

통계청 정책연구용역
발 간 등 록 번 호
11-1240000-001174-01

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

(A Study on the Application of Image Information and Introduction of ICT for
the Efficient Agricultural Statistics Field Survey)

완료보고서

2018. 12

통 계 청

제 출 문

통계청장 귀하

본 보고서를 “농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT도입 연구” 과제의 과업지시서에 따라 연구 용역 수행을 완료하고 그 성과를 종합하여 본 보고서를 제출합니다.

2018. 12.

중앙항업(주) 컨소시엄 사재광

연 구 진

연구책임자	김경록	중앙항업(주)	차장
공동연구자	권준기	중앙항업(주)	과장
	김수남	중앙항업(주)	과장
	양선호	㈜디에스정보기술	대표
연구보조원	김기수	중앙항업(주)	사원
	박광용	중앙항업(주)	사원
	배동균	중앙항업(주)	사원
	김현준	중앙항업(주)	대리
	최현진	㈜디에스정보기술	차장
	문성준	㈜디에스정보기술	대리
	이승배	㈜공간정보	차장
	김형균	㈜공간정보	대리
양전훈	㈜공간정보	대리	

〈목 차〉

제 1 장 서 론	1
1.1 연구배경 및 목적	1
1.2 연구범위	3
1.2.1 시·공간적 범위	3
1.2.2 내용적 범위	4
1.3 사업 추진일정	5
제 2 장 과년도 연구실적	7
2.1 2016년 작물 재배면적 조사 선진화 방안 연구	7
2.1.1 무인항공기 운용가능 농업면적 표본	7
2.1.2 지형의 영향과 적정 조사구의 형상	9
2.1.3 적정 지상기준점 수집방안	10
2.1.4 영상판독 가능성	10
2.1.5 현장면적조사 방식의 개선 가능성	11
2.1.6 무인항공기 현장 운용 시간 및 영상처리 시간	13
2.2 2017년 무인항공기 활용 작물재배면적 시험조사 연구용역	14
2.2.1 표준업무 프로세스	14
2.2.2 무인항공기의 적정 촬영 시점	15
2.2.3 전체 조사 대상 작물에 대한 영상 면적 측정 가능성	15
2.2.4 영상판독 라이브러리 작성	15
2.2.5 영상판독 가능성 실험	16
2.2.6 경사면적 측정 방법	17
2.2.7 적정 예산안 산정	17
제 3 장 무인항공기 활용 월동작물 조사 가능성 분석	20
3.1 개요	20
3.2 활용 무인항공기	21
3.2.1 투입 무인항공기 개요	21
3.2.2 과년도 사업과 현행사업 무인항공기 차별성	22

3.3 촬영대상 조사구 선정	24
3.3.1 촬영대상 조사구 선정방법	24
3.3.2 위성영상 활용 방법의 한계 및 촬영대상 조사구 선정	28
3.4 적정 촬영 해상도 결정	29
3.4.1 적정 촬영 해상도 결정을 위한 테스트베드	29
3.4.2 테스트베드 시험촬영 방법	30
3.4.3 테스트베드 시험촬영 결과 및 적정 해상도 결정	30
3.5 대상조사구 촬영 및 요도 작성	33
3.5.1 세부촬영계획수립	33
3.5.2 조사구 무인항공촬영	37
3.5.3 정사영상 제작	38
3.5.4 정사영상 정확도 검증	42
3.5.5 조사구요도 작성	49
3.6 현장조사	55
3.6.1 1차 현장조사	55
3.6.2 2차 현장조사	61
3.6.3 표본조사구요도 제작지침	77
3.7 무인항공기 활용 월동작물조사 가능성 분석 소결론	79

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발82

4.1 개요	82
4.2 태블릿PC기반 전자요도 어플리케이션 개발	84
4.2.1 요구사항분석	85
4.2.2 데이터베이스 설계	87
4.2.3 화면 설계	90
4.2.4 시스템 기능화면	95
4.2.5 현장검증	105
4.2.6 개발완료	112

제 5장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성114

5.1 개요	114
5.2 대상 조사구 선정	115

5.2.1 대상 조사구 및 작물 선정 방법	115
5.3 라이브러리 작성 방법	117
5.4 라이브러리 작성결과	118
5.4.1 고정익 무인항공기 라이브러리	118
5.4.2 회전익 무인항공기 라이브러리	120
5.5 영상 라이브러리 활용방안	121
5.5.1 수동판독	121
5.5.2 자동판독방식	128

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련133

6.1 연구의 필요성	133
6.2 국내 가용 영상정보의 종류 및 특징	135
6.2.1 국내 가용 영상정보 종류	135
6.2.2 국내 가용 영상정보의 특징	137
6.3 가용 영상정보 활용방안 분석	141
6.3.1 층별 조사구 특징 및 시범지역 선정	141
6.3.2 기초 자료 확보	143
6.3.3 세부조사구요도 작성	143
6.3.4 항공영상 활용 세부조사구요도 작성결과	145
6.3.5 위성영상 활용 세부조사구요도 작성결과	148
6.3.6 활용 영상 간 세부조사구요도 주요 변화요인	151
6.4 가용 영상정보 활용방안	152
6.4.1 층별 영상 및 세부조사구요도 비교	152
6.4.2 층별 영상정보 활용방안	154
6.5 가용 영상정보 비용분석	156

제 7 장 향후과제159

7.1 전자요도 활용 현장조사 모델 개선	159
7.1.1 시스템 기능 개선과제	159
7.1.2 통합시스템 연계 및 활용방안	160
7.2 원격탐사 기술을 활용한 농업통계 업무 개선	161
7.2.1 업무 개선의 필요성	161

7.2.2 개선된 농업면적조사 절차별 개념 162

제 8 장 결 론165

참 고 문 헌167

부록 1 조사구별 비행경로168

부록 2 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부 결과235

부록 3 라이브러리 작성 결과251

〈표 차례〉

<표 1-1> 연구사업 추진일정	5
<표 2-1> 구역별 조사구 현황	9
<표 2-2> 작물재배면적조사 회차별 조사 시기	15
<표 2-3> 라이브러리 구성 및 내용	15
<표 2-4> 각 지방청별 무인항공기 운용에 따른 예산 산정(1회 조사시)	17
<표 2-5> 외주운용에 따른 총괄 예산 산정(안)(1회 조사시)	18
<표 3-1> 무인항공기 비교	22
<표 3-2> 고정밀 GPS 탑재 와 DGPS 탑재 무인항공기의 정확도 차이	23
<표 3-3> RapidEye 위성영상 수령 정보	24
<표 3-4> 테스트베드 촬영개요	29
<표 3-5> 비행고도에 따른 무인항공기 영상 품질	30
<표 3-6> 촬영 성과물	31
<표 3-7> 해상도 차이에 따른 패턴구분	32
<표 3-8> 테스트베드 촬영결과	32
<표 3-9> 조사구 그룹 설정 및 비행 시뮬레이션	35
<표 3-10> 무인항공기 촬영	37
<표 3-11> 촬영결과	38
<표 3-12> 항공영상 기반 지상기준점 위치 및 좌표(고정익)	39
<표 3-13> 항공영상 기반 지상기준점 위치 및 좌표(회전익)	40
<표 3-14> 정확도 검증 촬영개요	43
<표 3-15> 검사점 측량	44
<표 3-16> 45210430_601273 조사구 검사점 위치 및 좌표	44
<표 3-17> 45210430_601291 조사구 검사점 위치 및 좌표	45
<표 3-18> 45210380_700373 조사구 검사점 위치 및 좌표	45
<표 3-19> 검증 조사구 정사영상 제작결과	46
<표 3-20> 위치정확도 검증결과	47
<표 3-21> 45210430_601273조사구 위치정확도 검증결과	47
<표 3-22> 45210430_601291 조사구 위치정확도 검증결과	48
<표 3-23> 45210380_700373 조사구 위치정확도 검증결과	48
<표 3-24> 조사구요도 작성 기능	50
<표 3-25> 총화기준	51
<표 3-26> 신·구 조사방법을 이용한 현장조사	55
<표 3-27> 기존조사방법 교육	57
<표 3-28> 조사구 분배 및 경로 설정	58

<표 3-29> 전자요도 방법 활용	58
<표 3-30> 기존조사 방법 요약 결과	59
<표 3-31> 전자요도 활용성 점검을 위한 현장조사 세부내용	62
<표 3-32> 영상 혼합 활용성 점검을 위한 대상조사구	63
<표 3-33> 영상 혼합 활용성 점검을 위한 대상조사구 요도	63
<표 3-34> 복잡필지 구획정도 점검 대상지 세부 주소	65
<표 3-35> 복잡필지 구획정도 점검 대상지 요도	66
<표 3-36> 면적측정 정확도 점검 대상지 세부 주소	67
<표 3-37> 면적측정 정확도 점검 대상지 요도	67
<표 3-38> 위성영상 전자요도 탑재 점검	69
<표 3-39> 항공영상 색상 보정 전·후 비교	70
<표 3-40> 유·무인 항공영상 전자요도 탑재 점검	71
<표 3-41> 층화기준별 영상 활용 가능성 분석	71
<표 3-42> 복잡필지 현황	72
<표 3-43> 전자요도를 활용한 복잡필지 구획	72
<표 3-44> 미세 폴리곤 오류 제거	73
<표 3-45> 기존 작물재배 조사 방법을 응용한 전자요도 시스템 기능 추가	74
<표 3-46> 면적 측정 정확도 점검	74
<표 3-47> 면적측정 정확도 세부 점검 결과	76
<표 3-48> 표본조사구요도 제작지침 활용 전과 후의 세부구획 결과	78
<표 4-1> 요구사항 주요내용	86
<표 4-2> 레이어 목록표	87
<표 4-3> 표본조사구 레이어	88
<표 4-4> 현장조사 레이어	89
<표 4-5> 화면설계 1	90
<표 4-6> 화면설계 2	91
<표 4-7> 화면설계 3	91
<표 4-8> 화면설계 4	92
<표 4-9> 화면설계 5	92
<표 4-10> 화면설계 6	93
<표 4-11> 화면설계 7	93
<표 4-12> 화면설계 8	94
<표 4-13> 사용자 로그인	95
<표 4-14> DB연계 및 설정(1)	96
<표 4-15> 공간정보 폴더 설정	96
<표 4-16> DB연계 및 설정(2)	97
<표 4-17> DB 화면 표출	97
<표 4-18> 조사구 명칭 검색	98

<표 4-19> 행정구역별 조사구 검색	98
<표 4-20> 거리 측정	99
<표 4-21> 면적 측정	99
<표 4-22> 조사정보 입력	100
<표 4-23> 조사결과 화면 표출	100
<표 4-24> 공간편집(분할)	101
<표 4-25> 공간편집(병합)	101
<표 4-26> 레이어관리	102
<표 4-27> 레이어 표출	102
<표 4-28> 조사자 정보 저장	103
<표 4-29> 조사구 주소표기	103
<표 4-30> 시스템 로그아웃	104
<표 4-31> 요구사항 정의 및 수행내용(계속)	106
<표 4-32> 작물명 초성검색	107
<표 4-33> 작물명 초성검색 계속	107
<표 4-34> 현장조사 대장관리	108
<표 4-35> 현장조사 대장관리 엑셀 내보내기	108
<표 4-36> 조사구 경로설정	109
<표 4-37> 조사구 경로 표출	109
<표 4-38> 레이어관리	110
<표 4-39> 레이어관리 계속	110
<표 4-40> 혼합작물관리	111
<표 4-41> 혼합작물관리 입력	111
<표 4-42> 조사방법에 따른 장·단점 비교	112
<표 5-1> AI를 활용한 딥 러닝 기술 연구사례	114
<표 5-2> 대상지 선정을 위한 현장답사	115
<표 5-3> 라이브러리 구축을 위한 집중 촬영 조사구 선정	116
<표 5-4> 고정익 무인항공기 라이브러리 구축	118
<표 5-5> 라이브러리 작성 대상 작물	119
<표 5-6> 라이브러리 촬영 현황	120
<표 5-7> 참깨와 고추의 생육패턴	122
<표 5-8> 들깨의 생육주기별 패턴	123
<표 5-9> 감의 생육주기별 패턴	124
<표 5-10> 옥수수의 생육주기별 패턴	124
<표 5-11> 파의 생육주기별 패턴	125
<표 5-12> 콩의 생육주기별 패턴	125
<표 5-13> 논벼의 생육주기별 패턴	126
<표 5-14> 땅콩의 생육주기별 패턴 및 땅콩과 결명자 비교	126

<표 5-15> 무의 생육주기별 패턴	127
<표 5-16> 양파의 생육주기별 패턴	127
<표 5-17> 인공지능 활용분야	130
<표 6-1> 통계청 조사구 특성	141
<표 6-2> 시범지역 조사구ID 및 주소	142
<표 6-3> 층별 항공영상 활용 세부조사구요도	145
<표 6-4> 층별 항공영상 활용 세부조사구요도(계속)	146
<표 6-5> 층별 위성영상 활용 세부조사구요도	148
<표 6-6> 층별 위성영상 활용 세부조사구요도(계속)	149
<표 6-7> 세부조사구 요도 상호비교	152
<표 6-8> 세부조사구 요도 상호비교(계속)	153
<표 6-9> 층별 가용 영상 활용 방안	155
<표 7-1> 기능별 향후 개선 사항	159

〈그림 차례〉

<그림 1-1> 농업면적통계 조사연혁	1
<그림 1-2> 시간적 및 공간적 범위	3
<그림 1-3> 연구의 내용적 범위	4
<그림 2-1> 무인기운용 농업면적 DB구축 업무흐름도	7
<그림 2-2> 무인기 촬영가능 조사구 분석	8
<그림 2-3> 장애물로 인한 신호 감소 예시	9
<그림 2-4> 영상처리방법별 오차량	10
<그림 2-5> 영상관독을 위한 보조정보	11
<그림 2-6> 무인항공기 활용 작물재배면적조사 업무프로세스	12
<그림 2-7> 간작(위)과 불규칙 재배필지(아래)에서의 면적측정	12
<그림 2-8> 영상면적구획이 어려운 작물 재배형태(5m ² 이하)	13
<그림 2-9> 나무 밑에서 재배되는 작물의 경우	13
<그림 2-10> 무인항공기 표준업무 프로세스	14
<그림 2-11> 고도별 라이브러리 촬영의 예	16
<그림 2-12> 생육주기에 따른 촬영의 예	16
<그림 2-13> Surface Area Analysis Parameters 경사면적을 산출	17
<그림 3-1> 무인항공기 활용 월동작물 조사 작업공정	20
<그림 3-2> RapidEye 위성영상 9식 수령	24
<그림 3-3> RapidEye 위성영상과 조사구 요도 오버레이	25
<그림 3-4> 위성영상 정사보정 세부 절차	25
<그림 3-5> QGIS활용 영상좌표 변환	26
<그림 3-6> 밴드 속성 조절 정보	26
<그림 3-7> 밴드 색상조절	27
<그림 3-8> 월동작물 식생 예상지 식별, 미식별 사례	27
<그림 3-9> 비행금지구역에 따른 촬영 제한	28
<그림 3-10> 세부촬영계획수립	33
<그림 3-11> 김제 군산 조사구 무인항공기 이·착륙지	34
<그림 3-12> 촬영허가 및 비행승인 절차	36
<그림 3-13> 정사영상 제작과정	42
<그림 3-14> 정확도 검증 절차	43
<그림 3-15> 조사구요도 작성순서	49
<그림 3-16> 조사구요도 세부구획 전·후	50
<그림 3-17> 종이요도작성 Layout Manager	50
<그림 3-18> 1층(논층1)의 세부구획	51
<그림 3-19> 2층(논층2)의 세부구획	52

<그림 3-20> 3층(과수층)의 세부구획	52
<그림 3-21> 4층(시설층)의 세부구획	53
<그림 3-22> 5층(논층3)의 세부구획	53
<그림 3-23> 6층(밭층1)의 세부구획	54
<그림 3-24> 7층(밭층2)의 세부구획	54
<그림 3-25> 무인항공기 영상처리 장비 및 소프트웨어	56
<그림 3-26> 전자요도 활용성 점검을 위한 현장조사 내용 사진	62
<그림 3-27> 무인항공기 활용 월동작물 조사 업무흐름도	80
<그림 4-1> 지적도 기반 조사구 요도(1974~2015)	82
<그림 4-2> 항공영상 기반 조사구 요도(2016~)	83
<그림 4-3> 전자요도 어플리케이션 개발 과정	84
<그림 4-3> 현장검증	105
<그림 5-1> 라이브러리 작성 대상작물	117
<그림 5-2> 라이브러리 작성 대상작물	117
<그림 5-3> 육안에 의한 수동판독	122
<그림 5-4> 인공지능 개요	129
<그림 5-5> 딥 러닝 프로세스	131
<그림 6-1> 연구의 필요성	134
<그림 6-2> 개별 영상정보 특징 분석	138
<그림 6-3> 가용 영상별 공간해상도 비교	139
<그림 6-4> 시범지역 위치도(14개소)	142
<그림 6-5> 기초자료 확보	143
<그림 6-6> 세부조사구요도 작업절차	144
<그림 6-7> 두령중심 구획 및 면적비율 입력 개념	156
<그림 6-8> 가용 영상별 영상제작 단가	157
<그림 7-1> 통합시스템 연계 및 활용	160
<그림 7-2> 개선된 농업면적조사 작업 흐름	162
<그림 7-3> 영상자료 수집 내용	163

제 1 장

서 론

1.1 연구배경 및 목적

1.2 연구범위

1.3 연구 추진일정

제 1 장 서 론

1.1 연구배경 및 목적

농업면적통계는 연간 경지(논·밭)의 증감사항을 파악하는 경지면적조사와 분기별 주요 작물의 재배현황을 파악하는 재배면적조사로 구분된다. 1974년 이전까지의 농업면적통계는 행정보고통계로서 농업과 관련한 각종 행정업무로 수집되는 자료를 바탕으로 작성되었고, 1974년 이후 부터는 표본조사 체계로 개편되어 전국에 분포하는 농업면적표본조사구를 조사요원들이 직접 방문하여 조사구내 각 필지별 경지 및 재배현황을 실측한 결과를 토대로 작성해 오고 있다. 농업면적조사는 표본의 규모가 약 2만여 개소에 달하며 조사 방식 또한 실측에 의존해야 하고, 현장조사 관련 노하우 습득을 위한 장기간의 훈련을 요구하므로 전문 농업통계 조사인력 양성이 매우 어려운 통계조사 분야 중 하나이다.

이러한 농업면적조사는 2006년 아리랑2호의 발사 성공을 계기로 원격탐사 기술을 중심으로 한 업무효율화가 단계적으로 추진되고 있다. 특히 농업면적조사의 기본이 되는 표본설계를 위한 경지총조사와 연간 경지의 증감을 파악하는 경지면적조사는 이미 2015년과 2012년에 각각 실용화 되어 현장조사의 부담을 상당부분 경감시킨 바 있다. 재배면적조사 분야 또한 위성·유·무인항공기 등의 최신 원격탐사 기술을 중심으로 업무효율화를 위한 연구를 지속적으로 추진하고 있다(<그림 1-1>).



<그림 1-1> 농업면적통계 조사연혁

재배면적조사 분야에서 원격탐사기술 활용 연구의 당초 목적은 각종 영상정보를 작물조사와 면적조사 업무에 대체 활용함으로써 현장조사를 완전하게 폐지하는 것이었다. 그러나 원격탐사를 위한 기초자료인 영상정보는 우리나라의 기상 여건과 예산적인 제약으로 인해 분기별로 실시되는 작물재배면적조사 일정에 맞게 확보하는 것이 어렵고, 확보 가능한 영상을 대상으로 한 2010년(항공)과 2016년(무인기)의 연구결과 역시 영상정보로 부터 100종 이상에 달하는 조사대상 작물 모두를 국가통계작성의 요구조건에 맞게 파악하는 것이 불가능하다는 결론에 이르렀다. 다만, 무인기를 포함한 항공·위성영상 등의 원격탐사 정보는 목측과 보측에 의존하는 현행 현장 면적측정 방식보다 더 객관적인 면적정보를 제공할 수 있으며, 대상조사구 주변과 조사구를 구성하는 필지 내 현황을 더욱 상세히 관찰할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이라는 사실 또한 그간의 연구를 통해 파악하였다. 따라서 재배면적조사 분야에서의 원격탐사는 현행 업무의 완전한 대체보다는 현장업무의 불편사항을 최소화 할 수 있도록 도와주는 역할로서 접근할 필요가 있고, 현장업무에서 원격탐사자료와 공간정보를 더 효율적으로 이용할 수 있게 하는 최신 기술과의 융합에 집중할 필요가 있다. 이러한 전제를 바탕으로 본 연구에서는 현행 작물재배면적조사 현장업무 개선을 위해 원격탐사 자료와 최신 ICT기술을 융합·활용 방안을 제시하고자 하며 이를 위해 총 4개 분야에 대한 세부 연구를 실시하였다.

첫째, 무인항공기 활용을 위한 그간의 연구성과를 조사규모가 가장 작은 동계작물에 대해 시험 적용해 보고 실용화 가능성에 대해 분석하였다. 연간 분기별로 실시하는 재배면적조사 중 3월 조사는 전년도 11월부터 재배되는 마늘·양파 등의 동계작물을 대상으로 하므로 조사규모가 가장 작아 무인기 도입 시 예산부담이 가장 적을 것으로 예상된다.

둘째, 현장조사에 영상정보와 GIS기술의 장점을 이용하게 함으로써 효율적인 조사가 가능하도록 하는 태블릿PC기반의 전자요도 어플리케이션을 개발하였다. 현행 재배면적조사는 종이로 인쇄된 야장을 이용하며 면적조사 또한 실측(보측·목측)에 의존하는데, 종이 야장을 태블릿PC 기반으로 전자화 하고 면적측정 방식을 영상정보와 GIS기반으로 실시하게 함으로써 현장업무의 효율화에 기여하고자 한다.

셋째, 예산부담이 큰 무인기 영상 뿐만 아니라 국내에서 이용 가능한 각종 영상정보를 재배면적조사에서 효과적으로 이용하는 방안을 마련하는 것이다. 무인기 영상은 타 영상정보에 비해 적시성과 공간해상도가 뛰어난 것이 장점이지만, 재배면적 표본 전체와 전체 조사 기간에 운영하기에는 예산 부담이 매우 큰 것이 단점이다. 항공·위성영상의 경우 적시성과 공간해상도가 다소 떨어지더라도 국산 영상으로서 무상으로 이용할 수 있고, 참조영상으로는 이용가치가 있으므로 전자요도 어플리케이션과의 연계를 통한 효율적 이용방안을

제 1 장 서론

마련하고자 한다.

넷째, 무인항공기 촬영을 통한 작물판독 라이브러리 구축이다. 원격탐사자료를 이용하는 궁극의 목적은 영상판독을 통해 현장조사를 대체하는 것이며, 이를 완성하기 위해서는 영상자료를 활용한 작물판독이 가능하게 하는 것이다. 작물판독 라이브러리 구축은 각 작물별 영상 정보의 참값을 축적해 놓는 것인데, 향후 이 정보들은 작물판독 솔루션 구축을 위한 기초자료가 될 수 있다.

1.2 연구범위

1.2.1 시·공간적 범위

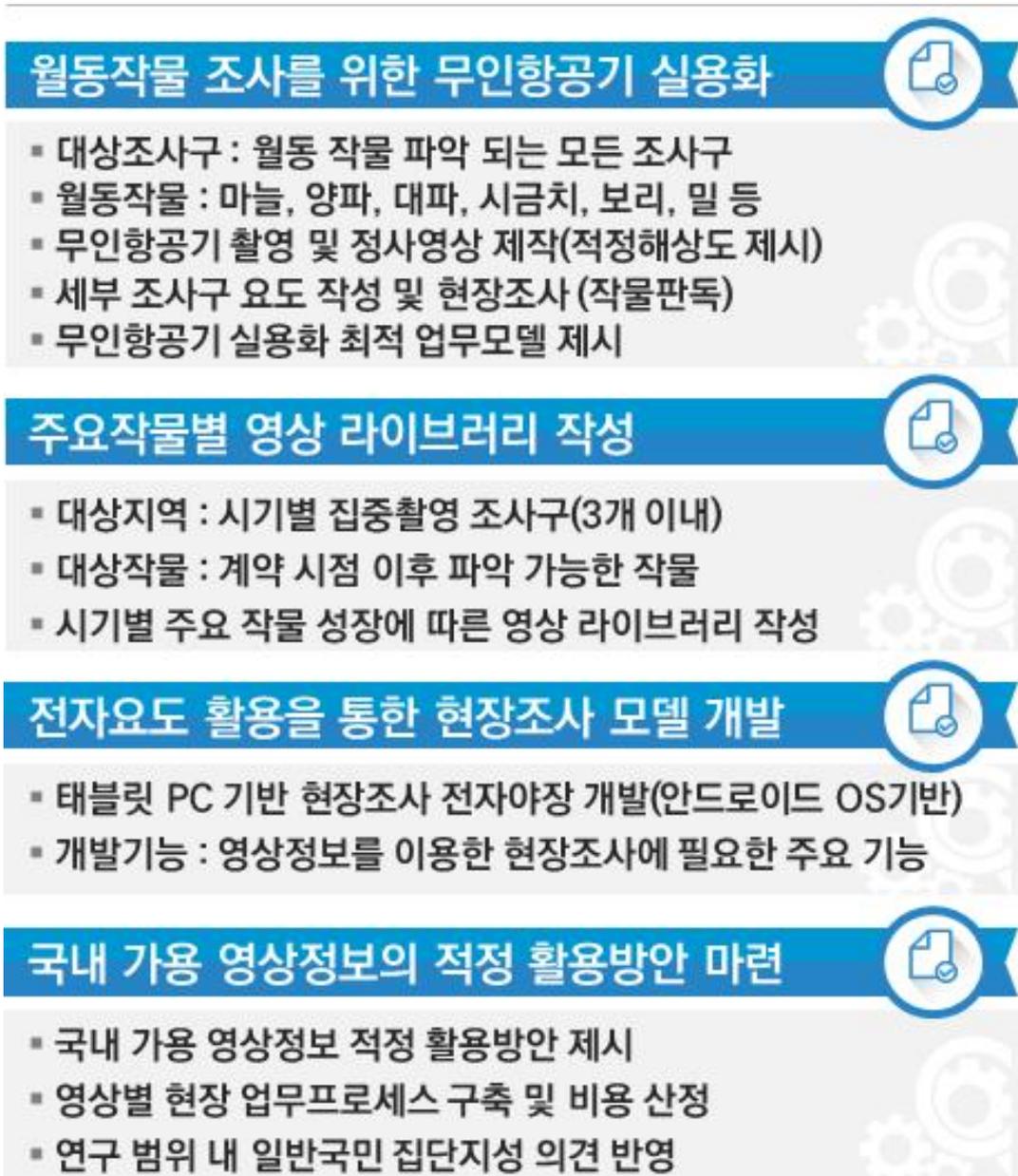
본 연구는 2018년 5월 24일 부터 2018년 12월 15일까지 약 207일간 진행되었고, 전라북도 김제시와 군산시에 분포하는 재배면적표본조사구 중 동계작물이 경작되는 것으로 파악된 239개소를 대상으로 하였다.



<그림 1-2> 시간적 및 공간적 범위

1.2.2 내용적 범위

본 사업은 월동작물 조사를 위한 무인항공기 실용화, 주요 작물별 영상 라이브러리 작성, 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발, 국내 가용 영상정보의 적정 활용방안 마련 등 각 부문별 세부적인 사업 내용은 <그림 1-4>에서와 같다.



<그림 1-3> 연구의 내용적 범위

제 1 장 서 론

1.3 사업 추진일정

본 사업의 사업 추진기간은 착수일로부터 약 8개월(207일)로 연구 사업의 성공적인 추진을 위하여 세부 사업 추진 부분에 대하여 일정을 수립하고, 사업추진일정에 따라 연구 사업을 수행하였다.

<표 1-1> 연구사업 추진일정

구분	주요내용	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
연구사업준비		=====							
월동작물 조사를 위한 무인항공기 실용화 방안 마련	대상조사구 선정 및 촬영	=====							
	정사영상 제작 및 현장조사	=====							
	무인항공기를 활용한 최적 업무모델 제시	=====							
주요작물 별 영상 라이브러리 작성	대상조사구 선정	=====	=====	=====	=====				
	촬영 및 라이브러리 작성	=====							
전자요도 어플리케이션 개발	요구사항 수렴	=====							
	개발 및 현장점검/보완	=====							
국내 가용 영상정보의 적정 활용 방안 마련		=====							
품질관리		=====							
보고서 작성		=====							
정리 및 납품		=====							
사업관리	정기보고	월간	월간	월간	월간	월간	월간	월간	월간
		착수				중간			완료

제 2 장

과년도 연구실적

2.1 2016년 작물 재배면적 조사 선진화 방안 연구

2.2 2017년 무인항공기 활용 작물재배면적 시험조사 연구용역

제 2 장 과년도 연구실적

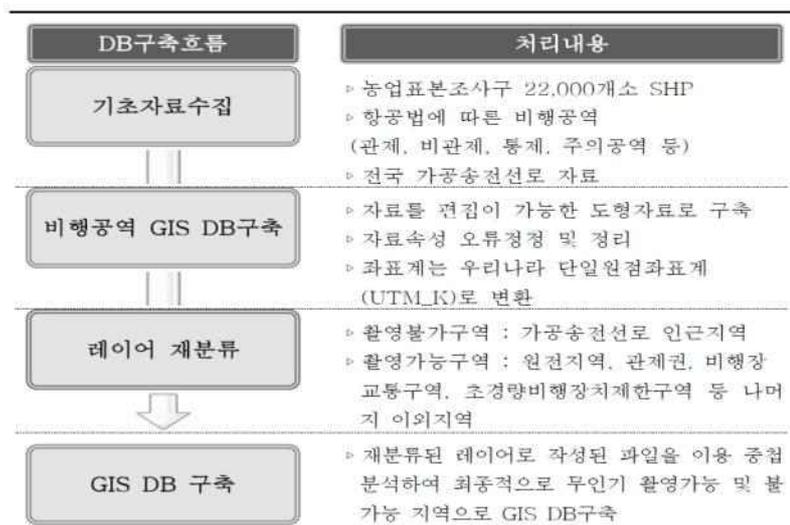
2.1 2016년 작물 재배면적 조사 선진화 방안 연구

작물재배면적조사에 무인항공기의 활용가능성 검토를 목적으로 전체 작물재배면적 표본 21,941개소를 대상으로 구역정보에 대한 분석과 송전철탑 인근에 위치하여 안전상 무인항공기의 운용이 불가능한 표본들을 분석하여 표본점별 GIS자료의 속성에 입력하여 향후 무인기 운용에 활용 할 수 있도록 하였다.

또한, 실제 재배면적조사 업무에 무인항공기가 어떻게 활용될 수 있는지를 검토해 보기 위해 지형에 따른 비행 영상 분석과 격자형 조사구에 대한 시험 비행을 실시, 합리적인 지상기준점 운용 방안 마련을 위한 지상기준점의 수집 환경별 정확도 분석, 작물판독 가능성 분석 및 영상 구획을 통한 면적 계산으로 현장에서 보측, 모측을 통한 면적조사 방식의 개선 가능 검토, 현장에서의 무인항공기 운용 시간 및 영상처리시간 등을 측정하였다.

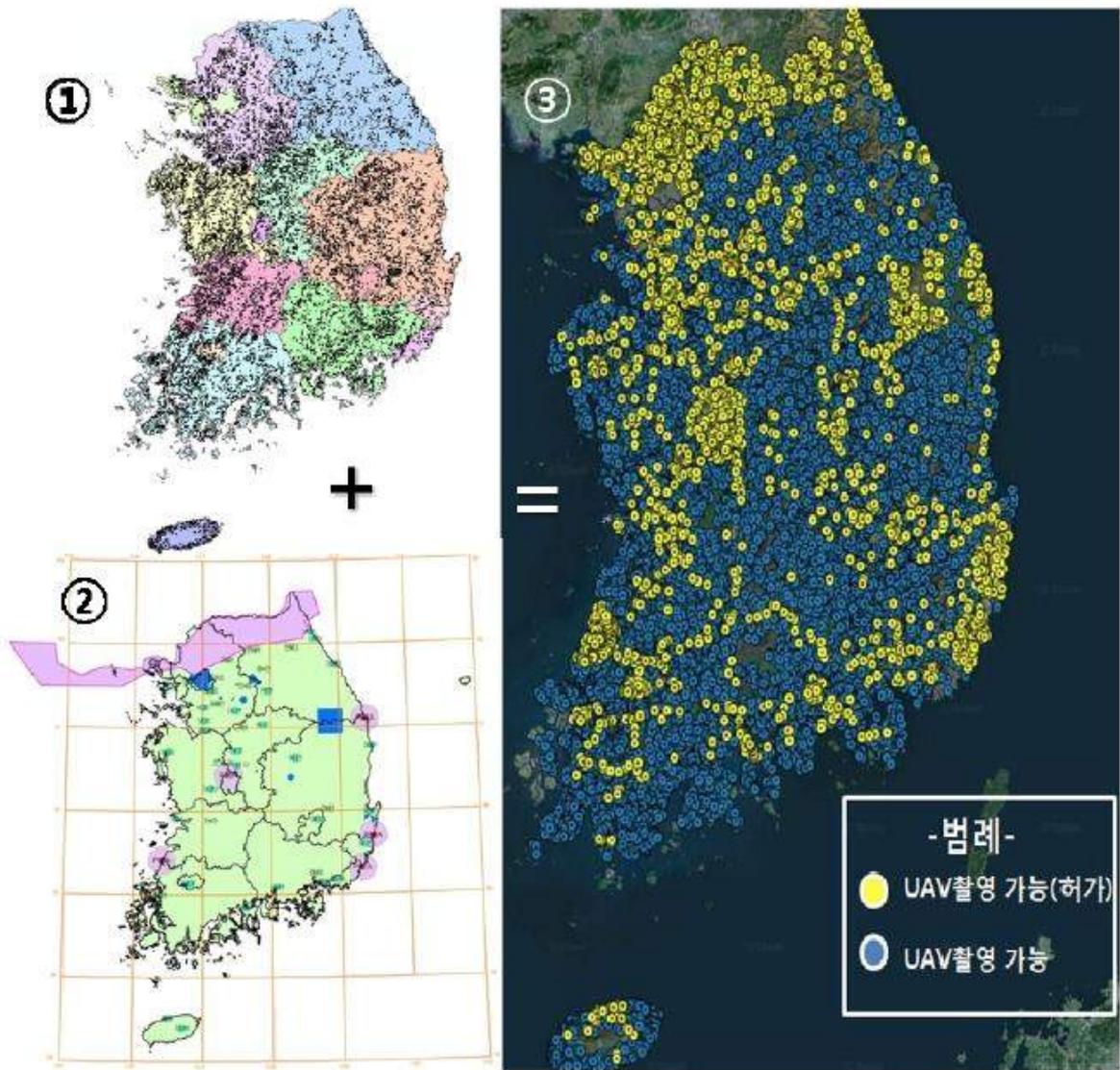
2.1.1 무인항공기 운용가능 농업면적 표본

전국 농업면적 표본 21,941개 중 관련 항공법규에 의거 공항·군사시설·송전선로 인근에 위치하여 촬영이 위험하거나 불가능한 표본조사구를 분석 하였다. 또한 그 결과를 표본조사구 GIS 자료의 속성으로 입력하여 향후 무인기 운용에 활용 할 수 있도록 <그림 2-1> 과 같이 진행하였다.



<그림 2-1> 무인기운용 농업면적 DB구축 업무흐름도

연구결과 전체 조사구 중 무인항공기 운용이 가능한 조사구의 수는 20,857개소 (95.1%)인 것으로 나타났으며, 운용 가능한 조사구 중 약 12%인 2,482개소는 관제공역 또는 통제공역에 속하여 관할 감독기관의 허가가 필요한 것으로 조사되었다. 또한 송전선로 인근에 위치하여 무인항공기와 주변의 안전상 비행이 불가능한 조사구는 전체 대비 약 5%인 1,084개소로 나타나 무인항공기를 도입한다 하더라도 1,084개소에 대해서는 현장조사방식을 유지하거나 다른 영상정보를 활용해야 할 것으로 판단되었다.



<그림 2-2> 무인기 촬영가능 조사구 분석

제 2 장 과년도 연구실적

<표 2-1> 공역별 조사구 현황

구분	1층	2층	3층	4층	5층	6층	7층	계
송전선로 인접지역	68	92	135	55	110	330	294	1,084
통제공역 (비행금지구역)	86	112	36	87	100	301	287	1,009
통제공역 (비행제한구역)	53	61	72	37	84	243	220	770
접경지역	16	9	2	5	9	17	9	67
관제공역 (관제권)	56	71	38	63	64	141	106	539
관제공역 (비행장교통구역)	5	10	16	17	12	18	19	97
순수촬영지역	1,393	1,738	2,553	1,231	1,764	5,041	4,855	18,375
계	1,677	2,093	2,852	1,495	2,143	6,091	5,590	21,941

2.1.2 지형의 영향과 적정 조사구의 형상

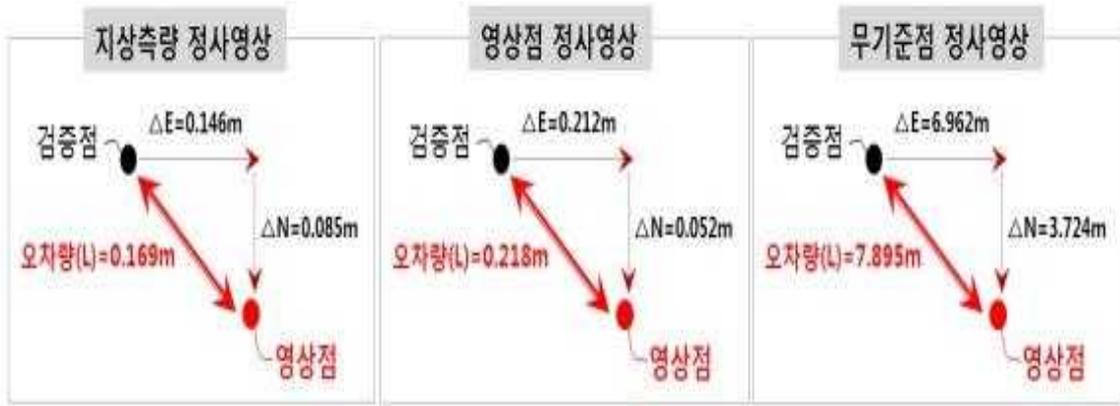
산악지에서의 무인항공기 운용은 신호단절 등의 현상이 발생할 수 있으므로 운용에 주의를 해야 할 것으로 보인다. 본 연구에서는 조사대상 지역 내에서 지형을 평지, 경사지, 준산지, 산악지로 구분하여 평가하였으나, 연구를 위한 대상지역(익산시)의 전반적인 지형 특성이 비교적 단순하여 우리나라 전체 지형을 대표하였다 할 수 없었다. 따라서 우리나라 지형을 대표할 수 있는 다른 지역을 선정하여 보다 세부적인 지형영향 평가가 필요하다.



<그림 2-3> 장애물로 인한 신호 감소 예시

2.1.3 적정 지상기준점 수집방안

지상측량에 의한 지상기준점의 정사영상 정확도(오차량=0.169m)와 항공영상으로부터 수집한 지상기준점의 정사영상 정확도(오차량=0.218m) 간의 차이가 0.05m 이내로 크지 않았다. 따라서 전국에 산개한 표본 조사구를 위한 방대한 양의 지상기준점 수집은 항공영상을 활용하여도 무방할 것으로 보이나, 대상지역이 주로 농경지인 점을 고려하면 항공영상에서 지상기준점을 수집하지 못하는 경우가 발생할 수도 있다. 따라서 지상기준점은 국토지리정보원의 항공영상을 이용하는 것으로 정하되 항공영상으로부터 지상기준점을 수집할 수 없는 경우에 한하여 지상측량을 실시하는 것이 합리적인 예산집행이 될 것으로 판단된다.



<그림 2-4> 영상처리방법별 오차량

2.1.4 영상판독 가능성

영상판독의 가능성은 전체 조사대상 작물에 대한 보조정보들 즉, 작물별 성장 시기에 따른 영상패턴 정보와 작물별 재배특성에 대한 농업기술에 대한 전반적인 지식을 갖춘 연 후에 가능성을 판단할 수 있을 것이다. 무인항공기 영상의 공간해상도는 항공·위성영상에 비해 우수하므로 작물별 고유패턴을 파악할 가능성이 상대적으로 높다. 그러나 통계청의 조사대상 작물의 총수는 107종에 달하므로 장기적인 관점에서 각각의 작물별 보조정보의 축적과 이를 바탕으로 한 영상판독 실험과 검증으로 작물판독 가능성을 높여 나가야 한다.



<그림 2-5> 영상관독을 위한 보조정보

2.1.5 현장면적조사 방식의 개선 가능성

무인항공기를 비롯한 항공·위성영 영상들은 정사보정을 통해 지도와 같이 이용할 수 있으므로 이로부터 측정된 정량적 정보들은 객관적 정확도를 갖는다. 무인항공기 영상에서 구획한 작물별 면적정확도가 현황측량 결과와 비교하여 1% 내외인 것으로 파악되었다. 현행의 조사방식과 비교하면 면적조사에 대한 비표본오차는 상당량 줄어들 것으로 예상된다. 또한 간작에 대한 면적과 필지 내 여러 작물이 불규칙하게 재배되는 경우에서도 무인기를 통한 면적측정이 매우 유용한 것으로 파악되었다. 그러나 약 10㎡ 이내로 소규모로 재배되는 작물의 경우는 세부구획이 매우 어려웠고, 나무에 가려 무인기에 촬영되지 않는 부분은 현행과 같은 현장조사를 통해 측정해야 할 것으로 판단된다.



<그림 2-6> 무인항공기 활용 작물재배면적조사 업무프로세스



<그림 2-7> 간작(위)과 불규칙 재배필지(아래)에서의 면적측정

제 2 장 과년도 연구실적



<그림 2-8> 영상면적구획이 어려운 작물 재배형태(5m²이하)



<그림 2-9> 나무 밑에서 재배되는 작물의 경우

2.1.6 무인항공기 현장 운용 시간 및 영상처리 시간

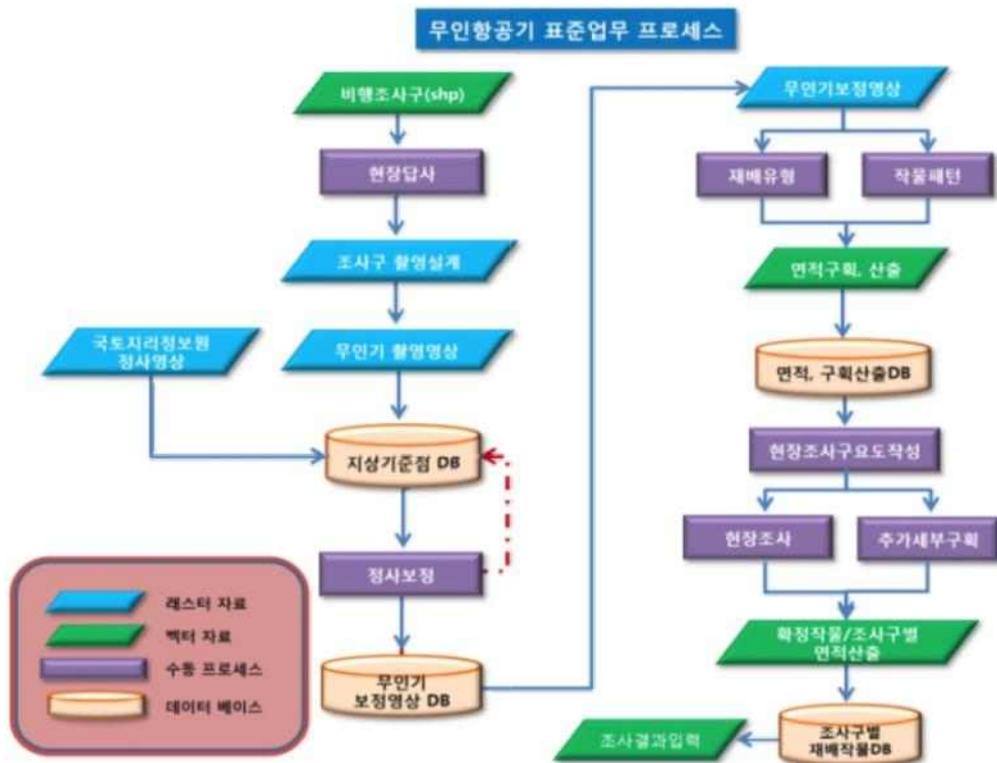
진안군의 일정 구역에 속한 15개 조사구를 대상으로 현장운용 실험을 실시하였다. 하루에 촬영할 수 있는 조사구의 총 수는 10개로 조사되었으며, 이동시간, 준비시간, 촬영시간을 포함하여 조사구당 평균 운용시간은 약 28.9분이었다. 또한 촬영된 영상의 정사보정 시간은 150~250매 구간에서는 약 30분이 소요되었으며 300매에 대해서는 약 1시간이 소요되었다.

2.2 2017년 무인항공기 활용 작물재배면적 시험조사 연구용역

2016년의 3~4회차 조사대상 작물로 파악된 작물별 영상면적 측정 가능성을 1~3회차 조사 작물로 확대하여 무인항공기의 고해상 영상을 이용한 면적측정이 전체 조사대상 작물에 대해 적용 가능한지를 검토하였다. 대상 조사구는 전라북도 완주군에 위치한 40개 조사구를 회차별로 15~10개로 분산하였으며, 대상조사구에 대한 시험 촬영과 정사영상 제작, 조사구요도 작성, 작성된 조사구요도를 활용한 현장조사 및 결과 입력을 통해 무인항공기를 활용한 업무프로세스를 보다 구체적으로 제시하였다.

2.2.1 표준업무 프로세스

무인항공기를 도입함에 따라 변화되는 업무로는 ①자료준비 단계에서 무인항공기 촬영과 정사영상 제작, 세부조사구요도를 작성해야 하는 업무가 추가되는 만큼 이에 대한 인적·물적 자원에 대한 대비를 해야 한다는 것과 ②현장조사 단계에서는 면적측정 업무가 최소화 되는 만큼 이전에 비해 간소화 된다는 것 ③자료입력 단계에서는 GIS에 기반한 컴퓨터 환경으로 대체되어 자료의 관리가 간소화 되고 이후에는 농업통계시스템으로 입력을 자동화 할 수 있는 환경이 조성된다는 것이다.



<그림 2-10> 무인항공기 표준업무 프로세스

제 2 장 과년도 연구실적

2.2.2 무인항공기의 적정 촬영 시점

무인항공기의 적정 촬영 시점은 작물 별 생육에 따라 서로 다르지만 농업 면적조사와 이후에 실시하는 농업생산량조사의 지침을 유지해야 하는 관계로 작물재배면적조사의 각 회차별 기간에 실시하는 것으로 결론지었다.

<표 2-2> 작물재배면적조사 회차별 조사 시기

회차	1회	2회	3회	4회	5회
기간	03.20~04.08	05.11~05.30	07.01~07.20	09.15~10.04	11.11~11.30

2.2.3 전체 조사 대상 작물에 대한 영상 면적 측정 가능성

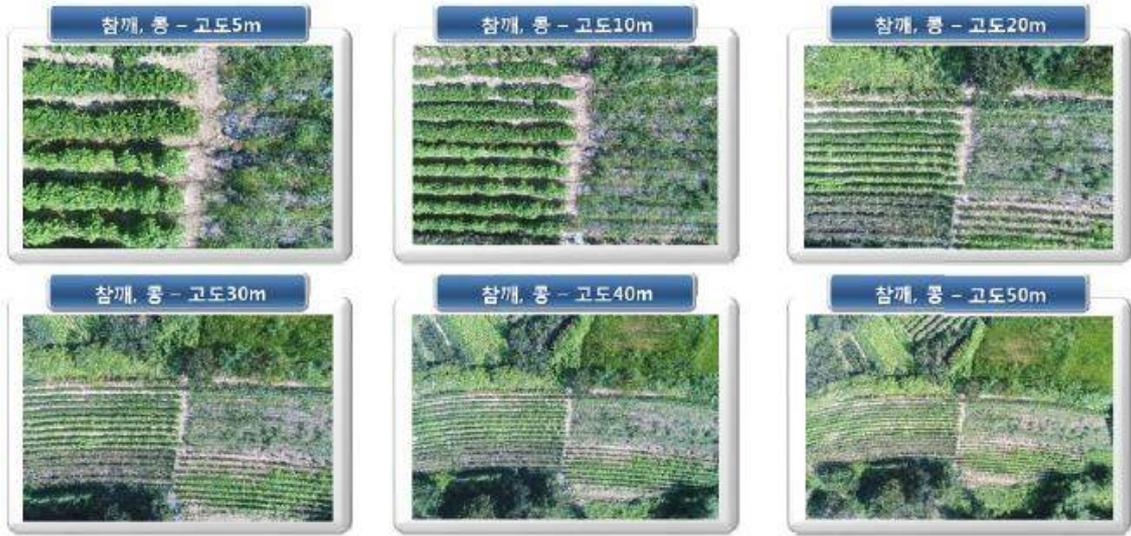
무인항공기의 최적 촬영 시점 결정이 제한적인 만큼 불가피하게 생육초기의 작물은 영상에서 경계를 구분하는 것이 불가능한 것으로 파악되었다. 그러나 이러한 생육 초기 작물 대부분은 해당 조사 회차의 주요한 대상 작물이 아니기 때문에 다음 조사 회차의 주요작물로서 신규촬영을 통해 영역 구분이 가능하다.

