

통계청 정책연구용역

# 원격탐사기술 활용 경지 및 벼 재배면적 시범조사

(A Pilot Survey of Agricultural Land and Rice Cultivation Area  
using Remote Sensing Technology)

2011. 12.

통 계 청



# 제 출 문

통 계 청 장 귀 하

본 보고서를 “원격탐사기술 활용 경지 및 비 재  
배면적 시범조사” 과제의 연구결과보고서로 제출합니다.

2011년 12월 15일

(주)비엔티솔루션 김 계 영

## 연 구 진

---

연구책임자 민 병 결((주)비엔티솔루션 이사)  
공동연구자 김 은 모((주)비엔티솔루션 부장)  
함 보 영((주)비엔티솔루션 과장)  
변 혜 경((주)비엔티솔루션 과장)  
이 지 민((주)비엔티솔루션 차장)  
연구보조원 심 보 영((주)비엔티솔루션 과장)  
장 혜 자((주)비엔티솔루션 과장)  
이 수 경((주)비엔티솔루션 대리)  
이 창 석((주)비엔티솔루션 대리)  
양 주 원((주)비엔티솔루션 대리)  
박 주 흥((주)비엔티솔루션 대리)



# 원격탐사기술 활용 경지 및 벼 재배면적 시범조사

(A Pilot Survey of Agricultural Land and Rice Cultivation Area  
using Remote Sensing Technology)



# 목 차

제 1 장. 서 론 .....	1
1. 연구배경과 필요성 .....	1
2. 연구목적 .....	2
3. 연구의 범위 및 내용 .....	3
4. 연구 추진 일정 .....	5
제 2 장. 자료 입수 및 참조자료 구축 .....	6
1. 활용자료목록 및 현황 .....	6
2. 표본추출틀 구축 .....	7
3. 위성영상처리 .....	14
4. 경지경계구획도 검수 .....	26
5. 기타 자료 처리 .....	29
제 3 장. 표본 추출 .....	32
1. 표본 추출 개요 .....	32
2. 표본 추출틀 분석 .....	34
3. 1차 표본 추출 .....	35
4. 2차 표본 추출 .....	49
제 4 장. 원격탐사 활용 경지 및 벼 재배면적 판독 방안 .....	65
1. 개 요 .....	65
2. 작업 계획 수립 .....	65
3. 판독 기준 및 지침 수립 .....	68
4. 경지경계구획도 현행화 .....	83
5. 경지 판독 .....	85
6. 벼 재배 판독 .....	90
7. 경지 및 벼 재배 면적 산출 .....	92
제 5 장. 정확도 검증 조사 .....	92

1. 정확도 검증 이론.....	92
2. 검증점 선정.....	97
3. 모바일 현장조사 방안.....	100
4. 정확도 검증 계획 및 수행.....	111
5. 정확도 검증 결과.....	117
<b>제 6 장. 전국 시범조사 결과 .....</b>	<b>122</b>
1. 개요.....	122
2. 판독 결과 및 분석.....	122
3. 2012년 본 조사 대비 개선방안.....	132
<b>제 7 장. 향후 추진 방향 .....</b>	<b>135</b>
1. 모바일 조사체계 도입.....	135
2. 지방 사무소 지식 도우미 체계 도입.....	135
3. 판독 라이브러리 체계화 도입.....	136
4. 시계열 추정을 위한 판독 연구 방안.....	137
<b>참고문헌 .....</b>	<b>139</b>
<b>부록 I. 시도별 SSU 경작지 특성분석 .....</b>	<b>143</b>
<b>부록 II. 시군별 SSU 경작지 특성분석 .....</b>	<b>147</b>
<b>부록 III. 권역별, 층별 SSU 경작지 특성분석 .....</b>	<b>161</b>
<b>부록 IV. 표본 설계 정보 .....</b>	<b>165</b>
<b>부록 V. 항목별 판독 라이브러리 .....</b>	<b>185</b>
<b>부록 VI. 지역별 판독 라이브러리 .....</b>	<b>193</b>
<b>부록 VII. 현장조사 참조 판독 라이브러리 .....</b>	<b>211</b>
<b>부록 VIII. 현장조사대장 샘플 .....</b>	<b>219</b>



## 표 목 차

<표 2-1> 자료 입수 현황 .....	6
<표 2-2> 위성영상 사용가능여부 판단 분류기준 .....	16
<표 2-3> 도별 영상수급 비율 .....	20
<표 2-4> 항공우주연구원 방문 보정 기간 .....	22
<표 2-5> 영상별 정확도 검증(RMSE) 결과(예시) .....	24
<표 2-6> 경지경계구획도 제작 지침 .....	27
<표 2-7> 경지경계구획도 검수 기준 .....	27
<표 3-1> 시도별 최종PSU개수와 경지분류별 면적 (단위 : 개, 백만m <sup>2</sup> ) .....	34
<표 3-2> 10개 군집별 해당 시군구 .....	36
<표 3-3> 군집별 3개 층 경계점 .....	39
<표 3-4> 군집별 해당 시군구 .....	41
<표 3-5> 층별 군집별 최적SSU개수 .....	44
<표 3-6> 분류기준 .....	45
<표 3-7> PSU 구성성분 별 추출된 1차 표본 수 .....	45
<표 3-8> 지역별 층별 PSU 분포 .....	49
<표 3-9> 시도별 2차 표본 추출 현황 .....	57
<표 3-10> 시군구별 표본 추출 현황 .....	57
<표 4-1> 4개 권역 설명 .....	67
<표 4-2> 용어의 정의 .....	70
<표 4-3> 관독 항목 별 설명 .....	71
<표 4-4> 관독 항목 별 코드 .....	79
<표 4-5> 속성과일 필드 구조 .....	80
<표 4-6> 속성 shape 파일 테이블 정의서 .....	81
<표 5-1> 로트 크기별 검사수준 .....	94

<표 5-2> 1회 샘플링 보통검사 .....	95
<표 5-3> 1회 샘플링 까다로운 검사 .....	96
<표 5-4> 층별 특징 .....	97
<표 5-5> 정확도 검증점 선정 현황 .....	98
<표 5-6> 조사데이터 파일 필드 구조 .....	102
<표 5-7> 검증조사 수행차수별 검증 지역 및 시기 .....	111
<표 5-8> 권역-층별 정확도 검증 결과 .....	117
<표 5-9> Kappa 통계 값에 대한 분류 정도 .....	119
<표 5-10> 경지면적 조사 항목별 오차 행렬 .....	120
<표 5-11> 관독 항목별 오차 행렬 .....	121
<표 6-1> 시도별 표본점의 경지면적 현황 (단위 : ha) .....	123
<표 6-2> SSU의 위성영상 관독 활용 비율 .....	124
<표 6-3> 관독 적기 영상의 관독 활용 현황 .....	125
<표 6-4> 논/밭 관독 오류 사례 1 .....	126
<표 6-5> 논/밭 관독 오류 사례 2 .....	127
<표 6-6> 논/밭 관독 오류 사례 3 .....	128
<표 6-7> 경지/비경지 관독 오류 사례 1 .....	129
<표 6-8> 경지/비경지 관독 오류 사례 2 .....	130
<표 6-9> 영상촬영시기별 오류 건수 .....	131

## 그 립 목 차

<그림 1-1> 연구의 수행범위 .....	3
<그림 1-2> 연구 추진 일정 .....	5
<그림 2-1> 표본추출틀 대상범위 .....	8
<그림 2-2> PSU 아이디 부여 방법 .....	9
<그림 2-3> PSU, SSU Grid 생성 .....	9
<그림 2-4> SSU 아이디 부여 방법 .....	10
<그림 2-5> 행정구역도에 해당하는 표본추출틀 생성 .....	10
<그림 2-6> 각 시군의 최외곽 경계 .....	11
<그림 2-7> PSU 경지면적자료 공간 생성 예 .....	12
<그림 2-8> SSU 경지면적자료 공간 생성 예 .....	13
<그림 2-9> 엑셀을 이용한 경지면적자료 생성 .....	14
<그림 2-10> 아리랑 2호 영상 정보 입수 과정 .....	15
<그림 2-11> 위성영상 선별 예시 .....	16
<그림 2-12> 전체 촬영 영상 Index .....	17
<그림 2-13> 영상 선별 현황 Index .....	17
<그림 2-14> RapidEye 영상 INDEX .....	18
<그림 2-15> 영상 수급 현황 .....	19
<그림 2-16> 2011년 도별 위성영상 수급 현황 .....	20
<그림 2-17> 육안판독을 통한 정확도 검증 .....	23
<그림 2-18> 지상기준점 선정 과정 .....	25
<그림 2-19> 위상오류 .....	28
<그림 2-20> 구획오류 .....	28
<그림 2-21> 구획오류(계속) .....	28
<그림 2-22> NGI파일 SHP파일 포맷변환 .....	30

<그림 2-23> 기본지리정보(교통) 통합 .....	30
<그림 3-1> 표본추출 단계 및 과정 .....	33
<그림 3-2> 논면적×밭면적 층화 그래프(예시: 군집1, 군집8) .....	37
<그림 3-3> 의사결정나무(예시: 군집1, 군집8) .....	38
<그림 3-4> 경지면적×논면적 군집분석(3개) .....	40
<그림 3-5> 2차추출단위개수별 분산 .....	43
<그림 3-6> 층별 PSU 분포 .....	48
<그림 3-7> 2차 표본 추출 과정 .....	51
<그림 3-8> 2차 표본 추출 예외조건 .....	52
<그림 3-9> 개발된 표준점 추출 프로그램의 로직 .....	53
<그림 3-10> 개별계산 모듈 .....	54
<그림 3-11> 일괄계산 모듈 .....	54
<그림 3-12> 일괄 계산 모듈 입력 파일 형식 .....	55
<그림 3-13> 2차 표본점 GIS DB 구축 .....	56
<그림 4-1> 전국단위 사업수행을 위한 작업영역 설정 .....	67
<그림 4-2> 위성영상 판독 절차 .....	68
<그림 4-3> 벼가 생육중인 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	72
<그림 4-4> 물댄 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	73
<그림 4-5> 겨울 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	73
<그림 4-6> 휴경 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	74
<그림 4-7> 시설 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	74
<그림 4-8> 초본성 작물재배지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	75
<그림 4-9> 멀칭 밭의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	75
<그림 4-10> 나무 밭의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	76
<그림 4-11> 시설 밭의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	76
<그림 4-12> 과수의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우) .....	77

<그림 4-13> 5~10월 촬영된 영상의 경지형태 .....	78
<그림 4-14> 시계열의 차이를 이용한 영상 판독 .....	79
<그림 4-15> 속성 shape 파일의 필드 구조 .....	80
<그림 4-16> 아리랑 2호 영상을 활용한 현행화(좌: 2009/08 항공사진 현행화 전, 우: 2011/05 아리랑2호 영상 현행화 후) .....	84
<그림 4-17> RapidEye 영상을 활용한 현행화(좌: 2009/05 항공사진 현행화 전, 우: 2011/09 RapidEye 영상 현행화 후) .....	84
<그림 4-18> 기타 검수사항 DB입력 사례(ETC - 경지와 기타 혼재) .....	85
<그림 4-19> 기타 검수사항 DB입력 사례(ETC - 경지에 구거 포함) .....	85
<그림 4-20> 경지 판독 사례 .....	86
<그림 4-21> 아리랑 2호 영상을 활용한 표본지역 판독 결과 .....	87
<그림 4-22> 아리랑 2호 영상을 활용한 표본지역 판독 결과(계속) .....	87
<그림 4-23> 아리랑 2호 영상을 활용한 표본지역 판독 결과(계속) .....	88
<그림 4-24> RapidEye 영상을 활용한 표본지역 판독 결과 .....	89
<그림 4-25> 표본영상 벼 재배 판독 사례 .....	91
<그림 4-26> 경지 및 벼 재배면적 산출 방법 .....	92
<그림 5-1> 검증점 선정 절차 .....	99
<그림 5-2> 조사데이터 구축 방법 .....	101
<그림 5-3> 현장조사 어플의 위치확인을 위한 지도 화면(좌: 지도, 우상단: 위성사진, 좌하단: 지도+위성사진 하이브리드) .....	104
<그림 5-4> 모바일 어플의 검증점 목록 화면 .....	105
<그림 5-5> 모바일 현장조사 어플의 상세지도 화면 .....	106
<그림 5-6> 모바일 현장조사 App 의 조사결과 입력화면(좌: 입력 전 화면, 우상단: 조사결과 입력 후 업로드 전 화면, 우하단: 결과 업로드 완료 화면) .....	108
<그림 5-7> 모바일 현장조사 어플의 촬영화면 .....	109

<그림 5-8> 검증점 현장조사 진행 및 출력 .....	110
<그림 5-9> 지역별 검증 조사 수행차수 .....	112
<그림 5-10> 현장조사 자료준비 비교 .....	116
<그림 6-1> 위성영상 관독 활용현황 .....	124

# 제 1 장. 서 론

## 1. 연구배경과 필요성

통계청에서는 농업생산의 기반인 토지자원의 확보와 이용, 작물생산계획 수립, 양곡수급계획 수립 등의 농업정책 수행에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 매해 농업면적조사를 실시하고 있다. 농업면적조사의 현 방식은 표본 조사를 기본으로 통계청 조사공무원에 의한 현지 실측 또는 목측조사로 이루어지고 있다.

현행 농업통계조사방법인 현장 실측조사 방법은 원거리에 산재해 있는 표본 조사구를 직접 방문 조사해야하므로 많은 시간과 비용이 소요될 뿐만 아니라, 실측, 목측 등에 의한 업무 부담이 가중되고 대지조사의 특성상 업무가 저평가되고 회피되고 있는 실정이다.

한편, 미국, EU, 중국 등의 주요 선진국에서는 인공위성 영상을 경지면적 조사, 재배면적조사, 작황예측 분석 등의 농업통계 생산에 활용하는 연구가 활발하게 진행되어 이미 실용화된 상황이다. 우리나라는 2006년 다목적실용위성 2호(아리랑2호)의 성공적 발사로 인해 국산 고해상도 위성영상을 저렴하게 활용할 수 있는 여건이다. 뿐만 아니라 우주개발진흥 기본계획에 따라 2012년 5호(전천후 레이더영상), 2012년 3호(0.7m급 초고해상도 영상), 2013년 3A호(0.7m 초고해상도, 적외선 열추적 채널 장착) 등이 발사될 예정이어서 고해상도 위성영상을 확보할 수 있는 여건이 더욱 좋아지고 있다.

이에 통계청 농어업통계과에서는 인공위성 영상판독 기법을 활용하여 농업통계를 생산하는 선진 첨단 사례를 적극 수용하여, 원격탐사기술의 농업통계 활용의 체계적 추진을 위한 중장기 계획을 2008년에 수립하였다. 중장기 계획에 따라 2008년에는 국가영상공급기관과 MOU를 체결하여 인공위성 영상의 안정적 수급 경로를 확보하였고, 원격탐사 방법론 개발 및 3개 시군에 대

한 시범조사를 실시하였다. 2009년에는 원격탐사 응용시스템 구축을 위한 ISP를 수립하고 통계청 자체적으로 5개 시군에 대한 시범조사를 성공적으로 수행하였다. 나아가 2010년에는 영상기반 표본조사 방법을 개발하고 시범 연구 영역을 1개 시도로 확장하여 전국 표본조사 대비 가능성을 시험하였고, 성공적으로 조사를 완료하였다.

이를 기반으로 2011년에는 2012년 본 조사 대비 본 사업과 동일한 범위 및 환경에서 전국 시범 조사를 실시하여, 영상기반 경지 및 벼 재배면적 조사의 실용화 가능성, 업무 프로세스 점검, 보완 사항 등에 대한 연구를 진행하였다. 원격탐사기술의 농업통계 활용의 체계적 추진을 위한 중장기 계획의 1차 실용화 단계를 앞두고 영상 기반 표본 조사의 현실적 추진 방안을 시험하여 실용화에 대한 면밀한 준비를 하고자 하였다.

## 2. 연구목적

본 연구는 기 수행된 연차별 연구결과를 토대로 원격탐사기술의 전국조사 실용화 직전에 수행하는 시범사업으로 국내 실정에 적합한 영상기반 표본추출 설계 방법을 적용하여 전국의 표본점을 추출하고, 추출된 표본점에 위성영상을 이용해 경지관독을 수행함으로써 전국 시군별 경지면적과 벼 재배면적을 산출할 수 있도록 하는 것이 주요 연구내용이다.

세부적으로는 2010년 전국 표본 설계를 개선 및 실용화하고, 경지경계구획도의 도입으로 경지면적정확도를 개선하는 방안을 검토하고자 한다. 또한, 최신의 영상으로 전국에 대한 관독을 수행하기 위하여 아리랑2호 및 RapidEye 영상의 복합 관독 활용성을 타진할 것이며, 벼 생육시기의 RapidEye 영상을 관독하여 벼 재배면적 산출을 시도할 것이다.

최종적으로, 원격탐사 기술로 산출된 경지 및 벼 재배 면적 추정값과 기존



현장조사 통계값을 비교·분석하여 실용화의 타당성을 입증하고, 2012년 본 사업과 가능한 동일한 환경과 절차로 진행하여 실용화를 대비한 문제점을 발견하고 대처 방안을 마련하고자 한다.

### 3. 연구의 범위 및 내용

본 연구의 내용은 크게 전국 표본 추출, 원격탐사 기술 활용 경지 및 벼 재배 관독, 경지 및 벼 재배 면적 추정 및 분석, 시범조사 분석 및 본 조사 대비 문제점 및 해결방안 제시 등으로 구분할 수 있다. 각 분야별 자세한 내용은 <그림1-1>에 나타내었다.



<그림 1-1> 연구의 수행범위

## ○ 전국 표본 설계

2010년 시범 사업에서 표본 추출과 관련된 국내 유명 학자들과의 공동 연구를 통해 영상 기반 표본조사를 위한 표본 설계 이론을 정립하였다. 본 과제에서는 이 이론을 바탕으로 전국 표본 추출에 적합하게 개선하여 전국의 1·2차 표본을 추출하고 체계화하여, 향후 영상 판독 및 원격탐사 기술을 활용한 표본조사 업무의 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다.

## ○ 원격탐사 기술 활용 경지 및 벼 재배 판독

2011년 사업에서는 경지 판독 및 면적 추정의 기초가 되는 경지경계구획 정도를 개선하고자 하였다. 즉, 2010년 시범 사업에서 활용한 영상 세그멘테이션 기법을 활용하지 않고, 25cm급의 항공사진을 활용하여 더욱 정교한 경지면적을 산출할 수 있도록 경지경계를 구획하는 사업을 부가적으로 수행하였고, 그 사업의 결과물을 본 연구에 활용하였다. 다만, 2009~2010년의 과거 항공사진으로 경지경계가 구획되었으므로, 본 연구에서 2011년 최신의 아리랑2호 영상을 활용하여 경지경계구획도를 최신화하는 작업을 수행하였다.

전국 표본 단위의 위성 영상 판독을 실시하기 위해 아리랑2호를 활용하는 동시에 수급율이 뛰어난 RapidEye 영상을 도입하여 복합 판독하는 방안을 시도하였다. RapidEye 영상은 벼 생육시기인 6월~8월 동안 촬영하여 벼 재배 판독에 활용하였다. 또한, 경지 및 벼 재배 판독지침을 작성하고 판독 라이브러리를 구축하여 연차 사업의 참조 자료로 활용하고자 하였다.

또한, 판독 정확성에 대한 신뢰를 확보하기 위하여 공인된 정확도 검증 방법을 도입하고 본 과제의 특징에 맞게 설계하여 검증을 실시하였다.

## ○ 경지 및 벼 재배 면적 추정 및 분석

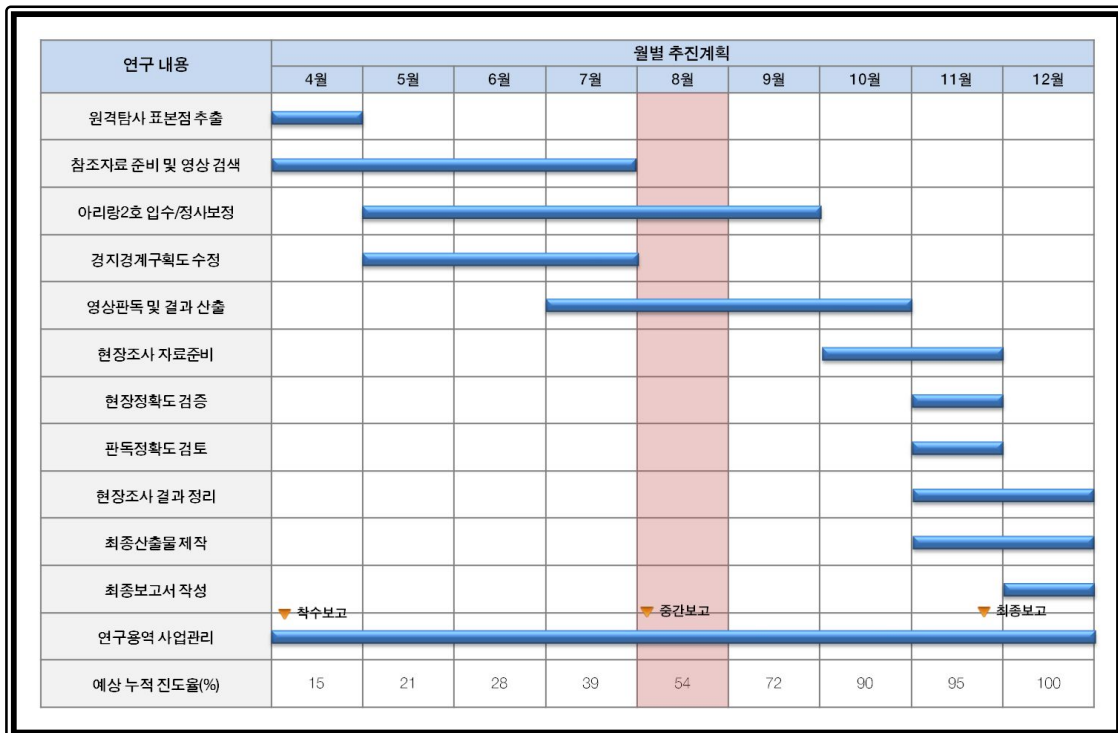
영상 기반으로 판독된 경지 및 벼 재배 면적은 시군별 경지 면적 추계의

기초 자료로 활용되었다.

○ 시범조사 분석 및 본 조사 대비 문제점 및 해결방안 제시

2012년 원격탐사 기반의 경지면적 및 벼 재배면적 실용화 조사를 대비하여 2011년 시범조사 시 발생한 문제점과 애로사항에 대해 심도있게 고찰하고 이에 대한 해결방안을 제시하였다.

#### 4. 연구 추진 일정



<그림 1-2> 연구 추진 일정

## 제 2 장. 자료 입수 및 참조자료 구축

### 1. 활용자료목록 및 현황

본 연구 사업에서는 원격탐사기술을 활용한 전국 시범조사의 성공적인 사업수행을 위해 경지경계구획도, 토지피복도, 연속지적도, 수치지형도, DEM, 표본조사구 현장조사 공간자료 및 작물재배면적 조사표, 아리랑2호, RapidEye, 항공사진 자료들을 수집하여 원격탐사 표본추출 과정에서 선정된 표본지역에 대한 영상자료와 참조자료를 구축하였다.

<표 2-1> 자료 입수 현황

항목		자료입수기관	사용 목적
위성 영상	아리랑2호	국가영상공급기관	경지 판독 기초 자료
	RapidEye	항공우주연구원	경지이용실태파악(재배지/미재배지) 경지 판독 기초 자료
항공사진		통계청	경지경계구획도 구축 자료
		농어업통계과	경지 판독 기초 자료
경지경계구획도		통계청 농어업통계과	표본SSU에 대한 공간자료 확보
토지피복도		환경부	경지면적자료사용 전국표본추출틀생성
연속지적도		국토해양부 (대한지적공사)	경지의 위치정보 및 시군경계자료확보 표본조사구 현장조사 공간자료와 비교 경지경계구획도 검토 및 경지 판독 참 고자료
표본조사구 현장조사 공간자료 및 작물재배면적 조사표		통계청 농어업통계과	표본조사구의 층 및 작물재배조사표에 조사된 작물의 공간적인 분포파악 영상판독 및 분류 작업시 Ground Truth자료로 사용
1/5,000 수치지형도		국토지리정보원	영상 보정 작업시, 지상기준점 선정용 영상 보정 정확도 검증 참조자료

입수된 자료 중 토지피복도는 2010년 사업시 사용한 중분류 토지피복도를 이용하여 전국 PSU, SSU 그리드에 대한 경지면적 자료를 생성하였으며 표본조사구 현장조사 공간자료는 2010년에서 2011년 표본조사구 현장조사 자료 중에서 표본 PSU 영역에 해당하는 자료만 선별하여 입수하고 표본조사구 및 주변을 대상으로 도별, 시군별, 경지패턴을 분석하는데 활용하였다.

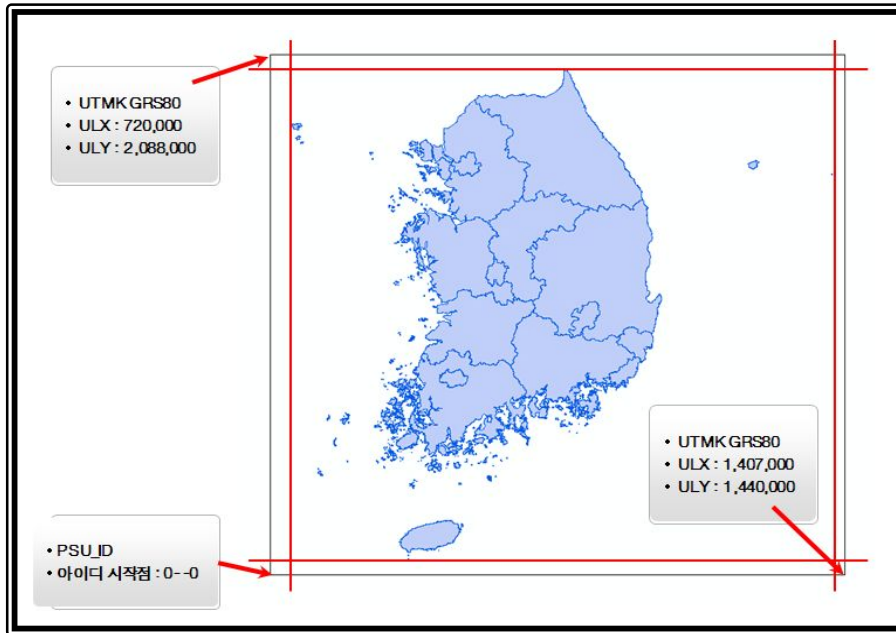
DEM 자료는 아리랑2호 영상 보정을 위해 필요한 참조자료로 사업 초기 계획시에는 항공우주연구원을 통해 협조 받기로 하였으나, 항공우주연구원 외부로 DEM자료의 반출이 어려운 상황이 되어, 항공우주연구원에 직접 방문하여 아리랑2호 정사보정 작업 시 DEM을 제공받아 참조자료로 활용하였다. 그 외 입수한 자료들 또한, 본 과제에 활용을 위해 자료들을 변환하고 처리하는 과정을 진행하였다.

## 2. 표본추출틀 구축

### 가. 표본추출틀 구축

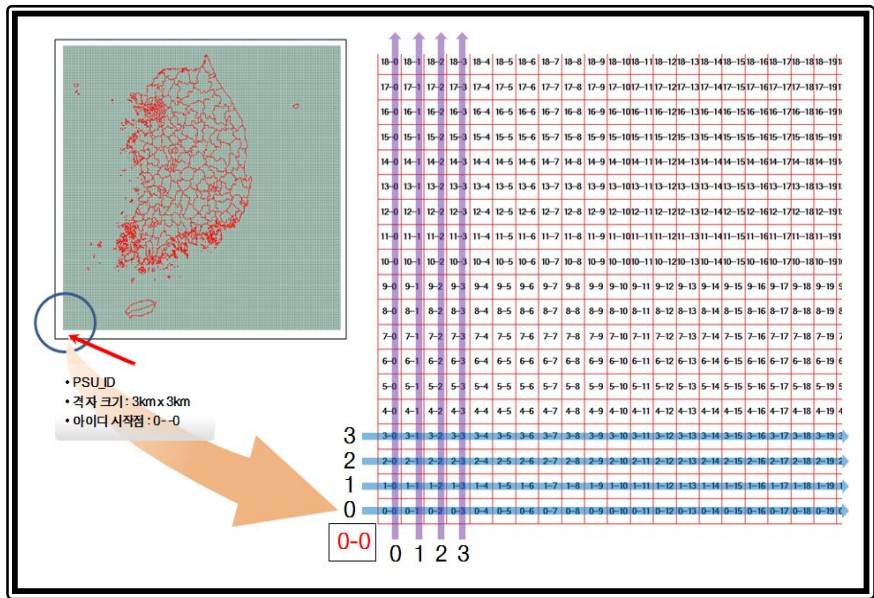
#### (1) 시군별 PSU 및 SSU Grid 생성

- 표본추출틀 제작 대상 범위로 남한 행정구역도의 최외각 육지 영역을 포함하는 바운더리를 생성하였으며, 행정구역도 등의 공간자료 누락 범위를 포함할 수 있도록 Buffer(약10~15Km영역)를 두어 제작하였다.



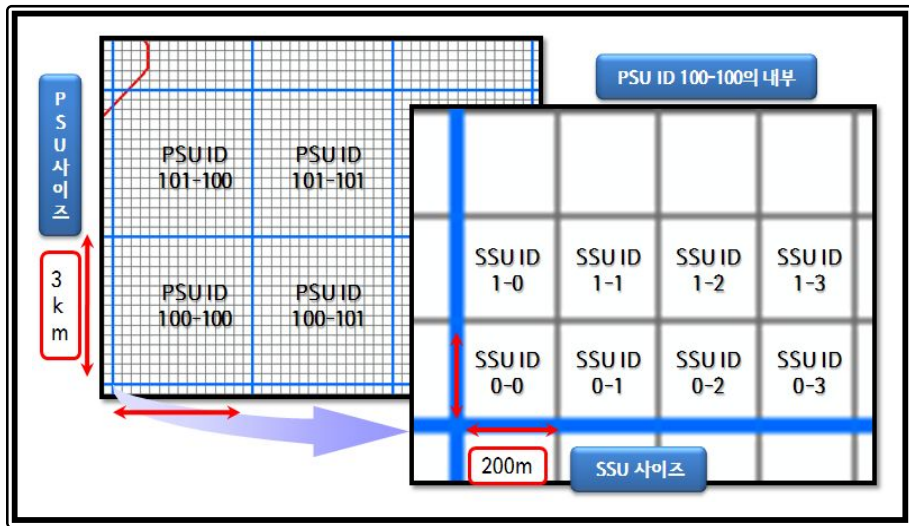
<그림 2-1> 표본추출틀 대상범위

- 선행 사업에서 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 생성하였다.
- PSU의 아이디는 Grid를 생성하는 전용틀에서 자동으로 부여하는 ID를 사용하였으며 최외각 바운더리의 좌하단 PSU를 0-0으로 시작하여 열과 행을 기준으로 우상단까지 1씩 증가시키며 ID를 부여하였다.



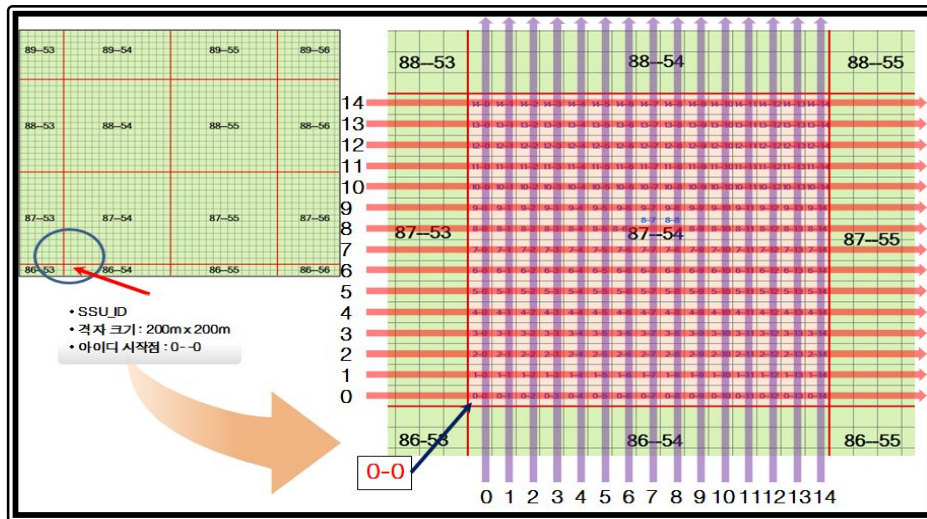
<그림 2-2> PSU 아이디 부여 방법

- SSU 생성 또한 선행 사업에서 PSU, SSU 사이즈 선정과정에서 결정된 PSU Grid 단위를 기준으로 각각의 PSU마다 좌하단 ID를 0-0으로 시작하는 200m×200m Grid를 생성하였다.



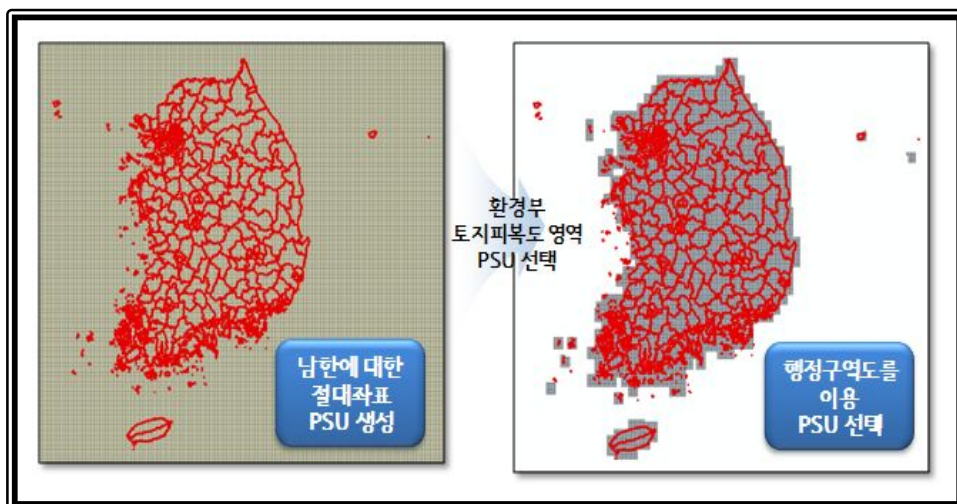
<그림 2-3> PSU, SSU Grid 생성

- 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 생성하였다.



<그림 2-4> SSU 아이디 부여 방법

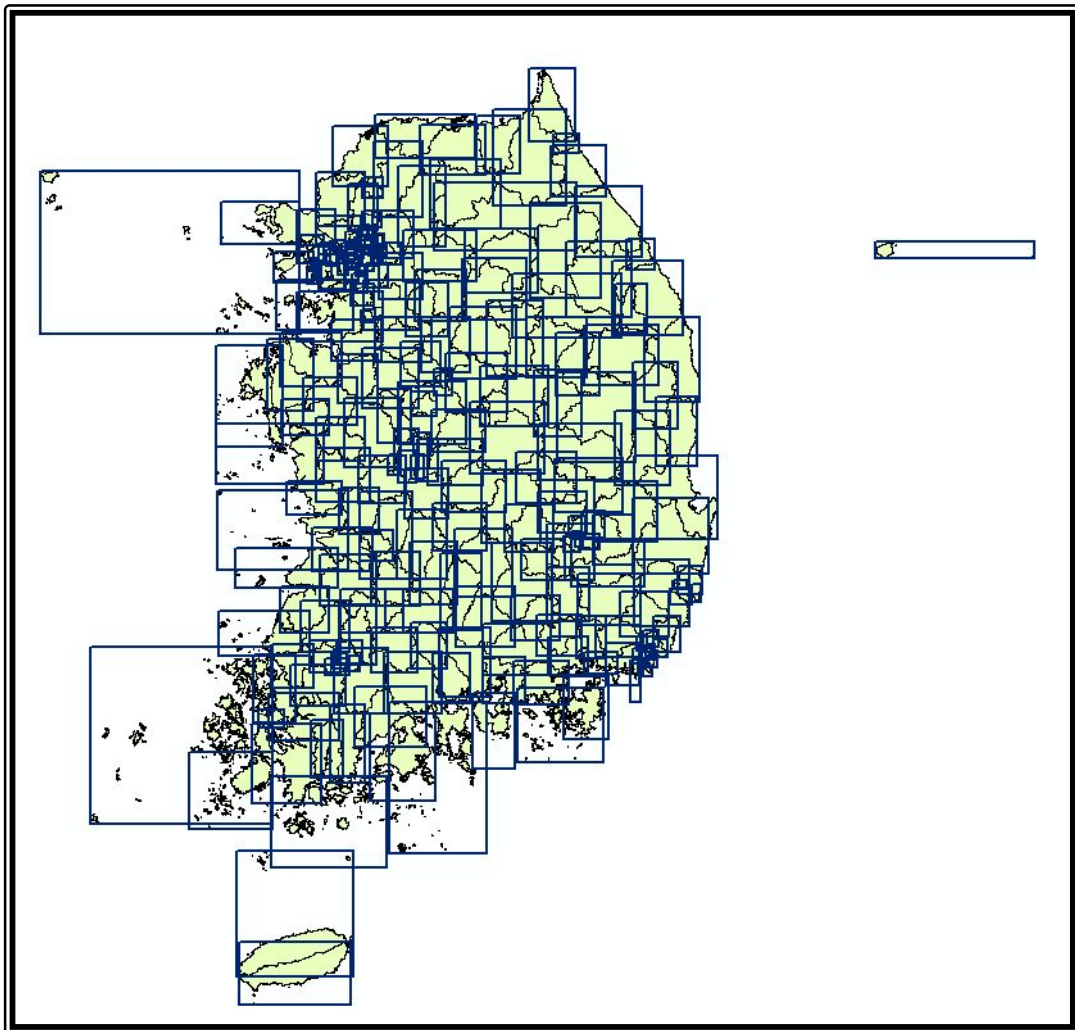
- 행정구역도를 이용하여 표본추출틀 바운더리 영역으로 제작된 PSU를 선택하여 행정구역도 영역에 해당되는 PSU를 최종 표본추출틀로 선정하였다.



<그림 2-5> 행정구역도에 해당하는 표본추출틀 생성



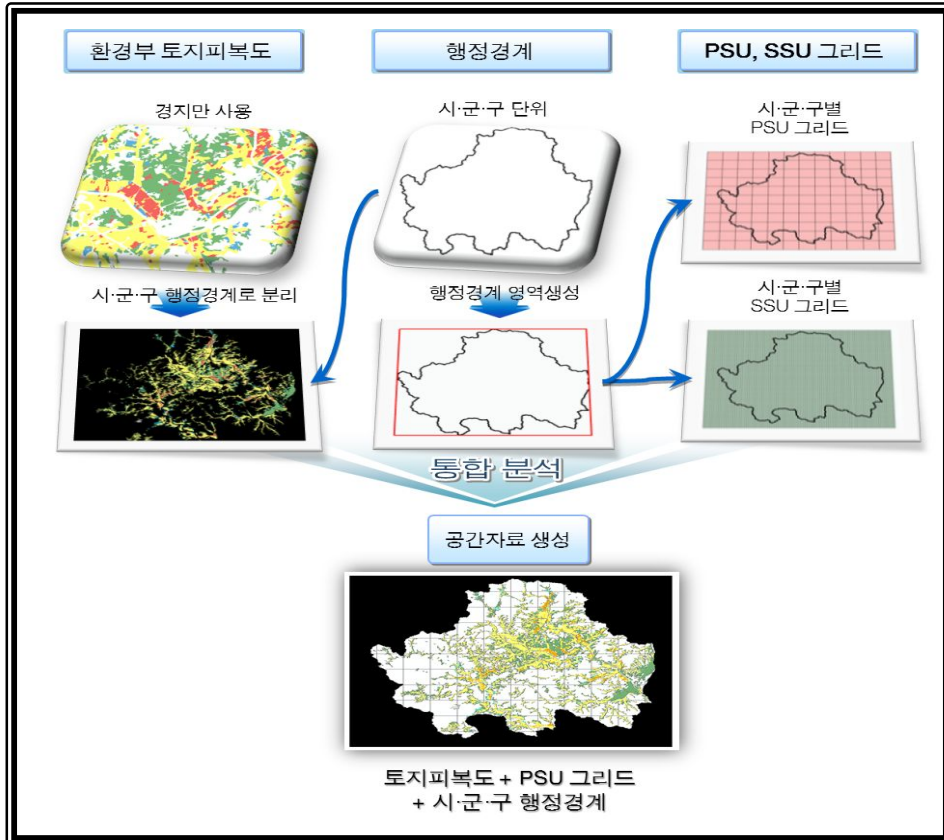
- PSU 생성과정을 통해 만들어진 표본추출틀은 남한 전국에 해당되는 영역으로 실제 작업단위인 시군별 작업에 사용하기에는 처리속도의 저하와 불필요 영역이 발생하여 데이터 구축에 신속성과 추가 정리 작업을 줄이기 위하여 표본추출틀을 시군별로 분할하는 작업을 진행하였다.
- 시군별 표본추출틀의 분할은 통계청 공간정보서비스팀을 통해 전달받은 한국토지주택공사 KLIS 지적도의 시군경계를 사용하여 해당 시군경계를 완벽히 커버하는 최소영역을 기준으로 경계를 생성 후 경계를 기준으로 인접하거나 포함되는 PSU를 선택하였다.



<그림 2-6> 각 시군의 최외곽 경계

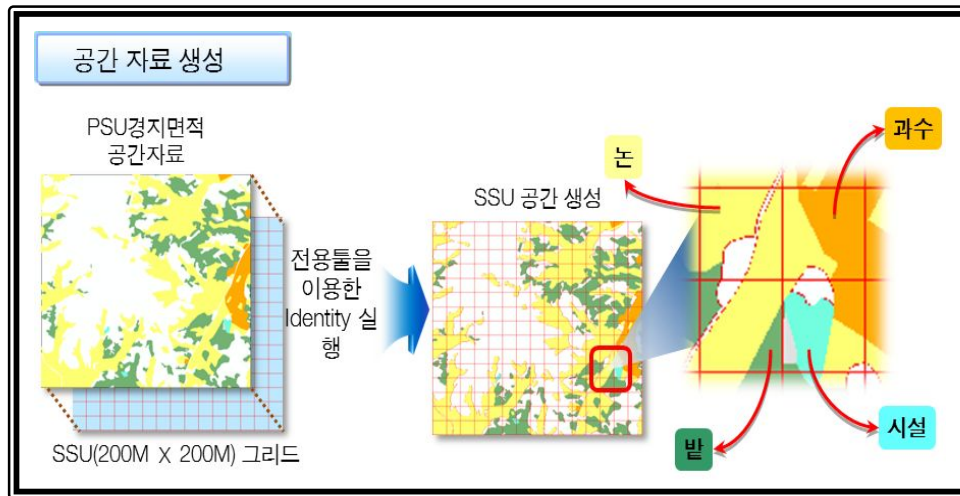
(2) 경지면적자료 생성

- 표본단위구 생성의 기초자료로 쓰이는 환경부의 토지피복도 경지자료를 각 시군구별 행정경계로 분리하고, PSU 그리드, 환경부 토지피복도 경지자료, 행정경계 자료를 중첩하여 PSU로 분할된 경지면적 공간DB를 생성하였다.



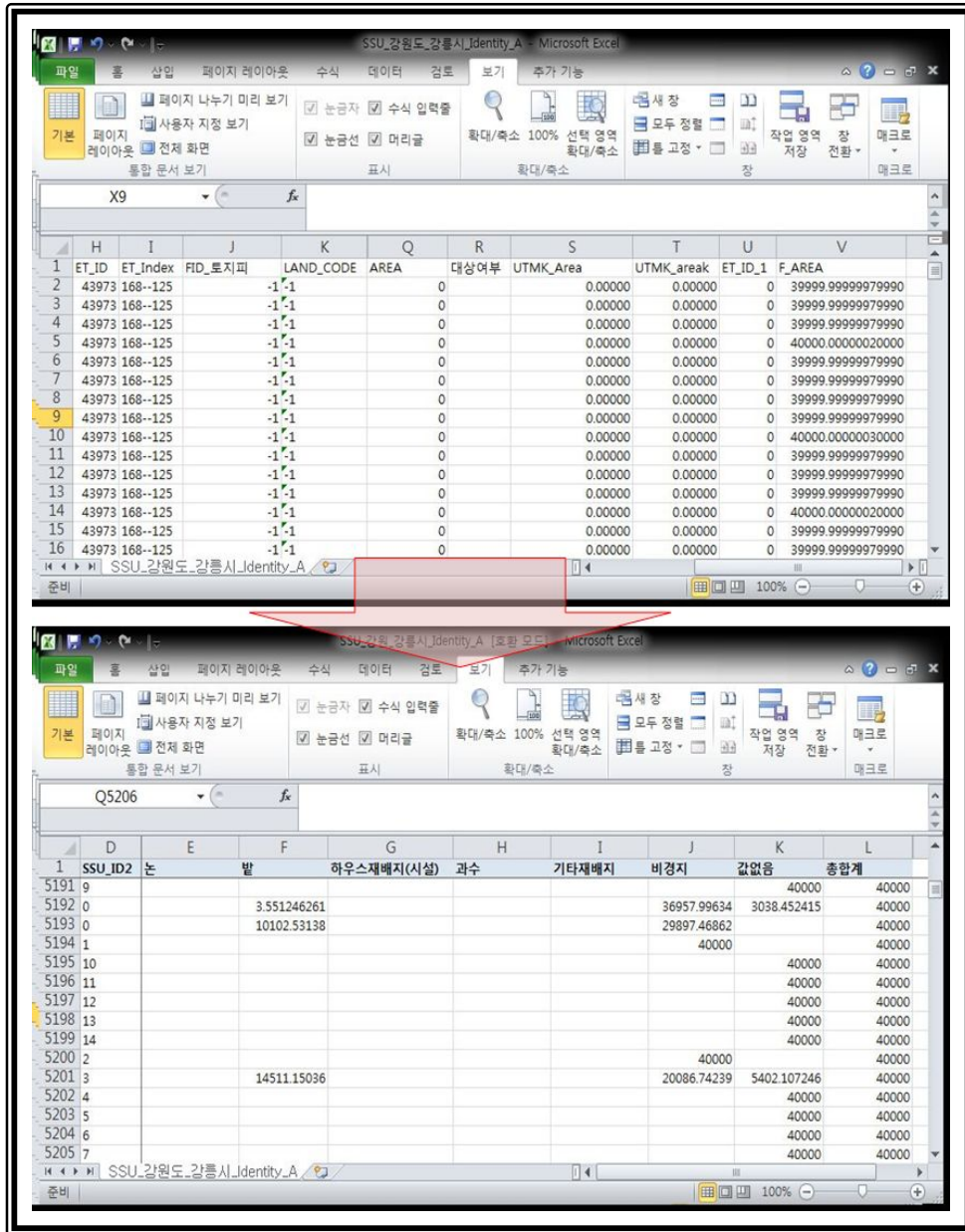
<그림 2-7> PSU 경지면적자료 공간 생성 예

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



<그림 2-8> SSU 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, 하우스재배지(시설), 과수, 비경지, 총합 계 순으로 각 PSU별 면적값을 구하여 PSU 경지면적자료를 생성하였고, SSU 경지면적 공간DB 또한 PSU 아이디와 SSU 아이디를 기준으로 동일한 작업을 통해 SSU 경지면적자료를 생성하였다.



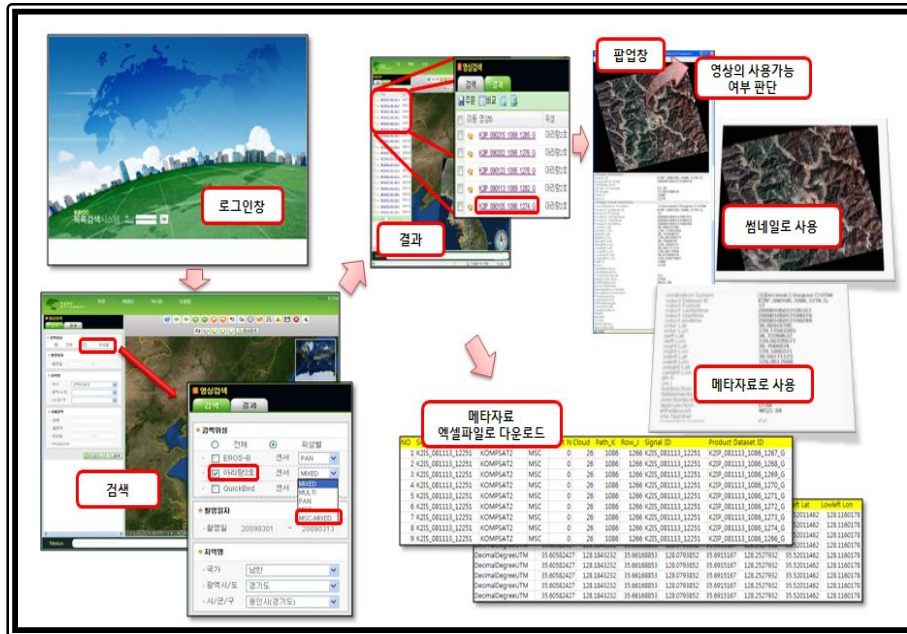
<그림 2-9> 엑셀을 이용한 경지면적자료 생성

### 3. 위성영상처리

#### 가. 메타자료 입수 및 영상 선별

- 국가영상공급기관의 검색시스템을 통해 무상으로 제공되는 아리랑2호 영상의 기 촬영 자료를 확인 후 메타자료를 입수하여 DB를 구축하였으며,

좌표를 활용하여 대략적인 영상의 위치를 파악할 수 있는 Index를 제작하였다.

