1	4.8	225	100	12	12.0
총합	1,968	1,676	252	15.0	56,700	26,299	3,116	11.8

4) 경상남도

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
거제시	93	75	13	17.3	2,925	776	140	18.0
거창군	121	102	23	22.5	5,175	2,098	253	12.1
고성군	92	86	11	12.8	2,475	1,275	141	11.1
김해시	73	67	9	13.4	2,025	842	108	12.8
마산시	64	55	3	5.5	675	248	36	14.5
밀양시	122	108	10	9.3	2,250	1,171	128	10.9
사천시	76	71	5	7.0	1,125	583	63	10.8
산청군	120	96	7	7.3	1,575	1,063	90	8.5
양산시	75	67	7	10.4	1,575	274	80	29.2
의령군	77	74	5	6.8	1,125	494	60	12.1
진주시	107	103	10	9.7	2,250	1,498	132	8.8
창녕군	85	80	15	18.8	3,375	1,758	186	10.6
창원시	53	48	12	25.0	2,700	1,143	153	13.4
통영시	114	87	5	5.7	1,125	448	60	13.4
하동군	113	96	13	13.5	2,925	1,305	151	11.6
함안군	70	61	12	19.7	2,700	1,469	152	10.3
함양군	107	88	11	12.5	2,475	1,176	127	10.8
합천군	145	136	15	11.0	3,375	1,390	179	12.9
강서구	43	34	2	5.9	450	257	27	10.5
금정구	17	13	1	7.7	225	31	12	38.7
기장군	39	38	5	13.2	1,125	479	60	12.5
동래구	6	3	1	33.3	225	12	12	100.0
부산진	8	5	2	40.0	450	25	23	92.0
북구	11	10	1	10.0	225	30	12	40.0
사상구	12	11	2	18.2	450	42	24	57.1
해운대	13	12	1	8.3	225	36	12	33.3
남구	17	16	5	31.3	1,125	208	60	28.8
동구	13	9	2	22.2	450	93	24	25.8
북구	30	27	5	18.5	1,125	465	57	12.3
울주군	115	107	16	15.0	3,600	1,839	190	10.3
총합	2,031	1,785	229	12.8	51,525	22,528	2,752	12.2

5) 경상북도

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
경산시	71	62	5	8.1	1,125	551	66	12.0
경주시	188	174	18	10.3	4,050	1,771	220	12.4
고령군	72	68	3	4.4	675	342	36	10.5
구미시	97	90	9	10.0	2,025	944	111	11.8
군위군	99	93	8	8.6	1,800	804	96	11.9
김천시	153	138	17	12.3	3,825	1,713	148	8.6
문경시	142	129	13	10.1	2,925	1,053	161	15.3
봉화군	172	154	4	2.6	900	578	48	8.3
상주시	185	172	7	4.1	1,575	1,133	96	8.5
성주군	93	87	5	5.7	1,125	783	74	9.5
안동시	215	206	14	6.8	3,150	1,612	179	11.1
영덕군	112	100	8	8.0	1,800	623	96	15.4
영양군	122	112	9	8.0	2,025	783	106	13.5
영주시	106	94	12	12.8	2,700	1,349	153	11.3
영천시	130	121	15	12.4	3,375	1,744	183	10.5
예천군	103	99	12	12.1	2,700	1,203	137	11.4
울진군	149	120	4	3.3	900	553	48	8.7
의성군	173	162	14	8.6	3,150	1,988	177	8.9
청도군	112	97	11	11.3	2,475	999	130	13.0
청송군	128	115	6	5.2	1,350	494	76	15.4
칠곡군	76	71	14	19.7	3,150	747	119	15.9
포항시	177	161	6	3.7	1,350	833	72	8.6
달서구	16	12	1	8.3	225	22	12	54.5
달성군	78	67	10	14.9	2,250	705	104	14.8
동구	35	26	2	7.7	450	131	24	18.3
총합	3,004	2,730	227	8.3	51,075	23,458	2,672	11.4