2.2.4 영상판독 라이브러리 작성

마늘, 양파, 생강 등 10개 작물에 대한 집중 촬영을 실시하였고, 그 결과로부터 향후의 작물판독 훈련을 위한 기준자료로서의 이용과, 기계학습 방법 등을 활용한 자동판독 기법 도입 시 기준 영상으로 이용될 수 있도록 총 1,156개의 영상라이브러리 파일을 작성하였다.

<표 2-3> 라이브러리 구성 및 내용

구분	촬영 작물	구축자료 수량	비고
1	마늘	80개	고도 5m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m로 촬영 구축
2	양파	60개	
3	옥수수	114개	
4	생강	108개	
5	복숭아	80개	
6	대파	162개	
7	참깨	126개	
8	콩	126개	
9	배	165개	
10	사과	155개	
합계		1,156개	



<그림 2-11> 고도별 라이브러리 촬영의 예



<그림 2-12> 생육주기에 따른 촬영의 예

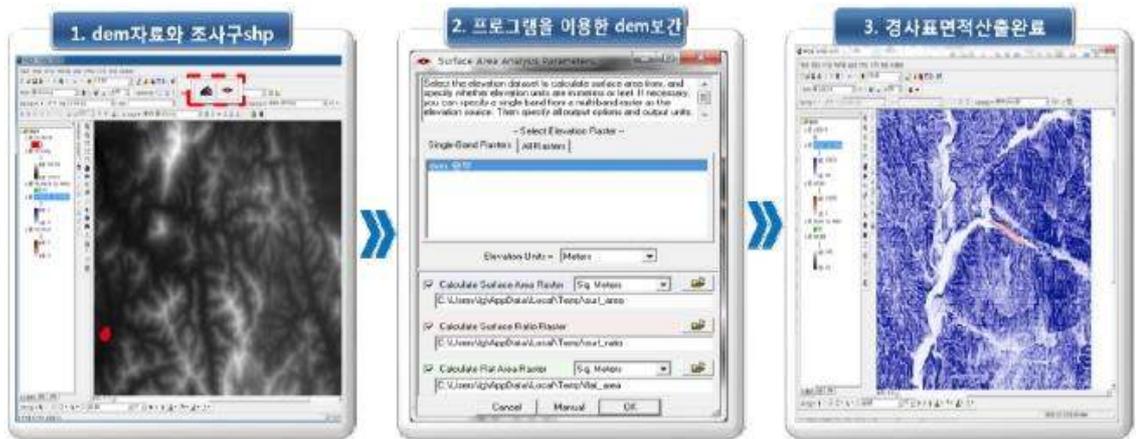
2.2.5 영상판독 가능성 실험

조사회차별 주요 작물에 대해 판독실험을 실시하였는데, 대체로 경작면적이 작다면, 판독 성공률이 저하되는 것을 확인할 수 있었고, 작물별 작은 경작면적에 대한 영상라이브러리를 충분히 구축해 둘 필요성을 파악하였다.

제 2 장 과년도 연구실적

2.2.6 경사면적 측정 방법

경사면에서 경작되는 작물의 현실적인 면적이 반영할 수 있도록 하는 필수정보인 수치표고모델(DEM)의 종류를 간단히 살펴보고, 대표적인 SW인 ArcMAP의 Surface Area Analysis Parameters 툴을 활용하여 경사면적 측정 방법을 제시하였다.



<그림 2-13> Surface Area Analysis Parameters 경사면적을 산출

2.2.7 적정 예산안 산정

전체 농업면적표본조사구 중 밭층에 해당하는 6, 7층의 조사구를 촬영하는데 필요한 예산은 통계청이 직접운영하는 경우와 외부전문기관을 통한 외주 운용방식의 경우로 구분하여 각각 산정하였다. 직접운영하는 경우에는 전국 지방청/사무소에 필요한 하드웨어와 소프트웨어를 도입하는 비용이 대부분으로 약 35억이 필요한 것으로 조사되었고, 외주 운용 방식의 경우 1회 촬영시 약 20억원의 비용이 필요한 것으로 조사되었다.

<표 2-4> 각 지방청별 무인항공기 운용에 따른 예산 산정(1회 조사시)

사무소명	관할조사구 개소 (6~7층)	무인기 적정 (set) 수량	평균처리일수(일)				투입 인원 (명)	무인기 도입비용 (천원)
			촬영	영상처리	면적구획요도작성	현장조사		
경인지방청	1,415	37	2.3	4.3	4.3	3.8	50.4	466,940
동북지방청	3,307	78	2.7	2.7	5.1	4.6	101.0	984,360
호남지방청	3,413	80	2.8	2.8	5.3	4.7	112.3	1,009,600
동남지방청	1,074	27	2.6	2.6	4.9	4.4	57.4	340,740
충청지방청	2,694	60	2.8	2.8	5.3	4.7	115.2	757,200
합계 (평균)	11,903	282	13.2(2.7)	13.2(2.7)	24.9(5.0)	22.2(4.4)	436.3(87.3)	3,558,840

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 2-5> 외주운용에 따른 총괄 예산 산정(안)(1회 조사시)

사무소명	관할조사 구 개소 (6~7층)	면적 (km ²)	계획~면적 구획, 요도작성 (천원)	직, 간접비 (제경비, 기술료)	소계 (천원)	부가세 (천원)	총계 (천원)
경인지방청	1,415	28.30	84,836	138,738	223,575	22,357	245,932
동북지방청	3,307	66.14	198,272	320,735	519,006	51,901	570,907
호남지방청	3,413	68.26	204,627	330,653	535,280	53,528	588,808
동남지방청	1,074	21.48	64,392	105,027	169,419	16,942	186,360
충청지방청	2,694	53.88	161,519	260,931	422,450	42,245	464,694
합계(평균)	11,903	238.06	713,646	1,156,084	1,869,730	186,973	2,056,701

제 3 장

무인항공기 활용 월동작물 조사 가능성 분석

3.1 개요

3.2 활용 무인항공기

3.3 촬영대상 조사구 선정

3.4 적정 촬영 해상도 결정

3.5 대상조사구 촬영 및 요도 작성

3.6 현장조사

3.7 무인항공기 활용 월동작물조사 가능성 분석 결과

제 3 장 무인항공기 활용 월동작물 조사 가능성 분석

3.1 개요

농업통계 현장조사 방법은 1967년 지정통계 승인 이후 고착된 현장조사 방법이 아직까지도 유지되고 있어 조사방법 개선에 대한 요구가 지속적으로 증대되고 있다. 또한 작물별 재배면적을 실측(보측·목측)에 의존함에 따라 면적 측정 결과의 객관성 확보가 시급한 실정이다. 본 연구에서는 기존조사방법보다 신속하고, 간편하며 조사정보를 데이터베이스화할 수 있는 무인항공기 영상정보 및 GIS기술과 ICT기술을 연계하여 현장조사를 보다 효율적으로 실시하는 모델을 제시하고자 한다.

무인항공기를 활용한 현장조사 효율화 방안을 마련하기 위해 전라북도 군산시, 김제시를 대상으로 선정하였고, 그 방법은 군산시, 김제시에 대한 위성영상(RapidEye)과 표본 조사구를 증첩하여 월동작물의 재배현황으로 추정되는 지역을 대상으로 선정하였다. 무인항공기를 효율적으로 활용하기 위한 방법을 도출하기 위하여 테스트베드를 통해 해상도, 중복도를 결정하였다. 이렇게 선정된 조사구와 무인항공기 촬영기법을 토대로 <그림 3-1>과 같은 과정을 거쳐 월동작물에 대한 조사를 수행하였다. 또한 무인항공기 운용 및 정사영상 제작, 조사구역도 작성, 현장조사 등 무인항공기를 활용한 현장조사 방법을 매뉴얼(별편 1 참조)로 제작하여 업무에 활용할 수 있도록 하였다.



<그림 3-1> 무인항공기 활용 월동작물 조사 작업공정

3.2 활용 무인항공기

3.2.1 투입 무인항공기 개요

월동작물을 조사하기 위해 투입된 무인항공기는 총 2대로써 고정익 무인항공기 ‘eBee Plus’와 회전익 무인항공기 ‘Phantom4 Pro’를 사용하였다. 고정익 무인항공기의 경우 비행 속도가 빠르고, 비행시간이 길어 1회 비행으로 최대 7개의 조사구를 촬영할 수 있다. 단, 고정익 무인항공기의 경우 40m×80m이상의 이·착륙공간이 필요하기 때문에 조사구 반경 3km내에 이·착륙지가 확보되어야 한다. 회전익 무인항공기는 고정익 무인항공기에 비해 비행속도가 느리고 비행시간이 짧아 1회 비행으로 1개소의 조사구만 촬영할 수 있지만 넓은 이·착륙지가 필요하지 않아 공간의 제약 없이 촬영할 수 있는 장점이 있다.

가. 고정익 무인항공기

고정익 무인항공기 ‘eBee Plus’의 무게는 1.1kg이며 길이는 110cm, 최대비행시간은 59분 비행속도는 초당 10~16m이다. 1회 비행 시 촬영가능면적은 0.5~5.0km²이고 이·착륙 방식은 수동 이륙, 자동 착륙 방식이다. 무인항공기 자동비행경로 프로그램에 촬영영역을 입력하면 자동으로 비행 및 촬영을 수행한다. 자체 내장된 고정밀 GPS는 기지점 Base Station을 이용한 기능, 미지점 Base Station을 이용한 기능, 가상기준국(VRS)를 이용한 실시간 이동측량 기능을 사용할 수 있으며, 지상기준점 없이도 위치오차 RMSE 10cm를 만족할 수 있다. 또한 피토투브 및 그라운드 센서가 장착되어 강한풍속(12m/s)에 자동복귀하고, 장애물을 감지하면 자동으로 고도를 상승하며 카메라의 오작동, 내구성 이상감지, GPS신호 단절 등의 비행이상이 감지된 경우 사용자가 지정한 위치로 자동 복귀하도록 설계된 안전에 최적화된 기체이다.

나. 회전익 무인항공기

회전익 무인항공기 ‘Phantom4 Pro’의 무게는 1.3kg이며 길이는 35cm, 최대비행시간은 30분, 비행속도는 초당 0~12m이다. 1회 비행으로 0.2km²를 촬영할 수 있고, 이·착륙은 자동 및 수동 방식의 병용이 가능하며 사전에 입력된 경로정보에 의한 비행 및 촬영을 수행한다. 회전익 무인항공기는 저고도 비행이 가능하여 고해상도 영상을 취득할 수 있고, 호버링(정지비행)으로 사용자가 원하는 위치에서 목표물을 정확하게 촬영을 할 수 있다.

<표 3-1> 무인항공기 비교

구분	고정익 무인항공기	회전익 무인항공기
사진		
항공기명	eBee Plus	Phantom4 Pro
무게	1.1kg	1.3kg
비행속도	40 ~ 90km/h	0 ~ 50km/h
최대비행시간	59분	30분
수신거리	8km	1km
최대비행가능범위	12km ²	0.2km ²
자동착륙방식	선형착륙, 선회착륙 (정확도 5m)	수직착륙 (정확도 2m)
카메라	20MP(5472x3648)	20MP(5472x3648)
해상도(GSD)	최소 1.5cm	최소 1mm이하
해상도(100m)	2.3cm/px	2.7cm/px
GNSS	RTK & PPK Ready	DGPS
경사이미지	0° ~ 50°	-90° ~ +30°
이미지포맷	JPEG, DNG	JPG, DNG

3.2.2 과년도 사업과 현행사업 무인항공기 차별성

과년도 사업에 투입된 무인항공기는 고정익 무인항공기 ‘ebee’와 회전익 무인항공기 ‘Phantom4’를 활용하였다. 본 연구에서는 하드웨어 및 소프트웨어적으로 성능이 향상된 고정익 무인항공기 ‘ebee Plus’와 회전익 무인항공기 ‘Phantom4 Pro’를 투입하였다.

고정밀 GPS가 탑재된 ‘eBee Plus’는 지상기준점측량 작업 없이 위치오차 RMSE 10cm내 외의 정사영상을 제작할 수 있고, 카메라 화소도 기존 1600만 화소에서 2000만화소로 향상되었다. ‘Phantom4 Pro’의 경우 탑재된 센서의 정밀도, 안정성 등이 향상되었고 기존 전방에만 있던 충돌회피기능이 후방에도 추가되었으며, 카메라 화소 또한 1600만 화소에서 2000만 화소로 향상 되었다.

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

과년도 사업의 경우 정사영상의 정확도를 확보하기 위하여 지상기준점 측량을 실시하였으며, 이는 지상기준점 선정계획시간, 이동시간, 설치 및 관측시간, 영상처리 시 지상기준점 입력시간 등 추가적인 작업시간이 많이 소모되었다. 본 연구에서는 고정밀 GPS가 탑재된 무인항공기를 사용하여 현장작업시간 및 영상처리 작업시간을 단축하였다. 한편 회전익 무인항공기는 고정밀 GPS가 탑재되지 않아 정확도 보정을 위한 작업이 필요하였고, 이에 발주처에서 제공한 고해상도 항공정사영상(GSD=25cm)으로부터 지상기준점 좌표를 추출하여 영상처리에 적용하여 오차를 최소화 하였다.

<표 3-2> 고정밀 GPS 탑재 와 DGPS 탑재 무인항공기의 정확도 차이



3.3 촬영대상 조사구 선정

3.3.1 촬영대상 조사구 선정방법

무인항공기 촬영 대상 조사구는 전체 대상지역 표본조사구 중 월동작물이 재배되고 있는 것으로 파악된 조사구로 제한하였다. 월동작물 재배여부의 판단은 RapidEye 위성영상을 활용한 영상 분류로 작물의 생육정보를 육안으로 식별 가능하다는 점을 고려하여 조사구를 검토하였다. 겨울철에 식생지수가 높은 지역에 월동작물이 생육한다는 가정으로 군산시, 김제시에 대한 위성영상(RapidEye)과 표본 조사구를 중첩하여 월동작물의 재배현황을 사전 파악하여 효율성을 판단하고, 발주처와 협의를 통해 최종조사구를 선정하였다.

가. 자료 수집

자료는 군산시, 김제시에 해당되는 위성영상과 표본 조사구 요도로서 통계청을 통하여 수집하였다. <표 3-3>에 제시된 바와 같이 RapidEye 위성영상은 2018년 3월 촬영된 영상으로 방사해상도 12bit/pix, 공간해상도 5m급으로 국내 위성인 아리랑 3시리즈에 비해 해상도는 다소 떨어지는 편이지만 재방문주기는 5.5일(at nadir)로 빠른 편이다. 월동작물 촬영대상 조사구 선정 관련 False Color 변환에 좋은 다양한 Multi-spectral 밴드 속성을 가지고 있어 식생지수 판단에 적합하다. 영상은 총 25km² (5km×5km)의 9식을 수령하여 분석에 활용하였다.

<표 3-3> RapidEye 위성영상 수령 정보

구 분	방사해상도	공간해상도	재방문주기	영상 수량(식)	밴드
제 원	12bit/pixel	5m	5,5일(at nadir)	9식(5000X5000)	Multispectral (B, G, R, RE, NIR)



<그림 3-2> RapidEye 위성영상 9식 수령

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

<그림 3-3>과 같이 김제시 일부 동남지역의 영상이 부족하였지만 조사구 요도와 중첩하여 조사구 식별에 제한사항이 없음을 확인하였다.



<그림 3-3> RapidEye 위성영상과 조사구 요도 오버레이

표본 조사구 요도는 SHP파일형식의 공간정보자료로 수령 받았으며 군산시는 103개, 김제시는 215개 총 318개 표본 조사구를 확인할 수 있었다. 속성정보 중 조사구 고유 ID인 “GRP_ID”를 활용하여 조사구 정리 및 구별인자로 이용하였다.

나. 정사보정 및 좌표변환

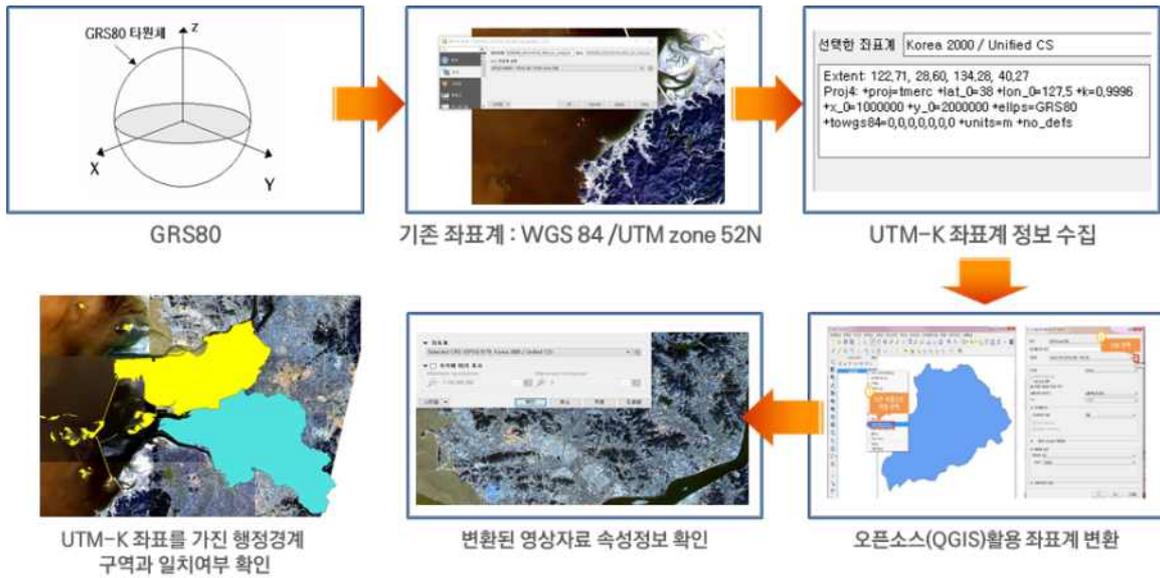
카메라에 의해 촬영된 항공영상이나 위성영상의 경우 영상의 중심부분에서 외곽으로 갈수록 지구 곡률로 인해 왜곡되어 투영되게 되는데, 이는 카메라 렌즈를 통과하는 피사체의 빛이 렌즈 중심에서 멀어질수록 커지게 되는 중심투영의 특성에 기인한다. 그러나 우리가 실제 사용하는 모든 지도는 정사 투영된 형태이다. 따라서 중심 투영된 위성 영상을 정사 투영으로 변환해 주어야 하며 이 과정을 정사보정이라 한다.¹⁾ 정사보정은 <그림 3-4>와 같은 세부절차로 진행된다.



<그림 3-4> 위성영상 정사보정 세부 절차

1) 지형 공간정보체계 용어사전(2016. 1. 3)

또한 연속적인 자료구조의 통일을 위해 <그림 3-5>와 같이 QGIS를 사용하여 UTM-K좌표로 변환하였다.



<그림 3-5> QGIS활용 영상좌표 변환

다. 영상 밴드조절

RapidEye 위성 영상은 청색(blue), 녹색(green), 적색(red), 적색경계(red edge), 근적외선(near infrared)과 같이 총 5개의 밴드로 구성되어 있으며, 특히 적색경계(red edge) 밴드를 포함하고 있어 비료질 토양 분석을 비롯하여 세밀하고 작은 식생의 변화 관측에 활용이 가능하므로 농업용 분석에 적합한 것으로 알려져 있다.

<그림 3-6>~<그림 3-7>과 같이 밴드 합성을 통하여 식생지수가 잘 드러나는 조합을 찾아 기존 Natural color에서 밴드 조정(Red, Green, NIR(Red edge))을 통해 False Color인 CIR(Color-InfraRed)로 변환 하였으며 월동작물이 생육되는 예상지역을 적색 이미지로 표현시켰다.



<그림 3-6> 밴드 속성 조절 정보

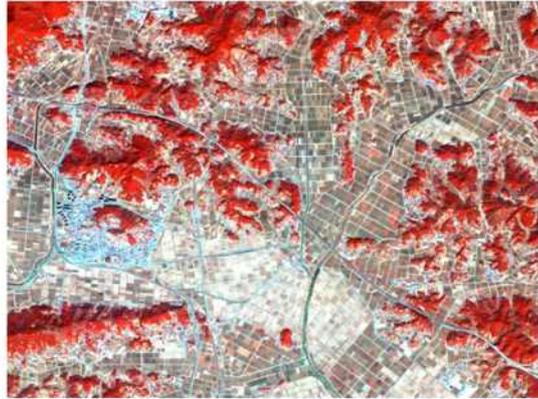
제 3 장 무인항공기 활용 월동작물 조사 가능성 분석

□ RapidEye imagery by Natural color



Red, Green Blue

□ RapidEye imagery by False color



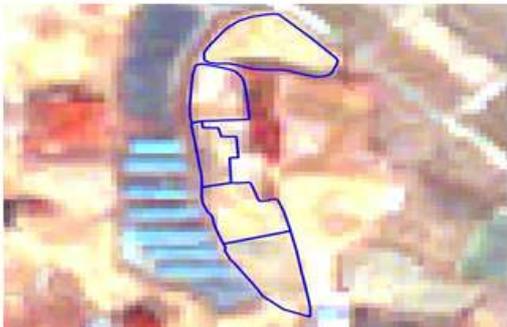
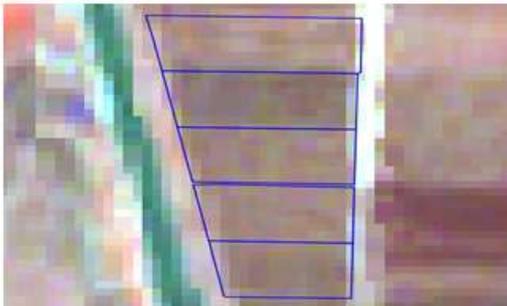
Red, green, NIR(Red edge)

<그림 3-7> 밴드 색상조절

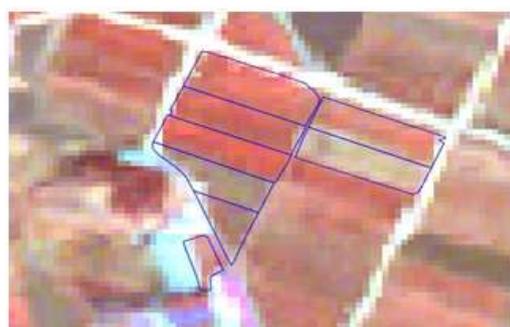
라. 판독

<그림 3-8>에 제시된 바와 같이 주변 지형의 색상정보와 비교하여 조사구 內 적색 폴리곤 여부로 월동작물 현황 파악을 실시하였다. 총 318개 표본조사구를 대상으로 육안판독을 수행하였으며, 군산은 49개소, 김제는 88개소 총 137개소가 월동작물 재배지로 추정되었다.

□ 월동작물 식생 예상지 미식별 사례



□ 월동작물 식생 예상지 식별 사례



<그림 3-8> 월동작물 식생 예상지 식별, 미식별 사례

3.3.2 위성영상 활용 방법의 한계 및 촬영대상 조사구 선정

통계청의 작물재배면적조사 결과에 따르면 군산시 및 김제시에 분포하는 표본 중 월동작물이 재배되고 있는 것으로 파악된 조사구는 총 265개소로, 앞서 위성영상 판독으로 파악한 결과인 137개소와는 상당한 차이를 보였다. 이러한 차이는 판독에 이용된 위성영상의 저해상도가 가장 큰 원인인 것으로 판단된다. 공간해상도는 센서 CCD의 공간적인 분해능으로 지상표본거리(GSD, Ground Sampling Distance)와는 구분되지만 일반적으로 정사보정 된 영상을 구성하는 최소 단위인 화소(Pixel)의 크기를 의미한다. 본 연구에서 동계작물 파악에 이용된 위성영상인 RapidEye의 공간해상도는 약 5m급으로서 지상의 가로 세로 5m의 크기, 즉 25m²의 면적을 하나의 화소(점)으로 표현하므로 최소 화소 크기 이하의 면적을 정성적으로 판단하는 것은 어려운 일이다. 따라서 위성영상으로 파악한 결과에는 25m²이상으로 재배되는 동계작물만이 파악되었고, 그 이하로 재배되는 월동작물 상당부분이 판독에서 누락된 것으로 판단된다. 또 하나의 원인으로 고려되는 것은 월동작물의 지온 유지를 위한 비닐 멀칭이다. 작물 육안 판독 시 식생의 생육을 보다 명확하게 해주는 NIR밴드를 활용한 False Color, 즉 CIR영상 이용이 작물 생육 초기의 비닐 멀칭 부분을 비경작지로 분류했을 가능성 높다. 결과적으로 두 조사에서 차이를 보이는 가장 근본적인 원인은 판독에 이용된 위성영상이 소규모로 재배되는 월동작물을 명확하게 판독해낼 수 있을 만큼의 충분한 공간해상도가 아니라는 것이다. 향후에 이 부분에 대한 추가 연구가 이루어진다면 작물 재배 여부를 판단할 수 있는 수준의 공간해상도의 결정과 적정 판독방법이 정해질 필요가 있다. 어쨌든 본 연구에서 무인항공기 촬영의 대상은 월동작물이 재배되는 표본조사구이므로 통계청의 작물재배면적 현장조사 결과로 파악된 265개소 중 군산비행장 인근에 위치하여 무인항공기 촬영이 불가능한 26개소를 제외한 239개소를 최종 촬영 대상으로 정하였다.



<그림 3-9> 비행금지구역에 따른 촬영 제한

제 3 장 무인항공기 활용 일동작물 조사 가능성 분석

3.4 적정 촬영 해상도 결정

본 연구에서 무인항공기 영상 활용의 목적은 필지 내에서 재배되는 작물 간의 경계만을 파악할 수 있으면 되므로, 작물의 종류까지 파악할 수 있을 만큼 고해상도일 필요는 없다. 고해상도 일수록 처리해야 하는 영상의 수량이 많아지게 되므로 필요이상의 고해상도는 업무효율을 저하시킬 우려가 있다. 따라서 활용목적에 적합한 공간해상도를 결정하는 것은 효율적인 무인항공기 운영을 위해 매우 중요하다.

적정 촬영 해상도 결정을 위해 테스트베드를 선정하였고, 해상도와 중복도의 차이를 두어 촬영을 실시하였으며, 정사영상 성과물을 바탕으로 판독유무를 판단하여 조사구 촬영계획 수립에 반영하였다.

3.4.1 적정 촬영 해상도 결정을 위한 테스트베드

적정 촬영 해상도를 결정하기 위하여 선정된 테스트베드는 총 2개소로 김제시 백구면 7층 0319조사구와 김제시 백구면 1층 2973조사구이다. <표 3-4>과 같이 김제시 백구면 7층 0319조사구는 고정익 무인항공기를 이용하였고, 김제시 백구면 1층 2973조사구는 회전익 무인항공기를 이용하여 시험 촬영을 실시하였다.

<표 3-4> 테스트베드 촬영개요

조사구	김제시 백구면 7층 0319	김제시 백구면 1층 2973
위치도		
투입장비	eBee Plus(고정익 무인항공기)	Phantom4 Pro(회전익 무인항공기)
촬영지역	전라북도 김제시 백구면	
촬영일	2018년 6월 12일	
해상도(cm/px)	5, 10, 15, 20	5, 10
촬영고도(m)	212, 425, 637, 850	183, 367
촬영면적	약 0.05km ²	약 0.03km ²
중복도(중, 횡)	(60%, 70%), (70%, 80%)	(80%, 80%)

3.4.2 테스트베드 시험촬영 방법

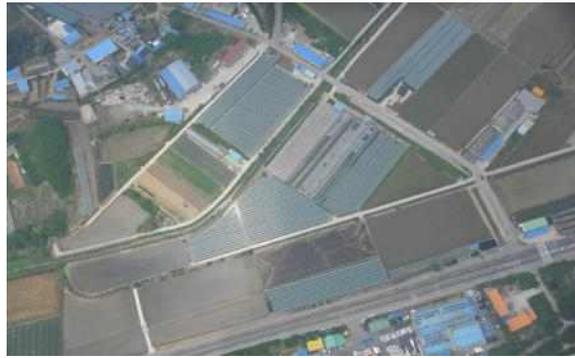
고정의 무인항공기는 해상도 비교는 동일 중복도(중60%/횡70%)에서 각각 5, 10, 15, 20cm/px의 해상도로 촬영하였고, 중복도 비교를 위해 5cm/px 해상도에서 중복도를 중 60%/횡70%, 중70%/횡80%로 달리하여 촬영을 실시하였다.

회전의 무인항공기는 동일한 중복도(중80%/횡80%)에서 해상도 5, 10cm/px만 다르게 설정하여 비교를 실시하였는데 그 이유는 회전의 무인항공기의 경우 비행고도제한이 500m로 설정되어있어 10cm이상의 해상도 촬영은 불가능하였기 때문이다.

3.4.3 테스트베드 시험촬영 결과 및 적정 해상도 결정

촬영된 원본사진을 영상처리 소프트웨어인 Pix4D Mapper에 입력하여 정사영상을 제작하였다. 고정의 무인항공기로 촬영된 해상도 15cm, 20cm의 경우 정사영상 제작이 불가능하였는데, 그 이유는 <표 3-5>와 제시된 바와 같이 촬영당일 날씨가 흐려서 원본사진에 구름, 안개 등이 촬영되어 지면이 보이지 않아 영상처리가 불가능하였다.

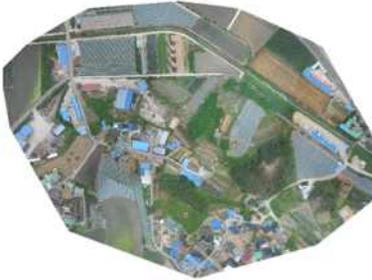
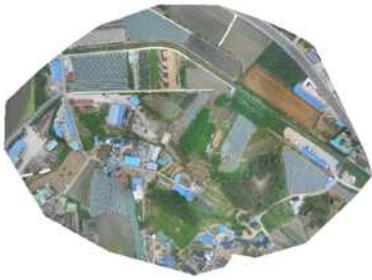
<표 3-5>비행고도에 따른 무인항공기 영상 품질

5cm(212m)	10cm(425m)
	
15cm(637m)	20cm(850m)
	

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

일련의 과정을 거쳐 정사영상을 제작하였으며 <표 3-6>에 성과물을 제시하였다.

<표 3-6> 촬영 성과물

고정익 무인항공기 정사영상		
5cm/px, 60%/70%	5cm/px, 70%/80%	10cm/px, 60%/70%
		
회전익 무인항공기 정사영상		
5cm/px, 80%,80%	10cm/px, 80%80%	
		

일반적으로 촬영고도가 상승하게 되면 공간해상도는 저하되지만 넓은 영역을 촬영할 수 있고, 수집되는 사진의 양이 줄어들기 때문에 자료처리 속도도 줄어든다. 그러나 무인항공기가 목표고도에 도달하기 위한 시간과 착륙 시간이 증가하기 때문에 작업시간은 오히려 늘어날 수 있다.

정사영상을 가장 효율적으로 신속하게 제작할 수 있는 해상도는 5m/px 또는 10cm/px로 나타났으며 이에 따른 촬영계획부터 영상처리까지 총 작업시간은 18분으로 측정되었다. <표 3-7>에 해상도 차이에 따른 패턴구분을 제시하였고, 분석결과 5cm/px의 정사영상은 해상도가 높아 유사작물 패턴 등을 뚜렷하게 구분 가능하였지만 10cm/px의 정사영상은 해상도가 낮아 일부 유사작물의 패턴구분이 어려워 세부 조사구요도 작성에 활용할 수 없는 것으로 판단되었다.

<표 3-7> 해상도 차이에 따른 패턴구분



재배면적조사를 위한 효율적인 촬영제원을 도출하기 위해 작물의 패턴을 구분할 수 있는 해상도와 중복도, 총 작업시간을 비교·분석하였다. 그 결과는 <표 3-8>과 같이 중복도 차이에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났고, 해상도 5cm/px, 중복도 중 60%/횡 70%일 때 작물의 패턴 구분을 명확하게 할 수 있었으며 작업시간도 효율적인 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 대상조사구의 본 촬영을 위한 기본 제원으로 이용하였으며 촬영제원은 해상도 5cm/px, 중복도 중 60%/횡 70%로 조사구 촬영계획을 수립하였다.

<표 3-8> 테스트베드 촬영결과

구분	고정의 무인항공기					회전의 무인항공기	
	5	5	10	15	20	5	10
해상도(cm)	5	5	10	15	20	5	10
고도(m)	212.5	212.5	425.1	637.6	850.2	183	367
중복도(종, 횡)	60%, 70%	70%, 80%	60%, 70%			80%, 80%	
사진매수(매)	24	29	12	6	6	44	30
총 비행시간(분)	7	8	9	11	13	4	6
영상처리시간(분)	11	16	9	영상처리 불가	영상처리 불가	19	13
총 작업시간	18	24	18	11	13	23	19

3.5 대상조사구 촬영 및 요도 작성

대상지역 김제, 군산의 무인항공촬영은 2018년 06월 20일부터 06월 25일까지 총 6일간 실시하였다. 이·착륙 공간확보가 용이한 235개 조사구는 고정밀 GPS가 탑재된 고정익 무인항공기인 ‘eBee Plus’를 활용하였으며, 이·착륙 공간이 없는 조사구 4개소에 대해서는 회전익 무인항공기인 ‘Phantom4 Pro’를 활용하였다. 촬영된 원본사진을 바탕으로 정사영상을 제작하였고, 정확도 검증을 통해 성과물의 신뢰도를 높였으며 세부구획 단계를 거쳐 조사구 요도를 작성하였다.

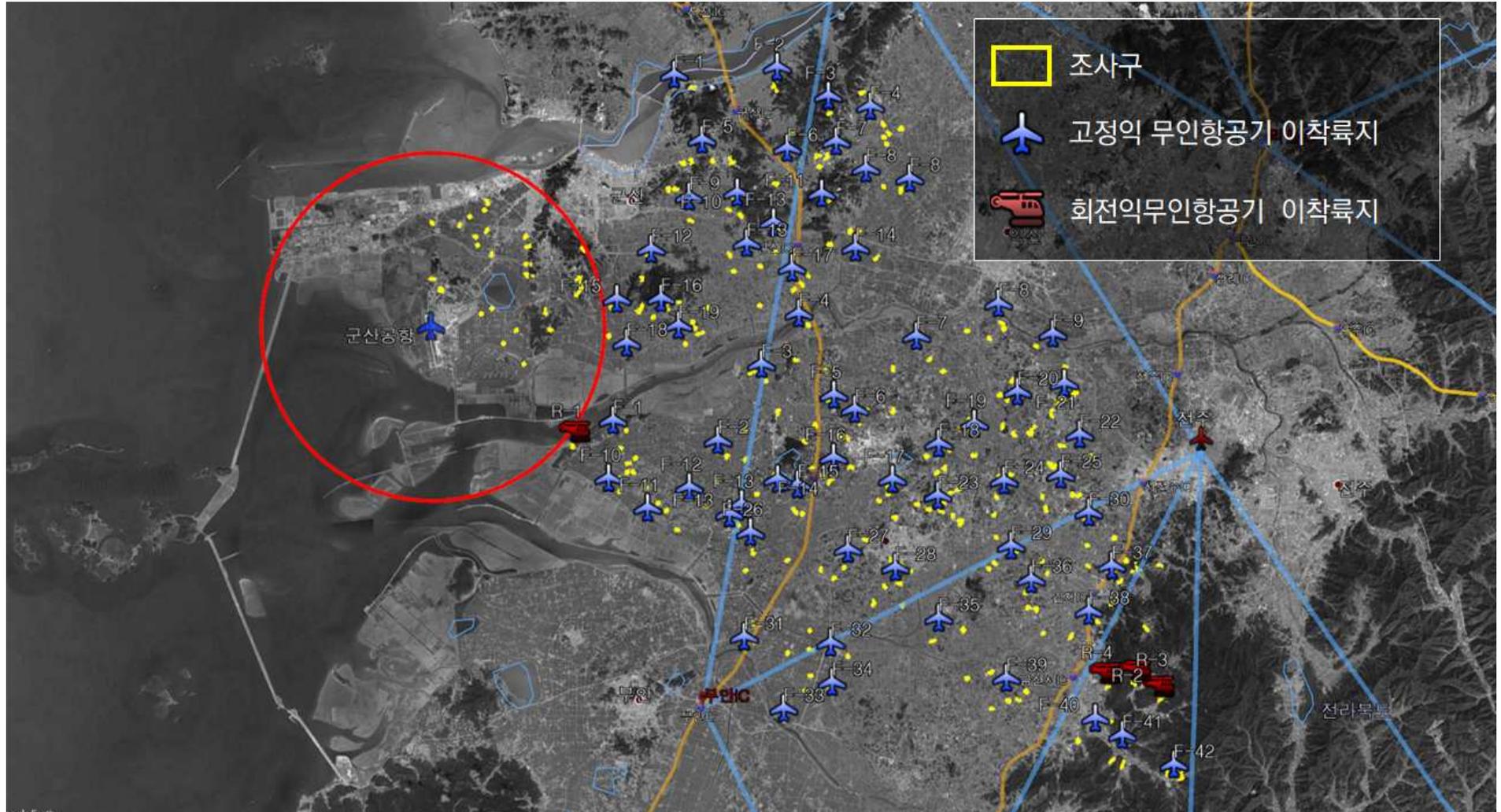
3.5.1 세부촬영계획수립

촬영계획수립은 대상지 사전조사, 비행구역확인, 촬영계획수립, 인허가 절차검토의 단계로 구분되며 <그림 3-10>과 같은 과정을 거쳐 수행하였다.



<그림 3-10> 세부촬영계획수립

대상지 사전조사 및 이·착륙지 확인을 위하여 Google Earth의 위성사진과 네이버지도, 다음지도 등과 같은 포털사이트의 지리정보 등을 활용하여 조사구 주변 3km내외로 고정익 무인항공기가 이·착륙할 수 있는 장소를 선점하였다. 운동장, 공원, 개활지, 비경작지 등의 장소에 착륙 공간(약 40m×80m) 및 방향을 검토하였고, 선점된 장소는 현장답사를 통해 최종 이·착륙지로 선정하였다. 이·착륙 공간이 협소한 조사구는 회전익 무인항공기를 투입하였다(<그림 3-11> 참조).

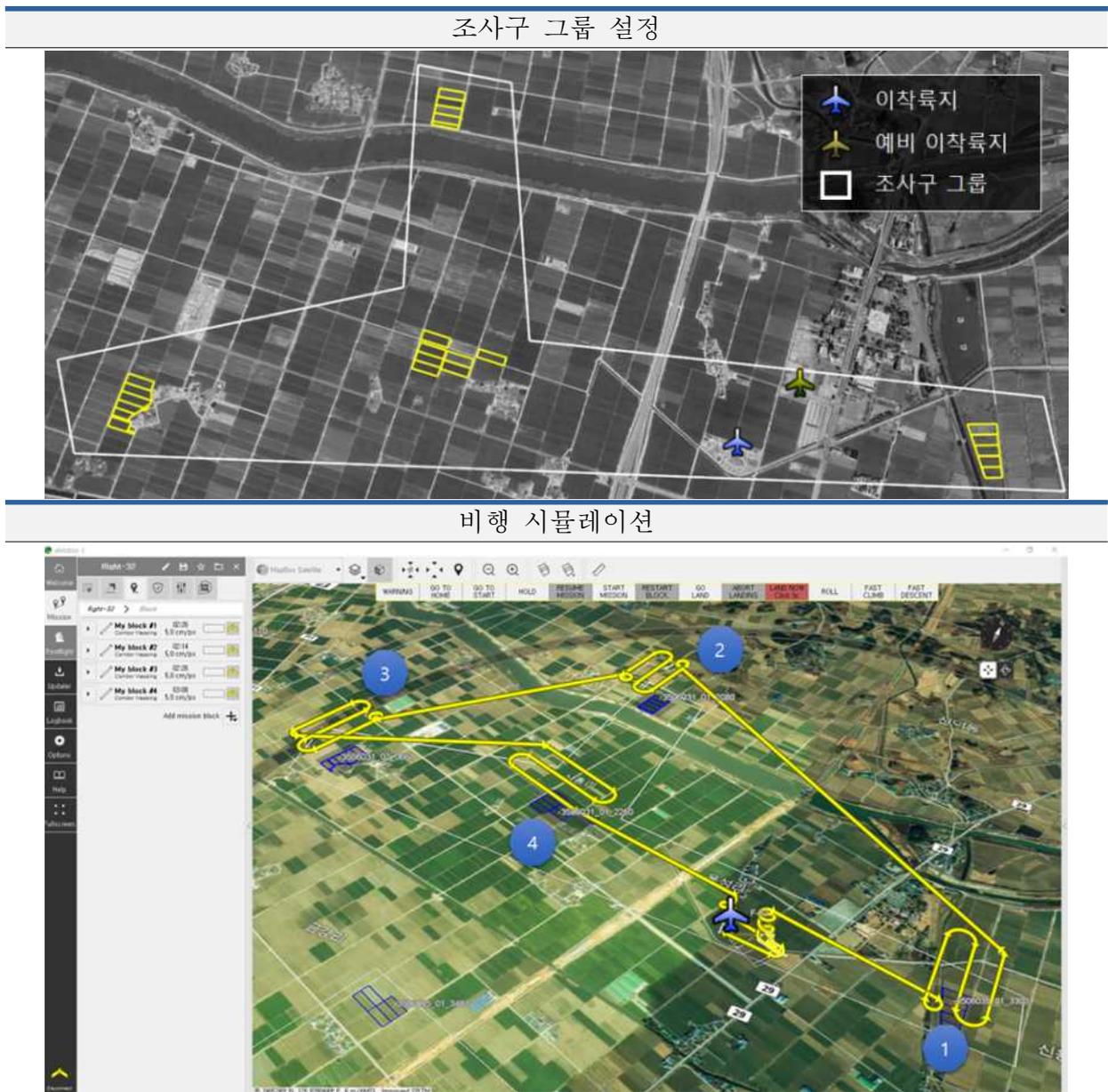


<그림 3-11> 김제 군산 조사구 무인항공기 이·착륙지

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

고정의 무인항공기는 비행시간이 약 59분으로 1회 비행으로 많은 영역을 촬영할 수 있는 장점이 있고, 고정밀 GPS탑재로 영상처리 작업에서도 지상기준점 매칭의 단계를 줄여 작업시간을 단축 할 수 있다. 이에 따라 가능한 많은 대상지를 고정익으로 촬영하고자 이·착륙지를 기준으로 인접한 조사구들을 하나의 그룹으로 설정하였으며, 1회 비행으로 촬영할 수 있는 범위내의 조사구를 그룹화 하였다. <표 3-9>와 같이 설정된 그룹은 'eBee Plus'의 자동경로 프로그램인 'eMotion3'에 입력하여 비행시뮬레이션을 통해 비행 시간, 촬영매수 등을 확인하여 비행적정성을 판단하였다. 조사구별 비행경로는 '부록 1'에 수록하였다.

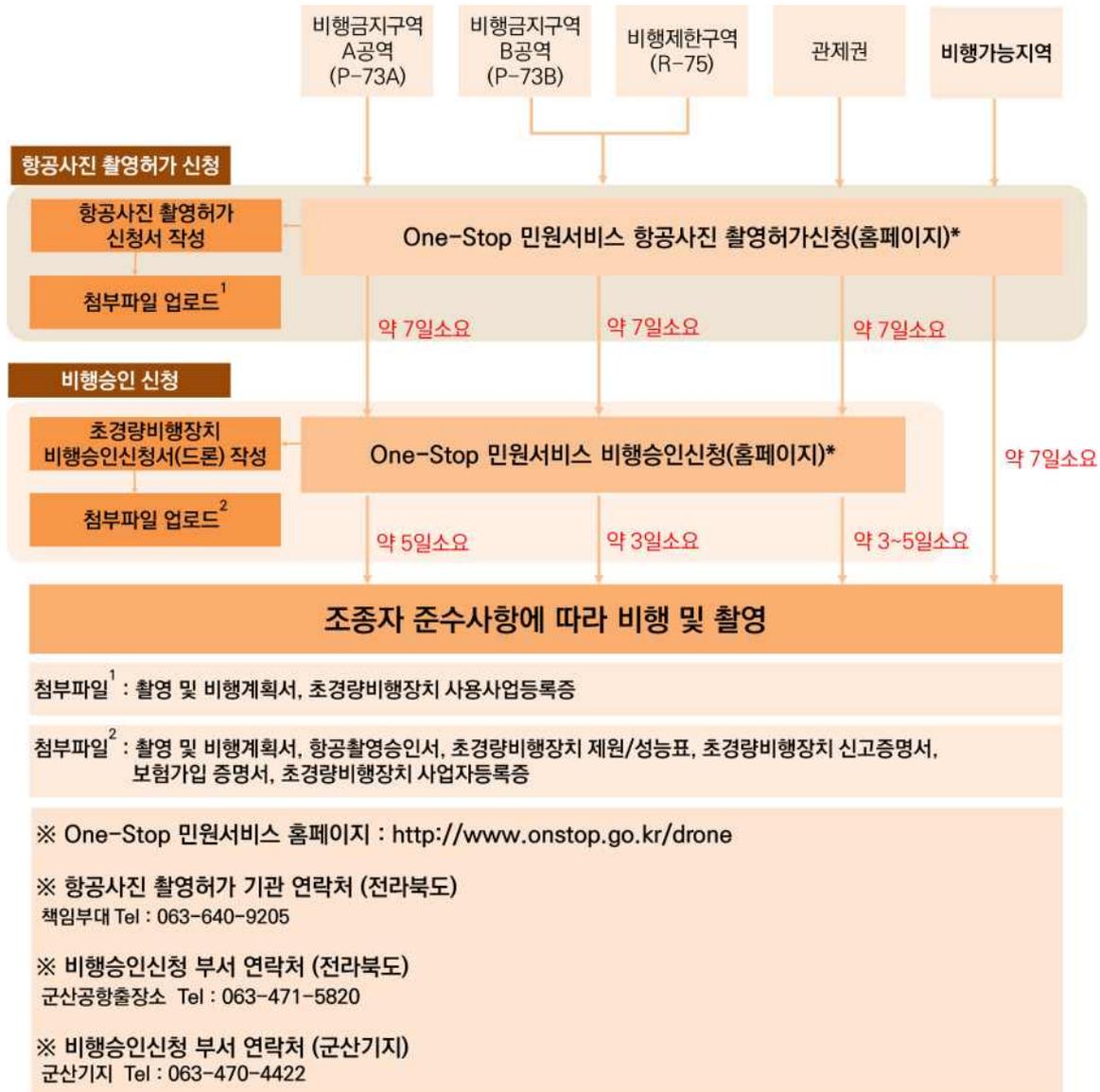
<표 3-9> 조사구 그룹 설정 및 비행 시뮬레이션



농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

현장답사를 통해 선정된 이·착륙 장소 사용을 위해 관련담당자 및 토지소유자에게 구두로 드론 촬영에 대한 상세한 내용을 설명하였고, 장소 사용협조동의를 얻어 최종적으로 사용 허가를 받았다.

항공사진 촬영허가 및 비행승인은 원스탑 민원서비스 홈페이지를 통하여 허가신청을 진행하였고, 절차에 의해 허가를 득한 후 촬영을 수행하였다.