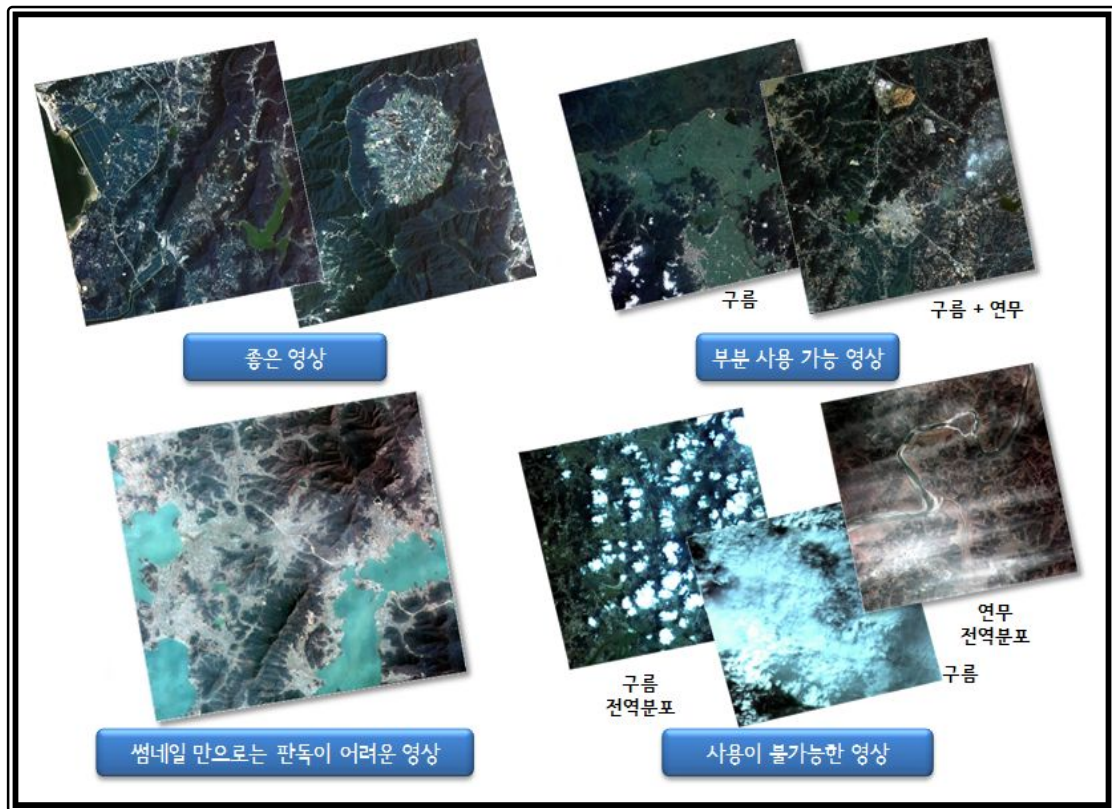


<그림 2-10> 아리랑 2호 영상 정보 입수 과정

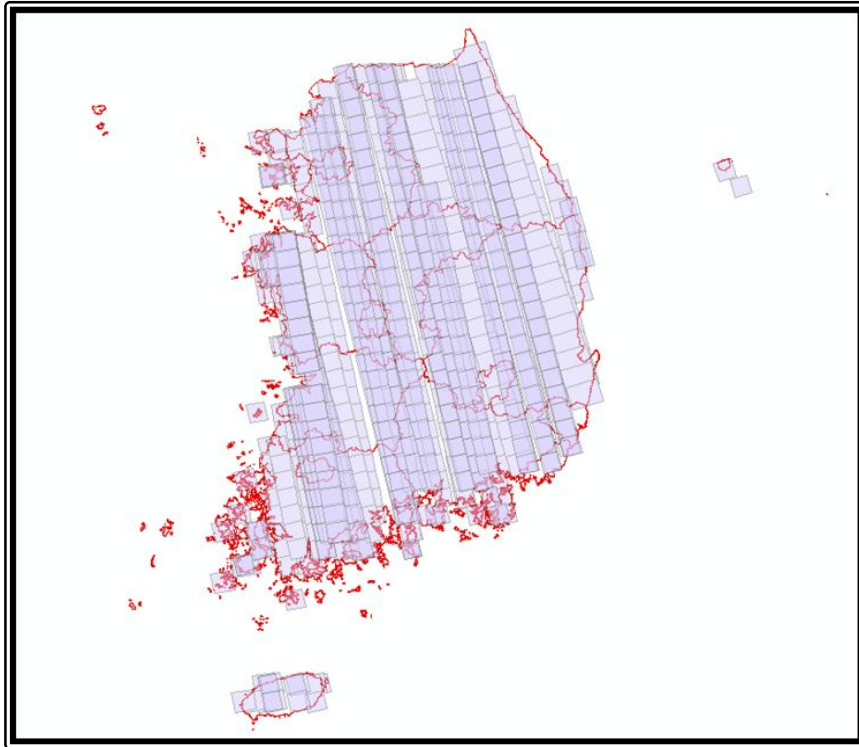
- 위성영상 자료 검색은 사업 초기부터 지속적으로 수행되었고, 3차에 걸쳐 영상 입수를 신청하였고, 기준은 2011년 1월에서 9월까지의 영상을 대상으로 검색하였다.
- 입수된 메타자료를 기반으로 위성영상 Index를 제작하고 사용가능한 영상에 대한 분류 작업을 수행하였다.
- 전체 촬영 영상 1,349편에서 1차 표본 해당지역의 썸네일 확인으로 사용가능한 영상을 파악하고 작물생육시기에 적합한 영상이 없는 경우 과거 아리랑2호 자료를 확인하여 최종영상 260편을 선별하였다.

<표 2-2> 위성영상 사용가능여부 판단 분류기준

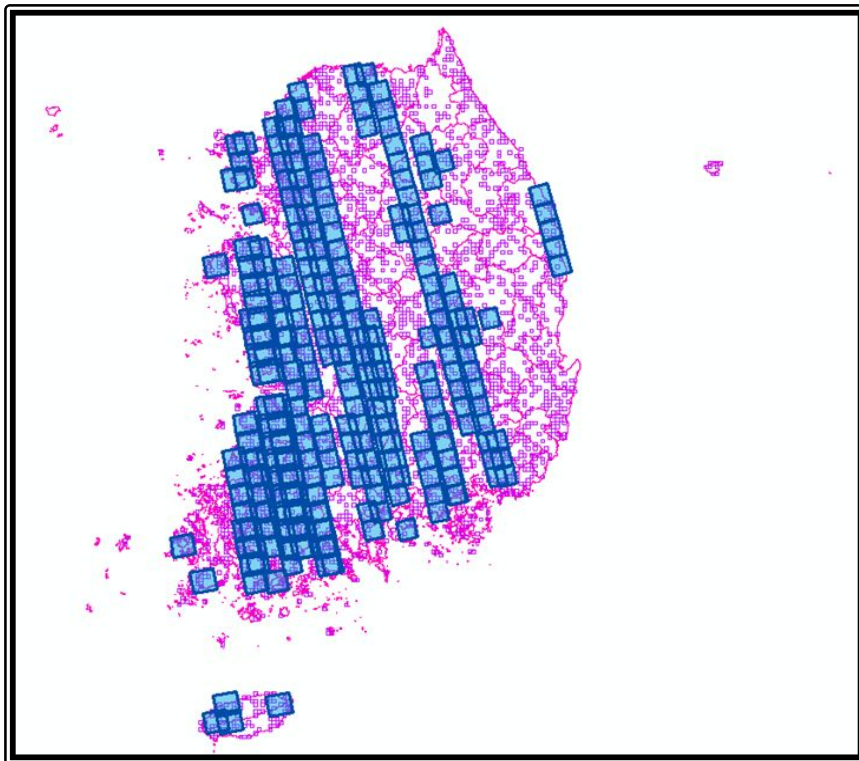
순위	분류항목		전체영상	최종선정 영상
1	사용 가능	좋은 영상	250	220
2		소량의 구름 또는 눈, 연무가 있어 부분적으로 사용 가능한 영상	80	40
3	사용 불가능	썸네일 만으로는 판독이 어렵거나 썸네일이 없는 영상	49	
4		구름 및 눈, 연무가 많아 사용이 불가능한 영상	970	
계			1,349	260



<그림 2-11> 위성영상 선별 예시

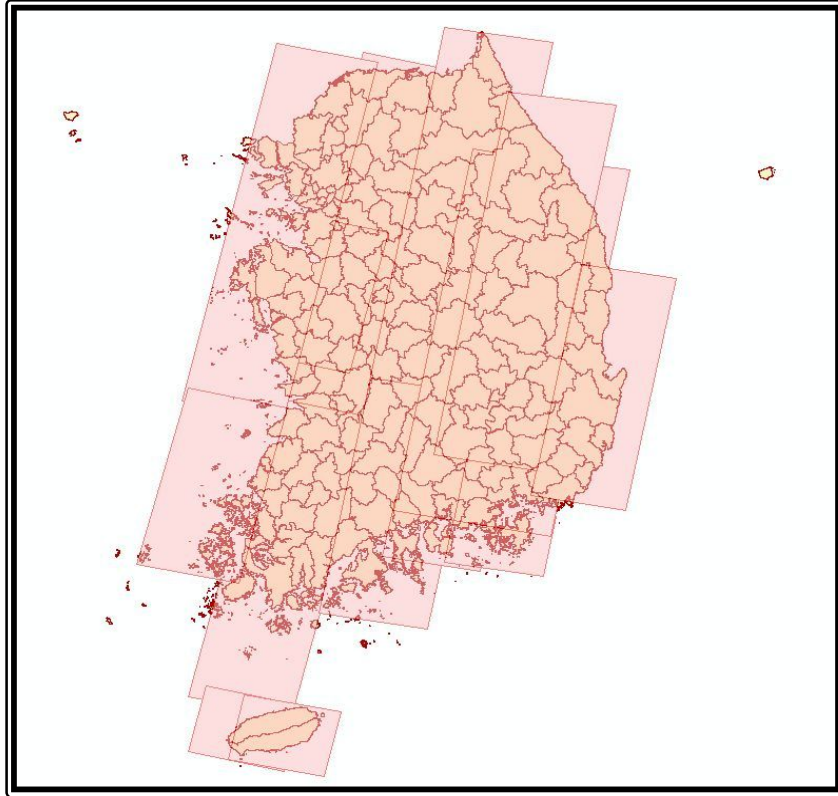


<그림 2-12> 전체 촬영 영상 Index



<그림 2-13> 영상 선별 현황 Index

- RapidEye영상은 한국항공우주연구원으로부터 2011년 7월 16일에서 2011년 10월 17일 사이에 전국에 대하여 촬영한 15편을 입수하였다.

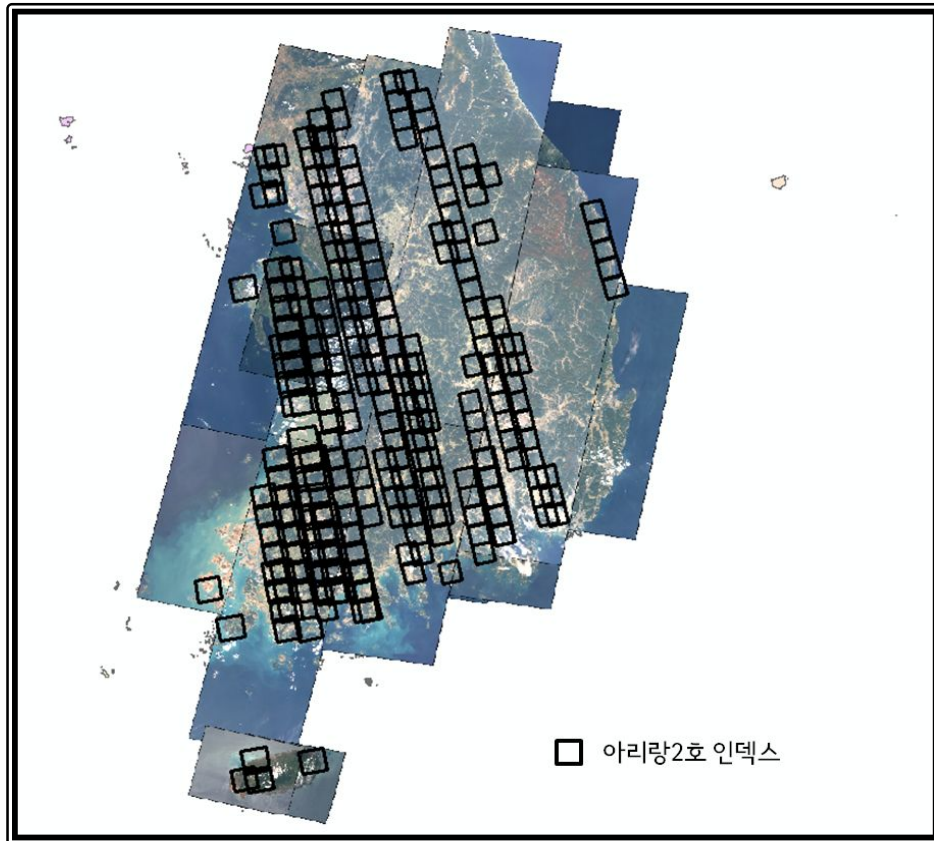


<그림 2-14> RapidEye 영상 INDEX

#### 나. 위성영상 수급현황

- 본 시범 사업은 전국의 표본점 관독을 목표로하므로 아리랑2호를 우선 입수하여 활용하되, 미입수에 대한 대비책으로 우리나라 전국에 대하여 2~3일 안에 촬영이 가능한 RapidEye를 확보하였다. <그림 2-15>





<그림 2-15> 영상 수급 현황

- 2011년 수급한 영상을 기반으로 도별 아리랑2호 영상 수급현황을 분석하였다.
- 전국 기준 행정구역 면적 대비 영상 수급 비율은 약 48% 이며 도별 수급 비율은 충청남도가 84.8%로 가장 높았으며, 전북(77.6%), 전남(70.8%) 순이었다.

<표 2-3> 도별 영상수급 비율

시도	행정구역면적(ha)	영상커버면적(ha)	비율(%)
경기	1,180,100	896,000	46.6
강원	1,669,300	563,200	25.0
충북	743,300	640,000	37.8
충남	917,000	1,356,800	84.8
전북	806,700	1,203,200	77.6
전남	1,274,800	1,638,400	70.8
경북	1,991,200	793,600	27.3
경남	1,235,900	1,228,800	47.8
제주	184,900	102,400	47.6
합계	10,003,200	8,422,400	47.8



<그림 2-16> 2011년 도별 위성영상 수급 현황

- 특히 강원과 경북은 영상 수급비율이 25.0%, 27.3%로 매우 저조하였으며, 전체적으로 지역별 편차가 큰 편이었다. 이는 아리랑 2호의 촬영 계획이 국가안보의 목적으로 사용함에 영향을 받은 것으로 판단된다.

#### 다. 영상 보정 처리 (정사보정 자동화 프로그램 활용)

사업 초기 계획은 수치지형도, DEM을 타 기관으로부터 협조받아 아리랑 2호 정사 보정을 수행하고자 하였다. 그러나 자료 입수 과정에서 한국항공우주연구원(이하 항우연)에서 제작한 공간해상도 5M의 DEM의 외부 반출이 어려워, 항우연에 직접 방문하여 정사보정을 진행하게 되었다. 이에 사업 초기 계획을 변경하여 가능한 항우연 방문 기간을 단축하고 보정 작업을 효과적으로 수행하기 위하여 정사보정 자동화 프로그램인 PCI Geomatics의 GXL(GeoImaging Accelerator)을 활용하였다. GXL 소프트웨어는 멀티 CPU/GPU 및 병렬 처리를 지원함으로써 대용량의 영상을 동시에 보정하면서 처리 속도도 수동 보정에 비해 훨씬 단축된다.

하지만 GXL 소프트웨어를 활용하기 위해서는 전국에 대한 정도 높은 참조자료가 필요하였고, 정사 보정 결과에 대한 정확도 검증이 우선되었다. 따라서 GXL 소프트웨어 활용 전에 아리랑2호 영상에 대한 정사보정 테스트 작업을 거쳐 활용 가능 여부를 확인하였다. 테스트 결과는 다음과 같았다.

- 아리랑2호 1R 영상을 Image To Image 방법으로 보정하였고, 참조자료는 항공우주연구원에서 제공한 전국 1m 아리랑2호 영상과 DEM 영상을 활용하였다.
- GXI 소프트웨어에서 제공하는 기본 파라미터를 사용하여 테스트 할 경우, 영상별로 위치 오차가 크게 발생하는 경우가 나타났다.
- 위치 오차가 높은 영상에 대해서는 파라미터를 수정하여 처리하는 작업이 필요하였다.

- 원시 영상 자체의 품질이 좋지 않은 경우, 구름과 연무가 많은 경우에는 자동으로 지상 기준점 선정이 어려워 파라미터 조정을 해도 위치 오차가 개선되지 않는 경우도 발생하였다. 이런 경우에는 추가로 보정 작업을 수행하여 위치 정확도를 5m 이내로 확보하였다.

항공우주연구원 방문 보정 처리는 3차에 걸쳐 이루어졌고, 그 기간은 <표 2-4>에 나타내었다. 항공우주연구원 방문 보정 기간은 총 13일이었고, 정확도 검증 및 추가 보정 기간을 포함하면 영상 보정 기간이 30일이었다. 이는 사업 초기 계획했던 보정 기간인 5달을 1/5로 단축하는 효과를 가져왔다.

<표 2-4> 항공우주연구원 방문 보정 기간

차수	일자	기간	보정 영상 수
1차	07/20 ~ 07/22	4일	94편
2차	08/17 ~ 08/19	4일	94편
3차	10/25 ~ 10/28	5일	72편

정사보정에 활용한 원시 및 참조자료와 목표 좌표계는 다음과 같다.

- 국가영상공급기관에서 제공한 1R 아리랑 2호 PAN/MULTI 영상
- 전국 1m 아리랑2호 보정 영상 및 5m DEM 영상을 참조자료로 활용
- 위성영상 정사보정 최종 성과물의 좌표계는 UTM-K이고 GRS80 회전타원체를 사용하였으며, 좌표의 전개는 평면직각좌표계에 의한 횡단메르카토르(Transverse Mercator) 도법으로 하며, 축척계수는 0.9996, 좌표의 단위는 미터(m)로 사용

## 라. 정확도 검증

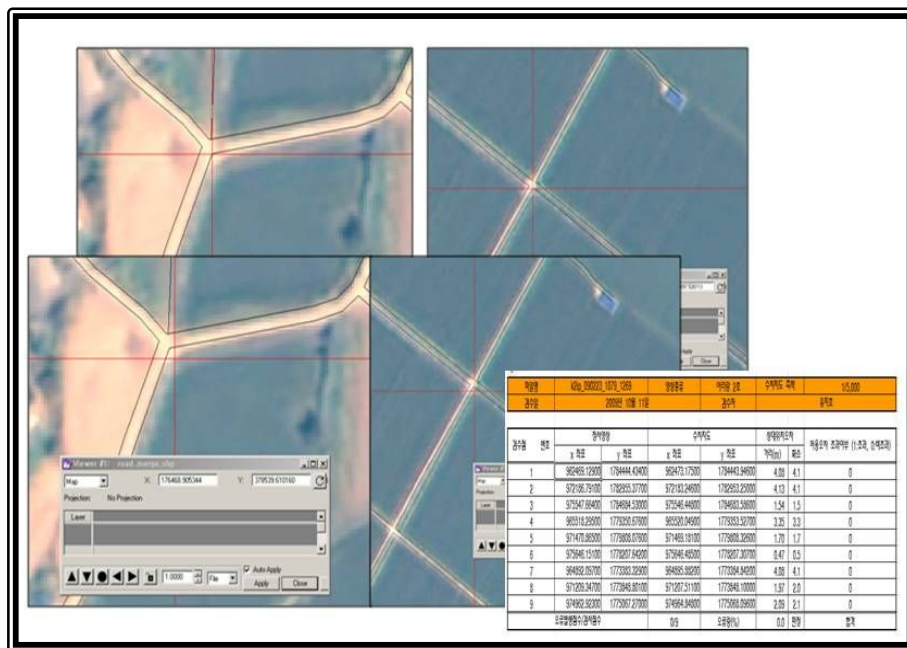
- 정확도 검증은 정사보정의 결과가 영상전반에 걸쳐 어느 정도의 정확성

을 갖고 있는지 확인하는 작업이다.

- 정확도 검증은 영상의 위치값과 참조 벡터의 값이 평균적으로 얼마나 떨어졌는가를 확인하는 것으로 상대위치오차(RMSE)라고 하며, 허용범위는 5 이내로 기준을 정하였다.

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

- 본 연구에서는 정확도 검증방법으로 육안판독을 통해 영상의 위치정보와 벡터의 위치정보를 취득하여 RMSE를 계산하였다.
- 육안판독은 <그림 2-17>과 같이 보정된 영상과 보정시 참조자료로 사용한 벡터파일을 중첩하여 동일한 지점에 대한 위치 값의 차이를 수치적으로 환산하는 방법이다.



<그림 2-17> 육안판독을 통한 정확도 검증

- 본 연구에서는 영상별로 랜덤하게 10개의 검수점을 지정하여 RMSE를

계산하였다.

- 정사보정 영상에 대한 정확도 검증 결과에 대한 예시를 <표 2-5>에 제시하였다.
- 정확도 기준을 5m 로 정하였으나 각 Scene 별 위치정확도는 1~3m 내외로 목표정확도 보다 높음을 알 수 있다.
- 본 사업에서는 정사보정 자동화 프로그램을 사용하여 일괄 정사보정을 진행함으로써 각 영상 별 부분적으로 위치정확도가 5m를 넘는 영상들이 발생하였다. 이에 대해서는 수동으로 기하보정 작업을 실시하여 위치정확도를 높였다.

<표 2-5> 영상별 정확도 검증(RMSE) 결과(예시)

영상	RMSE (m)	영상	RMSE (m)
msc_110505_1077_1267	3.23	msc_110505_1077_1278	3.51
msc_110505_1077_1270	2.59	msc_110505_1077_1280	2.80
msc_110505_1077_1274	2.92	msc_110505_1077_1282	1.51
msc_110505_1077_1275	3.61	msc_110508_1075_1260	2.15
msc_110505_1077_1276	2.50	msc_110508_1075_1261	1.95

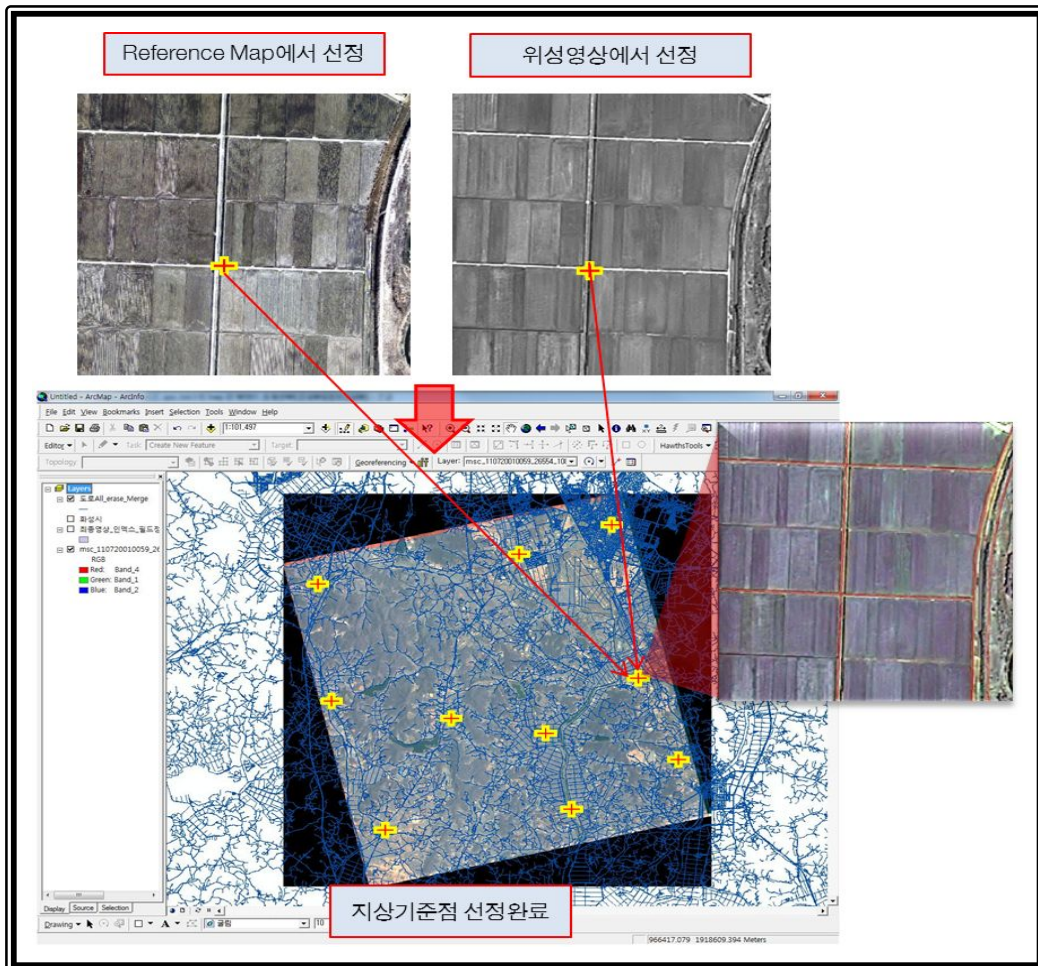
#### 마. 추가보정

- 정사보정 자동화 프로그램(GXL)을 활용하여 아리랑2호 위성영상의 보정을 수행함에 있어 대부분 자료의 경우 Parameter 수정을 거쳐 목표 정확도에 도달 가능하였으나 일부 영상의 경우 수동보정이 필요하여 39 Scenes에 대해 기하보정을 수행하였다.
- 수동 보정이 필요한 영상에 대해서는 ArcGIS의 Georeferencing 기능을 이용하여 영상별 기하보정을 수행하였다.
- ArcGIS에서 기하보정을 위한 참조 자료로 경지경계구획도 제작에 활용된

항공사진을 활용함으로써 표본지역의 정확도를 높이고자 하였다.

○ 지상기준점 선정방안

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



<그림 2-18> 지상기준점 선정 과정

#### 4. 경지경계구획도 검수

2010년 영상기반 표본추출 판독 시범사업을 수행한 결과, 영상에서 경지면적을 추출할 경우 면적 오차를 상당수 포함한다는 결론에 이르렀다. 따라서 본 연구에서는 공간해상도 25cm의 항공사진을 활용하여 판독 대상 영역 즉, 표본점 영역에 대한 경지경계구획도를 제작하여 판독에 활용하도록 하였다. 경지경계구획도 제작 과정에서는 농업면적조사 지침을 기초로 경지에 대한 구획을 명확히 하기위한 지침을 마련하였다. 본 과제에서는 경지 판독 전에 경지경계구획도의 구획 정도를 제작 지침 및 경지 구분 기준에 따라 검수하였고, 오류가 발생했을 시에 이에 대한 보완을 요청하였다.

경지경계구획도 검수 작업은 1차적으로 경지경계구획도 제작지침의 준수여부를 중심으로 검수하였고, 2차적으로 판독을 위한 기본조건 검수와 판독 정확도 영향 검수를 실시하여 본 시범사업에서 판독 작업이 가능하도록 경지경계구획도를 준비하였다. 최종적으로는 판독과 동시에 세부적으로 존재하는 오류들에 대한 검수 내용을 DB로 입력하고 추후의 사업에 보완할 수 있도록 하였다.



<표 2-6> 경지경계구획도 제작 지침

No.	내용
1	경지경계 구획 시 지적도 단위 필지를 준용하여 구획
2	논두렁의 경우 인접 필지가 경지가 아닌 경우 최대한 경지의 안쪽을 구획
3	인접 필지가 경지인 경우 양쪽 필지의 두렁 가운데를 구획
4	논과 논 사이 농노 구획
5	논에 있는 하우스만 구획하고 밭에 있는 하우스는 별도로 구획하지 않음
6	인접 SSU간의 경지경계는 일관되게 구획
7	그림자가 있는 경우 지적도를 감안하여 구획
8	속성부여 작업은 제외
9	각 항공사진별로 메타자료 입력
10	면적 오류 및 위상 오류 제거

<표 2-7> 경지경계구획도 검수 기준

검수 기준		내용
판독을 위한 기본 조건 검수	1	토폴로지(위상) 오류 검수
	2	면적 오류 검수(각 SSU별 40,000.0m <sup>2</sup> 준수)
판독 정확도 영향 검수	3	경지경계구획 품질 검수 (경지간의 수로 및 도로 구획 오류 검수)
	4	인접 SSU간의 경지 구획 일관성 검수

다음 <그림 2-19> ~ <그림 2-21>은 경지경계구획도 검수 사례이다.



<그림 2-19> 위상오류



<그림 2-20> 구획오류



<그림 2-21> 구획오류(계속)

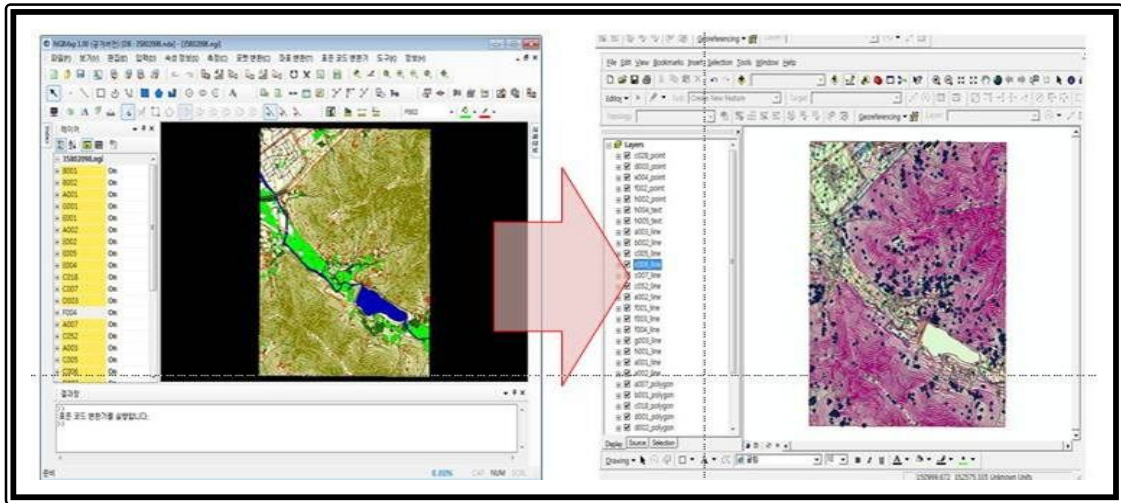
또한 세부적으로 남아있는 경지경계구획 오류에 대해서는 관독과 동시에 공간 자료에 검수사항을 입력하여 2012년 본 사업 전에 반영할 수 있도록 준비하였다.

## 5. 기타 자료 처리

위성영상 보정과 위성영상 관독 시 참조자료로 쓰일 수치지형도, 연속지적도 등의 자료들은 좌표변환, 편집 등의 작업을 거쳐 각 작업 단계에 사용이 용이하도록 가공작업을 진행하였다.

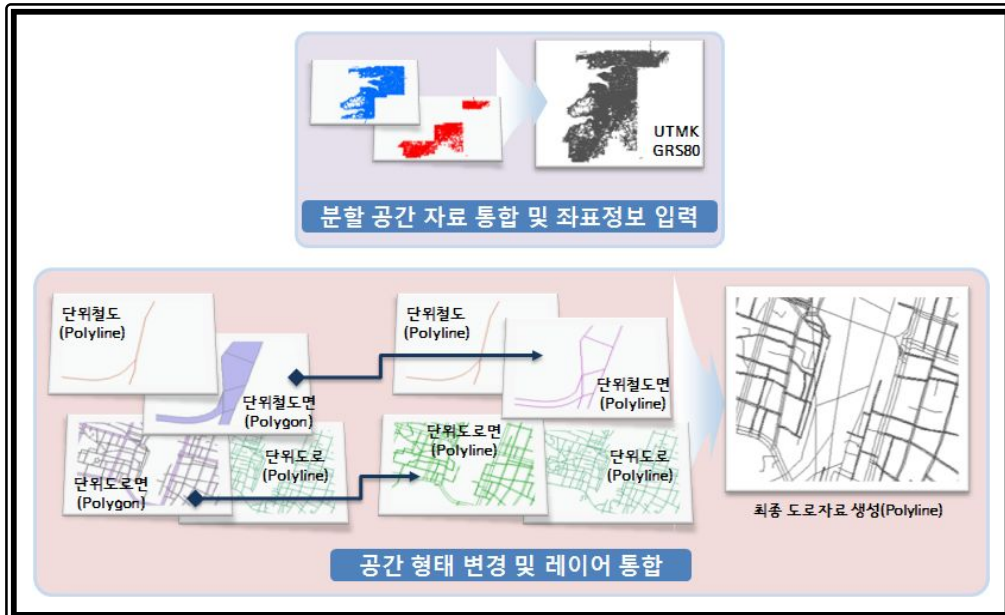
### 가. 수치지형도 구축

- 수치지형도는 영상보정 작업에서의 지상기준점 선정용으로 2010년 수치지형도 갱신지역(전라도 광주, 경상도, 강원도)의 NGI파일을 입수하였으며 미갱신 지역에 대해서는 기존의 기본지리정보자료를 입수하였다.
- 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 있다.
- NGI 포맷의 파일을 SHP파일로 포맷 변환하였다.



<그림 2-22> NGI파일 SHP파일 포맷변환

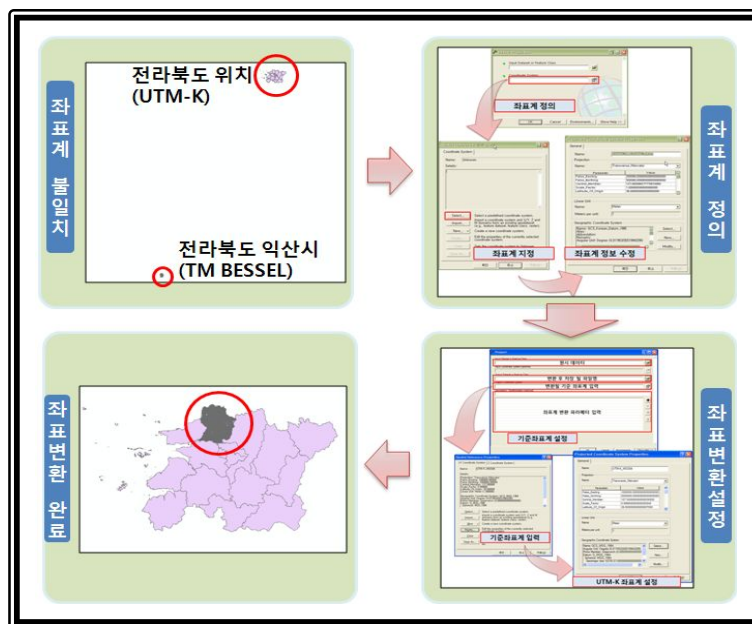
- 국토지리정보원 기본지리정보인 교통 자료의 철도라인, 철도면, 도로라인, 도로면 등 각각 도엽단위로 분할된 자료를 공간 형태별로 통합하고, 기본지리정보의 좌표계인 UTM-K 좌표정보를 입력 후, 각기 다른 공간 형태의 자료를 polyline 형태로 변경하여 하나의 도로레이어로 통합하였다.
- 통합된 도로레이어는 영상보정 및 정확도 검증 작업에 활용하였다.



<그림 2-23> 기본지리정보(교통) 통합

## 나. 연속지적도 변환

- 경지경계구획도 검토 및 위성영상 판독 작업 시 참조자료와 표본조사구 현장조사 공간자료와 비교, 정확도 검증 현장조사를 위한 정보로 사용하기 위하여 KLIS 연속지적도를 국토해양부(지적공사)를 통해 입수하였다.
- KLIS 연속지적도는 TM BESSEL 좌표계를 사용한 자료로 본 사업의 좌표계인 UTM-K로 변환작업을 진행하였다.



<그림 2-24> 연속지적도 좌표변환

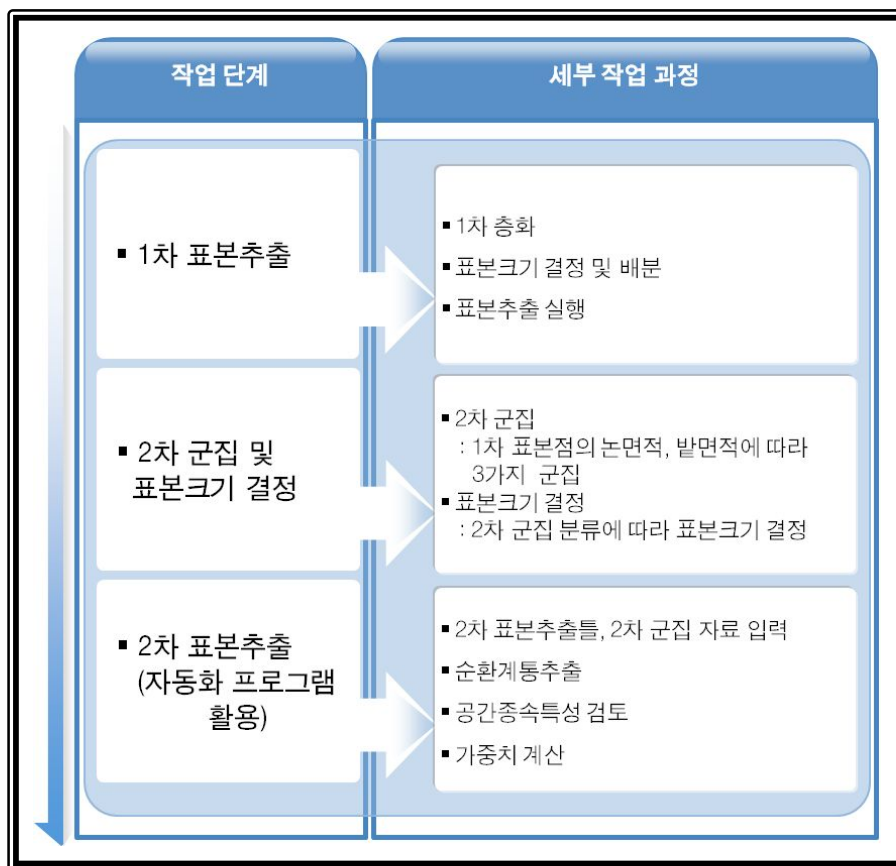
## 제 3 장. 표본 추출

### 1. 표본 추출 개요

원격탐사 표본점 추출 작업은 2010년 “영상기반 표본조사 방법 개발” 연구용역에서 정립된 “표본추출 논리”를 바탕으로 전국에 대한 1·2차 표본점을 추출하였다. 환경부 토지피복도를 모집단으로 사용하여 표본추출틀을 생성하여 기초분석을 실시한 뒤, 이를 토대로 PSU에 대한 층화를 실시하여 표본규모 및 배분 방법을 결정하고, 표본 추출 방법을 수립한 다음, 최종적으로 적절한 추정식을 유도하였다. 설계된 표본추출 논리에 따라 1차 추출 및 2차 추출을 통해 최종적인 표본추출을 실시하였고, 최종 추출된 표본점의 토지피복도 GIS 자료를 구축하여 경지면적 분석 및 추후 참조자료로 활용할 수 있게 하였다.

- 목표모집단 : 국내의 모든 농경지
- 조사모집단 : 2009년 토지피복도 영상자료
- 추출틀 : 2009년 경지가 존재하는 토지피복도 격자(Grid)형태의 영상자료
- 추출단위
  - 1차 추출단위(PSU) : 3Km × 3Km 크기의 격자 피복도영상
  - 2차 추출단위(SSU) : 200m × 200m 크기의 격자 피복도영상
- 표본추출방법 : 층화2단계통추출
  - 층화변수 : 경지면적, 논면적, 밭면적에 의해 3개층으로 층화
- 표본규모 : PSU 3,270개 추출 (SSU 약42,000개 추출)
  - 168개 시군구를 3개의 군집으로 분류하여 각각 상대표준오차를 10%, 15%, 20%로 하여 산출
- 표본배분 : 경지면적을 변수로 하여 네이만 배분 적용
- 표본추출 : 층별 경지면적, 논면적, 밭면적으로 정렬한 후 배정된 수만큼 계통추출

- 1차추출단위(Primary Sampling Unit : PSU)
  - 3Km×3Km 격자(Regular Grid)
  - 결정 요소 : 영상활용비율과 급내상관계수를 고려
- 2차추출단위(Secondary Sampling Unit : SSU)
  - 200m×200m 격자(Regular Grid)
  - 결정 요소 : 단순임의추출 하에서의 모분산을 비교



<그림 3-1> 표본추출 단계 및 과정

## 2. 표본 추출틀 분석

- 2009년 기준 환경부 토지피복도 자료에서 대분류 농업지역(200) 면적이 존재하는 PSU(3km×3km)
  - 대분류 농업지역(200)은 중분류 논(210), 밭(220), 하우스(230), 과수원(240), 기타(250)로 구성
- 표본추출틀 재구성
  - 행정경계에 걸쳐있고 해당 PSU면적이  $1.0 \times 10^6(m^2)$ 미만인 테두리셀(edge cell)들을 분리하여 면적이  $1.0 \times 10^6(m^2)$ 이상이 되게 최대 7개의 PSU를 1개로 묶어주는 가상화 작업을 통해 추출틀 재구성
  - 전국의 경지가 존재하는 PSU수는 14,495개, 그 중 면적이  $1.0 \times 10^6(m^2)$ 미만이고 행정경계에 걸쳐있는 테두리셀은 1,335개(9.2%)로 나타남
  - 해당 1,335개의 테두리셀을 454개의 셀로 통합하여 총 13,614개의 PSU를 최종 표본추출틀로 구축

<표 3-1> 시도별 최종PSU개수와 경지분류별 면적 (단위 : 개, 백만 $m^2$ )

지역	경지존재 PSU	최종 PSU	논면적	밭면적	하우스 재배지 면적	과수 면적	기타 재배지 면적	전체 경지 면적
전국	14,495	13,614	13,766	9,158	400	1,394	343	25,060
서울	71	63	9	14	3	1	0	27
부산	124	117	78	39	5	2	2	126
대구	130	121	79	70	2	8	2	162
인천	191	170	205	57	1	1	4	269
광주	86	77	97	44	13	2	1	156
대전	82	77	33	43	3	4	1	84
울산	158	150	113	50	2	19	4	188
경기	1,528	1,442	1,703	853	22	68	81	2,728
강원	1,952	1,899	718	1,052	108	28	24	1,930
충북	1,052	1,004	829	835	6	80	20	1,771
충남	1,318	1,233	2,213	1,037	8	109	50	3,417
전북	1,170	1,095	1,890	890	13	40	30	2,863
전남	2,153	1,919	2,379	1,549	53	69	33	4,083



경북	2,640	2,524	2,022	1,494	41	496	45	4,098
경남	1,582	1,483	1,392	730	83	160	37	2,403
제주	258	240	4	398	37	306	8	755

### 3. 1차 표본 추출

#### 가. 층화

##### (1) 층화시 고려사항

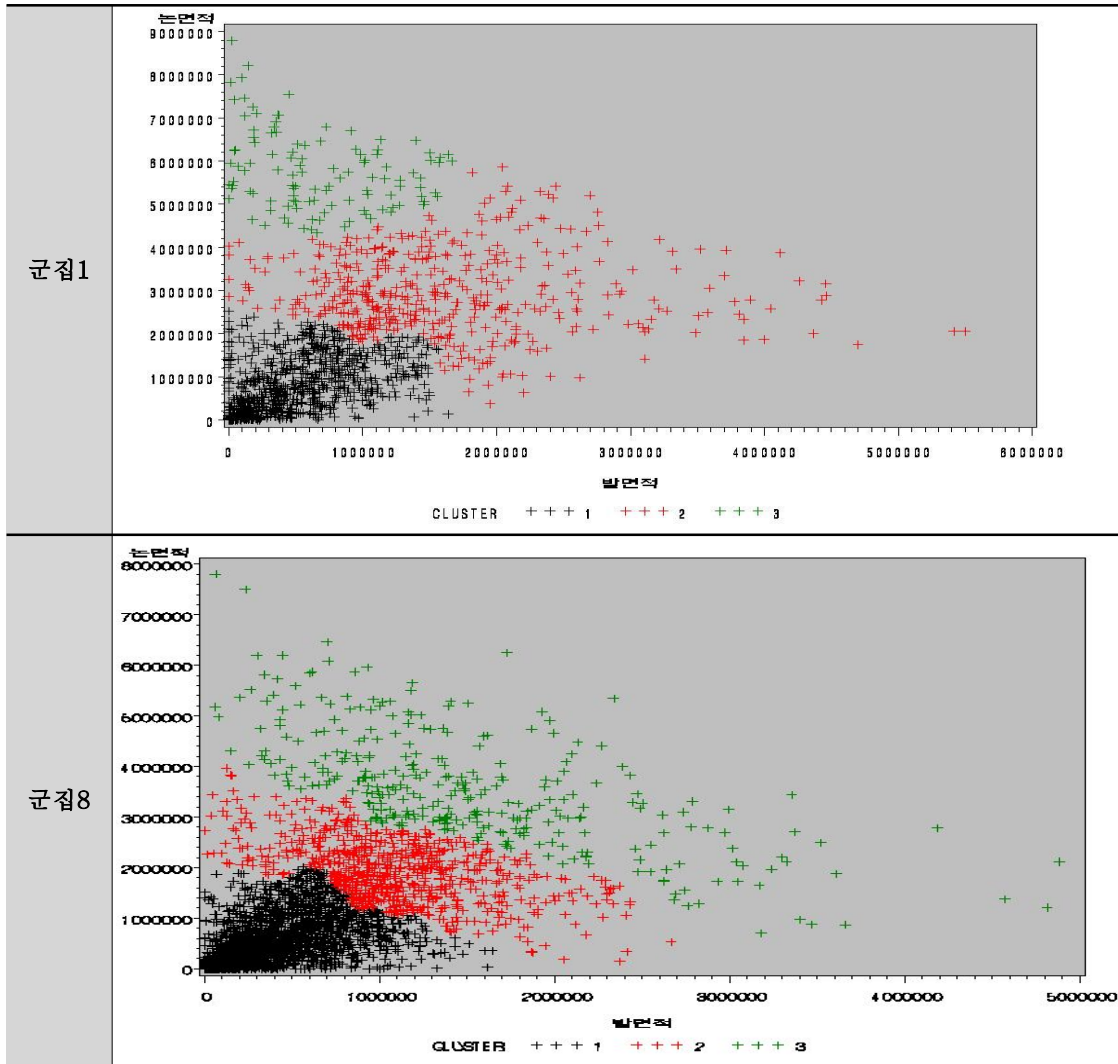
- 경지면적, 논면적, 밭면적의 특성이 비슷한 시군구를 군집화
- 층의 수는 상대표준오차등을 고려하여 3개로 결정
- 의사결정나무(CART기법)를 이용해 층경계점을 결정

##### (2) 층화과정

- 층화변수는 주요변수인 경지면적, 논면적, 밭면적으로 결정
- 특성이 비슷한 시군구를 군집화
  - 경지면적조사(2010년)의 경지면적, 논면적, 밭면적을 각각 표준화한 변수를 사용하는 ward 군집분석을 실시하여 10개의 군집을 구성
  - 1,3,5,6군집은 경지면적이 크고 논과 밭의 차이가 큰 지역이며 그 외 군집은 논과 밭의 비율이 비슷한 지역임
- 층의 수는 상대표준오차 등을 고려하여 3개로 결정
- 각 군집별로 토지피복도 PSU의 경지면적, 논면적, 밭면적을 각각 표준화한 변수를 사용하는 ward 군집분석을 통해 3개의 층으로 층화
  - 1, 3, 5, 6군집의 경우 경지면적이 작은 단위(1층), 밭면적이 큰 단위(2층), 논면적이 큰 단위(3층)로 구분되며 그 외 군집의 경우 경지면적이 작은 단위(1층), 중간 단위(2층), 큰 단위(3층) 3개의 층으로 구분됨

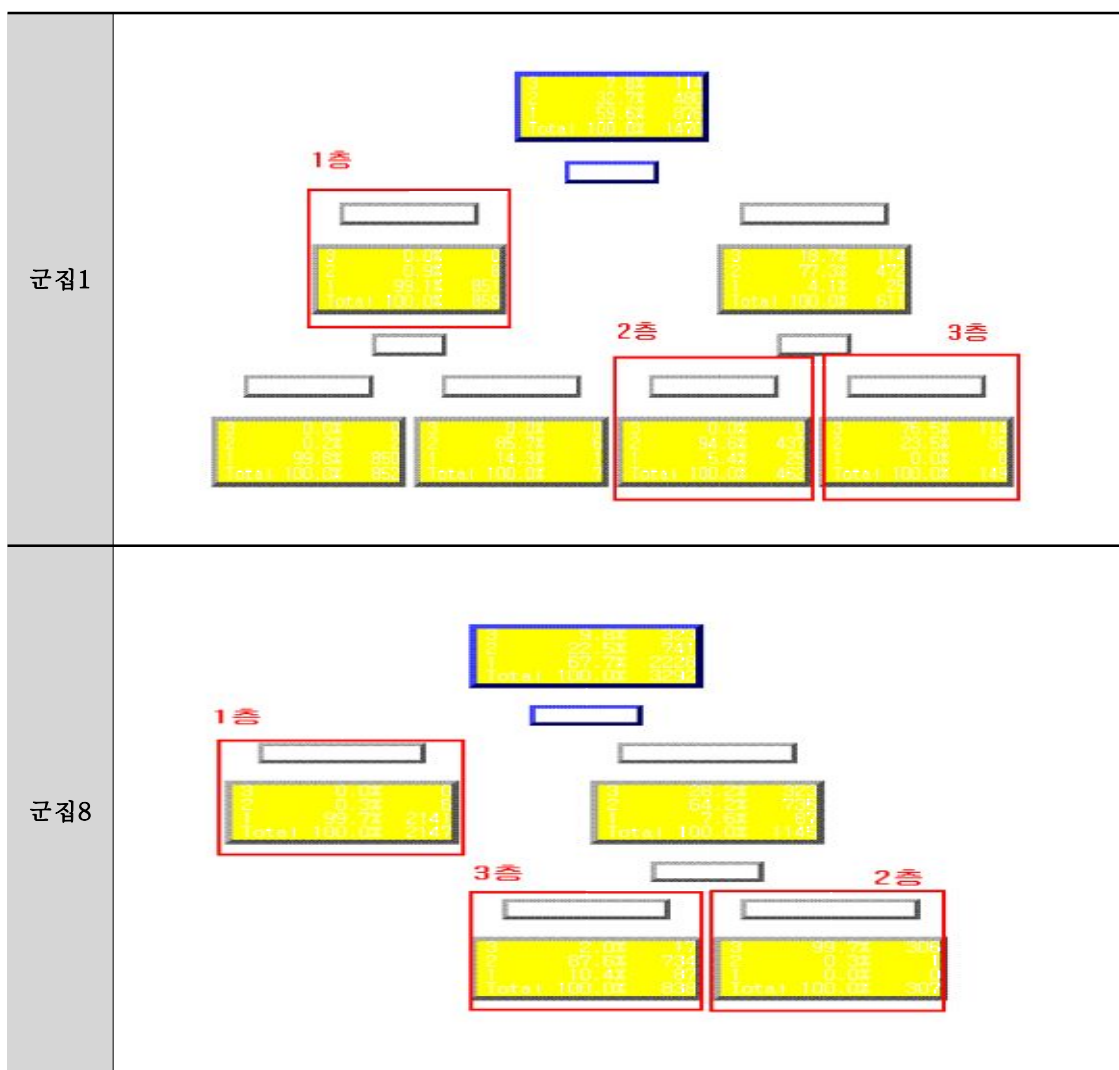
<표 3-2> 10개 군집별 해당 시군구

군집	시군구	특징
1 (17개)	인천- 강화군 경기 - 평택시 강원- 청원군, 충남 - 아산시, 논산시, 부여군, 홍성군, 예산군, 태안군 전북 - 군산시, 남원시, 부안군 전남 - 보성군, 영암군, 영광군 경북- 경주시, 예천군	
2 (43개)	서울, 부산, 대구 - 달성군외, 광주 - 광산구외, 울산-울주군외 경기 - 수원시, 성남시, 의정부시, 안양시, 부천시, 광명시, 동두천시, 안 산시, 고양시, 과천시, 구리시, 남양주시, 오산시, 시흥시, 군포시, 의왕시, 하남시, 광주시, 양주시, 가평군 강원 - 동해시, 태백시, 속초시, 화천군, 고성군, 양양군 충북 - 청주시, 증평군, 충남 - 계룡시, 전북 - 전주시 전남 - 목포시, 구례군, 경북 - 울진군, 울릉군 경남- 통영시, 거제시, 양산시	경지가 가장 작은지역
3 (18개)	경기 - 이천시, 안성시, 포천시, 여주군, 홍천군 충북 - 충주시, 제천시, 괴산군, 음성군 충남 - 천안시 전북 - 완주군 전남 - 순천시 경북 - 김천시, 영주시, 영천시, 봉화군, 진주시, 밀양시	
4 (1개)	전남 - 해남군	경지가 가장 큰 지역
5 (4개)	충남 - 서산군, 당진군, 전북 - 익산시, 김제시	경지가 크면서 논이 많은 지역
6 (2개)	제주 - 제주시, 서귀포시	밭이 가장 큰 지역
7 (6개)	경기 - 화성시 전북 - 정읍시, 고창군 전남 - 나주시, 고흥군 경북 - 상주시	
8 (39개)	울산 - 울주군 경기 - 용인시, 파주시, 김포시, 양평군 강원 - 철원군 충북 - 보은군, 진천군 충남 - 공주시, 보령시, 서천군, 청양군 전북 - 임실군, 순창군 전남 - 담양군, 곡성군, 화순군, 장흥군, 강진군, 함평군, 장성군, 진도군 경북 - 포항시, 구미시, 문경시, 고령군, 성주군 경남 - 사천시, 김해시, 창원시, 의령군, 함안군, 창녕군, 고성군, 하동군, 산청군, 함양군, 거창군, 합천군	
9 (34개)	대구 - 달성군 인천 - 강화군외 광주 - 광산구 대전 경기 - 연천군 강원 - 춘천시, 원주시, 강릉시, 삼척시, 횡성군, 영월군, 평창군, 정선군, 양구군, 인제군 충북 - 옥천군, 영동군, 단양군 충남 - 금산군, 연기군 전북 - 진안군, 무주군, 장수군 전남 - 여수시, 광양시, 완도군 경북 - 경산시, 군위군, 청송군, 영양군, 영덕군, 청도군, 칠곡군 경남 - 남해군	
10(4개)	전남 - 무안군, 신안군 경북- 안동시, 의성군	