6) 전라남도

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
강진군	86	74	14	18.9	3,150	1,346	153	11.4
고흥군	167	151	9	6.0	2,025	1,363	125	9.2
곡성군	85	77	3	3.9	675	331	36	10.9
광양시	71	64	9	14.1	2,025	672	97	14.4
구례군	70	55	5	9.1	1,125	447	63	14.1
나주시	100	98	16	16.3	3,600	2,282	253	11.1
담양군	77	69	7	10.1	1,575	861	93	10.8
목포시	22	15	2	13.3	450	38	24	63.2
무안군	95	92	18	19.6	4,050	1,523	223	14.6
보성군	112	105	18	17.1	4,050	1,537	183	11.9
순천시	139	126	15	11.9	3,375	1,433	180	12.6
신안군	274	198	14	7.1	3,150	1,201	176	14.7
여수시	172	126	8	6.3	1,800	634	96	15.1
영광군	101	80	10	12.5	2,250	993	134	13.5
영암군	101	90	14	15.6	3,150	1,737	198	11.4
완도군	175	132	10	7.6	2,250	722	128	17.7
장성군	84	81	6	7.4	1,350	769	78	10.1
장흥군	104	94	9	9.6	2,025	985	115	11.7
진도군	148	105	7	6.7	1,575	916	103	11.2
함평군	64	61	9	14.8	2,025	1,251	129	10.3
해남군	164	155	23	14.8	5,175	2,842	341	12.0
화순군	116	105	12	11.4	2,700	1,195	144	12.1
광산구	40	39	3	7.7	675	423	39	9.2
남구	19	16	1	6.3	225	161	12	7.5
동구	13	9	2	22.2	450	124	24	19.4
북구	27	21	3	14.3	675	231	36	15.6
서구	13	12	2	16.7	450	184	24	13.0
총합	2,639	2,250	249	11.1	56,025	26,201	3,207	12.2

7) 제주

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
서귀포	140	121	48	39.7	10,800	6,620	673	10.2
제주시	167	137	70	51.1	15,750	9,874	1,050	10.6
총합	307	258	118	45.7	26,550	16,494	1,723	10.4

8) 충남

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
공주시	138	129	14	10.9	3,150	1,886	168	8.9
금산군	92	79	14	17.7	3,150	1,837	176	9.6
논산시	88	82	11	13.4	2,475	1,603	157	9.8
당진군	113	100	12	12.0	2,700	2,325	219	9.4
보령시	129	93	19	20.4	4,275	2,526	265	10.5
부여군	98	95	19	20.0	4,275	2,323	244	10.5
서산시	118	111	15	13.5	3,375	2,525	224	8.9
서천군	70	59	4	6.8	900	802	54	6.7
아산시	84	79	7	8.9	1,575	1,440	112	7.8
연기군	63	60	10	16.7	2,250	1,157	118	10.2
예산군	87	85	8	9.4	1,800	1,321	108	8.2
천안시	103	100	11	11.0	2,475	1,454	157	10.8
청양군	80	74	10	13.5	2,250	1,265	126	10.0
태안군	138	95	2	2.1	450	393	40	10.2
홍성군	74	66	6	9.1	1,350	1,169	107	9.2
대덕구	18	15	2	13.3	450	179	24	13.4
동구	32	24	1	4.2	225	120	12	10.0
서구	23	19	1	5.3	225	112	12	10.7
유성구	35	34	3	8.8	675	262	30	11.5
총합	1,583	1,399	169	12.1	38,025	24,699	2,353	9.5

9) 충북

	전체 PSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU수	추출율(%)	표본PSU에 대한 SSU수	경지를 포함한 SSU 수	표본 SSU 수	추출율(%)
괴산군	129	119	20	16.8	4,500	2,135	259	12.1
단양군	121	100	6	6.0	1,350	629	72	11.4
보은군	89	82	14	17.1	3,150	1,990	185	9.3
영동군	123	110	13	11.8	2,925	1,466	159	10.8
옥천군	86	78	12	15.4	2,700	1,424	154	10.8
음성군	83	80	20	25.0	4,500	2,891	291	10.1
제천시	143	117	15	12.8	3,375	1,461	199	13.6
증평군	22	21	3	14.3	675	530	60	11.3
진천군	65	61	18	29.5	4,050	1,860	202	10.9
청원군	134	128	27	21.1	6,075	3,242	353	10.9
청주시	31	27	7	25.9	1,575	495	84	17.0
충주시	145	129	27	20.9	6,075	2,960	348	11.8
총합	1,171	1,052	182	17.3	40,950	21,083	2,366	11.2