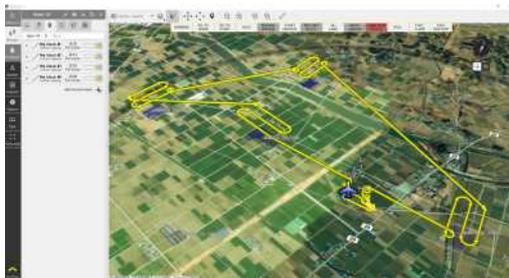
<그림 3-12> 촬영허가 및 비행승인 절차

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

3.5.2 조사구 무인항공촬영

본 연구에 활용한 무인항공기는 모두 자동항법시스템을 탑재하고 있으며 비행경로, 해상도, 중복도를 입력하면 자동으로 촬영을 수행한다. '3.4장 적정 촬영해상도 결정'에서 도출된 해상도(5cm/px)와 중복도(종60%/횡70%)를 비행제어 소프트웨어에 입력하여 촬영을 실시하였다. <표 3-10>에 무인항공기 기종별 현장작업사진 및 비행제어 SW를 제시하였다. 촬영을 통해 취득된 항공사진은 각 사진별로 비행 데이터와 연동하여 위치정보 및 자세정보를 추출하였고, 영상의 품질을 검토 하였다.

<표 3-10> 무인항공기 촬영

구분	고정의 무인항공기	회전의 무인항공기
촬영		
자동경로 비행 프로그램		

김제시의 경우 고정의 무인항공기는 총 177개소 중 173개소에 대해 촬영하였고, 43회의 비행으로 787분이 소요되었으며 4,029매의 항공사진을 취득하였다. 회전의 무인항공기는 4개소를 촬영하였고, 4회의 비행으로 18분이 소모되었으며, 273매의 항공사진을 취득하였다.

군산시 대상지역의 경우 모든 조사구를 고정의 무인항공기로 촬영을 하였고, 22회의 비행으로 329분이 소모되었으며, 1,617매의 항공사진을 취득하였다. 촬영결과를 <표 3-11>에 제시하였으며, 고정의 무인항공기의 조사구 1당 작업시간은 이동시간을 포함하여 평균 15분이 소모되었고, 회전의 무인항공기의 작업시간은 약 34분으로 나타나 고정의 무인항공기의 작업효율이 약 2배정도 우수한 것으로 나타났다.

<표 3-11> 촬영결과

항목	고정의 무인항공기	회전의 무인항공기
촬영일	18년 06월 20일 ~ 25일	18년 06월 20일 ~ 22일
조사구 수	235개소	4개소
총 비행횟수	65회	4회
총 비행시간	18시간 36분	18분
총 이동시간	29시간 31분	1시간 56분
총 사진매수	5,646장	294장
조사구 1당 비행시간	5분	5분
조사구 1당 이동시간	10분	29분
조사구 1당 사진매수	25매	68매
조사구 1당 총 작업시간	약 15분	약 34분

3.5.3 정사영상 제작

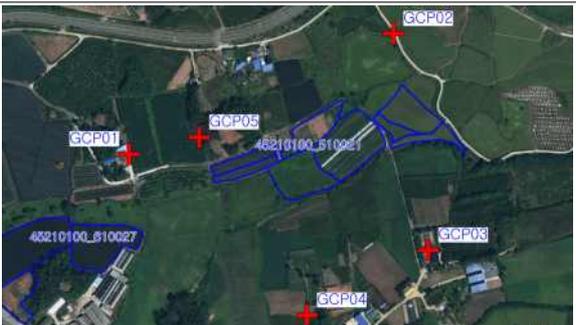
가. 항공영상 기반 지상기준점 추출

고정밀 GPS 측위가 가능한 고정익 무인항공기인 eBee Plus의 경우 지상기준점 없이 정사영상의 정확도가 확보되지만, 무인항공기와 라디오모뎀의 신호단절로 인한 영향으로 정확도가 떨어지는 경우가 발생한다. 본 연구에서는 고정익드론을 활용한 조사구 촬영 중 4개소에서 장애물에 의한 신호단절 현상이 나타났다. 한편 고정밀 GPS를 탑재하지 않은 회전의 무인항공기를 활용한 조사구 4개소에 대해서도 정사영상의 정확도를 확보하여야 한다. 이에 따라 지상기준점을 활용하여 정확도를 보완해야하는 조사구는 총 8개소(45210320_200661, 45210420_601201, 45210450_601473, 45210450_700644, 45210450_700698, 45210114_500021, 45210105_500057, 45210105_600081)로서 발주처에서 제공받은 항공정사영상으로부터 지상기준점 추출하여 영상처리를 통한 정확도 보정을 수행하였다.

지상기준점 추출은 범용 소프트웨어 'QGIS'를 사용하였으며, 항공정사영상과 무인항공 사진의 동일한 지점에서 식별이 용이한 위치의 좌표를 취득하는 방법으로 추출하였고 그 결과는 <표 3-12>~<표 3-13>에 제시하였다.

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

<표 3-12> 항공영상 기반 지상기준점 위치 및 좌표(고정익)

구분	45210100_510057		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	193233.284	357471.095	
GCP02	193534.259	357229.577	
GCP03	193353.530	357173.802	
GCP04	193098.149	357363.202	
GCP05	193249.495	357339.592	
구분	45210100_610081		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	193179.860	357155.125	
GCP02	193214.556	356874.213	
GCP03	193353.635	357173.742	
GCP04	193394.318	356934.013	
GCP05	193321.259	357072.632	
구분	45210100_510021		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	192860.759	358837.442	
GCP02	193230.779	359006.966	
GCP03	193279.800	358702.267	
GCP04	193109.796	358610.653	
GCP05	192958.856	358861.259	
구분	45210320_210661		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	183839.886	350639.431	
GCP02	183959.762	350588.086	
GCP03	183856.198	350433.363	
GCP04	183785.073	350478.617	
GCP05	183927.098	350509.990	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-13> 항공영상 기반 지상기준점 위치 및 좌표(회전익)

구분	45210420_611201		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	202864.287	351589.794	
GCP02	202847.676	351393.644	
GCP03	203047.363	351184.575	
GCP04	203101.163	351346.372	
GCP05	203024.020	351468.898	
구분	45210450_710644		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	200827.106	348144.668	
GCP02	200720.621	348213.182	
GCP03	200784.253	348230.305	
GCP04	200691.378	348307.779	
GCP05	200733.034	348385.254	
구분	45210450_710698		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	202268.787	348267.961	
GCP02	202196.843	348379.969	
GCP03	202207.957	348393.053	
GCP04	202096.913	348510.116	
GCP05	202113.078	348582.432	
구분	45210450_611473		지상기준점 위치
	X	Y	
GCP01	203638.618	347491.350	
GCP02	203519.253	347596.168	
GCP03	203554.002	347696.305	
GCP04	203752.831	347644.073	
GCP05	203717.017	347769.259	

나. 정사영상 제작

정사영상 제작은 드론 영상처리에 가장 널리 사용되고 있는 Pix4D Mapper를 이용하였다. 작업 순서는 <그림 3-13>에 나타난 것과 같이 ① 프로젝트 생성 ② GeoTag된 촬영사진 입력 ③ 지상기준점 매칭 ④ 항공삼각측량 ⑤ 정사영상 제작 ⑥ 결과데이터 확인까지 총 6단계 과정으로 이루어진다.

① 프로젝트 생성

프로젝트 생성은 촬영된 각 조사구별로 프로젝트를 생성하는 단계로 프로젝트 이름설정, 저장경로 설정, 프로젝트 병합 등을 설정하는 단계이다. 본 연구에서는 조사구를 기본단위로 하여 조사구 고유 아이디인 'REGRP_ID'로 구분하였다.

② GeoTag된 촬영영상 입력

항공사진에 대한 위치정보 및 자세정보를 이용하여 실제 촬영된 지점으로 이동시켜 정렬하는 과정이다. 대부분의 무인항공기 영상은 사진에 위치 및 자세정보가 들어 있지만 별도의 파일을 사용하여 위치 및 자세정보를 입력할 수 있다.

③ 지상기준점 매칭

영상의 정확도를 향상시키기 위한 필수작업으로 지상기준점측량의 3차원 좌표를 항공사진에 매칭하여 정확도를 개선하는 과정이다. 본 연구에서는 지상기준점이 필요한 8개 조사구에 대해서만 이 과정을 수행하였다.

④ 항공삼각측량

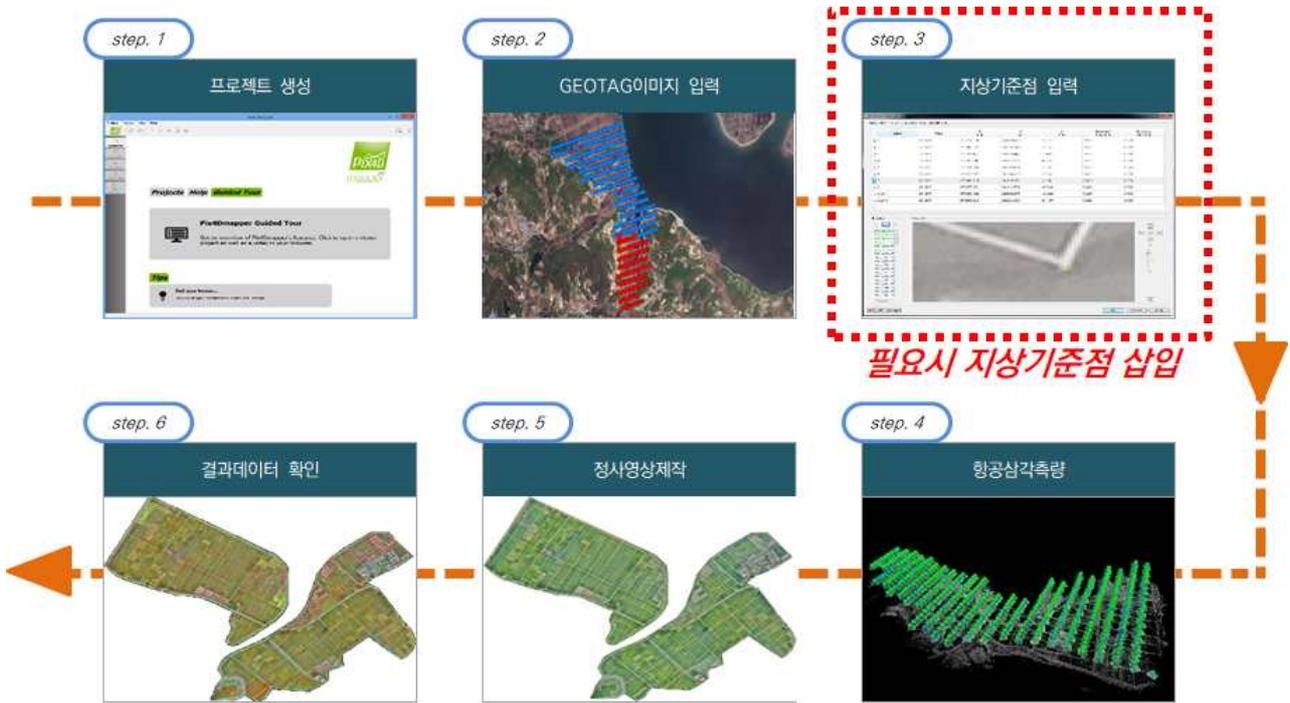
항공삼각측량은 사진별 위치정보와 자세정보에 기반하여 좌우사진의 공통점을 공액선상의 3차원 공간상에 매칭하게 함으로써 사진별 보정량을 계산하는데 무인항공기 영상에서는 SFM이라는 영상 매칭기법으로 무수히 많은 매칭점을 찾아 포인트 클라우드를 생성하고, 이러한 포인트 클라우드는 이후 정사보정에 필요한 DSM제작의 기초가 된다.

⑤ 정사영상 제작

항공삼각측량으로 추출된 포인트 클라우드를 바탕으로 각 포인트들을 매쉬 형태로 구축 후 기하 보정된 항공사진에 DSM을 보간하여 제작된다. 이때 영상의 형태 및 색상을 보정할 수 있으며 왜곡이 심한 경우 수동으로 편집 작업을 할 수 있다.

⑥ 결과데이터 확인

제작된 정사영상의 이미지 품질을 검사하고 조사구요도를 중첩하여 좌표계가 일치하는지 확인하는 과정으로 이미지 품질이 저하된 경우는 재촬영을 실시하고, 정확도가 확보되지 않은 경우 지상기준점 보정작업을 수행하여야 한다.



<그림 3-13> 정사영상 제작과정

3.5.4 정사영상 정확도 검증

가. 검증 개요

조사구 촬영에 활용한 ‘eBee Plus’는 고정밀 GPS가 탑재된 무인항공기로 지상기준점 없이도 정사영상의 위치정확도를 확보할 수 있다. 고정밀 무인항공기로 촬영된 235개의 조사구 중에서 비행 중 신호가 끊긴 4개소를 제외한 231개소는 별도의 정확도 보정을 실시하지 않고 영상처리를 수행하였다. 따라서 지상기준점을 사용하지 않고 제작된 231개소에 대한 정사영상의 신뢰성을 확보하기 위해 위치정확도 검증을 수행하였다. 정확도 검증절차는 <그림 3-14>와 같이 검증지역 선정, 대공표지설치, 검사점 측량, 무인항공촬영, 영상처리, 성과검증 순으로 진행하였다. 검증대상지는 라이브러리 구축 촬영 조사구 3개소에 대해 수행하였으며, 검사점은 영상의 가장자리와 중간부분으로 균일하게 배치하였고, 검증의 신뢰성을 향상하기 위해 검사점간 거리는 300m 이내로 선점하였다. <표 3-14>에 정확도 검증 촬영개요를 제시하였다.

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석



<그림 3-14> 정확도 검증 절차

<표 3-14> 정확도 검증 촬영개요

구분	45210430_601273, 45210430_601291, 45210380_700373	
조사구		
촬영일	2018년 07월 16일	
해상도(촬영고도)	4.0cm/px (170m/AED)	
촬영방식	Network RTK(VRS)	
중복도	횡방향 60%, 종방향 70%	
비행시간	15분	
사진매수	85장	
작업사진		

나. 검사점 측량

검사점은 조사구당 5점을 배치하여 총 15점에 대해 측량을 수행하였다. 정사영상에서 식별 가능한 지형이나 지물을 주로 이용하였고, 지형·지물을 사용할 수 없는 위치에서는 별도의 대공표지를 설치하여 관측하였다. 측량 방법은 네트워크 RTK(VRS)방식으로 하였고, UTM-K 좌표계로 성과를 취득하여 <표 3-15>~<표3-18>에 제시하였다.

<표 3-15> 검사점 측량



<표 3-16> 45210430_601273 조사구 검사점 위치 및 좌표

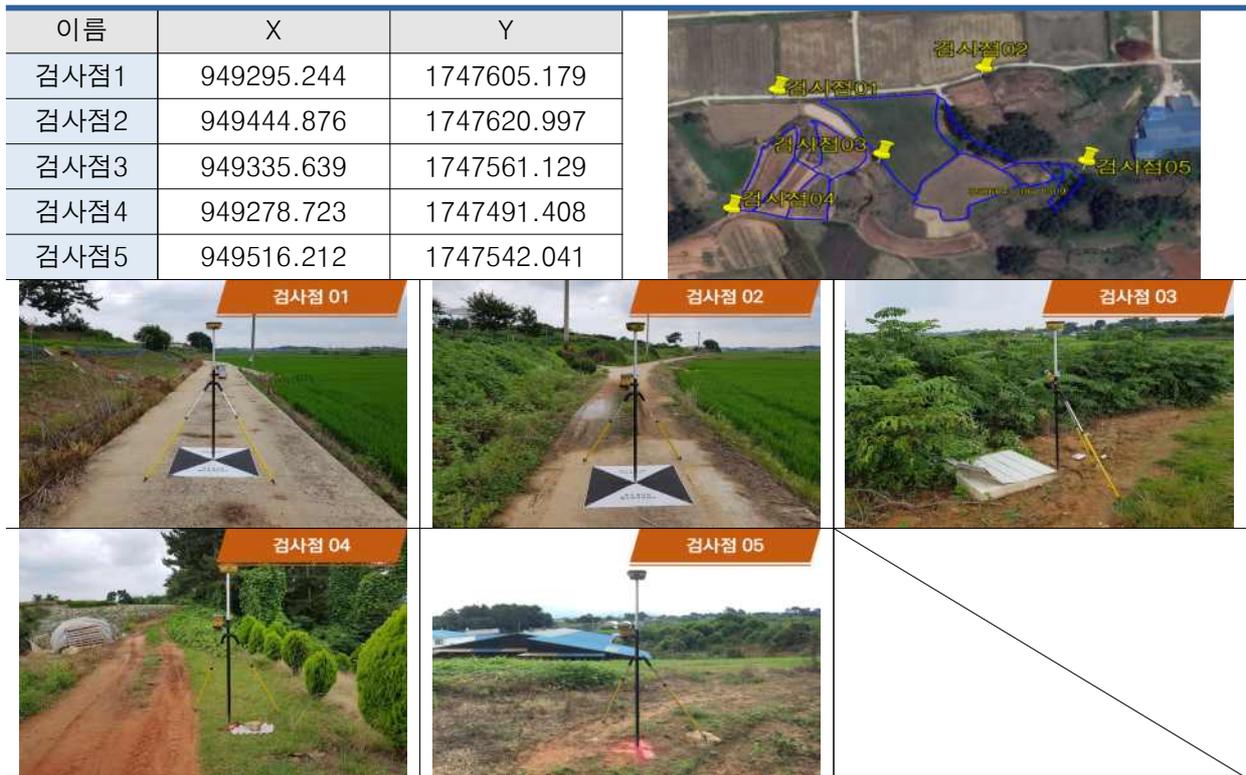
이름	X	Y
검사점1	951159.033	1748433.718
검사점2	951276.200	1748584.309
검사점3	951282.498	1748383.841
검사점4	951244.858	1748295.792
검사점5	951373.241	1748266.088

제 3 장 무인항공기 활용 월동작물 조사 가능성 분석

<표 3-17> 45210430_601291 조사구 검사점 위치 및 좌표



<표 3-18> 45210380_700373 조사구 검사점 위치 및 좌표



다. 검증 결과

단계별 영상처리 과정을 거쳐 정확도 검증을 위한 정사영상을 제작하였다. 검증 조사구에 대한 정사영상은 <표 3-19>에 나타내었다.

<표 3-19> 검증 조사구 정사영상 제작결과

45210430_601273	45210430_601291
	
45210380_700373	
	

위치정확도 비교는 상용 소프트웨어인 Global Mapper를 활용하였고, 정사영상과 측량 데이터를 중첩하여 위치오차를 계산하였다. 위치정확도 분석결과는 <표 3-20>~<표 3-23>에 나타내었다. 최대오차는 45210430_601273의 검사점2에서 10.7cm로 나타났고, 이를 제외한 나머지 검사점의 위치오차는 10cm 이내로 나타났다. 평균 및 표준편차 범위도 ‘항공사진측량 작업규정’의 평면기준점 오차의 한계 범위(도화축척 1/1000~1/1,200 적용, 표준편차 $\pm 0.1m$)를 만족하는 것으로 나타났다. 위치정확도 검증결과를 바탕으로 모든 조사구의 정사영상은 허용오차 범위를 만족하는 것으로 판단되어 조사구 요도 작성을 실시하였다.

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

<표 3-20> 위치정확도 검증결과

구분	위치오차 (cm)		
	45210430_601273	45210430_601291	45210430_601273
검사점 1	3.7	4.5	5.4
검사점 2	10.7	7.2	5.9
검사점 3	4.5	3.7	8.3
검사점 4	4.9	3.0	5.0
검사점 5	3.3	1.3	6.3
평균오차	5.4	3.9	6.2
표준편차	3.0	2.2	1.3

<표 3-21> 45210430_601273조사구 위치정확도 검증결과

검사점 1			검사점 2			검사점 3		
								
구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)
측량 좌표	951159.033	1748433.718	측량좌표	951276.200	1748584.309	측량 좌표	951282.498	1748383.841
정사영상 좌표	951159.035	1748433.755	정사영상 좌표	951276.265	1748584.394	정사영상 좌표	951282.493	1748383.886
위치오차(cm)		3.7	위치오차(cm)		10.7	위치오차(cm)		4.5
검사점 4			검사점 5			/		
								
구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)			
측량 좌표	951244.858	1748295.792	측량 좌표	951373.241	1748266.088			
정사영상 좌표	951244.906	1748295.802	정사영상 좌표	951373.266	1748266.067			
위치오차(cm)		4.9	위치오차(cm)		3.3			

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-22> 45210430_601291 조사구 위치정확도 검증결과

검사점 1			검사점 2			검사점 3		
								
구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)
측량 좌표	950159.299	1748019.262	측량좌표	950168.226	1747920.984	측량 좌표	950351.997	1747978.359
정사영상 좌표	950159.288	1748019.306	정사영상 좌표	950168.162	1747920.951	정사영상 좌표	950351.979	1747978.391
위치오차(cm)	4.5		위치오차(cm)	7.2		위치오차(cm)	3.7	
검사점 4			검사점 5			/		
								
구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)			
측량 좌표	950352.178	1747802.522	측량 좌표	950438.709	1747948.351			
정사영상 좌표	950352.188	1747802.494	정사영상 좌표	950438.699	1747948.343			
위치오차(cm)	3.0		위치오차(cm)	1.3				

<표 3-23> 45210380_700373 조사구 위치정확도 검증결과

검사점 1			검사점 2			검사점 3		
								
구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)
측량 좌표	949295.244	1747605.179	측량좌표	949444.876	1747620.997	측량 좌표	949335.639	1747561.129
정사영상 좌표	949295.238	1747605.233	정사영상 좌표	949444.846	1747621.048	정사영상 좌표	949335.630	1747561.212
위치오차(cm)	5.4		위치오차(cm)	5.9		위치오차(cm)	8.3	
검사점 4			검사점 5			/		
								
구분	X(m)	Y(m)	구분	X(m)	Y(m)			
측량 좌표	949278.723	1747491.408	측량 좌표	949516.212	1747542.041			
정사영상 좌표	949278.682	1747491.436	정사영상 좌표	949516.212	1747542.104			
위치오차(cm)	5.0		위치오차(cm)	6.3				

3.5.5 조사구요도 작성

세부조사구 요도는 현장조사 면적측정 업무의 효율성을 높이기 위해 작성되었으며, 종이 요도 및 전자요도의 기초로 활용되었다. 정사영상과 통계청에서 제공한 표본 조사구를 토대로 'QGIS' SW를 활용하여 작물의 패턴의 변화에 따른 경계를 구획하는 방법으로 수행하였다. 연구 초기에는 과년도 연구 결과의 일환으로 조사구 필지를 병합한 후 하나의 필지를 대상으로 구획을 하였다. 또한 영상에서 패턴구분이 가능한 모든 식재작물별로 면적을 분할하여 요도작성을 수행하였다. 하지만 이를 토대로 제작한 종이요도 및 전자요도를 토대로 2차례의 현장조사 결과 조사 시기 차이에 따른 구획면적의 차이가 발생한 경우와 더불어 수확, 새로운 작물재배, 개간, 산지폐기 등에 의한 구획면적 분할 및 병합작업 필요, 등 여러 문제점이 나타났다. 이에 조사구요도지침 마련의 필요성이 대두되었고, 수차례의 시행착오를 거쳐 '표본조사구요도 제작지침'을 마련하게 되었다.

가. 조사구요도 작성방법

정사영상을 QGIS에 불러온 후 표본조사구 SHP를 함께 중첩하여 제작하였다. 조사구요도 작성은 <그림 3-15>와 같이 ①SHP 불러오기, ②정사영상 불러오기, ③세부구획 실시, ④세부구획 완료, ⑤요도 형식 작성, ⑥조사구요도 완성 순으로 제작하였다.



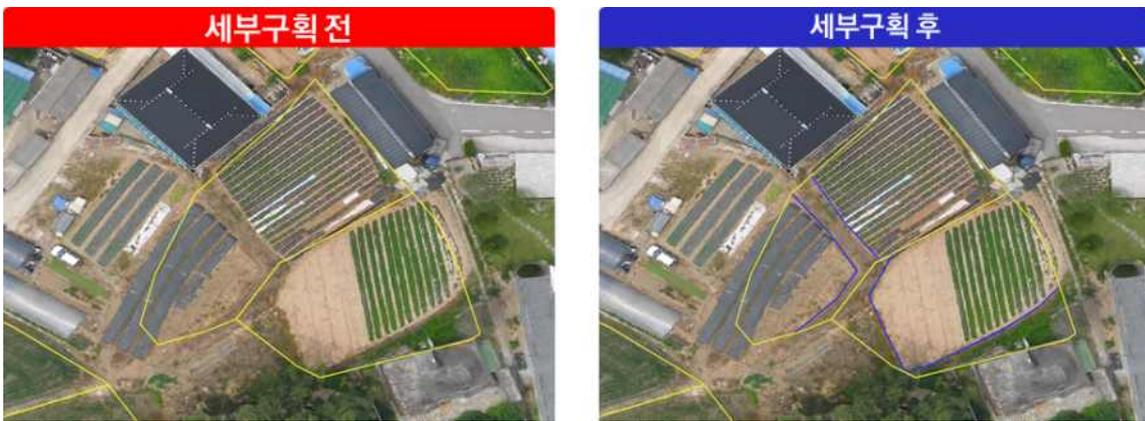
<그림 3-15> 조사구요도 작성순서

세부구획 시 축척은 1:250으로 설정하여 일관성 있게 구획을 실시하였다. <표 3-24>와 같이 'QGIS'의 객체 확인, 객체(들) 선택, 객체 추가, 객체 분할, 선택된 객체 병합과 같은 기능을 활용하였으며, 해당 기능은 단축키로 지정하여 신속한 조사구요도

작성을 수행하였다. 이를 토대로 <그림 3-16>와 같이 조사구별로 식재패턴에 따라 세부구획을 실시하였다.

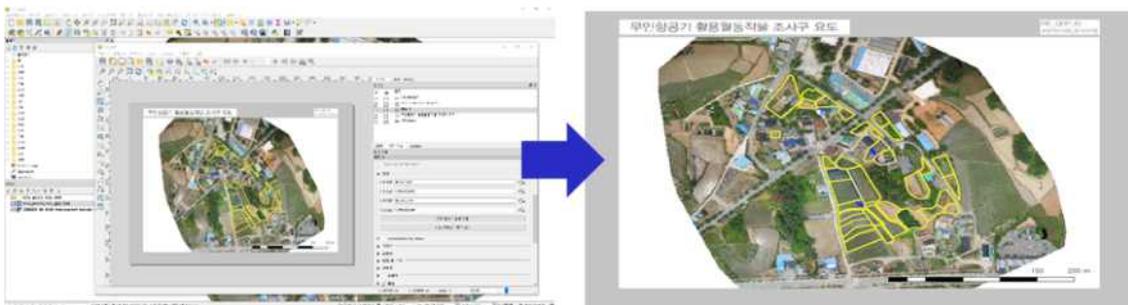
<표 3-24> 조사구요도 작성 기능

아이콘	액션	단축키
	객체 확인	1
	객체(들) 선택	2
	객체 분할	3
	선택된 객체 병합	4
	객체 추가	5



<그림 3-16> 조사구요도 세부구획 전·후

세부구획이 완료된 조사구 요도는 Layout Manager에서 레이아웃을 설정 후 조사구 위치를 설정하여 출력하여 현장조사에 활용하였다.



<그림 3-17> 종이요도작성 Layout Manager

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

나. 층화기준에 따른 세부구획 특성

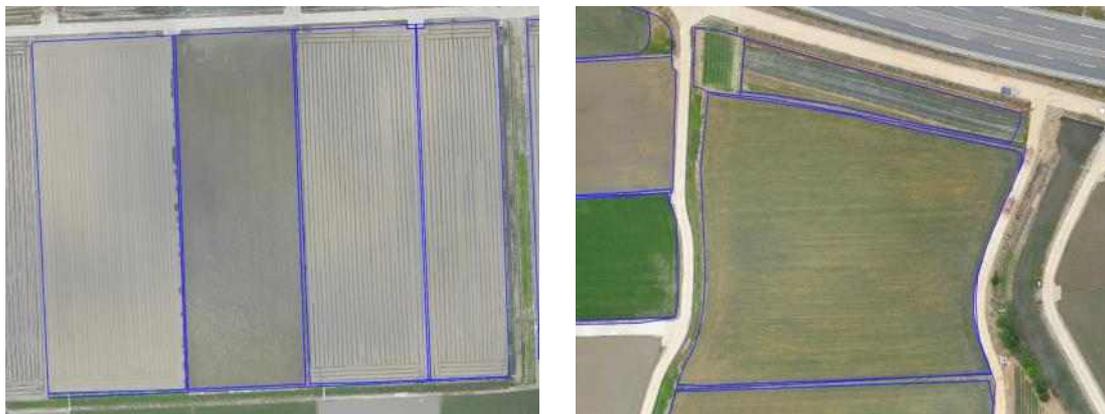
표본조사구는 <표 3-25>과 같이 논, 과수, 시설의 면적비율에 따라 제공근 누적도수 균등화 방법(Dalenius and Hodges)을 적용해서 7개 층으로 층화되어 있다. 이에 조사구 세부구획 단계에서 층화기준에 따른 작업난이도와 세부구획특성을 파악하여 보았다.

<표 3-25> 층화기준

층 구분		층화 기준
1층	논층1	논비율 100%
2층	논층2	75% ≤ 논비율 < 100%
3층	과수층	논비율 < 75% & 과수 ≥ 30%
4층	시설층	논비율 < 75% & 시설 ≥ 30%
5층	논층3	50% ≤ 논비율 < 75%
6층	밭층1	0% < 논비율 < 50%
7층	밭층2	논비율 = 0%

1) 1층(논층1)

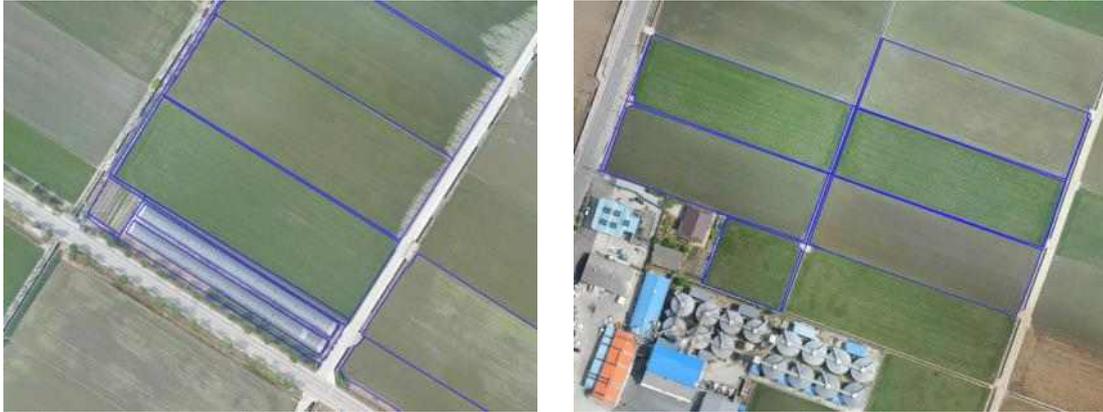
1층(논층1)은 논비율이 100%인 층으로 세부구획 작업이 가장 쉽다. 필지경계를 기준으로 실제 경지면적만 구획하고, 두렁은 별도로 분리 구획해준다. 1층은 대부분 단일경작 형태로 벼가 재배되고 있었으며 소수의 논에서는 콩을 재배하거나 밭으로 사용하는 경우도 있었다.



<그림 3-18> 1층(논층1)의 세부구획

2) 2층(논층2)

2층(논층2)은 논비율이 75% 이상, 100%미만인 층으로 세부구획 작업이 비교적 쉽다. 두령을 제외한 경지면적을 기준으로 구획을 하였다. 2층 역시 대부분이 단일경작형태로 벼가 재배되고 있었고, 일부는 시설과 밭이 있었다.



<그림 3-19> 2층(논층2)의 세부구획

3) 3층(과수층)

3층(과수층)은 논비율이 75% 이하이고, 과수가 30%이상인 층으로 세부구획 작업이 비교적 쉽지만 간작 및 혼작이 존재하는 경우가 있으므로 구획에 주의해야한다. 3층은 주로 과수와 조경수가 대부분이며 논벼와 밭작물이 혼재해 있었다.



<그림 3-20> 3층(과수층)의 세부구획

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

4) 4층(시설층)

4층(시설층)은 논비율이 75% 이하이고, 시설이 30%이상인 층으로 세부구획 작업이 비교적 쉽지만 시설과 두렁, 밭, 미재배면적 등 경계를 확실히 구분하여 구획하여야 한다. 4층은 단일경작, 혼작의 재배형태를 띄며 시설물과 논벼, 밭작물이 있는 것으로 나타났다.



<그림 3-21> 4층(시설층)의 세부구획

5) 5층(논층3)

5층(논층3)은 논비율이 50% 이상, 75%미만인 층으로 세부구획 작업 난이도는 보통이다. 논과 밭, 과수, 시설, 두렁 등 다양한 필지형태를 보이며, 이에 따라 각 필지특성에 맞게 구획 할 필요가 있다. 5층은 단일경작, 혼작, 간작 등의 재배형태가 다양하게 나타났다.



<그림 3-22> 5층(논층3)의 세부구획

6) 6층(밭층1)

6층(밭층1)은 논비율이 0%초과, 50%미만인 층으로 작업 난이도가 높은 편이다. 주로 밭이 대부분이며, 논과 과수, 시설, 두렁 등이 일부 존재한다. 6층은 필지에 따라 단일 경작과 혼작의 재배형태가 대부분이지만, 일부 간작도 존재하므로 구획에 주의할 필요가 있다.



<그림 3-23> 6층(밭층1)의 세부구획

7) 7층(밭층2)

7층(밭층2)은 논비율이 0%인 층으로 작업 난이도가 매우 높다. 주로 밭이 대부분이며, 과수, 시설, 두렁 등이 일부 존재한다. 7층은 주로 혼작의 재배형태를 나타내며 단일경작과 일부 간작도 존재하므로 구획을 세심하게 할 필요가 있다. 특히 일부 밭층에서는 패턴구분이 어려운 조밀한 간작도 존재하므로 현장조사로 보완할 필요가 있는 것으로 나타났다.



<그림 3-24> 7층(밭층2)의 세부구획

제 3 장 무인항공기 활용 일동작물 조사 가능성 분석

3.6 현장조사

3.6.1 1차 현장조사

가. 개 요

기존 보측과 목측에 의한 조사방법과 개편되어질 조사 방법간의 업무효율성을 분석하기 위해 <표 3-26>과 같이 조사대상 전체 조사구를 조사 방법 별로 구분하여 현장조사를 실시하였다. 조사방법은 크게 종이요도를 이용하는 방법과 태블릿 기반으로 개발하고 있는 전자요도를 이용하는 방법으로 구분되며, 종이요도는 다시 기존의 면적조사 방식을 이용하는 것과 작물별로 세부 구획된 요도를 이용하는 방식으로 구분하였다.

<표 3-26> 신·구 조사방법을 이용한 현장조사

조사구분		조사방법	조사대상
구(舊)	종이요도	기존 목측·보측에 의한 조사	군산시 소재 10개소
신(新)		종이요도 기반 세부조사구요도 활용	군산·김제 223개소
	전자요도	세부조사구요도 탑재 태블릿 PC기반 전자요도활용	군산·김제 6개소

기존 조사방법은 별도 영상처리가 필요 없는 항공영상, 나머지 세부조사구요도 활용, 전자요도 방법은 무인항공기 영상을 활용하였다. 영상처리 장비는 무인항공기로 촬영된 이미지를 정사영상으로 제작하기 위해 원활한 구동이 가능한 Work station과 PIX4D mapper 소프트웨어를 활용하였다. 세부 내용은 <그림 3-25>와 같다.

Work Station



구분	내용
저장장치	SSD : 256GB HDD : 1TB
메모리	DDR4 : 32GB
그래픽카드	GTX980 : 4096MB

영상처리 소프트웨어



구분	내용
제조사	Pix4D
소프트웨어 특징	항공삼각측량, 자동영상 정합, 3D포인트클라우드, 정사영상 제작, 수치표고모델 생성, 수치지형 모델 생성, 비디오제작 가능
출력파일	
정사영상	*.Tiff, *.png, *.kml
수치표면모델	*.Tiff, *.xyz, *.las, *.laz
3D모델	*.obj, *.ply, *.fbx, *.dxf, *.pdf
포인트클라우드	*.las, *.laz, *.ply, *.ascii

<그림 3-25> 무인항공기 영상처리 장비 및 소프트웨어

나. 현장조사 방법

1) 기존 조사방법

기존 조사방법은 조사구별 각 필지에서 재배되고 있는 전체 작물에 대한 종류를 파악하고, 작물의 면적을 목측으로 측정하는 방법이다. 목측을 활용한 현장조사는 업무를 신규로 수행하는 경우 면적측정 업무가 숙달되기 까지 오랜 시간이 필요하다. 현장조사에 투입된 인력은 현장조사 경험이 전무하므로 사전에 기본적인 지식을 습득할 필요가 있다. 이에 <표 3-27>과 같이 8월 28일 호남지방통계청 군산사무소를 방문하여 작물재배면적조사 방법에 대한 이론 및 실습교육을 받았다. 이론 교육은 조사개요, 조사대상작

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

물, 조사 방법 및 조사원칙, 조사시기별 조사요령, 현지조사 유의사항, 재배 내용별 조사방법 등에 대해 교육을 받았으며, 현장 실습을 통해 작물 관독 및 목측, 보측 조사방법, 기재방법 등에 대한 교육을 받았다. 이론과 실습교육을 토대로 기존조사방법을 활용하여 군산시 소재 조사구 10개소에 대한 현장조사를 실시하였다.

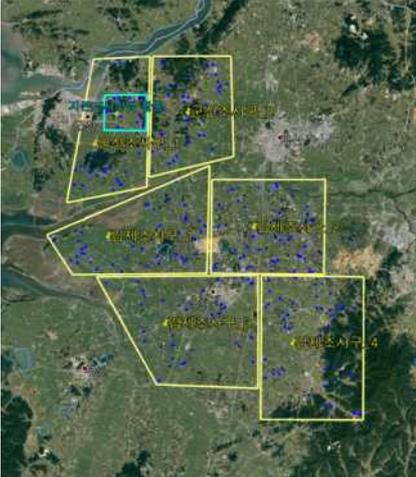
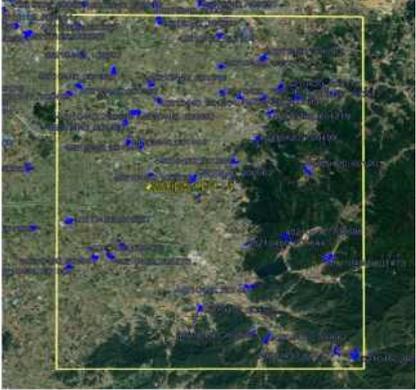
<표 3-27> 기존조사방법 교육

실내 이론 교육(기존 조사방법 총론)	실외 실습 교육(작물관독, 면적측정, 기재방법)
	

2) 세부조사구요도 활용 방법

세부조사구요도 활용 활용한 방법은 기존조사방법에 무인항공영상을 토대로 세부구획한 종이 요도를 활용하여 조사하는 방법이다. 무인항공영상 기반으로 식재패턴에 따라 세부구획이 완료되어 면적이 계산된 상태이므로 현장에서는 해당 면적에 재배되는 작물의 종류만을 파악하는 방식으로 현장조사가 간소화 된다는 장점이 있다. 반면, 무인항공영상과 조사시기의 차이가 발생하면 수확, 산지폐기, 신규작물재배, 용도변경 등의 사유로 인하여 구획된 면적을 수정해야한다는 단점도 있다. 세부종이요도를 활용한 방법은 김제 및 군산 소재 조사구 223개소에 대해 실시하였다. 세부종이요도 방법은 상대적으로 조사 대상지가 많아 <표 3-28>과 같이 현장투입 인원에 따라 조사구를 1인당 30~60여개로 조사구를 분배하였다. 현장조사자는 분배된 조사구를 토대로 지적도를 활용하여 조사구 대표필지에 대한 지번정보를 획득하였고, 행정경계를 기준으로 조사구 리스트를 제작하였다. 다음으로 포털지도를 활용하여 처음으로 현장조사를 수행할 조사구를 확인하였고, 인접 조사구로의 이동 동선을 체크하여 중복된 경로를 피하는 방법으로 경로를 설정하였다. 또한 자체적으로 세부구획 확인, 종이요도 구획 및 수정 방법, 작물기입 요령, 식물도감 숙지, 등에 관한 사전교육을 실시하였다.

<표 3-28> 조사구 분배 및 경로 설정

조사구 분배	조사경로 설정
	 <pre data-bbox="900 730 1316 815"> 45210450.601545→45210450.601527→45210450.700662→45210450.601509→ 45210450.601491→45210456.601473→45210430.601273→45210430.601275→ 45210430.501237→45210450.700644→45210450.700698→45210450.601473→ 45210430.106266→45210420.501201→45210420.601201→45210420.700489→ 45210420.700489→45210420.601219→45210420.700536→45210420.202112 </pre>

3) 전자요도 방법

전자요도를 활용한 방법은 태블릿 PC를 활용한 조사방법으로 기존조사방법에 무인항공영상을 토대로 세부구획한 전자 요도를 활용하여 조사하는 방법이다. 세부종이요도 대신 구획된 전자요도를 활용하며, 구획된 면적에 재배되는 작물의 종류만을 입력하면 된다. 현장조사가 간소화 된다는 장점이 있고, 조사시기의 차이에 의한 구획변경사유가 발생해도 현장에서 면적의 분할이나 폐합이 가능한 장점이 있다. 반면, 태블릿 PC를 현장조사 중 항상 휴대해야하고, 배터리 문제, 기능숙지 등의 문제점이 발생하는 단점도 있다. 전자요도 방법은 김제 소재 조사구 6개소에 대해 실시하였다. 현장조사 전에 자체적으로 전자요도 기능, 구획 및 병합 방법, 작물기입 방법, 식물도감 숙지, 등에 관한 내부 교육을 실시하였다.

<표 3-29> 전자요도 방법 활용

전자요도 활용 현장조사	현장 메모기능 활용
	

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

다. 현장조사 결과

1) 기존조사 방법

아래 <표 3-30>의 기존조사 방법 현장조사 소요시간은 평균 24분, 면적 및 작물 정보를 단순 표에 입력하는 시간은 평균 7분, 한 개 조사구 당 총 평균 31분 소요되는 것을 확인할 수 있었다. 기존조사 방법의 결과 입력 시 다른 2가지 방법과 달리 경계 구획을 통한 면적정보 획득이 아니라 사전 종이요도에 있는 면적정보를 활용하여 별도 프로그램을 통한 구획 작업을 하지 않아 다소 결과 입력시간이 빠르게 측정 되었다.

목측으로 면적 및 속성정보를 기입하여 다소 간편하였지만 정확한 면적 정보가 아니며 신입 조사자의 경우 작물 정보 및 목측에 익숙하지 않아 숙련자와 조사시간 및 신뢰도 차이가 발생할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 종이지도 및 대장으로 유지되어 세부적인 속성정보의 전산화가 이루어지지 않아 별도 속성정보입력 작업을 해야 하는 단점이 있었다.

<표 3-30> 기존조사 방법 요약 결과

NO	조사구	주소	현장조사 소요시간	결과 입력시간
1	성산면 고봉리 7층0182조사구	고봉리 44-19	00:40	00:15
2	성산면 고봉리 5층0364조사구	고봉리 255-4	00:15	00:05
3	성산면 고봉리 2층1151조사구	고봉리 600	00:20	00:07
4	개정면 아동리 5층0299조사구	아동리 682-3	00:22	00:08
5	개정동 7층0010조사구	개정동 316-1	00:53	00:16
6	개정동 3층0002조사구	개정동 282-40	00:30	00:06
7	개정면 아동리 4층0041조사구	아동리 123-6	00:25	00:05
8	개정면 발산리 2층1039조사구	발산리 337-8	00:29	00:08
9	개정면 발산리 6층0309조사구	발산리 654	00:07	00:02
10	개정면 아동리 1층4117조사구	아동리 154-1	00:02	00:01
평균			00:24	00:07

2) 세부조사구요도 활용 결과

세부조사구요도 활용한 조사는 총 223개소에 대해 수행하였으며 6명이 투입되었다. 1인 당 약 40여개의 조사구를 조사하였으며, 조사 후 QGIS를 활용하여 경계 구획 및 속성정보 입력은 10개소 실시하였다, “<부록 2> 세부조사구요도, 전자요도 활용 결과”와 같이 1개소 당 평균 27분의 영상처리 시간과 18분의 현장조사 시간이 소요되며 결과 입력 평균 시간은 22분으로 조사구 1개당 총 평균 75분 정도 소요되었다. 고품질 무인항공기 영상 기반으로 작물면적을 세부 구획하여 면적측정결과 객관성이 향상되는 장점이 있지만,

조사한 내용을 전자정보로 이기하는 실내작업이 추가적으로 발생한다는 단점이 있었다. 또한 혼작이 즐비한 작은 면적의 밭에서는 작은 종이도면으로 세부적 구획이 어려웠으며, 종이지도는 쉽게 손상가능 하여 수기 작성 전 손상으로 인한 전자정보로 입력 오류 발생 가능성이 있는 것으로 나타났다.

3) 전자요도 방법 결과

“<부록 2> 4.전자요도 방법 세부결과”와 같이 전자요도 방법은 영상정보 처리 평균 22분, 조사/결과 입력결과 시간은 19분으로 1개 조사구 당 총 평균 41분 정도 소요되었다. 기존방법에 활용하지 않은 무인항공기 영상처리 시간을 제외한다면 가장 신속하고 정확한 방법이 될 것이다. 장점으로 현장에서 조사/결과 입력이 동시에 가능하여 현장조사자의 작업에 효율적이며, GPS를 활용하여 조사자 위치를 쉽게 찾아 혼선을 예방할 수 있다. 또한 정보공유가 쉽고 간편하여 다양한 통계분석에 활용이 가능한 것으로 나타났다. 별도의 실내작업이 필요치 않아 현장에서 모든 작업의 완료가 가능하지만 현장에서 세부 구획 면적의 편집(병합, 분할)으로 인한 작업시간이 증가할 수 있는 것으로 나타났다.

3.6.2 2차 현장조사

가. 개요

2차 현장조사에서는 작성된 세부조사구요도의 현장 사용 적절성과 개발 중인 전자요도 시스템 등 연구 진행 단계에서 오류 및 개선사항 확인, 무인항공기 영상 대비 기타 영상(위성, 항공영상)의 활용 가능성에 대하여 현장 점검을 통하여 검증하기로 하였다.

먼저 현장조사 일시와 대상은 2018년 10월 23일부터 25일, 총 3일간 김제시 일원 22개 조사구로 선정하였으며 전자요도에 활용 가능한 다양한 영상정보{위성영상(아리랑 2호 1m급, 아리랑 3호 0.7m급, 아리랑 3A호 0.5m급, 「항공우주연구원, 2018」), 항공영상(0.25m급, 「국토지리정보원, 2017」), 무인기영상(0.05m급, 「자체촬영, 2018」)}와 선 작업된 세부조사구요도 자료를 확보하였다.

주요 점검 내용으로는 첫째, 위성영상, 항공영상, 무인기영상을 전자요도에 각각 탑재하여 농업면적 표본 조사구에 대한 각 층별 적정 활용성을 점검하는 것으로 무인항공기 영상이 시의성이나 해상도 측면에서 가장 우월한 것은 사실이나, 고비용성의 단점을 보완하기 위해 기타 영상의 혼합 활용을 고려해 볼 필요가 있어서 영상 별 세부조사구요도를 작성하여 층 별 우선 활용 영상 결정 등을 도출하고자 수행하였다.

둘째, 복잡필지(간작, 혼작) 내 소규모로 다양하게 재배되는 작물의 적정 구획정도를 파악하는 복합필지 구획정도별 점검이다. 시의성이 가장 좋은 무인항공기를 이용하더라도 촬영시점과 조사시점간의 차이로 인한 재배양상의 변화가 복합필지의 경우에 특히 심한데 이러한 경우 구획에 기준을 어떻게 정할 것인지에 대하여 결정하여 현장 업무 최소화를 위해 전자요도를 활용한 현장조사가 이루어졌다.

셋째, 전자요도에서 측정한 거리, 면적 등 정량정보의 정확도를 현장 실측을 통해 검증하였다. 개발 중이던 전자요도의 측정 기능이 어떤 전산 오류로 실제 거리, 면적과 일치하지 않는다면 작물재배면적조사의 신뢰성이 크게 저하되는 사항으로 꼭 현장테스트를 통해 측정한 면적, 거리 등의 정량적 정보의 정확도에 대하여 검증할 필요가 있다. 예상되는 문제로 세부조사구요도 제작으로 생성되는 공간정보 속성을 가진 SHP파일은 전자요도에 탑재하기 위하여 기준좌표계 UTM-K에서 WGS84경위도로 변환되어 그 과정에서 오차나 혹은 오류발생의 소지가 있다. 따라서 검증 방법으로 전자요도의 거리측정과 면적측정 기능을 활용한 측정과 현장에서의 실측 정보와 비교함으로써 정량적 정보의 적정성을 파악하였다.