<그림 3-2> 논면적×밭면적 층화 그래프(예시: 군집1, 군집8)

- 의사결정나무를 이용해 층 경계점을 결정
  - 군집분석의 경우 층 경계점을 명확히 확인할 수 없어 의사결정나무를 이용
  - 각 군집별로 층화작업을 실시한 후 경지면적, 논면적, 밭면적을 설명변수로 넣어 의사결정나무로 도형화하여 PSU를 분류하여 층 경계점을 결정



<그림 3-3> 의사결정나무(예시: 군집1, 군집8)

<표 3-3> 군집별 3개 층 경계점

군집	1층	2층	3층
1	경지면적 2,852,793㎡미만	논면적 4,323,654㎡미만	논면적 4,323,654㎡이상
2	경지면적 900,241㎡미만	경지면적 1,844,866㎡이상	경지면적 1,844,866㎡미만
3	경지면적 1,155,781㎡미만	밭면적 1,308,338㎡이상	밭면적 1,308,338㎡미만
4	경지면적 2,289,370㎡미만	경지면적 3,950,889㎡이상	경지면적 3,950,889㎡미만
5	경지면적 5,770,466㎡미만	밭면적 2,438,367㎡이상	밭면적 2,438,367㎡미만
6	밭면적 4,620,080㎡미만	논면적 84,326㎡미만	논면적 84,326㎡이상
7	경지면적 1,573,284㎡미만	경지면적 5,127,475㎡이상	경지면적 5,127,475㎡미만
8	경지면적 2,141,306㎡미만	경지면적 4,109,605㎡이상	경지면적 4,109,605㎡미만
9	경지면적 1,230,621㎡미만	경지면적 2,124,353㎡이상	경지면적 2,124,353㎡미만
10	경지면적 1,691,476㎡미만	경지면적 3,927,094㎡이상	경지면적 3,927,094㎡미만

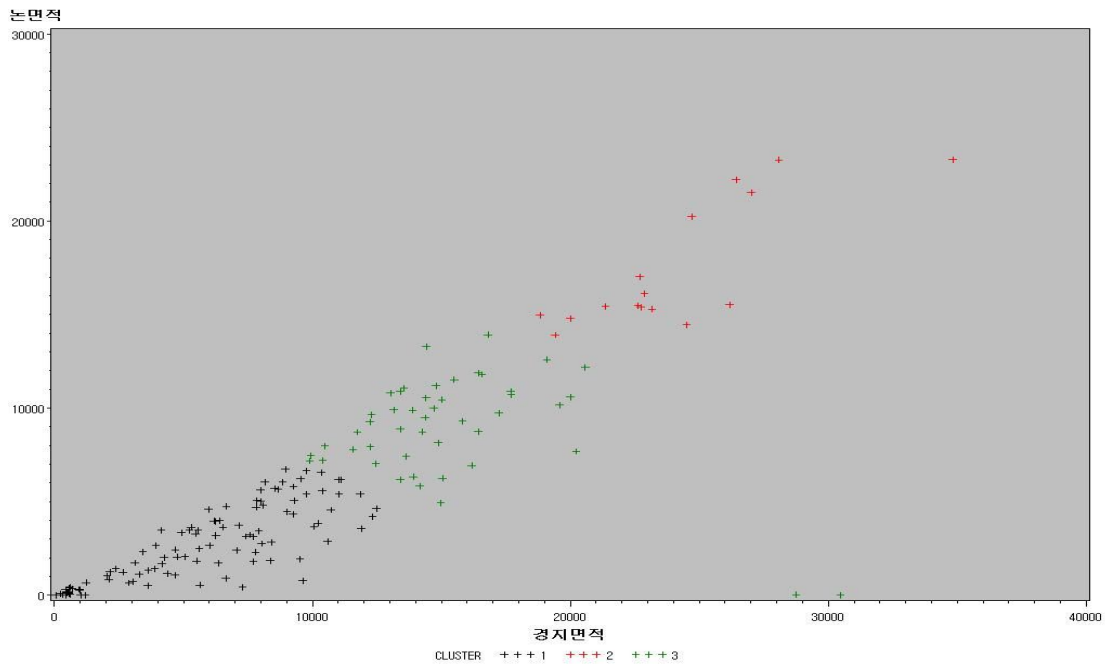
## 나. 표본규모 및 배분결정

### (1) 표본규모 고려사항

- 시군구별 경지면적 통계를 생산할 수 있도록 표본규모 결정
- 약 3,300개 규모에서 1차 추출단위(PSU) 표본규모 결정
- 시군구별 경지면적의 목표상대표준오차를 차등하여 표본규모결정
  - 시군구별 경지면적, 논면적을 고려하여 3개의 군집으로 구성하여 표본규모 결정

## (2) 목표정도결정

- 농업면적조사(2010년) 시군구별 경지면적, 논면적을 ward방법으로 군집분석하여 군집별로 경지면적의 목표상대표준오차를 차등하여 결정
- 경지면적, 논면적의 크기에 따라 3개의 군집으로 구성되며 각각 경지면적의 목표상대표준오차를 10%, 15%, 20%로 결정
  - 군집 1 : 경지면적, 논면적이 작은 그룹으로 목표상대표준오차 20%
  - 군집 2 : 경지면적, 논면적이 큰 그룹으로 목표상대표준오차 10%
  - 군집 3 : 경지면적, 논면적이 중간 그룹으로 목표상대표준오차 15%



<그림 3-4> 경지면적×논면적 군집분석(3개)

<표 3-4> 군집별 해당 시군구

	시군구
군집1 (105개)	서울, 부산, 대구, 인천 - 강화군 외, 광주, 대전, 울산 경기 - 수원시, 성남시, 의정부시, 안양시, 부천시, 광명시, 동두천시, 안산시, 고양시, 과천시, 구리시, 남양주시, 오산시, 시흥시, 군포시, 의왕시, 하남시, 용인시, 김포시, 광주시, 양주시, 포천시 강원 - 춘천시, 원주시, 강릉시, 동해시, 태백시, 속초시, 삼척시, 홍천군, 횡성군, 영월군, 평창군, 정선군, 화천군, 양구군, 인제군, 고성군, 양양군 충북 - 청주시, 제천시, 보은군, 옥천군, 영동군, 진천군, 괴산군, 단양군, 증평군 충남 - 계룡시, 금산군, 연기군, 청양군 전북 - 전주시, 완주군, 진안군, 무주군, 장수군, 임실군, 순창군 전남 - 목포시, 여수시, 광양시, 곡성군, 구례군, 화순군, 장성군, 완도군 경북 - 문경시, 경산시, 군위군, 청송군, 영양군, 영덕군, 청도군, 고령군, 칠곡군, 봉화군, 울진군, 울릉군 경남 - 통영시, 사천시, 김해시, 거제시, 양산시, 창원시, 의령군, 남해군, 하동군, 산청군, 함양군, 거창군
군집2 (18개)	경기 - 평택시, 화성시 충남 - 서산시, 논산시, 당진군 전북 - 익산시, 정읍시, 김제시, 고창군, 부안군 전남 - 나주시, 고흥군, 해남군, 영암군 경북 - 경주시, 상주시 제주 - 제주시, 서귀포시 ※ 제주도는 군집분석시 군집3에 포함되나 발면적 및 경지면적이 크므로 정도를 높이기 위해 군집2로함
군집3 (45개)	인천 - 강화군 경기 - 파주시, 이천시, 안성시, 여주군 강원 - 철원군 충북 - 충주시, 청원군, 음성군 충남 - 천안시, 공주시, 보령시, 아산시, 부여군, 서천군, 홍성군, 예산군, 태안군 전북 - 군산시, 남원시 전남 - 순천시, 담양군, 보성군, 장흥군, 강진군, 무안군, 함평군, 영광군, 진도군, 신안군 경북 - 포항시, 김천시, 안동시, 구미시, 영주시, 영천시, 의성군, 성주군, 예천군 경남 - 진주시, 밀양시, 함안군, 창녕군, 고성군, 합천군

(3) 1차추출단위(PSU) 표본규모 결정

- 시군구별 경지 면적 추정값의 목표상대오차를 군집별로 각각 10%, 15%, 20%로 지정한 후 시군구 단위로 표본크기를 계산

- 표본크기의 계산은 다음의 공식을 이용

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

- 추출확률이 최소 20%가 되도록 조정하여 최종표본규모 결정(단, 일부 시군은 표본수가 지나치게 커지므로 추출확률을 15%로 조정)
- 전국의 표본규모는 3,270개로 추출률은 24.0%정도
  - ※ 시군별 표본규모 및 추출확률은 부록에 수록

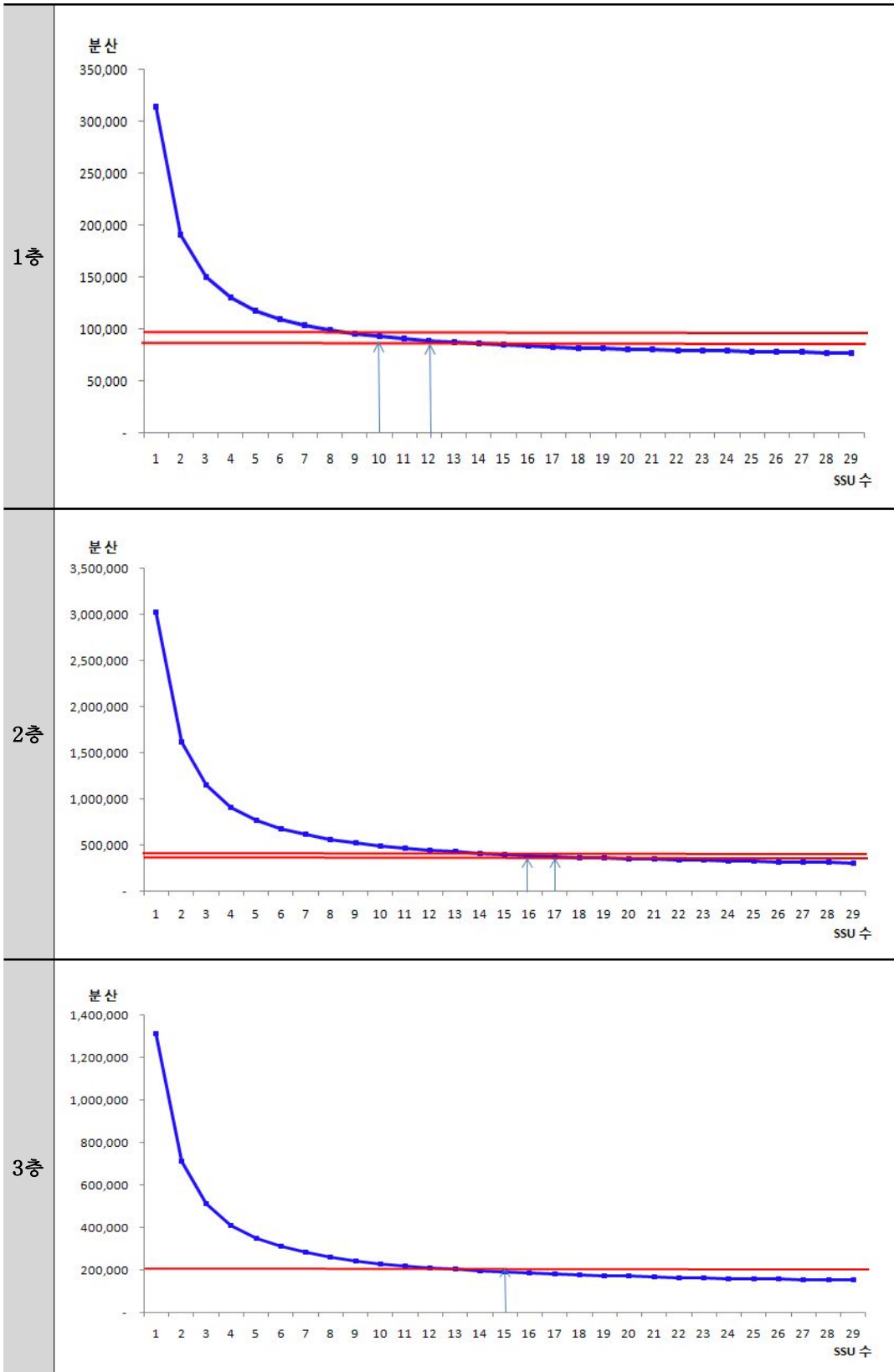
#### (4) 2차추출단위(SSU) 표본규모 결정

- SSU규모를 결정하기 위해서는 SSU의 영상 판독된 자료가 필요하나 토지피복도는 전국의 SSU자료가 없으므로 8개 시군에 대한 원격탐사의 시범 연구자료를 이용하여 표본규모를 결정
- 표본크기는 다음의 공식을 응용하여 계산

$$V(y) = \frac{S^2}{nm} [1 + (m-1)\rho]$$

- 각 층별로 1차추출단위수 n을 고정시키고 2차추출단위수 m의 수를 1부터 50까지 변화시키면서 경지면적의 분산을 구하여 분산의 증감률이 둔화되는 지점의 m의 수를 2차추출단위의 표본규모로 결정
- 1, 3, 5, 6군집과 그 외의 군집은 군집의 특성이 다르며 1, 5, 6의 군집의 경우 각 층별 특성이 뚜렷하므로 추정외 정도를 높이기 위해 그 외의 군집보다 최적 SSU의 수를 더 많이 결정





<그림 3-5> 2차추출단위개수별 분산

<표 3-5> 층별 군집별 최적SSU개수

층	군집	최적 SSU수
1층	1,3,5,6 군집	12
	2,4,7,8,9,10 군집	10
2층	1,3,5,6 군집	17
	2,4,7,8,9,10 군집	16
3층	1,3,5,6 군집	15
	2,4,7,8,9,10 군집	15

(5) 표본배분

- 시군별로 결정된 표본크기를 경지면적을 기준으로 네이만배분을 실시하여 층별로 배분

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

- 전국의 3270개의 표본 중 1층 1617개, 2층 944개, 3층 709개가 배분

※ 시군별 표본배분은 부록에 수록

다. 1차 표본 추출 과정

- 층화계통추출법을 사용하여 PSU추출
  - 시군별 PSU를 층화한 후, 각 군집별·층별 특성에 따른 분류기준에 따라 정렬

<표 3-6> 분류기준

		1,10군집	2군집	3,6군집	4군집	5,7,8군집	9군집
1차정렬기준		경지면적을 1,000,000으로 나누어 구간화한 경지면적					
2차 정렬 기준	1층	논면적	밭면적	밭면적	밭면적	논면적	밭면적
	2층	밭면적	논면적	밭면적	논면적	논면적	밭면적
	3층	논면적	밭면적	논면적	논면적	논면적	밭면적

- 각 층마다 모집단 PSU의 수(N)와 표본 PSU 수(n)를 이용해 추출간격 ( $k=N/n$ )을 정함
- 1~k 사이의 난수(r)를 랜덤하게 추출하여  $r+(n-1)k$  번째 PSU를 표본 PSU로 추출( $n=1,2,\dots,n$ )추출된 1차 표본 3,432개 중, 162개는 가상화 작업을 거쳐 최종 3,270개의 1차 표본이 추출되었음

<표 3-7> PSU 구성성분 별 추출된 1차 표본 수

표본별 PSU 구성 구분	1차 표본수
총	3,270개
PSU 1개	3,194개
PSU 2개	37개
PSU 3개	16개
PSU 4개	7개
PSU 5개	9개
PSU 6개	6개
PSU 7개	1개

## 라. 가중치 작성 및 추정

### (1) 기호설명

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

### (2) 가중치 작성

- 가중치는 표본추출로부터 직접적으로 얻어진 값으로 추출율의 역수이며, 본 설계에서는 층화2단추출법을 사용하였으므로 최종가중치는 1차 추출

에서의 1차 가중치와 2차 추출에서의 2차 가중치의 곱으로 나타낼 수 있음

○ 가중치의 계산은 다음의 공식을 이용

$$\begin{aligned} \text{1차 가중치 : } w_{1kh} &= \frac{N_{kh}}{n_{kh}} \\ \text{2차 가중치 : } w_{2khi} &= \frac{M_{khi}}{m_{khi}} \\ \text{최종 가중치 : } w_{khij} &= w_{1kh} \cdot w_{2khi} = \frac{N_{kh}}{n_{kh}} \cdot \frac{M_{khi}}{m_{khi}} \end{aligned}$$

### (3) 추정

○ 최종 추출단위에 대한 조사변수값( $y_{khij}$ )과 가중치( $w_{khij}$ )만을 사용하는 추정방식인 단순추정식을 사용

※ 회귀추정식은 토지피복도 자료와 영상관독 자료 간 상관성(특히 발면적)이 확보되는 시점에 적용 가능성을 재검토할 예정

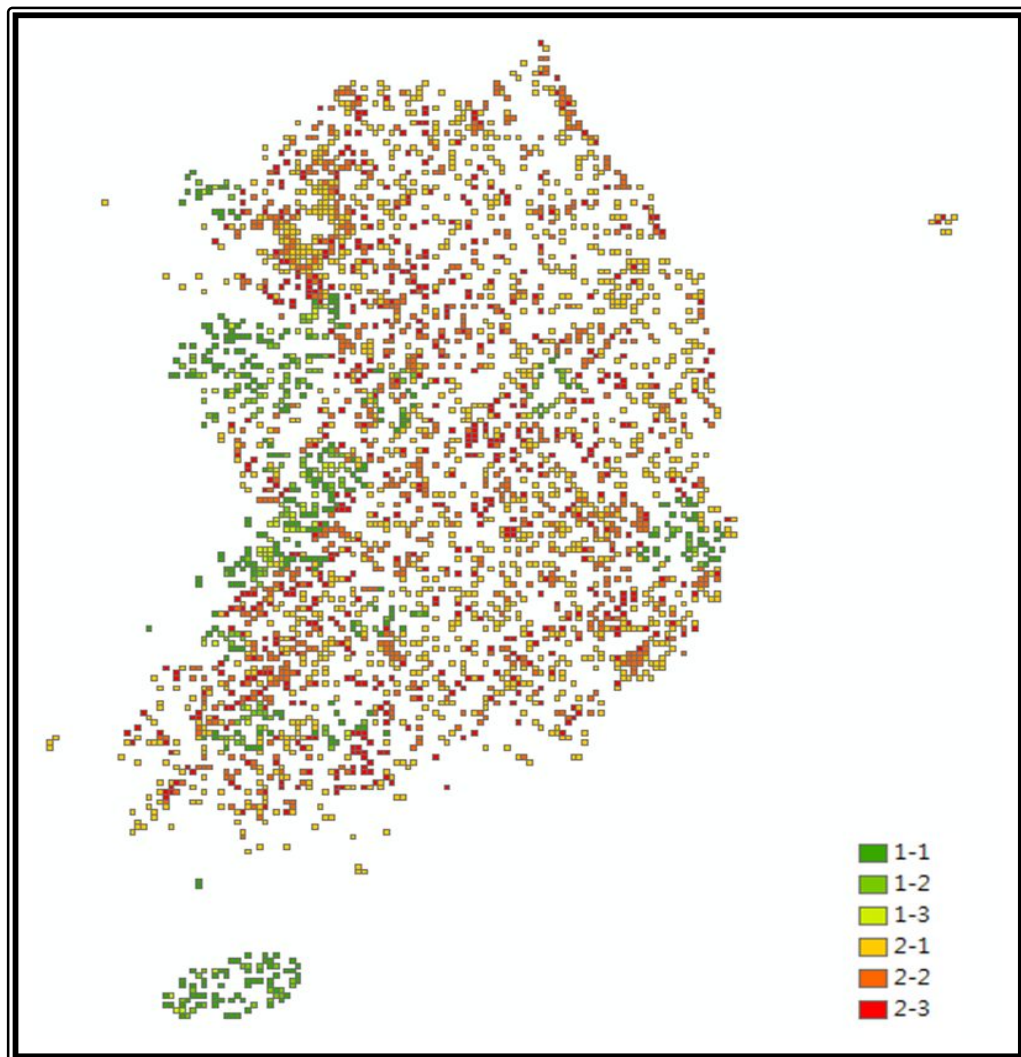
○ K지역에 대한 시군단위의 총계 추정량과 추정분산의 식은 다음의 공식을 이용

$$\begin{aligned} \text{총계추정량 : } \widehat{Y}_k &= \sum_{h=1}^4 \sum_{i=1}^{n_{kh}} \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij} \\ \text{추정 분산 : } \widehat{V}(\widehat{Y}_k) &= \sum_{h=1}^4 \widehat{V}_{kh}(\widehat{Y}_k) \\ \widehat{V}_{kh}(\widehat{Y}_k) &= \frac{n_{kh}(1-f_{kh})}{n_{kh}-1} \sum_{i=1}^{n_{kh}} (y_{khi} - \overline{y_{khi}})^2 \\ y_{khi} &= \sum_{j=1}^{m_{khi}} w_{khij} \cdot y_{khij}, \quad \overline{y_{khi}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{kh}} y_{khi}}{n_{kh}} \end{aligned}$$

$$\text{상대표준오차} : \widehat{CV}(\widehat{Y}_k) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\widehat{Y}_k)}}{\widehat{Y}_k}$$

마. 1차 표본 추출 결과

- 최종 추출된 1차 표본의 층별 분포는 다음과 같음



<그림 3-6> 층별 PSU 분포

<표 3-8> 지역별 층별 PSU 분포

시도	1, 3, 5, 6, 군집			2, 4, 7, 8, 9, 10 군집			총합계
	1층	2층	3층	2-1층	2-2층	2-3층	
전체	378	159	74	1,410	774	637	3,432
강원				258	102	61	421
경기	12	9	6	177	115	103	422
경남				191	64	72	327
경북	49	17	4	250	121	120	561
광주				8	17	5	30
대구				18	15	5	38
대전				10	4	2	16
부산				26	17	6	49
서울				25	4	3	32
울산				19	10	5	34
인천	15	4	2	16	9	3	49
전남	36	29	9	229	104	124	531
전북	82	21	26	66	66	58	319
제주	66	19	4				89
충남	102	52	22	47	48	30	301
충북	16	8	1	70	78	40	213

#### 4. 2차 표본 추출

##### 가. 2차 표본 추출 논리

2차 표본추출틀 경지면적자료를 토대로 표<3-5>에 나온 1차 표본점 층별

SSU 추출 수를 목표로 하여 2차 표본 추출을 진행하였다. 2차 표본추출 방법은 경지면적을 고려한 순환계통추출과 공간종속특정을 종합적으로 고려하였다.

○ SSU 추출 방식

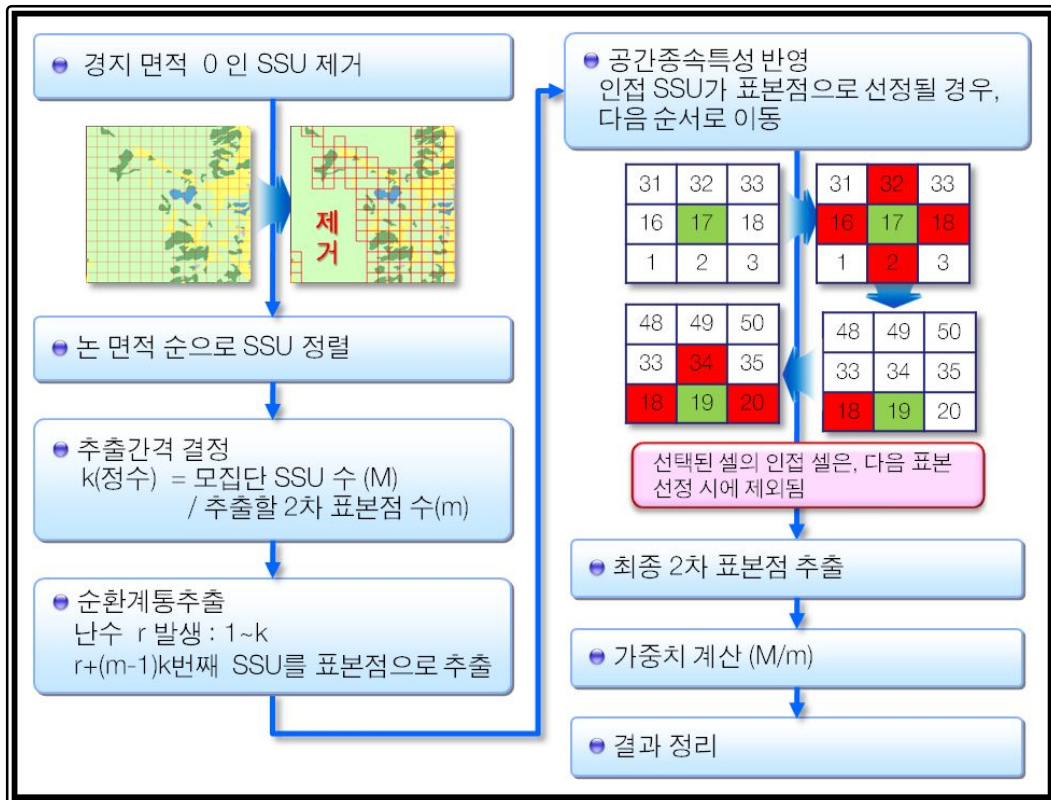
- 표본 PSU마다 경작지 면적을 계산하여 경작지 면적이 0인 SSU 제거
- 표본 PSU마다 SSU의 논면적 크기 내림차순으로 정렬
- PSU마다 SSU추출을 위한 표본 위치 선택을 위한 계통 간격 결정  
: PSU 내 SSU 수(M), 표본으로 추출할 SSU 수(m)라 한다면 추출간격(k, 정수로 결정)은 다음과 같음)

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

○ 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 다음 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

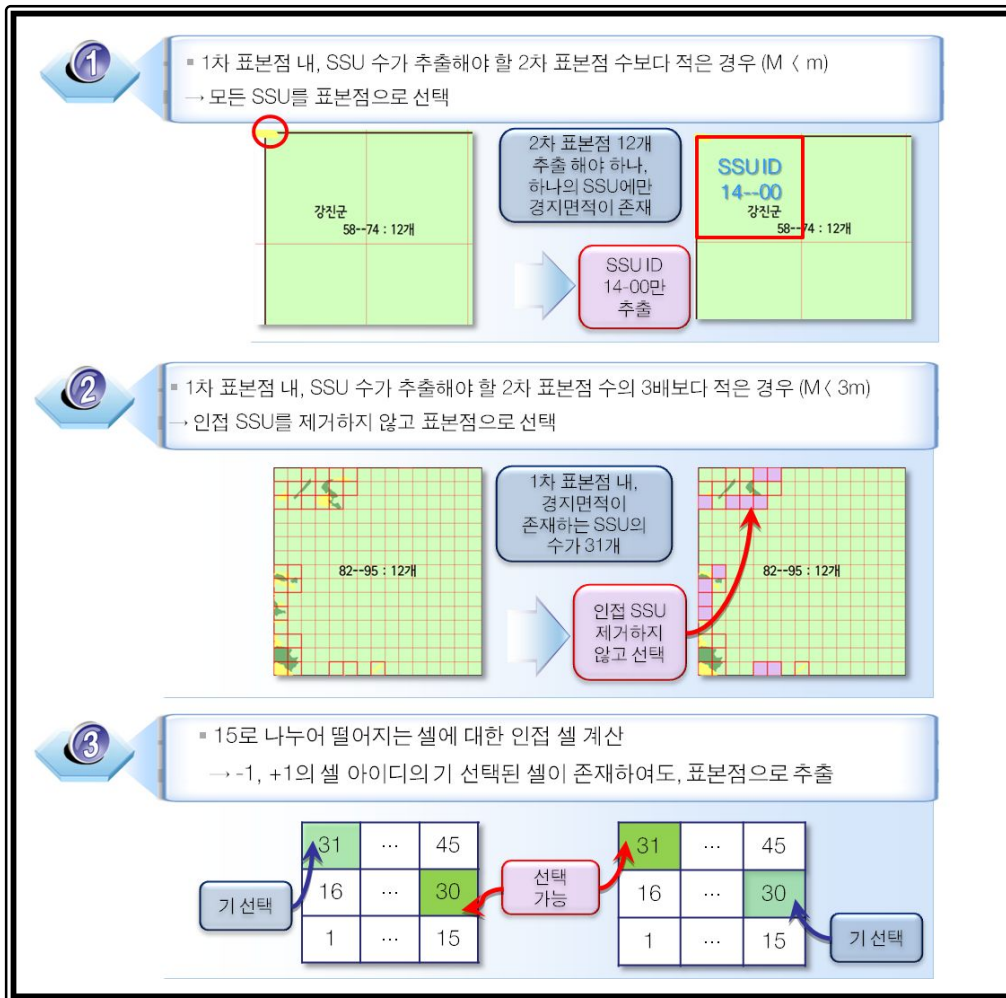




<그림 3-7> 2차 표본 추출 과정

○ 예외조건

- 1차 표본점 내의 경지 분포 현황과 SSU 공간분포를 고려하는 2차 표본추출 작업에서는 2차 표본점의 추출수를 만족하는 못하는 경우와 공간 인접성 검토에서 예외 사항들이 발생
- 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  $1 \sim k$ 사이의 다른 난수( $r_2$ )를 추가로 선택하여 표본 위치 선택



<그림 3-8> 2차 표본 추출 예외조건

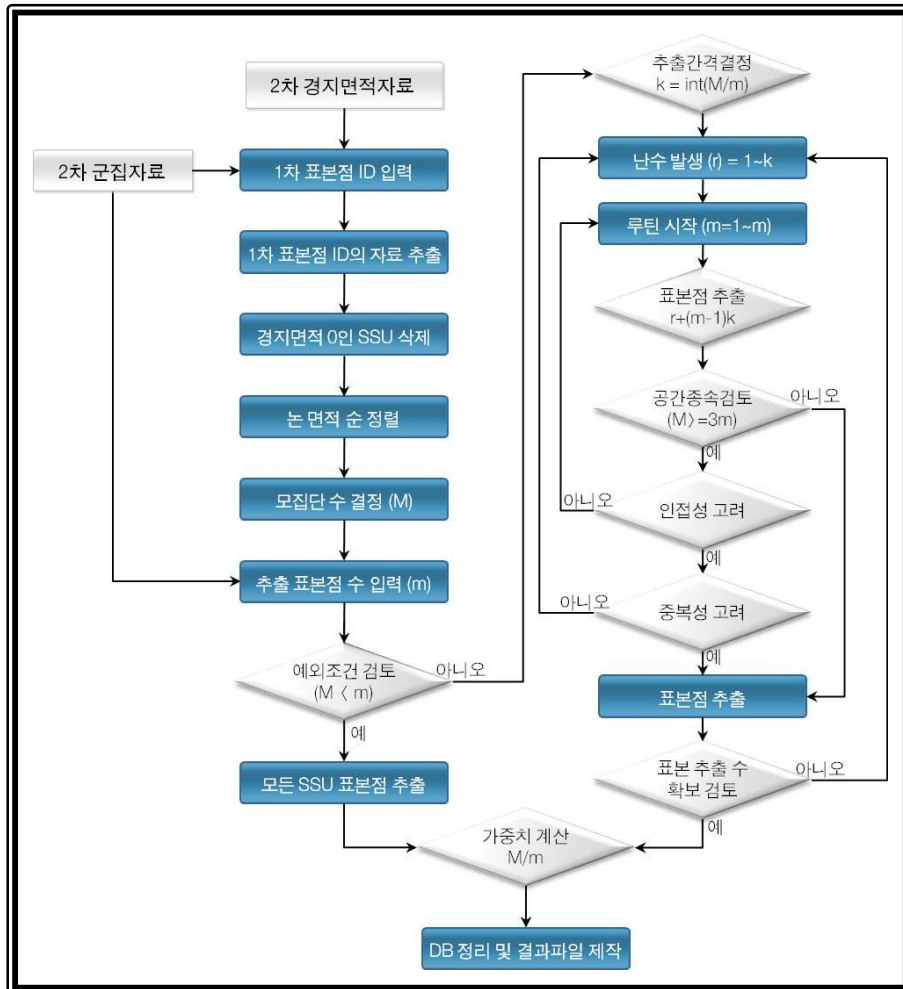
#### 나. 2차 표본점 추출 자동화

2010년 시범 사업시, 2차 표본점 추출의 효과적 수행을 위해서 내부 작업용으로 표본점 추출 프로그램(엑셀 VBA)을 자체적으로 개발하여 활용해왔다. 개발된 프로그램은 2011년 전국 시범사업에도 활용하여 작업시간 및 인력 소모 절감 효과를 거둘 수 있었다.

본 시범 사업에서는 기 개발된 프로그램을 전국의 1차 표본점에 대해 동시에 2차 표본점을 추출할 수 있도록 개선하였다. 또한, 이러한 자동화 프로그램의 활용함으로써 표본추출틀 및 1차 표본점의 변경되어 2차 표본을 재추

출해야할 경우 단시간에 자동적으로 재 추출이 가능하여 그 효과를 확인할 수 있었다.

○ 2차 표본추출 논리를 반영한 자동화 프로그램의 로직



<그림 3-9> 개발된 표준점 추출 프로그램의 로직

2차 표본 추출 프로그램은 1차 표본점 별 각각의 2차 표본점 추출이 가능한 개별 계산 모듈과 전국의 2차 표본점을 일괄적으로 추출할 수 있는 자동화 모듈로 구성되어있다. 프로그램 기획단계에서 대량의 표본점을 동시에 추출하는 자동화 프로그램을 최종 목표로 개발하였으며, 개별 계산 모듈은 표본점 추출 단계별 확인이 용이하기 때문에, 전국의 표본점을 추출한 이후, 국지적으로 표본점 추출이 필요할 때 사용하기 위해서 보완용으로 개발되었

다.

○ 개별계산 모듈

The screenshot shows the '개별계산' (Individual Calculation) module interface. It includes input fields for 'PSU ID' (with a note 'psu id 입력 => 88--66 식으로 입력'), '총 SSU' (with a note '총 SSU 갯수 입력'), and '결과파일 저장' (Save Result File) section with fields for '저장경로' (Save Path) and '저장파일명' (Save File Name). A '결과값 테이블 정리' (Organize Result Table) button is also present. To the right is a table detailing the module's functions.

기능 소개	예시 및 설명
1차 표본 ID 입력	88—66
추출할 2차 표본점 수 입력	12
실행	경지 면적이 0인 SSU 제거
실행	2차 표본점 추출 시작
저장 경로 입력	C:\표본점추출
저장 파일명 입력	88—66_2차표본점_목록.xlsx
실행	결과파일 생성

<그림 3-10> 개별계산 모듈

- 1차 표본점별 개별로 SSU 추출
- 추출할 2차 표본점 수를 수기로 입력
- 저장경로 및 파일명에 엑셀파일 형태의 결과파일 생성

○ 일괄계산 모듈

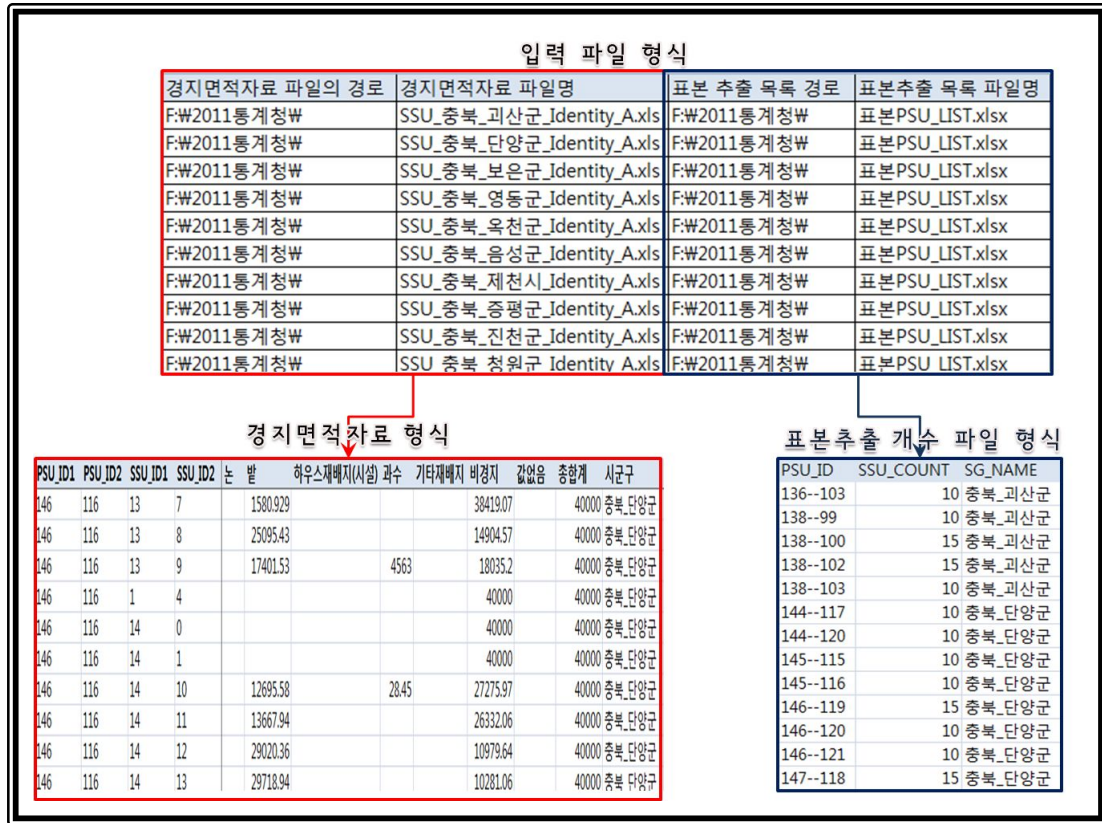
The screenshot shows the '일괄계산' (Batch Calculation) module interface. It includes input fields for '리스트경로' (List Path), '파일명' (File Name), and '저장경로' (Save Path). A '표본SSU추출' (Sample SSU Extraction) button is located at the bottom. To the right is a table detailing the module's functions.

기능 소개	예시 및 설명
입력 리스트 경로 입력	C:\표본점추출_입력
파일명 입력	입력목록.xlsx
저장경로	C:\표본점추출
실행	2차 표본점 추출 시작

<그림 3-11> 일괄계산 모듈

- 시군구별 경지면적자료 파일명이 목록화되어있는 파일을 입력함

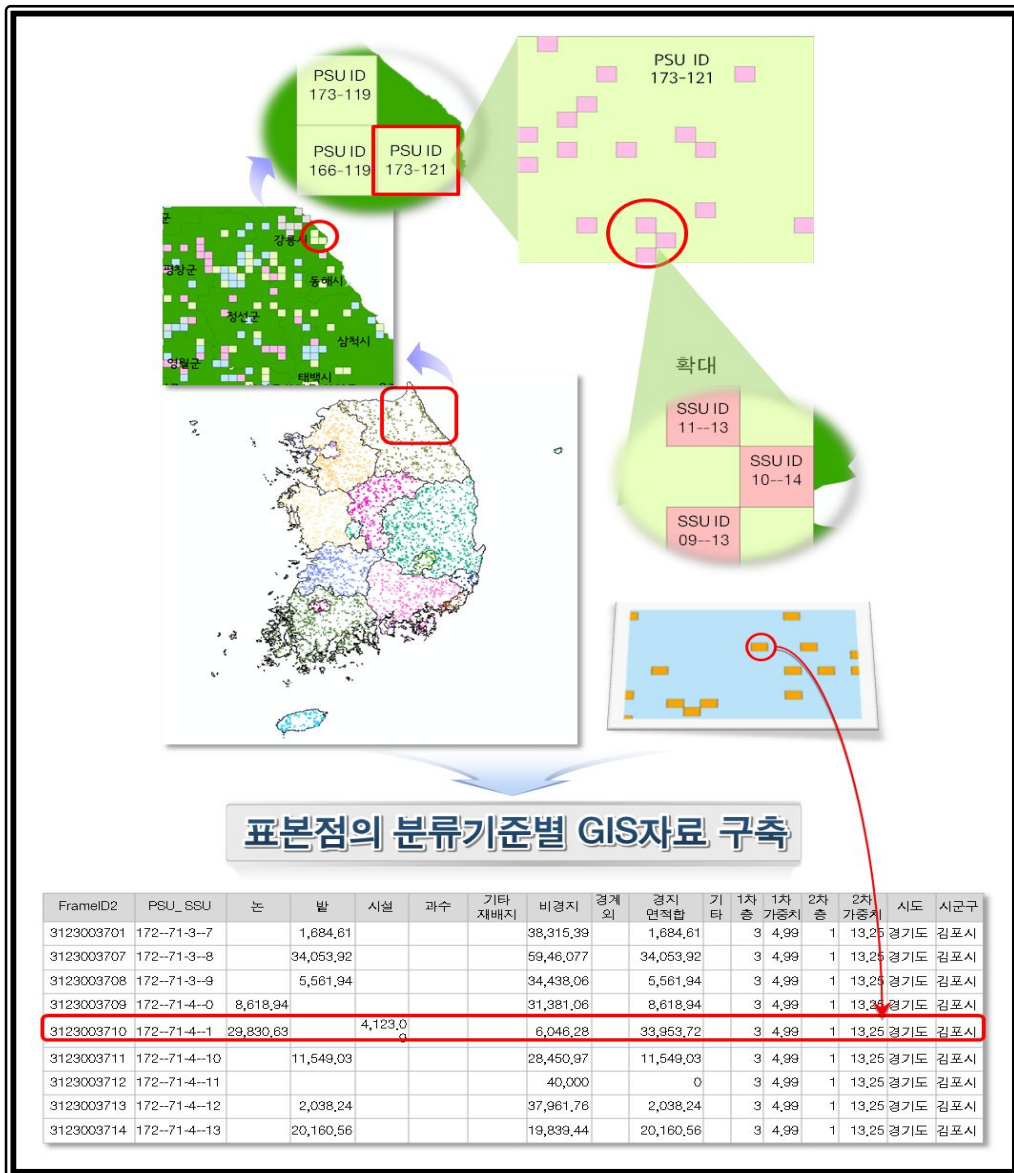
- 입력된 파일명을 불러와 순차적으로 시군구별 2차 표본점 추출을 실시



<그림 3-12> 일괄 계산 모듈 입력 파일 형식

### 다. 2차 표본 추출 결과

전국 1차 표본점 3,270개에서 최종적으로 2차 표본점 42,062개를 추출하였다. 총 관독 면적은 168,248ha이고 추출된 2차 표본점 목록의 공간적 분포를 파악할 수 있도록 인덱스 DB를 제작하였으며, 토지피복도 경지면적을 기반으로 속성자료를 구축하여 GIS자료와 연계하였다.



<그림 3-13> 2차 표본점 GIS DB 구축

<표 3-9> 시도별 2차 표본 추출 현황

구 분	표본PSU	유효SSU	목표SSU	표본SSU	추출율(%)
총합계	3,270	358,036	43,043	42,062	11.75
강원	403	32,332	4,983	4,748	14.69
경기	400	41,626	5,365	5,246	12.60
경남	312	32,603	3,896	3,843	11.79
경북	546	61,291	7,115	6,942	11.33
광주	26	3,435	382	382	11.12
대구	34	3,283	455	441	13.43
대전	16	1,382	194	188	13.60
부산	49	4,112	622	598	14.54
서울	32	1,261	359	307	24.35
울산	34	3,525	425	425	12.06
인천	47	4,086	605	586	14.34
전남	491	55,645	6,490	6,364	11.44
전북	296	38,014	4,077	4,030	10.60
제주	86	9,537	1,139	1,082	11.35
충남	291	40,558	4,028	4,002	9.87
충북	207	25,346	2,908	2,878	11.35

<표 3-10> 시군구별 표본 추출 현황

시군구명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
전국	3,270	358,036	43,043	42,062	11.7
서울	32	1,261	359	307	24.3
기장군	11	902	143	137	15.2
부산기타	38	3,210	479	461	14.4
달성군	15	1,680	208	204	12.1
대구기타	19	1,603	247	237	14.8

시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
강화군	20	1,947	266	266	13.7
인천기타	27	2,139	339	320	15.0
광산구	10	1,407	146	146	10.4
광주기타	16	2,028	236	236	11.6
대전	16	1,382	194	188	13.6
울주군	16	1,597	187	187	11.7
울산기타	18	1,928	238	238	12.3
수원시	12	1,036	160	149	14.4
성남시	14	842	167	154	18.3
의정부시	12	751	138	129	17.2
안양시	8	172	80	62	36.0
부천시	9	486	108	108	22.2
광명시	6	412	78	70	17.0
평택시	23	3,374	339	332	9.8
동두천시	9	695	114	107	15.4
안산시	12	1,016	159	159	15.6
고양시	9	1,023	130	130	12.7
과천시	5	211	60	59	28.0
구리시	6	356	78	70	19.7
남양주시	15	1,642	201	199	12.1
오산시	5	484	72	72	14.9
시흥시	8	868	114	114	13.1
군포시	5	299	62	61	20.4
의왕시	7	528	94	94	17.8
하남시	11	764	140	140	18.3
용인시	17	1,757	202	202	11.5



시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
파주시	18	2,305	227	227	9.8
이천시	16	2,410	250	250	10.4
안성시	19	2,698	299	299	11.1
김포시	9	1,161	123	123	10.6
화성시	25	3,746	358	358	9.6
광주시	13	1,212	173	173	14.3
양주시	12	1,434	172	172	12.0
포천시	21	2,450	305	301	12.3
여주군	17	2,661	259	259	9.7
연천군	17	1,694	228	221	13.0
가평군	21	1,397	253	243	17.4
양평군	19	1,742	222	209	12.0
춘천시	27	2,098	321	308	14.7
원주시	17	1,796	227	219	12.2
강릉시	23	2,250	294	280	12.4
동해시	11	926	142	140	15.1
태백시	12	486	130	120	24.7
속초시	8	459	102	96	20.9
삼척시	22	1,079	232	227	21.0
홍천군	33	2,458	448	438	17.8
횡성군	19	1,853	247	247	13.3
영월군	22	1,488	248	240	16.1
평창군	22	3,095	448	422	13.6
정선군	35	1,462	252	241	16.5
철원군	33	3,083	399	369	12.0
화천군	24	1,368	282	264	19.3

시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
양구군	28	2,678	367	350	13.1
인제군	22	1,514	268	252	16.6
고성군	23	2,235	298	273	12.2
양양군	22	2,004	278	262	13.1
청주시	11	1,329	162	162	12.2
충주시	25	3,391	391	391	11.5
제천시	23	2,784	344	336	12.1
청원군	25	3,312	343	343	10.4
보은군	17	1,941	197	197	10.1
옥천군	15	1,863	208	203	10.9
영동군	17	1,883	221	221	11.7
진천군	14	1,712	174	174	10.2
괴산군	17	2,039	261	252	12.4
음성군	17	2,596	269	269	10.4
단양군	15	1,152	182	174	15.1
증평군	11	1,344	156	156	11.6
천안시	21	3,061	329	329	10.7
공주시	18	2,318	222	222	9.6
보령시	21	2,205	264	264	12.0
아산시	16	2,301	233	233	10.1
서산시	31	4,073	391	377	9.3
논산시	30	4,513	436	436	9.7
계룡시	7	538	94	94	17.5
금산군	16	2,197	224	224	10.2
연기군	12	1,792	178	178	9.9
부여군	18	2,651	257	257	9.7

시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
서천군	15	2,379	211	211	8.9
청양군	11	1,163	140	137	11.8
홍성군	13	2,067	192	192	9.3
예산군	20	2,881	291	291	10.1
태안군	19	2,835	274	274	9.7
당진군	23	3,584	292	283	7.9
전주시	12	1,503	178	178	11.8
군산시	15	2,123	213	210	9.9
익산시	23	3,330	298	298	8.9
정읍시	33	4,964	471	463	9.3
남원시	20	2,276	271	265	11.6
김제시	22	2,905	286	282	9.7
완주군	23	2,733	342	334	12.2
진안군	21	2,011	273	267	13.3
무주군	18	1,602	238	230	14.4
장수군	17	1,881	234	234	12.4
임실군	13	1,546	157	157	10.2
순창군	15	1,730	192	188	10.9
고창군	28	4,527	417	417	9.2
부안군	36	4,883	507	507	10.4
목포시	10	544	124	115	21.1
여수시	16	1,373	199	196	14.3
순천시	25	3,060	366	355	11.6
나주시	33	4,938	476	476	9.6
광양시	14	1,135	174	166	14.6
담양군	27	2,744	326	310	11.3

시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
곡성군	18	1,856	218	207	11.2
구례군	23	2,606	318	308	11.8
고흥군	40	5,003	552	552	11.0
보성군	20	2,131	266	266	12.5
화순군	16	1,770	187	187	10.6
장흥군	25	2,552	298	291	11.4
강진군	19	2,169	239	231	10.7
해남군	31	4,039	419	419	10.4
영암군	33	4,772	491	464	9.7
무안군	16	2,526	234	234	9.3
함평군	13	1,858	180	176	9.5
영광군	19	2,440	279	279	11.4
장성군	15	1,718	188	186	10.8
완도군	21	1,501	256	251	16.7
진도군	24	2,220	293	293	13.2
신안군	33	2,690	407	402	14.9
포항시	35	2,920	392	362	12.4
경주시	51	5,045	663	641	12.7
김천시	27	3,786	414	403	10.6
안동시	30	3,818	372	372	9.7
구미시	21	2,241	253	253	11.3
영주시	18	2,919	285	277	9.5
영천시	24	3,613	373	373	10.3
상주시	50	6,407	663	657	10.3
문경시	25	2,245	277	276	12.3
경산시	16	2,168	230	222	10.2

시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
군위군	14	1,301	180	172	13.2
의성군	31	4,373	407	407	9.3
청송군	17	1,471	215	207	14.1
영양군	22	1,737	259	243	14.0
영덕군	20	1,748	239	231	13.2
청도군	19	2,377	266	259	10.9
고령군	13	1,020	148	145	14.2
성주군	26	2,826	314	301	10.7
칠곡군	14	1,441	191	191	13.3
예천군	19	3,050	274	274	9.0
봉화군	23	2,458	331	318	12.9
울진군	24	1,995	289	283	14.2
울릉군	7	332	80	75	22.6
진주시	20	2,949	304	304	10.3
통영시	15	985	177	176	17.9
사천시	13	1,466	157	157	10.7
김해시	14	1,466	173	166	11.3
밀양시	24	3,104	371	371	12.0
거제시	15	1,306	200	200	15.3
양산시	17	1,198	208	197	16.4
창원시	23	2,011	264	260	12.9
의령군	11	918	120	120	13.1
함안군	15	1,883	187	187	9.9
창녕군	17	2,266	225	225	9.9
고성군	20	2,246	232	232	10.3
남해군	10	1,181	140	140	11.9

시구군명	표본PSU	유효 SSU	목표 SSU	표본 SSU	추출율(%)
하동군	18	1,902	212	207	10.9
산청군	19	1,650	210	199	12.1
함양군	18	1,869	217	208	11.1
거창군	16	1,644	187	186	11.3
합천군	27	2,559	312	308	12.0
제주시	45	4,811	586	568	11.8
서귀포시	41	4,726	553	514	10.9

# 제 4 장. 원격탐사 활용 경지 및 벼 재배 면적 판독 방안

## 1. 개 요

앞의 3장의 연구를 통해 영상기반 표본설계를 위한 기본적인 틀을 마련할 수 있었다. 환경부 토지피복도를 모집단으로 활용하여 3Km x 3Km 격자의 1차 표본(PSU)를 3,270개를 추출하고, 최종적으로 각 PSU 내의 200m x 200m 격자의 2차 표본(SSU) 42,062개를 추출하였다. 또한 판독에 필요한 참조자료를 입수하여 본 연구에 활용할 수 있도록 처리 및 변환하여 판독을 위한 준비가 완료되었다.