부록 Ⅺ. 시범대상지역 총화맵

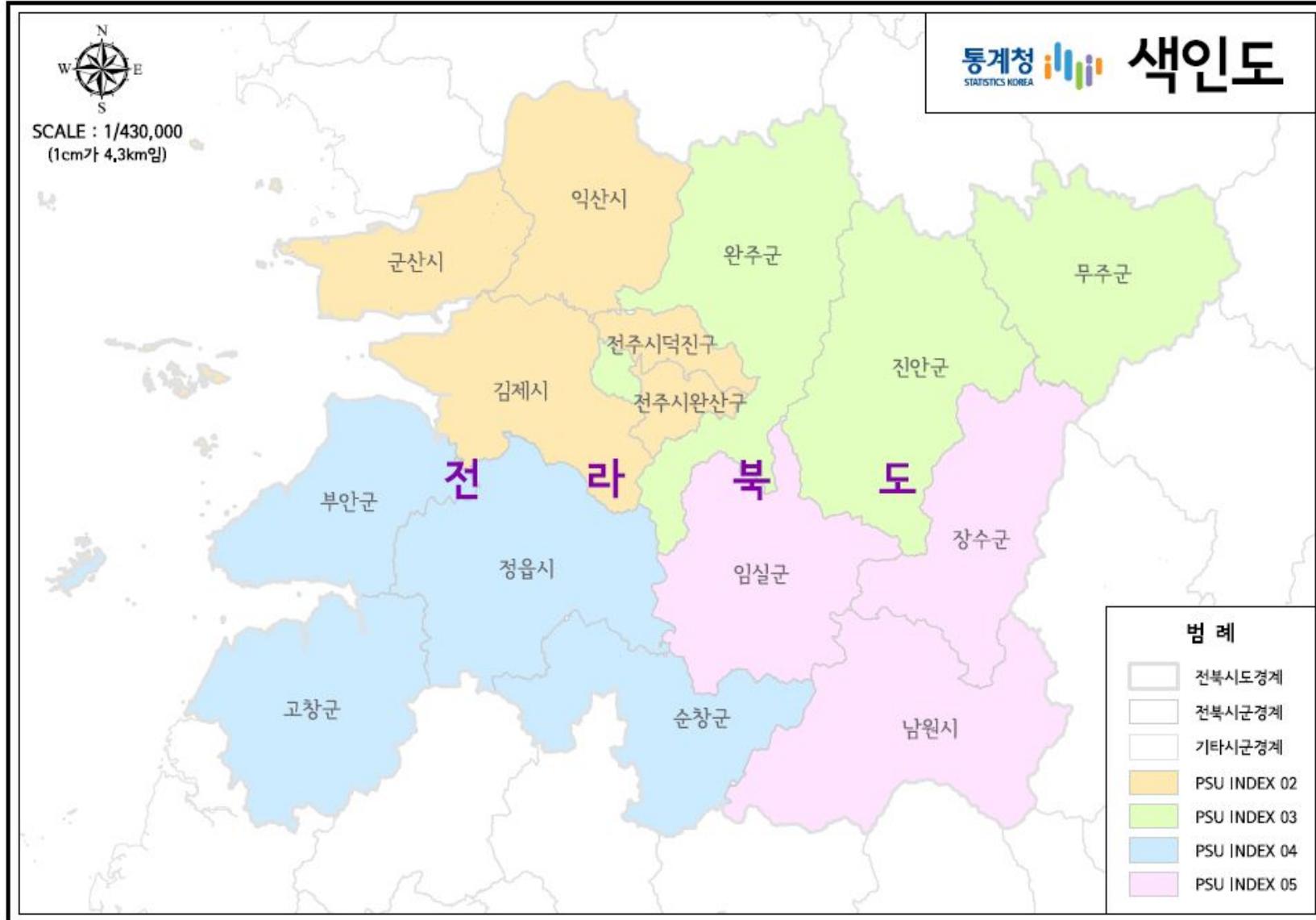


부록 ⅩII. 시범대상지역 표본지도

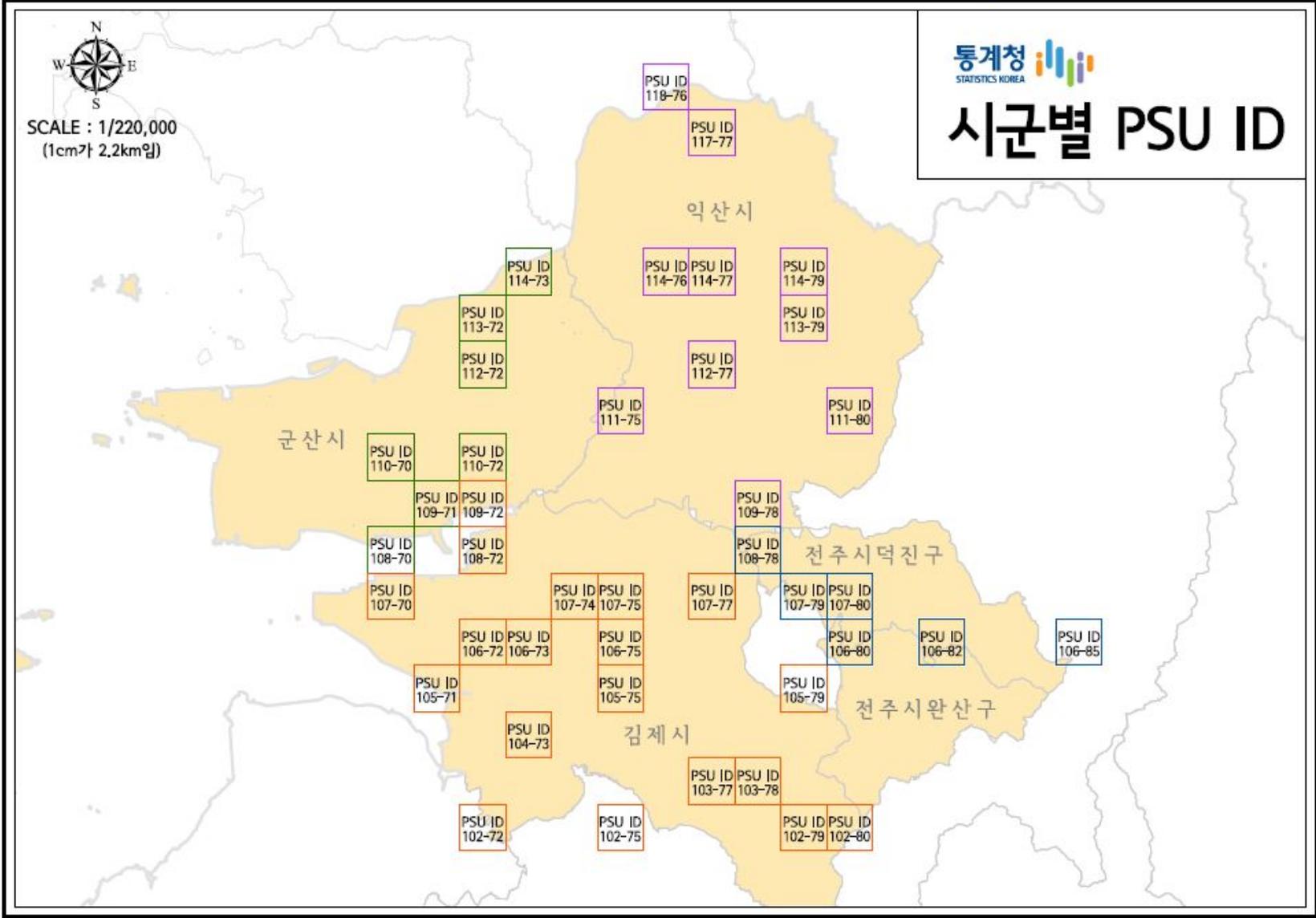


부록 XIII 시범대상지역 표본 색인도

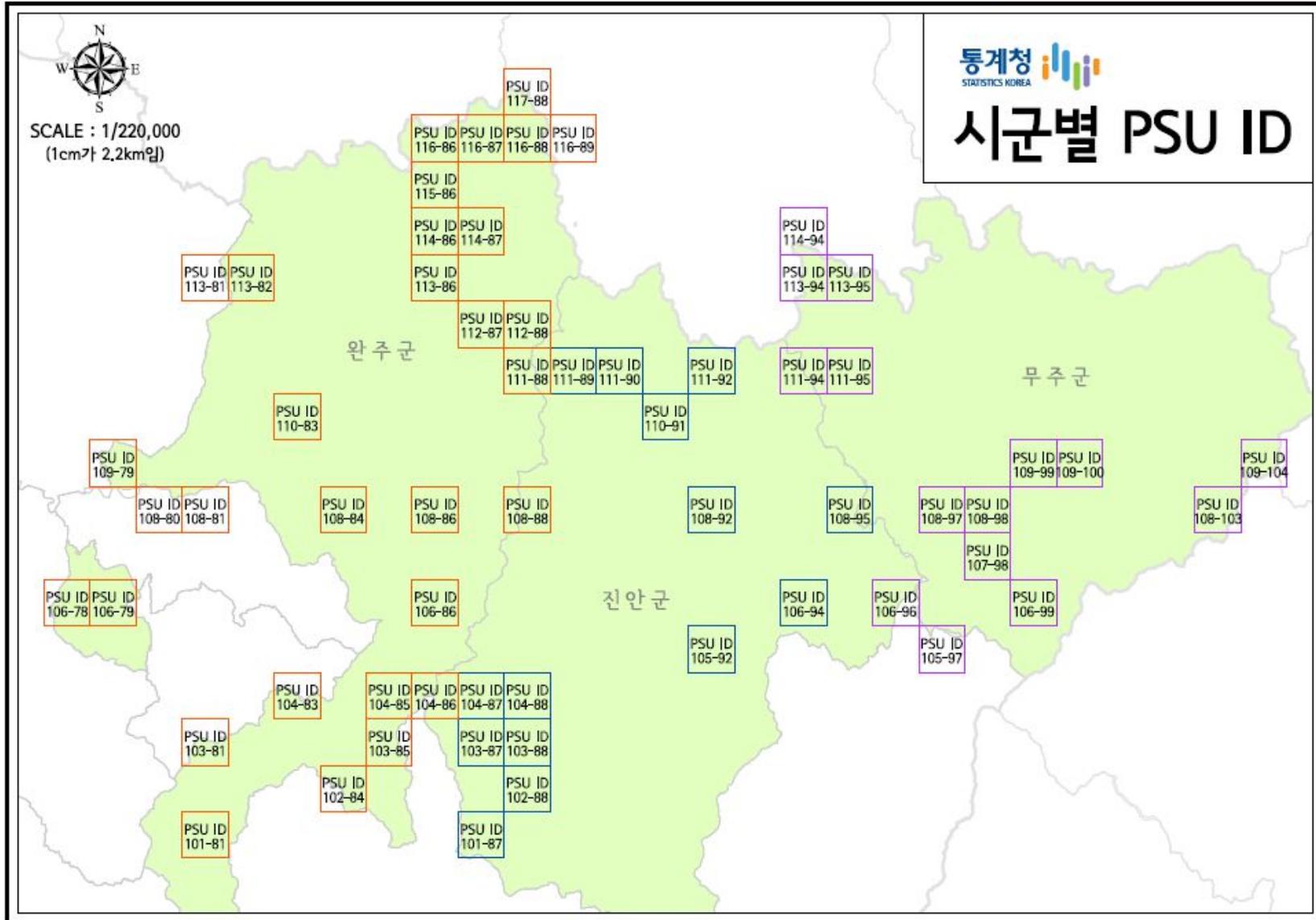
PSU INDEX 01



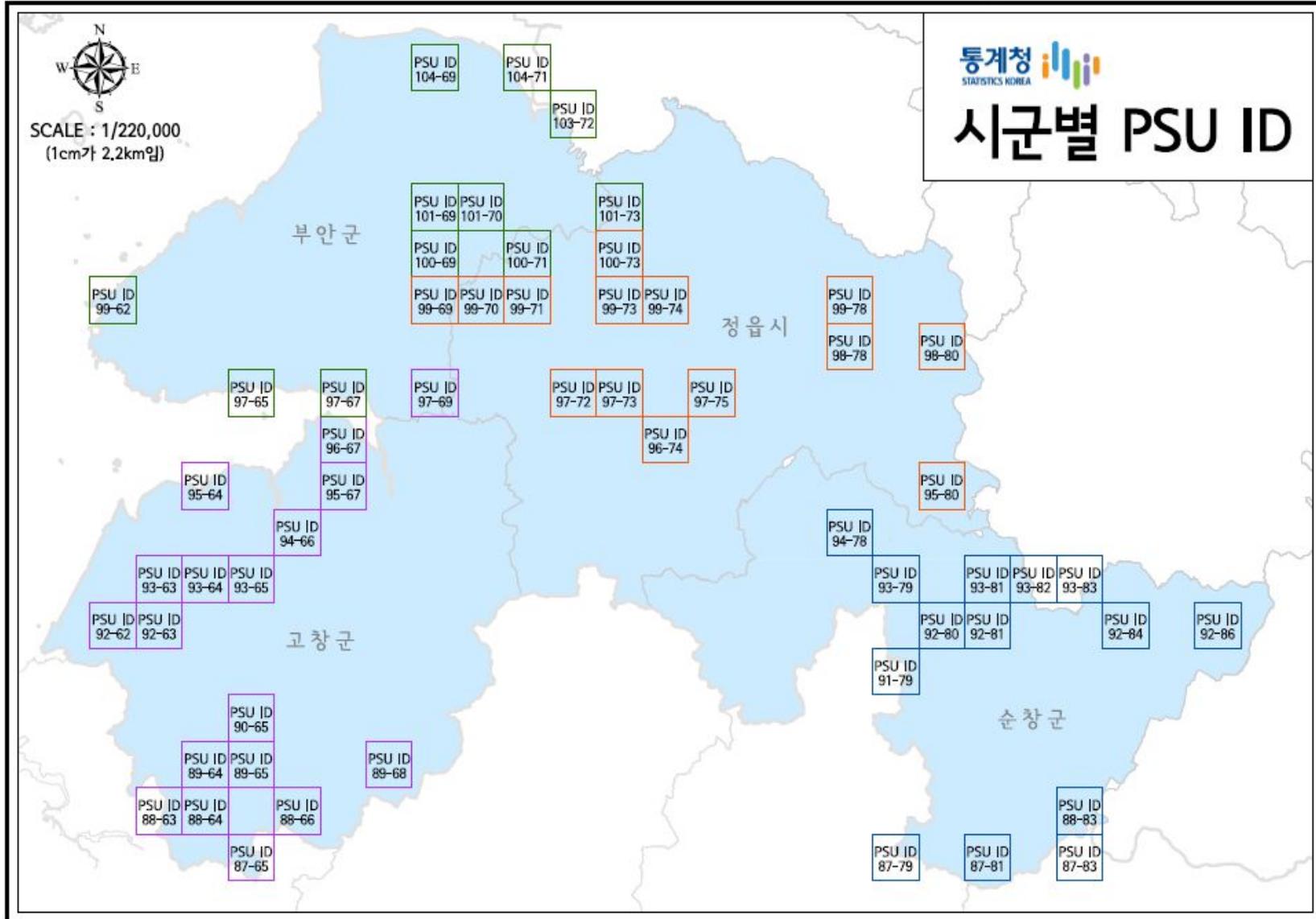
PSU INDEX 02



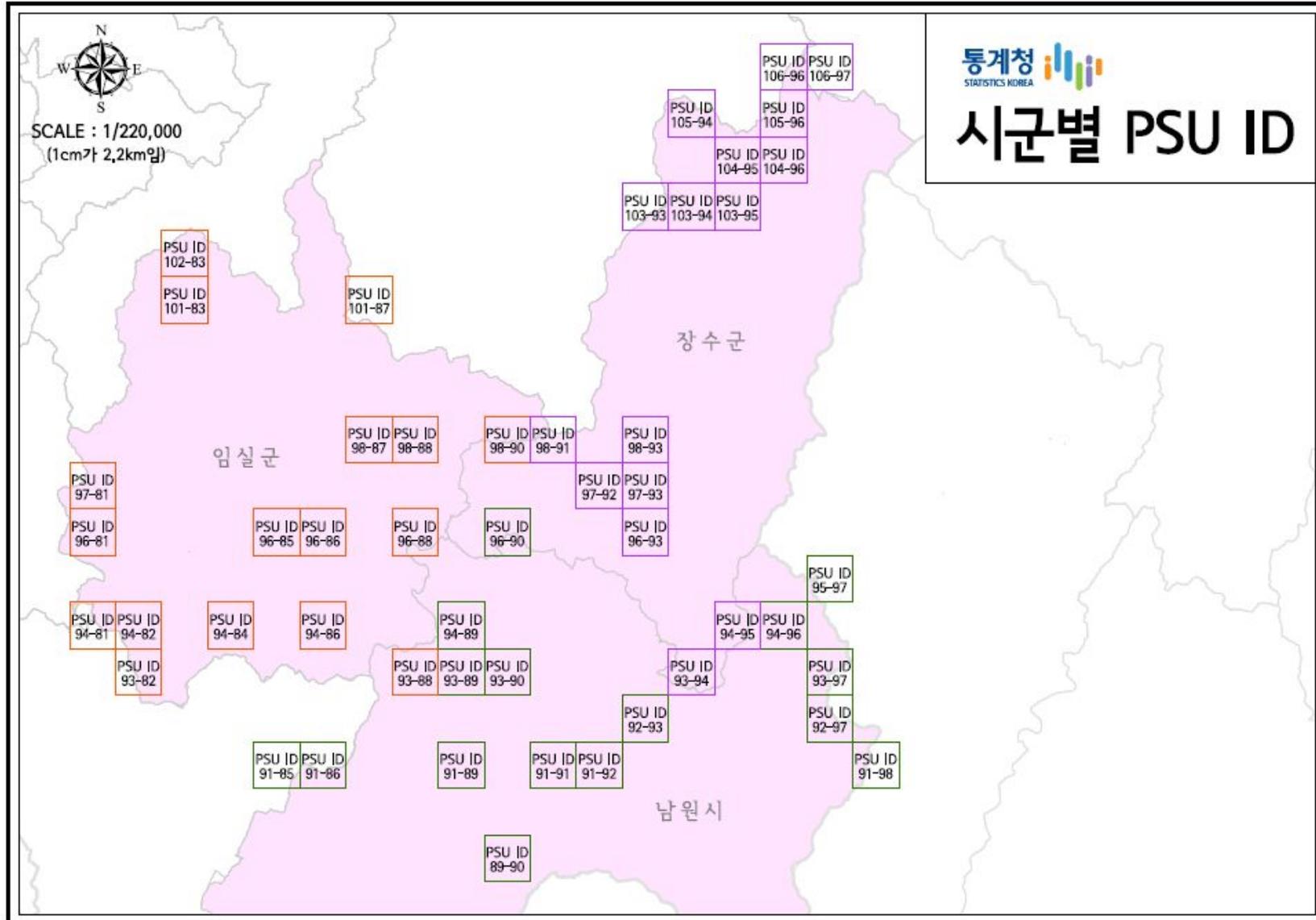