<표 3-31> 및 <그림 3-26>는 앞서 설명한 3가지 점검사항에 대한 현장조사 세부

내용 및 비교 대상 사진이다.

<표 3-31> 전자요도 활용성 점검을 위한 현장조사 세부내용

구 분	세부 내용	조사대상
영상 혼합 활용성 점검	해상도별 아리랑 위성영상, 항공영상, 무인기영상을 전자요도에 각각 탑재하여 농업면적표본 각 층별 적정 활용성 점검	각 층별 2개소
복잡필지 구획정도 점검	필지 내 소규모로 다양하게 재배되는 작물의 적정 구획정도 파악	8개소
전자요도 정량정보 측정 정확도 점검	면적 측정 정확도 점검	2개 조사구, 10개 비교대상



<그림 3-26> 전자요도 활용성 점검을 위한 현장조사 내용 사진

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

나. 점검 목적 별 대상조사구 현황

1) 영상 혼합 활용성 점검

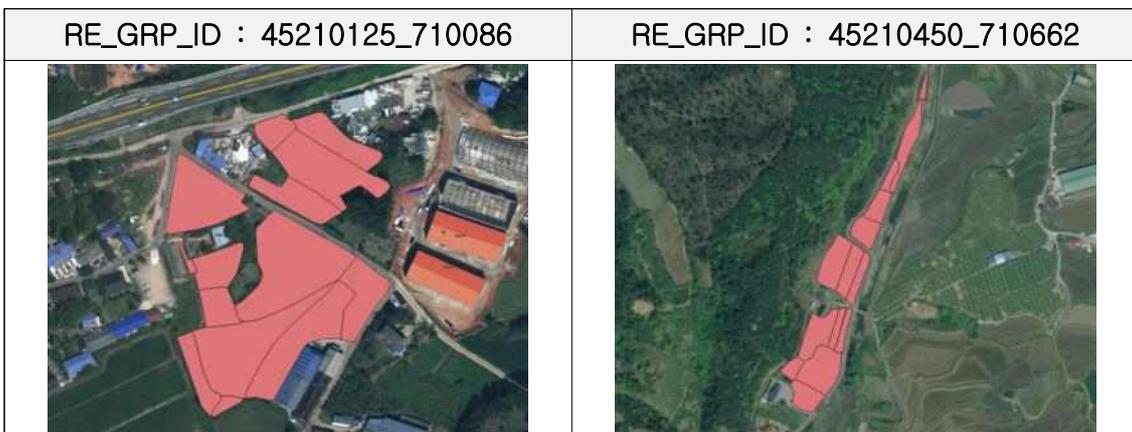
영상 혼합 활용성 점검을 위해 <표 3-32>, <표 3-33>에서 보는 바와 같이 전북 김제시를 대상으로 1~7층 각 2개 대표 조사구를 선정하였다.

층별 논, 과수, 시설, 밭 등 면적 비율이 다르고 특히, 1층의 경우 관독이 쉬운 논 작물 비율이 100%이므로 전자요도상 경계가 명확하여 저해상도 영상도 활용 가능할 것으로 판단된다. 현장조사를 통하여 이를 검증하고 다른 층 별 영상 활용 가능여부를 확인하기 위해 층 별 대상조사구를 설정하였다.

<표 3-32> 영상 혼합 활용성 점검을 위한 대상조사구

구 분	층수	조사구(RE_GRP_ID)	주소
1	1층	45210320_111539	전북 김제시 죽산면 종신리 698-4
2		45210320_112170	전북 김제시 죽산면 연포리 993-3
3	2층	45210400_211840	전북 김제시 성덕면 성덕리 872-1
4		45210420_212112	전북 김제시 금구면 산동리 337-5
5	3층	45210420_310049	전북 김제시 금구면 용지리 산 41-3
6		45210450_310063	전북 김제시 금산면 용산리 887
7	4층	45210460_410195	전북 김제시 광활면 창제리 1359-1
8		45210460_410361	전북 김제시 광활면 은파리 1699-17
9	5층	45210420_511201	전북 김제시 금구면 용복리 116-1
10		45210430_511273	전북 김제시 금산면 용산리 887
11	6층	45210420_611219	전북 김제시 금구면 월전리 429-3
12		45210450_611491	전북 김제시 금산면 쌍용리 91-1
13	7층	45210125_710086	전북 김제시 연정동 582-7
14		45210450_710662	전북 김제시 금산면 선동리 204-3

<표 3-33> 영상 혼합 활용성 점검을 위한 대상조사구 요도



<p>RE_GRP_ID : 45210420_310049</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210450_310063</p> 
<p>RE_GRP_ID : 45210460_410195</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210460_410361</p> 
<p>RE_GRP_ID : 45210420_511201</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210430_511273</p> 
<p>RE_GRP_ID : 45210420_601219</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210450_611491</p> 

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석



2) 복잡필지 구획정도 점검

복합필지는 밭의 비율이 큰 층인 6~7층에서 주로 발생하기 때문에 총 8개의 6~7층 조사구를 점검 대상으로 선정하였다.

<표 3-34> 복잡필지 구획정도 점검 대상지 세부 주소

구 분	조사구(RE_GRP_ID)	주소
1	45210420_710463	전북 김제시 금구면 산동리 506-4
2	45210420_710536	전북 김제시 금구면 용지리 435-1
3	45210420_710481	전북 김제시 금구면 대화리 260-9
4	45210420_710499	전북 김제시 금구면 금구리 40
5	45210450_611491	전북 김제시 금산면 쌍용리 91-1
6	45210450_611509	전북 김제시 금산면 구월리 119-1
7	45210450_710662	전북 김제시 금산면 선동리 202-1
8	45210450_611527	전북 김제시 금산면 금성리 6-1

<표 3-35> 복잡필지 구획정도 점검 대상지 요도

RE_GRP_ID : 45210420_710463	RE_GRP_ID : 45210420_710536
	
RE_GRP_ID : 45210420_710481	RE_GRP_ID : 45210420_710499
	
RE_GRP_ID : 45210450_611491	RE_GRP_ID : 45210450_611509
	
RE_GRP_ID : 45210450_710662	RE_GRP_ID : 45210450_611527
	

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

3) 전자요도 정량정보 측정 정확도 점검

전자요도에 있는 면적, 거리 측정 기능이 실제로 얼마나 정확한 것인지에 대한 현장 점검을 실시하기 위해 측정 대상을 전자요도의 영상이나 실제 현장에서 명확하게 측정 가능한 방지턱, 맨홀 경계, 주차선, 묘 등 선이 뚜렷한 총 10개 인공 구조물을 비교 대상으로 선정하였다.

<표 3-36> 면적측정 정확도 점검 대상지 세부 주소

구 분	조사구(RE_GRP_ID)	주소	비교 대상
1	45210420_511201	전북 김제시 금구면 용복리 116-1	방지턱(1, 2), 구조물(1, 2), 묘
2	45210420_611219	전북 김제시 금구면 월전리 429-3	맨홀 경계(1, 2), 주차선, 차선

<표 3-37> 면적측정 정확도 점검 대상지 요도

RE_GRP_ID : 45210420_511201, 방지턱(1)	RE_GRP_ID : 45210420_511201, 방지턱(2)
	
RE_GRP_ID : 45210420_511201, 구조물(1)	RE_GRP_ID : 45210420_511201, 구조물(2)
	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<p>RE_GRP_ID : 45210420_511201, 묘지(1)</p>	<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 맨홀 경계(1)</p>
	
<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 맨홀 경계(2)</p>	<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 주차선</p>
	
<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 차선</p>	<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 도로 바닥글 우측 길이</p>
	

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

다. 현장조사 결과

1) 영상 혼합 활용성 점검

위성, 항공, 무인항공기 영상정보를 전자요도에 탑재 가능하도록 14개 조사구에 대하여 타일링 작업과 각 영상에 대한 세부조사구요도를 작성 후 현장에서 작물 정보 입력, 재배면적 구획 및 분할 등 전자요도의 전반적인 기능을 사용하며 어떤 제약사항이나 영상품질에 따른 한계점 등 확인하고 각 층별 영상정보 활용 가능성을 분석하였다.

① 위성영상

위성영상의 경우 다른 영상에 비해 해상도가 낮아 작물 식별에 제한이 있었다. 특히 복잡필지를 대상으로 작물면적에 대한 구획 작업 시 육안으로 패턴 분석과 작물의 위치 또한 분간하기 힘들었다. 때문에 작물재배면적이 비교적 비 유통적 특성을 가지고 있고 경계선이 명확한 논이나 과수 지역은 활용 가능하지만 그 외 지역은 제한되어 활용 측면에서 1층만 가능하였다.

<표 3-38> 위성영상 전자요도 탑재 점검

논 지역 위성영상(일부 사용 가능)	밭 지역 위성영상(복잡필지 구획에 제한)
	

② 항공영상

항공영상의 경우 전자요도를 활용하여 모든 층에 대한 작물 조사를 할 수 있었다. 영상 촬영 시점이 평균 1~2년 전 영상을 활용하여 실사 재배 작물의 종류가 바뀌어도 작물 재배 지역에 대한 위치 확인 및 경계식별 등 전자요도에 구획 및 속성정보 입력에 큰 제약은 없었다. 개선 사항으로 다른 영상에 비하여 어두운 색상톤을 가지고 있

어 햇빛 등의 영향으로 밝은 지역에서 야외 작업 시 영상이 잘 안 보이는 현상을 보였다. 이는 현장조사 전에 별도 영상 보정처리가 필요한 것으로 판단된다.

<표 3-39> 항공영상 색상 보정 전·후 비교

항공영상 색상 보정 전	항공영상 색상 보정 후
	

③ 무인기 영상

무인기 영상의 경우 3가지 영상 중 높은 해상도와 최신성을 가지고 있어 전체 층에 대한 활용이 가능하였다. 항공영상에서도 식별 가능하지 못했던 밭 고랑까지 묘사되어 사용자가 쉽게 재배면적을 구획 할 수 있었다.(<표 3-40> 참조)

무인기 영상의 영상수집 방법은 현재 직접촬영을 통한 영상수급으로 가능하며 촬영 및 영상처리에 고정익 항공기로 1개 조사구당 약 15분 정도 소요된다. 하지만 영상 수집에 필요한 비용이 발생하며, 많은 조사구 촬영에 대한 촬영 시간, 영상 처리시간이 소모되어 경제적인 측면에서는 효율성이 다소 떨어진다.

제 3 장 무인항공기 활용 율동작물 조사 가능성 분석

<표 3-40> 유·무인 항공영상 전자요도 탑재 점검



결과적으로 층화 기준 별 영상 활용은 위성영상을 제외하고 유·무인항공기가 전체 층을 대상으로 활용 가능하였으며, 위성영상은 비교적 변화가 없는 논 지역에 제한적 활용이 가능할 것으로 판단하였다.(<표 3-41> 참조)

또한 경제적, 효율적 측면 등 고려하면 전반적으로 전자요도에 활용되는 영상은 국토지리정보원에서 무상으로 지원 받을 수 있고 현장에서 전자요도에 탑재하여 활용 가능한 적정 해상도를 가지고 있는 유인항공기 영상을 활용하고 지형, 작물 식재의 변화가 많이 예상되는 지역(주로 6~7층)을 무인항공기를 활용하여 해당 조사구를 직접 촬영하여 영상정보를 수집, 이용하고 위성영상은 보조 자료로 활용하는 것이 타당할 것이다.

<표 3-41> 층화기준별 영상 활용 가능성 분석

층 구분		층화 기준	활용 가능 영상
1층	논층1	논비율 100%	위성, 무인 및 유인항공기
2층	논층2	75% ≤ 논비율 < 100%	무인 및 유인항공기
3층	과수층	논비율 < 75% & 과수 ≥ 30%	무인 및 유인항공기
4층	시설층	논비율 < 75% & 시설 ≥ 30%	무인 및 유인항공기
5층	논층3	50% ≤ 논비율 < 75%	무인 및 유인항공기
6층	밭층1	0% < 논비율 < 50%	무인 및 유인항공기
7층	밭층2	논비율 = 0%	무인 및 유인항공기

2) 복잡필지 구획정도 점검

주로 6~7층 조사구에서 발생하는 복잡필지를 대상으로 전자요도를 활용하여 현장에서 식별 되는 단 1개의 작물이라도 무인항공기 영상과 세부조사구요도를 참조하여 구획 및 속성정보 입력하며 작업효율을 고려해 보았다.

<표 3-46>에서와 같이 다수의 작물이 재배되는 지역을 대상으로 작업결과 불과 약 4개월 전 영상임에도 불구하고 시계열적인 요인으로 인하여 현장에서의 식재 현황은 많이 달라져 있었다. 또한, 복잡필지에 대한 세부적인 필지 구획 시 <표 3-47>과 같이 재배면적 병합, 분리 등 편집이 필요한 경우가 다수 발생되었다. 업무적인 효율을 위해서 새로운 지침 혹은 최소 구획 기준이 필요하였다.

<표 3-42> 복잡필지 현황



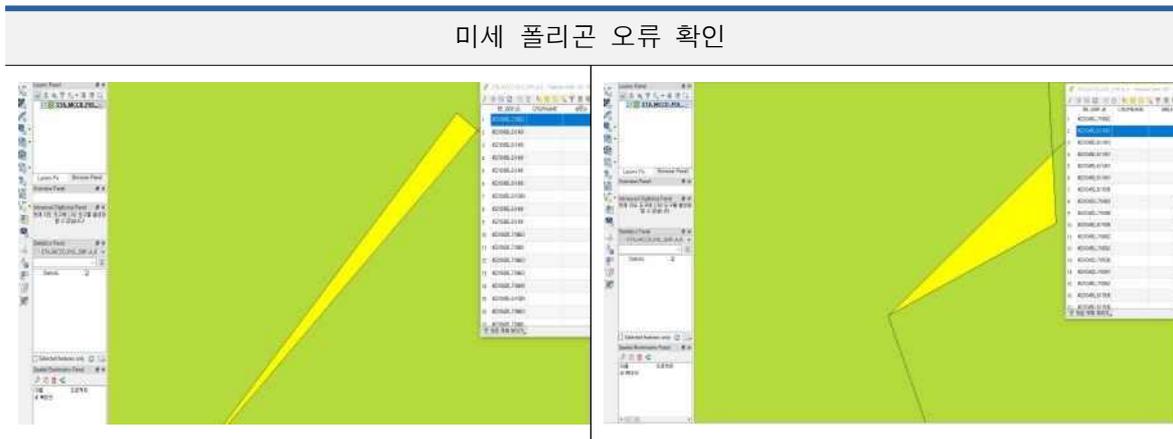
<표 3-43> 전자요도를 활용한 복잡필지 구획



제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

현장 작업뿐만 아니라 세부조사구요도 제작 시 너무 세부적으로 작물을 구획한다면 업무 증가와 현장에서 많은 작물 식재의 변화로 오히려 수정 편집에 시간이 소요되는 제약이 있어 현장조사자, 세부조사구요도 제작자의 의견을 수렴하여 구획 기준으로 25 m² 이하 면적은 병합 혹은 삭제하여 업무 효율을 고려하였다. 최소 구획 기준 설정 시 <표 3-44>와 같이 미세 폴리곤 오류를 감소시켜 자료의 정제효과도 얻을 수 있었다.

<표 3-44> 미세 폴리곤 오류 제거



또한 전자요도 시스템 개선으로 <표3-45>과 같이 전자요도 화면 좌측 메뉴에 “혼합 작물관리” 기능을 추가하여 기존 현장조사 방법인 작물 식재 비율로 입력하는 방법을 융합하여 사용자가 쉽게 작물명과 비율정보를 입력하여 구획 및 수정 등 별도 편집 작업 없이 쉽게 작물 정보를 입력하는 방안을 고안하여 시스템 기능사항에 추가하였다. 이 기능을 이용하여 두 가지 이상의 작물을 동일면적에 동시에 재배하는 간작, 혼작 입력이 가능하게 되었다.

<표 3-45> 기존 작물재배 조사 방법을 응용한 전자요도 시스템 기능 추가

기존 종이지도를 이용한 작물조사(면적, 비율 입력)	전자요도 시스템 기능 추가
 <p>The image shows a traditional survey method. On the left is a handwritten '작물재배면적조사표(양형)' (Crop Cultivation Area Survey Form) with columns for crop type, area, and ratio. On the right is an aerial photograph with orange lines outlining the surveyed fields.</p>	 <p>The image shows a screenshot of the '전자요도 시스템' (Electronic Survey System) interface. It features a map with a data overlay window showing crop area statistics: '농작물관리' (Crop Management) with '황지전체면적: 1225.34964271292㎡' and '황당면적: 1225.35㎡(100.00%)'. Below this, a table lists crop types and their areas: '올벼' (25%, 306.34㎡), '고구마' (15%, 183.80㎡), and '참깨' (60%, 735.21㎡).</p>

3) 면적 측정 정확도 점검

현장에서 실측한 자료와 전자요도 상 거리 및 면적측정 기능을 활용하여 취득한 자료를 비교·분석 하였고, 그 결과를 <표 3-46>~<표 3-47>에 제시하였다. 분석결과 거리에 대한 평균표준편차는 0.01m, 평균표준오차는 0.002m로 나타나 무인항공기 영상 품질에 대한 오차범위(0.1m) 이내로써 전자요도상의 정확도는 문제없는 것으로 판단 된다. 이는 전자요도 탑재를 위한 자료들의 기준좌표계 변환(UTM-K→경위도)에서도 시스템 오류 및 제한사항은 없다는 것을 의미한다.

<표 3-46> 면적 측정 정확도 점검

RE_GRP_ID : 45210420_511201, 방지턱(1)	RE_GRP_ID : 45210420_511201, 방지턱(2)
 <p>The screenshot shows a road crossing a field. A yellow and white striped crossing is highlighted. A measurement line is drawn across the crossing, showing a distance of 3.1m. The interface includes a sidebar with various tool icons and a top status bar.</p>	 <p>This screenshot shows the same road crossing from a slightly different angle. Two measurement lines are visible: one of 3.1m and another of 3.54m. The interface is consistent with the previous screenshot.</p>

제 3 장 무인항공기 활용 열동작물 조사 가능성 분석

<p>RE_GRP_ID : 45210420_511201, 구조물(1)</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210420_511201, 구조물(2)</p> 
<p>RE_GRP_ID : 45210420_511201, 묘지(1)</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 맨홀 경계(1)</p> 
<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 맨홀 경계(2)</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 주차선</p> 
<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 차선</p> 	<p>RE_GRP_ID : 45210420_611219, 도로 바닥글 우측 길이</p> 

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-47> 면적측정 정확도 세부 점검 결과

구 분	조사구(RE_GRP_ID)	주소	비교대상	전자요도 거리 및 면적	실측 거리 및 면적
1	45210420_511201	전북 김제시 금구면 용복리 116-1	방지턱1	거리 : 3.44m	거리 : 3.45m
2			방지턱2	거리 : 3.54m	거리 : 3.50m
3			구조물1	가로 : 1.49, 1.50m 세로 : 1.51, 1.50m 면적 : 2.25㎡	가로, 세로 : 1.50m 면적 : 2.25㎡
4			구조물2	가로, 세로 : 1.40m 면적 : 1.96㎡	가로, 세로 : 1.40m 면적 : 1.96㎡
5			묘1	가로 : 2.53, 2.50m 세로 : 1.39, 1.40m 면적 : 3.51㎡	가로 : 2.50m 세로 : 1.40m 면적 : 3.50㎡
6	45210420_611219	전북 김제시 금구면 월전리 429-3	맨홀 경계1	가로 : 1.31, 1.32m 세로 : 1.29, 1.30m 면적 : 1.71㎡	가로, 세로 : 1.30m 면적 : 1.69㎡
7			맨홀 경계2	가로 : 1.29, 1.29m 세로 : 1.39, 1.35m 면적 : 1.77㎡	가로 : 1.30m 세로 : 1.35m 면적 : 1.76㎡
8			주차선	거리 : 2.19m	거리 : 2.20m
9			차선	거리 : 0.74m	거리 : 0.75m
10			도로 바닥 우측 길이	거리 : 2.31m	거리 : 2.30m

3.6.3 표본조사구요도 제작지침

본 연구의 초기에는 ‘2017년 무인항공기 활용 작물재배면적 시험조사 연구용역’ 결과의 일환으로 조사구 필지를 병합한 후 하나의 필지를 대상으로 구획을 하였으며, 영상에서 패턴구분이 가능한 모든 식재작물별로 면적을 분할하여 요도작성을 수행하였다. 하지만 이를 토대로 제작한 종이요도 및 전자요도를 바탕으로 2차례의 현장조사 결과 조사 시기 차이에 따른 구획면적의 차이가 발생한 경우와 더불어 수확, 새로운 작물재배, 개간, 산지폐기 등에 의한 구획면적 분할 및 병합작업 필요, 등 여러 문제점이 나타났다. 또한 복잡필지(혼작, 간작)인 경우 현장작업 효율성을 높이기 위한 최소구획면적 기준을 마련하기 위해 조사구요도 제작지침의 필요성이 대두되었고, 수차례의 시행착오를 거쳐 ‘표본조사구요도 제작지침’을 마련하게 되었다. 표본조사구요도의 제작지침은 다음과 같다.

- ① QGIS 또는 ArcGIS등 공간정보 편집이 가능한 SW를 이용
- ② 조사구요도 공간정보와 영상정보(무인기, 항공, 위성)를 중첩하여 구획대상 필지 확인
- ③ 조사구 전체의 각 필지별 경계는 유지
- ④ 각 필지의 작물별 영상패턴 중 점유면적이 25㎡(5m × 5m)이상인 경우의 모든 작물에 대한 경계를 구획
- ⑤ 동일 작물 간의 이랑은 재배면적에 포함되도록 구획
- ⑥ 타 작물 간의 재배 간격 1m이내인 경우 작물 간 중심을 단선으로 구획
- ⑦ 필지 내에 여러 작물이 복잡하게 재배되고 있는 작물들은 구획대상에서 제외
(시계열 변화가 크기 때문에 현장에서의 편집량이 많음)
- ⑧ 영상에 그림자가 있는 경우 구획 대상에서 제외(현장에서 파악)
- ⑨ 영상에서 보안처리의 흔적이 발견되면 구획 대상에 제외
(기존 필지 경계와 영상정보가 지나치게 상이한 경우)
- ⑩ 조사구 각 필지 내 기타 시설물은 모두 구획
- ⑪ 전체 필지에 대한 구획 완료 후 위상오류 점검 실시

표본조사구요도 제작지침 활용 전과 후의 세부구획 결과를 <표 3-48>에 나타냈다. 지침 활용 전의 조사구요도는 모든 식재패턴의 구획으로 현장조사 시 면적분할, 병합의 과정에 조사시간이 많이 소요되지만 지침 활용 후의 조사구요도에서는 이러한 과정을 최소화 하여 현장조사 시간을 많이 단축 할 수 있을 것으로 기대된다.

<표 3-48> 표본조사구역도 제작지침 활용 전과 후의 세부구획 결과

표본조사구역도 제작지침 활용 전	표본조사구역도 제작지침 활용 후
	

3.7 무인항공기 활용 월동작물조사 가능성 분석 결과

월동작물조사를 위해 먼저 김제, 군산을 대상으로 조사구 총 324개소를 대상으로 위성영상(RapidEye)를 활용하여 선별하는 시도를 하였지만 공간해상도와 비닐멀칭 등의 이유로 실제 월동작물재배지와 동일하지 않았다. 결국 실제 동계 작물이 파악된 조사구 수는 265개소로 동계작물만을 대상으로 무인기를 운용할 경우 약 20%의 촬영 물량을 줄일 수 있을 것으로 예상되는데, 이를 가능하게 하려면 더 좋은 공간해상도를 가지고 있는 위성영상 등을 활용한 촬영대상조사구 선별에 관한 연구가 선행되어야 할 것이다.

하지만 위성영상을 단기간 내 수급하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 이전 년도의 11월 작물재배면적조사 결과를 기준으로 최초 작물재배조사를 위한 무인항공기 촬영 대상으로 선정한다면 연간 분기별로 실시하는 재배면적조사 중 조사규모가 가장 작고, 가장 먼저 실시하는 3월 조사에 마늘, 양파로 대표되는 동계작물 조사를 위한 현장업무의 부담을 줄일 수 있고, 이후 실시되는 조사에서도 다른 항공, 위성영상에 비해 시의성과 공간해상도 측면에서 더 나은 정보를 제공하므로 조사환경 개선이 가능할 것이다.

무인항공기의 적정 해상도는 2개의 테스트 베드 지역을 대상으로 실험 결과 비행시간과 영상처리시간, 전자요도에 탑재시 활용면에서 공간해상도 5cm가 적절하다 판단하였다.

무인항공기 활용 대상조사구 촬영 전 세부촬영계획수립시 비행금지구역에 고려해야 한다. 군산의 경우 조사구 26개소를 촬영하지 못하는 제약사항이 있었다. 그리고 조사구 촬영시 적절한 주로 활용되어야 할 기종으로 고정익으로 판단하였다. 고정익은 1회 비행으로 5cm의 공간해상도를 회전익에 비해 많은 영역의 촬영이 가능하여 간혹 장애물에 의한 신호단절 현상으로 영상처리가 불가능한 지역 혹은 이, 착륙 장소가 협소한 지역은 회전익 무인항공기를 활용하는 것이 효과적이다.

무인항공기로 촬영된 정사영상의 정확도 검증에서는 3개 조사구를 대상으로 15개 점에 대하여 RTK(VRS)방식으로 획득한 좌표와 정사영상의 좌표를 비교 분석하였다. 결과 평균 오차는 5.16cm, 표준편차는 2.16cm으로 ‘항공사진측량 작업규정’의 평면기준점 오차 한계 범위를 만족하는 것을 확인하였다. 따라서 무인항공기로 촬영된 영상은 정확도에서 문제 없이 활용 가능하다 판단된다.

세부조사구요도 작성은 통계청에서 수집한 표본 조사구를 토대로 작물의 패턴의 변화에 따른 경계를 구획하며 수차례의 시행착오를 거쳐 ‘표본조사구요도 제작지침’과 매뉴얼을 별도 제작하여 쉽게 세부조사구요도를 작성할 수 있도록 하였다.

1차 현장조사에서는 기존 조사방법과 앞으로 발전될 전자요도 및 세부조사구요도를 활용

하여 현장에서 직접 조사하며 업무효율성 분석을 하였다. 시간으로 동일한 조건(영상처리 시간 제외)으로 판단하면 전자요도를 활용한 방법이 면적에 대한 정확도의 신뢰성과 현장 조사 작업자의 업무효율이 가장 높게 나타났다.

2차 현장조사는 개발 중인 전자요도 시스템의 개선 및 오류 확인을 중점으로 테스트하였다. 영상 혼합 활용성 점검 결과 위성영상을 제외한 무인, 유인항공기 영상은 모든 층에서 활용 가능하였으며, 복잡필지는 최소 구획 기준(25㎡) 설정, 시스템 상 작물재배 면적비율 입력 기능을 추가하여 작업자의 과도한 업무 증가를 막고 업무 효율을 도모하였으며 추가로 미세 폴리곤 오류 현상을 동시 확인하여 자료의 정제효과를 얻을 수 있었다. 면적 측정 정확도 점검은 전자요도와 현장에서 길이, 면적 측정시 식별에 용이한 10개의 인공 시설물을 대상으로 비교 측정 결과 평균표준편차 0.01m, 평균표준오차 0.002m로 허용오차범위(0.1m) 이내로 전자요도 시스템의 공간 정확도는 문제없는 것으로 확인하였다.

전반적인 결과를 토대로 세부조사구요도 작성 전 무인항공기 활용 월동작물 조사 업무 흐름을 제시하면 먼저 통계청에서 제작된 작물재배면적 대상인 2만 2천개 표본 조사구 요도를 확보하고 이전 연도 11월 작물재배면적조사 결과를 기준으로 동계작물 현황을 대상으로 무인항공기 세부촬영계획을 수립한다. 대상지 사전 조사는 기존 항공, 위성영상을 토대로 지형 및 도로상황 등 촬영에 대한 전반적인 제반사항을 확인하며 필요시 현장답사를 포함한다. 비행 구역 확인은 비행지도를 통해 비행금지구역, 관제권을 확인하여 무인항공기 활용 여부를 판단하고, 촬영계획 수립 시 본 연구 결과를 토대로 고정익 무인항공기(eBee Plus)를 활용하여 2인 1조로 1일 39개 조사구를 촬영한 기준으로 필요 장비 개수와 인원, 촬영 코스 등 설정한다. 인허가 절차 검토는 현장출입, 이·착륙 장소, 촬영허가 및 비행승인 등 각종 인허가 절차나 필요시 현장 방문에 필요한 공문 요청 등 수행한다.

세부촬영계획수립이 완료하면 무인항공기 촬영을 실시한다. 대상지 현황을 고려하여 최적의 고도 및 영상 중복도를 입력하고 비행제어 프로그램을 통한 실시간 비행 안전 모니터링을 병행하며 비행 후 취득된 데이터 검토, 누락 등 확인한다. 영상처리 단계에는 촬영된 이미지를 정사영상으로 제작하고 성과물 품질검수(정확도, 누락지역 등)를 진행한다.



<그림 3-27> 무인항공기 활용 월동작물 조사 업무흐름도

제 4 장

전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

4.1 개 요

4.2 태블릿PC기반 전자요도 어플리케이션 개발

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

4.1 개요

현행 농업면적 통계조사 방법은 앞서 설명한 바와 같이 1974년 조사방법이 행정조사에서 표본에 대한 현장조사 방법으로 전환되면서 설정된 방법이다. 농업통계는 여러 통계조사 항목 중 유일하게 조사 대상이 논·밭인 대지조사 성격의 조사이며, 처음 현장조사가 시작된 1974년 당시에는 지적도가 현장의 논·밭 상황을 파악할 수 있는 거의 유일한 수단이었다. 따라서 당시에는 설계된 표본에 대한 현장조사를 위해 지적도의 필지경계 정보를 현장조사용 조사구요도로 구성하여 활용 하였으며, 이러한 조사환경은 2015년까지 유지되어져 왔다(<그림4-1> 참고). 지적도 상의 필지정보는 토지의 소유관계를 증명하기 위한 것이므로 실제 논·밭에서 이루어지는 경작상황과 일치하지 않을뿐더러 지적불부합 문제로 인하여 조사구 현황을 정확히 파악하는데 많은 어려움이 있었다.



<그림 4-1> 지적도 기반 조사구 요도(1974~2015)

이러한 조사환경은 2000년대 후반 아리랑 위성의 발사 성공과 디지털 항공촬영영상 등 원격탐사 자료 보급 확산을 계기로 점진적으로 개선되기 시작하였다. 2014~2015년 경지총조사 사업에서는 구축되어질 경지모집단의 각 필지정보를 항공영상과 위성영상으로 부터 추출하여 조사구 구성에 이용함으로써 지적도의 불부합에 따른 문제를 해소하였고, 추가적

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

으로 항공영상을 조사구의 배경으로 이용하게 함으로써 현장에서의 조사환경을 획기적으로 개선 시킨 바 있다(<그림 4-2> 참고). 이후 무인항공기 기술의 발달로 cm급의 초 고해상도 영상 활용이 가능하게 되어 조사구의 각 필지 내 이루어지는 작물별 재배 현황까지를 기본 조사구 정보로 활용할 수 있는 단계까지 발전하였다.



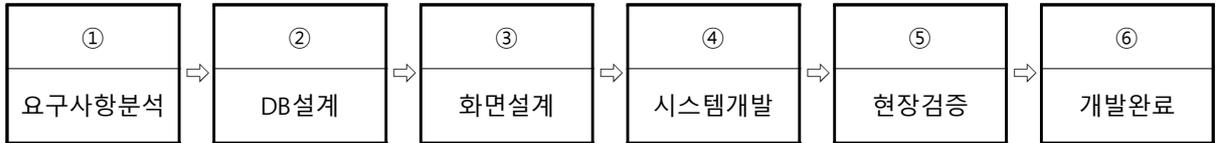
<그림 4-2> 항공영상 기반 조사구 요도(2016~)

그러나 현장에서 이루어지는 조사 방법은 여전히 종이로 인쇄된 요도를 이용해야 하며, 작물의 재배면적을 실측(보측·목측)을 통해 파악해야 하므로 엄밀하게 현장조사 업무 자체가 극적으로 개선되었다 할 수는 없다. 더욱이 최근의 공공분야 업무 대부분 자료가 디지털화 되어가고 있고 발달된 IT기술을 접목하면서 효율화 되어가는 추세와 비교하면, 1970 년대에 머물러 있는 현행 농업면적통계 현장조사 방법은 시급히 개선되어질 필요가 있다.

본 연구사업 전체의 목적으로 현장에서 이루어지는 조사방식 즉, 종ियो도의 이용과 실측에 의한 면적측정 방식에서 오는 문제점을 태블릿PC 기반의 GIS기술 이용과 이를 활용하기 위한 어플리케이션 개발로 조사방법 개선안을 제시하고자 한다.

4.2 태블릿PC기반 전자요도 어플리케이션 개발

태블릿PC기반 전자요도 어플리케이션의 기본 개념은 각종 영상정보와 2015년도 경지총조사 사업을 통해 SHP파일 형태로 공간정보화 되어 있는 조사구별 기초자료들을 태블릿PC에 탑재하고 이들을 GIS 및 ICT환경에서 운영하게 함으로써 현행 작물재배면적조사 방식의 단점을 개선하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 통계청에서 제시했던 요구사항을 분석하였고, 개발 단계별 현장점검을 통하여 도출되는 추가 요구사항을 반영하는 과정을 통해 전자요도 어플리케이션을 완성하였다. 전자요도 어플리케이션 개발 과정은 <그림 4-3>와 같다.



<그림 4-3> 전자요도 어플리케이션 개발 과정

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

4.2.1 요구사항분석

본 연구의 통계청 기본요구사항을 분석한 결과 개발되어야 할 어플리케이션의 형태를 다음과 같이 판단하였다. 조사자가 조사할 지역의 항공영상 및 고해상도 드론영상을 조사해야 할 현장조사 필지를 가공, 표현된 SHP 파일과 함께 태블릿PC의 SD카드에 탑재하여 NativeApp²⁾ 개발 방식으로 전자요도 어플리케이션을 활용하여 조사를 하는 것이 주된 목적이며, 현장 조사자들이 개발된 전자 요도 어플리케이션으로 조사를 원활하게 할 수 있도록 조사필지를 주소별로 추출하고 전자 요도 어플리케이션에서 정렬된 조사 리스트를 선택하는 것으로 조사를 시작할 수 있다. 조사 리스트에서 해당 조사구를 선택하면 어플리케이션 상의 지도 화면에 이미 탑재한 항공/드론영상위에 해당 필지가 폴리곤 형태로 중첩되어 표현되며 선택된 조사대상 폴리곤은 조사자에 의해 작물명, 면적 등 속성을 입력할 수 있으며, 공간정보의 편집이 필요하다면 분할, 병합과 같은 사용자의 편집·입력 기능에 따라 도형을 편집할 수 있어야 한다. 도형 편집 시 대상필지의 면적은 해당 필지에 자동 기입 되어야한다. 본 어플리케이션 개발에서 가장 중요하며 고난이도의 기능 중 하나는 속성의 편집 및 도형편집에 의해 수정된 raw³⁾ 데이터 혹은 공간정보 데이터는 최초 태블릿PC의 SD카드에 탑재한 파일에 즉각 수정, 반영해야 한다는 것이며, 이 기능을 위해 자체 공간정보편집 기능이 포함된 안드로이드용 자체 지도엔진 개발이 필수요소라고 판단되어진다. 사용자의 터치 조작으로 어플리케이션 화면에 표현된 조사필지 공간정보 도형의 면적, 거리 측정이 가능하여야 하며, 이 수치는 화면상에 바로 표현되어져야한다. 또한 조사자의 현장에서의 위치를 정확히 판단하기 위해 태블릿PC의 GPS를 이용해 현재 자신의 위치를 표시해야 한다. 조사가 완료된 정보들은 조사구/필지/작물별 등으로 집계되어 엑셀 형태의 파일로 SD메모리에 저장되어야 한다. 요구사항 분석결과 다른 어플리케이션을 이용하지 않고 개발된 단일 전자요도 어플리케이션으로 현장에서 조사되어 변형된 데이터의 기록이 요구사항의 핵심이라 할 수 있다. 기본 요구사항의 주요 내용은 <표 4-1>과 같다.

2) iOS, 안드로이드OS 등 각 OS에 맞는 언어로 앱을 개발(2016.1.3., 지형 공간정보체계 용어사전)

3) 디지털 카메라나 이미지 스캐너의 센서로부터 가공이나 압축없이 데이터를 가져와서 저장하는 파일 형식(두산백과)

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 4-1> 요구사항 주요내용

요구사항 번호	요구사항 명칭	주요 내용
PER-001	SD카드를 이용한 자료 활용	-어플리케이션 운영에 필요한 모든 영상 및 GIS정보는 SD메모리 카드에 저장하여 활용 #영상 및 GIS정보 활용을 위한 무선통신은 허용하지 않음
PER-002	주소(지번)정보 추출 및 정렬	-조사구별 공간정보(SHP)의 속성(dbf)에 포함된 PNU코드를 활용하여 각 필지별 주소(지번)정보 추출 -추출된 주소정보를 기반으로 조사구를 시·도/시·군/읍·면·동별 정렬
PER-003	대표지번 추출 및 지번정보 화면 표시	-조사구 내에 포함된 필지들의 면적을 비교하여 가장 큰 값을 갖는 필지의 면적을 조사구의 대표주소로 하고 이를 화면에 표시 -각 필지의 지번은 필지 별로 화면에 표시
PER-004	폴리곤 편집	-조사구별 공간정보(SHP)의 각 필지를 분할/병합하고 편집과 동시에 면적계산을 한 후 결과를 속성에 입력 -편집된 면적에 대해서는 별도의 속성(작물명)을 입력할 수 있도록 함
PER-005	작물명 부호(코드) 검색 및 입력	-조사대상 작물별 코드리스트는 사전에 내장 메모리에 입력 -검색된 부호는 dbf의 별도 필드에 입력
PER-006	면적/거리 측정 및 입력	-화면을 터치하여 면적 또는 거리를 측정할 수 있는 기능 -측정 결과는 GIS속성(dbf) 입력이 용이하도록 캐시메모리에 저장, 면적 측정 결과를 속성으로 입력 하면 해당 필지의 총면적은 입력 된 면적만큼 차감
PER-007	내위치 표시	-태블릿PC에 수신되는 GPS신호를 이용하여 화면상에 내위치를 표시 -내위치는 보정 결과를 표시하며, 보정되지 않은 위치는 화면상에 표시하지 않음
PER-008	조사표 정리	-조사결과를 조사구별/필지별/작물별로 집계하여 엑셀 또는 CSV파일로 저장 -조사표 결과는 SD메모리에 저장

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

4.2.2 데이터베이스 설계

전자요도 어플리케이션은 장비내의 SD카드에 탑재된 SHP 파일의 접근으로 구동된다. 이 공간정보를 포함한 SHP 파일은 개발되는 전자요도 어플리케이션에서 사용할 수 있도록 레이어명과 필드들이 확정/배치 되어야하며, 어플리케이션의 원활한 구동을 위해 현장 조사업무와 최대한 부합되도록 SHP 파일의 데이터베이스 설계를 하여야 하며 구조설계는 <표 4-2~4>와 같다.

전자요도 어플리케이션은 공간정보 SHP 파일형태인 두개의 레이어(표본조사구 정보, 현장조사정보)를 장비에 탑재하여 사용하며, 수정/편집이 이루어진다. 레이어 이름에는 STA_MCSD_POL, STA_MCCS_POL 이라는 단어가 꼭 들어 가야하며, 두 레이어간의 관계성은 다음에 나오는 레이어 속성정의표에 명시하도록 한다.

레이어 중 “FIELDID”와 같이 정의서 내용대로 대문자 표기로만 데이터베이스를 구축하여야 시스템의 오류를 방지 할 수 있다.

<표 4-2> 레이어 목록표

유형	레이어명	레이어설명
면형	STA_MCSD_POL	-표본조사구 정보
면형	STA_MCCS_POL	-현장조사 정보

* 레이어 명칭 설명

- STA_MCSD_POL (STAtisticsKorea MobileCropSampleDistrict Polygon)
[통계청 모바일작물조사 표본조사구 면형]
- STA_MCCS_POL (STAtisticsKorea MobileCropCropSurvey Polygon)
[통계청 모바일작물조사 작물현장조사 면형]

○ 레이어 속성정의서

- 표본조사구 속성정의서

<표 4-3> 표본조사구 레이어

구분	내용
레이어명	STA_MCSD_POL
레이어설명	표본조사구 정보
유형	면형

구분	항목정의	필드명	타입	비고
1	지적도PNU	PNU_R	VARCHAR	19
2	표본조사구 필지 PNU	PNU	VARCHAR	19
3	표본조사구 ID	RE_GRP_ID	VARCHAR	15
4	필지별 고유 ID	FIELDID	VARCHAR	9
5	시군구 코드	PNU_V	VARCHAR	10
6	조사구분	SURVEY	VARCHAR	10

항목정의	설명
지적도PNU	지적도의 PNU 코드
표본조사구필지PNU	표본조사구 내 각 필지의 고유 ID(PNU를 참고한 것)
표본조사구 ID	나의 표본조사구를 지칭하는 고유 ID(같은 RE_GRP_ID이면 같은 조사구) RE_GRP_ID 예)"4510410_701140"일 경우 앞7자리는 해당 조사구가 어느 시군구/읍면동에 속하는지를 구분하기 위한 것, 뒤6자리는 층번호 (1자리) + 조사구번호(5자리)로 구성됨 뒤6자리만 활용해서 "층번호(1자리) + 조사구번호(뒤에서 부터 4자리)"로 주소 다음에 (??층 ?????조사구)로 표현
필지별 고유 ID	조사 완료 후, 필지별/작물별 면적취합에 이용
시군구 코드	지적도 PNU 앞 10자리
조사구분	시스템상에서 조사에 대한 상태 및 구분값을 위해 사용 (최초 디비구축은 NULL 셋팅)

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

- 현장조사 속성정의서

<표 4-4> 현장조사 레이어

구분	내용
레이어명	STA_MCCS_POL
레이어설명	현장조사 정보
유형	면형

구분	항목정의	필드명	타입	비고
1	표본조사구 ID	RE_GRP_ID	VARCHAR	15
2	작물명	CROPNAME	VARCHAR	40
3	작물 면적	AREA	NUMBER	20
4	조사 특이사항	MEMO	VARCHAR	100
5	사진 파일명	P_FILENAME	VARCHAR	300
6	메모캡처 파일명	M_FILENAME	VARCHAR	300
7	작물코드	CROPCODE	VARCHAR	5
8	경작지구분	LANDCOVER	VARCHAR	5
9	조사자	RESEARCHER	VARCHAR	50
10	기타 작물명	ETC_CROP	VARCHAR	300

항목정의	설명
표본조사구 ID	하나의 표본조사구를 지칭하는 고유 ID(표본조사구의 RE_GRP_ID 와 매칭)
작물명	현장조사 결과 작물명
작물 면적	해당작물의 면적(폴리곤의 변경 병합 시 면적이 자동계산되어 기입됨)
조사 특이사항	해당 작물에 대한 특이사항
사진 파일명	현장사진의 파일명(다중일 경우 콤마(,)로 구분)
메모캡처 파일명	현장조사앱의 메모화면캡처 파일명(다중일 경우 콤마(,)로 구분)
작물코드	현장조사 작물의 코드
경작지구분	경작지구분 입력 : 1-논, 2-밭, 3-과수, 4-시설논, 5-시설밭
조사자	현장조사 저장시 조사자 입력(시스템 로그인시 사용자명 입력)
기타 작물명	하나의 표본조사구에 여러 개의 작물(면적포함)이 있을 때 공간데이터 편집 대신 여러 개의 작물을 입력예를 들어 작물명이 “감자-봄” (코드명=15211)이며 면적(AREA)이 3952.71일 경우 필드에 아래와 같이 표시됨 (여러 개의 정보는 콤마(,)로 구분됨) 15211(3952.71),14321(1134.32)

4.2.3 화면 설계

요구사항분석 결과 전자요도 어플리케이션의 화면설계 방향은 항공영상과 SHP 파일을 어플리케이션 시작과 동시에 로드(폴더 및 대상 파일 변경 시 설정버튼으로 변경)하여 주소로 정비된 조사구 리스트는 화면 좌측에 리스트 형태로 배치하고 항공 영상과 필지 공간정보가 표시되는 화면은 어플리케이션 화면상의 오른쪽에 배치하여 조사자가 어플리케이션의 화면 이동 없이 한 화면에서 불편함 없이 조작 가능하도록 화면 설계를 하였다.

조사자의 폴리곤 편집과 면적/거리 측정을 위한 버튼의 집합은 지도영역(어플리케이션 화면상 오른쪽)상단에 버튼 모음영역에 배치하였다. 폴리곤 편집과 면적/거리 측정 등 지도위에 조작하여야 할 기능은 어플리케이션 화면 위에 사용자의 터치와 즉각 반응하도록 하였고, 조사리스트의 정렬/검색 등 조사리스트가 배치된 왼쪽화면에 버튼모음으로 배치하였다. 본 어플리케이션 개발을 위해 요구사항으로부터 도출된 요구사항분석과 DB설계를 바탕으로 다음과 같이 화면 설계를 하였다.

<표 4-5> 화면설계 1

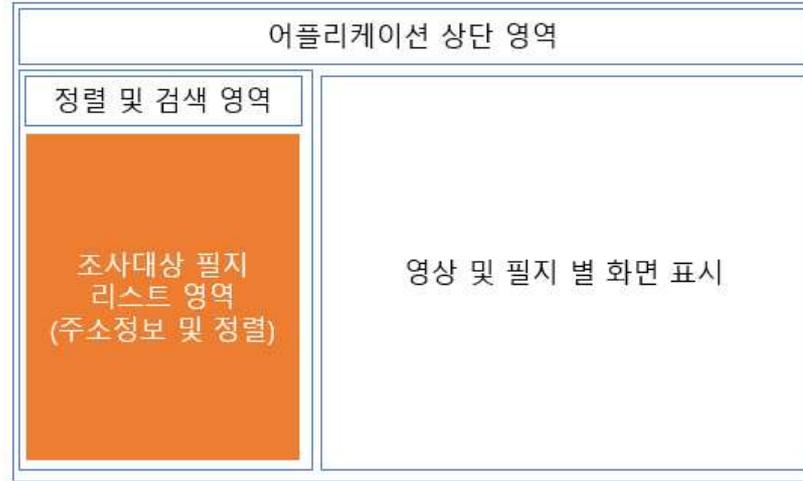
구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-001] SD카드를 이용한 자료 활용
화면설계 설명	SD카드에 탑재된 항공/드론영상과 SHP파일의 로드기능
화면 설계 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

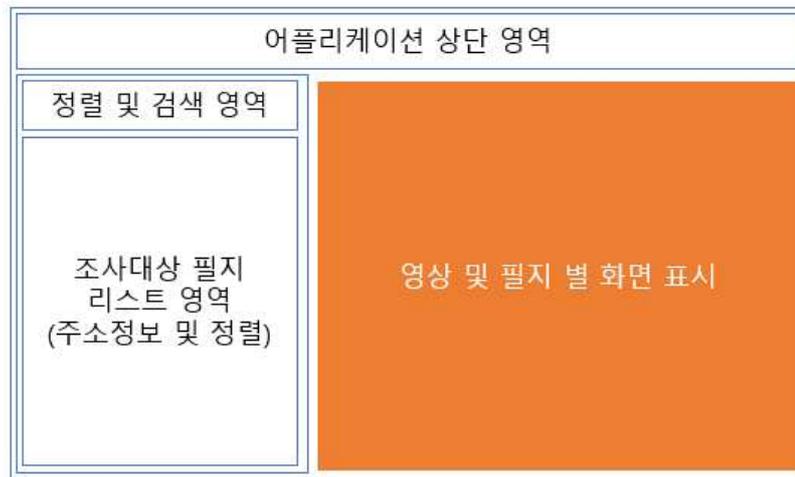
<표 4-6> 화면설계 2

구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-002] 주소(지번)정보 추출 및 정렬
화면설계 설명	조사대상 필지의 정보를 추출하여 화면상에 리스트 형식으로 표출/정렬한다.
화면 설계 화면	



<표 4-7> 화면설계 3

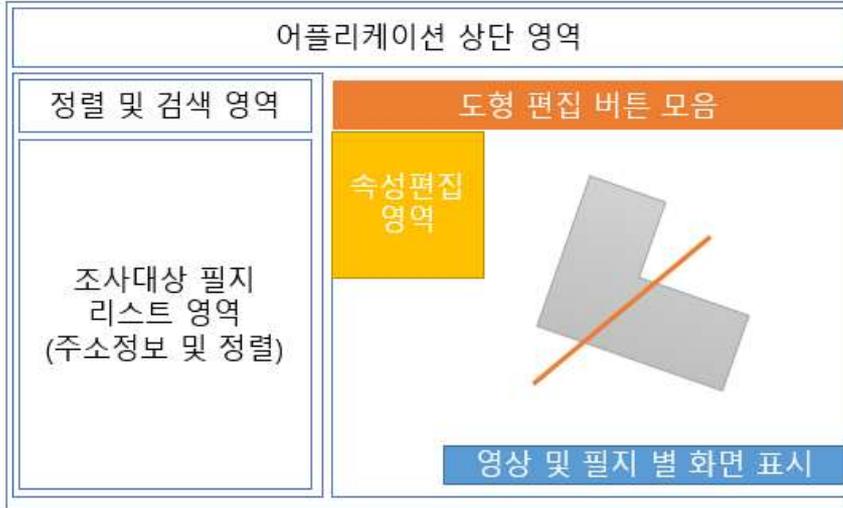
구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-003] 대표지번 추출 및 지번정보 화면 표시
화면설계 설명	선택된 조사구를 지도영역에 표시
화면 설계 화면	



<표 4-8> 화면설계 4

구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-004] 폴리곤 편집
화면설계 설명	[도형편집버튼모음]에서 공간편집형태의 버튼을 클릭하여 지도상의 나타난 폴리곤을 화면상 터치로 분할/병합 한다. [속성편집영역]에서 선택된 필지의 속성정보를 편집한다.