본 연구 사업은 원격탐사를 활용한 경지 및 벼 재배면적 산출의 실용화를 위한 전국 시범사업이므로 전국의 42,062개의 표본점을 판독하기 위한 체계적이고 효과적인 작업 계획 및 적합한 판독 지침을 수립하였다. 수립한 작업 계획 및 판독 지침의 활용성을 시험하고 본 사업 대비 문제점 및 해결방안을 제시하고자 하였다.

## 2. 작업 계획 수립

### 가. 4개 권역 분할

본 연구용역은 전국에 걸쳐 수행되기 때문에, 작업수행과 관리의 효율성 증대를 위해 전국을 4개의 권역, 추출된 2차 표본점의 개수가 10,000 여개를 이루는 시·도 단위로 분할한 뒤, 각각의 권역별로 작업조에게 할당하여 작업을 수행하였다.



<그림 4-1> 전국단위 사업수행을 위한 작업영역 설정



<표 4-1> 4개 권역 설명

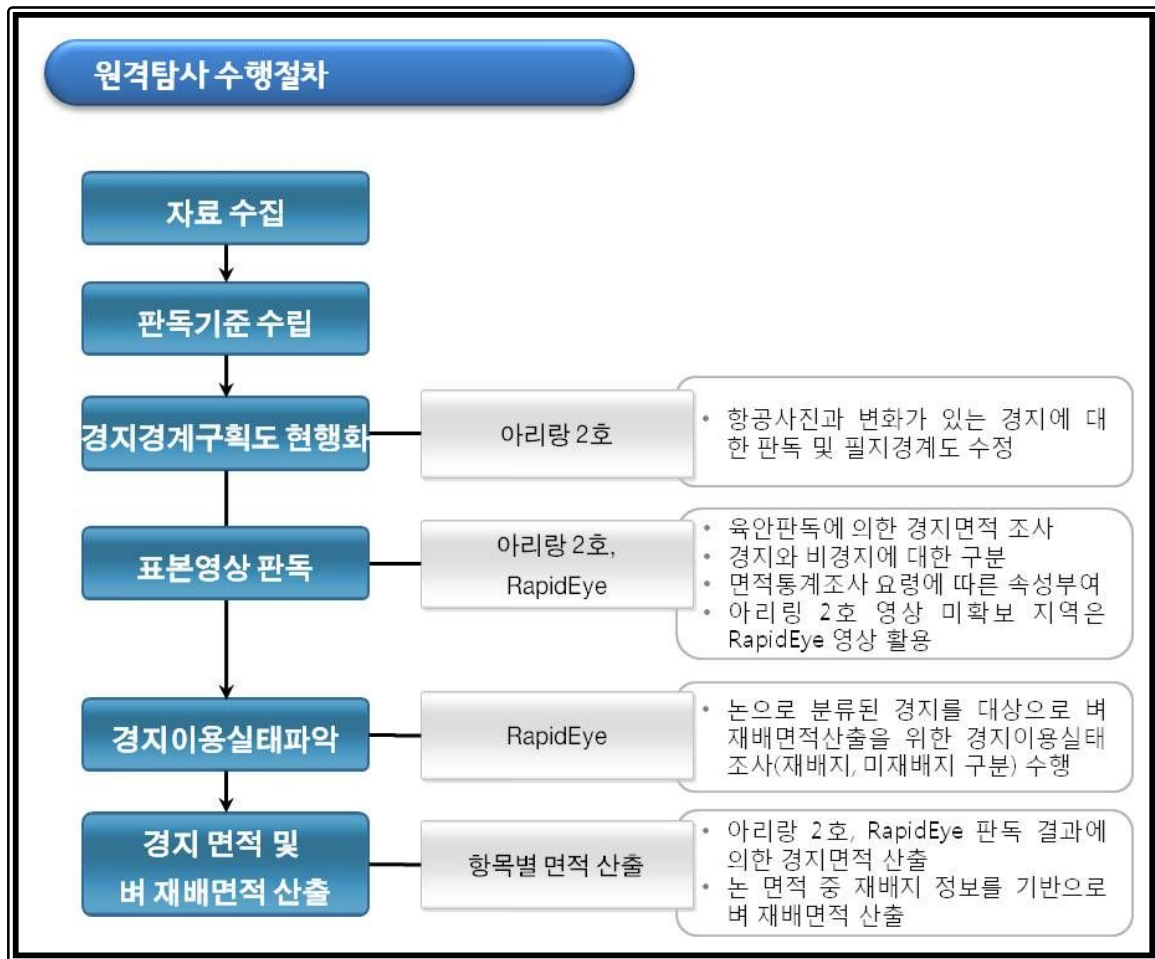
권역	광역시도	권역	광역시도
북서권역	서울특별시	북동권역	강원도
	인천광역시		충청북도
	경기도		
	충청남도		
	대전광역시		
남서권역	전라북도	북서권역	경상북도
	광주광역시		경상남도
	전라남도		울산광역시
	제주특별자치도		대구광역시
			부산광역시

#### 나. 판독절차

영상의 판독절차는 다음 <그림 4-2>과 같은 순으로 진행되었다. 판독에 앞서 과거 사업 수행의 노하우 및 기초 자료를 활용한 경지패턴분석 작업을 바탕으로 아리랑2호, RapidEye 영상, 항공사진을 활용하여 경지를 판독하기 위한 판독 기준 및 지침을 수립하였다. 판독의 기준은 통계청 농업면적조사 지침을 기초로 판독 항목별 특징을 영상에서 확인할 수 있도록 작성하였고, 판독 기준 및 지침에 따라 작업자들에게 교육하고, 작업자들이 직접 판독 테스트를 하는 과정을 거쳐 실 판독 작업을 준비하였다.

판독과 동시에 우선적으로 과거 항공사진으로 구획된 경지경계구획도와 2011년 영상을 비교하여 변동사항이 있을 경우, 최신화 하는 작업을 선행하였다. 그 다음 판독 기준에 따라 경지 판독을 수행하고, 경지 판독이 완료되면 2011년 6월 ~ 9월 시기에 촬영된 RapidEye 영상을 활용하여 논으로 판독된 경지의 당해년도 경지이용실태조사(재배지, 미재배지의 구분)를 수행하였다.

경지 관독 및 벼 재배 관독 작업은 1차적으로 해당 작업자가 작업을 진행하고, 이후 작업자간의 교차검수, 최종적으로는 상급 팀장의 샘플검수로 관독 오류를 최소화하였다. 모든 관독과 실태조사를 완료한 후에 관독결과에 따른 관독코드별 면적과 경지 면적을 산출하였다.



<그림 4-2> 위성영상 관독 절차

### 3. 관독 기준 및 지침 수립

#### 가. 관독기준 수립 및 관독 라이브러리

통계청에서 현행 조사방법으로 사용하고 있는 농업면적통계조사 요령을 참

조하여 경지종류별 용어 정의를 준수하였으며, 각 항목별 관독 기준을 수립하여 동일한 관독 기준을 적용하였다. 자세한 관독 기준은 아래 <표 4-2>와 같다.

관독 기준 수립에 있어 경지의 종류에 따라 시기별 혹은 재배작물별로 다양한 시각적 특성을 보인다.

논은 재배특성상 시기에 따라 다양한 모습을 보이며, 구분을 하면 벼가 생육중인 논, 식생이 생육중이지 않으나 관개배수시설이 있는 논 (겨울영상), 보리, 밀이 생육중인 논, 휴경지 5가지의 논 형태로 분류할 수 있다. 벼가 생육중인 논은 식생활동이 활발하며 위성영상에서는 녹색계열로 보인다. 겨울의 논은 경지정리가 되어 있으며 추수의 영향으로 경지에 방사형태의 무늬를 보이고, 보리, 밀이 생육중인 논은 관개배수시설이 되어 있으며 봄에 식생이 자라고 있고, 휴경지 논은 경지의 형태는 확인 가능하나, 땅을 갈아엎었거나 잡초들이 자라있는 듯 재배를 하지 않는 특징이 드러난다.

밭 역시 재배하는 작물에 따라 다양한 모습을 보이며, 초본성 작물재배중인 밭, 나무 밭, 멀칭 밭, 인삼밭 등이 있다. 밭은 이랑과 고랑의 영향으로 일직선으로 줄무늬를 띄며, 작물역시 줄지어 심어져 있으며, 나무 밭의 경우 밭과 마찬가지로 줄지어 심어져 있지만 작물들의 간격이 밭에 비해 넓은 편이다. 멀칭 밭은 밭 위에 비닐이나 천등으로 덮어 씌웠기 때문에 검은색이나 햇빛을 정반사하여 하얗게 보이기도 하며, 일반적인 밭보다 줄무늬가 뚜렷하게 보인다. 인삼밭은 작물에 차양을 덮는 시설을 설치하여 높이가 높게 나타나고, 주로 검은천으로 덮어서 까맣게 보이며 열은 줄무늬가 나타난다.

과수는 밭과 비슷하게 작물이 줄 지어져있는 형태이나 과수 나무의 특성상, 과수 머리가 원 형태로 크게 보이고 일정한 간격(대략 1.8~2m)으로 심겨져있다. 간혹, 잎이 울창할 경우 영상에서 나무와 나무간의 간격이 보이지

않는 경우도 있다. 조림지 혹은 나무밭과 유사하게 보이는 경우도 있으나, 조림지의 나무는 과수보다 높이가 높게 나타나고, 나무밭은 과수보다 일정하지 않은 형태로 심겨져있다.

하우스 시설은 비닐이나 검은 천으로 시설을 덮기 때문에 밝은 흰색 혹은 검은색으로 나타난다. 하우스 시설을 덮는 특성상 내용물의 관독이 불가능하며, 논 경지에 위치한 하우스는 논(시설), 밭 경지에 위치한 하우스는 밭(시설)로 구분하였다.

<표 4-2> 용어의 정의

용어	설명
경지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농작물 재배를 목적으로 하는 토지로서 현실적으로 농작물 재배가 가능한 토지</li> <li>• 법적 지목여하를 불문하고 실제 토지현상이 농작물의 경작 또는 다년생 작물재배지로 이용되는 토지와 그 부대시설을 포함</li> </ul>
부대시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 두렁과 전용하는 폭 1m이하의 농로, 수로, 웅덩이(유지) 및 양수·배수시설(양배수 시설) 등 경지이용에 필요한 시설부지, 33㎡ 미만의 토사암, 암석 및 전봇대(전주) 점유면적과 농막(밭집), 퇴지사 등으로 이용되는 면적</li> </ul>
논	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물을 직접 이용하여 논벼, 미나리, 연, 택사, 왕골 등의 식물을 주로 재배하는 토지</li> <li>• 논벼를 심은 곳은 반드시 논으로 조사하며, 관개배수시설이 없는 천수답도 논으로 하고 관개배수시설을 한경우일지라도 관행적으로 밭작물을 심는 경지는 밭으로 함</li> </ul>
밭	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물을 대지 않고 식량작물, 과수, 채소, 약초, 화훼, 묘목, 관상수 등의 식물을 주로 재배하는 토지로서 논 이외의 경지를 말하며, 밭에는 1년생인 초본성 작물을 재배하는 보통 밭과 다년생인 목본성 작물을 재배하는 과수원, 병밭, 묘포(모밭)등의 수원지(나무 밭) 포함</li> </ul>

<표 4-3> 관독 항목 별 설명

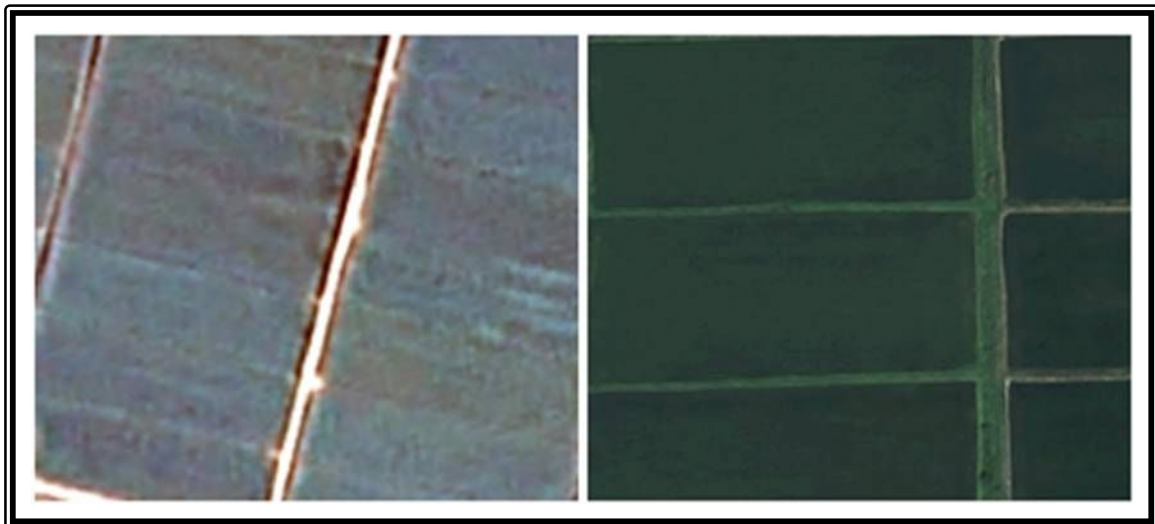
대분류	세분류	설 명	
논	재배지	벼가 생육중인 논(천수답포함)	
		물을 댄 논	
		식생이 생육중이지 않거나 관개배수시설이 있는 경지(겨울영상)	
		물을 이용한 미나리, 연, 택사, 왕골 등의 식물을 재배하는 경지	
		보리, 밀이 생육중인 논(겨울영상)	
미재배지	휴경지	농사를 짓지 않고 쉬고 있는 농경지	
밭	밭	밭	1년생인 초본성 작물 재배중인 논
		묘포	모밭, 묘목을 기르는 밭
		수원지	나무밭
		멀칭/턴넬	짚이나 건초를 깔아 부초 하거나, 대나무나 철사를 걸쳐 보온하는 밭
	과수	성과수	열매를 딸 수 있는 과수이며, 상품가치가 있어 시장에 팔 수 있는 것
		미과수	아직 열매를 못 따는 과수(유목, 어린나무)
	시설재배지	내부에서 사람이 자유롭게 작업할 수 있는 정도의 높이로 만든 비닐하우스나 유리온실	
비경지	산림	조림지(대나무, 밤나무 포함)를 포함한 산림	
	수역	바다, 강, 호수 등 부대시설에 포함되지 않는 수역	
	공공용물	도로, 하천, 공원, 기타 공공의 시설에 이용되는 경지	
	건축건물	공공시설 이외의 주택, 창고, 기타 건축물 설치에 이용된 경지	

본 시범사업에서는 관독 참조자료로 관독 라이브러리를 구축하였고, 아래는 아리랑2호 영상과 항공사진에서의 각 관독 항목 형태와 설명이다.

<그림 4-3> ~ <그림 4-12>은 관독 기준 수립을 위한 관독 라이브러리로

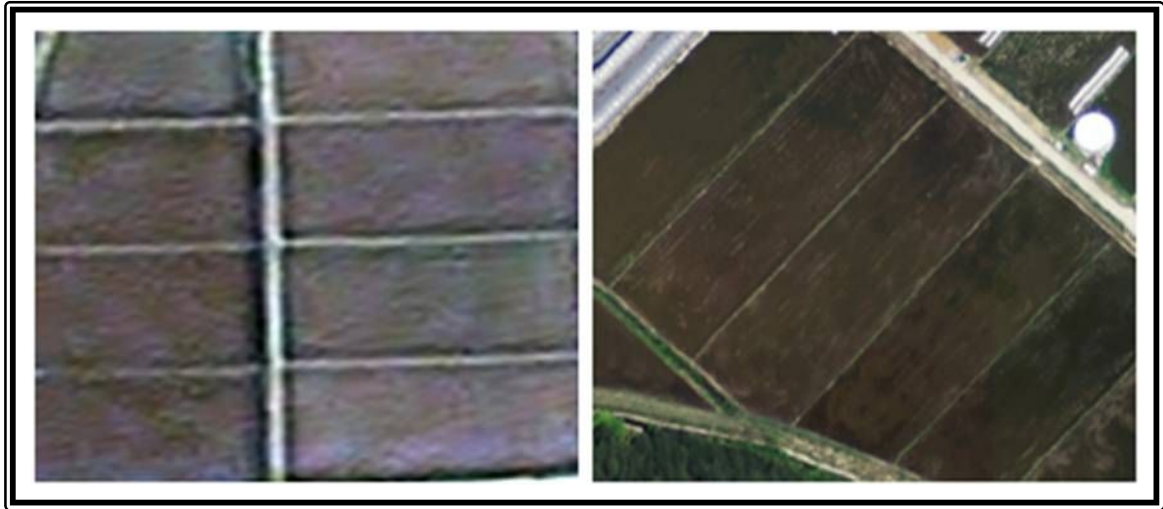
관독항목 중에서 특히 중점시한 논과 밭의 시기 및 작물에 따른 영상들로 각 영상들은 각 항목의 전형적인 모습으로 관독 기준 수립 및 위성 영상 관독에 참고하였다. 이러한 라이브러리는 각 관독 항목별로 지역별·시기별 특징적인 패턴을 정리하여 관독자에게 최소한의 기준을 제공함으로써, 영상관독 작업 수행 시 관독자의 주관적인 판단을 최소화하여 영상에 대한 정량적인 분석이 가능하게 할 것으로 사료된다.

다음 <그림 4-3> ~ <그림 4-7>은 벼의 시기별, 작물별에 따른 논 경지의 모습을 나타낸 것이다. <그림 4-3>은 생육중인 벼 경지의 영상으로 녹색을 띄며, 벼가 아직 생육중일 때는 벼 사이로 물이 드러나 어두운 색을 띄기도 한다.



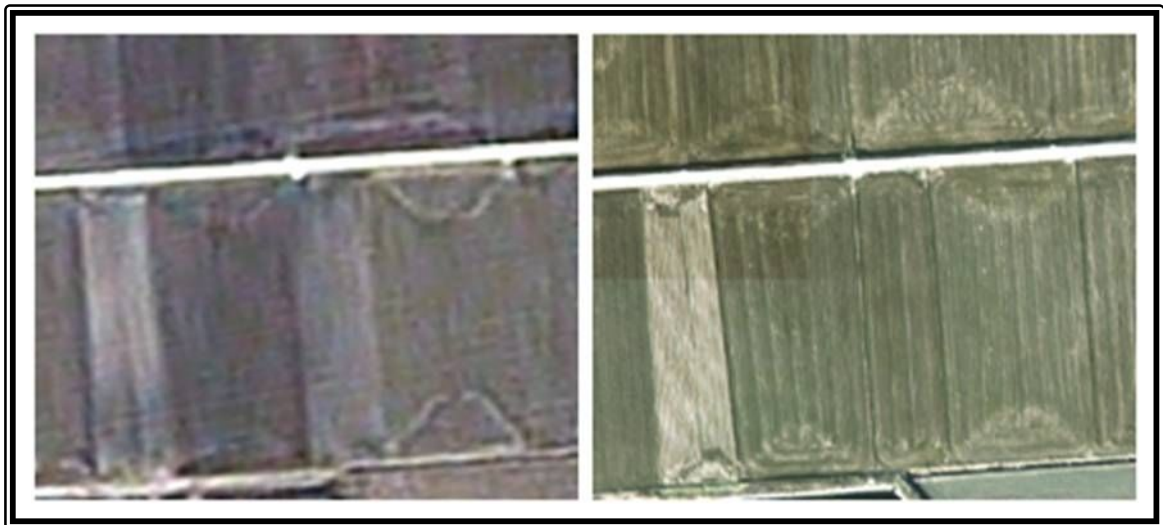
<그림 4-3> 벼가 생육중인 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

<그림 4-4>은 물은 댄 논 경지의 영상으로 5월 영상에서 가장 많이 보이며, 물의 영향으로 경지부분이 어둡게 나타나는 편이다.



<그림 4-4> 물댄 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

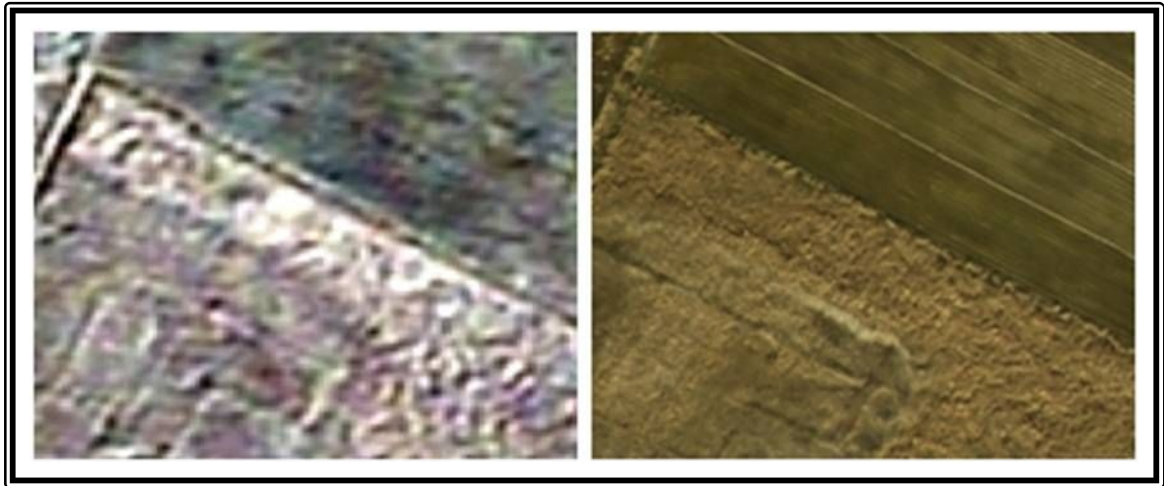
<그림 4-5>은 추수를 한 경지로 주로 겨울철 영상에 보이며, 추수의 영향으로 경지의 끝에 방사형태의 무늬가 나타난다.



<그림 4-5> 겨울 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

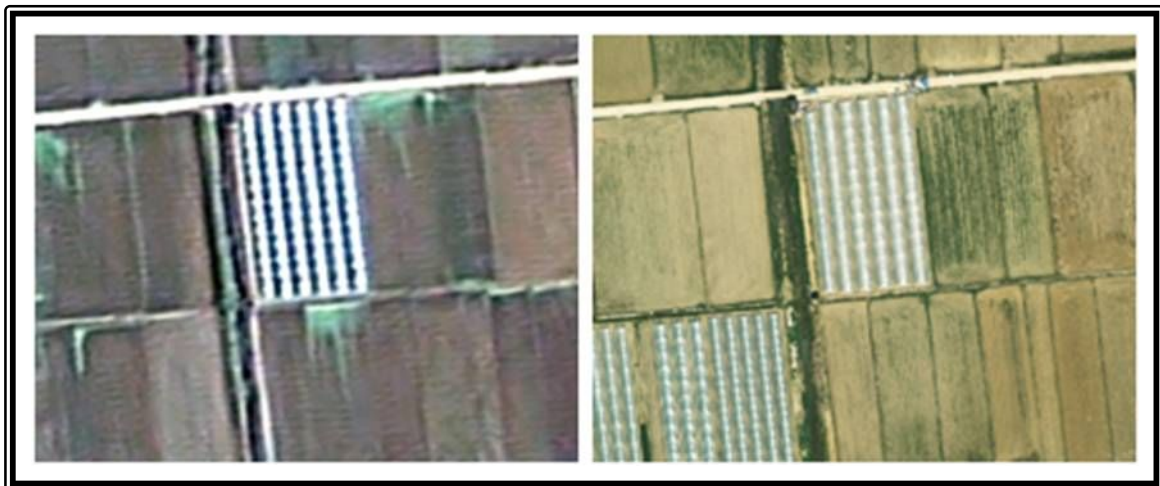
다음 <그림 4-6>는 논 경지 중에서 휴경지의 영상으로 경지정리가 되어 있고 논경지의 일반적인 형태를 보이지만 경지의 표면이 거칠고 나지처럼

황토색으로 나타난다.



<그림 4-6> 휴경 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

다음 <그림 4-7>은 시설 논의 영상으로 비닐이 빛을 반사시켜 밝은 하얀색으로 보이며, 검은 천을 덮었을 경우 검은색으로 시설 사이의 빛의 난반사로 줄무늬가 나타나기도 한다.



<그림 4-7> 시설 논 경지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

다음 <그림 4-8> ~ <그림 4-12>은 밭의 작물별에 따른 경지의 모습을



나타낸 것이다. <그림 4-8>은 초본성 작물을 재배하는 밭의 영상으로 시기에 따라 녹색이나 황토색으로 보이며 논과는 달리 경지 정리가 되지 않은 곳이 많다. 또 경지의 크기나 형태도 다양하다.



<그림 4-8> 초본성 작물재배지의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

다음 <그림 4-9>은 멀칭 밭의 영상으로 벧짚이나 목초 혹은 비닐 등으로 경지 내 모양을 덮은 밭이다. 비닐에 따라 밝은 하얀색이나 검은색으로 보이기도 하며 경작을 하지 않을 때는 멀칭을 걷어내기도 한다.



<그림 4-9> 멀칭 밭의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

<그림 4-10>은 나무 밭의 영상으로 위성영상으로 봤을 때 일반 밭과 유사하지만 줄무늬가 좀 더 강하게 나타나며 나무들의 간격이 넓기 때문에 점선처럼 보이기도 한다.



<그림 4-10> 나무 밭의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

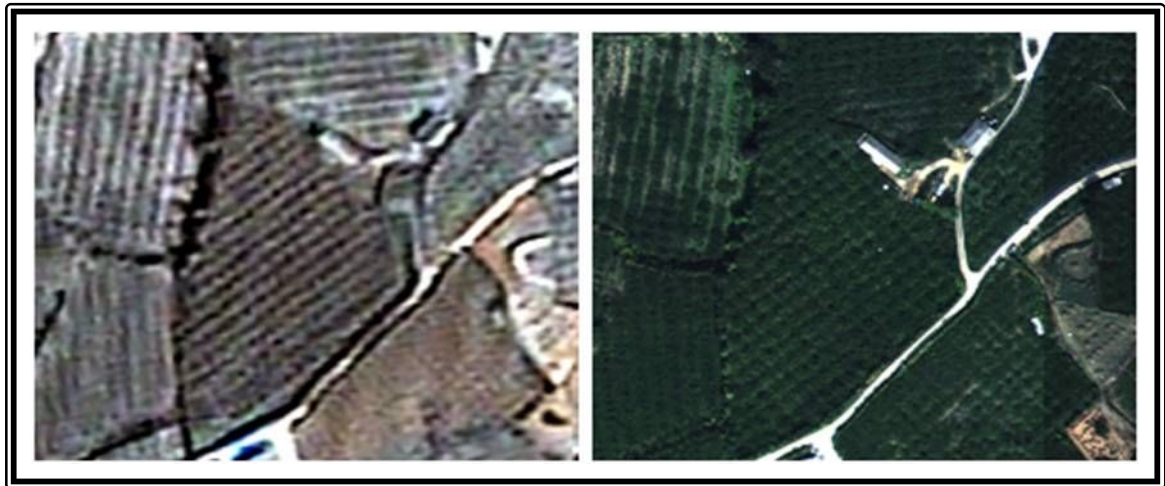
<그림 4-11>는 시설 밭의 영상으로 경지의 모양이 정형화되지 않았고 시설 논과 유사한 광학 특성을 가진다.



<그림 4-11> 시설 밭의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

다음 <그림 4-12>은 과수 경지의 모습을 나타낸 것이다. 과수 경지는 밭과 유사해보이지만 줄무늬가 강하게 보이며, 나무들 사이에 음영이 강한편이

다. 과수의 잎이 무성해지면 일반 산림과 유사해보이지만 산림은 식생이 불규칙하게 분포되어 있지만 과수의 경우 일정한 간격으로 분포되어 있다.



<그림 4-12> 과수의 아리랑 2호 영상(좌)과 항공사진(우)

#### 나. 판독 세부 지침

작업자들의 원활한 영상 판독을 위해서 판독 항목의 기준과 지침을 수립하여 판독을 수행하였다. 작업자들에게 판독 단계별 세부 지침을 전달하여 판독 작업 자체 뿐 아니라, 작업 시 영상 우선순위, 시기별 영상의 우선순위, 판독 코드 입력 방법, 공간파일 관리 등의 부가적인 방법에 대해서도 체계적으로 관리하였다.

##### ○ 영상의 우선순위

영상이 중복될 경우에 우선순위는 아리랑2호, RapidEye, 항공사진 순으로 한다. 동일한 종류에 대한 영상이 중복될 시에는 경작이 진행 중으로 토지피복의 피복 확인이 가능한 시기인 5월~10월 영상을 우선으로 사용하였다.

- 촬영시기가 5월~10월 사이의 영상
- 경지의 경계 및 판독이 용이한 영상



<그림 4-13> 5~10월 촬영된 영상의 경지형태

○ 영상 촬영 시기 차이를 이용한 영상 판독

<그림 4-14>에서와 같이 9월초에 촬영된 영상에서는 경작이 진행되고 있어 논과 밭의 구분이 명확하지 않지만 10월말 영상에서는 벼의 추수가 끝나 논에 피복이 남아있지 않고 밭작물만이 아직 초록색을 유지하고 있어 경지의 정확한 판독이 가능하여 시계열의 차이를 이용한 영상 판독을 활용하였다.



<그림 4-14> 시계열의 차이를 이용한 영상 관독

○ 관독 코드

추후 관독 결과의 관리를 용이하게 하기 위하여 관독 항목별 숫자 코드를 부여하여 작업자간의 차이를 없애고 체계적으로 관리할 수 있게 하였다.

<표 4-4> 관독 항목 별 코드

항 목	논	밭	과수	시설-논	시설-밭	기타
코 드	1	2	3	4	5	6

○ 공간파일의 필드 구조

관독을 수행하면서 관독 코드를 속성파일에 입력하게 되며(그림 4-15). 속성 파일의 필드 구조는 다음 <표 4-5>에 자세히 기술하였다.

FID	Shape	NAME	AREA	LAND_CODE	ETC	SOURCE	JAEBAE	J_SOURCE	FRAMEID2
30	Polygon	066-071-014-008	2049,907	1		K2	Y	RE	3639006705
31	Polygon	066-071-014-008	1081,843	1		K2	Y	RE	3639006705
32	Polygon	066-071-014-008	25097,701	6		K2			3639006705
33	Polygon	066-071-013-006	40000	6		K2			3639006714
34	Polygon	066-071-011-014	384,792	1	,백터수정-경지구획	K2	Y	RE	3639006710
35	Polygon	066-071-011-014	5,103	1		K2	Y	RE	3639006710
36	Polygon	066-071-011-014	308,768	1		K2	Y	RE	3639006710
37	Polygon	066-071-011-014	123,035	1		K2	Y	RE	3639006710
38	Polygon	066-071-011-014	860,598	6		K2			3639006710
39	Polygon	066-071-011-014	454,512	6		K2			3639006710
40	Polygon	066-071-011-014	275,87	6		K2			3639006710
41	Polygon	066-071-011-014	37074,431	6		K2			3639006710
42	Polygon	066-071-011-014	341,752	6		K2			3639006710
43	Polygon	066-071-011-003	1012,342	1		K2	Y	RE	3639006710

<그림 4-15> 속성 shape 파일의 필드 구조

<표 4-5> 속성파일 필드 구조

필드 항목	설 명	비 고
NAME	PSU-SSU ID	
AREA	구획된 경지면적	
LAND_CODE	경지의 판독코드	경지구획을 판독한 결과에 따라 코드 입력
ETC	판독시 특이사항	판독하면서 수정 및 특이사항 입력
SOURCE	판독영상	K2(아리랑 2호) RE(RapidEye) AIR(항공사진)
JAEBAE	경지이용실태조사 입력	Y(재배지) N(비재배지)
J_SOURCE	재배여부 판독영상	K2(아리랑 2호) RE(RapidEye) AIR(항공사진)
FRAMEID2	자료 관리를 위한 단일 구분자	

<표 4-6> 속성 shape 파일 테이블 정의서

컬럼명	컬럼ID	설 명	키	형 식	길 이	NULL
백터일련번호	FID	일련번호	PK	Object ID		N
백터타입	Shape	백터 타입		Polygon		Y
PSU-SSU ID	NAME	공간 KEY		Text	16	Y
구획면적	AREA	구획면적		Float	F17.3	Y
판독코드	LAND_CODE	판독코드		Text	5	Y
특이사항	ETC	특이사항		Text	100	Y
판독영상	SORUCE	판독영상		Text	10	Y
재배지여부	JAEBAE	재배지여부		Text	5	Y
재배판독영상	J_SOURCE	재배판독영상		Text	10	Y
FRAMEID2	FRAMEID2	단일 KEY		Text	254	Y

○ 판독 상세 지침

판독을 위한 상세한 지침은 아래에 자세히 기술하였다.

- 1) 표본 SSU 별로 경지경계구획도와 활용 가능한 위성영상 중첩하여 판독 실시
- 2) 위성영상에 구름이나 해당 구획에 자연지물의 그림자로 인해 판독이 어려울 경우가 있으므로, 표본지역에 해당하는 다양한 영상과 현장조사결과 및 해당지적도 준비
- 3) 다수의 영상이 활용 가능할 시 우선 순위는 최신의 아리랑 2호, 최신의 RapidEye, 항공사진 순으로 판독.
- 4) 동일한 종류의 영상이 중복될 경우에는 촬영 시기가 5~10월인 영상을 우선 하고, 경지의 경계와 판독이 용이한 영상을 우선으로 할 것.

- 5) 관독에 사용된 영상에 따라 Source 필드에 영상 이름을 관독 소스코드에 따라 명기할 것
- 6) 경지경계구획도 형태에 오류가 있을 경우에는 이에 대한 검수내용을 ETC 필드에 작성
- 7) 관독 참조 자료인 아리랑 2호, RapidEye 영상의 형태를 반영하지 못하고 있는 경지경계구획도는 현행화 작업 실시하고 ETC 필드에 수정내용 입력
- 8) 관독 라이브러리 및 관독 지침에 필요한 관독 실시.
- 9) 하나의 표본에 대한 관독이 완료되면 표본 경지구획의 면적을 새로 계산하고, 해당 표본에서 관독 누락 값과 면적이 40,000제곱미터에 해당하는지 확인
- 10) 관독 시 문의사항 혹은 특이사항은 즉시 상급자에게 문의할 것
- 11) 각 관독 항목별 상세 설명은 아래의 내용을 참조하고 영상 라이브러리를 숙지하여 관독 오류를 최소화할 것

- 관독 항목별 상세 설명

- ① 논 : 대체적으로 매끈한 표면으로 나타나며, 5 ~ 6월 영상에는 논에 물이 담겨있는 상태로 어둡게 나타나며, 주변에 물을 대기 위한수로 및 관개시설이 존재함. 또 겨울 영상에는 추수의 영향으로 논 경지에 방사형의 무늬를 보이며, 벧짚을 경지에 듬성듬성 쌓아두기도 하며, 보리나 밀등을 재배하여 밭과 유사한 특성을 보이기도 함.
- ② 밭 : 논에 비해 표면이 매끄럽지 못하며, 작물이 줄을 지어 심겨져 있는 경우가 많음. 밭작물 위에 비닐과 천을 덮어씌운 멀칭 밭과 독특한 형



태를 띄는 인삼밭이 있음. 인삼밭의 경우 검거나 파란색의 천을 덮어씌어 시설과 유사하게 보임.

③ 과수 : 밭과 비슷하게 작물이 줄지어 있는 형태를 띠고 있으나, 과수 나무의 특성상, 밭에 비해 과수의 머리가 원 형태로 크게 보이며 나무 사이의 간격이 1.8 ~ 2m 정도 이격되어 듬성듬성 줄지어진 형태를 보임.(과수 앞이 무성해 간격이 보이지 않는 경우도 존재함)

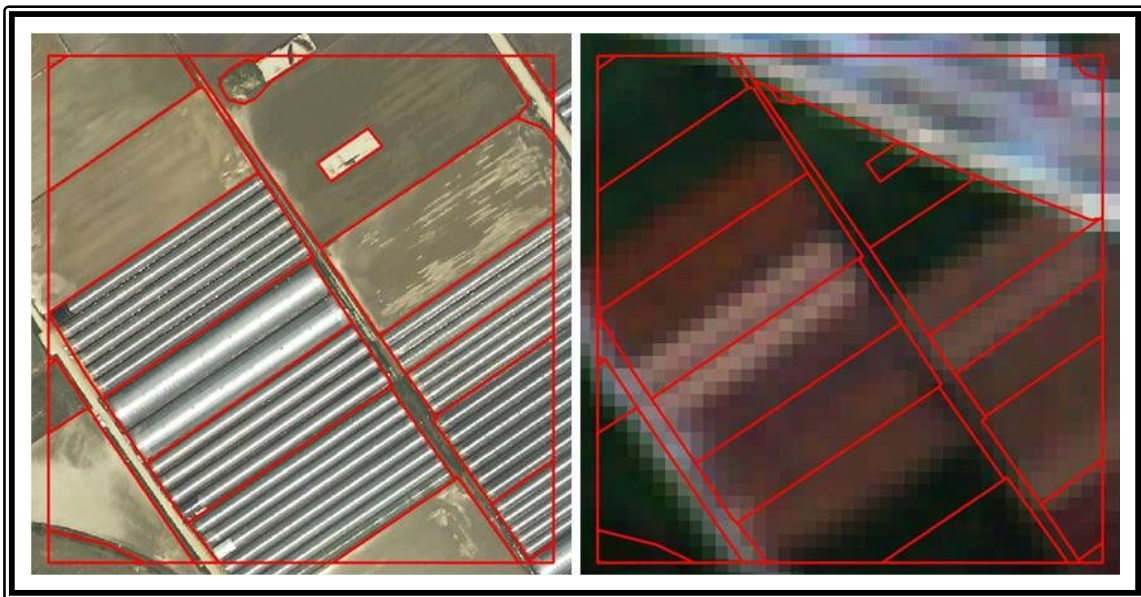
④ 시설 : 투명비닐로 씌어져있는 경우가 일반적이거나, 검은 천으로 덮여져 검은색으로 보이는 경우도 있음. 하우스의 특성상 내용물을 알 수 없으므로, 논과 밭에 존재하는 경우 두 가지로 구분하거나 경지의 모양이 일정하고 정형화되어 있고 논 경지 사이에 있으면 논 시설로, 모양이 불규칙하며 밭 경지 사이에 있으면 밭 시설로 판독.

#### 4. 경지경계구획도 현행화

경지경계구획도는 2009년과 2010년에 촬영된 항공사진을 기반으로 생성된 것으로 현 시점의 경지경계와 차이가 존재할 수 있으며, 구획시 경지경계구획 작업 지침에 어긋나는 작업자 오류도 있을 수 있다. 따라서 판독 수행과 동시에 경지경계구획에 대한 검수를 수행하여 구획 정도가 미흡한 부분에 대해서는 공간 파일에 검수 내용을 입력하였다. 또한, 현 시점의 영상과 비교하여 경지변동이 파악되는 경우에는 아리랑 2호 영상과 RapidEye 영상을 활용하여 경지경계의 현행화를 수행하였다. <그림 4-16> ~ <그림 4-17>는 현행화의 사례이며, <그림 4-18> ~ <그림 4-19>은 검수사항 입력사례이다.



<그림 4-16> 아리랑 2호 영상을 활용한 현행화(좌: 2009/08 항공사진  
 현행화 전 , 우: 2011/05 아리랑2호 영상 현행화 후)



<그림 4-17> RapidEye 영상을 활용한 현행화(좌: 2009/05 항공사진  
 현행화 전, 우: 2011/09 RapidEye 영상 현행화 후)



<그림 4-18> 기타 검수사항 DB입력 사례(ETC - 경지와 기타 혼재)



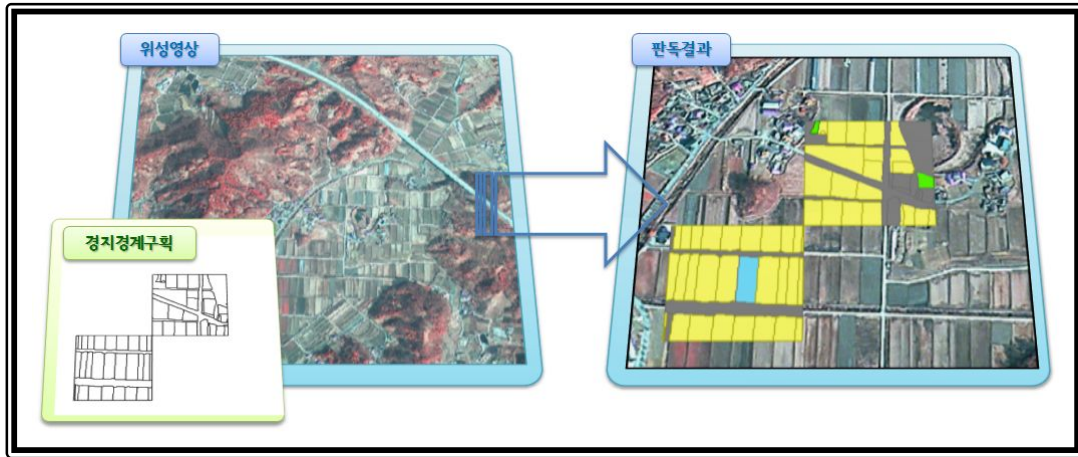
<그림 4-19> 기타 검수사항 DB입력 사례(ETC - 경지에 구거 포함)

## 5. 경지 판독

영상판독과정은 경지경계구획도와 정사보정을 완료한 위성영상의 중첩을 통하여 앞에서 수립한 판독기준에 따라 영상을 육안 판독한 후 현행화된 경지경계구획도에 판독코드 속성을 입력하는 방법으로 수행하였다.

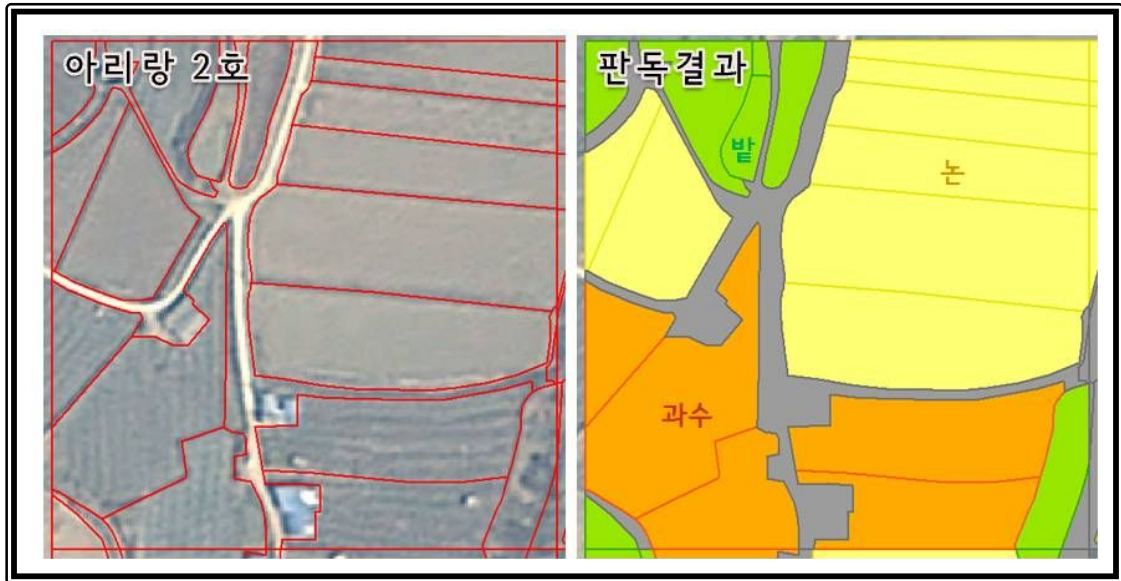
위성영상은 아리랑 2호 영상을 최우선으로 판독하였으며 아리랑 2호 영상이 미확보 된 지역의 경우 RapidEye 영상을 활용하였다. 만약 위성영상(아

리랑 2호, RapidEye)이 미 확보된 지역의 경우 항공사진을 참고하여 판독을 진행하였다.

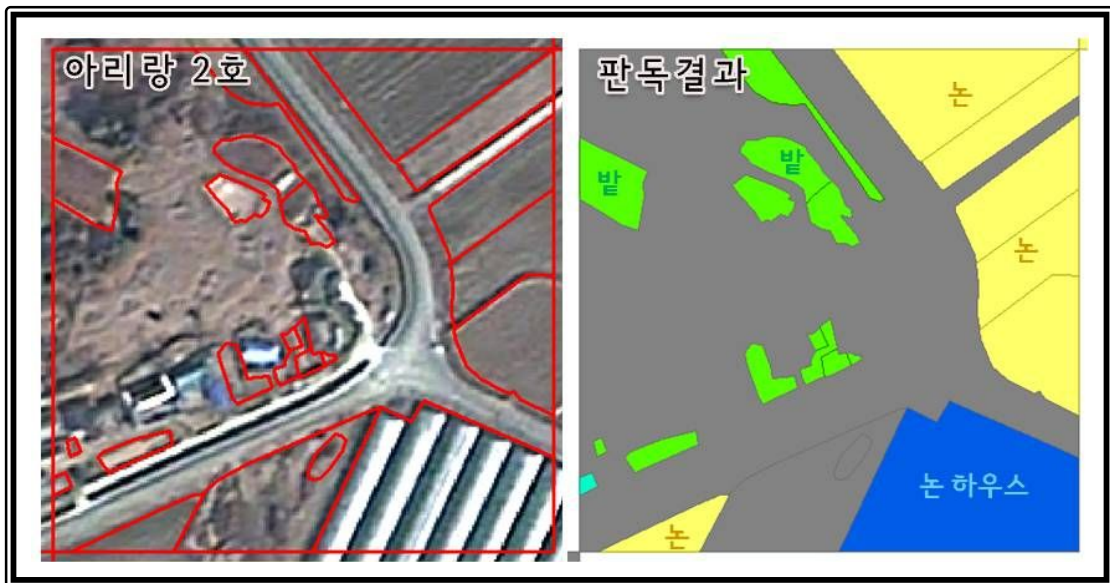


<그림 4-20> 경지 판독 사례

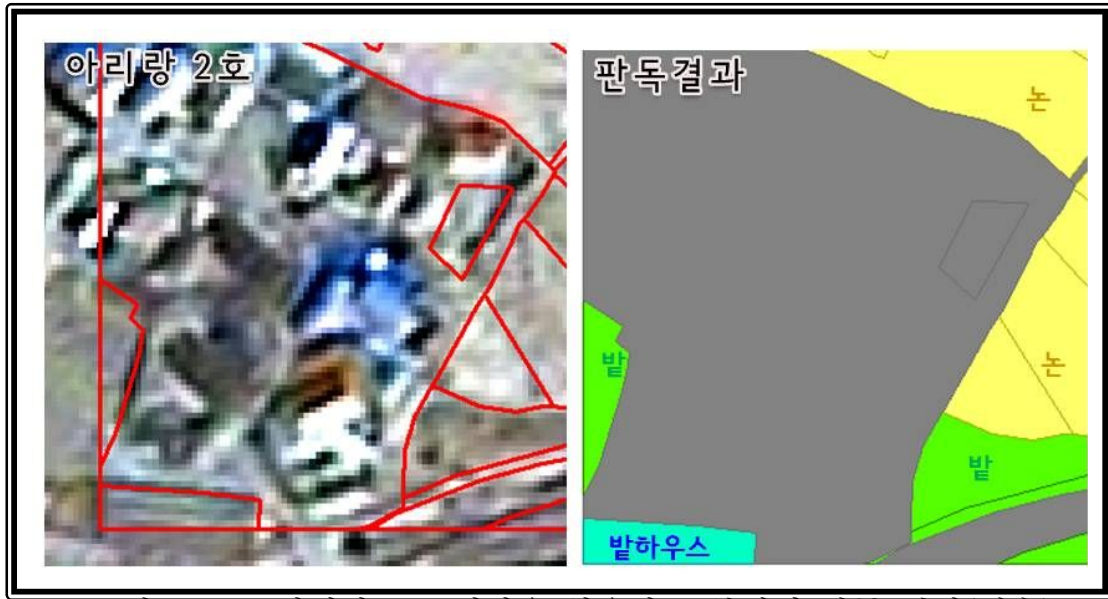
실제 표본지역의 판독한 결과는 <그림 4-21> ~ <그림 4-23> 과 같으며 동일지역의 아리랑 2호, 항공사진과 판독 결과를 나열한 것이다. 연노란색의 경지는 논, 녹색은 밭, 주황색은 과수, 하늘색은 밭 하우스, 진한파란색은 논 하우스로 판독이 되었으며, 그 외에 인공물, 산림, 수역 등은 기타로 판독하여 회색으로 표시하였다. <그림 4-21> ~ <그림 4-23>은 아리랑 2호 영상을 활용하였고, <그림 4-24>은 아리랑 2호 영상이 확보되지 못한 표본 지역으로, RapidEye 영상을 활용하여 판독하였다. 각 그림들의 좌측은 위성영상이며, 우측은 판독 결과를 나타내고 있다. RapidEye 영상의 공간 해상도는 5m로 아리랑 2호 영상에 비해 낮아, 경지 판독 시 항공사진과 중첩하여 경지구획에 변화가 없을 경우에는 항공사진을 참조하여 판독하였다.