PSU INDEX 03



PSU INDEX 04



PSU INDEX 05



SSU INDEX

14-0	14-1	14-2	14-3	14-4	14-5	14-6	14-7	14-8	14-9	14-10	14-11	14-12	14-13	14-14
13-0	13-1	13-2	13-3	13-4	13-5	13-6	13-7	13-8	13-9	13-10	13-11	13-12	13-13	13-14
12-0	12-1	12-2	12-3	12-4	12-5	12-6	12-7	12-8	12-9	12-10	12-11	12-12	12-13	12-14
11-0	11-1	11-2	11-3	11-4	11-5	11-6	11-7	11-8	11-9	11-10	11-11	11-12	11-13	11-14
10-0	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7	10-8	10-9	10-10	10-11	10-12	10-13	10-14
9-0	9-1	9-2	9-3	9-4	9-5	9-6	9-7	9-8	9-9	9-10	9-11	9-12	9-13	9-14
8-0	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7	8-8	8-9	8-10	8-11	8-12	8-13	8-14
7-0	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-13	7-14
6-0	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7	6-8	6-9	6-10	6-11	6-12	6-13	6-14
5-0	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10	5-11	5-12	5-13	5-14
4-0	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12	4-13	4-14
3-0	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13	3-14
2-0	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13	2-14
1-0	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14
0-0	0-1	0-2	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	0-10	0-11	0-12	0-13	0-14