화면 설계 화면



<표 4-9> 화면설계 5

구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-005] 작물명 부호(코드) 검색 및 입력
화면설계 설명	속성편집 중 작물명의 검색 및 입력의 편의성

화면 설계 화면

어플리케이션 상단 영역

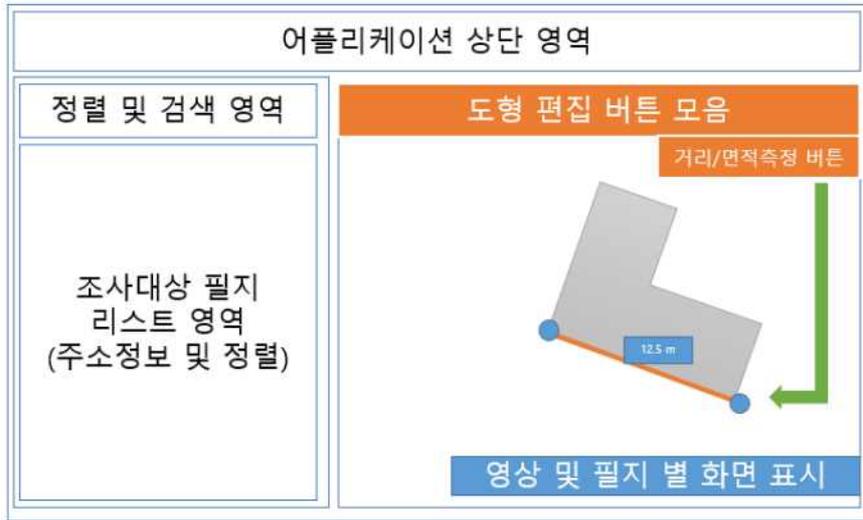


제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-10> 화면설계 6

구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-006] 면적/거리 측정 및 입력
화면설계 설명	지도화면상에 사용자임의 및 공간정보도형 면적/거리 측정

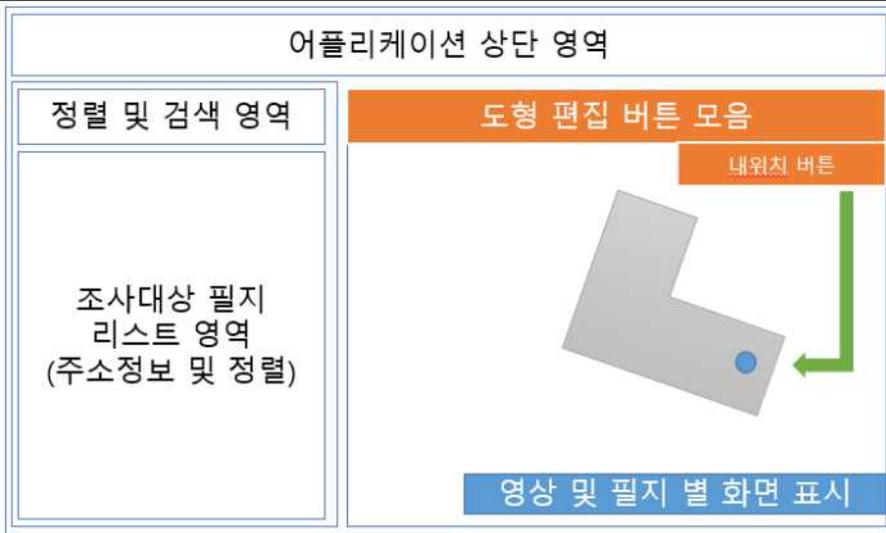
화면 설계 화면



<표 4-11> 화면설계 7

구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-007] 내위치 표시
화면설계 설명	내위치 표시 버튼 클릭 시 지도상에 내위치 표시

화면 설계 화면



<표 4-12> 화면설계 8

구분	화면설계
요구사항 명칭	[PER-008] 조사표 정리
화면설계 설명	조사표 정리 버튼 클릭 시 조사정보 집계하여 엑셀로 EXPORT

화면 설계 화면



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

4.2.4 시스템 기능화면

사용자 중심의 시스템 개발을 위해 요구사항 분석을 통해 도출된 내용들을 시스템 화면 설계 과정을 통해 진행하게 되는데 데이터베이스 연계 및 설정 기능부터 조사된 데이터를 엑셀 형태로 통계값을 내보내는 엑셀 출력 기능까지 시스템의 전체적인 기능들을 화면으로 표출하면 다음과 같이 나타 낼 수 있다.

<표 4-13> 사용자 로그인

구분	기능 설명
기능	사용자 로그인
DB정보	시스템 소스
기능 화면	



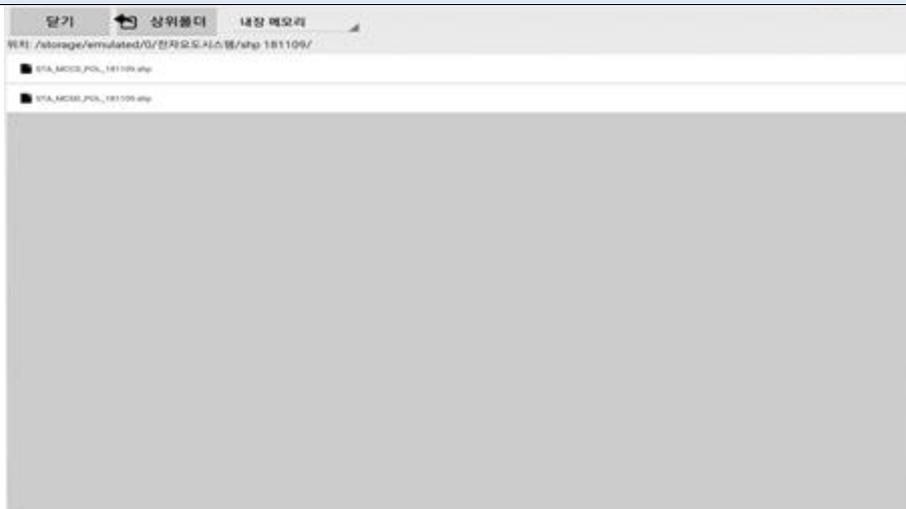
<표 4-14> DB연계 및 설정(1)

구분	기능 설명
기능	DB연계 및 설정
DB정보	영상자료 및 공간정보 DB 폴더
기능 화면	



<표 4-15> 공간정보 폴더 설정

구분	기능 설명
기능	공간정보 폴더 설정
DB정보	공간정보 DB 폴더
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-16> DB연계 및 설정(2)

구분	기능 설명
기능	DB연계 및 설정
DB정보	영상자료 DB 폴더

기능 화면



<표 4-17> DB 화면 표출

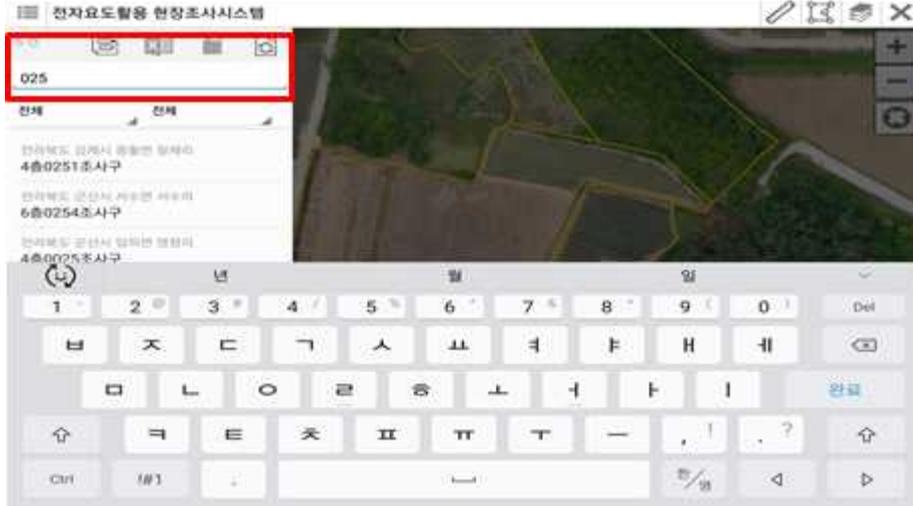
구분	기능 설명
기능	DB 화면 표출
DB정보	영상자료 및 공간정보 DB 폴더

기능 화면



<표 4-18> 조사구 명칭 검색

구분	기능 설명
기능	조사구 명칭 검색
DB정보	공간정보(STA_MCSD_POL) / 관련필드(RE_GRP_ID)
기능 화면	



<표 4-19> 행정구역별 조사구 검색

구분	기능 설명
기능	행정구역별 조사구 검색
DB정보	공간정보(STA_MCSD_POL) / 관련필드(PNU_V)
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-20> 거리 측정

구분	기능 설명
기능	거리 측정
DB정보	시스템 소스

기능 화면



<표 4-21> 면적 측정

구분	기능 설명
기능	면적 측정
DB정보	시스템 소스

기능 화면



<표 4-22> 조사정보 입력

구분	기능 설명
기능	조사정보 입력
DB정보	공간정보(STA_MCCS_POL) / 관련필드(CROPNAME 외)
기능 화면	



<표 4-23> 조사결과 화면 표출

구분	기능 설명
기능	조사결과 화면 표출
DB정보	공간정보(STA_MCCS_POL) / 관련필드(CROPNAME)
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-24> 공간편집(분할)

구분	기능 설명
기능	공간편집(분할)
DB정보	공간정보(STA_MCCS_POL)
기능 화면	



<표 4-25> 공간편집(병합)

구분	기능 설명
기능	공간편집(병합)
DB정보	공간정보(STA_MCCS_POL)
기능 화면	



<표 4-26> 레이어관리

구분	기능 설명
기능	레이어관리
DB정보	공간정보(STA_MCSD_POL, STA_MCCS_POL)
기능 화면	



<표 4-27> 레이어 표출

구분	기능 설명
기능	레이어표출
DB정보	공간정보(STA_MCSD_POL, STA_MCCS_POL)
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

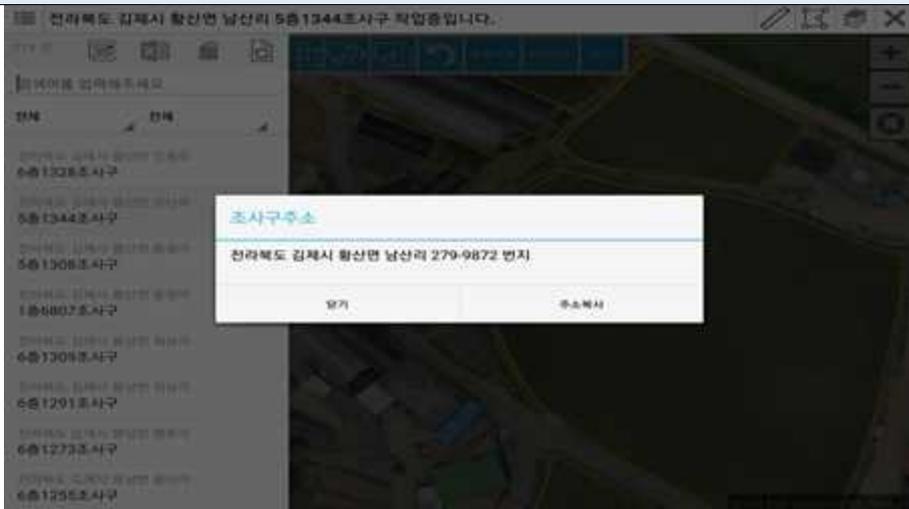
<표 4-28> 조사자 정보 저장

구분	기능 설명
기능	조사자 정보 저장
DB정보	공간정보(STA_MCCS_POL) / 관련필드(RESEARCHER)
기능 화면	



<표 4-29> 조사구 주소표기

구분	기능 설명
기능	조사구 주소표기
DB정보	공간정보(STA_MCSD_POL) / 관련필드(PNU_R)
기능 화면	



<표 4-30> 시스템 로그아웃

구분	기능 설명
기능	시스템 로그아웃
DB정보	시스템 소스
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

4.2.5 현장검증

개발팀 자체의 현장검증을 통해 개발된 주요 기능들을 점검하였고, 3장의 무인항공기 활용성 점검을 위한 현장조사팀이 개진한 추가요구사항 보완을 통해 어플리케이션의 활용성을 강화 하였다.

본 연구의 요구사항분석을 통해 전자요도 어플리케이션을 개발하여 시스템의 보완 및 필드테스트를 위해 <그림 4-3 >와 같이 현장검증을 실시하였다. 실제 조사필드인 김제, 군산시로 이동하여 개발 된 전자요도 어플리케이션의 기능을 점검 테스트 하였으며, 테스트 결과 현장 조사자의 사용편의에 필요한 기능이 추가적으로 발견되었다. 대표적으로 작물명 입력 시 현장에서 텍스트를 기입하는 수고와 오타 등의 불편함이 발견되어 “작물명 초성검색”과 같은 향상된 사용자 사용편의 필요성이 발견 되었으며, 현장 조사 시 현장의 사진과 현장을 자유로 있게 스케치 할 수 있는 “현장메모” 기능이 필요하였다. 이를 “현장조사 사진대지”라 칭하였으며, 이로부터 수집 된 정보들을 보고서 형태의 엑셀로 내보 내기가 필요하였다. 또한 현장조사자들이 현장조사를 계획할 때 조사순서를 미리 설정, 기록하여 조사구 리스트 정렬 순서를 조사순서 설정에 반영하여 조사할 수 있는 “조사구 경로설정” 기능이 필요하였다. 현장검증 중 가장 크게 두각 된 기능편의 요청사항 중 하나는 한 필지에 혼합작물을 입력하고자 하는 경우 어플리케이션 상에서 다중의 작물을 어떻게 입력하여 시스템에 적용하여 작물조사 통계에 반영하느냐에 대한 구현 방안 모색 이었으며, 이에 도출 된 개발기능은 “혼합작물관리” 이며, 전체면적 대비 할당면적을 작물 별로 입력하는 방법으로 개발을 진행하였다.



<그림 4-3> 현장검증

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

현장조사결과 발견되거나 추가적으로 개발이 필요한 부분에 대해 추가요구사항에 반영하여 개발하였으며, 이에 대한 시스템개발 항목은 다음과 같다.

<표 4-31> 요구사항 정의 및 수행내용(계속)

요구사항 번호	요구사항 명칭	주요 내용
[추가]PER-009	작물코드 초성검색	-현장 작물조사 저장시 약150여가지 작물명을 손쉽게 저장
[추가]PER-010	사진 및 메모관리	-현장조사시 특이사항 발생의 경우 사진촬영 및 메모를 전산파일로 저장관리
[추가]PER-011	조사경로 설정	-현장조사자의 편의를 위한 조사경로를 사전에 설정 관리
[추가]PER-012	레이어관리	-이전 회차(예:7월) 조사결과를 현장조사시 참고하기 위한 레이어 탑재
[추가]PER-013	혼합작물관리	-혼작 필지에 대한 혼합작물 종류와 비율로 면적값 저장관리

제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-32> 작물명 초성검색

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-009] 작물명 초성검색
요구사항	조사자들의 직접 입력의 오타와 수고를 덜기위해 자동완성 기능 개발
기능 화면	



<표 4-33> 작물명 초성검색 계속

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-009] 작물명 초성검색
요구사항	조사자들의 직접 입력의 오타와 수고를 덜기위해 자동완성 기능 개발
기능 화면	



<표 4-34> 현장조사 대장관리

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-010] 현장조사 대장관리
요구사항	현장에서의 사진촬영과 사진메모(사용자 그리기)관리 화면 개발
기능 화면	



<표 4-35> 현장조사 대장관리 엑셀 내보내기

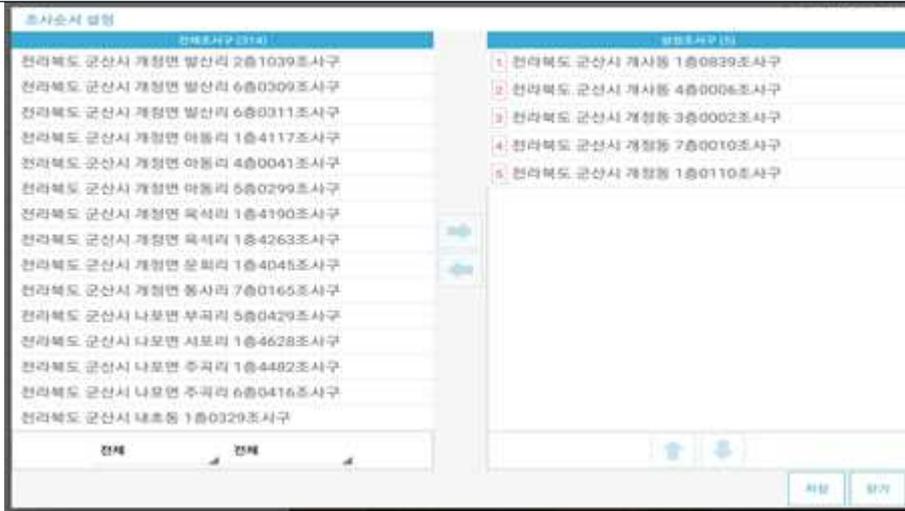
구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-010] 현장조사 대장관리 엑셀 내보내기
요구사항	현장조사 대장관리 정보를 보고서 형식의 엑셀로 내보내기 기능 개발
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-36> 조사구 경로설정

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-011] 조사구 경로설정
요구사항	조사자들의 동선을 기초한 조사구 경로설정 기능의 필요
기능 화면	



<표 4-37> 조사구 경로 표출

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-011] 조사구 경로 표출
요구사항	조사구 경로설정 기능으로 조사구 리스트의 재정렬 기능
기능 화면	



<표 4-38> 레이어관리

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-012] 레이어관리
요구사항	이전 회차의 조사결과를 참고하기 위한 기능
기능 화면	



<표 4-39> 레이어관리 계속

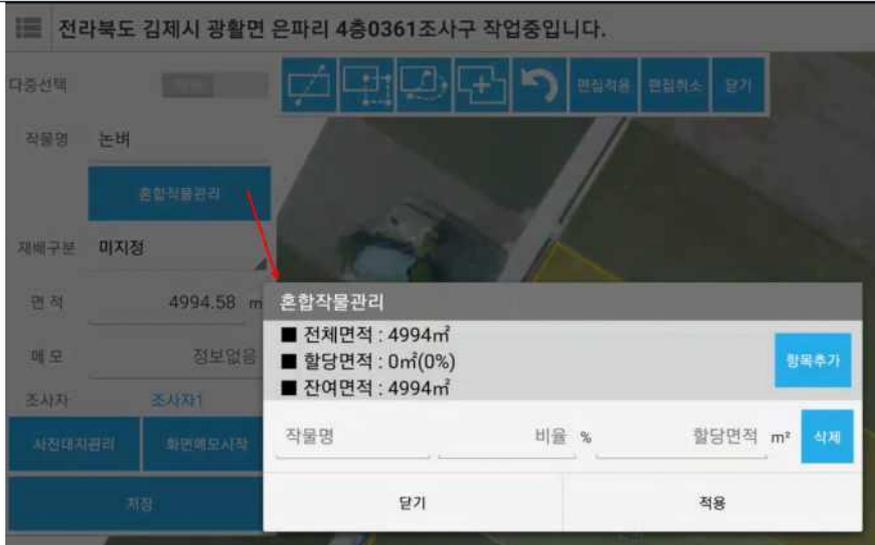
구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-012] 레이어관리 지도 표출
요구사항	레이어관리 설정 시 지도상 이전 회차 내용 표시
기능 화면	



제 4 장 전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발

<표 4-40> 혼합작물관리

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-013] 혼합작물관리
요구사항	한 필지에 혼합작물이 존재하는 경우 입력관리화면 개발
기능 화면	



<표 4-41> 혼합작물관리 입력

구분	현장 검증에 의한 추가 요구사항
기능	추가[PER-013] 혼합작물관리
요구사항	한 필지에 혼합작물이 존재하는 경우 입력관리화면 개발
기능 화면	



4.2.6 개발완료

본 연구의 요구사항분석을 통해 도출된 내용으로 DB설계 및 화면설계를 통해 어플리케이션을 개발 하였으며, 현장검증으로 발견된 기능의 고도화가 필요한 부분과 추가요구사항으로 수집된 내용을 통합하여 전자요도 어플리케이션을 완료하였다. 기존조사방법과 비교하여 전자요도 어플리케이션은 현장에서 정확한 조사와 자세한 수치 입력 등이 가능하다는 장점 외에 여러 가지 편의성을 내포하고 있었다. 이에 기존방식과의 장·단점을 <표 4-42>에 기술하였으며, 조사계획 시 기존방식으로의 조사대장의 출력을 위해 소비되는 시간과 현장에서의 목적으로 인한 오차발생 가능성, 그리고 현장에서 즉시 변경 필지의 공간데이터 수정 등 이점에 기하여 기존방식 대비 60% 가량의 현장조사 효율 향상이 기대된다.

<표 4-42> 조사방법에 따른 장·단점 비교

구 분	장 점	단 점
기존 조사방법	-목측, 보측 활용으로 간편화	-조사자의 주관적인 작물면적 측정으로 조사결과의 객관성 결여 -종이지도 및 대장으로 유지되어 세부적인 속성정보의 전산화가 이루어지지 않음
표본조사구 요도 활용	-고품질 무인기 영상 기반의 작물별 면적을 세부 구획하여 이용하므로 면적측정 결과의 객관성 향상	-현장에서 조사한 내용을 전자정보로 이기하는 실내작업 발생 -비교적 넓은 지역의 현장조사시 종이도면에 세부적 구획 어려움
전자요도 (시스템)활용	-GPS를 활용하여 조사자 위치를 쉽게 찾아 혼선 방지 -별도 실내작업 필요 없이 현장에서 모든 작업 완료 가능 -다양한 전자정보가 입력되어 통계 분석에 활용 가능 -정보공유가 쉽고 간편하여 빠른 현장조사 결과 종합이 가능	-태블릿 PC 활용으로 충전이 필요함 -세부 구획 결과와 현장 불일치 시 현장 GIS편집 업무 발생

제 5 장

주요작물 별 영상 라이브러리 작성

5.1 개요

5.2 대상 조사구 선정

5.3 라이브러리 작성 방법

5.4 라이브러리 작성 결과

5.5 영상 라이브러리 활용 방안

제 5장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

5.1 개요

무인항공기는 항공사진이나 위성영상에 비해 영상획득이 용이하며, 적시에 신속하게 촬영할 수 있는 장점이 있다. 작물재배면적조사는 면적측정이라는 정량적인 요소와 더불어 작물판독의 정성적인 조사도 필요하다. 어떠한 작물이 재배되고 있는지는 작물의 생육시기별 특성을 파악해야하는 조사자의 경험과 지식이 요구된다. 이에 작물의 생육시기별 시계열 영상을 획득하여 작물판독에 활용할 수 있는 방안을 모색하고자 라이브러리를 구축하게 되었다. 영상을 활용한 작물판독은 단기간에 성과를 이루긴 힘들지만 생육시기별 다양한 영상정보를 축적함으로써 판독이 가능한 작물의 종류가 늘어갈 것으로 기대된다. 또한 최근 AI를 활용한 딥 러닝기술이 지속적으로 발전하고 있으며, 식재주수판독, 면적측정, 균열 및 크랙 확인 등 다양한 분야에 연구가 진행 중에 있다. 따라서 농업분야에서도 영상정보를 활용하여 작물판독, 면적측정 등 통계분석에도 적용가능성이 높으므로 다양한 상황에 따른 라이브러리 구축이 필요하다.

<표 5-1> AI를 활용한 딥 러닝 기술 연구사례

식재주수 딥 러닝 패턴 판독	포트홀 탐지
	

작물은 시계열, 영양상태, 병충해 등 다양한 환경요인에 따라 다른 양상을 보이며, 되도록 일정주기별 많은 영상정보를 축적하는 것이 중요하다. 과년도 연구에서는 비행고도별로 라이브러리를 구축하였는데, 이 경우 무인항공기 기종에 따라 탑재되는 카메라의 화소, 화각, 초점거리 차이에 의해 해상도가 일정하지 않게 된다. 본 연구에서는 라이브러리 작성 기준을 고도가 아닌 해상도를 기준하였으며, 0.2cm/px에서부터 5cm/px까지 7단계로 구분하였다. 사전조사 및 현장답사를 통해 다양한 작물이 재배되는 조사구를 선정하였고, 10일 간격으로 영상을 수집하였으며, 조사 시기별 무인항공기 영상 라이브러리를 구축하였다.

5.2 대상 조사구 선정

5.2.1 대상 조사구 및 작물 선정 방법

대상지 선정은 다양한 작물에 대한 영상정보를 획득하기 위해 6층과 7층 조사구를 선택하였으며 현장조사 효율을 높이기 위해 조사구간 인접한 곳 위주로 후보지를 선정하였다. 또한 라이브러리 촬영 특성상 작물별로 이동 후 촬영해야하는 점을 고려 조사구는 3곳 이내로 하였다. 원활한 무인항공기 촬영을 위하여 조사구 주변 장애물(나무, 전신주 등), 지형, 비행제한구역을 우선순위로 확인하여 비행가능여부를 판단하였다. 총 6개의 후보지 중에서 <표 5-2>와 같이 현장답사를 통해 활엽수목 및 구조물로 인한 음영발생지역을 제외하였고, 전수조사를 통해 다양한 작물이 재배되는지를 조사하였으며, 적정 촬영시간 (09:00~15:00)내에 모든 촬영이 가능한 조사구 밀집지역을 검토하였다.

<표 5-2> 대상지 선정을 위한 현장답사

무인항공기 장애요소 확인	작물 종류 확인
	

<표 5-3>에 제시된 바와 같이 현장조사 결과를 토대로 집중 촬영 조사구를 선정하였고, 대상지는 총 3곳으로 김제시 봉남면 6층 1309, 김제시 봉남면 6층 1291, 김제시 봉남면 6층 1273이다. 작물 선정은 최소 400㎡이상의 필지에 재배되는 작물을 대상으로 하였고, 조사구 내 간작이나 혼작형태로 작물이 재배되는 필지는 제외하였다. 최종 선정된 대상작물은 들깨, 감, 옥수수, 파, 콩, 벼, 고추, 참깨, 땅콩, 무, 양파로 10종의 밭작물과 1종의 과수작물을 포함 총 11개의 작물에 대한 라이브러리를 구축하였다.

<표 5-3> 라이브러리 구축을 위한 집중 촬영 조사구 선정

집중 촬영 조사구 위치도



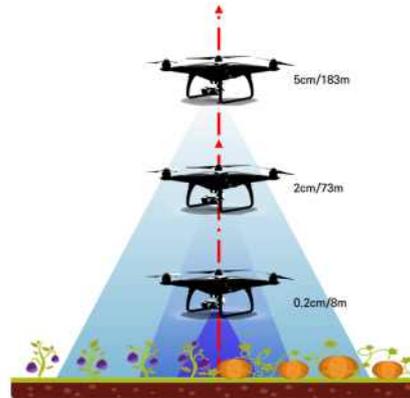
김제시 봉남면 6층 1291	김제시 봉남면 6층 1291	김제시 봉남면 6층 1309

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

5.3 라이브러리 작성 방법

무인항공촬영은 10일 간격으로 6월 20일부터 11월 30일까지 총 14회에 걸쳐 영상 라이브러리를 구축하였다. 1회~3회까지는 고정익 무인항공기로 촬영하여 조사구에 대한 현황을 파악 하였으며, 4회~14회는 회전익 무인항공기로 작물 별 해상도를 다르게 하여 영상 라이브러리를 작성하였다. 촬영 해상도는 <그림 5-1>에 제시한 바와 같이 0.2cm/px에서 5cm/px까지 7단계로 구분하여 촬영을 실시하였으며, 과수의 경우 수고(2m)를 더해 균일한 해상도를 유지하였다.

해상도(cm/px)	고도(m)
0.2	8
0.5	18
1	36
2	73
3	110
4	146
5	183



<그림 5-1> 라이브러리 작성 대상작물

<그림 5-2>와 같이 대상작물은 들깨, 감, 옥수수, 파, 콩, 벼, 고추, 참깨, 땅콩, 무, 양파로 10종의 밭작물과 1종의 과수작물을 포함한 총 11개의 작물에 대한 라이브러리를 작성하였다.



<그림 5-2> 라이브러리 작성 대상작물

5.4 라이브러리 작성결과

5.4.1 고정익 무인항공기 라이브러리

고정익 무인항공기 라이브러리 작성은 1회(06.20) 촬영부터 3회(07.10)까지 총 3회에 걸쳐 라이브러리를 구축하였으며, <표 5-4>와 같이 정사영상을 제작하였다. 현장조사를 통해 작물 재배정보 및 면적을 조사하여 대상지 현황 파악에 활용하였다.

<표 5-4> 고정익 무인항공기 라이브러리 구축

구분	18.06.20	18.06.29	18.07.10
김제시 봉남면 6층 1273			
김제시 봉남면 6층 1291			
김제 시 봉남면 7층 0373			

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

정사영상과 현장조사를 통한 라이브러리를 작성하기 위한 대상작물은 <표 5-5>와 같다.

<표 5-5> 라이브러리 작성 대상 작물

김제시 봉남면 6층 1273	김제시 봉남면 6층 1291
김제 시 봉남면 7층 0373	

5.4.2 회전익 무인항공기 라이브러리

회전익 무인항공기를 활용한 라이브러리 작성은 4회 촬영부터(18.07.19) 18회(18.11.30) 촬영까지 총 14회의 라이브러리를 구축하였다. 고정익 무인항공기 정사영상과 현장조사를 토대로 참깨, 들깨, 감, 옥수수, 파, 콩, 논벼, 고추, 땅콩, 무와 같은 총 10개의 대상작물에 대한 촬영을 진행하였고, 조사구 내 신규로 작물 재배를 시작한 양파도 12회부터 라이브러리에 추가하였다. 촬영 횟수가 가장 많은 작물은 감과 파로 총 14회에 걸쳐 촬영을 하였고, 참깨는 가장 적은 2회 촬영을 실시하였다. 작물 당 평균 약 8회의 촬영을 진행하였으며 고도 별 영상을 분류하여 라이브러리를 작성하였다. <표 5-6>에 라이브러리 촬영 현황을 나타내었고, 라이브러리 구축 결과는 “<부록 3> 라이브러리 작성 결과”에 제시하였다.

<표 5-6> 라이브러리 촬영 현황

구분	작물명	조사구	촬영기간	비고
1	참깨	김제시 봉남면 7층 0373	2018.07.19. ~ 2018.07.30.	2회 촬영
2	들깨	김제시 봉남면 6층 1273	2018.07.19. ~ 2018.10.10.	9회 촬영
3	감	김제시 봉남면 6층 1273	2018.07.19. ~ 2018.11.30.	14회 촬영
4	옥수수	김제시 봉남면 6층 1273	2018.07.19. ~ 2018.10.20.	10회 촬영
5	파	김제시 봉남면 6층 1273	2018.07.19. ~ 2018.11.30.	14회 촬영
6	콩	김제시 봉남면 6층 1291	2018.07.19. ~ 2018.10.20.	10회 촬영
7	논벼	김제시 봉남면 7층 0373	2018.07.19. ~ 2018.10.10.	9회 촬영
8	고추	김제시 봉남면 7층 0373	2018.07.19. ~ 2018.10.20.	10회 촬영
9	땅콩	김제시 봉남면 7층 0373	2018.07.19. ~ 2018.09.28.	8회 촬영
10	무	김제시 봉남면 6층 1291	2018.08.29. ~ 2018.11.21.	8회 촬영
11	양파	김제시 봉남면 6층 1291	2018.11.12. ~ 2018.11.30.	3회 촬영

5.5 영상 라이브러리 활용방안

통계청은 농업통계조사에 우리나라 산업구조의 급속한 변화를 반영하고, 선진화된 원격탐사기술을 적용·실용화하기 위하여 「원격탐사기술의 농업통계활용 중장기 계획」을 수립하여 추진하고 있다.⁴⁾ 위성이나 항공영상은 경지모집단 구축이나 면적표본재설계, 경지면적조사 등에 활용되고 있으나 작물재배면적조사의 작물 판독 및 면적조사는 조사자의 육안 판독 및 경험에 의존하고 있는 실정이다. 한편 통계청은 작물재배면적조사의 효율화를 위해 무인항공기를 활용한 연구를 2016년도부터 추진하여 왔고, 영상 라이브러리도 구축하였다. 2017년 연구에서는 영상 라이브러리의 작물판독 활용 가능성에 따라 작물의 생육주기 및 고도별로 영상을 수집하였다. 또한 최근 한국지적학회지에 게재된 「무인비행장치를 이용한 작물 생육 라이브러리 구축, 2018 이창복외」 논문⁵⁾에 의하면 초기 파종 단계부터 수확기에 이르는 생육 주기별 영상 라이브러리를 통해 1,000m³ 이상의 단일경작지 작물은 일정 생육주기에 이르면 패턴구분에 의한 판독이 가능한 것으로 보고되었다.⁵⁾ 이에 본 연구에서는 구축된 영상 라이브러리를 활용하여 작물에 대한 종류, 생육상태, 면적측정 등 농업통계에 활용할 수 있는 방안을 모색해 보았다. 구축된 영상라이브러리를 육안에 의한 수동 판독방식과 AI 딥 러닝 기술을 활용한 자동 판독방식으로 활용성을 검토하였다.

5.5.1 수동판독

수동판독은 작물에 따른 생육주기별, 해상도별 영상의 패턴, 모양, 크기 등을 육안으로 구분하는 방법으로 영상 판독을 위해 대상 작물의 생육주기, 재배특성 등과 같은 기본지식이 요구된다. 본 연구에서 구축한 라이브러리 영상을 통해 <그림 5-3>과 같이 생육주기별 영상 및 해상도별 영상을 활용하여 작물의 생육 및 재배특성을 파악하고, 영상의 패턴변화에 따른 작물 판독 가능성을 분석하였다.

4) 통계청 “2014-2015 경지총조사 및 면적표본재설계 보고서”, 2015. p.2

5) 이창복, 김남용, 정인준, 민관식 “무인비행장치를 이용한 작물 생육 라이브러리 구축”, 2018. p.117



<그림 5-3> 육안에 의한 수동판독

가. 참깨

참깨는 김제시 봉남면 7층 0373 조사구를 대상으로 7월 19일~7월 30일 까지 2회의 라이브러리를 분석하였다. 참깨의 영상패턴은 <표 5-20>과 같이 고추와 유사한 멀칭재배 형태를 보이며 고추에 비해 연한 녹색을 띠는 것으로 나타났다. 하지만 1cm 이상의 해상도에서는 고추와 구별이 힘들었고, 다른 유사작물과도 구분이 힘들었다. 참깨는 수확 전 2회의 영상밖에 구축하지 못하였지만, 생육초기단계부터 영상라이브러리를 구축한다면 생육주기에 따른 패턴특징이 나타나 보다 쉽게 판독할 수 있을 것으로 사료된다.

<표 5-7> 참깨와 고추의 생육패턴

해상도	참깨	고추
0.2cm		
1.0cm		

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

나. 고추

참깨는 김제시 봉남면 7층 0373 조사구를 대상으로 7월 19일~10월 20일 까지 10회의 라이브러리를 분석하였다. 고추는 열대성 식물로 늦봄부터 여름에 걸쳐 재배하는 대표적인 양념재료이다. 고추의 영상패턴은 참깨와 유사한 멀칭재배 형태를 보이며 참깨에 비해 짙은 녹색을 띄는 것으로 나타났다. 생육초기에는 참깨와 구분하기 어려우나 0.5cm 이하 급 해상도에서는 8월 중순에 처음 고추가 열리는 모양으로 판독할 수 있고, 9월 이후에는 잎이 퍼지는 모양으로 판독이 가능하였다.

다. 들깨

들깨는 김제시 봉남면 6층 1273 조사구를 대상으로 7월 19일~10월 10일 까지 9회의 라이브러리를 분석하였다. 들깨는 초여름에 파종하여 2주후 아주심기를 하며 10월 초에 수확한다. 생육초기에는 들깨 잎이 보이는 시점에서 고해상도 영상의 경우 잎의 모양을 통한 구분이 가능하였으며, 9월 초에는 고랑이 보이지 않을 정도로 잎이 받을 뒤덮어 그 형태로 구분할 수 있었다.

<표 5-8> 들깨의 생육주기별 패턴

해상도	7월 19일	8월 20일	9월 19일
0.2cm			

라. 감

감은 김제시 봉남면 6층 1273 조사구를 대상으로 7월 19일~11월 30일 까지 14회의 라이브러리를 분석하였다. 감은 우리나라에서 재배되는 아열대 과일나무로서 관리가 쉽고 수확률이 높다. 5~6월에 개화하며 10월부터 수확이 가능하다. 다른 과수와 혼합 재배되어 있으면 구분하는 것이 어렵지만 고해상도의 영상에서는 생육 중기단계에서 잎의 모양으로 패턴 구분이 가능하며, 잎이 떨어지고 열매만 남은 수확기에서는 열매의 판독으로 구분이 가능하였다.

<표 5-9> 감의 생육주기별 패턴

해상도	7월 19일	8월 29일	9월 28일
0.5cm			

마. 옥수수

옥수수는 김제시 봉남면 6층 1273 조사구를 대상으로 7월 19일~10월 20일 까지 10회의 라이브러리를 분석하였다. 옥수수는 주로 4월 중순이후 파종하며 8월 이후 수확하지만, 짧은 수확기간과 토질, 수질을 가리지 않아 재배 시기는 유동적이다. 1cm 이상의 영상에서는 판독에 어려움이 있으나, 0.5cm 이하의 해상도에서는 잎이 잘 자라는 시점 이후부터 옥수수 특유의 잎줄기 패턴을 통해 구분 할 수 있다.

<표 5-10> 옥수수의 생육주기별 패턴

해상도	7월 19일	9월 10일	10월 20일
0.5cm			

바. 파

파는 김제시 봉남면 6층 1273 조사구를 대상으로 7월 19일~11월 30일 까지 14회의 라이브러리를 분석하였다. 파는 봄파 가을로 구분하여 재배되고, 봄 파는 3월말에 파종하여 6월 말까지 재배되며, 가을 파는 4월 중순 이후 파종하여 11월까지 재배된다. 파는 자주 풀을 제거해 모종이 짓눌리지 않게 해주어야 하며, 북주기작업으로 관리를 해주어야 한다. 파는 1열로 재배되는 특징으로 판독할 수 있다. 특히 동일시기에 대파와 같은 재배 패턴을 보이는 작물은 거의 없으므로 판독가능성이 우수한 편이다.

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

<표 5-11> 파의 생육주기별 패턴

해상도	7월 19일	9월 28일	11월 30일
0.2cm			

사. 콩

콩은 김제시 봉남면 6층 1291 조사구를 대상으로 7월 19일~10월 20일 까지 10회의 라이브러리를 분석하였다. 콩은 7월 이전에 심어 9월 이후에 수확하는 흰콩과 조금 늦게 서리가 올 때 수확하는 서리태가 있다. 콩은 품종이 다양하며 영상으로 패턴 파악하기 어려운 작물이므로 판독이 쉽지 않다. 생육초기에는 땅콩, 생육 중기에는 고구마 등과 같은 유사 패턴을 보이는 타 작물과 구별이 어려우므로 다양한 영상라이브러리로부터 장기간 훈련이 필요한 것으로 판단된다.

<표 5-12> 콩의 생육주기별 패턴

해상도	7월 19일	9월 10일	10월 20일
0.2cm			

아. 논벼

논벼는 김제시 봉남면 7층 0373 조사구를 대상으로 7월 19일~10월 10일 까지 9회의 라이브러리를 분석하였다. 논벼는 물이 있는 논에서 재배되며, 봄에 파종하여 가을에 수확한다. 생육초기에는 모내기법으로 인한 벼 사이의 간격과 작물을 덮고 있는 물의 파악으로 패턴구분이 용이하며, 생육 중기에는 빼곡한 작물 사이의 일자모양 패턴으로 판독이 쉽다. 또한 수확기에는 누런 빛깔에 의한 색상구분과 더불어 빼곡한 식재패턴으로 구분할 수 있다.

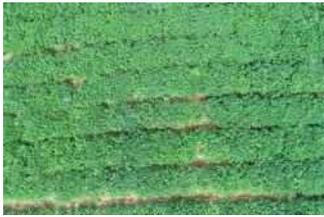
<표 5-13> 논벼의 생육주기별 패턴

해상도	7월 19일	8월 29일	10월 10일
0.5cm			

자. 땅콩

땅콩은 김제시 봉남면 7층 0373 조사구를 대상으로 7월 19일~9월 28일 까지 8회의 라이브러리를 분석하였다. 땅콩은 4월 말경 파종을 시작하여 9월 말에서 10월 초 사이에 수확한다. 생육초기에는 콩과의 구별이 어려우며, 생육중기 이후에는 잎의 모양으로 콩과 구별이 가능하지만 <표 5-27>에 제시된 바와 같이 결명자와는 구별하기 매우 어렵다. 실제 현장조사에서도 땅콩과 결명자의 구별은 잎의 개수로 파악해야하기 때문에 영상만 가지고 판독하기에는 많은 훈련이 필요한 것으로 사료된다.

<표 5-14> 땅콩의 생육주기별 패턴 및 땅콩과 결명자 비교

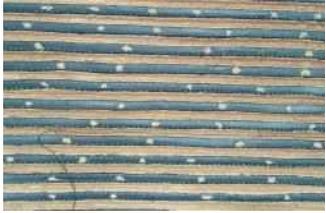
해상도	7월 19일	8월 29일	9월 28일
0.2cm			
	땅콩		결명자
			

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

차. 무

무는 김제시 봉남면 6층 1291 조사구를 대상으로 8월 29일~11월 30일 까지 8회의 라이브러리를 분석하였다. 무는 주로 늦여름에서 초가을에 파종하여 11월 중순이후에 수확한다. 생육초기에는 배추와 구분이 어려우나 생육 중기에서는 무 잎이 어느 정도 자란 9월 중순 이후에는 잎의 모양과 줄기의 특성으로 패턴구분이 가능하였다.

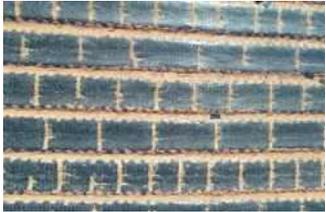
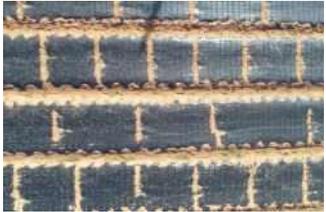
<표 5-15> 무의 생육주기별 패턴

해상도	8월 29일	9월 28일	11월 21일
0.2cm			

카. 양파

양파는 김제시 봉남면 6층 1291 조사구를 대상으로 11월 12일~11월 30일 까지 3회의 라이브러리를 분석하였다. 양파는 주로 8~9월에 파종하여 10월 중순에 아주심기를 하고 겨울을 지나 이듬해에 수확하지만, 지역에 따라 재배 시기는 많은 편차를 보인다. 비슷한 시기에 재배되는 마늘과 재배 모양 및 식재패턴이 유사하여 현장조사에서도 작물구분이 매우 어려운 편이다. 본 연구에서는 연구기간의 한계로 생육초기 단계의 3주간의 영상만 확보 할 수 있었고, 이에 따른 패턴의 특성이나 마늘과의 패턴 특성을 파악하기에는 어려움이 있었다.

<표 5-16> 양파의 생육주기별 패턴

해상도	11월 12일	11월 21일	11월 30일
0.2cm			

육안판독에 의한 수동판독으로 초기 과중 단계부터 수확기에 이르는 작물에 대해서 판독한 결과 영상라이브러리가 부족한 참깨, 양파를 제외한 대부분의 작물에서는 영상에 나타난 각 작물별 특징에 의한 구분이 가능하였다. 특히 들깨, 옥수수, 파, 무 등과 같은 작물은 잎과 줄기의 특성에 의해 0.5cm이하의 고해상도 영상에서 구분이 가능하였으며 논벼, 파 등과 같이 1차형태의 재배 특성에 의한 패턴의 구분으로 판독 가능한 작물도 있었다. 하지만 콩이나 땅콩과 같은 작물은 같은 시기에 재배되는 고구마나 결명자와 같이 재배형태나 잎의 모양이 유사하여 패턴 구분에 많은 혼란이 필요한 작물도 있었다.

한편 해상도별 영상의 경우 0.5cm의 고해상도 영상에서는 작물의 구분이 쉬웠으나, 전체적인 작물의 생육 상황을 분석하기 위해서는 3cm이하의 영상도 필요한 것으로 판단된다. 그러나 4cm 이상의 해상도에서는 작물 판독이나 패턴 구분이 어려웠으며, 이 보다는 경지면적 파악이나 세부구획 용도로 활용해야 할 것으로 사료된다.

5.5.2 자동판독방식

자동 판독은 판독자의 사고와 판단을 배제하고 영상의 특징을 추출해 기계학습 또는 프로그래밍 시킨 후 사용자가 원하는 정보를 시각화 또는 문서 형식으로 산출하여 판독하는 방식이다. 최근 인공지능(A.I : Artificial Intelligence)은 언어번역, 제품검사, 자율주행, 등 다양한 산업에 접목되어 인간이 가지고 있는 능력의 상당부분을 구현하고 있다. 본 연구에서는 폭넓게 실현되고 있는 인공지능에 대해 알아보고, 딥러닝 기법을 통한 영상 라이브러리의 활용가능성을 모색해 보았다.