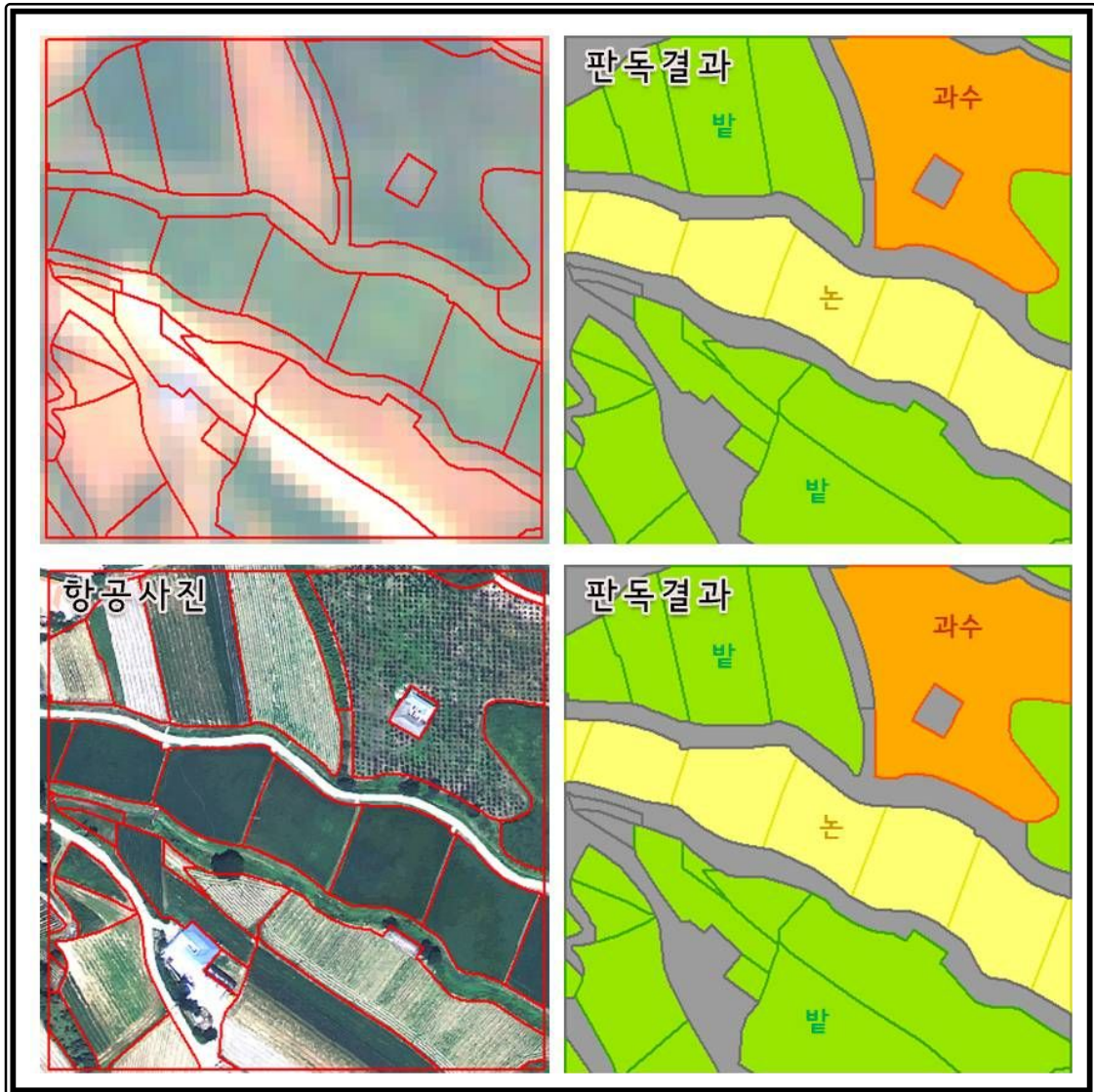
<그림 4-21> 아리랑 2호 영상을 활용한 표본지역 판독 결과



<그림 4-22> 아리랑 2호 영상을 활용한 표본지역 판독 결과(계속)



<그림 4-23> 아리랑 2호 영상을 활용한 표본지역 판독 결과(계속)



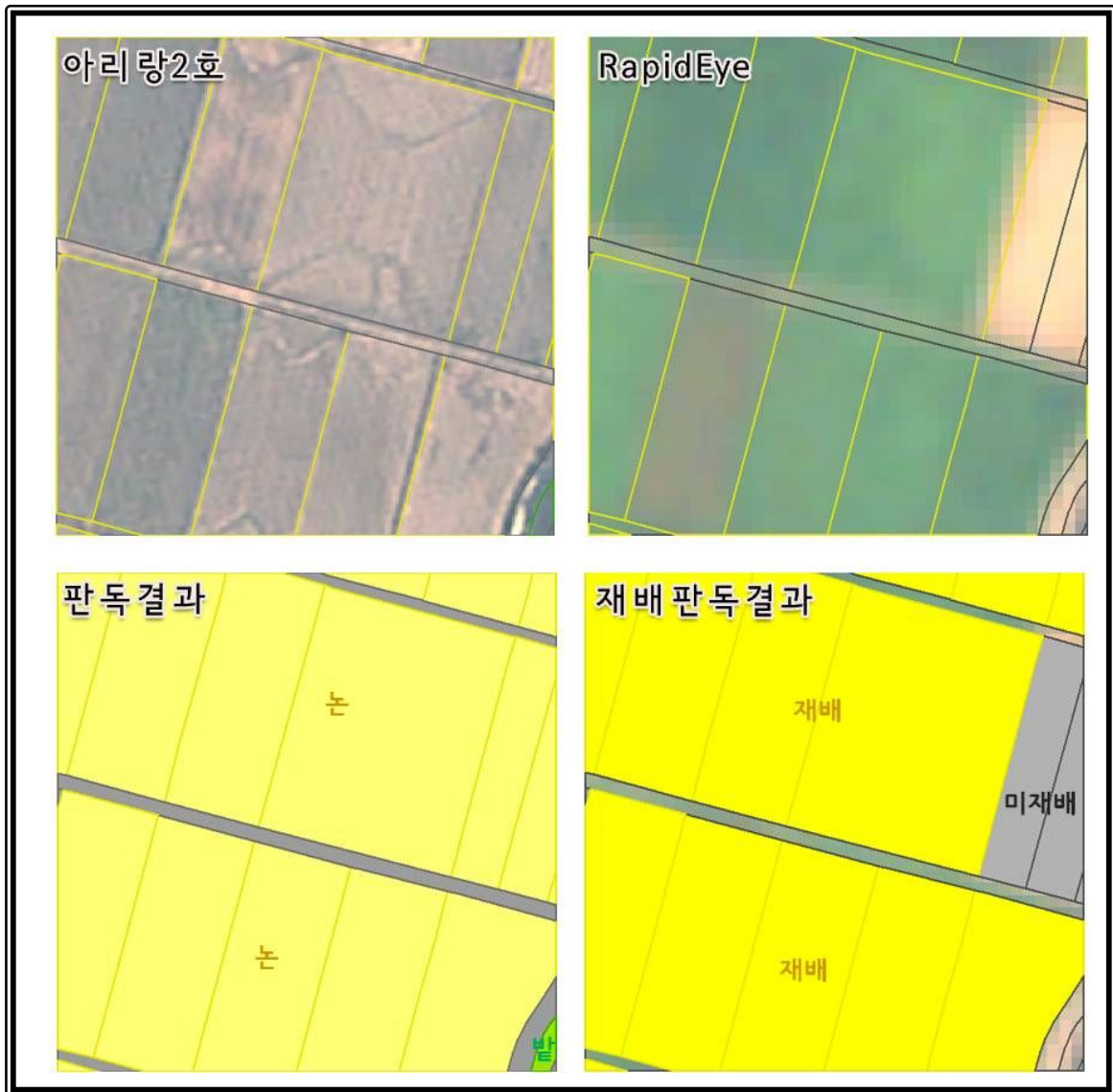
<그림 4-24> RapidEye 영상을 활용한 표본지역 판독 결과

## 6. 벼 재배 판독

위성영상(아리랑 2호, RapidEye)을 활용한 경지판독을 완료한 후, 논으로 판독된 경지를 대상으로 하여 RapidEye 영상을 활용하여 벼 재배 여부를 판독하고자 하였다. 벼 재배 판독의 원리는 벼 생육시기 즉, 6월에서 8월에 촬영된 RapidEye 영상의 식생여부를 판독하는 것인데, 올해의 경우 여름시기에 장기간의 장마와 기상악화로 인해 RapidEye 위성이 2~3일 내에 전국을 촬영할 수 있는 장점이 있음에도 불구하고, 사업 초기 목표로 삼았던 벼 재배 판독 적정시기에 영상의 확보가 어려웠다. 따라서 7월 ~ 10월 동안 촬영된 RapidEye 영상을 활용하여 벼 재배 여부를 판독할 수밖에 없었고, 영상의 식생이 벼일 확률이 낮아져, 시기적으로 추수후의 경지는 미재배로 판독될 여지가 있었다. 이에 대한 대응 방안으로 6월 ~ 8월간 촬영된 아리랑2호 영상이 있을 시에는 이를 참조하여 판독을 진행하였다.

<그림 4-25>는 벼 재배 판독 사례를 그림으로 표현 한 것으로 판독이 끝난 논 경지에 RapidEye 영상을 중첩시킨 후 녹색으로 나타나는 경지는 벼가 생육중이라고 판단하여 재배지로 판독하고, 옅은 황색이나 밝은 흰색으로 나타나는 경우 재배하지 않는 휴경지로 판단하고 미재배지로 판독하였다. 또한, RapidEye 영상에 구름이 존재하여 논 경지를 가리거나 구름의 그림자로 인해 원활한 판독이 어려울 경우 6월 이후 촬영된 아리랑 2호 영상을 중첩하여 논 경지의 재배여부를 판독하였다. 재배지의 구분은 앞에 언급된 <표 4-5> shape 파일의 필드 구조에서 Jaebae 필드에 따라 "Y", "N" 으로 구분하여 입력하였다.

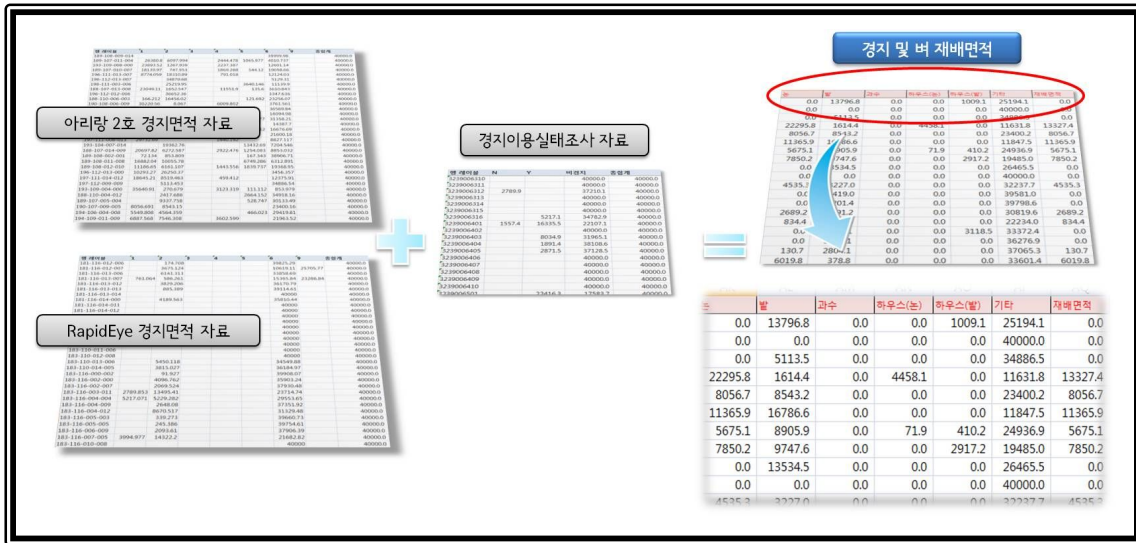




<그림 4-25> 표본영상 벼 재배 판독 사례

## 7. 경지 및 벼 재배 면적 산출

아리랑 2호 및 RapidEye 두 영상을 활용한 관독 결과로부터 표본단위별 경지 및 벼 재배면적을 산출한다. 경지면적은 두 영상의 관독 결과를 각각의 분류항목별로 합산하며, 벼 재배면적은 경지이용실태조사가 완료된 자료를 사용하여 계산하게 된다. 최종 정리된 경지 및 벼 재배 면적 자료는 통계청의 추계 작업에 기초자료로 활용되었다.



<그림 4-26> 경지 및 벼 재배면적 산출 방법

## 제 5 장. 정확도 검증 조사

### 1. 정확도 검증 이론

본 연구는 통계청의 기존 현장조사 기반 경지면적 조사를 영상 기반으로 대체하기 위한 연구의 전국 시범 사업이므로 영상 관독의 정확도에 대한 체계적 검증이 필요하고, 검증 방법에 대해서도 이론적인 배경이 명확할 필요가 있었다. 따라서 본 연구에서는 정확도 검증점 선정 또한 또 하나의 샘플링(표본) 추출이라 생각하고, 국내 표본 추출 전문가의 자문을 통해 공인화 되어 있으면서도 영상 관독에 적합한 방법으로 정확도 검증점을 설계하고자

하였다.

전문가 자문, 참조자료 분석, 타 기관의 유사 사례 검토를 통해 최종적으로 지식경제부 기술표준원에 등재된 한국 표준 로트별 합격품질수준(AQL) 지표형 샘플링 검사 방안인 계수조정형 샘플링 검사(KS Q ISO-2858-1)를 기초로 정확도 검증 방법을 설계하였다.

검사 수준은 일반검사수준 I, II, III과 특별검사수준 S-1, S-2, S-3, S-4 등 7 등급의 검사수준이 있다. 별도의 지정이 없으면 일반검사수준 II를 원칙으로 하고, 수준 I은 로트에 대한 판별력이 떨어져도 되는 경우, 수준 III은 로트에 대한 판별력이 특히 중요한 경우 사용하도록 되어있다. 본 시범 사업에서는 전문가 자문과 타 기관의 유사 사례 및 과거 2010년 연구 사례를 기초로 하여 일반검사수준 I로 결정하였다. 영상 판독이 복잡한 제품 공정을 거친 제품에 대한 판별이 아니고 로트의 크기 또한 상대적으로 작다고 할 수 있으므로 수준 I이 적절하다고 판단하였다.

조정형 샘플링 검사는 엄격도 조정 규칙을 통해 보통 검사, 까다로운 검사, 수월한 검사의 세가지 검사 방식이 서로 선택적으로 사용된다. 처음에는 보통검사를 사용하며 공정평균이 AQL보다 월등히 좋다고 인정될 때는 수월한 검사를, 이와 반대로 AQL보다 나쁜 경우는 까다로운 검사를 적용하도록 설계되어있다. 따라서 본 연구에서도 처음은 엄정도 조정 규칙은 1회 샘플링 보통 검사를 채택하였고, 합격품질수준은 수준 4, 정확도 96% 이상을 보장하도록 설계하였다. 정확도 검사 후에 합격품질수준을 통과하지 못한 로트에 대해서는 재 판독 후, 1회 샘플링 까다로운 검사를 통해 판독 품질을 확보할 수 있도록 하였다.

로트별 검증점 선정 및 합격품질수준에 대한 합격점의 도출은 위의 이론에 따른 시료문자의 결정과 샘플링 표에 따라 진행되었다. <표 5-1>의 시료 문

자표에 따라 로트의 크기별 일반검사 수준 I의 시료문자를 확인하고, <표 5-2>의 1회 샘플링 보통검사에서 해당하는 시료문자를 통해 샘플 크기와 합격품질 수준 4의 합격점을 추출할 수 있었다.

예를 들어, 본 시범 사업의 전국 2차 표본점 수인 42,062개를 로트의 크기로 볼 경우, 시료문자는 "L" 이 되고, 1회 샘플링 보통검사를 수행하면 샘플 크기는 200개, 오류 수가 14개 이하이면 합격, 15개 이상이면 실패로 목표 수준에 도달하지 못하여 까다로운 검사를 수행하게 된다<표 5-3>.

<표 5-1> 로트 크기별 검사수준

로트의 크기	특별검사수준				일반검사수준		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2-8	A	A	A	A	A	A	B
9-15	A	A	A	A	A	B	C
16-25	A	A	B	B	B	C	D
26-50	A	B	B	C	C	D	E
51-90	B	B	C	C	C	E	F
91-150	B	B	C	D	D	F	G
151-280	B	C	D	E	E	G	H
281-500	B	C	D	E	F	H	J
501-1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201-3,200	C	D	E	F	H	K	L
3,201-10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001-35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001-150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001-500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001이상	D	E	H	K	N	Q	R

<표 5-2> 1회 샘플링 보통검사

시료 글자	시료의 크기	합격품질수준(AQL) (보통검사)																									
		0.01	0.015	0.025	0.04	0.065	0.1	0.15	0.25	0.4	0.65	1	1.5	2.5	4	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1,250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2,000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

주) 1. ↓: 밑에 적은 샘플링 검사 방식을 사용한다. 만일, 시료의 크기가 로트의 크기가 상일 때에는 전수 검사한다.  
 2. ↑: 위에 적은 샘플링 검사 방식을 사용한다.  
 3.Ac: 합격판정 갯수  
 4.Rc: 불합격판정 갯수

<표 5-3> 1회 샘플링 까다로운 검사

시료 글자	시료의 크기	합격품질수준(AQL)(까다로운 검사)																											
		0.01	0.015	0.025	0.04	0.065	0.1	0.15	0.25	0.4	0.65	1	1.5	2.5	4	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 27	27 41	41 42	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 27	27 41	41 42	↑	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 27	27 41	41 ↑	↑	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 27	27 41	41 ↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1,250	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2,000	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	4 6	5 8	8 12	12 18	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
S	3,150	↑	↑	↑	1 2	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

주) 1. ↓: 밑에 적은 샘플링 검사 방식을 사용한다. 만일, 시료의 크기가 로트의 크기가 상일 때에는 전수 검사한다.  
 2. ↑: 위에 적은 샘플링 검사 방식을 사용한다.  
 3. Ac: 합격 판정 갯수  
 4. Rc: 불합격 판정 갯수

## 2. 검증점 선정

앞의 KS Q ISO 2859-1의 검증점 선정 이론을 기초로 하여 본 연구 사업에 적합한 검증점을 도출하기 위하여 전국, 시도, 권역, 층 단위 등의 범위로 적용해 보았고, 전문가의 자문을 통해 가장 적합한 검증 수량을 산출하였다.

본 연구 사업의 관독 작업 단위이면서 지리적 특성이 고려된 4개 권역(그림 4-1)과 표본의 경지 특성을 고려한 6개의 층을 조합하여 독립적인 검증 단위로 간주하고 검증할 SSU를 결정하였고, 추출 방법은 무작위 추출을 원칙으로 하였다. SSU가 추출되고 나면 각 SSU내의 한 점을 공간적으로 무작위 추출하여 해당하는 그 점이 해당하는 필지를 조사하도록 하였다.

검증점 선정에 활용한 4개 권역은 앞서 4장의 2.작업계획수립과 같고 6개의 층은 1차 표본점 추출시의 층화 결과이고 그 특징은 <표 5-4> 와 같다.

<표 5-4> 층별 특징

층	특 징
1-1	경지가 작은 PSU
1-2	밭이 상대적으로 큰 PSU
1-3	논이 상대적으로 큰 PSU
2-1	경지가 작은 PSU
2-2	경지가 큰 PSU
2-3	경지가 중간인 PSU

4개권역과 6개의 층을 조합하여 총 24개의 단위에 대한 검증점 수와 합격 수가 결정되었다. 최종적으로 1,086개 SSU를 무작위로 추출하고 각 SSU별

무작위 검증점을 추출하였다. 합격 품질 수준에 따라 총 1,086개 검증점 중 관독 오류가 106개 점 이하 일 때 전체 합격으로 설계되었고, 24개의 단위별 검증점 수와 합격 여부는 <표 5-5>에 자세히 기술하였다.

<표 5-5> 정확도 검증점 선정 현황

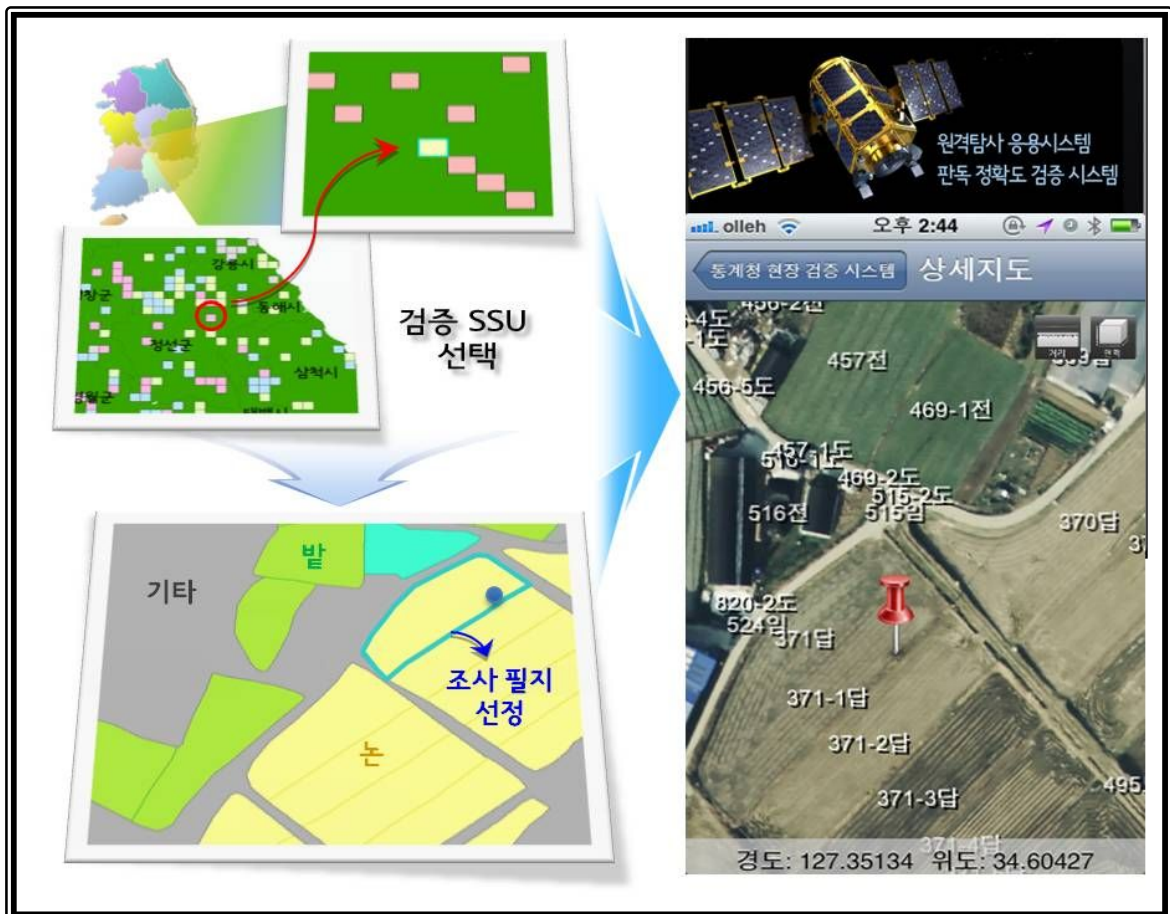
권역	층	SSU	검증점	합격검증점
북서권역	1-1층	894	50	5
	1-2층	1,377	50	5
	1-3층	690	32	3
	2-1층	4,044	50	5
	2-2층	2,592	50	5
	2-3층	2,430	50	5
	계	12,027	282	28
북동권역	1-1층	1,945	32	3
	1-2층	1,377	32	3
	1-3층	945	32	3
	2-1층	1,914	50	5
	2-2층	2,704	50	5
	2-3층	2,247	32	3
	계	11,132	228	22
남서권역	1-1층	573	50	5
	1-2층	901	50	5
	1-3층	555	32	3
	2-1층	2,174	50	5
	2-2층	1,828	50	5
	2-3층	918	50	5
	계	6,949	282	28
남동권역	1-1층	1,417	32	3
	1-2층	1,666	50	5
	1-3층	1,065	32	3
	2-1층	2,002	80	7
	2-2층	2,101	50	5
	2-3층	1,333	50	5
	계	9,584	294	28
합계		39,692	1,086	106



○ 검증점 선정 절차 및 수행 방안

검증점 선정 절차에 있어, 검증점 선정과 검증 조사의 수행 주체를 통계청과 용역업체로 구분하여 투명한 검증 조사 과정을 수립하였고, 2차적으로 통계청 지방사무소의 추가 검증 조사를 실시하여 검증 조사에 대한 신뢰도를 높이고자 하였다.

또한, 모바일 기기를 활용한 정확도 검증 현장 조사를 시범 도입하여 조사 기간을 단축하고 모바일 기기 활용성에 대한 검토를 실시하였다.



<그림 5-1> 검증점 선정 절차

### 3. 모바일 현장조사 방안

모바일 기기 및 제반 시설의 기술적 발전 및 스마트 폰 보급 증대 및 생활화로 인해 미국, 중국 등의 선진국에서는 농업 현장 조사에서 모바일 기기를 이용한 시스템을 갖추고 있다. 이러한 흐름에 맞추어 본 시범 사업에서도 모바일 기기를 이용한 현장조사를 시범적으로 실시하여 활용 가능성을 제시하고, 실용화에 대비한 문제점 및 해결방안을 도출하고자 하였다.

#### 가. 모바일 현장조사 자료 구축

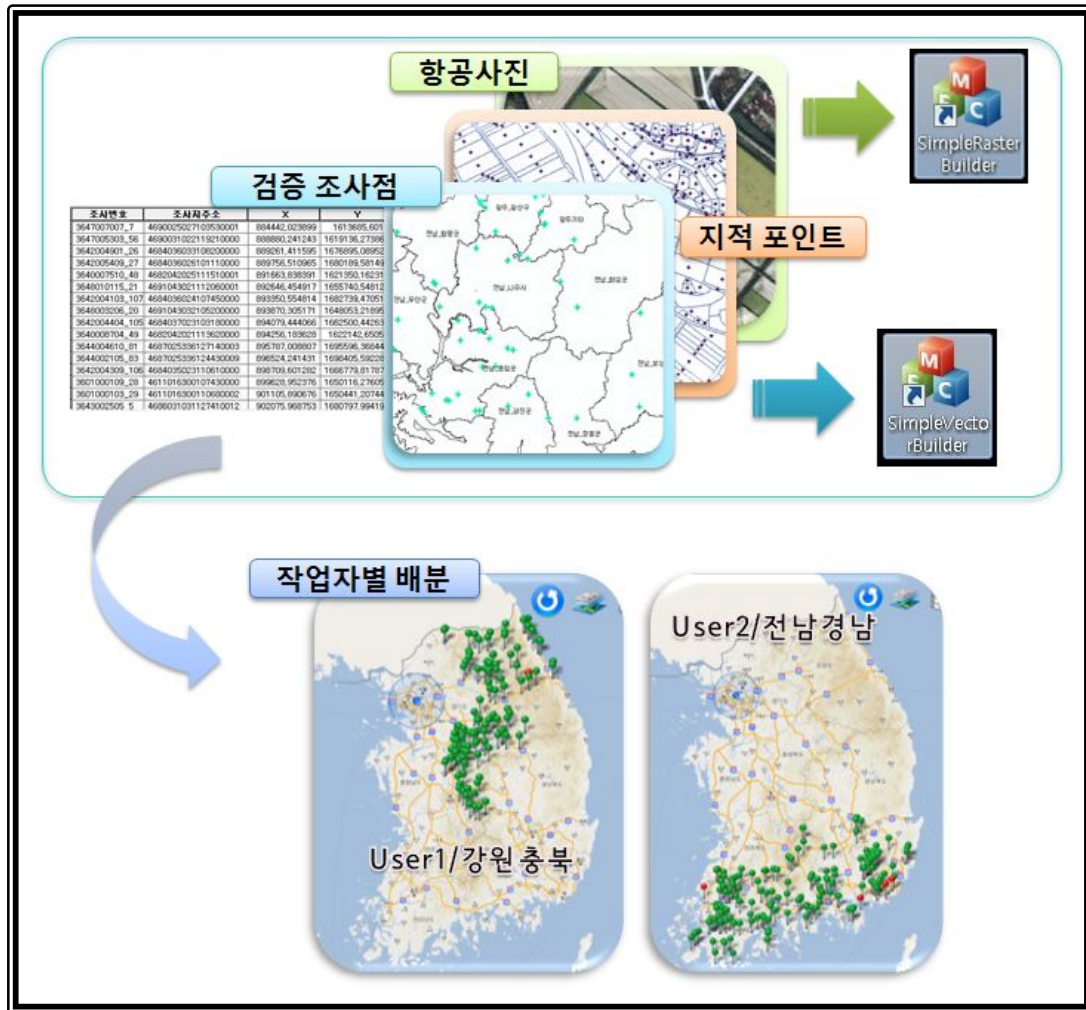
모바일 현장조사 어플(Application, App)은 본 과업의 내부 조사용인 Proto Type으로 개발되었으며, 아이패드에서 구동할 수 있도록 최적화되었다. 사업 초기 현장조사 어플 개발과 관련된 회의를 수행하여 본 사업의 현장조사를 위해 필요한 기능들을 도출하고 UI(User Interface)를 설계하였고, 개발 후 한달여간의 테스트를 거친 후, 실제 정확도 검증조사에 활용되었다.

<그림 5-2>은 조사데이터 구축방법을 간략히 표현한 것이다. 정확도 검증을 위해 어플에 적재되어야 하는 기초 자료는 다음과 같이 도출되었다.

- 판독의 기초자료가 되는 영상 (조사점 위치를 찾기 위해 위치에 대한 식별이 좀 더 용이한 항공사진 활용)
  - 주변 지번 정보를 식별하기 위한 지번 포인트 자료
  - 정확도 검증점
- : 구분 KEY (PSU-SSU ID), 검증점의 지리 좌표 및 행정 주소, 판독 결과, 판독에 활용한 위성영상의 촬영 일자, 현장조사 결과 및 메모

자세한 조사데이터 필드 구조는 <표 5-6>과 같다. 준비된 기초 자료는 어

플에 활용되기 위해 시스템에 업로드 하는 과정을 거쳤고, 본 시스템에서는 작업 범위의 확인 및 관리가 용이하도록 작업자별 아이디와 비밀번호를 부여하여 작업을 분배하였다.



<그림 5-2> 조사데이터 구축 방법

<표 5-6> 조사데이터 파일 필드 구조

필드 항목	설 명	비 고
조사번호	각 검증점을 구분하기 위한 구분자	
조사지주소	각 검증점의 행정코드번호로 모바일 앱 화면에 행정주소로 변환하여 표시	
X	검증점의 지리적 x좌표	모바일 앱화면에 검증점을 표시하는데 사용
Y	검증점의 지리적 y좌표	모바일 앱화면에 검증점을 표시하는데 사용
PSUID	검증점이 속해있는 PSUID	PSU-SSU ID를 연결하여 항공사진 검색 후 앱에 표시
SSUID	검증점이 속해있는 SSUID	PSU-SSU ID를 연결하여 항공사진 검색 후 앱에 표시
영상촬영일	검증점이 속해있는 위성영상의 촬영일	
현장조사	현장조사 시 검증점의 판독코드 입력	현장조사자 입력
Class	위성영상으로 판독한 경지의 판독코드	
Memo	현장조사 시 특이사항 입력	현장조사자 입력

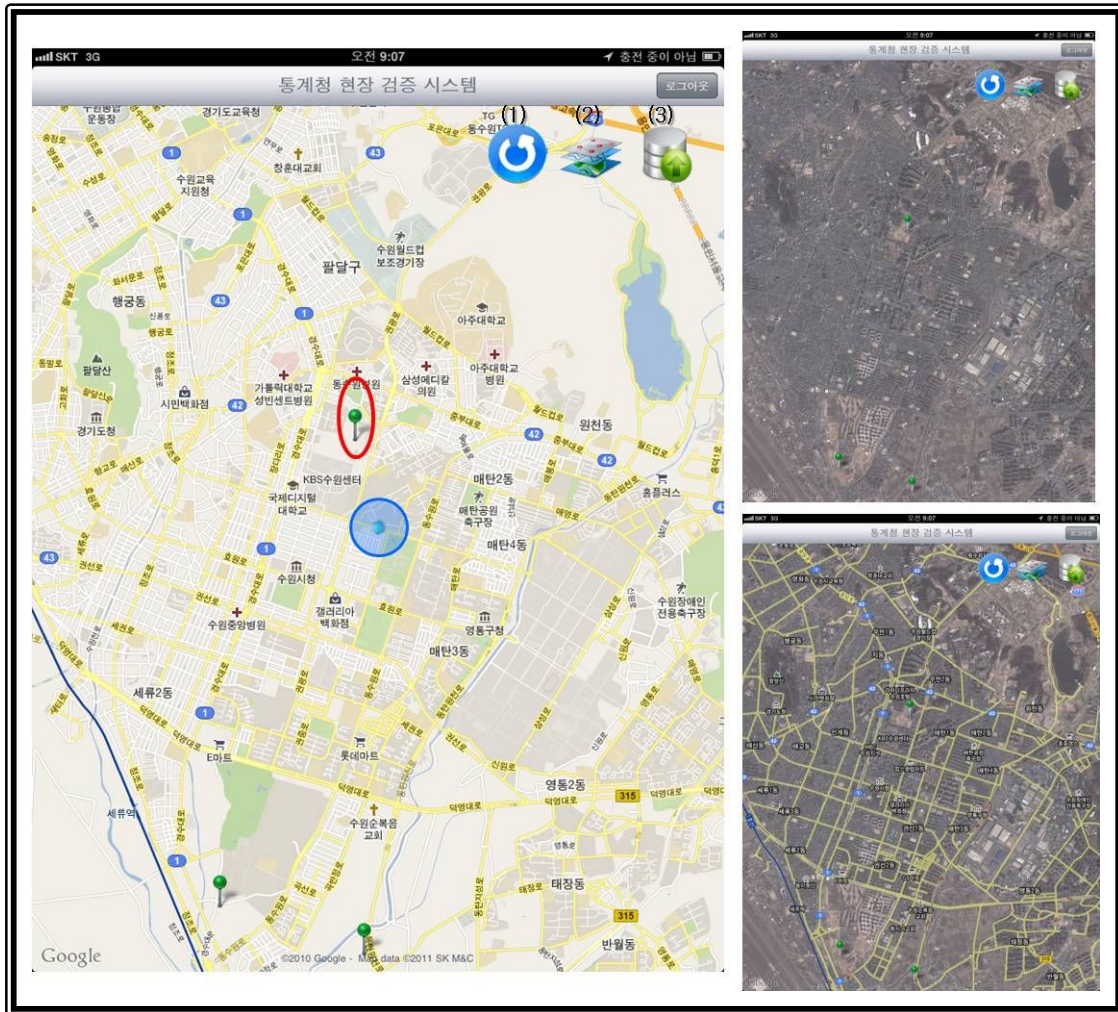
## 나. 모바일 현장조사 어플 기능

본사에서 자체적으로 개발한 모바일 어플은 원활한 현장조사를 위해서 크게 3가지 기능을 가지고 있으며, 이 기능들이 한 기기에서 작동함으로써 이전 현장 조사 시에 필요했던 준비 자료들이 대폭 감소하게 되었다. 각 기능들의 설명은 아래에 자세히 기술하였다.

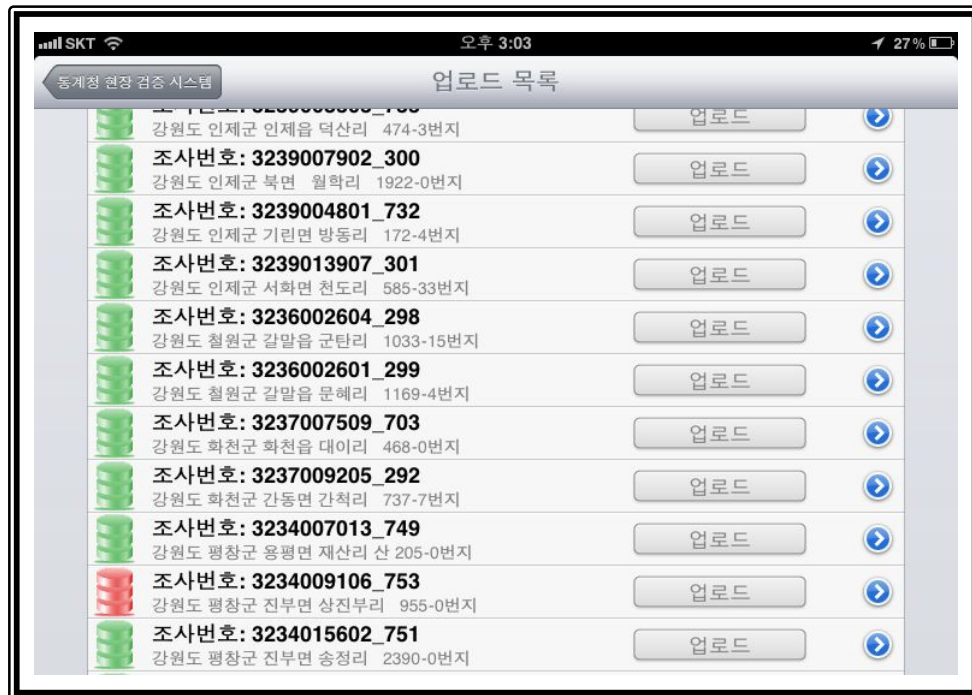
### (1) 위치확인 기능

검증점을 찾아가기 위한 기능으로 모바일 기기의 GPS를 사용한다. 다음 <그림 5-3>은 위치표시 화면이며 현장조사 어플에 작업자 ID로 로그인후 나타나는 초기화면이기도 하다. <그림 5-3>처럼 지도화면을 제공하며 조사자의 현 위치와 검증점 위치를 표시한다. 그리고 지도화면에는 3가지 메뉴가 있으며 설명은 아래에 기술하였다.

- ① 조사자에게 할당된 검증점이 모두 표시되도록 지도화면이 전환.
- ② 지도 화면의 모드를 변경하며 초기는 <그림 5-3>의 좌측 큰화면과 같이 일반 지도 형식으로 표시하며, 버튼을 누를 때 마다 위성사진, 위성사진과 지도의 하이브리드 형식으로 나타내며, 작업자는 검증점의 주변 환경에 따라 자신에게 편리한 모드를 선택. (지도들은 모두 구글에서 기본 제공)
- ③ <그림 5-4>와 같이 검증점 목록을 표시하며 작업결과 여부와 업로드 여부를 색을 표시(조사이전 빨간색, 조사완료 업로드 이전은 보라색, 조사결과 업로드 완료는 녹색)하며, 작업 시 업로드 하지 못한 조사결과를 업로드 할 수 있도록 업로드 버튼.

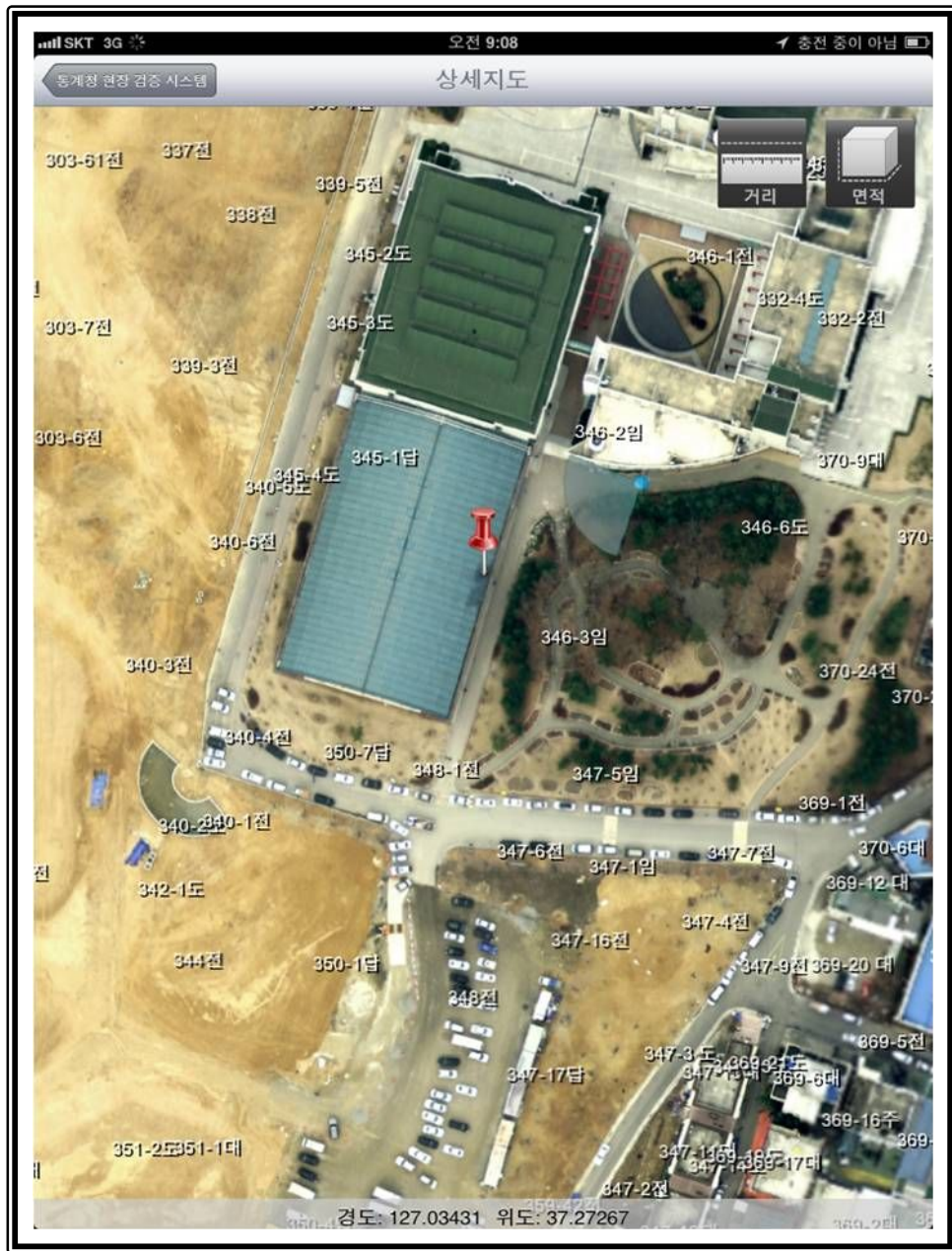


<그림 5-3> 현장조사 어플의 위치확인을 위한 지도 화면(좌: 지도, 우상단: 위성사진, 좌하단: 지도+위성사진 하이브리드)



<그림 5-4> 모바일 어플의 검증점 목록 화면

지도화면에서 검증점의 근처까지 이동하게 되면 조사할 검증점을 선택하게 되면 세부 화면으로 전환하게 된다. 세부 지도화면은 <그림 5-5>와 같고 검증점 주변의 환경을 세세하게 확인할 수 있도록 항공사진 및 지번 표시하였다. 그리고 조사자의 위치와 방향을 표시하여 조사자가 자신과 검증점 위치 인식을 도와주고 있다. 화면 상단에는 거리와 면적을 측정할 수 있는 메뉴가 위치하고 있고 하단에는 검증점의 위치를 위경도로 표시하였다. 세부 지도화면에서 검증점을 다시 선택하게 되면 조사결과 입력화면으로 전환하게 된다.



<그림 5-5> 모바일 현장조사 어플의 상세지도 화면

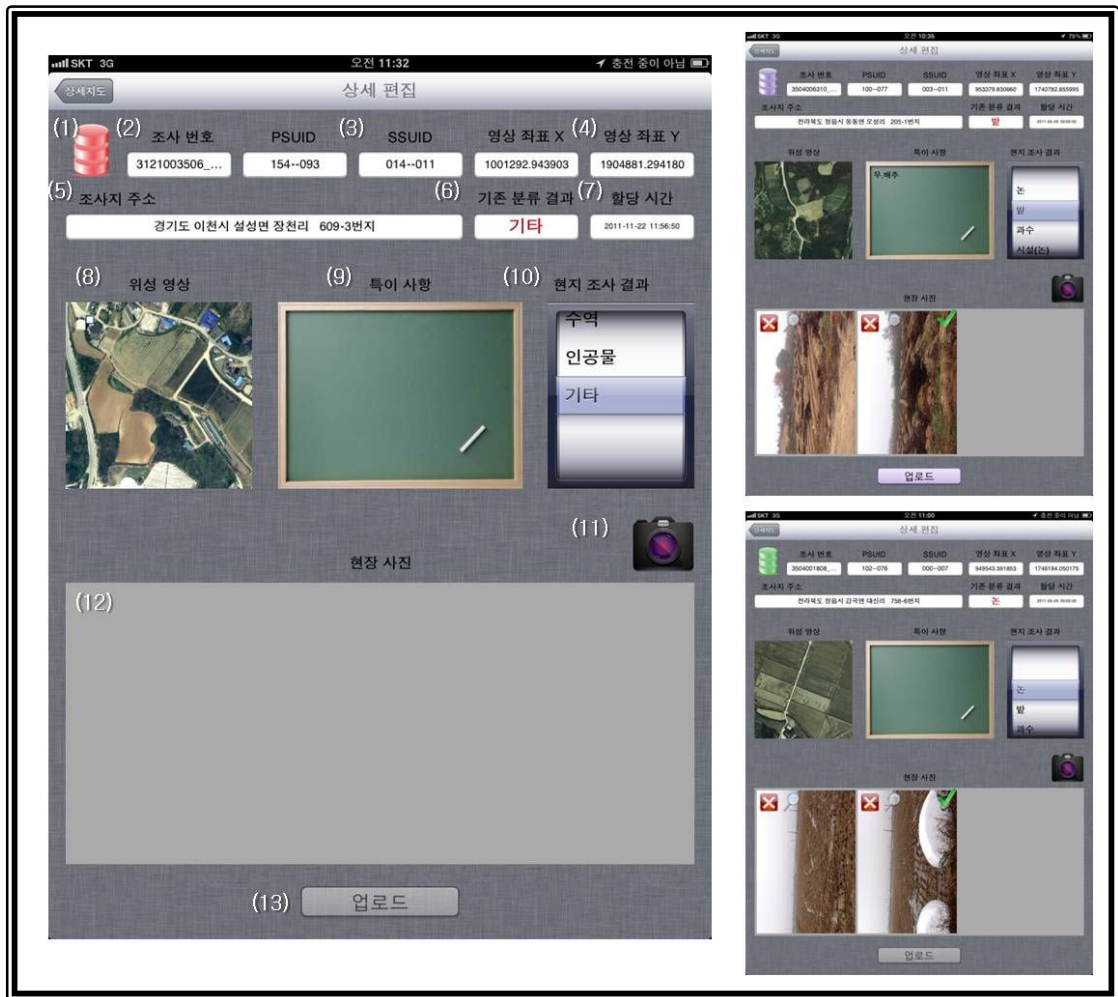
## (2) 결과입력 기능

일단 검증점의 위치에 도착한 후, 검증점을 선택하면 입력화면으로 들어가게 된다. 모바일 현장조사 어플의 현장조사 입력화면은 <그림 5-6>와 같으며, 화면 구성의 자세한 설명은 아래와 같다.



- ① 조사완료 여부를 표시하며, 빨간색은 조사 전의 상태이며, 보라색은 조사 입력이 완료되었지만 업로드는 하지 않은 상태, 초록색은 조사결과 의 업로드까지 완료된 상태.
- ② 검증점 구분을 위한 번호.
- ③ 항공사진 연결을 위한 PSU-SSU ID.
- ④ 검증점의 지리적 X, Y좌표.
- ⑤ 검증점의 행정적 주소를 표시하여 사용자가 네비게이션이나 지도 앱(다 음지도, 네이버지도 등)을 이용하여 쉽게 찾아갈 수 있도록 함.
- ⑥ 위성영상을 활용하여 판독한 결과를 표시.
- ⑦ 검증조사 데이터가 시스템에 업로드 된 시간.
- ⑧ 검증점 위치확인의 편의성을 위한 검증점이 속해있는 항공사진.
- ⑨ 현장조사 시 특이사항을 입력.
- ⑩ 현장조사 판독 결과를 선택하여 입력.
- ⑪ 현장사진을 찍기 위한 버튼.
- ⑫ 모바일 앱을 이용하여 찍은 현장사진을 표시하는 창.
- ⑬ 조사가 끝난 조사결과를 업로드 하는 버튼.