PSU별 SSU ID

범례

-  PSU (3km X 3km)
-  SSU (200m X 200m)
-  SSU ID

부록 XIV. 시범대상지역 분류지도 샘플

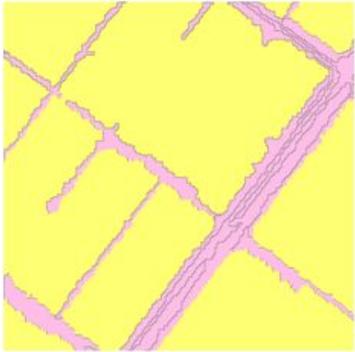


부록 XV. 시범대상지역 영상지도 샘플

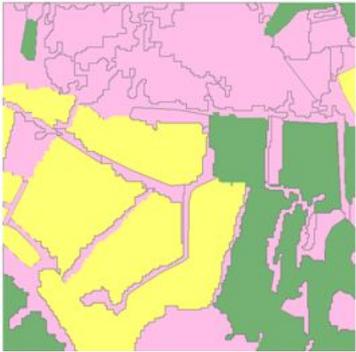


부록 XVI 시범대상지역 현장조사대장 샘플

부안 현장조사대장_논

영상이름	090915_1075_1267		조사자	BNT	조사번호	100--71-4--9-3
조사지주소	시도	부안	읍면	백산면	동리	대죽리
PT일련번호	P101-2780	영상좌표	X	35.6812	Y	126.78086
영상촬영일자	20090915			현장조사일자	20101119	
분류결과	논			현지조사결과	논	
특이사항						
KOMPSAT-2 자연색합성				분류결과		
KOMPSAT-2 위색합성				현장사진		

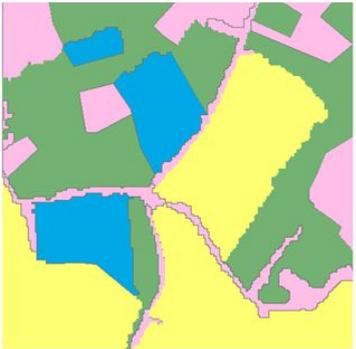
정읍 현장조사대장_밭

영상이름	090915_1075_1066		조사자	BNT	조사번호	99--71-2--0-5
조사지주소	시도	정읍	읍면	영월면	동리	신영리
PT일련번호	2788-2793	영상좌표	X	35.63133	Y	126.7616
영상촬영일자	20090915			현장조사일자	20101130	
분류결과	밭			현지조사결과	밭	
특이사항						
KOMPSAT-2 자연색합성				분류결과		
KOMPSAT-2 위색합성				현장사진		

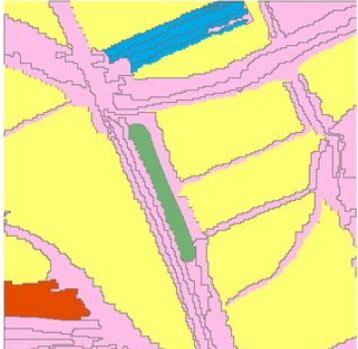
익산 현장조사대장_밭

영상이름	090510_1078_1269		조사자	BNT	조사번호	111--80-6--7-1
조사지주소	시도	익산	읍면	왕궁면	동리	밭산리
PT일련번호	2839-41	영상좌표	X	35.96567	Y	127.07323
영상촬영일자	20090915		현장조사일자	20101130		
분류결과	과수		현지조사결과	과수		
특이사항						
KOMPSAT-2 자연색합성			분류결과			
KOMPSAT-2 위색합성			현장사진			

군산 현장조사대장_시설재배지

영상이름	090410_1076_1269		조사자	BNT	조사번호	112--72-8--0-1
조사지주소	시도	군산	읍면	성사면	동리	도암리
PT일련번호	2839-41	영상좌표	X	35.99391	Y	126.79087
영상촬영일자	090410		현장조사일자	20101129		
분류결과	시설재배지		현지조사결과	시설재배지		
특이사항						
KOMPSAT-2 자연색합성			분류결과			
KOMPSAT-2 위색합성			현장사진			

임실 현장조사대장_논

영상이름	090407_1078_1267		조사자	BNT	조사번호	102--83-2--9-11
조사지주소	시도	읍면	읍면	신덕면	동리	월성리
PT일련번호	2890	영상좌표	X	35.71470	Y	127.177981
영상촬영일자	090407		현장조사일자	20101201		
분류결과	논		현지조사결과	논		
특이사항						
KOMPSAT-2 자연색합성			분류결과			
KOMPSAT-2 위색합성			현장사진			

※ 주의 내용

주 의

1. 이 보고서는 통계청에서 시행한 정책연구용역사업의 연구결과 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표 또는 인용할 때에는 반드시 통계청에서 시행한 정책연구용역사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 이 보고에 대한 저작 재산권 일체와 2차적 저작물 또는 편집저작물의 작성권은 통계청이 소유하며, 통계청은 정책상 필요시 보고서의 내용을 보완 또는 수정할 수 있습니다.