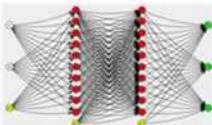
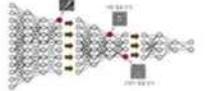
가. 인공지능 개요

인공지능이란 인간의 학습능력과 추론능력, 지각능력, 자연언어의 이해능력 등을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술이다. 즉, 인간의 지능으로 할 수 있는 사고, 학습, 자기개발 등을 컴퓨터가 할 수 있도록 하는 방법을 연구하는 컴퓨터 공학 및 정보기술의 한 분야로서, 컴퓨터가 인간의 지능적인 행동을 모방할 수 있도록 하는 것을 인공지능이라고 말하고 있다. 또한 인공지능은 그 자체로 존재하는 것이 아니라, 컴퓨터 과학의 다른 분야와 직간접으로 많은 관련을 맺고 있다. 특히 현대에는 정보기술의 여러 분야에서 인공 지능적 요소를 도입하여 그 분야의 문제 풀이에 활용하려는 시도가 매우 활발하게 이루어지고 있다.⁶⁾

6) 국립농산물 품질관리원 “드론을 활용한 효율적 현장점검 및 운용방안 연구 보고서”, 2017. p.40

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

인공지능은 현재 태동기로 아직까지 정형화된 기술 체계를 가지고 있지는 않다. 하지만 일반적으로 ‘학습’, ‘추론’, ‘인식’ 기술의 3대 기술영역과 딥러닝, 신경회로망, 기계학습, 자연어 처리, 글자·영상·음성·상황·패턴 인식 기술 등의 요소기술이 인공지능의 범주에 포함된다.⁷⁾

Artificial Intelligence 인공 지능	인간의 학습능력과 추론능력 , 지각능력, 자연언어의 이해능력 등을 컴퓨터 프로그램과 수학적모델로 실현한 기술	
Neural Network 인공 신경망	인간의 두뇌를 구성하는 뉴런과 시냅스의 정보전달 및 처리 과정 을 모델링 하고, 학습기능을 부여하여 문제해결 능력을 갖도록 한 수학적 기법	
Deep Learning 딥러닝	심층 인공신경망에 방대한 데이터를 입력하여 특징을 스스로 찾도록 가중치를 갱신하는 과정	
Machine Learning 기계학습	인공신경망에 방대한 데이터를 입력하여 목적(이미지 분류 등) 에 적합하게 가중치를 갱신하는 과정	

<그림 5-4> 인공지능 개요

나. 인공지능 현황

최근 고속 컴퓨팅 기술의 발달, 실용적인 딥 러닝 기술의 등장, 빅 데이터의 축적 등과 함께 마침내 인공지능 기술이 폭넓게 실현되고 있으며, 우리에게 없어서는 안 될 첨단 핵심 기술로 자리 잡고 있다.⁸⁾ 인공지능은 <표 5-30>과 같이 외국어 번역, 이미지 객체 분석, 음성인식, 자율주행 자동차 등 다양한 산업분야에 활용되고 있다. 또한 농업분야에도 인공지능에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 「농산물 생산성 향상을 위한 딥러닝 기반 농업 의사결정시스템, 박진욱 외 2018」, 「Convolutional Neural Network를 활용한 딥 러닝 기반 농작물 피해 탐지 연구, 하지관 2017」 등 딥 러닝 기법을 활용한 다양한 연구가 수행되었다.

7) 홍재표, 김은정, 박호영 “인공지능 산업의 국가 경쟁력 결정요인 분석”, 2017. p.665

8) 국립농산물 품질관리원 “드론을 활용한 효율적 현장점검 및 운용방안 연구 보고서”, 2017. p.41

<표 5-17> 인공지능 활용분야

활용분야	내용
외국어 번역	100여 가지 이상의 외국어를 실시간으로 자동 번역
자연어 처리	인간의 음성명령을 이해하고, 답변하거나 특정 명령 수행
이미지 객체 인식	이미지에서 특정 객체를 찾고, 이를 분석
위조지폐 감식	비정상검출 기법을 활용하여 정상지폐와 차이점을 찾아 감식
구조물 안전진단	터널, 콘크리트 벽체 등 영상을 분석하여 균열 및 결함 검출
의료사진 분석	CT, MRI 등 의료기기 영상을 특정 패턴 분석
자율주행 자동차	카메라 영상 및 위치정보, 레이저 정보 등을 분석하여 자율주행

다. 딥 러닝(Deep Learning)

딥 러닝은 사물이나 데이터를 군집화 하거나 분류하는데 사용되며 기계학습을 통해 많은 데이터를 입력하고 비슷한 것끼리 분류하도록 하는 기술이다. 딥 러닝은 인공신경망의 한계를 극복하기 위해 제안된 기계학습 방법으로 기술의 핵심은 분류를 통한 예측이다. 수많은 데이터 속에서 패턴을 발견해 컴퓨터가 데이터를 분류하는 기술로 ‘지도 학습’과 ‘비지도 학습’으로 나뉜다. 대부분은 지도 학습에 기초하며 지도 학습 방식은 컴퓨터에 먼저 정보를 가르치는 방법으로 예를 들어 사진을 주고 “이 사진은 콩”라고 알려주는 식이다. 다양한 콩 사진 학습을 바탕으로 콩의 사진을 구분 하게 된다. 비지도 학습은 배움의 과정 없이 “이 사진은 콩이군”이라고 컴퓨터가 스스로 학습하게 된다. 지도 학습과 비교해 진보한 기술이며, 컴퓨터의 높은 연산 능력이 요구된다.

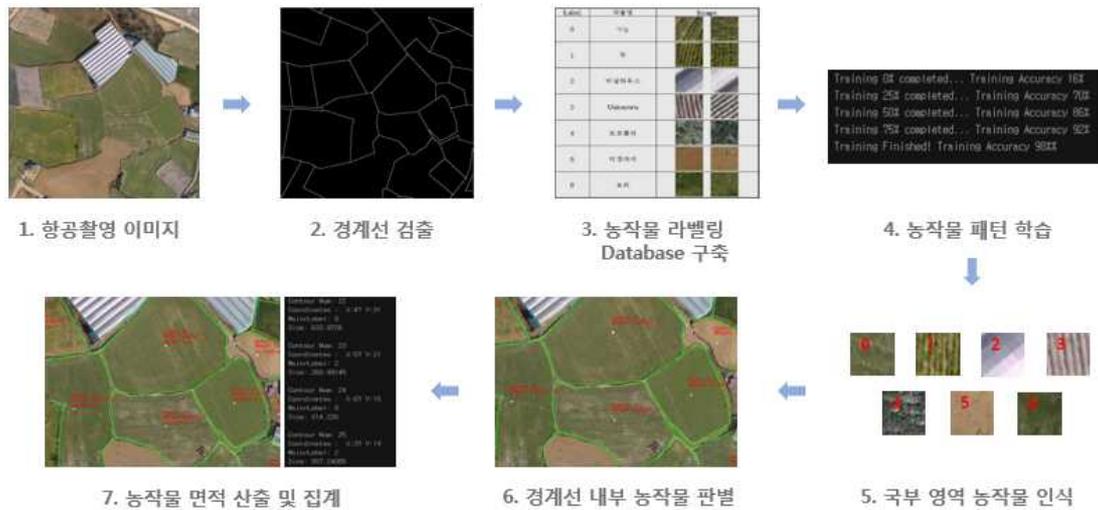
라. 딥 러닝 기술 활용방안

구축된 영상 라이브러리를 인공지능과 융합하기 위해서는 딥 러닝이라는 기계 학습법이 필요하다. 딥 러닝방식은 지속적인 반복학습을 통해서 옳고 그름을 확인 후 재학습을 통해서 기준을 세밀하게 만들어 정확도를 향상시키는 방식이다. 본 연구에서는 이러한 딥 러닝 기술을 바탕으로 농업통계 분야에 활용할 수 있는 가능성을 모색해 보았다.

최근 연구되었던 국립농산물 품질관리원의 「드론을 활용한 효율적 현장점검 및 운용방안 연구 보고서, 2017」에 의하면 딥 러닝 기술은 <그림 5-5>에 제시된 바와 같이 단

제 5 장 주요작물 별 영상 라이브러리 작성

계별 절차에 의해 농작물을 판독하였다. 총 경작지 473곳 중에서 186곳(39.3%)에서만 작물판독이 이루어 졌으며 판독이 이루어진 186곳의 경작지에 대해 72.4%의 작물판독 정확도를 나타내었고, 경계선 검출 정확도는 92.0%로 연구되었다.⁹⁾ 판독률이 낮은 이유는 1회차 촬영 영상으로만 분석하여 기존의 지도학습 데이터가 불충분 하였고, 이미지 해상도도 8cm급으로 낮은 해상도로 인한 작물판독 오류가 발생한 것으로 사료된다.



<그림 5-5> 딥 러닝 프로세스

현재의 딥 러닝은 단차년도 라이브러리 작성만으로는 자동 판독의 정확도가 떨어지며 시기별, 지역별 조건이 상이하므로 최소 3~5년 이상의 기초 데이터 수집이 필요하다. 또한 영상 라이브러리는 일련의 영상만이 아닌 각종 속성정보를 포함한 해당 조사구의 모든 정보를 수집해야 한다. 이를 위해서는 체계적인 영상라이브러리 관리 와 기준, 지침이 마련 되어야 하며, 이를 빅 데이터화 시켜 저장할 수 있는 데이터 관리 매체가 필요하다. 또한 각 중앙 부처와 지방자치단체, 농업 관련 기관과의 업무 협력을 추진해 딥 러닝에 필요한 대량의 데이터를 확보할 필요가 있다. 이처럼 체계적으로 수집된 다양한 정보들은 판독의 정확도를 높일 수 있고, 나아가 농업통계 현장조사 효율 고도화를 실현하는 것은 물론이며 각종 농업관련 정책의 의사결정에 합리적인 결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

9) 국립농산물 품질관리원 “드론을 활용한 효율적 현장점검 및 운용방안 연구 보고서”, 2017. p.56

제 6 장

국내 가용 영상정보의 적정 활용방안 마련

6.1 연구의 필요성

6.2 국내 가용 영상정보의 종류 및 특징

6.3 가용 영상정보 활용방안 분석

6.4 가용 영상정보 활용방안

6.5 가용 영상정보 비용분석

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

6.1 연구의 필요성

현장조사 업무를 위해 제공된 세부조사구요도는 조사 당시 현황을 반영할 수 있는 최신 영상자료를 이용하여 제작되어질 필요가 있다. 이와 같이 제작되어진 세부조사구요도를 시스템에 탑재하여 조사를 진행하면, 조사 당시의 작물 식재현황에 따라 구획된 세부조사구요도로부터 면적정보를 확인할 수 있다. 조사자는 식재작물명만 조사한 후 조사표를 생성하여 제공하면 업무환경이 상당히 개선되어질 수 있다.

그러나 시간, 비용 및 기술적 제약으로 인하여 현장조사 업무에 필요한 최신 영상정보를 조사업무 직전에 획득하는 것은 불가능하다. (준)실시간 영상정보를 단기간 내 획득할 수 있는 유일한 기술인 무인항공기 영상은 전국에 산재되어진 약 22,000여개의 조사구에 대해서 수행되어질 수 없다. 시간적인 측면에서 하루 10개 조사구에 대한 촬영이 가능하다고 가정하면 2,200일이 소요되며, 100대의 무인항공기를 운영해야만 22일내에 가능할 수 있다. 비용적인 측면에서 1회 촬영 및 자료처리를 포함하여 500만원(무인항공기 촬영업체의 1 km²당 견적단가)의 경비를 가정하면 총 촬영 및 영상정보 획득에 필요한 비용은 2,200회 촬영에 대해 110억이 필요하다. 1회 조사를 위한 촬영 비용이므로 5회 조사에 필요한 비용은 증가하게 된다. 기술적 제약요소 측면에서 무인항공기 촬영 시간의 한정성, 영상촬영 이후 자료처리 시간 및 인원 문제, 그리고 자료처리를 위한 하드웨어 확보 문제 등 고려해야 할 요소가 산재되어 있는 상황이다.

이 문제 해결을 위하여 생각할 수 있는 것은 통계청 이외의 국가 기관에서 다양한 목적으로 촬영되어지고 있는 영상정보를 확인하고, 시기적으로 다소 차이가 있을지라도 해당 영상정보를 이용하여 세부조사구 요도를 작성하는 것이다. 다행히 국내에서는 국토교통부 국토지리정보원과 한국항공우주연구원이 주기 또는 비주기적인 영상정보 촬영과 지도화된 영상정보인 정사영상을 제작·제공하고 있다. 국토지리정보원에서는 유인항공기와 다양한 항공사진측량용 카메라(ADS, DMC, Ultra-Cam)를 이용한 25cm급 해상도의 고해상도 항공 영상정보를 2년 주기('18년 서북권역-서울, 경기, 인천, 충북, 충남 및 전북-촬영)로 제공한다. 한국항공우주연구원은 아리랑 위성(KOMPSAT) 시리즈를 이용한 위성 영상정보를 항시적으로 촬영하여 제공한다. 아리랑-2호는 1m급, 아리랑-3호는 0.7m급, 아리랑-3A호는 0.55m급의 영상정보를 생산하고 있다. 또한, 통계청에서는 매년 경지면적조사 업무를

위하여 RAPIDEYE 위성영상을 구매하여 활용하고 있다.

본 연구는 김제시 일원(14개 조사구, 층별 2개소)을 시범지역으로 선정하고 타기관의 가용 영상정보를 이용하여 제작된 세부조사구요도와 신규 무인항공기 촬영을 통해 조사 당시의 현황을 상대적으로 정확하게 반영한 최신 세부조사구요도간의 정량적, 정성적 차이를 분석하고 현장조사업무에 활용하기 위한 방안을 제시하는데 목적이 있다. 2절에서는 국내 가용 영상정보의 종류와 특징을 살펴보고, 3절에서는 제작되어진 세부조사구요도 자료 간 비교 및 분석을 수행한다. 특히, 국토지리정보원의 항공영상과 한국항공우주연구원의 위성영상을 이용하여 제작된 세부조사구요도는 과거영상을 사용했으므로 현재 상황과 차이가 발생하게 된다. 영상의 종류에 따른 시기와 해상도의 상이함에 의해서 발생하는 차이점은 어떠한 것이 있는지 분석되어질 것이다. 4절은 가용 영상정보의 활용 적정성을 제시한다. 촬영시기 및 해상도 등에 의해 발생하는 차이점을 극복하고 과거영상을 활용하여 현지조사를 수행할 수 있는 방안과 해당 업무를 위해 필요한 시스템적 요구사항을 분석한다. 5절은 연구의 결론으로 전체 내용을 요약할 것이다.



<그림 6-1> 연구의 필요성

6.2 국내 가용 영상정보의 종류 및 특징

6.2.1 국내 가용 영상정보 종류

공간정보구축의 목적으로 촬영 및 처리되어지는 국내 가용 영상정보는 타기관에서 제작되어지는 무인항공기영상, 국토교통부 국토지리정보원의 항공영상, 한국항공우주연구원의 아리랑(KOMPSAT) 위성영상과 통계청에서 경지면적 조사업무에 활용하기 위해 구매하고 있는 RAPIDEYE 위성영상 등이 있다. 각각의 영상은 촬영을 위한 플랫폼과 카메라의 차이에 따라 다양한 해상도의 영상정보를 제공하고 있다.

가. 무인항공기영상

무인항공기(드론)는 고정익 무인항공기와 회전익 무인항공기로 구분되어진다. 고정익 무인항공기는 유인항공기와 유사한 형태로 일반적으로 1회 비행에 60분 정도 촬영이 가능하여 비교적 넓은 지역의 실시간 공간정보를 획득할 수 있다. 반면 회전익 무인항공기는 멀티콥터 형태의 프로펠러를 갖고 있으며 1회 비행에 30분미만으로 촬영이 가능하여 좁은 지역 공간정보 획득에 유용하다. 특히, 회전익 무인항공기는 고정익 무인항공기와 같이 넓은 이착륙지역이 필요하지 않고, 일정 위치에서 정지한 상태로 촬영이 가능하며, 고도를 단계적으로 높여가면 촬영할 수 있는 장점이 있다.

본 사업에서 사용되어진 무인항공기에는 앞에서 설명한 바와 같이 고정익 무인항공기로 'eBee plus'를 회전익 무인항공기로 '퀵텀 4 Pro'를 사용하였다. 고정익 무인항공기의 경우, 일반적으로 한 개 조사구(2ha)에 대하여 200m 고도에서 지상해상도 5cm급의 영상 24장을 얻을 수 있으며, 촬영시간과 영상처리시간을 포함한 자료처리에 걸리는 시간은 평균 18분 정도였다. 회전익 드론의 경우, 한 개 조사구에 대하여 180m 고도에서 지상해상도 5cm급의 영상 44장을 얻을 수 있으며, 자료처리시간은 평균 23분이 소요된다. 최근 다양한 기관에서 무인항공기를 촬영하여 분야별 업무와 공간정보 갱신에 활용하고 있는 상황이다. 한국국토정보공사에서는 '15년 '공간정보 기반조성을 위한 무인비행장치 작업규정·품셈 작성 연구' 사업을 통하여 무인항공기를 이용한 표준작업규정(안)과 품셈(안)을 제시한바 있다. 서울시에서는 '16년 '드론을 이용한 공간정보 실증 및 활용' 사업을 통해 촬영제한으로 인하여 공간정보 갱신이 이루어지지 않았던 서울시 지역에 대한 공간정보(정사영상 및 3차원공간정보) 갱신과 구축 성과에 대한 정량적인 분석을 실시한 바 있다. 업무의 지속적인 발전을 위하여 서울시 관련 부서의 다양한 요구를 수렴하여 드론 활용이 가능한 시범업무를 도출한 후 '18년 올해 부서별 맞춤형 자료를 제작하여 제공하는 것으로 활용범위를 확대하고 있는 상황이다. 한국토지주택공사도 '16년

하반기 'Drone-Works'를 현업에 적용하여 국토개발업무에 적합한 국산용 드론의 도입과 운영시스템을 갖추어 지역별 개발현장에 보급하고 있는 상황이다. 농업관련기관인 농촌진흥청, 농산물품질관리원 등에서는 별도의 드론을 구매하여 다양한 업무에 활용할 수 있는 활용방안을 모색 중에 있다. 특히 농산물품질관리원은 직불금 이행점검 업무 활용을 위하여 '19년 약 400대의 드론을 구매하여 지역사무소에 제공하겠다는 계획을 갖고 있다. 민간 부분에서도 한신공영을 비롯한 다양한 공사·건설 업체들이 공사현황 모니터링, 현황분석 및 토공량 산정 등의 목적으로 드론을 직·간접 운영하고 있는 상황이다. 다양한 기관에서 촬영되어지는 드론 촬영성과들은 현재 기관마다 개별적인 목적과 시스템에 탑재되어 운영되고 있으나, 향후 국가 또는 기관 단위 통합플랫폼 등이 고민되고 있어 해당 자료에 대한 공유·활용 기반이 구축되어질 수 있을 것을 기대된다. 지역, 시기와 해상도 등의 특성을 고려하여 활용 가능한 영상자료가 있다면 기관 간 업무제휴를 통해 통계청에서 활용할 수 있는 협의체계를 구축할 필요도 있을 것으로 보인다.

나. 항공영상

항공영상은 유인항공기(경비행기)에 항공사진측량용 전용카메라(ADS, DMC, UltraCam)를 탑재하고 수직으로 촬영한 영상자료이다. 카메라는 위성영상 촬영방식과 동일하게 비행한 1개의 코스가 1장의 영상으로 제작되어지는 라인방식카메라(ADS)와 기존 아날로그 카메라와 같이 일정 영역이 1장의 영상으로 제작되어지는 프레임방식카메라(DMC, UltraCam)로 구분되어진다. 두 카메라는 촬영방식의 차이일 뿐 제작되어지는 최종성과품에는 큰 차이가 없다. 촬영되어진 영상은 지상의 기준점과 지형 정보를 이용하여 보정됨으로써 지도 좌표와 동일한 정사영상으로 전환되어지며, 해당 영상은 공간 정보서비스를 포함한 다양한 분야에 기초자료로서 활용되어진다.

본 사업에서 활용한 항공영상은 국토교통부 국토지리정보원(이하 지리원)에서 무상으로 제공받은 정사영상이다. 지리원은 전국을 2개권역으로 나누어 짝수년도에는 서북권역(서울, 경기, 인천, 충청, 대전, 전북 등 10개권역)을, 홀수년도에는 동남권역(기타지역)을 촬영하여 정사영상을 제작하고 두 시기의 영상을 통합하여 전국 통합 정사영상으로 제작되어진다. 김제시 시범지역의 영상은 '16년도 촬영되어진 영상으로서, 촬영해상도(GSD, Ground Sample Distance)는 약 25cm이다. 현재 국내에서 촬영되어지고 있는 영상정보 중 가장 고해상도 영상이며, ADS 카메라를 기준으로 지상고도 2,500m 정도에서 촬영되어졌다.

다. 아리랑(KOMPSAT) 위성영상

한국항공우주연구원(이하 항우연)은 '99년 아리랑 1호 발사 성공으로 본격적인 국내 위성 원격탐사 활용기반을 조성하였으며, 이후 아리랑 2호, 3호, 5호, 3A호 등 지속적인 위

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

성발사와 영상서비스를 통하여 그 활용범위를 넓혀가고 있다. 현재 아리랑 1호는 임무를 종료하였으며, 아리랑 2호는 1m 급, 3호는 0.7m급, 3A호는 0.55m급 영상정보를 촬영·제공하고 있다. 아리랑 5호는 일반 광학위성이 아닌 SAR(Synthetic Aperture Radar, 합성개구레이더) 위성으로서 마이크로파를 이용하여 기상 및 시간대의 영향을 받지 않고 전천후로 관측 가능한 특성을 갖는 위성이다.

통계청에서는 '12년 원격탐사를 활용한 경지면적 조사사업을 시작한 이래로 지속적으로 항우연으로부터 아리랑 위성영상을 제공받아 업무에 활용해오고 있다. 일반적으로 1년간 촬영되어진 통계청 조사구 지역의 영상 수급율은 70% 정도 되며, 해상도를 고려하여 경지면적 조사업무의 핵심자료로서 사용되어진다. 약 10,000개의 조사구에 대해 당해연도 촬영 영상을 이용한 경지관독 결과를 반영하여 공표통계 산출에 활용하는 것이다.

본 사업에서는 2, 3월에 촬영되어 수급되어진 아리랑 2호, 3호, 3A호 영상 중 김제시 시범지역을 가장 많이 포함하고 있는 3호 2장, 3A호 1장의 영상을 이용하였다.

라. RAPIDEYE 위성영상

RAPIDEYE 위성영상은 통계청에서 벼재배면적 시범조사 시 활용을 위하여 연 1회 구매하여 사용하고 있는 영상이다. 사람의 눈에 인식 가능한 가시광선 영역(Red, Green, Blue)의 파장 밴드와 식생에 민감한 Red Edge밴드, 그리고 근적외선(NIR) 밴드를 포함하고 있다. 무엇보다 5대의 위성이 함께 운영되고 있어 짧은 기간에 넓은 지역의 영상정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 벼재배면적 시범조사를 위해서는 벼 식재현황을 파악할 수 있어야 하고 이를 위해 일반적으로 6월~9월 사이에 촬영되어진 영상정보가 필요하다. 우리나라의 경우, 해당 시기는 장마철(또는 우기)과 일치하여 구름이 많고 비가 오는 날이 많아 쾌청일수가 부족하여 운량이 적은 양호한 품질의 영상자료를 얻는데 제약이 많은 상황이다. RAPIDEYE 위성은 3~5일 정도의 짧은 쾌청일수만 있어도 조사대상지역 전국의 영상을 촬영할 수 있다. 본 사업에 사용되어진 영상은 '17년 촬영되어진 영상으로서 해상도는 5m급이다.

6.2.2 국내 가용 영상정보의 특징

원격탐사 영상의 특징은 공간해상도, 주기(시간)해상도, 분광해상도, 방사해상도의 4가지 특성으로 분류하는 것이 일반적이다. 그러나, 세부조사구요도 제작측면에서의 항공영상, 아리랑위성영상, RAPIDEYE영상에 대한 각각의 특징은 다음과 같은 범주로 분석하였다.

고해상도 영상 순서로 무인항공기 영상, 유인항공기 영상 및 위성 영상



<그림 6-2> 개별 영상정보 특징 분석

가. 시간적 측면

무인항공기 영상은 필요한 시기에 즉각적으로 촬영을 통해 관련 지역의 영상정보를 획득할 수 있다. 현장조사의 특성 상 조사 1~2주 전 영상을 확보하여 세부조사구요도를 작성·제공한다면 조사자들의 불편을 최소화할 수 있다.

- 항공영상
 - 대상지역에 따라 1~2년 과거영상 활용 가능
 - 서북권역의 경우 '16년도 촬영성과, 동남권역의 경우 '17년도 촬영성과 이용
 - 과거영상을 활용한 세부조사구요도의 효율적인 활용방안 마련 필요
- 아리랑영상
 - 위성 궤도를 통한 주기적 촬영. 단 기상조건 및 위성 임무에 따라 변동 가능
 - 사전 촬영된 아카이빙 영상정보를 검색, 신청 및 제공
 - 일반적으로 수 개월 이전 영상 활용 가능
- RAPIDEYE영상
 - 연 1회 구매를 통한 업무활용
 - 일반적으로 8~9월 촬영 영상을 통한 벼재배 시범조사 사용
 - 영상 신규구매 시 2~3개월 영상확보 기간 필요

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

나. 해상도 측면

세부조사구요도 제작지침에 따라 두령 및 작물식재 현황에 대한 판독이 가능한 해상도의 영상정보를 활용해야 작업을 수행할 수 있다. 그림 <6-3>은 김제시 시범지역의 동일지역에 대한 가용 영상별 공간해상도를 보여주고 있으며, RAPIDEYE 위성영상은 세부조사구요도 작성에 적합하지 않아 연구 대상영상에서 제외되었다.

- 항공영상
 - 지상해상도 25cm급의 고정밀 고해상도 영상정보
- 아리랑영상
 - 위성의 종류에 따라 1m급 ~ 서브 m급 영상정보
- RAPIDEYE 영상
 - 지상해상도 5m 중해상도 영상정보

세부조사구 요도의 특성 상 대상조사구의 작물별 식재현황 판독이 가능해야 함



<그림 6-3> 가용 영상별 공간해상도 비교

다. 비용적 측면

무인항공기 영상촬영 및 영상처리는 좁은 영역의 실시간 정보 획득 측면에서 투입 비용

대비 효율성이 높다. 그러나 영역이 넓어지거나, 대상지역이 산재되어져 이동거리가 증가하는 경우에는 그 정도에 따라 효율성이 떨어지게 된다. 일정면적(약 4km²) 이상이 되는 경우 영상획득 비용이 유인항공기를 이용하는 경우보다 비싸지게 된다. 각 영상별 획득 비용은 다음과 같다.

- 항공영상
 - 국토지리정보원 무상제공(전국)

- 아리랑영상
 - 한국항공우주연구원 무상제공(전국, 조사구의 약 70%)

- RAPIDEYE영상
 - 통계청 자체구매(15,000만원, 전국)

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

6.3 가용 영상정보 활용방안 분석

통계청에서 관리하고 있는 조사구 층별 정보를 분석하고 시범지역을 선정할 후 항공영상과 아리랑 위성영상을 이용하여 제작지침에 따라 세부조사구요도를 작성한다. 작성된 세부조사구요도와 앞서 현장조사에 활용되어진 무인항공기에 의한 세부조사구요도간의 차이를 분석하여 층별 영상정보 활용방안을 마련한다.

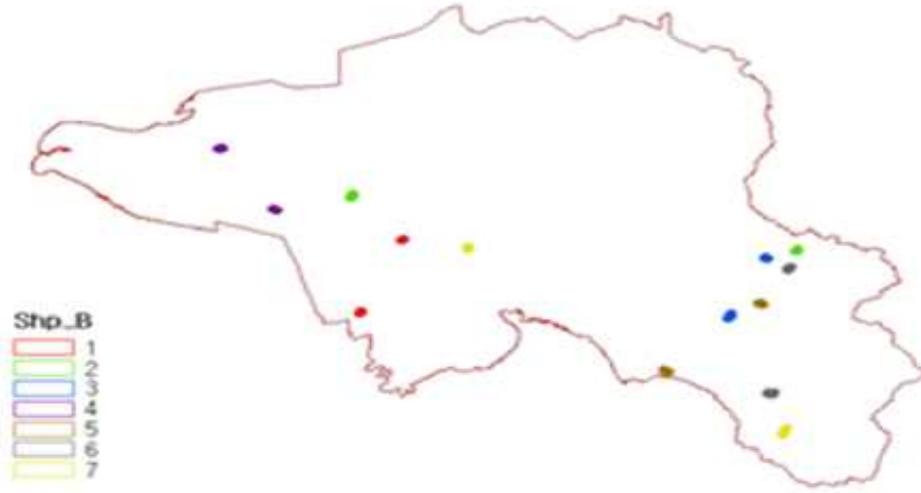
6.3.1 층별 조사구 특징 및 시범지역 선정

작물재배면적 조사를 위한 통계청 조사구는 21,921개가 운영·관리되고 있으며, 각 층별 층화기준과 표본의 개수는 <표 6-1>과 같다.

<표 6-1> 통계청 조사구 특성

층이름	층화 기준	표본개수
1층(논층1)	논비율 100%	1,760개
2층(논층2)	75% ≤ 논비율 < 100%	2,092개
3층(과수층)	논비율 < 75% & 과수 ≥ 30%	2,894개
4층(시설층)	논비율 < 75% & 시설 ≥ 30%	1,494개
5층(논층3)	50% ≤ 논비율 < 75%	2,143개
6층(밭층1)	0% < 논비율 < 50%	6,042개
7층(밭층2)	논비율 = 0%	5,541개

본 사업의 대상지역 중 김제시의 표본조사구에서 각 층을 대표할 수 있는 조사구를 시범지역으로 선정할 필요가 있다. 1차 현장조사 시 개발되어진 현장조사시스템을 통해 시범조사를 실시했던 각 층별 2개 조사구씩 모두 14개 조사구를 선정하였다. 해당 조사구는 가장 최근에 촬영되어진 무인항공기를 이용하여 세부조사구요도를 작성하였으며, 현장조사를 통하여 변화되어진 변화상을 반영하였으므로 조사구 현장을 가장 자료 묘사하고 있는 ‘참값’을 갖고 있는 지역이다. 따라서 가용한 활용 영상(항공영상, 위성영상)으로 작성되어진 세부조사구요도를 비교하고 그 활용성을 평가하기에 가장 좋은 시범지역의 조건을 확보하고 있는 것이다. <그림 6-4>는 시범지역의 위치를 보여주고 있으며 <표 6-2>는 조사구 ID 및 주소정보를 알려준다.



<그림 6-4> 시범지역 위치도(14개소)

<표 6-2> 시범지역 조사구ID 및 주소

구분	층	조사구 (RE_GRP_ID)	조사구 주소
1	1	45210320_111539	전북 김제시 죽산면 종신리 698-4
2		45210320_112170	전북 김제시 죽산면 연포리 993-3
3	2	45210400_211840	전북 김제시 성덕면 성덕리 872-1
4		45210420_212112	전북 김제시 금구면 산동리 337-5
5	3	45210420_310049	전북 김제시 금구면 용지리 산 41-3
6		45210450_310063	전북 김제시 금산면 용산리 887
7	4	45210460_410195	전북 김제시 광활면 창제리 1359-1
8		45210460_410361	전북 김제시 광활면 은파리 1699-17
9	5	45210420_511201	전북김제시 금구면 용복리 116-1
10		45210430_511273	전북 김제시 금산면 용산리 887
11	6	45210420_611219	전북 김제시 금구면 월전리 429-3
12		45210450_611491	전북 김제시 금산면 쌍용리 91-1
13	7	45210125_710086	전북 김제시 연정동 582-7
14		45210450_710662	전북 김제시 금산면 선동리 204-3

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

6.3.2 기초 자료 확보

시범지역에 대한 항공영상 및 위성영상 자료를 통계청으로부터 수령하였다. 항공영상은 지상해상도 25cm급의 정사영상 이었으며, 촬영 시기는 정확하게 알 수 없으나, 일반적인 지리원 항공 촬영 일정상 5~6월로 추정되어진다. 위성영상은 아리랑 2, 3, 3A의 다양한 영상을 수령하였으나 가장 넓은 면적을 포함하고 있는 3호 영상 2장, 3A호 영상 1장을 이용하였다. <그림 6-5>는 확보된 기초자료에 대한 설명이다.

구분	항공영상	위성영상
세부조사구 요도 예시 (6층)		
기초자료 특징	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제공기관 : 국토지리정보원 ▪ 촬영시기 : 2016년 5~6월(추정) ▪ 해상도 : 25cm 급 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제공기관 : 한국항공우주연구원 ▪ 촬영시기 : 2018년 2월, 3월 ▪ 해상도 : 0.55cm, 0.7cm, 1m

<그림 6-5> 기초자료 확보

6.3.3 세부조사구요도 작성

세부조사구요도 작성은 사용 소프트웨어인 ArcGIS 또는 오픈소스 소프트웨어인 QGIS를 사용할 수 있다. 기존표본조사구 요도를 영상에 중첩하고 객체를 병합한 이후 작물 식재 현황에 따라 세부구획을 수행함으로써 작업은 완료되어진다.

<그림 6-6>은 세부조사구요도 작성에 필요한 소프트웨어의 모습과 절차를 나타낸 것이다. 기존 조사구요도의 최대 외곽선은 편집하지 않음으로써 전체적인 면적 변화를 사전에 차단하고 내부 다각형은 융합을 함으로서 작업자의 세부구획 편의성을 도모한다.



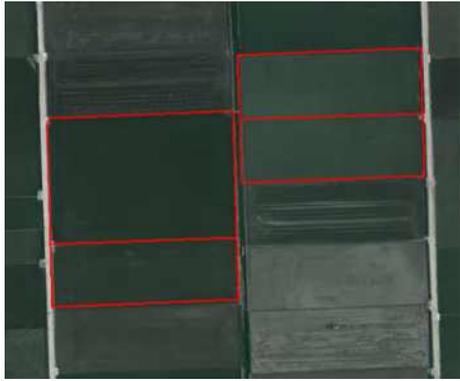
<그림 6-6> 세부조사구역도 작업절차

세부조사구역도 작성에 있어서 위성영상의 경우, 다양한 해상도의 자료를 수령했으므로 적당한 영상을 선택할 필요가 있다. 기본적인 선택 원칙은 작물식재 현황에 대한 인식이 가능해야하므로 가능한 고해상도 영상을 선택하는 것이 좋다. 동일지역에 여러 영상이 있는 경우 아리랑-3A호 영상이 주로 사용되어진 이유이다.

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

6.3.4 항공영상 활용 세부조사구요도 작성결과

<표 6-3> 층별 항공영상 활용 세부조사구요도

층	지역 1	지역 2
1층		
2층		
3층		
4층		

<표 6-4> 층별 항공영상 활용 세부조사구요도(계속)

층	지역 1	지역 2
5층		
6층		
7층		

무인항공기를 이용하여 제작한 최신 세부조사구요도와 2년 전 촬영되어진 항공영상을 활용하여 제작되어진 세부조사구요도 간에 많은 차이가 발생되었다. 일반적인 변화의 원인으로서는 다음과 같은 3가지로 요약되어질 수 있었다.

- 촬영연도 차이에 의한 변화발생이다. 항공영상의 경우, '16년 국토지리정보원 군역별 촬영사업 일정에 따라 3월부터 발주되어 단계적으로 촬영되어 약 5~6월 경 촬영된 것으로 추정할 수 있다.

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

○ 식재현황에 따른 변화발생이다. 동일년도 촬영성과일지라도 계절 및 시기에 따라 특히 밭지역의 경우는 변화가 많이 발생한다. 또한 농업민의 해당 작물 재배 의사에 따라서도 변화가 발생할 수 있으며, 병충해 및 전국 생산량도 식재현황에 변화를 주는 용인이 될 수 있다.

○ 실제 지형변화에 의한 변화발생이다. 경지 중심의 조사구이지만, 마을 지역에 건물 증개축에 따른 변화와 도로 건설에 따른 변화요인이 이에 해당한다.

각각의 조사구 층별 주요변화요인을 분석하면 다음과 같다.

○ (1층) 논 100% 층으로서 변화가 적어 과거영상 활용시 제약이 없다.

○ (2층, 3층, 5층) 논, 밭 혼합층으로서 논 지역의 경우 1층과 동일하게 변화가 적으며, 밭 지역의 경우 계절 또는 시계열적 변화가 발생한다. 식재 작물의 면적에 따른 변화도 발생한다. 거주지역 인근의 경지는 건물 증축 및 도로신규 개설에 따른 변화도 나타났다.

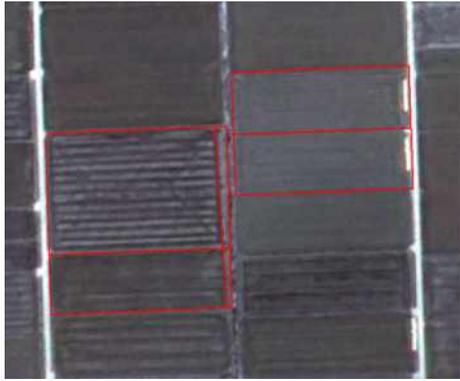
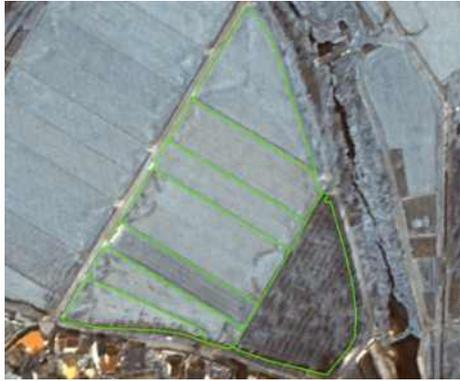
○ (4층) 시설층으로서 논과 시설로 구성되어 있어 상대적으로 변화가 적어 과거영상 활용시 제약이 없다.

○ (6층, 7층) 밭층으로서 작물식재 현황에 따른 변화가 많이 발생하는 지역이다. 해당 지역은 변화가 많아 만들어진 세부조사구요도를 편집하는 작업시간을 고려한 세부조사구요도 작업지침 반영이 필요하다. 거주지역 인근의 경우 주택 건설에 의한 큰 변화도 발생된 것을 확인할 수 있다.

○ (모든 층) 세부조사구요도 작업지침 숙지 미숙에 의한 변화도 발생하였다. 작물 식재현황에 대한 분리구획이라는 기준이 다소 주관적이기 때문에 작업자라간 동일지역에 대한 구획 결과가 다르게 나타나 발생하는 변화이다. 주요 원인은 작물 식재현황에 대한 인식 차이, 분리 구획 오류, 공간해상도 차이에 의한 작물 구분 인식 능력 차이 등이 주요 요인이다. 논 주변의수로 구획여부의 차이도 작업자가 결과를 다르게 만드는 용인이었으므로 향후 관련 지침에 정확하게 명시할 필요가 있다.

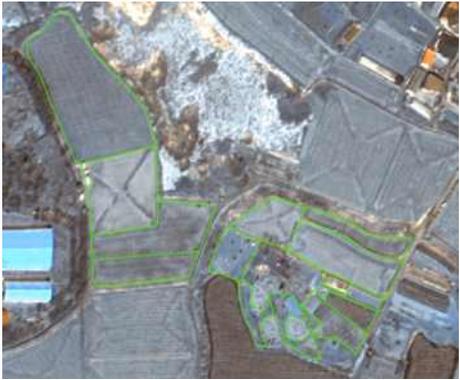
6.3.5 위성영상 활용 세부조사구요도 작성결과

<표 6-5> 층별 위성영상 활용 세부조사구요도

층	지역 1	지역 2
1층		
2층		
3층		
4층		

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

<표 6-6> 층별 위성영상 활용 세부조사구요도(계속)

층	지역 1	지역 2
5층		
6층		
7층		

무인항공기를 이용하여 제작한 최신 세부조사구요도와 당해연도 2, 3월에 촬영되어진 위성영상을 활용하여 제작되어진 세부조사구요도 간에 많은 차이가 발생되었다. 일반적인 변화의 원인으로서는 다음과 같은 3가지로 요약되어질 수 있었다.

- 촬영시기 차이에 의한 변화발생이다. 위성영상의 경우, '18년 2~3월 촬영되어진 성과이므로 지형에 대한 변화는 적으나 경작유무에 따른 구획 간 차이가 발생하였다.
- 식재현황에 따른 변화발생이다. 농업민 의사에 따른 대상작물 차이에 의한 변화가

발생한다.

○ 해상도 차이에 의한 변화발생이다. 위성영상의 경우 해상도가 상대적으로 떨어져 작물 식재패턴을 인식하기 어려운 경우가 발생하였고 그 결과 세부조사구요도 간에 차이가 발생하였다.

각각의 조사구 층별 주요변화요인을 분석하면 다음과 같다.

○ (1층) 논 100% 층으로서 변화가 적어 과거영상 활용시 제약이 없다. 다만, 두령의 경우 위성영상 촬영각에 따라 그 넓이에 차이가 있어 변화발생요인이 될 수 있다.

○ (2층, 3층, 5층) 논, 밭 혼합층으로서 논 지역의 경우 1층과 동일하게 변화가 적으며, 밭 지역의 경우 계절 차이에 의한 식재패턴에 변화가 발생한다. 영상의 해상도에 따라 작물식재 현황이 판독되지 않는 경우 변화의 요인이 될 수 있다.

○ (4층) 시설층으로서 논과 시설로 구성되어 있어 상대적으로 변화가 적어 과거영상 활용시 제약이 없다. 다만, 두령의 경우 위성영상 촬영각에 따라 그 넓이에 차이가 있어 변화발생요인이 될 수 있다.

○ (6층, 7층) 밭층으로서 작물식재 현황에 따른 변화가 많이 발생하는 지역이다. 해당 지역은 변화가 많아 만들어진 세부조사구요도를 편집하는 작업시간을 고려한 세부조사구요도 작업지침 반영이 필요하다. 거주지역 인근의 경우 주택 건설 및 도로에 의한 큰 변화도 발생된 것을 확인할 수 있다.

○ (모든 층) 세부조사구요도 작업지침 숙지 미숙에 의한 변화도 발생하였다. 작물 식재현황에 대한 분리구획이라는 기준이 다소 주관적이기 때문에 작업자라간 동일지역에 대한 구획 결과가 다르게 나타나 발생하는 변화이다. 주요 원인은 작물 식재현황에 대한 인식 차이, 분리 구획 오류, 공간해상도 차이에 의한 작물 구분 인식 능력 차이 등이 주요 요인이다. 논 주변의 수로 구획의 경우 항공영상보다 촬영각에 따라 두드러지게 나타나 현상이 있어 향후 관련 지침에 정확하게 명시할 필요가 있다.

6.3.6 활용 영상 간 세부조사구요도 주요 변화요인

무인항공기를 이용한 세부조사구요도와 비교를 통한 항공 및 위성영상 세부조사구요도의 주요 변화발생요인은 다음과 같다.

가. 시간적 변화 : 시계열적 경작형태 변화

- 경작 작물종류 및 패턴 변화에 따른 차이
- 여름 영상과 겨울 영상에서의 논두렁 판독 차이
- 경작 작물종류 및 패턴 변화에 따른 차이

나. 지형적 변화 : 경지면적 차이발생 요인

- 경지 외 지역(건물증축, 마당확대, 도로신설) 변화
- 휴경 및 나대지 전환에 따른 차이
- 촬영각에 따른 두렁 크기 변화

다. 공간해상도 차이 : 영상간 판독 능력 차이

- 부분 작물 식재패턴 및 소규모 시설물 판독 차이 발생
- 경지 진입로에 대한 인식 제한

라. 작업축척 상이 : 작업시 판독 능력 차이

- 유·무인항공기($S=1/1,000$ 기준)와 위성영상($S=1/2,000$) 작업축척 상이
- 소축척에서 작물식재 경계가 뚜렷이 나타나는 현상 발생

마. 작업지침 인식 차이 : 작업자간 차이 발생

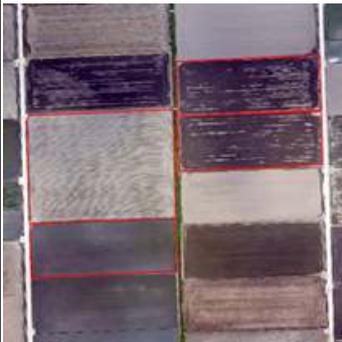
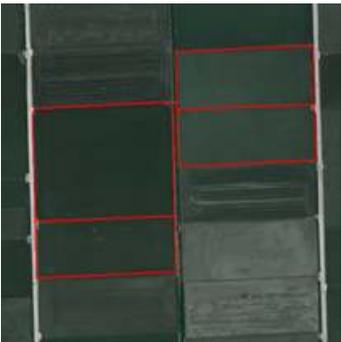
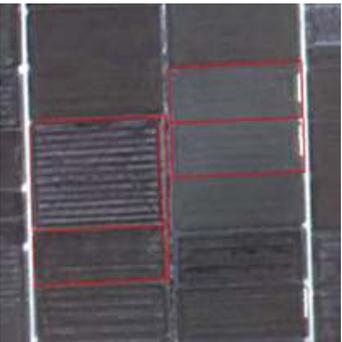
- 작물 식재패턴, 시설물에 대한 분리구획 여부에 대한 인식 차이
- 작업자의 일반적인 실수(또는 오류)

6.4 가용 영상정보 활용방안

각각의 층별 가용 영상정보 활용방안에 대한 분석을 실시하였다. 일반적으로 논 지역은 폴리곤 수 및 변화량이 적어 과거에 촬영되어진 항공 및 위성영상을 활용하고 현장조사시스템의 일반적인 편집 기능을 사용하여 보완한다면 현장에서의 업무효율성을 증가시킬 것으로 판단된다. 반면, 밭 지역은 시기에 따라 변화가 많은 지역이므로 세부구획을 실시하는 경우, 변화된 현황을 반영하기 위한 편집 작업이 증가되어 효율성이 떨어지므로 작물식재 현황에 대한 구획은 하지 않고 도랑 및 두렁 위주의 구획을 통한 간단한 폴리곤 정보를 제공하는 것이 효율적일 것이다. 또한 면적 입력시 재배작물에 대한 면적비율을 입력하고 시스템을 통해 자동으로 해당 면적을 계산하는 방식을 적용하면 보측·목측에 의해 주관적으로 추정되어 온 면적정보에 대한 객관성을 확보할 수 있다.

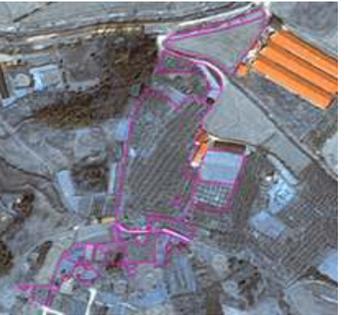
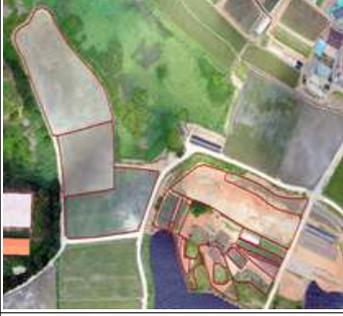
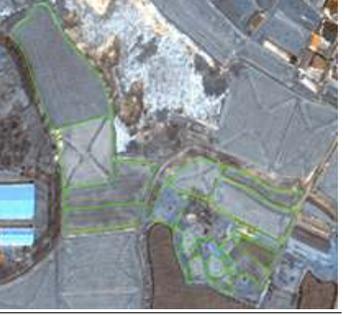
6.4.1 층별 영상 및 세부조사구요도 비교

<표 6-7> 세부조사구 요도 상호비교

층	무인항공기영상	항공영상	위성영상
1층			
2층			

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

<표 6-8> 세부조사구 요도 상호비교(계속)

층	무인항공기영상	항공영상	위성영상
3층			
4층			
5층			
6층			
7층			

6.4.2 층별 영상정보 활용방안

가. 1층(논층1)

- 논지역 변화량이 적어 항공 및 위성영상 모두 활용 가능
- 논 주변 수로 구획에 대한 지침 개선 필요
- 변화발생시 편집량이 적어 현장에서 쉽게 작업 가능

나. 2층(논층2)

- 논지역 변화량이 적어 항공 및 위성영상 모두 활용 가능
- 위성영상 해상도 저하로 밭지역 세부구획 불가, 항공영상 활용 가능
- 밭지역 두령중심 구획을 통한 면적비율 입력 적용

다. 3층(과수층)

- 과수 및 밭지역 세부구획을 위해 항공영상 활용 가능
- 구획지침 명확화를 통한 일치성 확보(작물 및 건물 분리구획 유무 기준)
- 밭지역 두령중심 구획을 통한 면적비율 입력 적용

라. 4층(시설층)

- 논지역, 시설지역에 항공영상 활용 가능
- 구획지침 명확화를 통한 일치성 확보(수로 구획 여부)
- 변화발생시 편집량이 적어 현장에서 쉽게 작업 가능

마. 5층(논층3)

- 과수 및 밭지역 세부구획을 위해 항공영상 활용 가능
- 구획지침 명확화를 통한 일치성 확보(작물 및 건물 분리구획 유무 기준, 논/밭 지역 구획지침 세분화)
- 밭지역 두령중심 구획을 통한 면적비율 입력 적용

바. 6층(밭층1)

- 밭지역 세부구획을 위해 항공영상 활용 가능
- 구획지침 명확화를 통한 일치성 확보(작물 및 건물 분리구획 유무 기준, 논/밭 지역 구획지침 세분화)
- 밭지역 두령중심 구획을 통한 면적비율 입력 적용

사. 7층(밭층2)

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

- 발지역 세부구획을 위해 항공영상 활용 가능
- 구획지침 명확화를 통한 일치성 확보(작물 및 건물 분리구획 유무 기준)
- 발지역 두령중심 구획을 통한 면적비율 입력 적용

<표 6-9>는 층별 가용 영상 활용방안을 정리한 것이다.