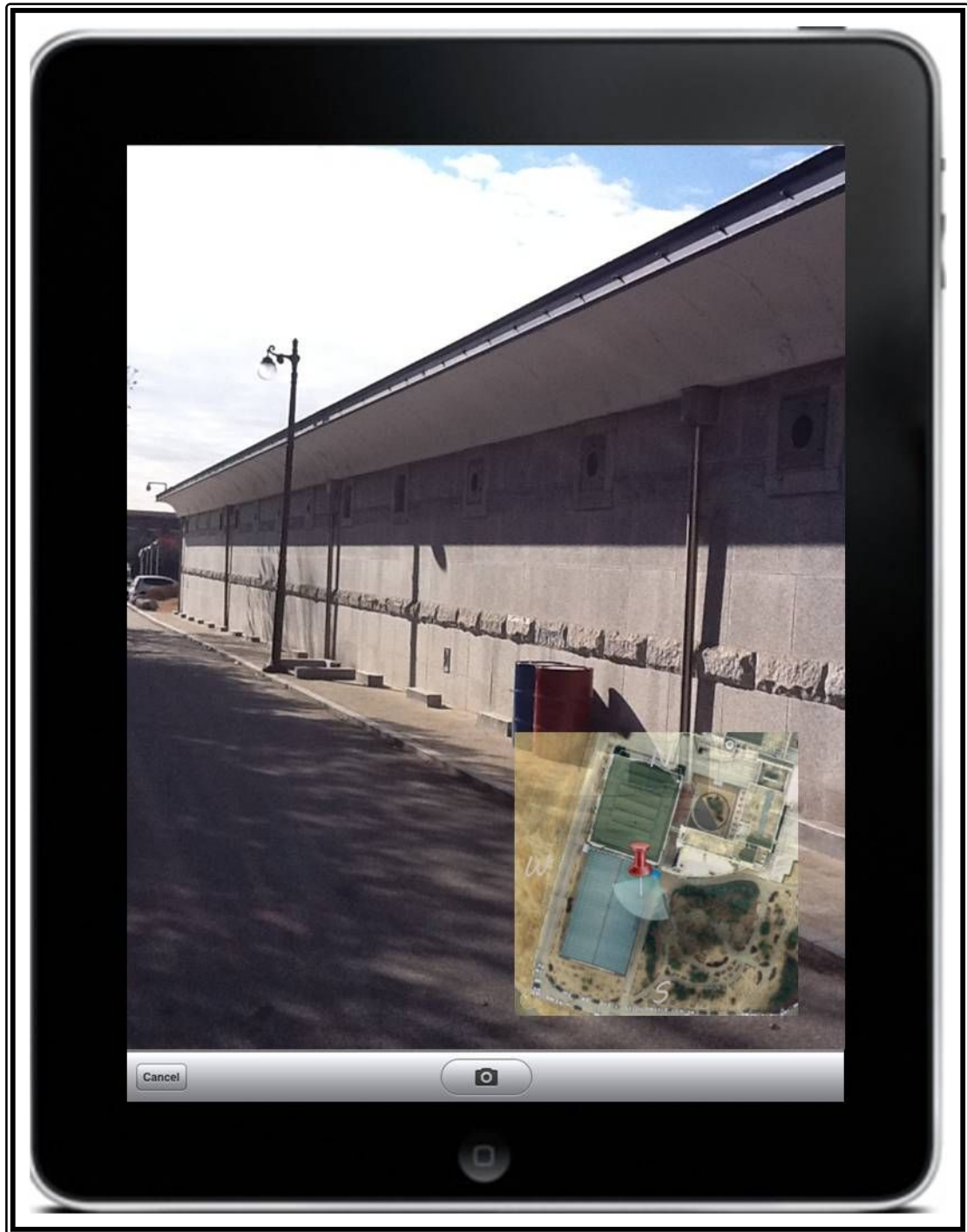
입력창에서 필요한 모든 자료의 입력이 끝나면 업로드 버튼으로 시스템에 업로드 하게 된다.



<그림 5-6> 모바일 현장조사 App 의 조사결과 입력화면(좌: 입력 전 화면, 우상단: 조사결과 입력 후 업로드 전 화면, 우하단: 결과 업로드 완료 화면)

### (3) 사진촬영 기능

사진촬영은 현장조사 결과를 입력하면서 사용할 수 있으며, <그림 5-6>에서 ⑪ 버튼에 해당한다. 사진촬영화면은 <그림 5-7>과 같다. 사진촬영기능을 어플 안에 탑재함으로서 따로 카메라를 들고 가는 불편함을 제거하였으며, 사진촬영 시 우하단에 미니맵을 삽입하여 현재 조사자의 위치와 방향, 그리고 검증점의 위치를 확인할 수 있다. 하단의 버튼을 눌러 사진이 촬영되면 촬영결과 입력 화면 하단에 표시가 되면서 모바일기기 내에 저장이 된다.



<그림 5-7> 모바일 현장조사 어플의 촬영화면

#### 다. 모바일 현장조사 방법

현장조사자들은 모바일 기기에 어플을 구동시키고 화면에 표시된 검증점을

찾아가게 된다. 조사가 수행되기 전 검증점은 빨간색, 조사결과는 입력되었지만 시스템으로 업로드가 되지 않은 점은 보라색, 조사결과가 시스템에 업로드 된 검증점은 초록색으로 표시된다. 검증점을 선택하면 항공사진을 배경으로 한 상세지도가 나타나며 검증점을 다시 선택하면 조사결과를 입력할 수 있는 창으로 전환된다. 상세지도에는 항공사진을 배경으로 검증점이 해당하는 경지와 주변 경지의 지번을 나타내어 항공사진과 실제현장이 차이가 날 때 작업자로 하여금 손쉽게 찾아갈 수 있도록 도와준다. 조사결과 및 현장 사진 그리고 특이사항 등을 입력한 후 업로드를 하면 조사결과와 현장사진이 시스템에 입력이 되며, 관리프로그램을 통해 본사직원이 결과를 확인하고 엑셀로 출력하여 현장조사 대장을 제작하였다. <그림 5-8>은 현장조사자가 모바일 어플을 이용하여 조사를 진행하여 최종적으로 대장을 제작하기까지의 일련의 과정을 나타내었다.



<그림 5-8> 검증점 현장조사 진행 및 출력

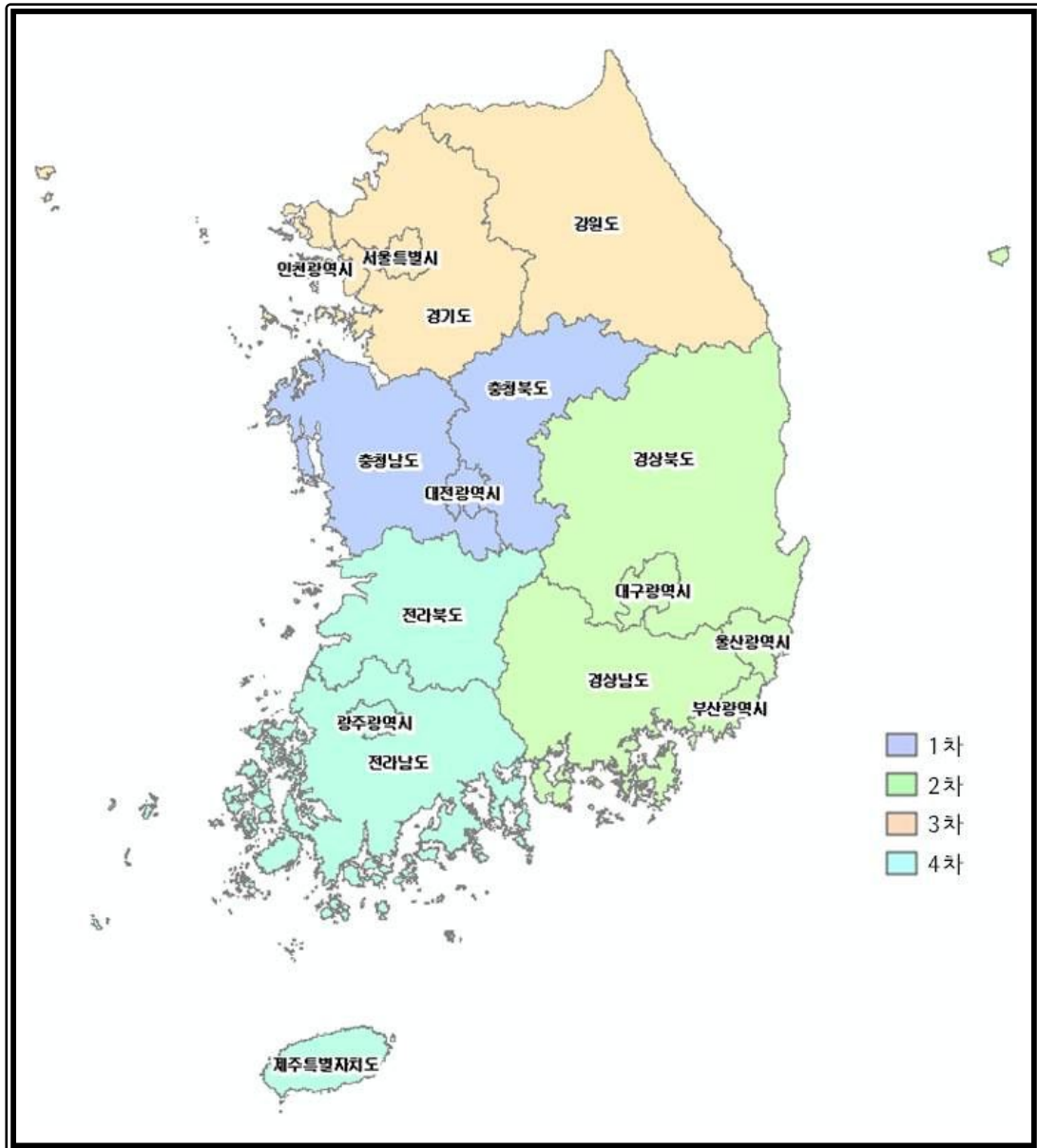
## 4. 정확도 검증 계획 및 수행

### 가. 정확도 검증 계획

정확도 검증 조사는 광역시도 별로 나누어 4차에 걸쳐 수행하였다. 4차에 걸친 조사는 광역시도별 관독이 완료된 후, 통계청에 완료된 관독파일은 전달한 후, 해당하는 지역의 검증점을 입수하여 수행하였다. 전체 검증점 총 1,086 개의 조사를 25일에 걸쳐 수행하였다. <표 5-7>은 검증계획의 조사 차수에 따른 지역과 날짜를 기술하였고, <그림 5-9>은 4차에 걸쳐 수행한 검증점 조사시기를 지역별로 표시한 것이다.

<표 5-7> 검증조사 수행차수별 검증 지역 및 시기

차수(소요일)	시기	지역
1차(6일)	11/08~11/13	충남/충북/대전
2차(6일)	11/14~11/19	경남/경북/대구/부산/울산
3차(6일)	11/20~11/26	인천/강원/경기일부
4차(7일)	11/27~12/02	서울/전남/전북/광주/제주/경기일부



<그림 5-9> 지역별 검증 조사 수행차수

#### 나. 정확도 검증 수행

정확도 검증 조사는 2명이 1조로 권역별로 수행하였으며, 조사에 앞서 검증조사 지침을 배포하고 교육을 실시하였다. 현장조사 수행 시 모바일 기기

를 활용하였으므로 준비물은 모바일기기(아이패드) 하나로 간략화 되었고, 조사가 끝나면 실시간으로 조사결과를 시스템에 업로드하여 내부 직원이 확인하고 대응하여 효과적인 조사가 가능하였다.

#### ○ 정확도 검증조사 지침

정확도 검증조사 지침은 크게 작업준비와 상세 작업방법, 주의 사항으로 구성되어 있으며, 검증조사 지침의 주요 내용은 아래와 같다.

##### ① 작업준비

- 작업자는 현장으로 출발하기 전에 조사해야할 지점을 모바일 어플에서 확인하고 대략적인 경로를 선정해야함(지도 어플이나 차량용 네비게이션 사용).
- 본사 담당자와 검증점 개수를 확인하고 모바일 어플에서 검증점 개수를 교차확인.
- 조사환경에 따라 자료의 로딩시간이 소요되므로 작업 전날 검증점을 하나씩 클릭하여 자료를 미리 모바일 기기에 로딩하여 작업 시 소요시간을 최소화함.

##### ② 상세 작업방법

- 조사시간은 08:00 ~ 17:30 정도로 해가 있는 동안 작업함.
- 당일 작업이 끝난 후, 다음날 작업을 위해 검증점에서 가까운 곳으로 이동할 것.
- 차량 이동시 검증점에서 가장 근접한 차량접근이 가능한 장소로 이동(좁은 길은 사고의 위험이 있으므로 도보이동).
- 현장조사 어플 및 지도 어플을 이용하여 검증점으로 이동.

- 현장조사 어플 내 위치표시와 사진, 그리고 실제 주변풍경과 지리를 확인하여 검증점 위치 확인.
- 현장조사 어플의 지도화면에서 자신의 위치와 조사지점을 확인한 후 조사시작.
- 조사지점의 경지를 관독항목에 맞게 확인하여 입력.
- 조사 시 경지 형태 및 재배 작물의 종류를 고려하여 조사.
- 조사지점이 풀밭처럼 보여도 경지의 형태를 띄고 있으면 경지로 조사 (휴경지의 가능성).
- 메모 입력 시 주변 현황을 자세히 입력.
- 조사 결과는 이동 중에 상시 업로드.

### ③ 주의사항

- 모바일 기기의 배터리가 부족하지 않게 상시 충전.
- 문제 발생 시 내부직원과 연락 후 해결.

## 다. 모바일 현장조사의 의의

모바일 현장조사는 기존의 조사방식에 비해 준비나 조사에 필요한 작업시간이 감소되었으며, 현장조사자와 본사 직원간의 피드백을 통해 현장조사의 정확성을 향상시켰다. 모바일 현장조사의 상세한 의의는 아래에 기술하였다.

- 조사결과를 당일 시스템에 업로드 하여 당일 혹은 익일 본사 직원이 검수하는 방식을 통해 조사 결과의 신속한 정리가 가능.



- 본사내의 직원과 피드백을 통해 주소지 문제, 보안시설의 존재 등의 현장조사 시 발생할 수 있는 오차감소.
- 조사결과를 실시간에 가깝게 전송함으로써 유동적인 현장조사 일정 조절이 가능.
- 기존의 현장조사 시에 필요한 여러 가지 준비물(조사야장 출력물, GPS, 사진기, 경로 출력물 등)이 하나의 모바일 기기(아이패드)로 간략화되어 조사 작업의 편의성을 증대.
- 결과정리 과정에서 아날로그 자료를 일일이 디지털화하여 처리했던 시간이 조사결과가 바로 디지털로 입력되므로 생략되어 조사결과의 처리 효율성 증대와 처리에 필요한 인력 및 작업시간이 단축

<그림 5-10>은 모바일 기기를 이용한 현장조사와 기존의 조사 시 필요한 준비 자료를 비교한 것이다.



<그림 5-10> 현장조사 자료준비 비교

## 5. 정확도 검증 결과

### 가. 정확도 검증 평가

전국의 1,086점에 대한 정확도 검증 조사에 대한 정확도 평가는 권역별, 층별로 정확도 검증 설계에 따른 정확도 목표수준 통과 여부와 관독항목 논, 밭, 과수, 시설(논), 시설(밭), 비경지별 정확도 검증과 경지면적조사 항목, 논, 밭, 비경지로 구분하여 체크하였다.

정확도 검증 설계에 따른 권역별, 층별 검증 결과는 <표 5-8>과 같다. 검증점 총 1,086점 중 17점의 관독 오류가 확인되었고, 통과 한도인 106점 보다는 훨씬 작은 오류수를 보여 정확도 검증에서 통과하였다. 권역별로는 남동권역과 북서권역이 오류수가 6점으로 권역 중에서는 오류수가 많은 편이었으나 합격한도 28점을 초과하지 않아 통과하였다.

<표 5-8> 권역-층별 정확도 검증 결과

구분	층	전체 SSU	검증점	통과 한도	오류수	통과여부
전국	총계	42,062	1,086	106	17	통과
남동권역	계	12,249	294	28	6	통과
	1-1층	894	32	3	0	통과
	1-2층	1,377	50	5	1	통과
	1-3층	690	32	3	2	통과
	2-1층	4,190	80	7	1	통과
	2-2층	2,608	50	5	2	통과
	2-3층	2,490	50	5	0	통과
남서권역	계	11,858	282	28	3	통과
	1-1층	2,020	50	5	1	통과
	1-2층	1,377	50	5	1	통과
	1-3층	945	32	3	1	통과
	2-1층	2,286	50	5	0	통과
	2-2층	2,800	50	5	0	통과
	2-3층	2,430	50	5	0	통과
북동권역	계	7,626	228	22	2	통과

	1-1층	573	32	3	0	통과
	1-2층	901	32	3	1	통과
	1-3층	555	32	3	0	통과
	2-1층	2,462	50	5	0	통과
	2-2층	2,160	50	5	1	통과
	2-3층	975	32	3	0	통과
	계	10,329	282	28	6	통과
북서권역	1-1층	1,550	50	5	0	통과
	1-2층	1,734	50	5	2	통과
	1-3층	1,095	32	3	0	통과
	2-1층	2,192	50	5	3	통과
	2-2층	2,288	50	5	0	통과
	2-3층	1,470	50	5	1	통과

#### 나. 오차 행렬 분석

검증점 1,086개에 대해서 최종 육안 판독된 영상의 판독 값과 현장조사를 통해 획득한 경지현황을 참조값으로 하여 판독 항목별, 경지면적 조사 항목별 오차 행렬을 구하였다.

- 오차 행렬은 샘플로 추출된 표본에 대해 분류된 영상과 현장조사를 통해 확보된 참조자료를 비교하는 표로 정확도에 대한 기술적 기준을 산출하는 기본표이다.
- 오차 행렬은 생산자, 사용자, 전체 정확도와 카파계수가 산출된다.
- 생산자정확도는 영상분류 시 각 클래스에 해당한다고 판단하여 사용한 화소들에 대하여 실제로 그 결과가 그것에 일치하게 분류된 화소들의 확률을 나타내며 얼마나 잘 분류되었는가를 나타내는 정확도이다.
- 사용자정확도는 분류의 결과를 사용할 때 일정유형으로 분류된 결과가 얼마나 정확한가 즉, 분류된 하나의 화소가 실제로 지상에서 그 항목을 나타내는 확률을 뜻한다.

- 전체정확도는 바르게 분류된 모든 화소를 오차행렬 내의 모든 화소수로 나눈 것이다.
- 카파계수는 분류영상과 참조자료(현장조사)사이의 일치도나 정확도를 나타내며 오차행렬 내의 내부오차 및 내부오차의 영향에 대한 정보도 포함한다.
- 실제로 Kappa 계수의 범위는 통상적으로 0~1 사이에 있다.
- 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 된다.
- 따라서, 우연으로 인한 결과를 포함하고 있는 전체정밀도 보다는 Kappa 계수의 경우가 분류의 정확도를 표현하는 방법으로 적당하다고 본다.
- 통계값에 대한 분류 기준 정도를 <표 5-9>에 표현하였다.

<표 5-9> 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

경지면적 조사 항목별 오차 행렬은 <표 5-10>와 같았다. 전체적인 정확도는 98.4%로 목표했던 95% 이상으로 매우 높았다. 카파 계수는 0.96으로 최

상의 수준으로 나타났으며, 논과 밭의 분류 정확도 또한 각각 95.3%, 97.1%로 높게 나타났다. 논외의 판독 정확도는 오판독 9건 중, 밭으로 오판독한 사례가 7건으로 실제 밭인 경지를 논으로 오판독 할 수 있는 확률이 높은 것으로 분석할 수 있었다. 밭의 판독 정확도에서는 오판독 5건 중, 4건이 비경지를 밭으로 오판독한 것이었고, 비경지로 판독한 사례에서도 오판독 3건 전체가 실제로는 밭인 것으로 나타나 밭과 비경지 판독 오류가 존재하는 것으로 확인되었다. 항목별 정확도를 살펴보면 실제 논 경지에 대해서는 정확도가 99.5%로 매우 높은 편이었고, 밭은 정확도가 94.4%로 실제 밭 경지를 논으로 오판독하는 사례가 7건으로 밭에 특징이 두드러지지 않는 경지에 대해 논으로 오판독 할 수 있는 확률이 높음을 확인하였다. 비경지 또한, 논과 마찬가지로 정확도가 99.2%로 매우 높았다.

<표 5-10> 경지면적 조사 항목별 오차 행렬

카파계수 =0.9691	현장 조사 결과				합계	사용자 정확도
	논	밭	비경지			
판독	논	밭	비경지			
논	183	7	2	183	192	95.3%
밭	1	170	4	170	175	97.1%
비경지	0	3	716	716	719	99.6%
	183	170	716	1,069		
합계	184	180	722		1,086	
생산자 정확도	99.5%	94.4%	99.2%			98.4%

판독 항목별 오차 행렬은 <표 5-11>와 같았다. 전체적인 정확도는 96.5%로 목표했던 95% 이상으로 높았고, 카파 계수는 0.98로 최상의 수준으로 나타났다. 판독 항목별로는 논외의 판독 항목간의 오차가 발생하여 정확도가 낮게 나타났으나, 이는 경지 면적 조사 항목별 정확도 검증에서는 같은 분류로 속하므로 오차가 줄어 정확도가 크게 향상된다.

<표 5-11> 관독 항목별 오차 행렬

카과계수 = 0.9871	현장							합계	사용자 정확도
	관독	논	밭	과수	논(시설)	밭(시설)	비경지		
논	183	5	2	0	0	2	183	192	95.3%
밭	1	124	15	0	4	4	124	148	83.8%
과수	0	1	12	0	0	0	12	13	92.3%
논(시설)	1	0	0	11	0	0	11	12	91.7%
밭(시설)	0	0	0	0	2	0	2	2	100.0%
비경지	0	0	2	0	1	716	716	719	99.6%
	183	124	12	11	2	716	1,048		
합계	185	130	31	11	7	722		1,086	
생산자 정확도	98.9%	95.4%	38.7%	100.0%	28.7%	99.2%			96.5%

## 제 6 장. 전국 시범조사 결과

### 1. 개요

본 시범 조사에서는 전국에 대한 42,062개의 2차 표본점(SSU)에 대한 경지 및 벼 재배 판독을 실시하였다. 판독을 위해 전국을 포괄하는 아리랑2호와 RapidEye 영상을 수급하여 판독에 활용하였고, 전국의 1,086개의 검증점을 선정하여 판독 정확도를 평가하였다. 전체 판독의 정확도는 98.4%로 목표했던 95% 이상으로 판독 신뢰도를 입증하였다. 판독 완료된 결과는 2차 표본점별 경지 및 벼 재배 면적을 정리하여 추정치의 기초자료로 활용하였다.

### 2. 판독 결과 및 분석

#### 가. 경지 및 벼 재배 면적

42,062개의 2차 표본점(SSU)에 대한 경지 및 벼 재배 면적을 정리하여 시군별 면적 추정 기초자료로 활용하였다. 표본점에 대한 경지 및 벼 재배 면적 현황은 <표 6-1>로 정리되었다. 이는 추계전의 표본점에 대한 시도, 시군별 경지면적 현황이므로 시군 전체의 경지면적으로 분석할 순 없어, 해당 시군의 표본점에 대한 경지면적 비율을 살펴보고자 하였다.

전국 42,062개의 표본점의 면적이 168,248ha이고, 그중 경지로 판독된 면적은 54,574ha, 32.4%였다. 시도 중에서는 전라북도의 경지비율이 44.2%로 가장 높게 나타났다. 논 경지 대비 벼 재배 비율은 전국이 96.7%로 나타났다.



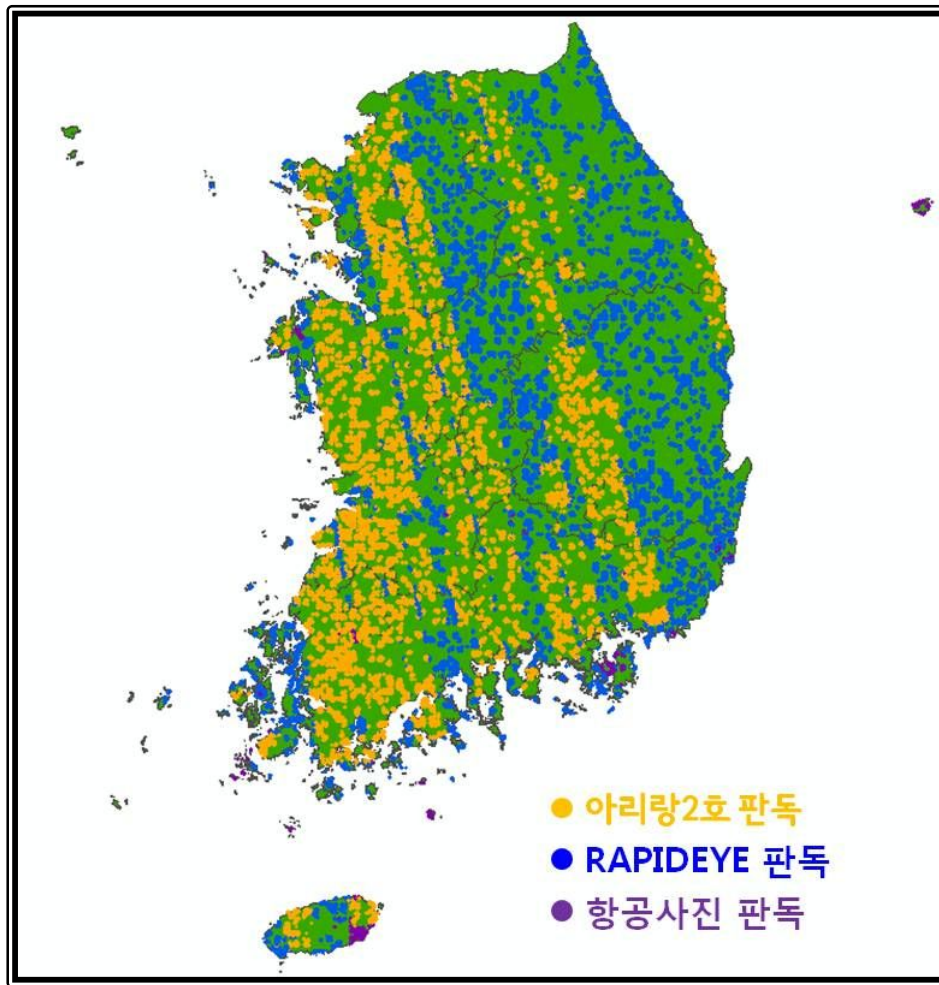
<표 6-1> 시도별 표본점의 경지면적 현황 (단위 : ha)

구분	논	밭	경지	총 면적	벼 재배	경지 비율(%)	벼 재배 비율(%)
전국	31,209	23,366	54,574	168,248	30,183	32.4	96.7
강원도	2,093	2,533	4,626	18,992	2,049	24.4	97.9
경기도	3,350	3,054	6,404	20,984	3,297	30.5	98.4
경상남도	2,474	1,879	4,353	15,372	2,348	28.3	94.9
경상북도	3,967	3,786	7,753	27,768	3,721	27.9	93.8
광주시	375	215	590	1,528	373	38.6	99.5
대구시	188	237	425	1,764	176	24.1	93.8
대전시	57	95	152	752	53	20.2	93.5
부산시	417	255	672	2,392	417	28.1	100.0
서울시	19	118	137	1,228	17	11.1	92.5
울산시	318	123	442	1,700	312	26.0	98.1
인천시	638	252	890	2,344	637	38.0	99.8
전라남도	6,144	3,138	9,282	25,456	5,942	36.5	96.7
전라북도	4,739	2,380	7,118	16,120	4,613	44.2	97.4
제주도	7	1,570	1,577	4,328	7	36.4	100.0
충청남도	4,638	1,848	6,486	16,008	4,494	40.5	96.9
충청북도	1,787	1,882	3,669	11,512	1,727	31.9	96.7

## 나. 판독에 활용한 영상 현황 및 분석

### (1) 영상 별 판독 활용 현황

2011년 올해 과거에 비해 긴 장마와 기상 악화로 인해 영상 수급율이 매우 저조하였으나, 아리랑2호와 RapidEye 영상을 활용하여 전국 42,062개 중 40,846개, 전체의 99.5%의 표본점을 2011년 최신의 영상으로 판독할 수 있었다. 나머지 0.5% 216개에 대해서는 불가피하게 경지경계구획도 구획에 사용된 항공사진을 통해 판독할 수밖에 없었다. <그림 6-1>에 전국 표본점에 대한 영상별 판독 현황을 나타내었다.



<그림 6-1> 위성영상 판독 활용현황

영상별 표본점 판독 개수는 <표 6-2>와 같이 나타났다. 판독에서 최우선 되는 아리랑 2호는 전체의 52.7%, 21,116개의 표본점 판독에 활용되었고, RapidEye 영상은 46.8%, 19,680개의 판독에 활용되었다.

<표 6-2> SSU의 위성영상 판독 활용 비율

판독영상	판독 SSU 개수	비율(%)
아리랑 2호	22,166	52.7
RapidEye	19,680	46.8
항공사진	216	0.5

## (2) 판독 적기 영상의 활용 현황

과거 시범사업을 통해 경지 판독에 적합한 영상 촬영 시기는 식생이 자라는 4월~9월로 보고, 벼 재배 판독에 적합한 시기는 벼 생육시기인 6월~8월로 정리하였다. 2011년 수급된 위성영상의 월별 촬영현황과 판독 활용 정도에 대해 분석해보았다. 영상 수급이 어려웠음에도 불구하고, 전체의 82.3%를 판독 적기 영상을 활용하여 판독 할 수 있었다.

<표 6-3> 판독 적기 영상의 판독 활용 현황

구분		영상 수	판독 SSU수	판독 비율(%)
판독 적기	아리랑2호	192	17,646	42.0
	RapidEye	10	16,932	40.3
판독 비적기	아리랑2호	68	4,520	10.7
	RapidEye	5	2,748	6.5
	항공사진	216	216	0.5

## 다. 판독 오류 사례 분석

### (1) 오판독 사례

정확도 검증 조사를 통해 확인한 경지 오판독 사례를 분석하였다.

- 논/밭 판독 오류 : 총 오류 17개 중 8개 (47.1%)
- 경지/비경지 판독 오류 : 총 오류 17개 중 8개 (47.1%)
- 단순 기입 오류 : 1개 (5.8%)

판독오류사례를 살펴보면 논과 밭의 판독 오류는 식생이 없는 시기의 영상에서 넓은 면적이면서 표면이 논처럼 매끈할 때, 또한 논 경지 사이에 위치할 때 밭을 논으로 오판독한 사례가 발생한 것을 확인할 수 있었다. 비경지

를 경지로 오판독한 사례에서는 영상에서는 경지 구획이 확인되어 경지로 구획했으나 실제 현장에서는 경지처럼 보이지 않는 경우가 많았고, 과수 판독에 있어 동일한 간격으로 나무가 심겨진 조경 영역을 과수로 오판독하는 사례가 확인되었다. 판독 오류 총 17건 중 단순 기입 오류는 1건으로 분석되었다.

<표 6-4> 논/밭 판독 오류 사례 1

논/밭 판독오류		식생이 없을 시기에 큰면적의 밭을 논으로 판독	
판독	현장	아리랑2호	항공사진
논	밭		
		본사 검증 현장사진	
			

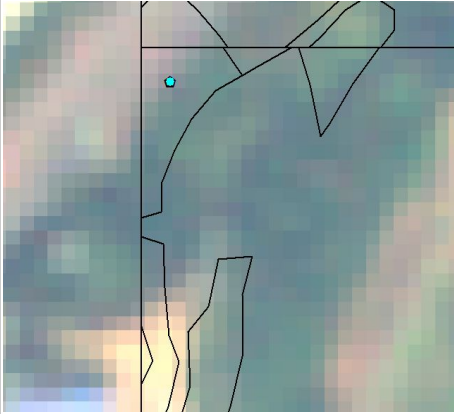


<표 6-5> 논/밭 관독 오류 사례 2

논/밭 관독오류		논 경지 사이에 큰면적의 경지를 논으로 오관독	
관독	현장	RapidEye	항공사진
논	밭		
		본사 검증 현장사진	
			

<표 6-6> 논/밭 관독 오류 사례 3

논/밭 관독오류		식생이 없을 시기에 매끈한 면의 과수를 논으로 오관독	
관독	현장	아리랑2호	항공사진
논	과수		
		본사 검증 현장사진	
			

<표 6-7> 경지/비경지 판독 오류 사례 1

경지/비경지 판독오류		조경을 과수로 오판독	
판독	현장	RapidEye	항공사진
과수	비경지		
		본사 검증 현장사진	
			

<표 6-8> 경지/비경지 판독 오류 사례 2

경지/비경지 판독 오류		휴경지처럼 보이는 곳 실제로는 경지가 아님	
판독	현장	RapidEye	항공사진
밭	비경지		
		본사 검증 현장사진	
			



## (2) 영상별 판독 오류 현황

판독 오류 17건 중 9건이 아리랑 2호 영상으로 판독 한 경우에 발생하였고, 8건이 RapidEye로 판독한 결과였다. 오류 비율은 아리랑 2호가 52.9%, RapidEye 47.1%로 아리랑 2호가 조금 더 높게 나타났는데, 아리랑2호 영상이 RapidEye 영상 보다 공간해상도가 5배 정도 높은 것을 감안하면 일반적이지 않은 결과라고 판단할 수 있다. 하지만 실제 판독 작업 시에 RapidEye의 공간해상도가 5m인 특성 상, 정형화된 논 경지 형태를 벗어난 경지에 대한 판독 시에는 경기경계구획 제작에 사용된 과거 항공사진과 비교하여 경지 형태가 유사하면 항공사진으로 참조하여 경지 판독을 수행하였으므로 아리랑 2호보다 4배 공간해상도가 높은 참조자료를 활용하였다는데서 그 이유를 설명할 수 있겠다. 나아가 아리랑2호 영상이 확보된 표본점을 판독할 경우에도 과거 항공사진을 참조자료로 활용할 수 있었지만, 2011년 최신의 아리랑2호 영상을 최우선하여 판독하였으므로 식생이 없는 시기인 영상에서는 판독 오류가 발생한 것으로 사료된다. <표 6-9>에서 확인할 수 있듯이 아리랑2호 영상 판독 오류 9건 중, 6건이 4월에 식생이 없는 영상에서 판독한 결과였고, 3건 또한 5월 18일 이전에 촬영된 영상이었다.

<표 6-9> 영상촬영시기별 오류 건수

	영상촬영시기	
	4월	5월
오류 건수	6건	3건

### 3. 2012년 본 조사 대비 개선방안

#### 가. 영상 수급율 증대 방안

##### ○ 현황 및 문제점

- 위성 영상 기반의 경지 면적 관측 사업에 있어 영상 수급의 중요성이 2011년 시범 사업을 통해서 다시 한번 강조되었다.
- 올해는 과거에 비해 긴 장마와 기상 악화로 인해 영상 수급율이 최저 수준이었고, 그 영향으로 관측 시기가 늦어지면서 관측 기간도 짧아져 과제 수행 위험도가 증가하였다고 볼 수 있다.
- 또한 관측 적기의 영상 확보는 더더욱 어려워 관측 작업에도 애로사항이 발생하여 영상 수급율을 증가 시킬 수 있는 개선 방안이 시급하다고 판단된다.

##### ○ 개선 방안

- 2012년부터는 항공우주연구원에서 보정처리 완료된 위성영상을 제공할 예정이다.
- 보정 처리 완료된 위성영상을 수급하게 되면 영상 처리 기간도 단축하고 그와 동시에 최대한의 영상을 확보할 수 있는 장점이 있다.
- 타 기관과의 협조를 통해 다른 연구에서 사용되는 아리랑2호 영상외의 1M 급 이상의 위성영상을 확보하려는 노력이 필요하다.
- 국토지리정보원에서 전국을 대상으로 매 년 25cm 급 항공사진을 촬영하는 계획을 수립하였으므로 이를 활용하기 위한 기관간의 협의가 필요하고, 또한 본 과제의 표본 지역의 촬영 여부와 시기에 대한 정보를 확보하여 현실 가능성을 타진해볼 필요가 있다.

#### 나. 관측 정확도 개선 방안

##### ○ 현황 및 문제점

본 시범 사업의 결과를 분석해 보았을 때, 영상 수급율과 영상 촬영 시기가 관독 정확도에 영향을 미친다는 문제를 도출하게 되었다. 이를 해결하기 위하여 품질 좋은 위성영상 활용과 같은 기초적인 방안외의 추가적인 대안이 필요하다고 사료된다.

#### ○ 개선 방안

- 기본적으로 식생이 있는 시기인 5~9월의 영상을 최대한 확보하여 관독에 활용해야한다.
- 적정 시기에 촬영된 영상을 확보하기 어려운 지역에 대해서는 과거 년도의 해당 적정 시기 영상을 참조로 활용하는 방안도 고려되어야 한다.
- 월별 혹은 분기별로 촬영된 영상에 대한 관독 항목 참조자료를 구축하여 관독에 활용하는 방안도 추천된다.
- 강원도 및 경상북도와 같이 매년 영상 수급율이 저조한 지역에 대해서는 과업 초기에 과거 및 겨울~봄 영상을 활용한 참조 관독 작업으로 본 관독을 준비한다.
- 2011년 시범 사업 수행 시 관독 정확도가 낮은 지역에 대한 재검토를 실시하여 참조 자료를 축적한다.
- 통계청 지방사무소와 연계를 통한 지역별 경지 및 재배 특성에 대한 참조지식을 확보하여 활용한다.

### 다. 경지 면적 정확도 증대 방안

#### ○ 현황 및 문제점

영상 기반 관독 작업 시에 경지 경계를 결정하는 것이 최종 경지면적에 가장 주요한 요인이 된다. 하지만 위성영상에서 경지 경계를 추출할 때에는 면적 오차를 상당수 포함하게 되어 추천되지 않으므로, 본 시범 사업에서는 25cm 공간해상도의 과거 항공사진을 활용하여 경지경계를 직접 구획, 제작하였고, 이를 관독에 활용하여 면적 정확도를 확보하고자 하였다. 하지만 제

한된 과제 기간 및 작업 환경 등으로 인해 구획 오류가 다소 존재한다고 판단되므로 이에 대한 보완이 필요하다고 판단된다.

○ 개선 방안

- 본 시범 사업 시 DB로 입력한 검수 사항을 기반으로 경지경계구획도를 보완하고 정교화하는 작업이 필요하다.
- 항공사진으로 구획된 경지경계구획도는 고도에 따른 면적 오차를 포함하고 있으므로, 고도별 면적 변화에 대한 연구를 진행하여 현행조사방법과의 차이를 좁혀나갈 수 있을 것이다.
- 경지경계구획도 정교화를 통해 정확한 경지면적을 확보하고 매 년 최신의 영상으로 경지 변동 사항에 대해서 현행화한다면, 경지 면적에 대한 최적의 기초자료를 확보할 수 있다.

라. 벼 재배 판독 개선 방안

○ 현황 및 문제점

본 시범 사업에서 벼 생육시기의 특징을 활용하여 벼 재배 판독을 시도하였으나, 벼 생육시기인 6월~8월이 기상이 좋지 않아, 해당 시기의 RapidEye 영상을 확보할 수 없었다. 벼 재배 판독을 위해서는 판독에 필요한 영상이 준비되어야 하고, 경지 판독이 우선되어야 하나 시기적으로 벼 재배 결과 산출 시기인 8월까지 영상 수급과 경지 판독이 완료되기 어려웠다. 따라서 2~3년간의 추가 시범사업을 통해 현실적 방안을 마련하는 것이 필요하다고 사료된다.

○ 개선 방안

- 추 후 확보 가능한 광학영상 (아리랑 2호, 3호, 3A호)의 활용방안을 강구한다.
- 벼 재배 결과 산출 시기를 맞추기 위하여 과거 경지 판독 결과를 활용

하여 벼 재배 면적을 현행화하는 방안을 모색한다.

- 또한 현재 통계청에서는 벼 재배면적을 논벼와 밭벼로 구분하여 공표하고 있으므로, 벼 재배면적 조사의 표준업무프로세스 구축을 위해서는 다양한 연구 및 시도가 필요하다.

## 제 7 장. 향후 추진 방향

### 1. 모바일 조사체계 도입

- 올해 시범적으로 도입한 모바일 조사기기를 활용한 현장 조사는 성공적으로 수행되었고, 조사 기간 단축, 경비 절감, 업무 효율성, 조사 업무 관리 측면에서 그 효과를 증명하였다.
- 또한 스마트 기기의 보급이 확대되고 활용 환경도 넓어지고 있어, 본 과제 외의 기타 조사에서도 모바일 조사기기의 도입 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 따라서 본 시범 사업의 모바일 조사 방법을 확대 추진하여 체계화한다면 효과적일 것으로 판단된다.
- 이를 위하여 통계청 내부 제원의 활용 및 어플리케이션의 개발 환경 적정성 검토(현 아이패드 및 아이폰 전용으로 개발된 어플리케이션을 안드로이드용으로의 전환 필요성 여부), 현재 구현된 기능외의 추가 기능에 대한 요구 분석 등의 실제적인 작업이 요구될 것이다.
- 모바일 조사체계의 도입은 미국, 중국 등 선진국에서도 이미 현장 조사에 활용하고 있는 시스템이므로 위성영상 기반 경지 관측 사업과 더불어 과거 방식의 대지 조사를 개선하는 기술임이 분명하다고 판단된다.

### 2. 지방 사무소 지식 도우미 체계 도입

- 영상기반 경지관측사업이 과거 방식의 대지 조사를 개선하여 효과적이고 첨단화된 방법임에는 분명하지만, 과거 현장조사 기반의 통계값과의 오차

를 감소시키고, 영상 수급 등의 원격탐사의 기본적인 한계를 극복하기 위한 보완 방법으로 통계청 지방 사무소의 지식 도우미 체계 도입이 추천된다.

- 통계청은 전국에 지방청 산하 지방사무소를 운영하고 있고, 현 방식의 농업면적조사의 실제 현장 인력이 포진하고 있다. 지방사무소의 실무 담당자들의 지역별 경지 및 재배 특성에 대한 지식을 참조함으로써 현 조사 방식에서 원격 탐사 기반의 조사로 전환하는 과정에서의 오차를 줄일 수 있을 것이다.
- 지식 도우미 체계의 효과적인 운영을 위해서 지방사무소 인력의 최소한의 노력을 통해 최대의 효과를 거둘 수 있도록, 도움을 받을 수 있는 필수 지식을 선별하고 소통에 있어서도 간소화된 구조와 직접적인 창구를 마련하는 등에 대한 연구가 필요할 것이다.

### 3. 판독 라이브러리 체계화 도입

- 선행 사업들을 통해서 원격탐사기술 활용 경지 판독을 위해 판독 라이브러리 구축의 필요성은 계속 대두되어 왔고, 시범 사업의 진행과 동시에 지속적으로 항목별 영상 특징을 분석하여 판독에 대한 참조자료를 확보하였다.
- 본 시범 사업에서는 전국 판독을 계기로 판독 항목별, 지역별, 영상별로 세분화하여 판독 라이브러리를 구축하여 과업에 활용하였다.
- 현재 기본적인 판독 항목에 대한 라이브러리는 구축되어 있지만, 이를 토대로 라이브러리 구축 작업을 체계화하여 관리할 필요가 있다.
- 라이브러리 범위에 있어서는 시군별, 시기별로 판독 라이브러리를 상세화하는 작업이 필요하다고 판단된다.
- 판독 라이브러리 구조에 있어서는 작업자가 손쉽게 접근하여 특정 지역에 대한 판독 라이브러리를 참조할 수 있도록 원격탐사 응용 시스템에

탑재하여 활용하는 것이 효과적일 것이다.

- 이를 위하여, 시군별, 시기별로 판독 항목 (논, 밭, 과수 등)의 특징이 두드러지거나 특이한 표본을 선별하는 작업이 우선되고, 해당하는 라이브러리 구축에서는 SSU ID를 통해 관리하며, 참조 단위의 영상 크기, 필요한 속성에 대한 DB 설계 등 체계화하여 시스템에 탑재하기 위한 방향이 모색되어야 할 것이다.

#### 4. 시계열 추정을 위한 판독 연구 방안

- 시범 사업들을 통해 현 시점의 영상 판독에 대한 연구가 이루어져 왔고, 2011년 전국 시범 사업에서 그 가능성을 확인하여 실용화 전 단계에 와 있다.
- 근본적으로 본 연구는 대지 방식의 경지면적조사를 대체하여 매년 경지면적 통계값을 공표하고자 하는 목표가 있으므로, 이제는 연차별 누적 판독 결과를 활용하여 시계열을 고려한 추정 면적 정확도를 높이는 방안에 대한 연구가 필요한 시점이다.
- 물론 촬영 당시 시기의 영상을 판독하여 경지를 분류하는 것이 가능하지만, 이러한 판독 결과들을 시계열로 분석하여 논과 밭의 전환, 경지와 비경지의 전환에 대한 판독 시 특징을 분석하는 연구가 필요하다.
- 따라서 현재 추출된 42,062개의 표본 중 시계열 분석이 진행될 대표 SSU들을 선정하고 이에 대해 월별 혹은 분기별 영상 판독과 동시에 현장 조사를 실시함으로써 실제 경지 형태와 비교하여 시계열 판독 라이브러리를 구축할 필요가 있다고 판단된다.





## 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
- 김영원, 류제복, 박진우, 홍기학., 2009, 표본조사 이해와 활용(6판), 교우사
- 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
- 배도선 외 6, 2000, 최신 통계적 품질관리, 영지문화사
- 박홍래, 2000, 표본조사법, 박영사
- 복잡통계연구센터, 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, 정희철, 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
- 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.
- Jensen J.R., 2005, 원격탐사와 디지털 영상처리, 시그마프레스, pp.554.
- 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 . 시도별 SSU 경작지 특성분석



1) 시도별 논, 밭 비교

구분	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지비율	벼 재배 비율
전국	31,209	23,366	54,574	168,248	30,183	32.4	96.7
강원도	2,093	2,533	4,626	18,992	2,049	24.4	97.9
경기도	3,350	3,054	6,404	20,984	3,297	30.5	98.4
경상남도	2,474	1,879	4,353	15,372	2,348	28.3	94.9
경상북도	3,967	3,786	7,753	27,768	3,721	27.9	93.8
광주시	375	215	590	1,528	373	38.6	99.5
대구시	188	237	425	1,764	176	24.1	93.8
대전시	57	95	152	752	53	20.2	93.5
부산시	417	255	672	2,392	417	28.1	100.0
서울시	19	118	137	1,228	17	11.1	92.5
울산시	318	123	442	1,700	312	26.0	98.1
인천시	638	252	890	2,344	637	38.0	99.8
전라남도	6,144	3,138	9,282	25,456	5,942	36.5	96.7
전라북도	4,739	2,380	7,118	16,120	4,613	44.2	97.4
제주도	7	1,570	1,577	4,328	7	36.4	100.0
충청남도	4,638	1,848	6,486	16,008	4,494	40.5	96.9
충청북도	1,787	1,882	3,669	11,512	1,727	31.9	96.7

2) 시도별 관독분류 비교

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지비율	벼 재배 비율
전국	31,209	19,296	1,446	1,513	1,111	113,674	30,183	32.4	96.7
강원도	2,093	2,374	21	50	88	14,366	2,049	24.4	97.9
경기도	3,350	2,506	69	153	327	14,580	3,297	30.5	98.4
경상남도	2,474	1,412	133	275	59	11,019	2,348	28.3	94.9
경상북도	3,967	3,034	320	263	170	20,015	3,721	27.9	93.8
광주시	375	160	9	32	15	938	373	38.6	99.5
대구시	188	179	3	40	15	1,339	176	24.1	93.8
대전시	57	87	1	3	3	600	53	20.2	93.5
부산시	417	147	1	82	25	1,720	417	28.1	100.0
서울시	19	95	1	0	22	1,091	17	11.1	92.5
울산시	318	84	24	14	1	1,258	312	26.0	98.1
인천시	638	222	2	15	13	1,454	637	38.0	99.8
전라남도	6,144	2,739	162	152	85	16,174	5,942	36.5	96.7
전라북도	4,739	2,142	32	137	69	9,002	4,613	44.2	97.4
제주도	7	995	494	0	81	2,751	7	36.4	100.0
충청남도	4,638	1,511	44	215	78	9,522	4,494	40.5	96.9
충청북도	1,787	1,609	132	83	58	7,843	1,727	31.9	96.7





## 부록 II . 시군별 SSU 경작지 특성분석



1) 시군별 논, 밭 비교

구분	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
전국	31,209	23,366	54,574	168,248	30,183	32.4	96.7
강원도	2,093	2,533	4,626	18,992	2,049	24.4	97.9
강릉시	138	129	267	1,120	134	23.8	97.1
고성군	255	70	325	1,092	253	29.8	99.4
동해시	43	75	118	560	43	21.0	100.0
삼척시	30	107	137	908	29	15.1	99.1
속초시	57	30	87	384	57	22.7	99.8
양구군	198	246	444	1,400	187	31.7	94.6
양양군	136	90	227	1,048	135	21.6	99.2
영월군	22	116	138	960	22	14.3	100.0
원주시	124	106	230	876	123	26.3	99.1
인제군	67	117	184	1,008	62	18.3	91.8
정선군	12	162	174	964	12	18.0	100.0
철원군	566	111	677	1,476	551	45.9	97.3
춘천시	89	195	285	1,232	88	23.1	98.4
태백시	0	66	66	480	0	13.8	0.0
평창군	50	355	404	1,688	50	24.0	100.0
홍천군	119	297	416	1,752	119	23.7	100.0
화천군	75	117	192	1,056	75	18.2	99.4
횡성군	110	145	255	988	108	25.8	98.2
경기도	3,350	3,054	6,404	20,984	3,297	30.5	98.4
가평군	66	120	186	972	66	19.1	100.0
고양시	44	139	183	520	44	35.1	99.9
과천시	5	73	78	236	5	33.2	97.3
광명시	21	70	91	280	21	32.3	100.0
광주시	40	86	125	692	39	18.1	98.1
구리시	0	61	61	280	0	21.7	0.0
군포시	19	38	57	244	19	23.4	100.0
김포시	177	53	230	492	175	46.8	98.7
남양주시	20	131	151	796	20	18.9	100.0
동두천시	23	54	78	428	23	18.2	100.0
부천시	66	59	125	432	66	29.0	100.0
성남시	5	64	69	616	5	11.2	100.0
수원시	118	66	183	596	115	30.7	97.8
시흥시	80	76	155	456	80	34.1	99.8
안산시	76	130	206	636	74	32.3	98.1
안성시	345	147	492	1,196	330	41.1	95.8
안양시	0	11	11	248	0	4.4	0.0
양주시	85	82	167	688	84	24.2	99.1
양평군	113	85	198	836	112	23.6	99.2

구분	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
여주군	214	143	357	1,036	212	34.5	99.3
연천군	141	111	252	884	141	28.5	100.0
오산시	45	26	71	288	45	24.8	99.7
용인시	130	91	221	808	129	27.3	99.3
의왕시	24	69	93	376	24	24.6	100.0
의정부시	28	60	88	516	28	17.0	100.0
이천시	249	219	468	1,000	249	46.8	100.0
과주시	203	131	334	908	201	36.7	99.1
평택시	464	168	632	1,328	448	47.6	96.5
포천시	172	184	356	1,204	171	29.5	99.5
하남시	10	117	127	560	9	22.6	96.8
화성시	369	192	561	1,432	362	39.2	98.1
경상남도	2,474	1,879	4,353	15,372	2,348	28.3	94.9
거제시	100	129	229	800	46	28.6	46.3
거창군	123	64	186	744	122	25.0	99.5
고성군	205	67	272	928	204	29.3	99.5
김해시	147	65	212	664	146	31.9	99.6
남해군	112	61	173	560	105	30.9	93.9
밀양시	237	266	503	1,484	227	33.9	95.8
사천시	128	52	180	628	123	28.6	96.0
산청군	115	81	196	796	110	24.6	95.5
양산시	56	107	163	788	49	20.6	88.0
의령군	94	49	143	480	87	29.9	91.9
진주시	183	193	376	1,216	180	30.9	98.0
창녕군	143	176	319	900	142	35.4	99.1
창원시	149	161	310	1,040	146	29.8	98.3
통영시	34	57	91	704	34	12.9	100.0
하동군	177	73	250	828	177	30.2	99.7
함안군	155	108	263	748	152	35.2	97.9
함양군	118	84	203	832	114	24.4	96.4
합천군	198	86	284	1,232	185	23.1	93.5
경상북도	3,967	3,786	7,753	27,768	3,721	27.9	93.8
경산시	60	198	258	888	59	29.1	99.5
경주시	591	186	778	2,564	578	30.3	97.8
고령군	126	57	183	580	125	31.6	99.0
구미시	191	121	312	1,012	188	30.9	98.2
군위군	84	113	196	688	84	28.5	99.9
김천시	209	281	490	1,612	157	30.4	75.2
문경시	139	132	271	1,104	130	24.6	93.6
봉화군	93	181	274	1,272	93	21.6	99.3
상주시	497	386	883	2,628	481	33.6	96.9
성주군	137	206	343	1,204	131	28.5	96.0

구분	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
안동시	163	211	374	1,488	151	25.1	92.7
영덕군	104	83	186	924	104	20.1	100.0
영양군	43	151	194	972	37	20.0	84.9
영주시	156	185	341	1,108	147	30.7	94.5
영천시	172	269	441	1,492	144	29.6	83.5
예천군	235	119	354	1,096	202	32.3	85.9
울릉군	0	62	62	300	0	20.6	0.0
울진군	82	99	182	1,132	82	16.0	99.5
의성군	367	163	530	1,628	337	32.5	91.9
청도군	125	186	311	1,036	113	30.0	90.5
청송군	53	143	196	828	46	23.7	86.4
칠곡군	98	101	199	764	97	26.1	98.9
포항시	240	153	393	1,448	233	27.1	97.2
광주광역시	375	215	590	1,528	373	38.6	99.5
광산구	145	90	235	584	144	40.2	99.5
광주기타	230	125	355	944	229	37.6	99.5
대구광역시	188	237	425	1,764	176	24.1	93.8
달성군	122	100	222	816	113	27.2	92.3
대구기타	65	137	203	948	63	21.4	96.5
대전광역시	57	95	152	752	53	20.2	93.5
부산광역시	417	255	672	2,392	417	28.1	100.0
기장군	43	60	103	548	43	18.8	100.0
부산기타	374	194	568	1,844	374	30.8	100.0
서울특별시	19	118	137	1,228	17	11.1	92.5
울산광역시	318	123	442	1,700	312	26.0	98.1
울산기타	159	72	230	952	156	24.2	98.1
울주군	160	52	211	748	157	28.3	98.1
인천광역시	638	252	890	2,344	637	38.0	99.8
강화군	458	107	565	1,064	457	53.1	99.8
인천기타	180	145	324	1,280	180	25.3	100.0
전라남도	6,144	3,138	9,282	25,456	5,942	36.5	96.7
강진군	285	51	335	924	282	36.3	99.0
고흥군	490	297	787	2,208	484	35.7	98.8
곡성군	185	75	260	828	184	31.4	99.5
광양시	65	111	175	664	63	26.4	97.6
구례군	297	118	415	1,232	295	33.7	99.5
나주시	579	282	862	1,904	573	45.3	98.9
담양군	308	125	434	1,240	304	35.0	98.7
목포시	41	76	117	460	41	25.3	100.0
무안군	240	231	471	936	237	50.3	98.8
보성군	278	127	405	1,064	277	38.1	99.8
순천시	214	177	391	1,420	211	27.5	98.7

구분	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
신안군	335	174	509	1,608	313	31.6	93.3
여수시	79	113	192	784	79	24.5	100.0
영광군	384	78	461	1,116	367	41.3	95.6
영암군	645	264	908	1,856	602	48.9	93.4
완도군	116	75	190	1,004	114	19.0	98.6
장성군	108	125	233	744	101	31.3	93.3
장흥군	270	104	374	1,164	259	32.1	95.9
진도군	233	113	346	1,172	204	29.5	87.3
함평군	221	89	309	704	219	43.9	99.2
해남군	650	251	900	1,676	611	53.7	94.1
화순군	122	84	206	748	122	27.6	99.8
전라북도	4,739	2,380	7,118	16,120	4,613	44.2	97.4
고창군	548	362	910	1,668	525	54.6	95.7
군산시	390	46	436	840	390	52.0	100.0
김제시	533	135	668	1,128	529	59.2	99.2
남원시	264	164	429	1,060	252	40.4	95.3
무주군	55	179	234	920	54	25.4	99.6
부안군	719	312	1,032	2,028	693	50.9	96.3
순창군	188	84	272	752	187	36.1	99.7
완주군	212	297	509	1,336	211	38.1	99.3
익산시	552	130	681	1,192	540	57.2	97.9
임실군	104	51	155	628	95	24.7	90.8
장수군	165	136	301	936	161	32.2	98.0
전주시	249	107	356	712	249	50.0	99.8
정읍시	665	219	884	1,852	635	47.7	95.4
진안군	95	157	251	1,068	94	23.5	99.2
제주특별자치도	7	1,570	1,577	4,328	7	36.4	100.0
서귀포시	3	794	797	2,056	3	38.8	100.0
제주시	4	776	780	2,272	4	34.3	100.0
충청남도	4,638	1,848	6,486	16,008	4,494	40.5	96.9
계룡시	43	37	80	376	42	21.2	96.6
공주시	146	84	230	888	140	25.9	95.5
금산군	79	174	254	896	60	28.3	76.0
논산시	523	237	759	1,744	511	43.5	97.8
당진군	401	94	494	1,132	395	43.7	98.6
보령시	363	59	422	1,056	360	40.0	99.2
부여군	304	131	435	1,028	292	42.3	96.1
서산시	592	139	731	1,508	580	48.5	97.9
서천군	335	66	401	844	332	47.5	98.9
아산시	334	103	438	932	320	47.0	95.8
연기군	146	84	229	712	142	32.2	97.6
예산군	320	140	460	1,164	314	39.5	98.2

구분	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
천안시	342	195	537	1,316	322	40.8	94.4
청양군	112	70	182	548	107	33.2	95.4
태안군	329	156	485	1,096	318	44.3	96.6
홍성군	269	79	349	768	259	45.4	96.2
충청북도	1,787	1,882	3,669	11,512	1,727	31.9	96.7
괴산군	117	166	283	1,008	103	28.1	87.5
단양군	14	96	110	696	14	15.9	99.9
보은군	120	115	234	788	110	29.7	92.3
영동군	71	175	246	884	64	27.8	90.4
옥천군	87	160	247	812	85	30.4	98.0
음성군	206	203	408	1,076	199	38.0	96.6
제천시	125	226	351	1,344	123	26.1	98.6
증평군	140	92	231	624	138	37.1	99.1
진천군	166	90	257	696	166	36.9	99.5
청원군	296	188	485	1,372	294	35.3	99.1
청주시	201	84	286	648	194	44.1	96.7
충주시	244	288	531	1,564	236	34.0	97.0

2) 시군별 관독분류 비교

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
전국	31,209	19,296	1,446	1,513	1,111	113,674	30,183	32.4	96.7
강원도	2,093	2,374	21	50	88	14,366	2,049	24.4	97.9
강릉시	138	123	2	2	2	853	134	23.8	97.1
고성군	255	68	-	2	0	767	253	29.8	99.4
동해시	43	72	1	0	2	442	43	21.0	100.0
삼척시	30	106	-	0	1	771	29	15.1	99.1
속초시	57	25	0	1	3	297	57	22.7	99.8
양구군	198	217	1	15	13	956	187	31.7	94.6
양양군	136	81	7	0	2	821	135	21.6	99.2
영월군	22	111	-	3	2	822	22	14.3	100.0
원주시	124	100	3	2	1	646	123	26.3	99.1
인제군	67	109	1	1	6	824	62	18.3	91.8
정선군	12	160	-	0	1	790	12	18.0	100.0

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
철원군	566	97	-	8	6	799	551	45.9	97.3
춘천시	89	175	5	3	12	947	88	23.1	98.4
태백시	-	63	-	-	3	414	-	13.8	0.0
평창군	50	345	-	1	9	1,284	50	24.0	100.0
홍천군	119	280	0	3	14	1,336	119	23.7	100.0
화천군	75	105	-	3	9	864	75	18.2	99.4
횡성군	110	138	-	5	2	733	108	25.8	98.2
경기도	3,350	2,506	69	153	327	14,580	3,297	30.5	98.4
가평군	66	112	4	2	2	786	66	19.1	100.0
고양시	44	82	-	5	53	337	44	35.1	99.9
과천시	5	36	-	1	36	158	5	33.2	97.3
광명시	21	45	1	6	18	189	21	32.3	100.0
광주시	40	73	1	5	8	567	39	18.1	98.1
구리시	-	45	2	-	14	219	-	21.7	0.0
군포시	19	36	0	0	2	187	19	23.4	100.0
김포시	177	50	1	2	1	262	175	46.8	98.7
남양주시	20	108	5	3	15	645	20	18.9	100.0
동두천시	23	48	0	3	4	350	23	18.2	100.0
부천시	66	54	1	0	4	307	66	29.0	100.0
성남시	5	55	0	0	8	547	5	11.2	100.0
수원시	118	53	-	9	4	413	115	30.7	97.8
시흥시	80	71	0	0	4	301	80	34.1	99.8
안산시	76	100	2	8	20	430	74	32.3	98.1
안성시	345	105	15	19	8	704	330	41.1	95.8
안양시	-	9	-	-	2	237	-	4.4	0.0
양주시	85	68	2	3	9	521	84	24.2	99.1
양평군	113	69	3	5	7	638	112	23.6	99.2
여주군	214	126	3	8	5	679	212	34.5	99.3
연천군	141	103	-	4	5	632	141	28.5	100.0
오산시	45	23	1	1	1	217	45	24.8	99.7
용인시	130	77	2	10	2	587	129	27.3	99.3
의왕시	24	61	-	-	7	283	24	24.6	100.0
의정부시	28	55	0	0	5	428	28	17.0	100.0



구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
이천시	249	201	-	13	5	532	249	46.8	100.0
파주시	203	120	0	3	7	574	201	36.7	99.1
평택시	464	121	23	21	4	696	448	47.6	96.5
포천시	172	147	1	12	24	848	171	29.5	99.5
하남시	10	77	1	1	38	433	9	22.6	96.8
화성시	369	179	1	8	5	871	362	39.2	98.1
경상남도	2,474	1,412	133	275	59	11,019	2,348	28.3	94.9
거제시	100	116	9	2	2	571	46	28.6	46.3
거창군	123	41	13	9	1	558	122	25.0	99.5
고성군	205	61	3	3	0	656	204	29.3	99.5
김해시	147	31	11	23	1	452	146	31.9	99.6
남해군	112	59	-	1	1	387	105	30.9	93.9
밀양시	237	167	12	72	16	981	227	33.9	95.8
사천시	128	38	5	8	1	448	123	28.6	96.0
산청군	115	78	0	2	0	600	110	24.6	95.5
양산시	56	100	1	0	5	625	49	20.6	88.0
의령군	94	39	0	9	1	337	87	29.9	91.9
진주시	183	71	53	59	10	840	180	30.9	98.0
창녕군	143	159	4	8	5	581	142	35.4	99.1
창원시	149	122	6	32	1	730	146	29.8	98.3
통영시	34	54	1	1	1	613	34	12.9	100.0
하동군	177	52	2	16	3	578	177	30.2	99.7
함안군	155	78	7	20	2	485	152	35.2	97.9
함양군	118	76	5	2	1	629	114	24.4	96.4
합천군	198	69	2	9	7	948	185	23.1	93.5
경상북도	3,967	3,034	320	263	170	20,015	3,721	27.9	93.8
경산시	60	134	50	2	12	630	59	29.1	99.5
경주시	591	166	3	13	4	1,786	578	30.3	97.8
고령군	126	30	2	23	2	397	125	31.6	99.0
구미시	191	100	8	11	2	700	188	30.9	98.2
군위군	84	81	24	3	4	492	84	28.5	99.9
김천시	209	185	44	43	10	1,122	157	30.4	75.2
문경시	139	75	52	3	2	833	130	24.6	93.6

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
봉화군	93	167	9	1	4	998	93	21.6	99.3
상주시	497	359	17	6	4	1,745	481	33.6	96.9
성주군	137	78	2	105	21	861	131	28.5	96.0
안동시	163	192	8	3	8	1,114	151	25.1	92.7
영덕군	104	74	5	1	2	738	104	20.1	100.0
영양군	43	145	0	-	6	778	37	20.0	84.9
영주시	156	141	24	10	9	767	147	30.7	94.5
영천시	172	201	16	13	38	1,051	144	29.6	83.5
예천군	235	107	1	9	2	742	202	32.3	85.9
울릉군	-	56	6	-	0	238	-	20.6	0.0
울진군	82	96	-	0	3	950	82	16.0	99.5
의성군	367	127	27	4	5	1,098	337	32.5	91.9
청도군	125	171	4	6	4	725	113	30.0	90.5
청송군	53	141	1	0	2	632	46	23.7	86.4
칠곡군	98	75	2	2	22	565	97	26.1	98.9
포항시	240	132	12	4	4	1,055	233	27.1	97.2
광주광역시	375	160	9	32	15	938	373	38.6	99.5
광산구	145	77	5	5	4	349	144	40.2	99.5
광주기타	230	83	4	27	11	589	229	37.6	99.5
대구광역시	188	179	3	40	15	1,339	176	24.1	93.8
달성군	122	58	0	37	4	594	113	27.2	92.3
대구기타	65	120	2	3	12	745	63	21.4	96.5
대전광역시	57	87	1	3	3	600	53	20.2	93.5
부산광역시	417	147	1	82	25	1,720	417	28.1	100.0
기장군	43	55	1	1	4	445	43	18.8	100.0
부산기타	374	92	1	81	21	1,276	374	30.8	100.0
서울특별시	19	95	1	0	22	1,091	17	11.1	92.5
울산광역시	318	84	24	14	1	1,258	312	26.0	98.1
울산기타	159	57	4	11	1	722	156	24.2	98.1
울주군	160	28	21	3	0	537	157	28.3	98.1
인천광역시	638	222	2	15	13	1,454	637	38.0	99.8
강화군	458	102	-	3	2	499	457	53.1	99.8
인천기타	180	120	2	11	11	956	180	25.3	100.0

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
전라남도	6,144	2,739	162	152	85	16,174	5,942	36.5	96.7
강진군	285	46	1	3	0	589	282	36.3	99.0
고흥군	490	281	0	10	7	1,421	484	35.7	98.8
곡성군	185	62	-	9	3	568	184	31.4	99.5
광양시	65	87	1	8	15	489	63	26.4	97.6
구례군	297	96	3	16	3	817	295	33.7	99.5
나주시	579	184	71	20	7	1,042	573	45.3	98.9
담양군	308	85	1	38	1	806	304	35.0	98.7
목포시	41	74	0	0	1	343	41	25.3	100.0
무안군	240	224	1	1	6	465	237	50.3	98.8
보성군	278	95	21	9	2	659	277	38.1	99.8
순천시	214	165	1	9	1	1,029	211	27.5	98.7
신안군	335	172	-	0	2	1,099	313	31.6	93.3
여수시	79	111	-	1	0	592	79	24.5	100.0
영광군	384	70	3	2	2	655	367	41.3	95.6
영암군	645	203	39	3	18	948	602	48.9	93.4
완도군	116	66	7	2	1	814	114	19.0	98.6
장성군	108	112	6	3	3	511	101	31.3	93.3
장흥군	270	96	3	3	3	790	259	32.1	95.9
진도군	233	110	1	1	1	826	204	29.5	87.3
함평군	221	83	0	4	1	395	219	43.9	99.2
해남군	650	239	2	3	7	776	611	53.7	94.1
화순군	122	76	1	7	0	542	122	27.6	99.8
전라북도	4,739	2,142	32	137	69	9,002	4,613	44.2	97.4
고창군	548	317	5	20	20	758	525	54.6	95.7
군산시	390	43	0	2	1	404	390	52.0	100.0
김제시	533	115	3	13	3	460	529	59.2	99.2
남원시	264	146	2	11	4	631	252	40.4	95.3
무주군	55	170	3	1	5	686	54	25.4	99.6
부안군	719	284	2	18	8	996	693	50.9	96.3
순창군	188	76	1	4	3	480	187	36.1	99.7
완주군	212	270	1	22	4	827	211	38.1	99.3
익산시	552	105	3	15	7	511	540	57.2	97.9

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
임실군	104	48	1	1	1	473	95	24.7	90.8
장수군	165	125	8	1	2	635	161	32.2	98.0
전주시	249	84	-	17	5	356	249	50.0	99.8
정읍시	665	203	2	9	5	968	635	47.7	95.4
진안군	95	153	0	1	2	817	94	23.5	99.2
제주특별자치도	7	995	494	-	81	2,751	7	36.4	100.0
서귀포시	3	428	303	-	63	1,259	3	38.8	100.0
제주시	4	567	190	-	18	1,492	4	34.3	100.0
충청남도	4,638	1,511	44	215	78	9,522	4,494	40.5	96.9
계룡시	43	30	-	3	4	296	42	21.2	96.6
공주시	146	63	6	13	2	658	140	25.9	95.5
금산군	79	163	2	2	7	642	60	28.3	76.0
논산시	523	153	3	78	4	985	511	43.5	97.8
당진군	401	87	1	3	3	638	395	43.7	98.6
보령시	363	51	1	4	4	634	360	40.0	99.2
부여군	304	78	0	48	5	593	292	42.3	96.1
서산시	592	123	1	10	6	777	580	48.5	97.9
서천군	335	51	4	8	3	443	332	47.5	98.9
아산시	334	96	2	3	2	494	320	47.0	95.8
연기군	146	73	1	7	2	483	142	32.2	97.6
예산군	320	102	4	17	17	704	314	39.5	98.2
천안시	342	163	17	7	9	779	322	40.8	94.4
청양군	112	58	1	10	1	366	107	33.2	95.4
태안군	329	150	1	1	5	611	318	44.3	96.6
홍성군	269	71	0	4	4	419	259	45.4	96.2
충청북도	1,787	1,609	132	83	58	7,843	1,727	31.9	96.7
괴산군	117	152	7	5	2	725	103	28.1	87.5
단양군	14	90	3	2	1	586	14	15.9	99.9
보은군	120	101	8	4	1	554	110	29.7	92.3
영동군	71	162	4	2	7	638	64	27.8	90.4
옥천군	87	136	8	10	6	565	85	30.4	98.0
음성군	206	156	26	15	6	668	199	38.0	96.6
제천시	125	213	3	5	5	993	123	26.1	98.6

구분	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
증평군	140	85	3	3	1	393	138	37.1	99.1
진천군	166	73	-	13	4	439	166	36.9	99.5
청원군	296	164	3	12	9	887	294	35.3	99.1
청주시	201	73	3	7	2	362	194	44.1	96.7
충주시	244	205	65	4	13	1,033	236	34.0	97.0



### 부록Ⅲ. 권역별, 층별 SSU 경작지 특성분석





1) 권역-층별 논, 밭 비교

권역	층	논	밭	경지	총계	벼 재배	경지비율	벼 재배 비율
전국	총계	31,209	23,366	54,574	168,248	30,183	32.4	96.7
남동권	계	7,364	6,280	13,644	48,996	6,974	27.8	94.7
	1그룹-1	369	291	660	3,576	352	18.5	95.3
	1그룹-2	1,018	1,059	2,077	5,508	937	37.7	92.1
	1그룹-3	491	330	821	2,760	440	29.7	89.5
	2그룹-1	1,337	1,608	2,944	16,760	1,284	17.6	96.1
	2그룹-2	2,481	1,637	4,118	10,432	2,378	39.5	95.8
	2그룹-3	1,669	1,355	3,024	9,960	1,584	30.4	94.9
남서권	계	11,264	7,303	18,567	47,432	10,935	39.1	97.1
	1그룹-1	1,315	1,312	2,627	8,080	1,285	32.5	97.7
	1그룹-2	1,379	1,435	2,814	5,508	1,330	51.1	96.4
	1그룹-3	1,503	554	2,057	3,780	1,464	54.4	97.4
	2그룹-1	912	881	1,793	9,144	876	19.6	96.0
	2그룹-2	3,713	1,860	5,574	11,200	3,632	49.8	97.8
	2그룹-3	2,441	1,262	3,703	9,720	2,349	38.1	96.2
북동권	계	3,879	4,416	8,295	30,504	3,776	27.2	97.3
	1그룹-1	128	275	403	2,292	127	17.6	99.0
	1그룹-2	662	675	1,337	3,604	640	37.1	96.7
	1그룹-3	316	418	734	2,220	306	33.1	96.8
	2그룹-1	457	1,014	1,471	9,848	441	14.9	96.5
	2그룹-2	1,803	1,464	3,267	8,640	1,759	37.8	97.6
	2그룹-3	512	570	1,082	3,900	502	27.8	97.9
북서권	계	8,701	5,367	14,069	41,316	8,499	34.1	97.7
	1그룹-1	1,574	544	2,118	6,200	1,535	34.2	97.5
	1그룹-2	2,131	1,178	3,309	6,936	2,075	47.7	97.3
	1그룹-3	1,609	522	2,131	4,380	1,569	48.7	97.5
	2그룹-1	596	880	1,476	8,768	580	16.8	97.4
	2그룹-2	1,722	1,461	3,183	9,152	1,685	34.8	97.8
	2그룹-3	1,069	782	1,851	5,880	1,055	31.5	98.7

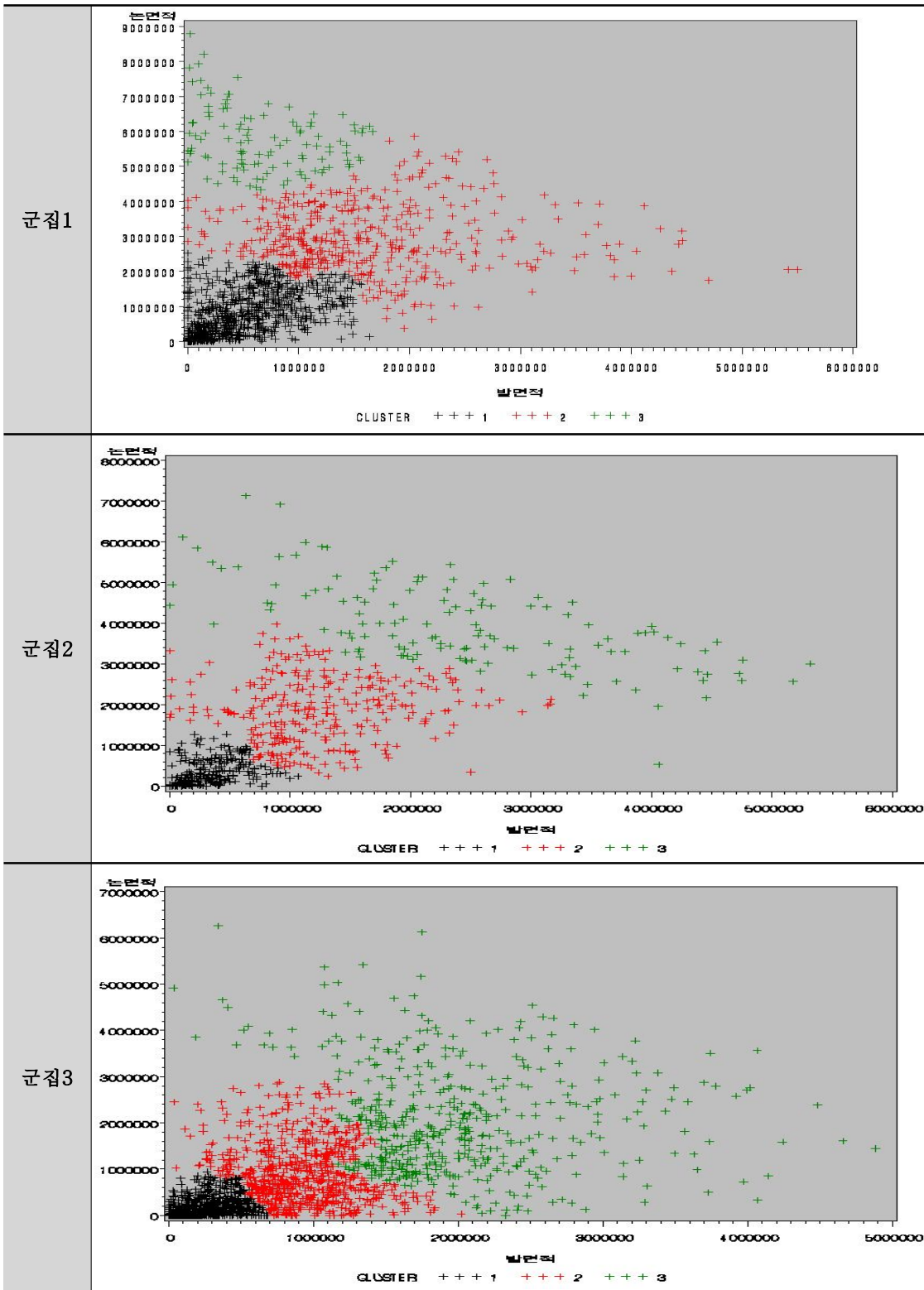
2) 권역-층별 관독분류 비교

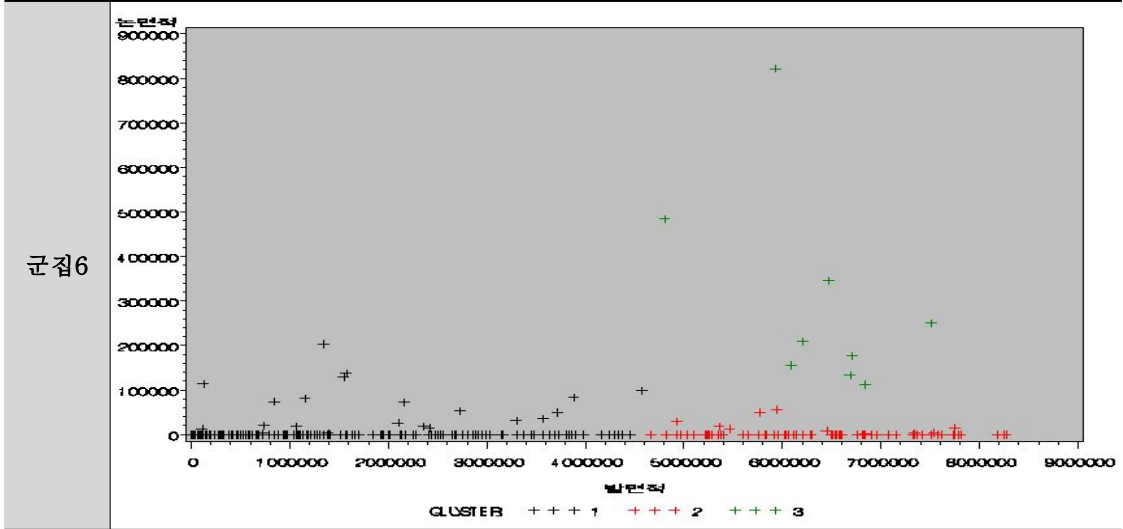
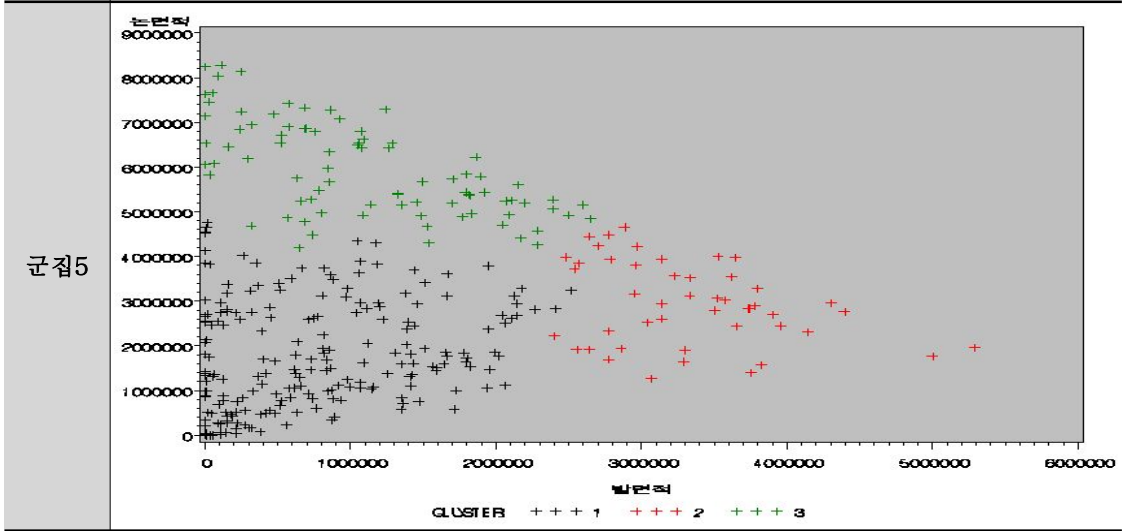
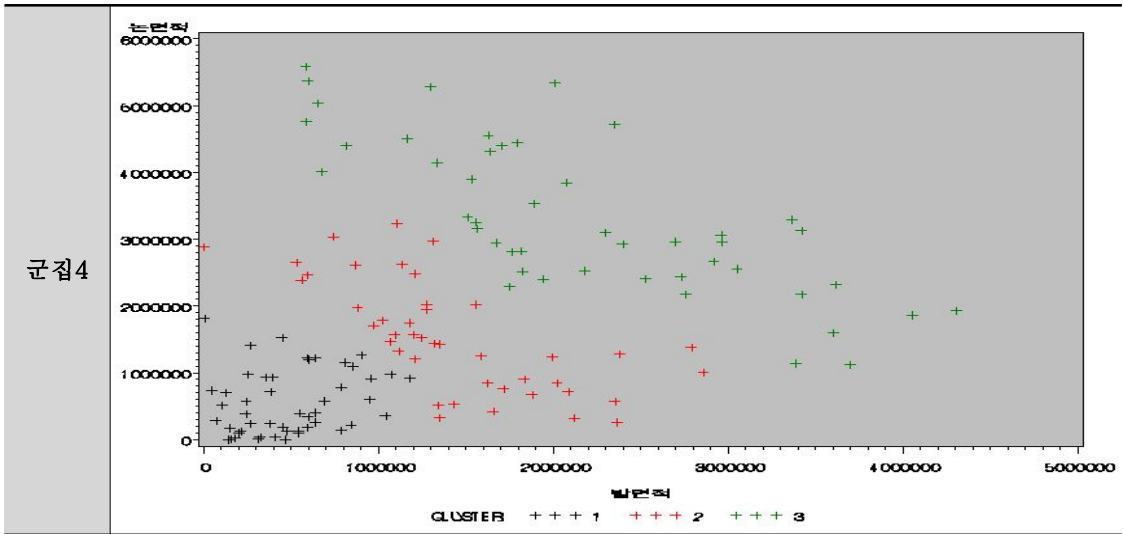
권역	층	논	밭	과수	시설 논	시설 밭	기타	벼 재배	경지 비율	벼 재배 비율
전국	총계	31,209	19,296	1,446	1,513	1,111	113,674	30,183	32.4	96.7
남동권	계	7,364	4,856	481	673	270	35,352	6,974	27.8	94.7
	1그룹-1	369	253	23	10	5	2,916	352	18.5	95.3
	1그룹-2	1,018	695	118	170	77	3,431	937	37.7	92.1
	1그룹-3	491	256	23	40	10	1,939	440	29.7	89.5
	2그룹-1	1,337	1,365	119	77	47	13,816	1,284	17.6	96.1
	2그룹-2	2,481	1,173	97	287	81	6,314	2,378	39.5	95.8
	2그룹-3	1,669	1,114	101	90	50	6,936	1,584	30.4	94.9
남서권	계	11,264	6,036	696	321	251	28,865	10,935	39.1	97.1
	1그룹-1	1,315	1,024	211	32	46	5,453	1,285	32.5	97.7
	1그룹-2	1,379	1,001	334	25	75	2,694	1,330	51.1	96.4
	1그룹-3	1,503	470	25	48	11	1,723	1,464	54.4	97.4
	2그룹-1	912	838	18	12	14	7,351	876	19.6	96.0
	2그룹-2	3,713	1,557	74	154	75	5,626	3,632	49.8	97.8
	2그룹-3	2,441	1,147	34	50	31	6,017	2,349	38.1	96.2
북동권	계	3,879	3,983	153	133	146	22,209	3,776	27.2	97.3
	1그룹-1	128	248	13	5	8	1,889	127	17.6	99.0
	1그룹-2	662	560	67	26	21	2,267	640	37.1	96.7
	1그룹-3	316	361	24	13	20	1,486	306	33.1	96.8
	2그룹-1	457	971	8	9	26	8,377	441	14.9	96.5
	2그룹-2	1,803	1,306	35	64	59	5,373	1,759	37.8	97.6
	2그룹-3	512	537	6	15	11	2,818	502	27.8	97.9
북서권	계	8,701	4,421	117	386	444	27,247	8,499	34.1	97.7
	1그룹-1	1,574	486	8	30	20	4,082	1,535	34.2	97.5
	1그룹-2	2,131	928	55	136	60	3,627	2,075	47.7	97.3
	1그룹-3	1,609	410	8	80	24	2,249	1,569	48.7	97.5
	2그룹-1	596	769	11	19	81	7,292	580	16.8	97.4
	2그룹-2	1,722	1,167	20	92	181	5,969	1,685	34.8	97.8
	2그룹-3	1,069	660	15	29	78	4,029	1,055	31.5	98.7

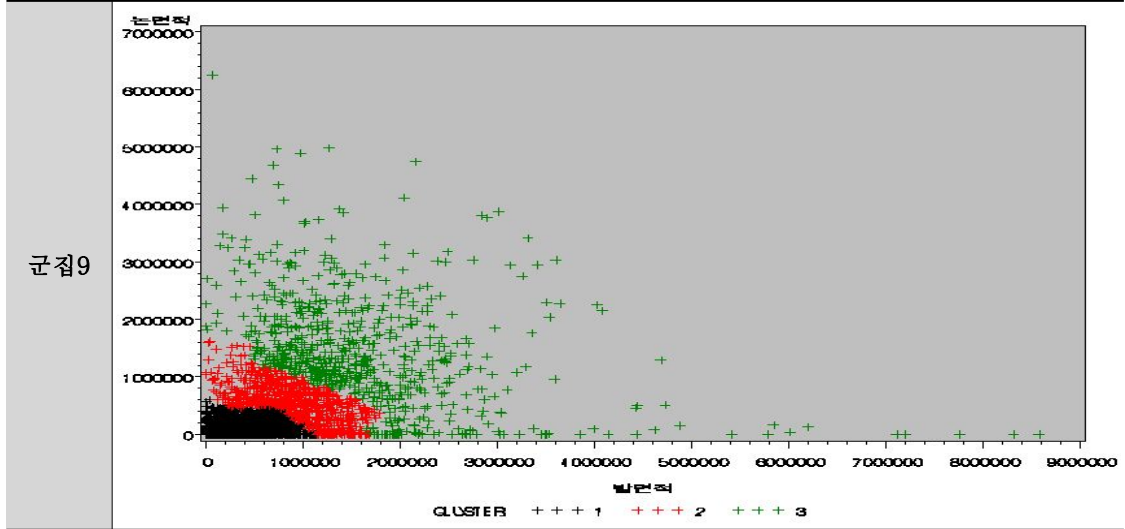
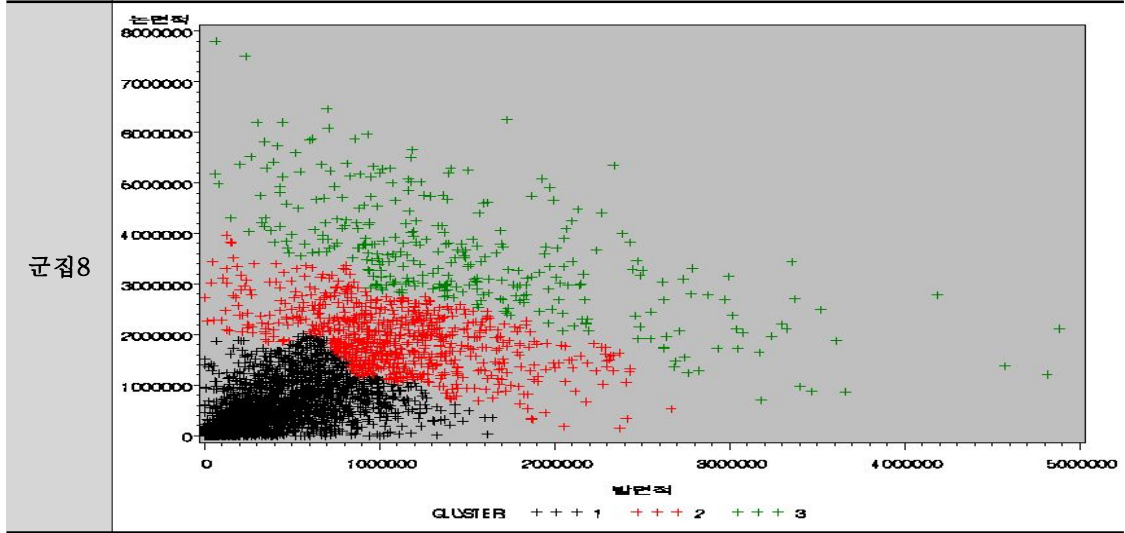
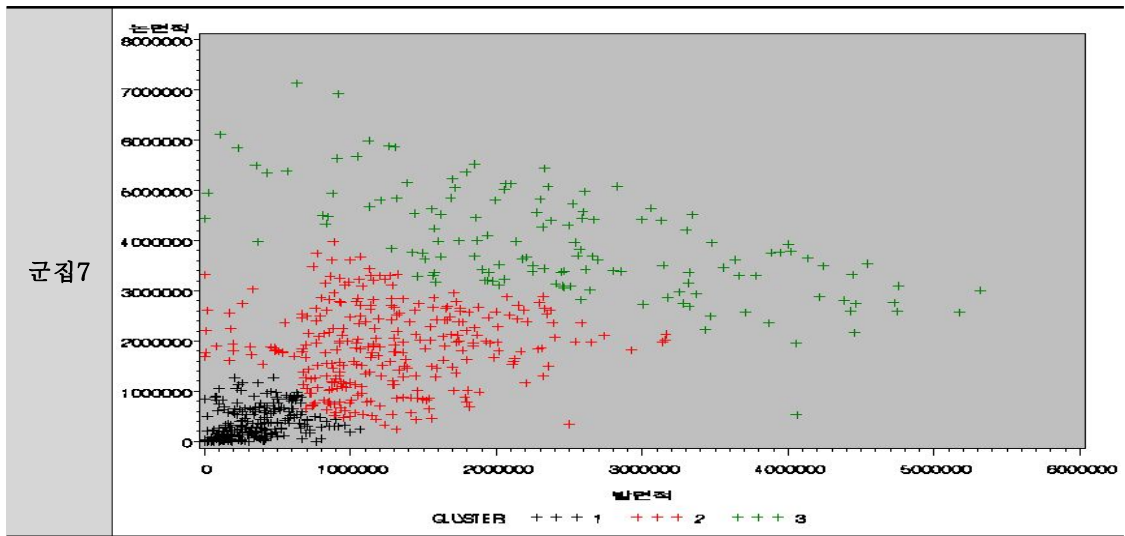
## 부록 IV. 표본 설계 정보

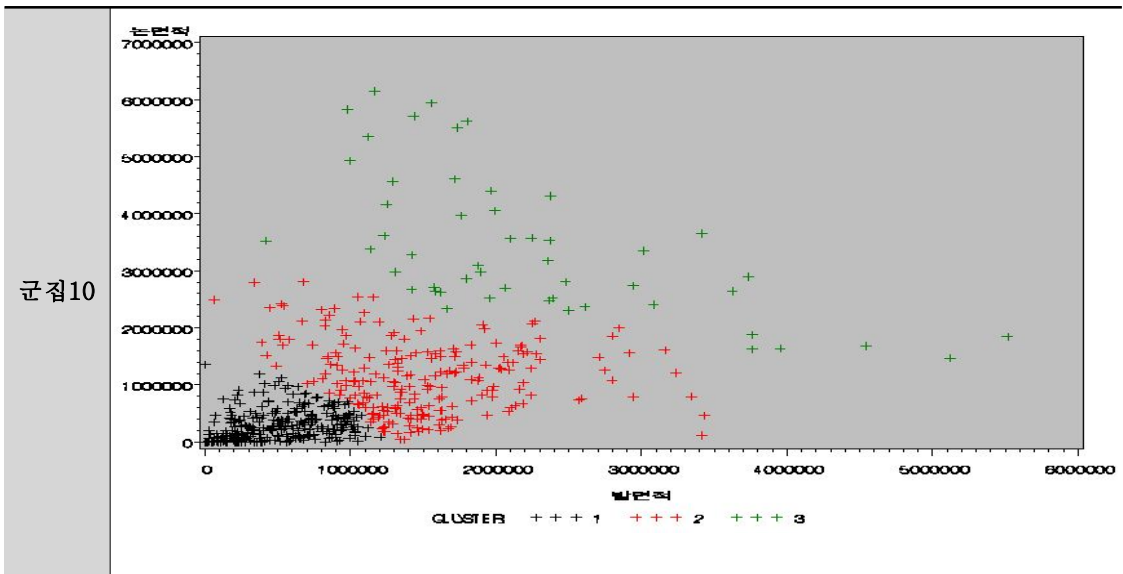


1) 논면적×밭면적 층화 그래프

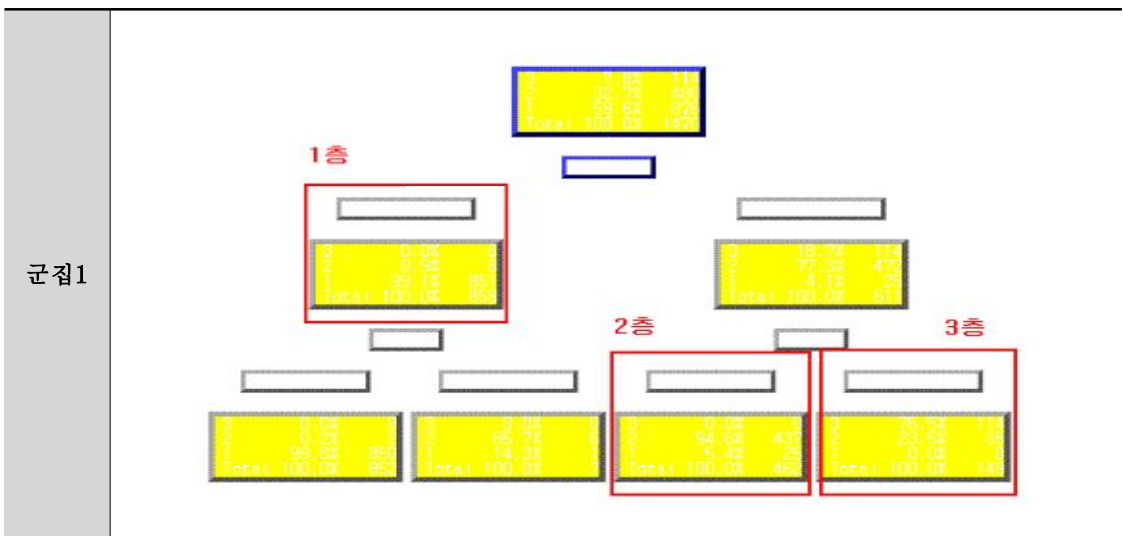




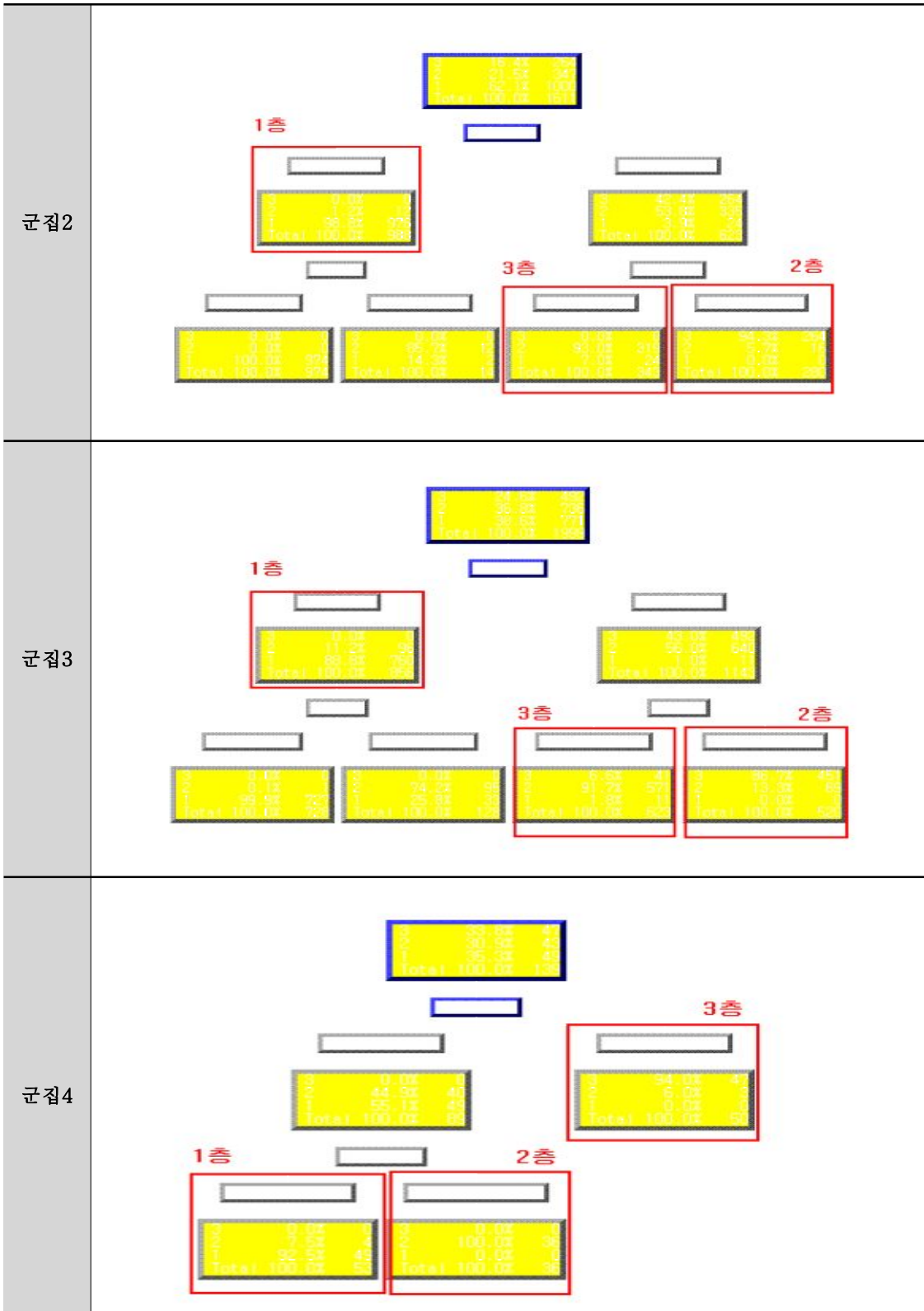


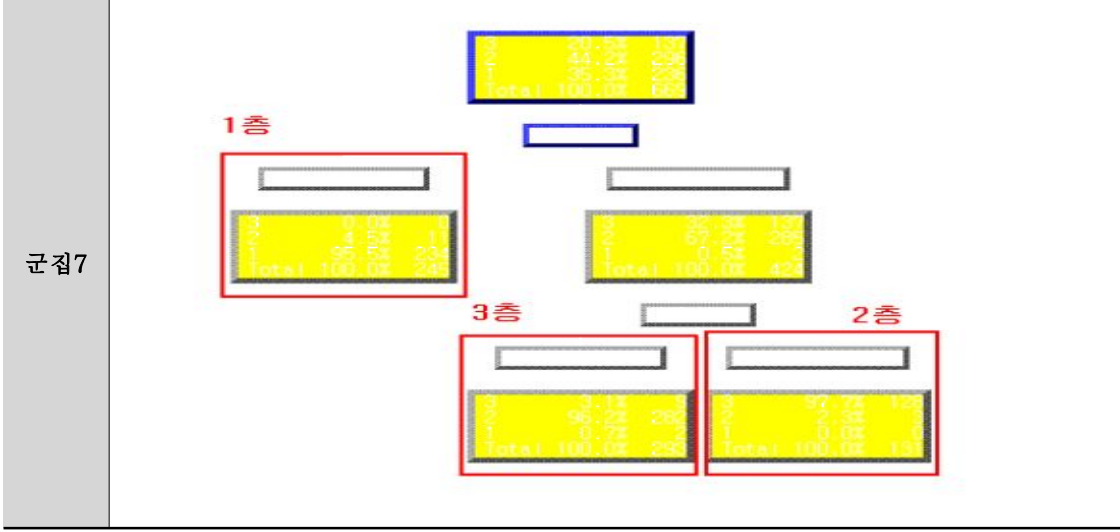
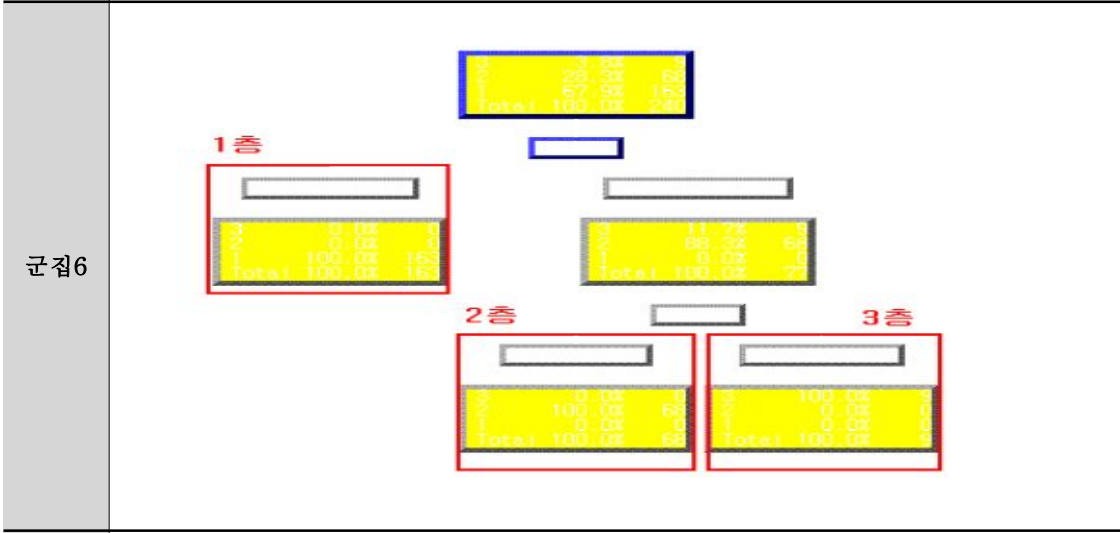
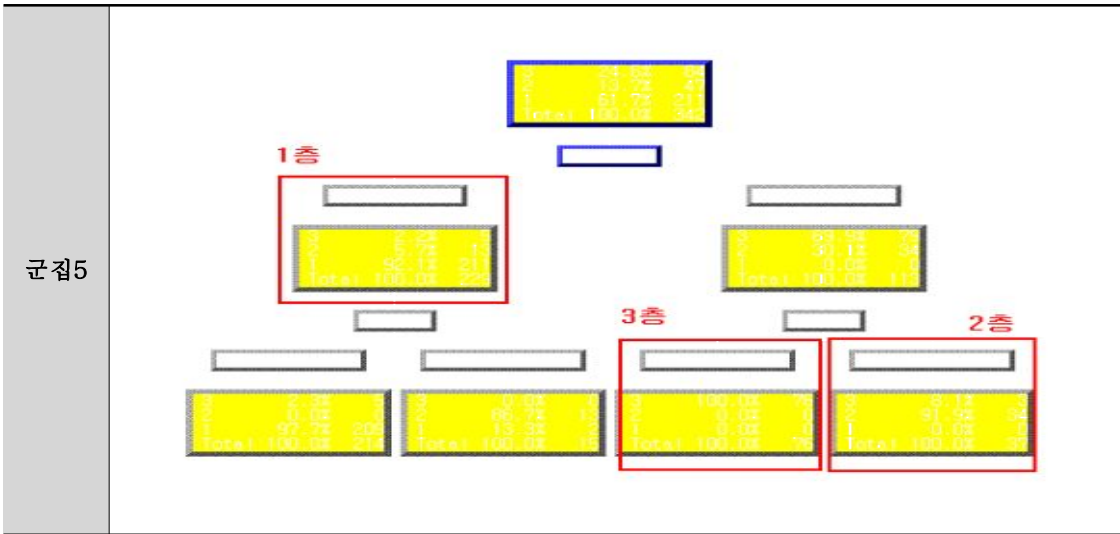