<표 6-9> 층별 가용 영상 활용 방안

구분	가용 영상 종류	
	논지역	발지역
1층(논층1)	항공영상, 위성영상	-
2층(논층2)	항공영상, 위성영상	항공영상
3층(과수층)	항공영상, 위성영상	항공영상
4층(시설층)	항공영상	
5층(논층3)	항공영상, 위성영상	항공영상
6층(발층1)	항공영상, 위성영상	항공영상
7층(발층2)	-	항공영상

발지역의 경우, 두령중심 구획과 시스템을 통한 면적비율 입력방식을 적용하면 업무의 효율성을 증대할 수 있어, 세부조사구요도 작업지침은 논지역과 발지역에 대해 구분해서 적용할 필요가 있다. <그림 6-7>은 발지역에서의 구획지침 변경이 가져올 기존 세부조사구요도와의 차이를 보여준다.



<그림 6-7> 두령중심 구획 및 면적비율 입력 개념

6.5 가용 영상정보 비용분석

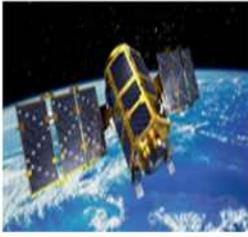
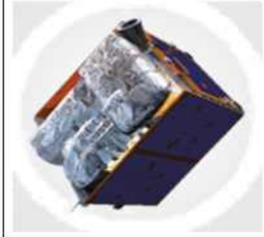
무인항공기 관련 품셈 연구 사업이 현재 지리원에서 진행중에 있으며, '19년 상반기 의견 수렴을 위해 초안이 만들어질 것이다. 본 사업에서의 무인항공기 비용은 '15년, '16년 각각 한국국토정보공사와 서울시에서 진행했던 개별사업의 성과를 참조하였다.

항공영상은 지리원의 항공사진 촬영 및 정사영상제작 사업에 대하여 전국(2개년도) 기준으로 사업비를 합산하고 면적으로 나누어 단가를 산정하였다. 다만, 무인항공기와 다르게 해당 영상은 공간해상도가 25cm급이라는 사실을 이해하고 있어야 한다. 무인항공기와 유사한 수준의 항공영상을 확보하기 위해서는 비용이 기하급수적으로 늘어날 것이다.

RAPIDEYE 위성영상 가격은 통계청에서 연 1회 구매하는 비용을 그대로 적용하였다.

<그림 6-8>은 개별 영상의 비용을 분석한 결과를 보여준다.

제 6 장 국내 가용 영상정보 적정 활용방안 마련

구분	드론영상	항공영상	위성영상(KOMPSAT)	위성영상(RAPIDEYE)
플랫폼				
참조기관	통계청, LX, 서울시	국토지리정보원	한국항공우주연구원	통계청
비용	약 730만원/㎢(LX, 기초자료) 약 2,000만원/㎢(서울시, 3D)	약 2,500만원/100㎢	무상제공	약 15,000만원/전국
면적	촬영지역	'18년 서북권역 '19년 동남권역	조사구 약 70%/년	전국
소유권	촬영기관소유	내부활용	내부활용	내부활용
비고	기관 상이	'17년 정사영상기준	구매비용	구매비용

기관별(통계청, 지리원, 항우연) 영상 관련 금액 및 영상 제작 단가 중심

<그림 6-8> 가용 영상별 영상제작 단가

비용적인 측면을 고려하여 전국을 촬영한다는 가정, 저렴한 순서는 KOMPSAT 위성영상 < RAPIDEYE 위성영상 < 항공영상 < 드론영상 이지만 앞서 국내 가용 영상정보 실험에서 전자요도에 탑재하여 전체 층에 대하여 조사 가능한 해상도를 보유하고 있는 것은 항공영상과 드론영상이며, 가장 최근에 촬영한 영상이 작물조사에 유리하기 때문에 비용적인 측면에서만 고려되어 가용 영상정보를 선택하는 것 보다 시간적·해상도 측면과 조사할 대상이 어떤 층인지에 대한 사항을 고려하여 최적의 영상정보를 선택해야 할 것이다.

제 7 장

향후 과제

7.1 전자요도 활용 현장조사 모델 개선

7.2 원격탐사 기술을 활용한 농업통계 업무 개선

제 7 장 향후과제

7.1 전자요도 활용 현장조사 모델 개선

본 용역을 통해 개발된 모바일 현장조사 시스템은 무선인터넷 네트워크 기반의 시스템이 아닌 태블릿PC 기반의 내/외장 메모리에 데이터를 저장하여 사용하는 시스템으로 개발되어진 어플리케이션 이므로 사용자 편의성과 데이터관리 측면의 한계점을 내포 하고 있다.

7.1.1 시스템 기능 개선과제

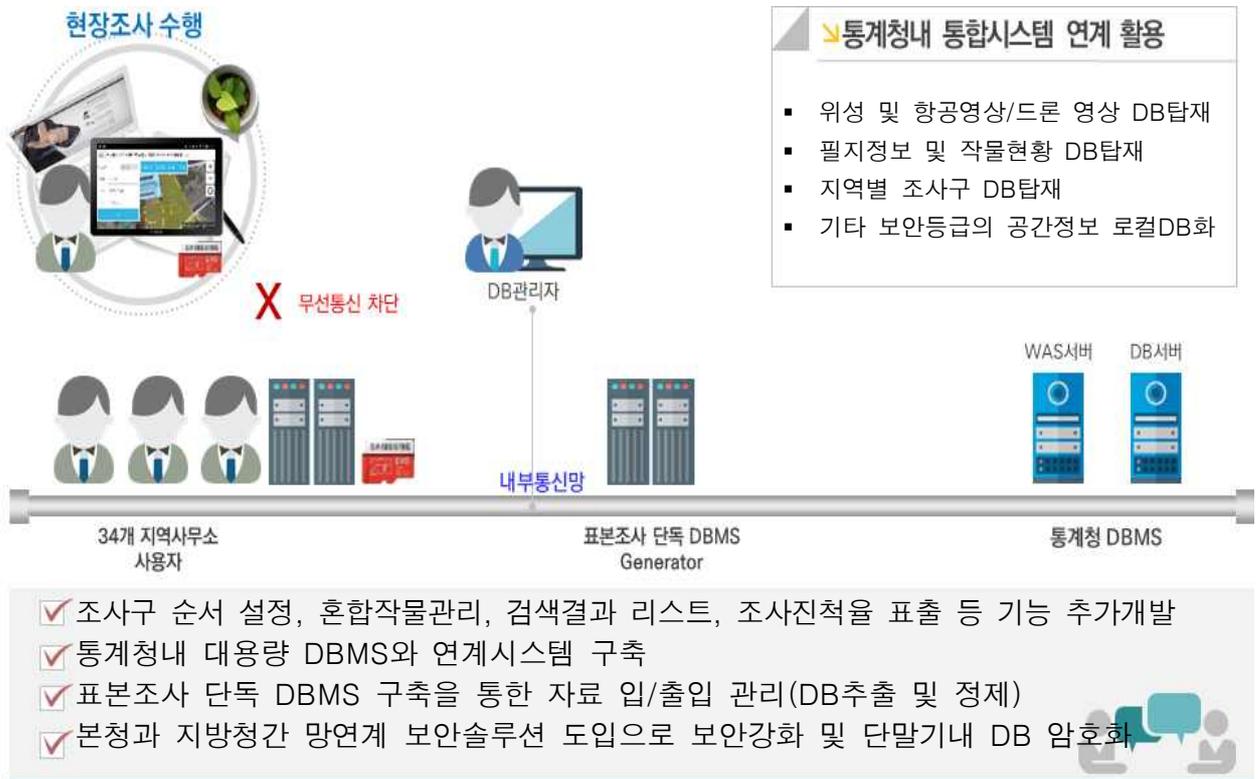
조사구를 검색한 후 포털사이트에서 제공하는 네비게이션으로 바로 연결해서 조사지역까지 길안내를 제공하는 길안내 연계기능 등의 사용자 편의기능 추가개발을 예로 들 수 있으며 조사구 순서설정, 혼합작물의 효율적 관리, 검색결과에 따른 사용자 시인성 개선, 직관적인 조사진행을 표출 등 다양한 기능들의 추가 개발이 반드시 수행되어야 한다.

<표 7-1> 기능별 향후 개선 사항

구분	기능 설명	비 고
조사구 순서설정	-조사순서 설정 후 조사순서 번호를 지도화면에 표시, 지도 확대시 특정 레벨에서 사라지거나 on/off 기능 검토	설정된 조사구의 공간좌표 추출 및 연동 필요
혼합작물관리	-혼합작물로 저장된 경우 해당필지에 라벨표시 -동일작물을 2회이상 입력시 알림창 표시 -동일작물 입력 후 저장시 동일작물 면적합산 -혼합작물 대상 필지의 공간정보 편집시 저장된 속성값의 보존	혼합작물 입력 및 자료관리 개선
검색결과 리스트 지도표출	-행정구역별 검색 결과에 따른 조사구만 지도화면에 표출	검색결과에 해당하는 레이어 랜더링 효과
조사진척을 표시	-조사자별 조사완료지역 기준 진행을 표시 -조사구 리스트에 조사완료지역 사용자 체크기능	속성정보와 연계된 검색영역 기능개선

7.1.2 통합시스템 연계 및 활용방안

통계청 내에서 활용되고 있는 공간정보기반 시스템과 하드웨어 및 대용량데이터베이스 등을 연계하여 당초 현장조사 단일시스템으로 개발했던 응용시스템을 표준화된 통합시스템으로 확장 개발이 필요하며, 행정망 내부에서 현장조사 관련 데이터가 체계적으로 관리 될 수 있도록 조사자가 담당한 표본조사구 지역을 행정구역별로 자료를 추출하는 기능이나 추출된 자료를 통합시스템에서 반출하거나, 조사 완료된 데이터를 통합시스템에 반입하는 기능 등 데이터 관리 분야의 기능들의 개발 또한 추가로 수행되어야 한다.



<그림 7-1> 통합시스템 연계 및 활용

7.2 원격탐사 기술을 활용한 농업통계 업무 개선

통계청에서는 RS/GIS 기반 「2014~2015 경지총조사 및 면적표본 재설계 사업」을 통해 작물재배면적표본을 개편함과 동시에 최신의 전국경지모집단공간정보 구축을 계기로 2012년 이후 유지되어져오던 경지면적표본을 개편하게 되었으며 이후 본 연구에서 ICT 기술의 보급 확대로 태블릿PC등의 모바일 기기를 활용한 ICT 기술과 원격탐사 및 GIS 기술의 융합으로 현장업무 개선을 위한 최적의 新업무프로세스를 제시한다.

7.2.1 업무 개선의 필요성

통계청 농어업통계과에서는 국내 농업정책 의사결정을 지원하고, 농민의 권익증진을 위하여 다년간 농업통계업무를 수행하였고 그에 따른 경지면적과 작물재배면적 통계를 매년 공표해 왔다. 그러나 해당 업무는 그 중요도에 비해 업무프로세스 측면에서 전국 22,000개소에 해당하는 표본조사구를 종이도면 형식의 조사구 요도를 출력하여 현장을 방문 후 변경사항을 기록하고 재배작물에 대한 현황을 적어 입력하는 단순 현장조사방식으로 진행되어 왔다.

시시각각으로 변경되는 경작형태 변화에 따른 면적 산정은 목측이나 보측에 의해 진행되고 있으며, 요도에 기록한 정보는 조사 후 실내에서 시스템에 별도 입력하는 등 업무 부담이 가중되고, 단순 노동집약적인 업무로 인식되고 있는 상황이었다.

따라서 모바일 기반 현장조사시스템을 개발하여 현장조사업무의 특성상 반드시 현장을 방문해야하는 기존 업무프로세스 개별 단계에서 현장조사자에게 편의를 제공하여 업무효율을 극대화하고, 최신 공간정보를 제공하여 농업통계 정보생산에 있어 신뢰성을 확보할 수 있으며 기반을 마련할 필요가 있다.

7.2.2 개선된 농업면적조사 절차별 개념



<그림 7-2> 개선된 농업면적조사 작업 흐름

먼저 공간정보자료 준비 과정은 경지면적조사 표본 3만 2천개 중 2만 2천개를 추출하여 작물재배면적 표본으로 작성된 전년도 표본 정보 결과를 통계청에서 입수하여 수량 및 속성정보 이상 여부를 확인한다.

영상자료 준비에서는 무인항공기 영상(5cm), 항공영상(25cm), 아리랑 2호 위성영상(1.0m), 아리랑 3호 위성영상(0.7m), 아리랑3A호 위성영상(0.55m), Rapid-Eye 위성영상(5m) 등 해당 조사 지역에 대하여 영상자료 유·무를 검색 후 해당 자료의 수령이 가능한 기관(국토지리정보원 : 항공영상, 한국항공우주연구원 : 위성영상)에 요청 혹은 직접 촬영 후 영상보정작업 수행한다.

영상자료 수집 내용

<div style="background-color: #cccccc; text-align: center; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">유인항공기 영상</div> <ul style="list-style-type: none"> ● 수집기관 : 국토지리정보원 ● 전국을 2년을 주기로 영상촬영 ● “국토정보플랫폼”을 통하여 수집하고자 하는 지역을 선정 / 신청 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	<div style="background-color: #cccccc; text-align: center; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">위성영상</div> <ul style="list-style-type: none"> ● 수집기관 : 한국항공우주연구원 ● 비주기적 촬영 ● “아리랑 위성영상 주문검색시스템”을 통하여 수집하고자 하는 지역을 선정 / 신청 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
--	---

<그림 7-3> 영상자료 수집 내용

세부조사구요도 작성에 대한 업무는 표본조사구 단위로 구성되어야 하며, 표본조사구의 GRP_ID 속성값을 참고하여 각 조사구를 구별할 수 있도록 한다. 구획대상이 되는 각 토지의 필지구획 기준은 업무 메뉴얼에 명시된 세부조사구요도 제작 지침에 따라 제작하며, 작업자 교육을 통하여 업무프로세스를 이해시켜 현장에서 효율적으로 사용 가능한 조사구 요도를 작성, 현장조사시스템 DB설계서에 맞춘 속성정보 정리 업무를 수행한다.

현장조사는 구획이 완료된 세부조사구요도를 대상으로 지역사무소에서 각 인원별 할당되는 지역의 조사 표본을 선별하여 현장 조사업무를 수행한다. 이 때 현장조사시스템 즉 전자요도(테블릿PC)를 활용하여 현장조사 결과(면적, 작물정보 등)를 디지털 정보로 바로 입력한다.

제 8 장

결 론

제 8 장 결 론

통계청 농어업통계과에서는 국내 농업정책 의사결정을 지원하고, 농민의 권익증진을 위하여 다년간 농업통계업무를 수행하였고 그에 따른 경지면적과 작물재배면적 통계를 매년 공표해 왔다. 그러나 해당 업무는 그 중요도에 비해 업무프로세스 측면에서 전국 22,000개소에 해당하는 작물조사 지역을 종이도면 형식의 조사구요도를 출력하여 현장을 방문 후 변경사항을 기록하고 재배작물에 대한 현황을 적어 입력하는 단순 현장조사방식으로 진행되어 왔다. 더군다나 시시각각으로 변경되는 경작형태 변화에 따른 면적 산정은 실측에 의해 진행되고 있으며, 요도에 기록한 정보는 조사 후 실내에서 시스템에 별도 입력하는 등 업무 부담이 가중되고, 단순 노동집약적 업무로 인식되고 있는 상황이다.

본 연구에서 해당 업무특성을 고려하여 효율성을 증대시키기 위한 여러 가지 실험 및 개발을 진행하였다. 무인항공기 활용 월동작물 조사가능성 분석에서는 RapidEye 위성영상을 활용하여 무인항공기 촬영대상 조사구를 선정하는 실험을 하였으며, 실험결과 실제 265개소로 파악된 월동작물 재배지는 137개소로 판독되어 공간해상도의 부족으로 작은 면적의 월동작물 식별에 제한이 있는 것으로 판단되었다. 본 제약사항을 고려하여 향후 고해상도 위성영상에 대한 테스트 등의 추가 연구가 필요 할 것으로 판단되지만 위성영상 수급 환경 등의 현실적인 문제로 직전연도 11월 조사 결과를 이용하는 것이 가장 좋을 것으로 판단된다.

무인항공기 촬영은 김제, 군산시를 대상으로 236개 조사구를 촬영하였으며 적정 촬영 해상도는 테스트베드 촬영 결과 5cm가 가장 적절하였으며, 정확도 검증은 3개, 조사구 15개 검사점을 대상으로 실험 결과 평균 오차는 5.16cm, 표준편차 2.16cm로 '항공사진측량 작업규정'의 10cm 오차범위 내로 무인항공기 영상정보의 신뢰성을 확인할 수 있었다.

조사구요도 작성은 QGIS SW를 활용하여 '표본조사구요도 제작지침'을 제작, 현장조사 시 사용되는 세부조사구요도를 누구나 쉽게 작성 가능하도록 하였으며 1차 현장조사를 통하여 세부조사구요도를 탑재한 태블릿 PC 기반의 전자요도가 기존 방법과 단순 세부조사구요도를 출력한 종이지도에 비해 현장조사자의 업무 효율성과 자료의 신뢰성을 확보 할 수 있었다. 2차 현장조사에서 영상 혼합 활용성 점검 결과 위성영상은 해상도 제한으로 1층만 활용 가능하였으며 나머지 유·무인항공기 영상은 7개 전 층 가능하였다. 복합필지 구획은 최소 구획기준(25m²)을 설정하여 현장조사자의 업무 효율을 고려하였으며, 전자요도 시스

템을 개선하여 “혼합 작물관리” 기능을 추가해 입력을 보다 쉽게 하였다. 면적 측정 정확도 점검에서는 전자요도와 현장에서 실측하여 비교 분석 결과 평균표준편차는 0.01m, 평균표준오차는 0.002m로 기준좌표계 변환에 따른 시스템 오류 및 제한사항은 없는 것으로 검증하였다.

전자요도 활용을 통한 현장조사 모델 개발에서는 종이요도를 활용한 현장조사의 업무효율을 개선하기 위해 태블릿PC 기반의 GIS기술을 이용하기 위해 어플리케이션을 개발하여 조사 방법을 개선하였으며 현장조사 및 테스트를 통하여 기존 요구사항을 만족하고 작물코드 초성검색, 사진 및 메모관리, 조사경로 설정, 레이어 관리, 혼합작물관리 기능을 추가하여 현장조사자의 편의를 도모하였다.

주요작물 별 영상 라이브러리는 3개 집중 촬영 조사구를 선정하여 해상도를 기준으로 소규모 촬영에 효율적인 회전익 무인항공기를 활용, 총 11개 작물에 대하여 시계열 촬영으로 라이브러리 자료를 구축하였다. 본 자료는 현장조사자의 작물관독의 참고자료로 활용 가능하며 향후 딥러닝 기법을 통해 자료를 축적하여 작물 정보(종류, 면적 등) 자동 관독에 대한 기초 데이터로 사용되어 발전할 것이다.

국내 가용 영상정보의 적정 활용방안은 총 14개 시범지역 조사구를 선정하여 위성, 항공, 무인항공기 영상을 이용하여 세부조사구 요도를 작성 후 층별 가용 영상 판단 및 특징에 대하여 분석하였으며 영상정보 비용분석 결과 전국 촬영비용 순으로 KOMPSAT 위성영상 < RAPIDEYE 위성영상 < 항공영상 < 드론영상 으로 조사 되었지만 비용적인 측면에서만 고려되어 작물재배면적에 필요한 영상을 선택하는 것이 아니라 시간, 해상도 등 조사할 대상이 어떤 층인지에 대한 사항을 고려해야 할 것이다.

향후과제로 전자요도 활용 현장조사 모델은 네비게이션 연결로 조사지역 길안내 기능, 검색결과 리스트 지도 표출 등 현장 조사자의 사용 편의기능 개발과 통합시스템 연계를 통하여 조사 완료된 데이터를 별도 조치 없이 관리가 가능하도록 발전해야 할 것이며, 본 연구를 통하여 개선된 농업면적조사 작업 단계인 공간정보자료준비 → 영상자료 준비 → 세부조사구요도 작성 → 현장 조사를 적용하여 시범지역 적용 및 검증 활동을 하여 전국으로 확대 할 수 있도록 개선해야 할 것이다.

본 연구에서 활용되어진 무인항공기 공간정보와 모바일 기반 현장조사시스템은 현장조사 업무의 특성상 반드시 현장을 방문해야하는 기존 업무프로세스의 주요 단계를 획기적으로 줄이는 것을 목표로 하는 것은 아니다. 그러나 업무프로세스 개별 단계에서 현장조사자에게 편의를 제공하여 업무효율을 극대화하고, 최신 공간정보를 제공함으로써 농업통계 정보 생산에 있어 신뢰성을 확보할 수 있는 기반을 마련하였다.

참 고 문 헌

- 통계청(2016), 2016년 작물 재배면적조사 선진화 방안 연구
- 통계청(2017), 2017년 무인항공기 활용 작물재배면적 시험조사 연구
- 통계청(2018), 농업면적조사 지침서
- 홍석영, 민병걸, 이지민, 김이현, 이경도(2012), RapidEye 영상을 이용한 북한의 면적 산정, 한국토양비료학회, 제 45권, 제6호
- 통계청(2018), 농업면적조사 지침서
- 통계청 홈페이지 : www.kostat.go.kr
- 국토지리정보원 국토정보플랫폼 홈페이지 : <http://map.ngii.go.kr/mn/mainPage.do>
- 아리랑 위성영상 주문검색시스템 : <https://ksatdb.kari.re.kr/arirang/map/map.jsp>
- 이강원, 손호웅(2016), 지형 공간정보체계 용어사전
- 통계청(2015), 2014-2015 경지총조사 및 면적표본재설계
- 통계청(2017) 농업면적조사 통계정보 보고서
- 이창복, 김남용, 정인준, 민관식(2018), 무인비행장치를 이용한 작물 생육 라이브러리 구축, 한국지적학회지, 제34권 제2호
- 홍재표, 김은정, 박호영(2018), 인공지능 산업의 국가 경쟁력 결정요인 분석, 한국정보통신학회논문지, 제21권 제4호
- 국립농산물 품질관리원(2017), 드론을 활용한 효율적 현장점검 및 운용방안 연구

부록 1

조사구별 비행경로

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-1> 강제 F-1 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210410_115184, 45210410_115454, 45210460_117077, 45210460_410195
조사구 그룹	
비행경로	

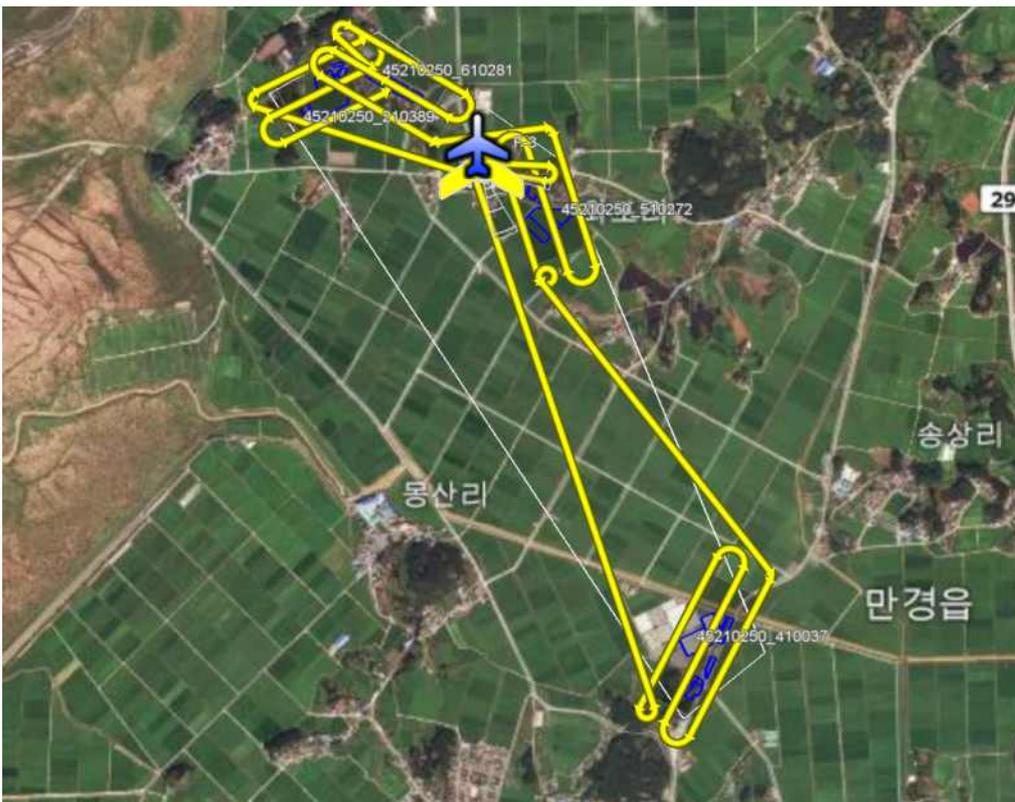
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-2> 김제 F-2 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210410_115364, 45210410_211894, 45210410_115635, 45210410_212003
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-3> 김제 F-3 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210250_210389, 45210250_610281, 45210250_510272
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-4> 김제 F-4 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210390_114282, 45210250_710140
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-5> 김제 F-5 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210390_211623, 45210390_611002, 45210390_510985, 45210250_210443, 45210250_510308
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-6> 김제 F-6 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210390_114553, 45210330_510379, 45210330_610371, 45210330_610389, 45210330_210757, 45210330_610408
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-7> 김제 F-7 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210380_710373, 45210380_211460, 45210380_510842, 45210380_610911
조사구 그룹	
비행경로	

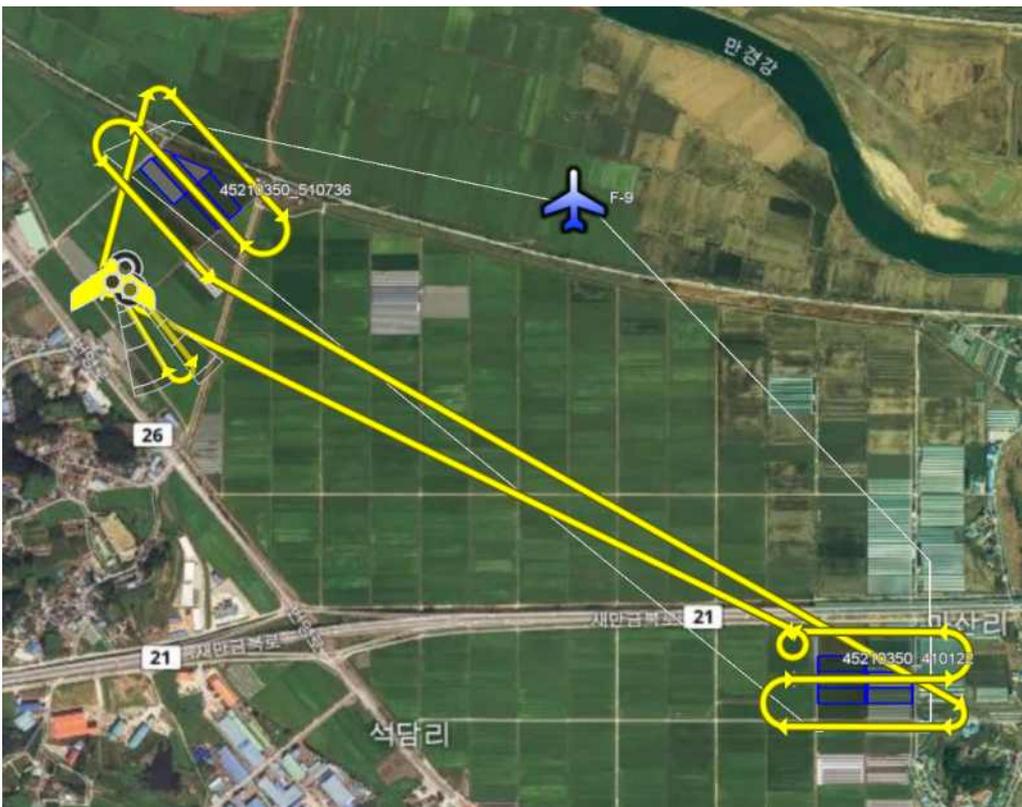
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-8> 김제 F-8 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210350_410104, 45210350_112973, 45210350_710319, 45210350_610769
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-9> 김제 F-9 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210350_510736, 45210350_410122
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-10> 김제 F-10 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210460_212601, 45210460_410214, 45210460_410232, 45210460_117257, 45210460_410251
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-11> 김제 F-11 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210460_212655, 45210460_410287, 45210460_410306, 45210460_410361
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-12> 김제 F-12 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210410_115815, 45210460_410269, 45210460_117347
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-13> 김제 F-13 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210400_211840, 45210400_114823
조사구 그룹	
비행경로	

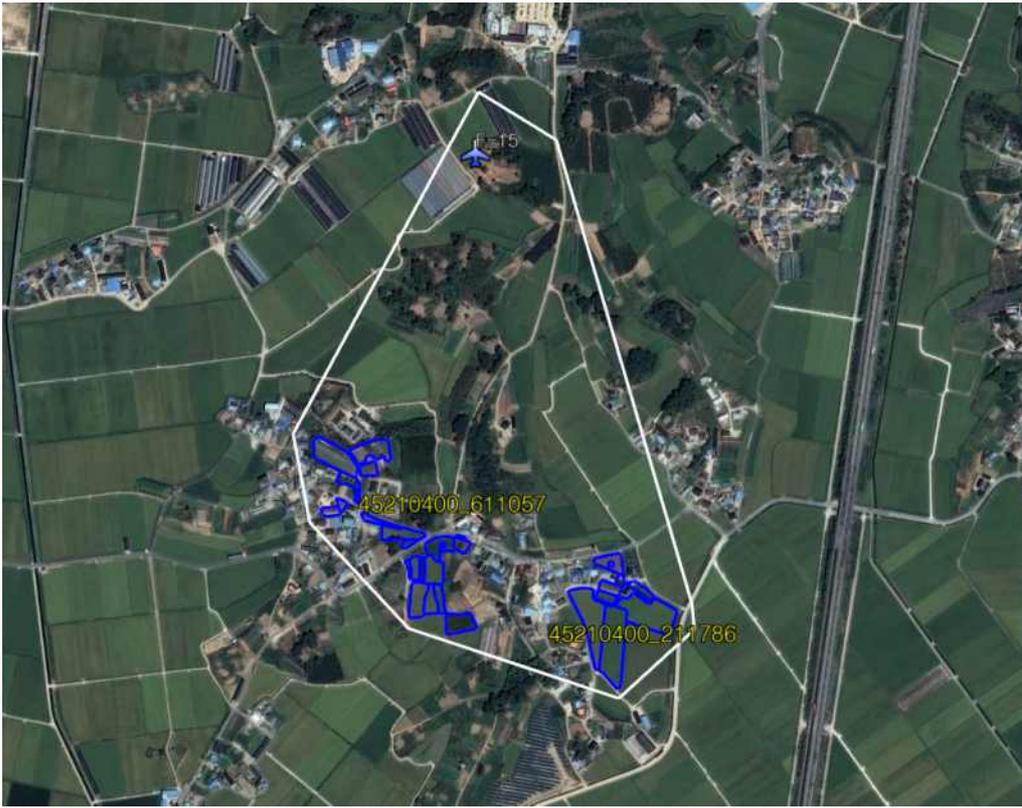
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-14> 김제 F-14 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210400_611020, 45210400_511021, 45210400_211731
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-15> 김제 F-15 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210400_611057, 45210400_211786
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-16> 김제 F-16 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210250_710158, 45210330_710212, 45210330_610462, 45210330_112526, 45210330_610444
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-17> 김제 F-17 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210330_610498, 45210330_610480, 45210330_210877, 45210100_710050, 45210100_710014
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-18> 김제 F-18 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210330_710194, 45210330_610426, 45210330_210823, 45210330_510487
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-19> 김제 F-19 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210380_510913, 45210380_610966, 45210330_510415, 45210330_410056,
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-20> 김제 F-20 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210340_310009, 45210350_510772, 45210340_610516, 45210340_710230, 45210340_510593, 45210340_610571, 45210340_610589
조사구 그룹	
비행경로	

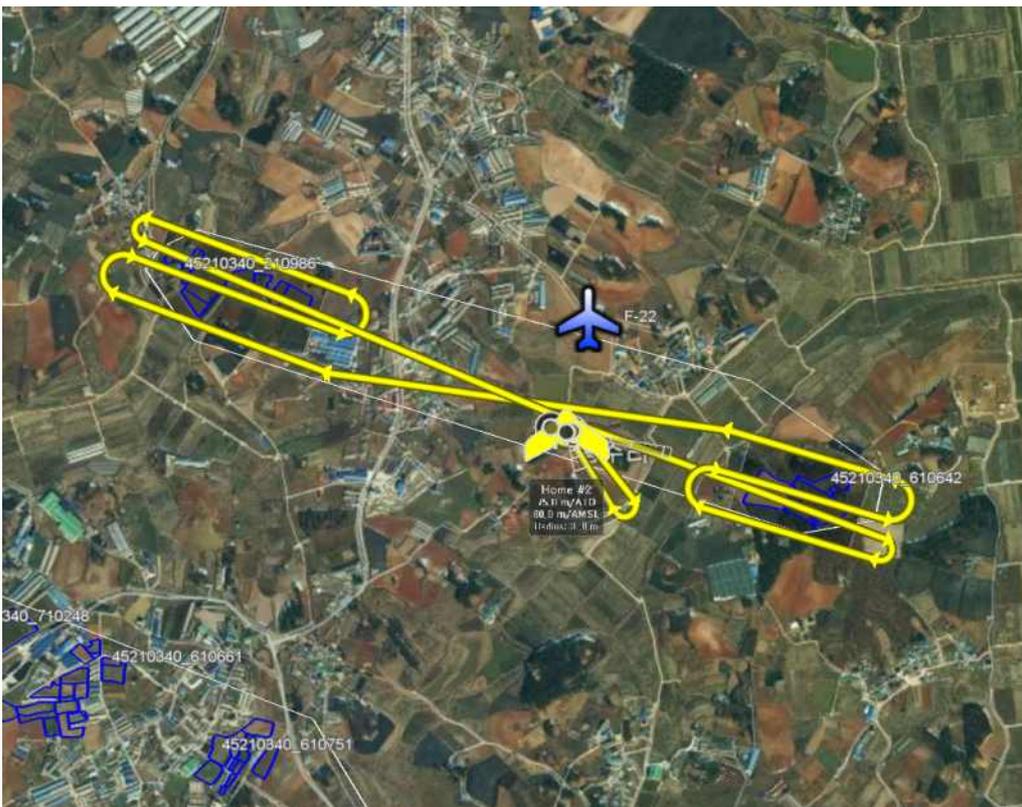
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-21> 김제 F-21 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210350_610821, 45210350_211195, 45210350_710346, 45210350_610839, 45210350_610857, 45210340_510558
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-22> 김제 F-22 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210340_210986, 45210340_610642
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-23> 김제 F-23 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210100_510021, 45210100_610027, 45210100_410018, 45210100_710032, 45210100_710034, 45210100_710122, 45210100_510057, 45210100_610081
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-24> 김제 F-24 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210340_510666, 45210340_610679, 45210340_112885, 45210340_610715, 45210100_610063
조사구 그룹	
비행경로	

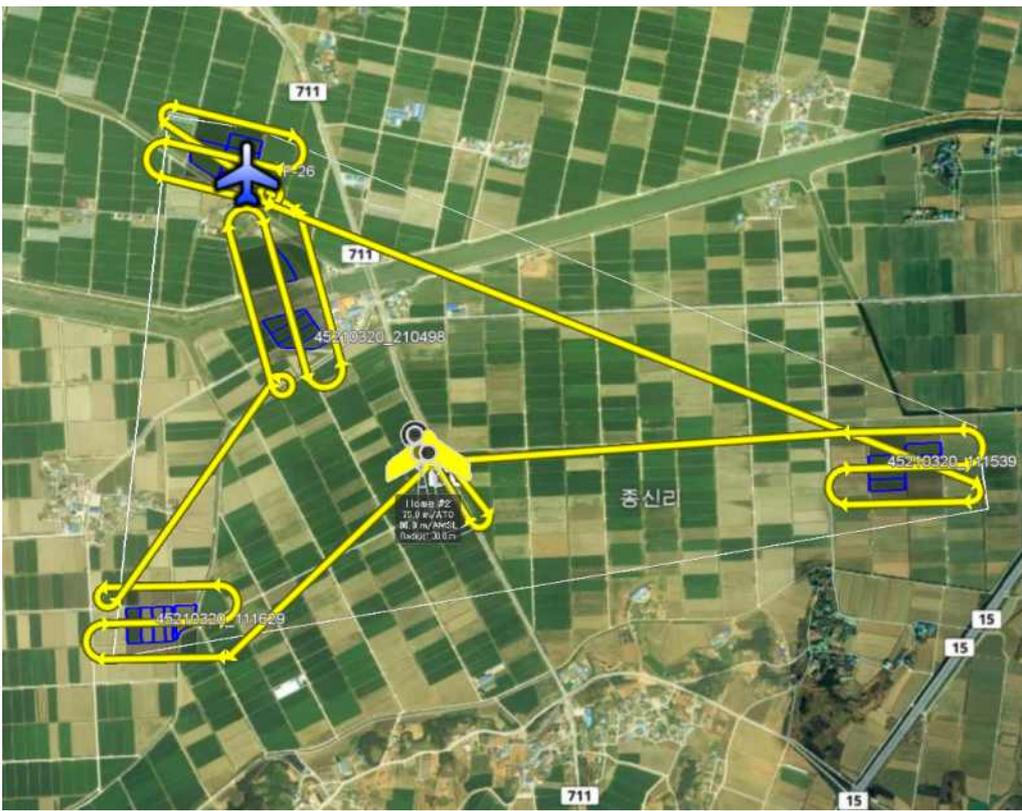
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-25> 김제 F-25 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210340_710248, 45210340_610661, 45210340_610751, 45210340_710284, 45210340_410091, 45210340_310023, 45210340_710301
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-26> 김제 F-26 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210400_115004, 45210320_210498, 45210320_111539, 45210320_111629
조사구 그룹	
비행경로	

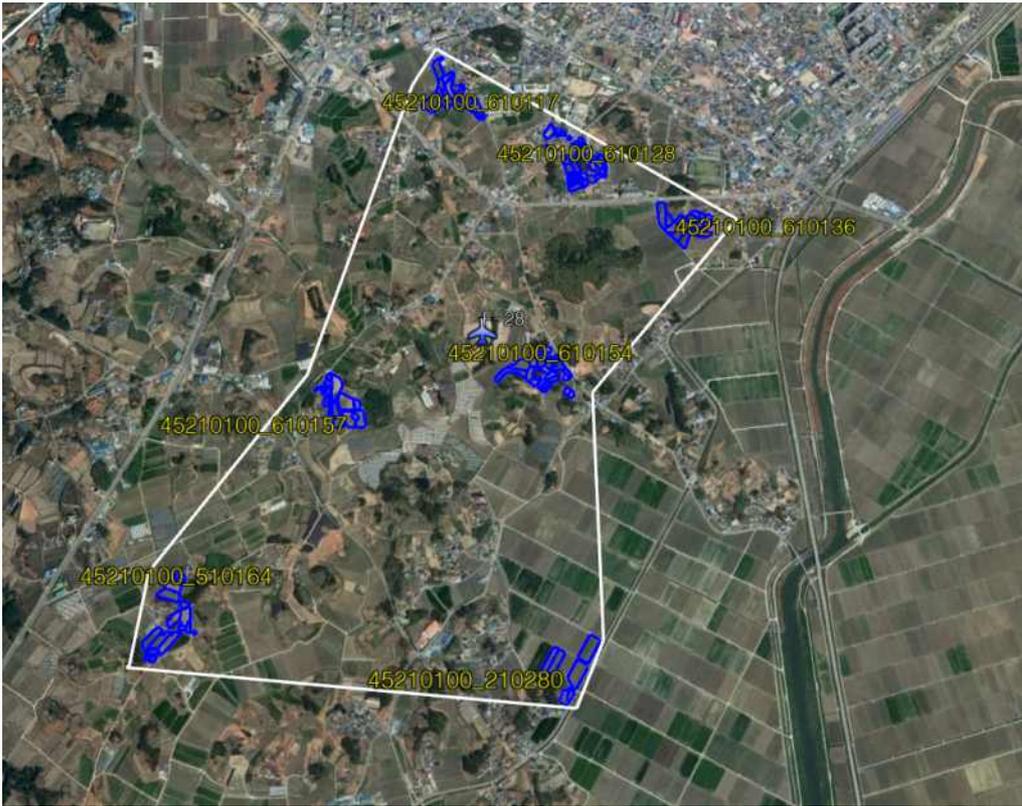
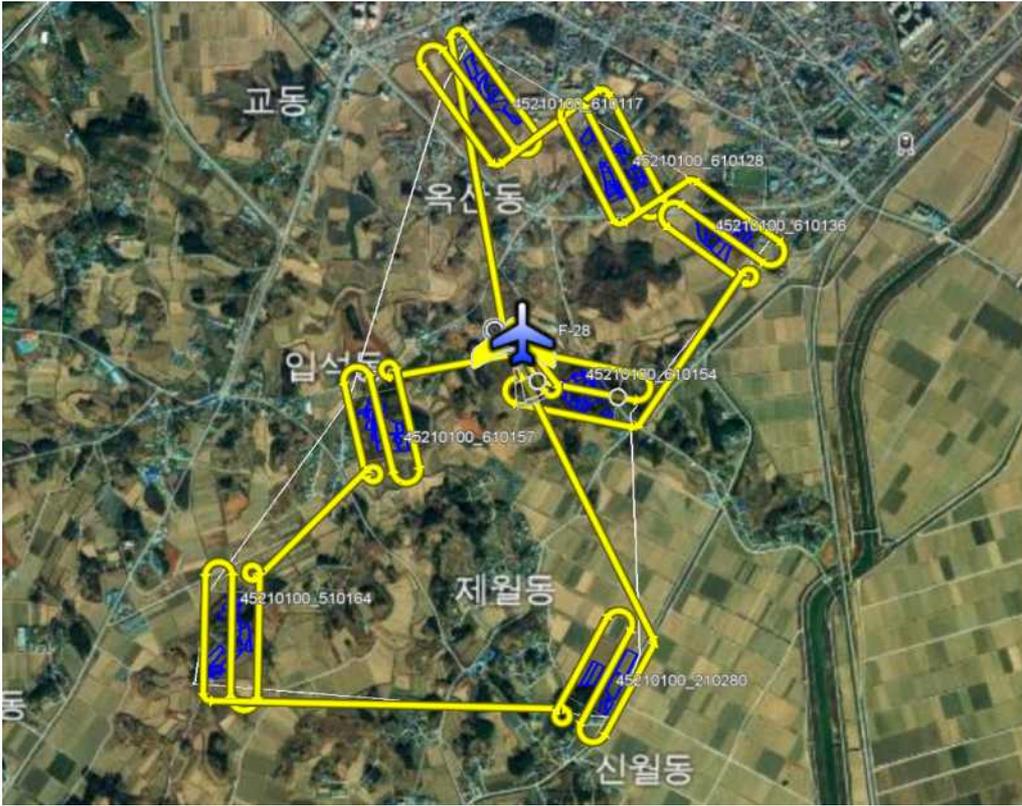
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-27> 김제 F-27 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210100_210117, 45210100_710086, 45210100_510236, 45210100_510123
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-28> 김제 F-28 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210100_610117, 45210100_610128, 45210100_610136, 45210100_610154, 45210100_610157, 45210100_510164, 45210100_210280
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-29> 김제 F-29 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210440_116807, 45210440_611328, 45210440_611346, 45210440_511308, 45210100_110459
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-30> 김제 F-30 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210420_611111, 45210420_410177, 45210420_710463
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-31> 김제 F-31 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210320_210606, 45210320_112170
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-32> 김제 F-32 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210320_112080, 45210320_210661, 45210320_112260, 45210360_113303
조사구 그룹	
비행경로	

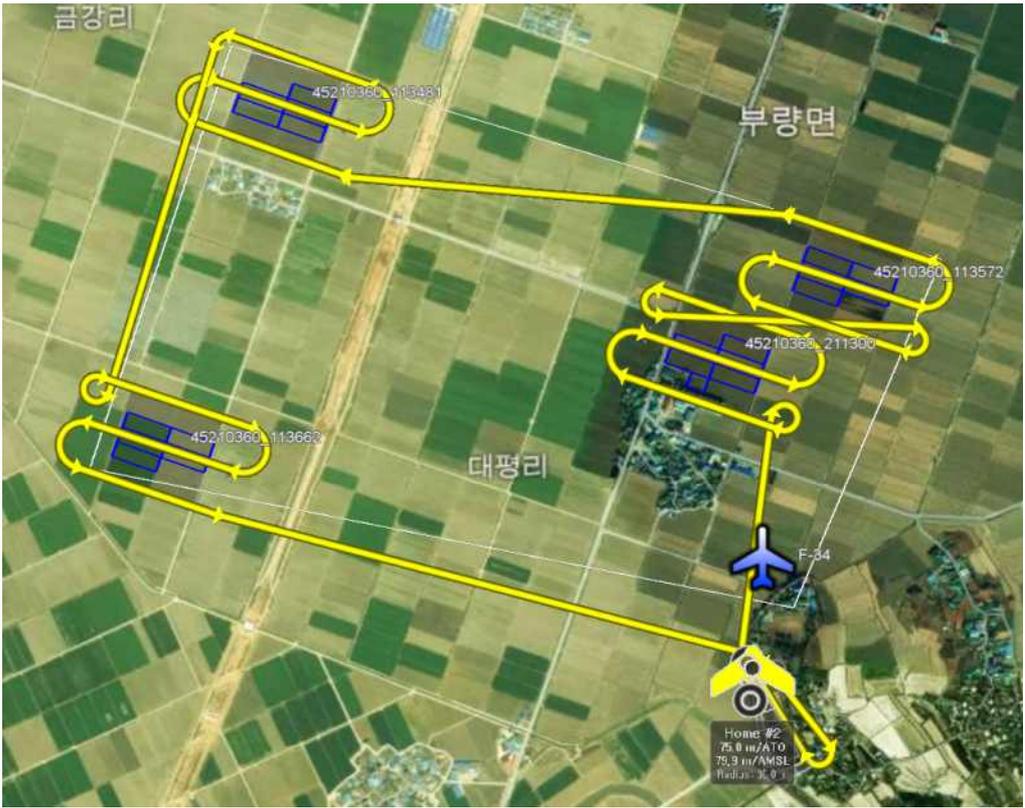
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-33> 김제 F-33 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210360_211354
조사구 그룹	
비행경로	