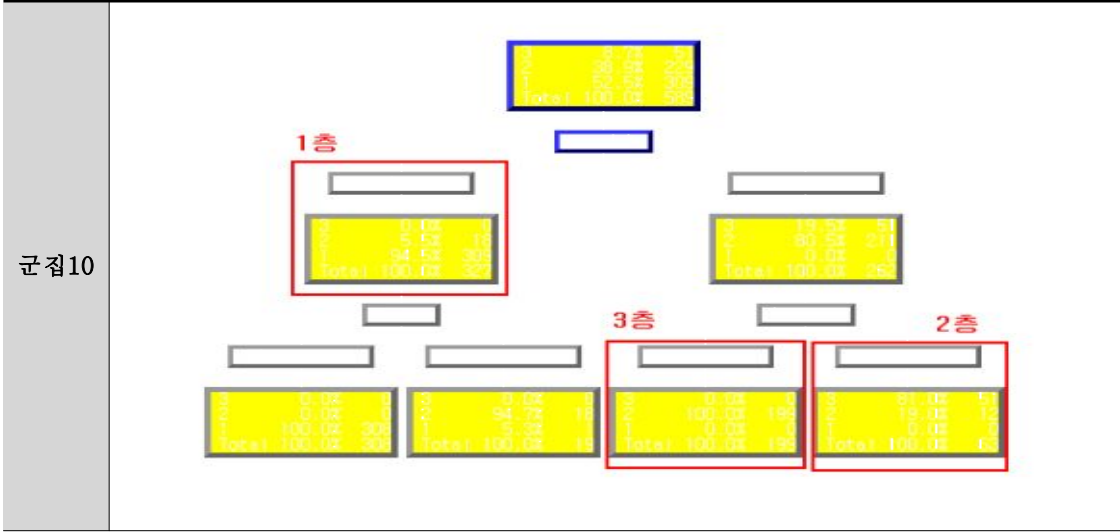
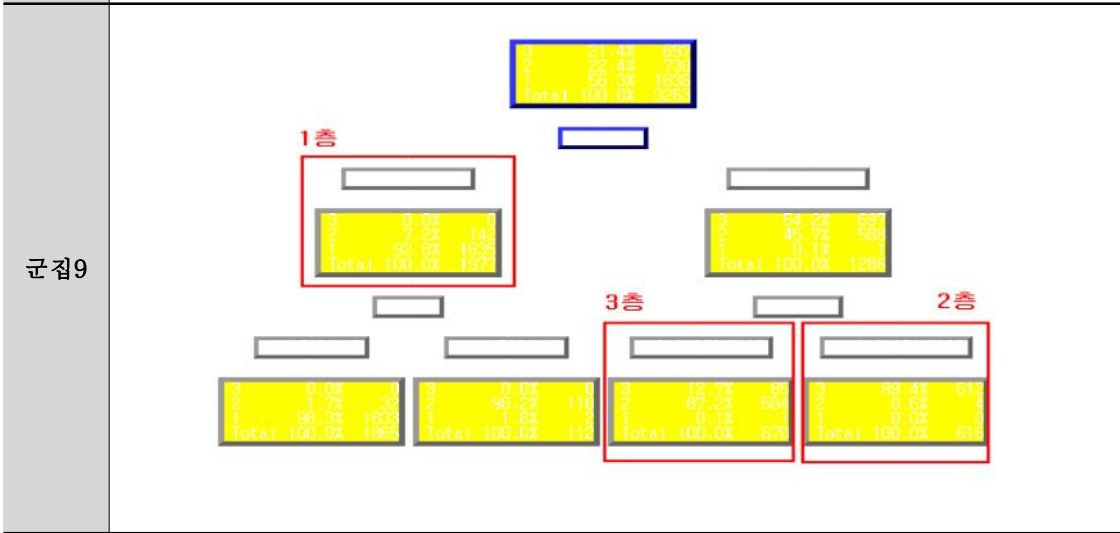
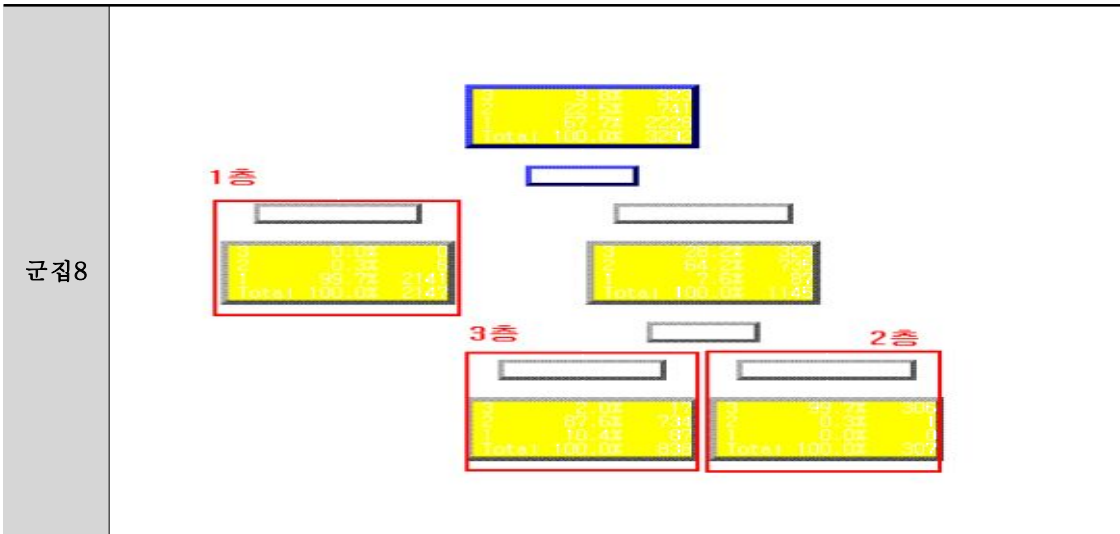
2) 군집별 의사결정나무











3) 시군구별 1차 표본수 및 표본추출확률

지역	목표상대 표준오차	모집단수	표본수	추출확률	최종표본수	최종추출확률
<b>전국</b>		13,614	3,081	22.6	<b>3,270</b>	<b>24.0</b>
서울	20.0%	63	32	50.8	<b>32</b>	<b>50.8</b>
기장군	20.0%	36	11	30.6	<b>11</b>	<b>30.6</b>
기장군외	20.0%	81	38	46.9	<b>38</b>	<b>46.9</b>
달성군	20.0%	61	15	24.6	<b>15</b>	<b>24.6</b>
달성군외	20.0%	60	19	31.7	<b>19</b>	<b>31.7</b>
강화군	15.0%	75	20	26.7	<b>20</b>	<b>26.7</b>
강화군외	20.0%	95	27	28.4	<b>27</b>	<b>28.4</b>
광산구	20.0%	35	10	28.6	<b>10</b>	<b>28.6</b>
광산구외	20.0%	42	16	38.1	<b>16</b>	<b>38.1</b>
대전	20.0%	77	15	19.5	<b>16</b>	<b>20.8</b>
울주군	20.0%	105	14	13.3	<b>16</b>	<b>15.2</b>
울주군외	20.0%	45	18	40.0	<b>18</b>	<b>40.0</b>
수원시	20.0%	21	12	57.1	<b>12</b>	<b>57.1</b>
성남시	20.0%	23	14	60.9	<b>14</b>	<b>60.9</b>
의정부시	20.0%	15	12	80.0	<b>12</b>	<b>80.0</b>
안양시	20.0%	10	8	80.0	<b>8</b>	<b>80.0</b>
부천시	20.0%	11	9	81.8	<b>9</b>	<b>81.8</b>
광명시	20.0%	8	6	75.0	<b>6</b>	<b>75.0</b>
평택시	10.0%	68	23	33.8	<b>23</b>	<b>33.8</b>
동두천시	20.0%	14	9	64.3	<b>9</b>	<b>64.3</b>
안산시	20.0%	29	12	41.4	<b>12</b>	<b>41.4</b>
고양시	20.0%	39	9	23.1	<b>9</b>	<b>23.1</b>
과천시	20.0%	6	5	83.3	<b>5</b>	<b>83.3</b>
구리시	20.0%	8	6	75.0	<b>6</b>	<b>75.0</b>
남양주시	20.0%	63	15	23.8	<b>15</b>	<b>23.8</b>
오산시	20.0%	10	5	50.0	<b>5</b>	<b>50.0</b>
시흥시	20.0%	19	8	42.1	<b>8</b>	<b>42.1</b>
군포시	20.0%	6	5	83.3	<b>5</b>	<b>83.3</b>
의왕시	20.0%	10	7	70.0	<b>7</b>	<b>70.0</b>
하남시	20.0%	15	11	73.3	<b>11</b>	<b>73.3</b>
용인시	20.0%	85	17	20.0	<b>17</b>	<b>20.0</b>
과주시	15.0%	89	15	16.9	<b>18</b>	<b>20.2</b>
이천시	15.0%	71	16	22.5	<b>16</b>	<b>22.5</b>
안성시	15.0%	81	19	23.5	<b>19</b>	<b>23.5</b>
김포시	20.0%	42	9	21.4	<b>9</b>	<b>21.4</b>
화성시	10.0%	105	25	23.8	<b>25</b>	<b>23.8</b>
광주시	20.0%	62	12	19.4	<b>13</b>	<b>21.0</b>
양주시	20.0%	41	12	29.3	<b>12</b>	<b>29.3</b>
포천시	20.0%	105	18	17.1	<b>21</b>	<b>20.0</b>
여주군	15.0%	84	17	20.2	<b>17</b>	<b>20.2</b>
연천군	20.0%	83	14	16.9	<b>17</b>	<b>20.5</b>
가평군	20.0%	97	21	21.6	<b>21</b>	<b>21.6</b>

지역	목표상대 표준오차	모집단수	표본수	추출확률	최종표본수	최종추출확률
양평군	20.0%	122	18	14.8	19	15.6
춘천시	20.0%	131	26	19.8	27	20.6
원주시	20.0%	113	15	13.3	17	15.0
강릉시	20.0%	114	22	19.3	23	20.2
동해시	20.0%	22	11	50.0	11	50.0
태백시	20.0%	41	12	29.3	12	29.3
속초시	20.0%	11	8	72.7	8	72.7
삼척시	20.0%	142	18	12.7	22	15.5
홍천군	20.0%	214	18	8.4	33	15.4
횡성군	20.0%	124	14	11.3	19	15.3
영월군	20.0%	144	21	14.6	22	15.3
평창군	20.0%	174	28	16.1	35	20.1
정선군	20.0%	146	17	11.6	22	15.1
철원군	15.0%	87	33	37.9	33	37.9
화천군	20.0%	90	24	26.7	24	26.7
양구군	20.0%	71	28	39.4	28	39.4
인제군	20.0%	145	21	14.5	22	15.2
고성군	20.0%	63	23	36.5	23	36.5
양양군	20.0%	67	22	32.8	22	32.8
청주시	20.0%	26	11	42.3	11	42.3
충주시	15.0%	125	22	17.6	25	20.0
제천시	20.0%	113	19	16.8	23	20.4
청원군	15.0%	122	21	17.2	25	20.5
보은군	20.0%	80	17	21.3	17	21.3
옥천군	20.0%	72	11	15.3	15	20.8
영동군	20.0%	108	13	12.0	17	15.7
진천군	20.0%	57	14	24.6	14	24.6
괴산군	20.0%	113	15	13.3	17	15.0
음성군	15.0%	75	17	22.7	17	22.7
단양군	20.0%	95	12	12.6	15	15.8
증평군	20.0%	18	11	61.1	11	61.1
천안시	15.0%	93	21	22.6	21	22.6
공주시	15.0%	120	13	10.8	18	15.0
보령시	15.0%	85	21	24.7	21	24.7
아산시	15.0%	77	15	19.5	16	20.8
서산시	10.0%	103	31	30.1	31	30.1
논산시	10.0%	76	30	39.5	30	39.5
계룡시	20.0%	10	7	70.0	7	70.0
금산군	20.0%	76	15	19.7	16	21.1
연기군	20.0%	56	11	19.6	12	21.4
부여군	15.0%	88	14	15.9	18	20.5

지역	목표상대 표준오차	모집단수	표본수	추출확률	최종표본수	최종추출확률
서천군	15.0%	56	15	26.8	15	26.8
청양군	20.0%	69	9	13.0	11	15.9
홍성군	15.0%	65	12	18.5	13	20.0
예산군	15.0%	81	20	24.7	20	24.7
태안군	15.0%	86	19	22.1	19	22.1
당진군	10.0%	92	23	25.0	23	25.0
전주시	20.0%	32	12	37.5	12	37.5
군산시	15.0%	51	15	29.4	15	29.4
익산시	10.0%	73	23	31.5	23	31.5
정읍시	10.0%	92	33	35.9	33	35.9
남원시	15.0%	98	20	20.4	20	20.4
김제시	10.0%	74	22	29.7	22	29.7
완주군	20.0%	113	22	19.5	23	20.4
진안군	20.0%	102	16	15.7	21	20.6
무주군	20.0%	77	18	23.4	18	23.4
장수군	20.0%	73	17	23.3	17	23.3
임실군	20.0%	81	11	13.6	13	16.0
순창군	20.0%	72	12	16.7	15	20.8
고창군	10.0%	85	28	32.9	28	32.9
부안군	10.0%	72	36	50.0	36	50.0
목포시	20.0%	14	10	71.4	10	71.4
여수시	20.0%	104	14	13.5	16	15.4
순천시	15.0%	122	25	20.5	25	20.5
나주시	10.0%	89	33	37.1	33	37.1
광양시	20.0%	61	14	23.0	14	23.0
담양군	15.0%	66	27	40.9	27	40.9
곡성군	20.0%	73	18	24.7	18	24.7
구례군	20.0%	53	23	43.4	23	43.4
고흥군	10.0%	132	40	30.3	40	30.3
보성군	15.0%	96	20	20.8	20	20.8
화순군	20.0%	102	15	14.7	16	15.7
장흥군	15.0%	89	25	28.1	25	28.1
강진군	15.0%	73	19	26.0	19	26.0
해남군	10.0%	139	31	22.3	31	22.3
영암군	10.0%	81	33	40.7	33	40.7
무안군	15.0%	76	16	21.1	16	21.1
함평군	15.0%	57	13	22.8	13	22.8
영광군	15.0%	73	19	26.0	19	26.0
장성군	20.0%	73	15	20.5	15	20.5
완도군	20.0%	101	21	20.8	21	20.8
진도군	15.0%	82	24	29.3	24	29.3

지역	목표상대 표준오차	모집단수	표본수	추출확률	최종표본수	최종추출확률
신안군	15.0%	163	29	17.8	33	20.2
포항시	15.0%	156	35	22.4	35	22.4
경주시	10.0%	169	51	30.2	51	30.2
김천시	15.0%	131	26	19.8	27	20.6
안동시	15.0%	196	20	10.2	30	15.3
구미시	15.0%	84	21	25.0	21	25.0
영주시	15.0%	87	18	20.7	18	20.7
영천시	15.0%	118	22	18.6	24	20.3
상주시	10.0%	166	50	30.1	50	30.1
문경시	20.0%	121	19	15.7	25	20.7
경산시	20.0%	60	16	26.7	16	26.7
군위군	20.0%	87	13	14.9	14	16.1
의성군	15.0%	154	25	16.2	31	20.1
청송군	20.0%	112	15	13.4	17	15.2
영양군	20.0%	107	19	17.8	22	20.6
영덕군	20.0%	98	17	17.3	20	20.4
청도군	20.0%	91	19	20.9	19	20.9
고령군	20.0%	63	11	17.5	13	20.6
성주군	15.0%	84	26	31.0	26	31.0
칠곡군	20.0%	66	14	21.2	14	21.2
예천군	15.0%	92	15	16.3	19	20.7
봉화군	20.0%	152	18	11.8	23	15.1
울진군	20.0%	116	21	18.1	24	20.7
울릉군	20.0%	14	7	50.0	7	50.0
진주시	15.0%	99	19	19.2	20	20.2
통영시	20.0%	65	15	23.1	15	23.1
사천시	20.0%	64	12	18.8	13	20.3
김해시	20.0%	64	14	21.9	14	21.9
밀양시	15.0%	103	24	23.3	24	23.3
거제시	20.0%	71	12	16.9	15	21.1
양산시	20.0%	64	17	26.6	17	26.6
창원시	20.0%	109	23	21.1	23	21.1
의령군	20.0%	69	8	11.6	11	15.9
함안군	15.0%	59	15	25.4	15	25.4
창녕군	15.0%	74	17	23.0	17	23.0
고성군	15.0%	79	20	25.3	20	25.3
남해군	20.0%	62	9	14.5	10	16.1
하동군	20.0%	90	16	17.8	18	20.0

지역	목표상대 표준오차	모집단수	표본수	추출확률	최종표본수	최종추출확률
산청군	20.0%	93	15	16.1	19	20.4
함양군	20.0%	86	14	16.3	18	20.9
거창군	20.0%	101	14	13.9	16	15.8
합천군	15.0%	131	20	15.3	27	20.6
제주시	10.0%	127	45	35.4	45	35.4
서귀포시	10.0%	113	41	36.3	41	36.3

4) 층별 시군구별 모집단 및 표본배분 결정

시군구	모집단수				표본수			
	전체	1층	2층	3층	전체	1층	2층	3층
전국	13,614	7,844	2,649	3,121	3,270	1,617	944	709
서울	63	52	6	5	32	25	4	3
기장군	36	17	7	12	11	5	3	3
기장군외	81	60	14	7	38	21	14	3
달성군	61	29	18	14	15	5	8	2
달성군외	60	38	14	8	19	9	7	3
강화군	75	51	16	8	20	14	4	2
강화군외	95	65	11	19	27	15	9	3
광산구	35	10	17	8	10	2	6	2
광산구외	42	18	12	12	16	3	11	2
대전	77	49	12	16	16	10	4	2
울주군	105	82	2	21	16	11	2	3
울주군외	45	27	9	9	18	8	8	2
수원시	21	11	5	5	12	5	5	2
성남시	23	15	2	6	14	9	2	3
의정부시	15	12	3		12	9	3	
안양시	10	10			8	8		
부천시	11	8	3		9	6	3	
광명시	8	4	4		6	3	3	
평택시	68	24	25	19	23	8	9	6
동두천시	14	10	4		9	5	4	
안산시	29	16	4	9	12	5	4	3
고양시	39	13	20	6	9	2	5	2
과천시	6	3		3	5	3		2
구리시	8	5	3		6	3	3	
남양주시	63	34	12	17	15	6	6	3
오산시	10	2	3	5	5	1	2	2
시흥시	19	4	8	7	8	2	4	2
군포시	6	4	2		5	3	2	



시군구	모집단수				표본수			
	전체	1층	2층	3층	전체	1층	2층	3층
의왕시	10	5	5		7	3	4	
하남시	15	10	5		11	6	5	
용인시	85	62	5	18	17	11	2	4
파주시	89	41	12	36	18	9	2	7
이천시	71	14	29	28	16	2	8	6
안성시	81	22	32	27	19	2	10	7
김포시	42	16	9	17	9	3	3	3
화성시	105	27	15	63	25	4	3	18
광주시	62	31	9	22	13	5	3	5
양주시	41	18	18	5	12	3	7	2
포천시	105	49	12	44	21	6	4	11
여주군	84	25	25	34	17	2	5	10
연천군	83	39	33	11	17	7	8	2
가평군	97	63	10	24	21	13	3	5
양평군	122	92	3	27	19	13	2	4
춘천시	131	97	14	20	27	18	6	3
원주시	113	58	29	26	17	7	7	3
강릉시	114	74	22	18	23	12	9	2
동해시	22	14	3	5	11	5	2	4
태백시	41	34		7	12	10		2
속초시	11	5	3	3	8	4	2	2
삼척시	142	126	16		22	20	2	
홍천군	214	143	13	58	33	17	2	14
횡성군	124	64	30	30	19	9	7	3
영월군	144	106	12	26	22	16	4	2
평창군	174	94	43	37	35	10	22	3
정선군	146	102	11	33	22	15	3	4
철원군	87	58	16	13	33	21	9	3
화천군	90	66	5	19	24	16	2	6
양구군	71	48	12	11	28	13	12	3
인제군	145	137	8		22	14	8	
고성군	63	40	10	13	23	11	8	4
양양군	67	45	11	11	22	12	8	2
청주시	26	8	9	9	11	2	7	2
충주시	125	47	47	31	25	4	14	7
제천시	113	59	25	29	23	7	10	6
청원군	122	91	30	1	25	16	8	1
보은군	80	57	7	16	17	12	2	3
옥천군	72	30	26	16	15	5	8	2
영동군	108	59	24	25	17	8	6	3

시군구	모집단수				표본수			
	전체	1층	2층	3층	전체	1층	2층	3층
진천군	57	37	11	9	14	8	4	2
괴산군	113	48	40	25	17	4	9	4
음성군	75	18	33	24	17	2	10	5
단양군	95	55	7	33	15	9	2	4
증평군	18	9	6	3	11	3	6	2
천안시	93	29	28	36	21	2	10	9
공주시	120	64	8	48	18	10	2	6
보령시	85	47	14	24	21	11	4	6
아산시	77	38	31	8	16	7	7	2
서산시	103	80	8	15	31	26	2	3
논산시	76	35	23	18	30	12	11	7
계룡시	10	6	4		7	3	4	
금산군	76	31	22	23	16	5	9	2
연기군	56	17	24	15	12	2	8	2
부여군	88	49	32	7	18	9	7	2
서천군	56	20	15	21	15	4	6	5
청양군	69	38	31		11	6	5	
홍성군	65	30	33	2	13	5	6	2
예산군	81	44	27	10	20	9	9	2
태안군	86	50	33	3	19	9	8	2
당진군	92	69	10	13	23	19	2	2
진주시	32	9	15	8	12	2	8	2
군산시	51	21	12	18	15	6	3	6
익산시	73	42	7	24	23	17	2	4
정읍시	92	30	30	32	33	7	11	15
남원시	98	62	31	5	20	13	5	2
김제시	74	38	12	24	22	16	2	4
완주군	113	60	14	39	23	5	6	12
진안군	102	59	20	23	21	10	8	3
무주군	77	47	14	16	18	8	8	2
장수군	73	38	19	16	17	6	9	2
임실군	81	51	5	25	13	8	2	3
순창군	72	40	4	28	15	7	2	6
고창군	85	19	34	32	28	3	12	13
부안군	72	40	14	18	36	17	9	10
목포시	14	10	4		10	6	4	
여수시	104	65	18	21	16	9	4	3
순천시	122	57	16	49	25	7	6	12
나주시	89	29	30	30	33	6	11	16
광양시	61	38	14	9	14	8	4	2
담양군	66	42	12	12	27	17	6	4

시군구	모집단수				표본수			
	전체	1층	2층	3층	전체	1층	2층	3층
곡성군	73	50	5	18	18	11	3	4
구례군	53	34	13	6	23	8	13	2
고흥군	132	56	10	66	40	10	2	28
보성군	96	67	26	3	20	14	4	2
화순군	102	77	4	21	16	11	2	3
장흥군	89	56	10	23	25	16	3	6
강진군	73	38	15	20	19	10	4	5
해남군	139	53	50	36	31	12	14	5
영암군	81	37	26	18	33	12	16	5
무안군	76	27	27	22	16	3	9	4
함평군	57	20	18	19	13	4	5	4
영광군	73	34	32	7	19	8	9	2
장성군	73	40	13	20	15	8	3	4
완도군	101	70	16	15	21	13	6	2
진도군	82	48	12	22	24	14	3	7
신안군	163	101	10	52	33	18	2	13
포항시	156	116	8	32	35	27	2	6
경주시	169	139	28	2	51	40	9	2
김천시	131	47	32	52	27	5	12	10
안동시	196	117	9	70	30	16	2	12
구미시	84	53	9	22	21	13	3	5
영주시	87	27	41	19	18	3	12	3
영천시	118	48	42	28	24	5	14	5
상주시	166	84	12	70	50	18	3	29
문경시	121	96	5	20	25	20	2	3
경산시	60	29	24	7	16	4	10	2
군위군	87	43	22	22	14	7	5	2
의성군	154	82	17	55	31	13	7	11
청송군	112	62	21	29	17	9	5	3
영양군	107	74	12	21	22	15	4	3
영덕군	98	64	7	27	20	13	4	3
청도군	91	43	27	21	19	6	11	2
고령군	63	47	16		13	10	3	
성주군	84	54	10	20	26	16	4	6
칠곡군	66	30	13	23	14	5	6	3
예천군	92	47	43	2	19	9	8	2
봉화군	152	90	35	27	23	10	8	5
울진군	116	78	15	23	24	15	4	5
울릉군	14	11		3	7	5		2
진주시	99	36	26	37	20	4	8	8
통영시	65	49	4	12	15	10	2	3

시군구	모집단수				표본수			
	전체	1층	2층	3층	전체	1층	2층	3층
사천시	64	42	4	18	13	8	2	3
김해시	64	40	9	15	14	8	3	3
밀양시	103	37	30	36	24	3	10	11
거제시	71	38	9	24	15	6	5	4
양산시	64	42	8	14	17	10	3	4
창원시	109	87	10	12	23	17	4	2
의령군	69	57		12	11	9		2
함안군	59	30	6	23	15	8	2	5
창녕군	74	35	18	21	17	7	5	5
고성군	79	56	4	19	20	14	2	4
남해군	62	25	19	18	10	3	5	2
하동군	90	64	3	23	18	12	2	4
산청군	93	70		23	19	15		4
함양군	86	57	5	24	18	11	2	5
거창군	101	67	11	23	16	11	2	3
합천군	131	100	31		27	20	7	
제주시	127	89	33	5	45	35	8	2
서귀포시	113	74	35	4	41	28	11	2

5) 전국 시도-층별 SSU 분포

구분	계	1그룹-1	1그룹-2	1그룹-3	2그룹-1	2그룹-2	2그룹-3
전국	42,062	5,037	5,389	3,285	11,130	9,856	7,365
강원도	4,748	194	34	210	2,005	1,600	705
경기도	5,246	229	612	600	1,362	1,408	1,035
경상남도	3,843	84	306	285	1,637	736	795
경상북도	6,942	810	1,071	405	2,001	1,200	1,455
광주시	382				50	272	60
대구시	441				126	240	75
대전시	188				94	64	30
부산시	598				236	272	90
서울시	307				198	64	45
울산시	425				190	160	75
인천시	586	168	68	30	131	144	45
전라남도	6,364	454	595	315	1,752	1,568	1,680
전라북도	4,030	867	459	570	484	960	690
제주도	1,082	699	323	60			
충청남도	4,002	1,153	1,054	465	407	608	315
충청북도	2,878	379	867	345	457	560	270

6) 2010년 표본설계(용역)과의 비교표



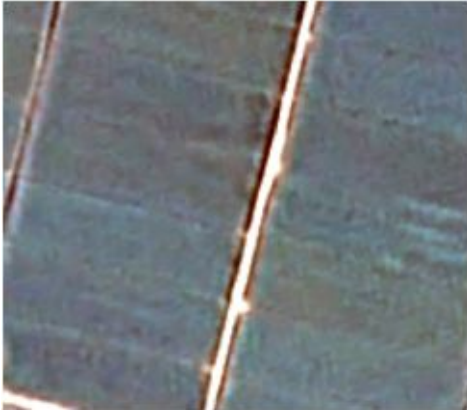
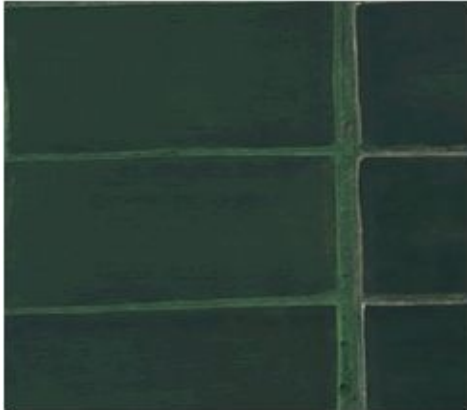


	2011년 표본설계	2010년 표본설계(용역)
모집단 및 추출틀	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 모집단 : 국내의 모든 농경지</li> <li>○ 표본추출틀 : 2009년 경지가 존재하는 토지피복도</li> <li>○ 추출단위                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1차 추출단위 : 3Km × 3Km 크기의 격자 피복도영상</li> <li>- 2차 추출단위 : 200m × 200m 크기의 격자 피복도영상</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 모집단 : 국내의 모든 농경지</li> <li>○ 표본추출틀 : 2009년 경지가 존재하는 토지피복도</li> <li>○ 추출단위                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1차 추출단위 : 3Km × 3Km 크기의 격자 피복도영상</li> <li>- 2차 추출단위 : 200m × 200m 크기의 격자 피복도영상</li> </ul> </li> </ul>
층화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경지면적, 논면적, 밭면적의 특성이 비슷한 시군구를 군집화</li> <li>○ 시군구 군집(10개)별 경지면적, 논면적, 밭면적을 변수로 하여 군집분석하여 3개의 층으로 층화</li> <li>○ 의사결정나무를 이용해 층경계점을 결정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 도별(특광역시는 인접 도에 포함) 경지면적, 논면적, 밭면적을 변수로 하여 군집분석하여 4개의 층으로 층화</li> </ul>
표본 규모	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>3,270개</u> 규모에서 1차 추출단위(PSU)규모 결정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 시군구를 세 군집으로 분류하여 경지면적 추정값의 목표상대오차를 각각 10%, 15%, 20%로 하여 산출</li> </ul> </li> <li>○ <u>약42,000개</u> 규모에서 2차 추출단위(SSU)규모 결정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>1,949개</u> 규모에서 1차 추출단위(PSU)규모 결정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 도별 경지면적 추정값의 목표상대오차를 6%로 하여 산출</li> </ul> </li> <li>○ <u>약25,000개</u> 규모에서 2차 추출단위(SSU)규모 결정</li> </ul>
표본 배분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경지면적을 변수로 하여 층별 네이만배분 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경지면적을 변수로 하여 층별 네이만배분, 시군구별 비례배분 사용</li> </ul>
표본 추출	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 층화계통추출법 사용</li> <li>○ PSU추출 : 시군구별 PSU를 층화한 후, 각 층 안에서 시군구별로 PSU를 구간화한 경지면적으로 정렬한 후 각 층별 특성에 따라 논면적 혹은 밭면적으로 정렬</li> <li>○ SSU추출 : 표본PSU내에서 SSU를 논면적으로 정렬한 후 최적SSU수에 따라 추출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 층화계통추출법 사용</li> <li>○ PSU추출 : 도별 PSU를 층화한 후, 시군구별, 층별 경지면적 크기순으로 정렬 후, 계통추출</li> <li>○ SSU추출 : 표본PSU내에서 SSU를 논면적으로 정렬한 후 최적SSU수에 따라 추출</li> </ul>



## 부록 V. 항목별 판독 라이브러리








관독	구분	
	아리랑 2호	항공사진
물댄 논		
벼 생육기 논		
겨울 논		

판독	구분	
	아리랑 2호	항공사진
휴경 논		
시설 논		
초본성 작물 재배지		

관독	구분	
	아리랑 2호	항공사진
멀칭 밭		
나무 밭		
과수		

관독	구분	
	아리랑 2호	항공사진
시설 밭		
공공용물		
산림		


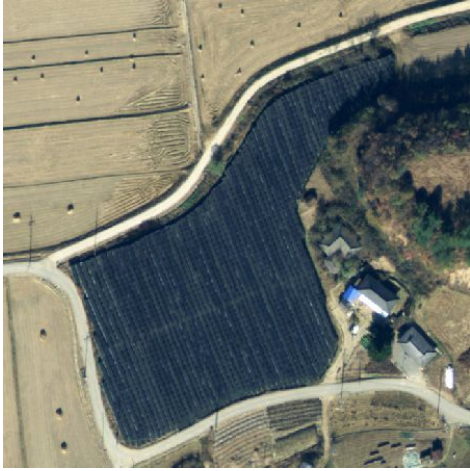


판독	구분	
	아리랑 2호	항공사진
건물		
수역		



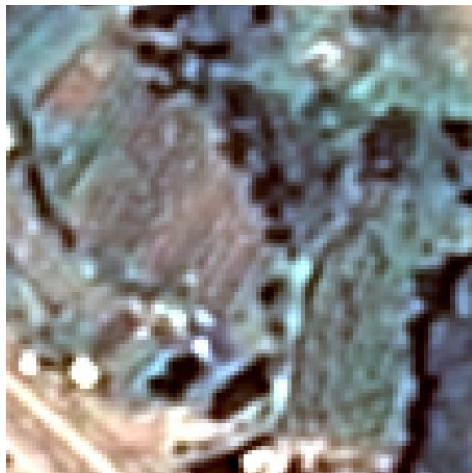
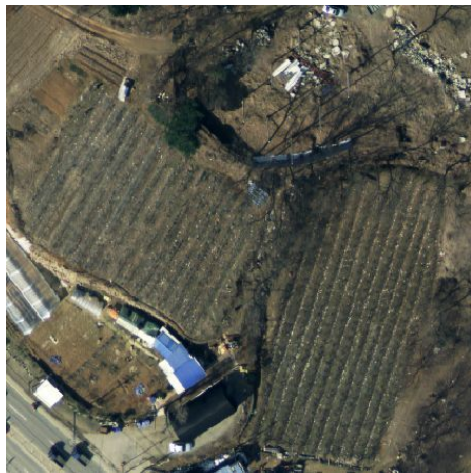






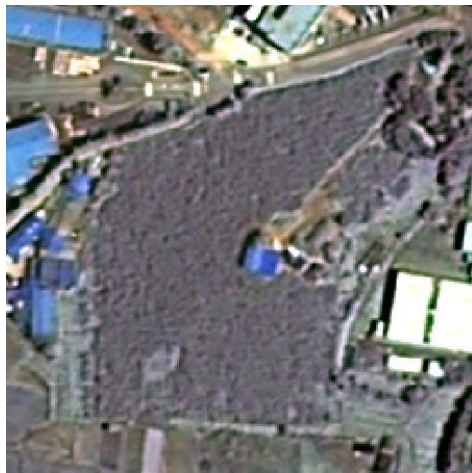


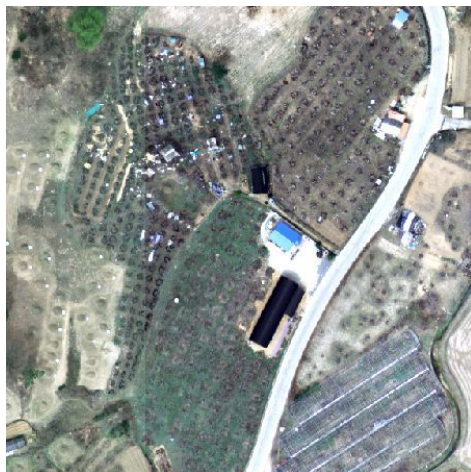
## 부록 VI. 지역별 판독 라이브러리








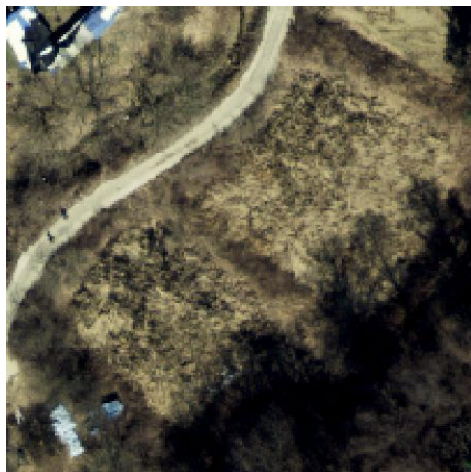




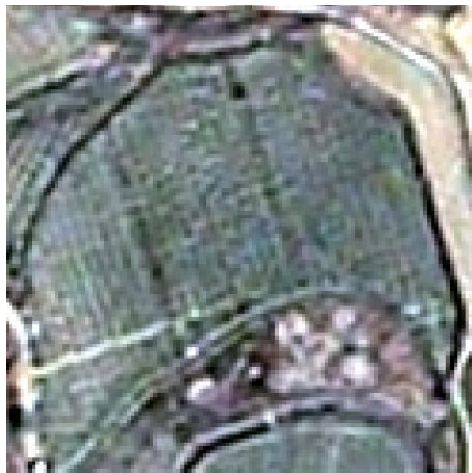



관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
밭 (인삼, 강원 홍천)		
밭 (인삼, 강원 홍천)		
밭 (강원 영월)		






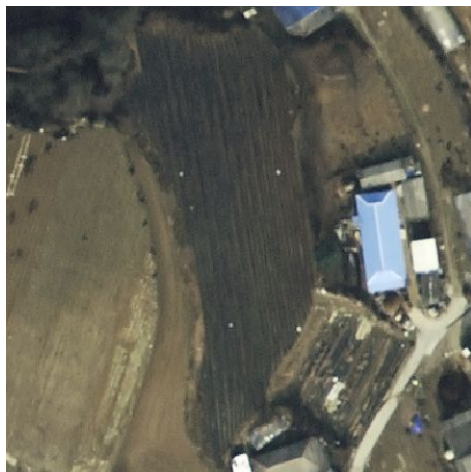
관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수 (포도, 경기 안산)		
과수 (포도, 경기 시흥)		
과수 (포도, 경기 평택)		



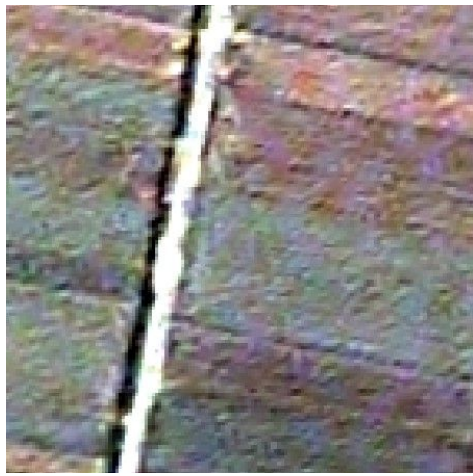



관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수 (배, 경기 남양주)		
과수 (배, 경기 평택)		
과수 (배, 경기 의정부)		

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
밭 시설 (화훼, 경기 과천)		
밭 (기타 수원지, 경기 고양)		
밭 (기타 수원지, 경기 과주)		






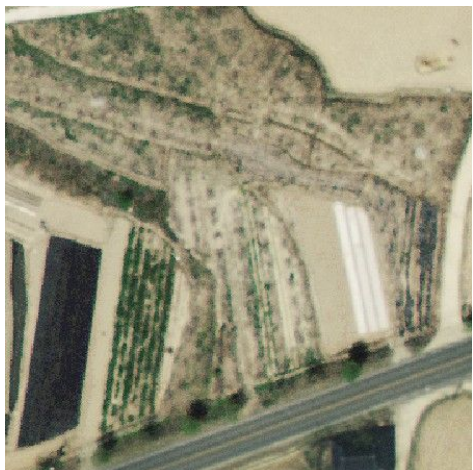
관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
밭 (기타 수원지, 경기 용인)		
밭 (기타 수원지, 경기 용인)		
휴경 밭 (경기 광주)		




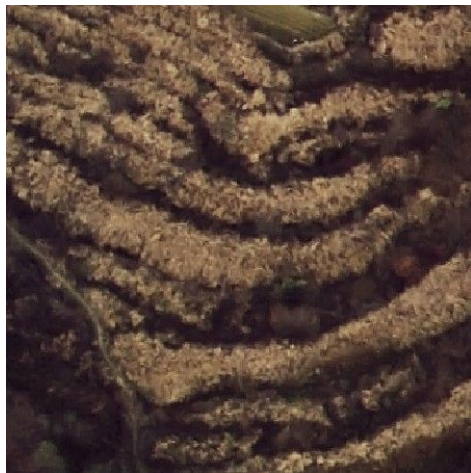
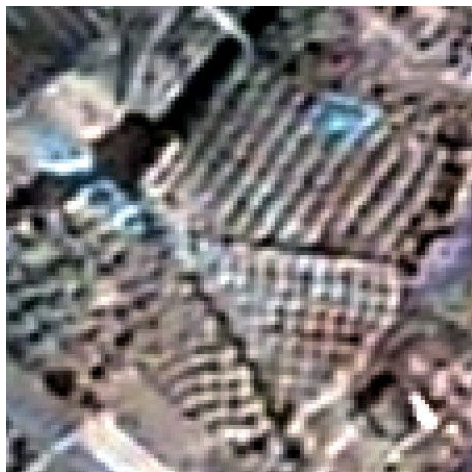

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수 (배, 충남 천안)		
과수 (포도, 충남 천안)		
과수 (복숭아, 충남 연기)		






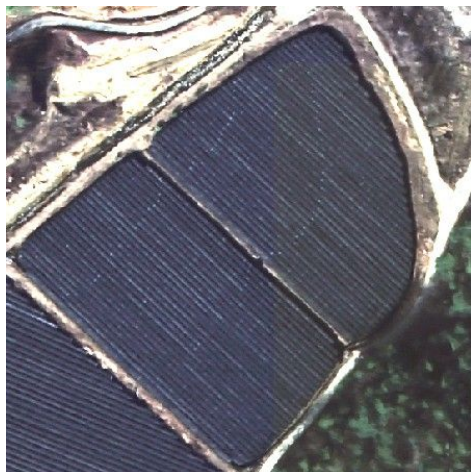
관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수 (사과, 충남 예산)		
밭 (인삼, 충남 금산)		
밭 (고추, 충북 제천)		





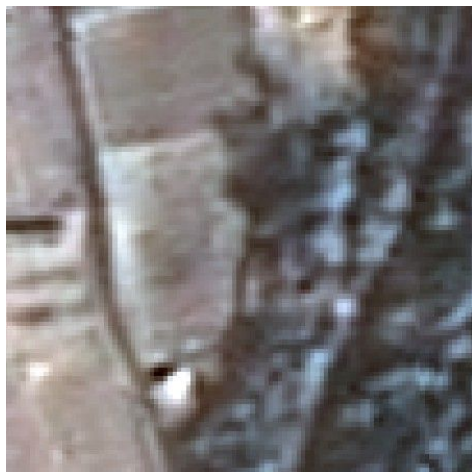

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
시설 논 (경남 김해)		
논 (경남 김해)		
과수 (감, 경남 김해)		

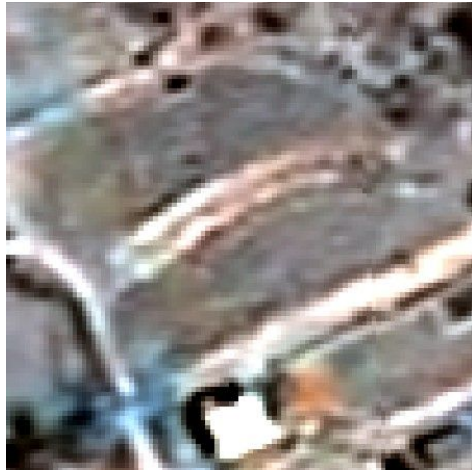

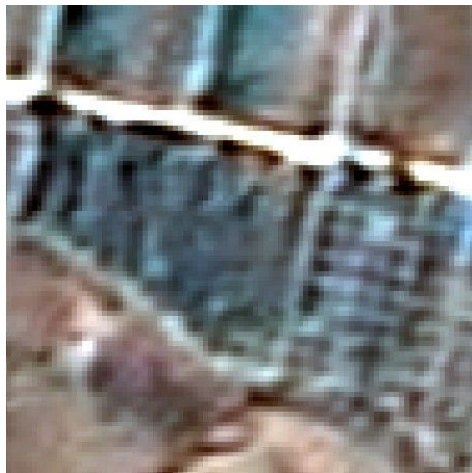


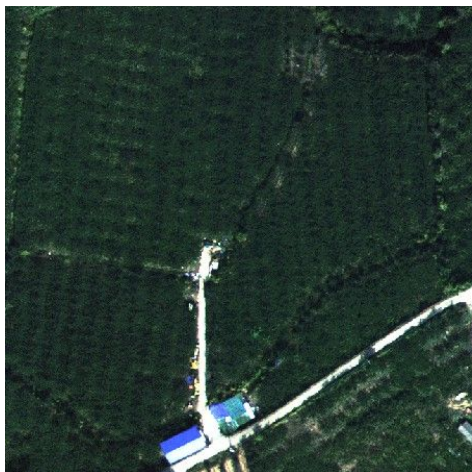








관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수 (사과, 경남 밀양)		
밭 (고추, 경남 밀양)		
밭 (대추, 경남 밀양)		







관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
밭 시설 (화훼, 경남 의령)		
휴경 논 (경남 남해)		
과수 (유자, 경남 남해)		

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
논(보리, 경남 남해)		
밭(보리, 경남 남해)		
밭(인삼, 전남 보성)		

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
논(보리, 전남 보성)		
밭(녹차, 전남 보성)		
과수 (전남 고흥)		

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
논 (전남 고흥)		
과수 (유자, 전남 고흥)		
과수(배, 전남 나주)		

관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수(배, 전북 완주)		
과수 (경북 문경)		
밭 (오미자, 경북 문경)		







관독 (지역)	구분	
	아리랑 2호	항공사진
과수 (감귤, 제주 서귀포)		
밭 (제주 서귀포)		
밭 (제주 제주시)		






## 부록 VII. 현장조사 참조 판독 라이브러리



판독항목	구분		
	아리랑 2호	항공사진	현장사진
논			
시설 논			

<p>밭</p>			
<p>밭</p>			

<p>나무밭</p>			
<p>인삼밭</p>			

멀칭밭



멀칭밭



시설 밭



과수



과수

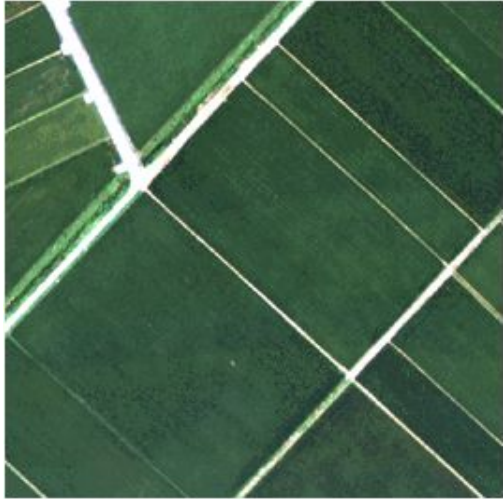







## 부록 Ⅶ. 현장조사대장 샘플





### 1) 함평군 현장조사대장\_논

조사자	albal		조사 번호	3643002505_5
조사지 주소	전라남도 함평군 손불면 산남리 2741-12번지			
영상좌표	X	902075.968753	Y	1680797.994199
표본 관리 번호	PSUID	080--060	SSUID	003--010
영상촬영일자	2011-05-18		현장조사일자	2011-11-29
분류결과	논		현지조사결과	논
위성영상			현장사진	
특이사항				



## 2) 홍천군 현장조사대장\_밭

조사자	tester		조사 번호	3231018515_709
조사지 주소	강원도 홍천군 홍천읍 갈마곡리 17-4번지			
영상좌표	X	1035917.23	Y	1966415.474
표본 관리 번호	PSUID	175--105	SSUID	007--004
영상촬영일자	2011-05-30		현장조사일자	2011-11-22
분류결과	밭		현지조사결과	밭
위성영상			현장사진	
특이사항				



### 3) 경산시 현장조사대장\_과수

조사자	albal		조사 번호	3710002701_202
조사지 주소	경상북도 경산시 와촌면 소월리 775-1번지			
영상좌표	X	1118881.00662	Y	1773986.934196
표본 관리 번호	PSUID	111--132	SSUID	004--014
영상촬영일자	2011-10-13		현장조사일자	2011-11-15
분류결과	과수		현지조사결과	과수
위성영상			현장사진	
특이사항				

#### 4) 성주군 현장조사대장\_시설(논)

조사자	albal		조사 번호	3738007604_491
조사지 주소	경상북도 성주군 수륜면 수성리 319-0번지			
영상좌표	X	1061931.280397	Y	1763387.424287
표본 관리 번호	PSUID	107--113	SSUID	011--014
영상촬영일자	2011-11-15		현장조사일자	2011-11-15
분류결과	시설(논)		현지조사결과	시설(논)
위성영상			현장사진	
특이사항				

### 5) 양평군 현장조사대장\_시설(밭)

조사자	bnt		조사 번호	3138005202_662
조사지 주소	경기도 양평군 양동면 계정리 1864-0번지			
영상좌표	X	1023712.003675	Y	1937768.265813
표본 관리 번호	PSUID	165--101	SSUID	013--003
영상촬영일자	2011-09-22		현장조사일자	2011-11-27
분류결과	시설(밭)		현지조사결과	시설(밭)
위성영상			현장사진	
특이사항				

## 6) 가평군 현장조사대장\_기타

조사자	sby		조사 번호	3137008307_697
조사지 주소	경기도 가평군 청평면 하천리 466-4번지			
영상좌표	X	993953.582193	Y	1972133.648072
표본 관리 번호	PSUID	177--091	SSUID	005--004
영상촬영일자	2011-09-22		현장조사일자	2011-11-29
분류결과	기타		현지조사결과	기타
위성영상			현장사진	
특이사항				



※ 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.