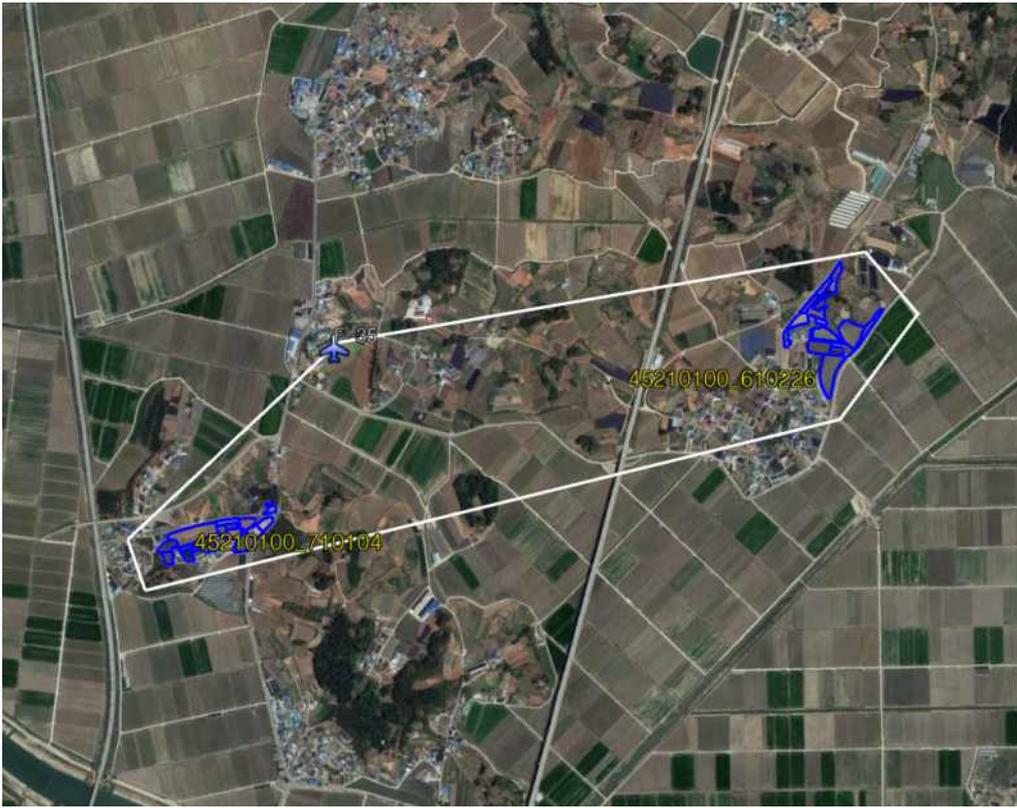
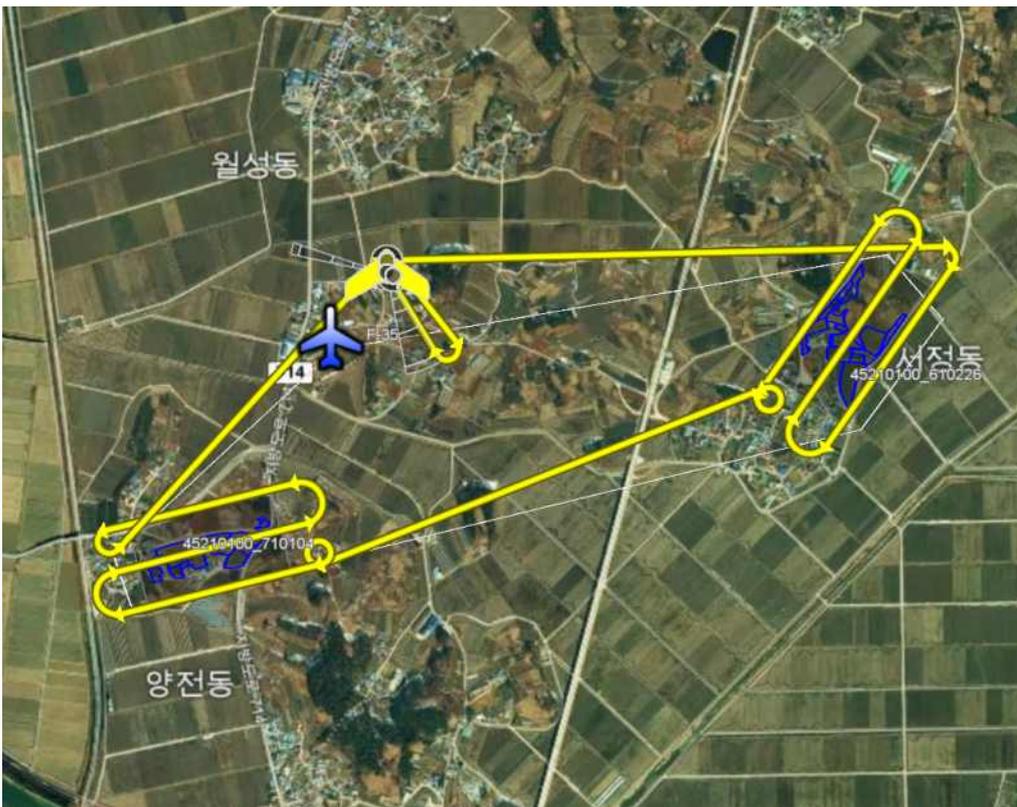
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-34> 김제 F-34 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210360_113481, 45210360_113572, 45210360_211300, 45210360_113662
조사구 그룹	
비행경로	

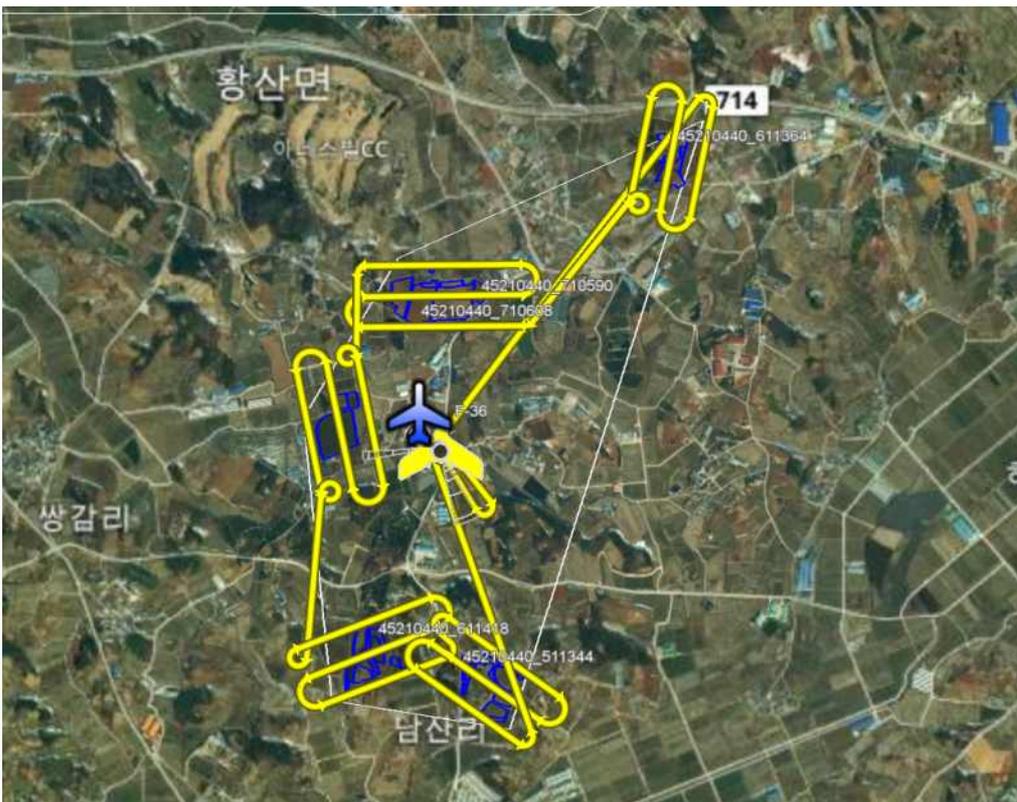
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-35> 김제 F-35 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210100_710104, 45210100_610226
조사구 그룹	
비행경로	

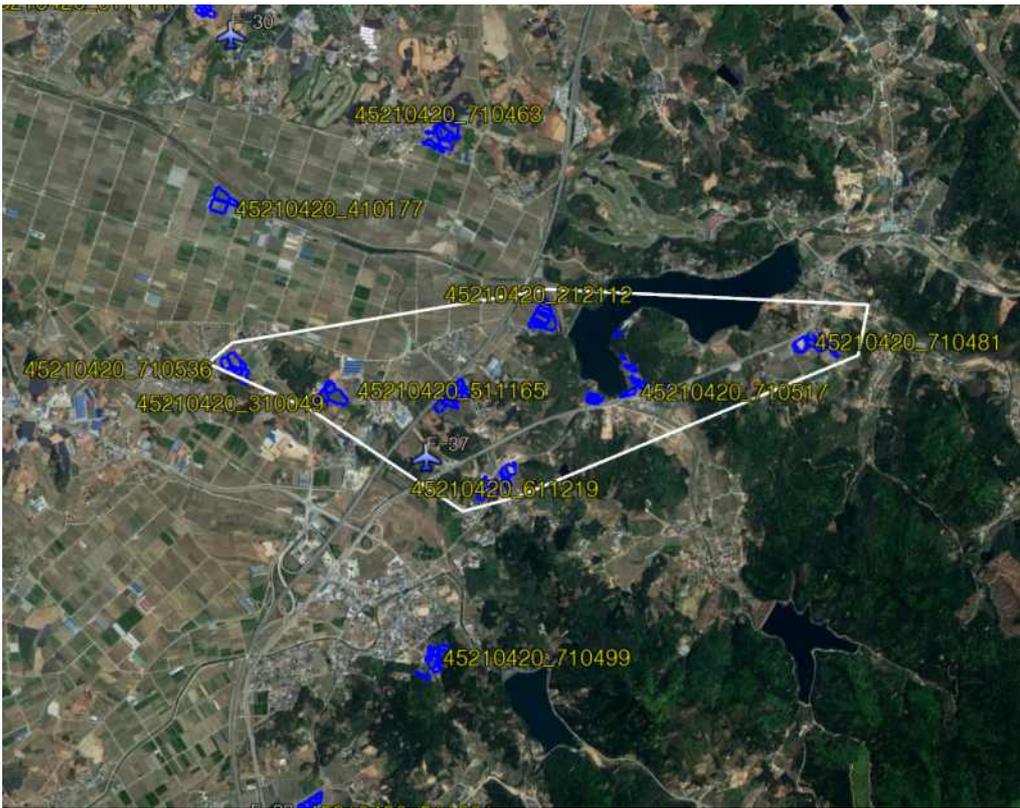
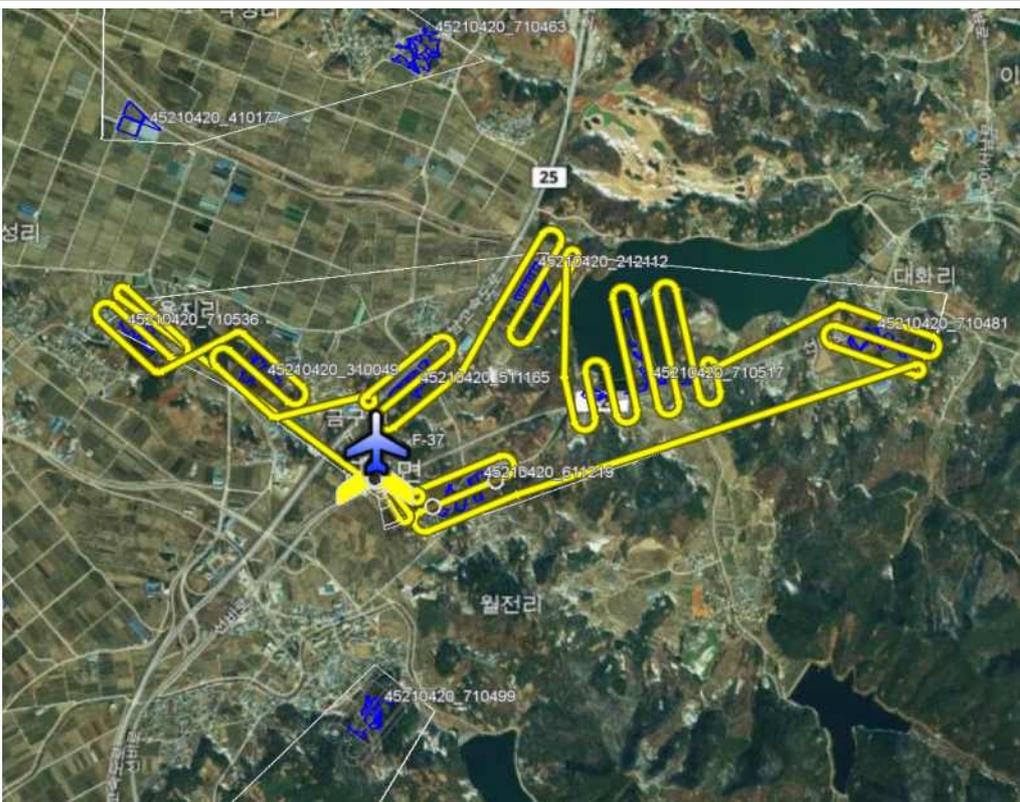
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-36> 김제 F-36 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210440_611364, 45210440_710590, 45210440_611400, 45210440_611418, 45210440_511344
조사구 그룹	
비행경로	

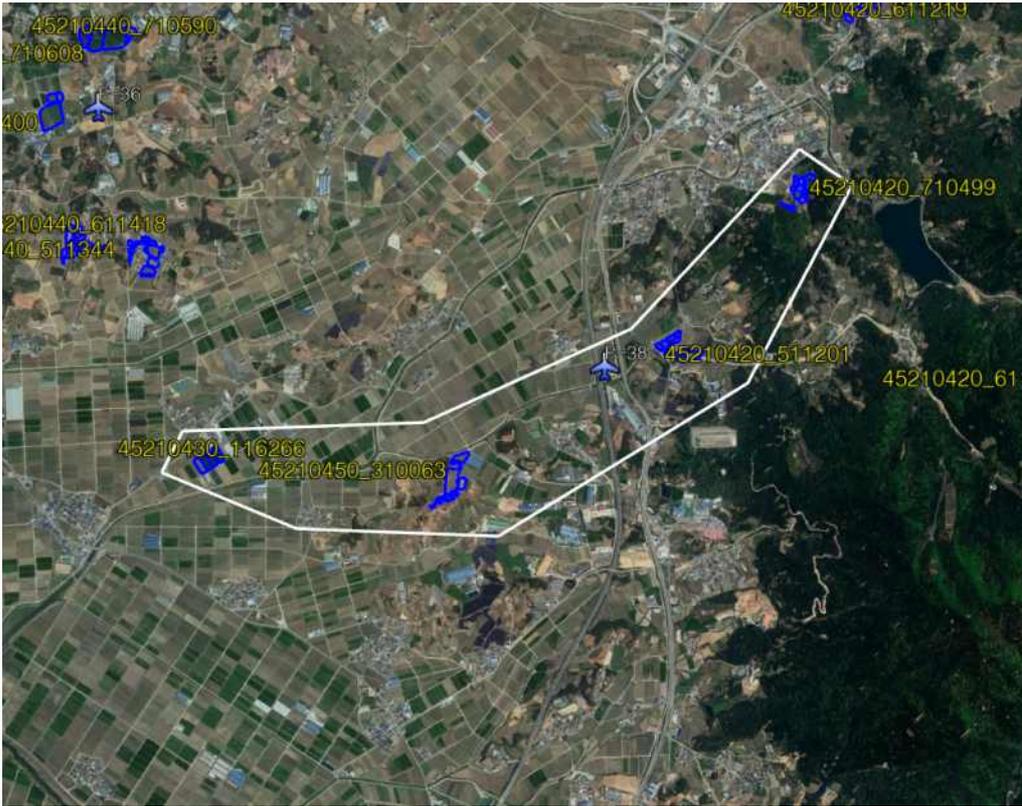
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-37> 김제 F-37 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210420_710536, 45210420_310049, 45210420_511165, 45210420_212112, 45210420_611219, 45210420_710517, 45210420_710481
조사구 그룹	 <p>An aerial photograph of a rural area with fields and a river. Several points are marked with blue icons and yellow text labels: 45210420_710463, 45210420_410177, 45210420_212112, 45210420_710481, 45210420_710536, 45210420_310049, 45210420_511165, 45210420_710517, 45210420_611219, and 45210420_710499. A white line outlines a specific area in the center-right of the map.</p>
비행경로	 <p>The same aerial photograph as above, but with a yellow line tracing a complex flight path. The path starts near the center, moves left, then right, then left again, and finally right towards the top right. A blue airplane icon labeled 'F-37' is positioned at the start of the path. The same numbered points from the previous map are visible.</p>

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-38> 김제 F-38 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210420_710499, 45210420_511201, 45210450_310063, 45210430_116266
조사구 그룹	 <p>This aerial map displays the survey area with a white outline. Several ID labels are scattered across the map, including 45210440_710590, 45210420_611219, 45210420_710499, 45210420_511201, 45210420_611418, 45210440_511344, 45210420_61, 45210430_116266, and 45210450_310063. A small blue airplane icon labeled 'F-38' is positioned near the center of the survey area.</p>
비행경로	 <p>This aerial map shows the flight path in yellow. The path starts near the top left, moves towards the center, and then loops around the survey area. Labels for the survey areas are visible: 하산리, 월전리, 45210440_611418, 45210440_511344, 담산리, 행복리, 45210420_511201, 서도리, 45210420_710499, 45210430_116266, 45210450_310063, 평사리, NAMBUK-RO, 동산리, and 25. A small blue airplane icon labeled 'F-38' is also present in the top left corner.</p>

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-39> 김제 F-39 조사구별 비행경로

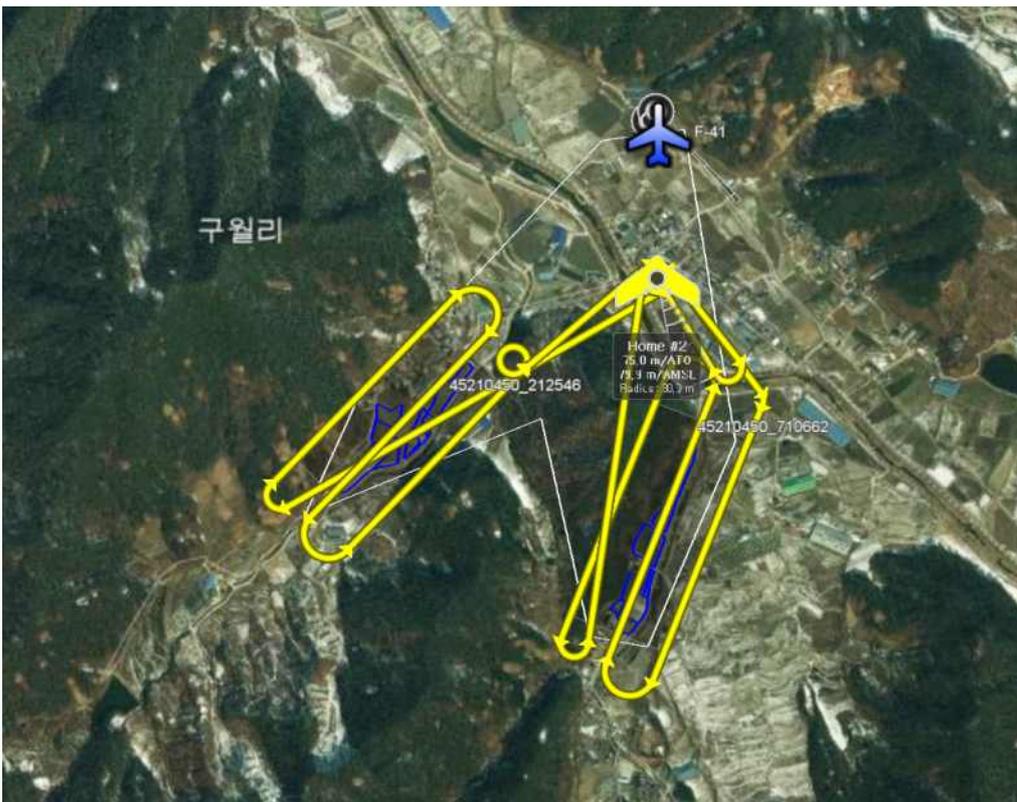
RE_GRP_ID	45210430_611255, 45210430_511237, 45210430_611309, 45210430_611291, 45210430_511273, 45210430_611273
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-40> 김제 F-40 조사구별 비행경로

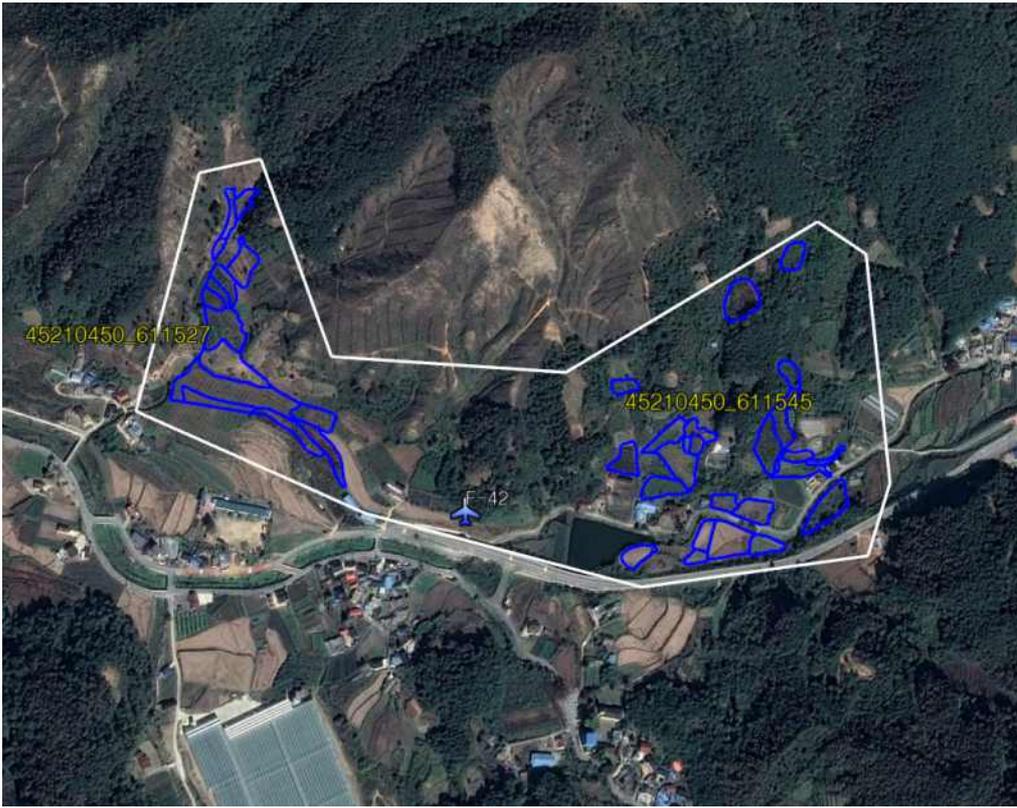
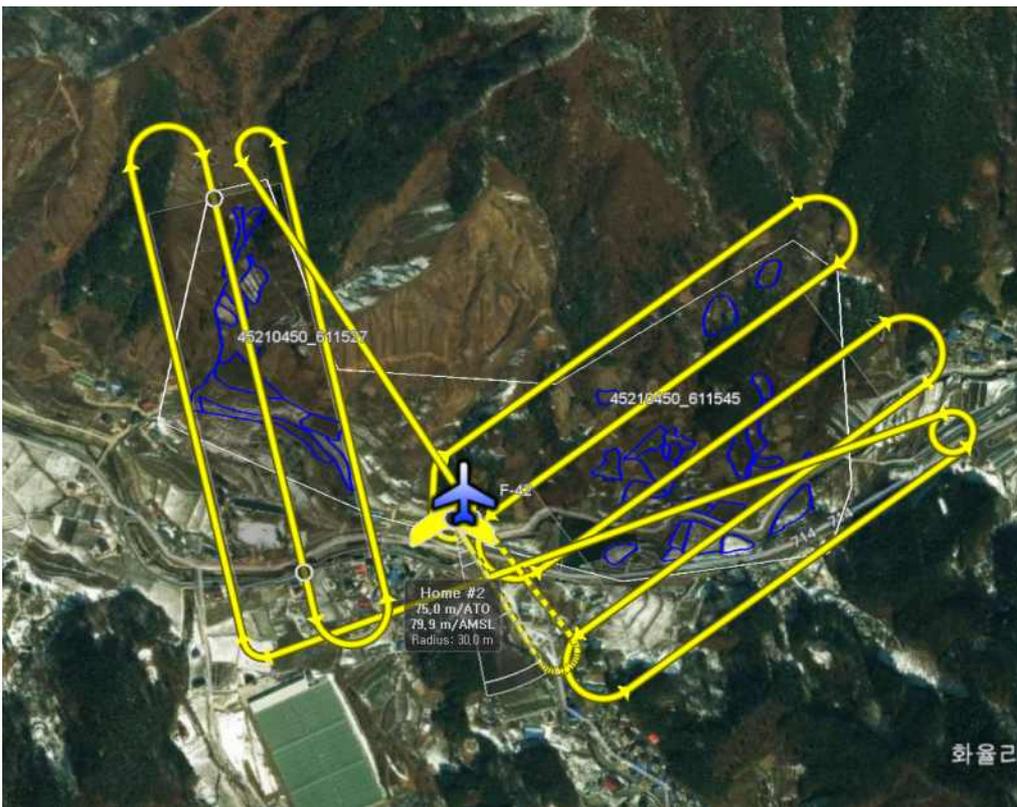
RE_GRP_ID	45210450_611491, 45210450_611509
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-41> 김제 F-41 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210450_212546, 45210450_710662
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-42> 김제 F-42 조사구별 비행경로

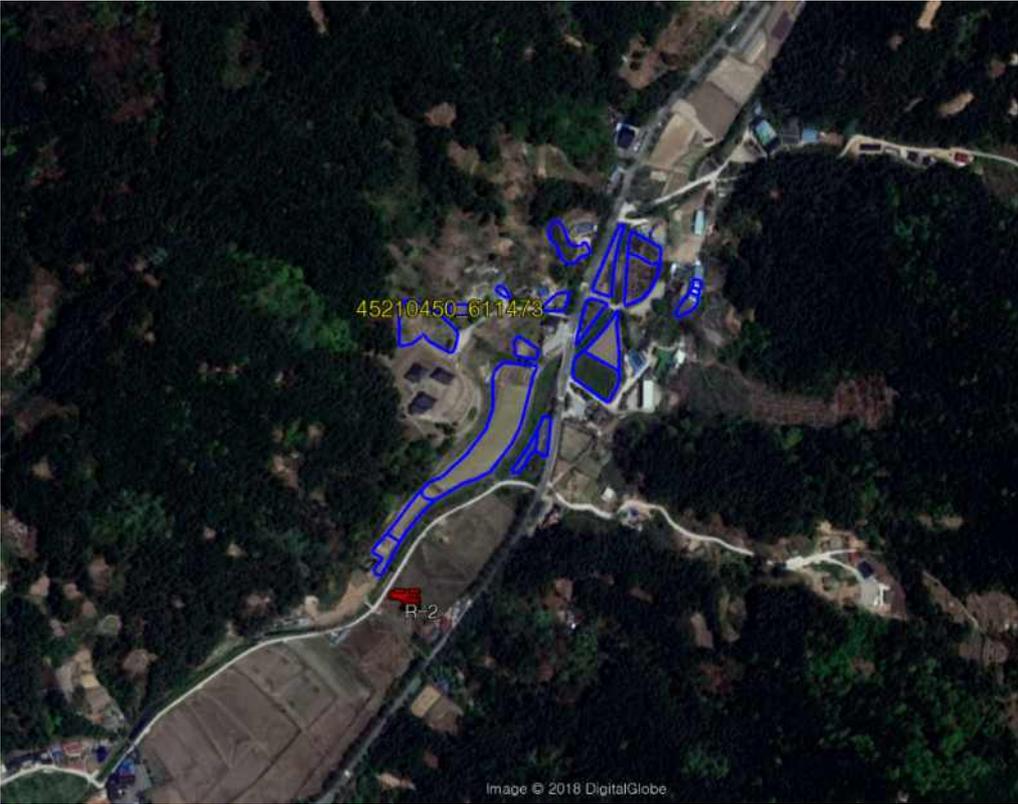
RE_GRP_ID	45210450_611527, 45210450_611545
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-43> 김제 R-1 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210410_511092
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-44> 김제 R-2 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210410_511092
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-45> 김제 R-3 조사구별 비행경로

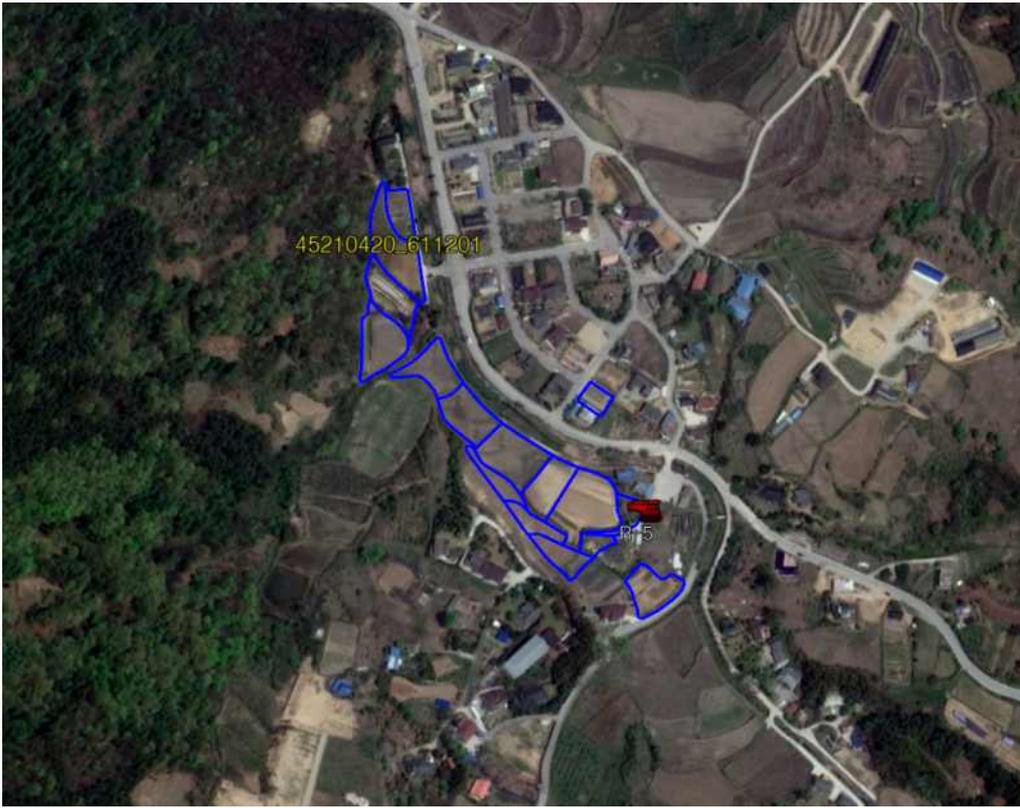
RE_GRP_ID	45210450_710698
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-46> 김제 R-4 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45210450_710644
조사구 그룹	
비행경로	 <p>184x399 m 7min:00s</p>

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-47> 김제 R-5 조사구별 비행경로

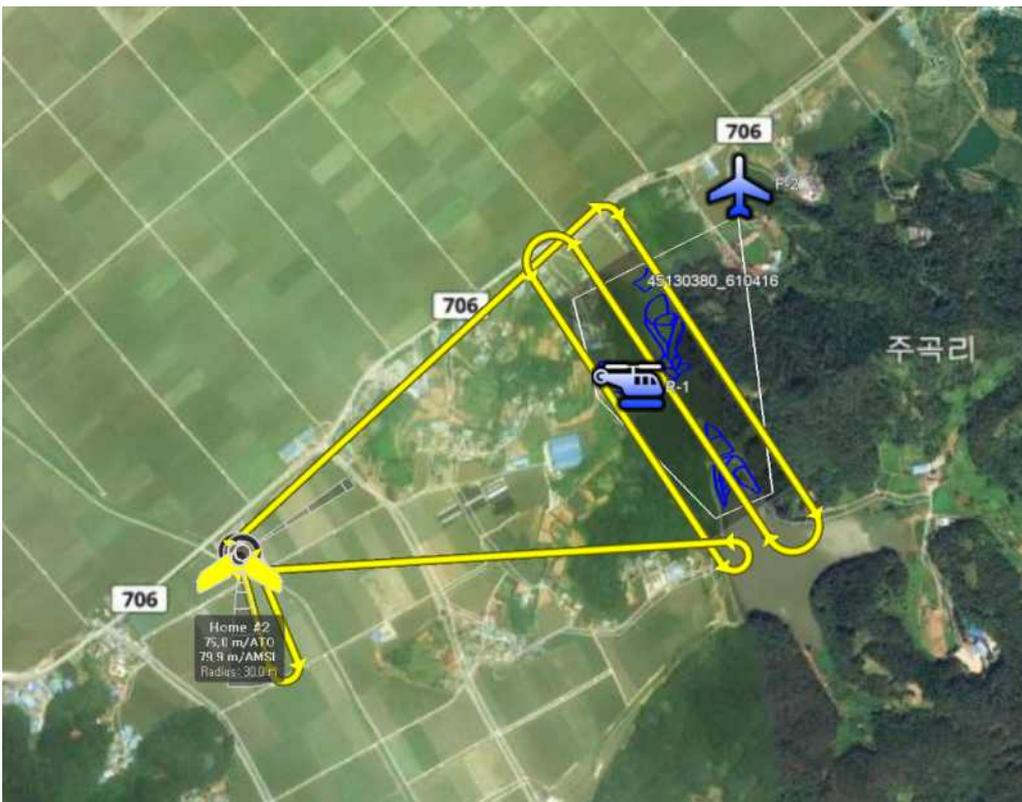
RE_GRP_ID	45210420_611201
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-48> 군산 F-1 조사구별 비행경로

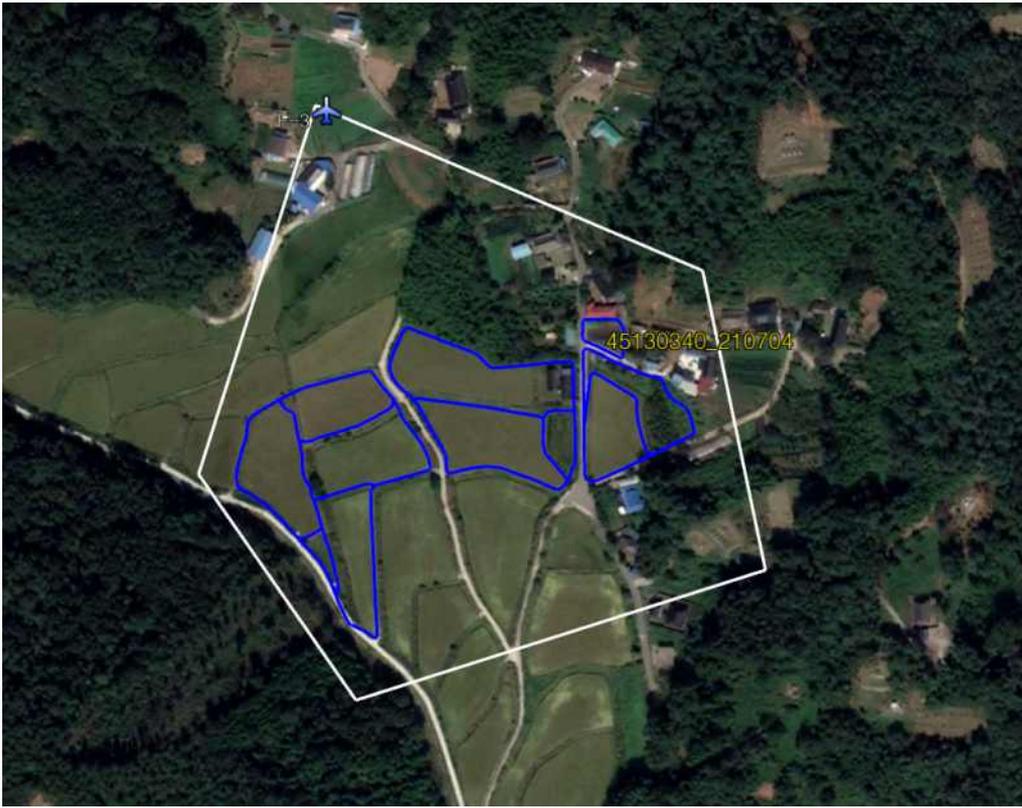
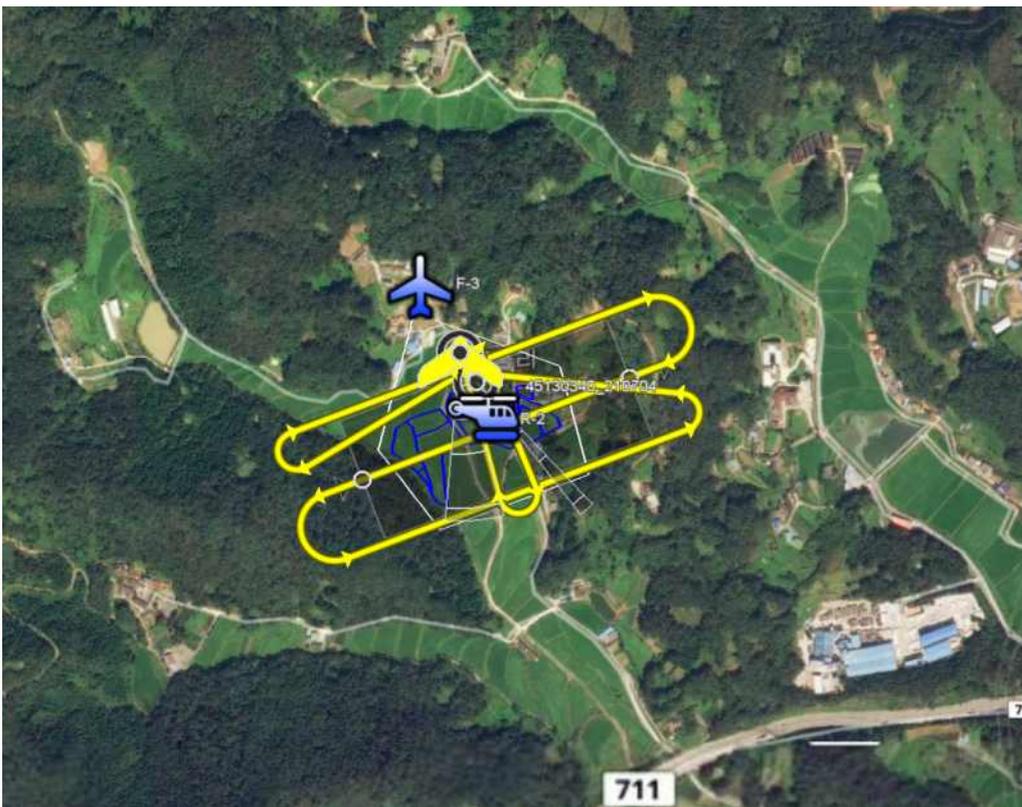
RE_GRP_ID	45130370_510332
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-49> 군산 F-2 조사구별 비행경로

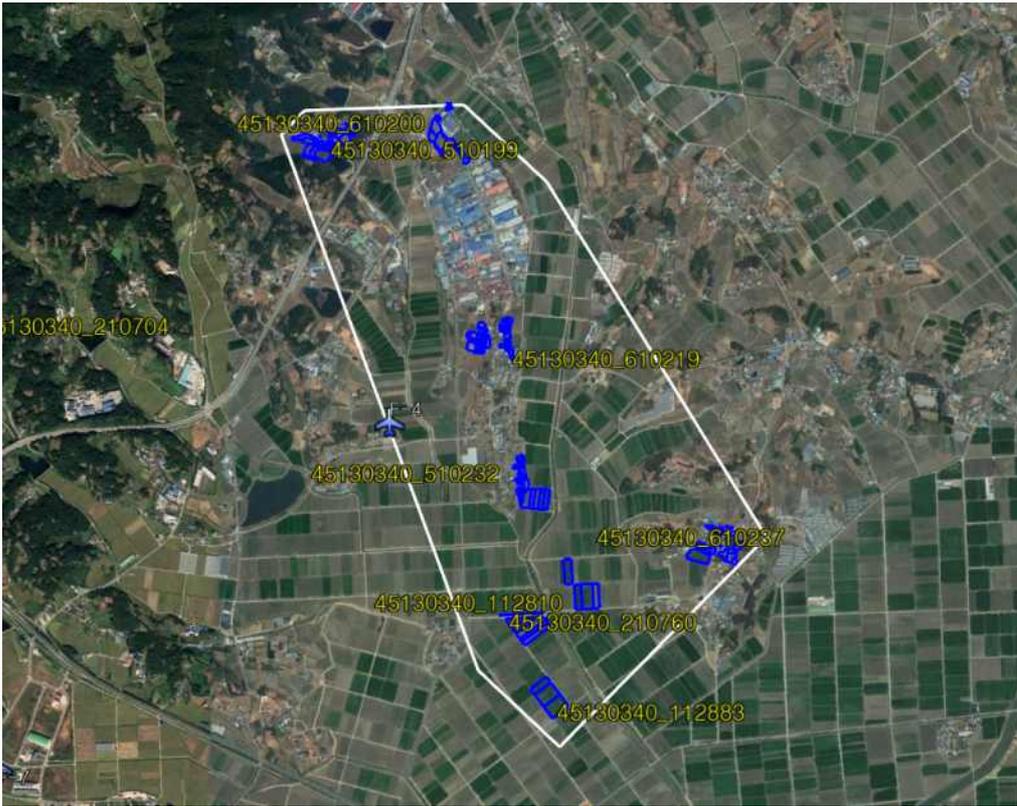
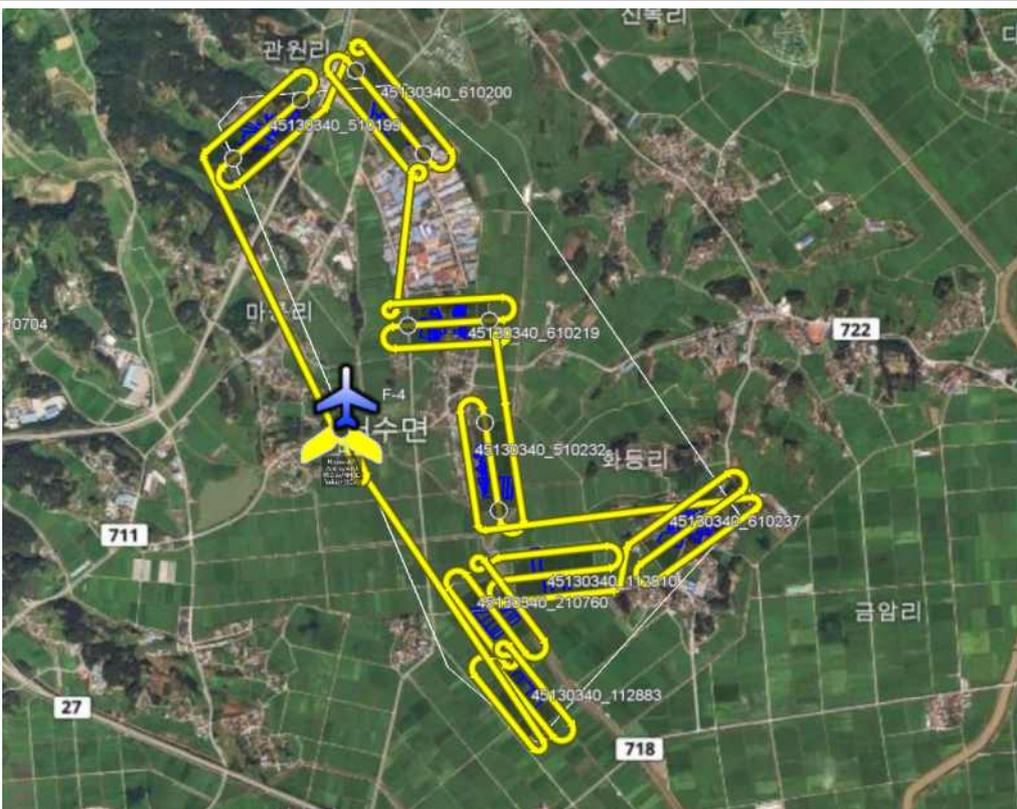
RE_GRP_ID	45130380_610416
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-50> 군산 F-3 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130340_210704
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-51> 군산 F-4 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130340_510199, 45130340_610200, 45130340_610219, 45130340_510232, 45130340_610237, 45130340_112810, 45130340_210760, 45130340_112883
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-52> 군산 F-5 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130360_510299, 45130370_211151, 45130370_510364, 45130370_710182
조사구 그룹	
비행경로	

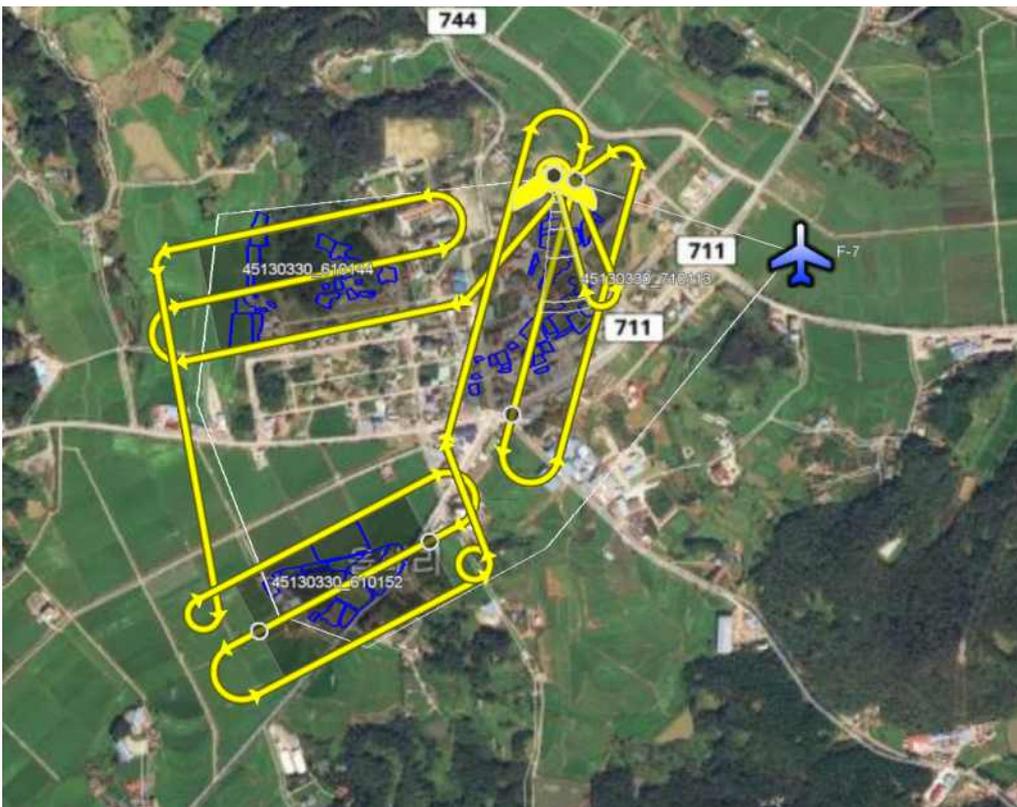
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-53> 군산 F-6 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130380_510429, 45130370_610364, 45130370_610382
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-54> 군산 F-7 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130330_610144, 45130330_710113, 45130330_610152
조사구 그룹	
비행경로	

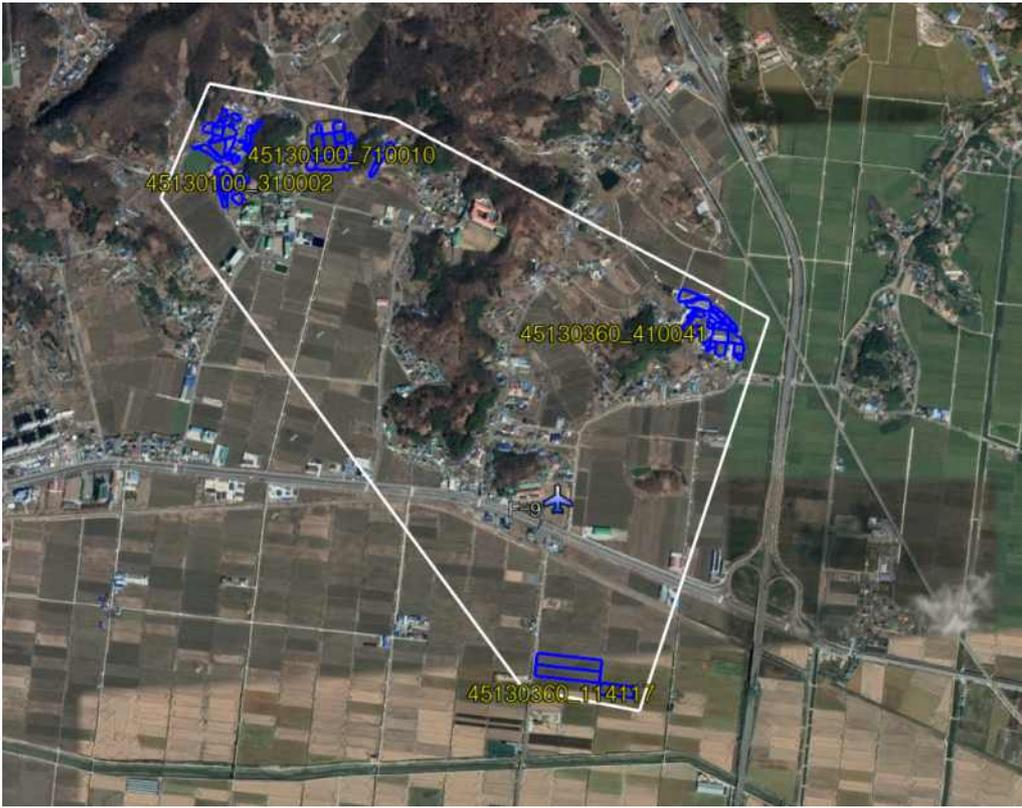
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-55> 군산 F-8 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130340_610254, 45130330_112518, 45130330_210592, 45130330_410025
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-56> 군산 F-9 조사구별 비행경로

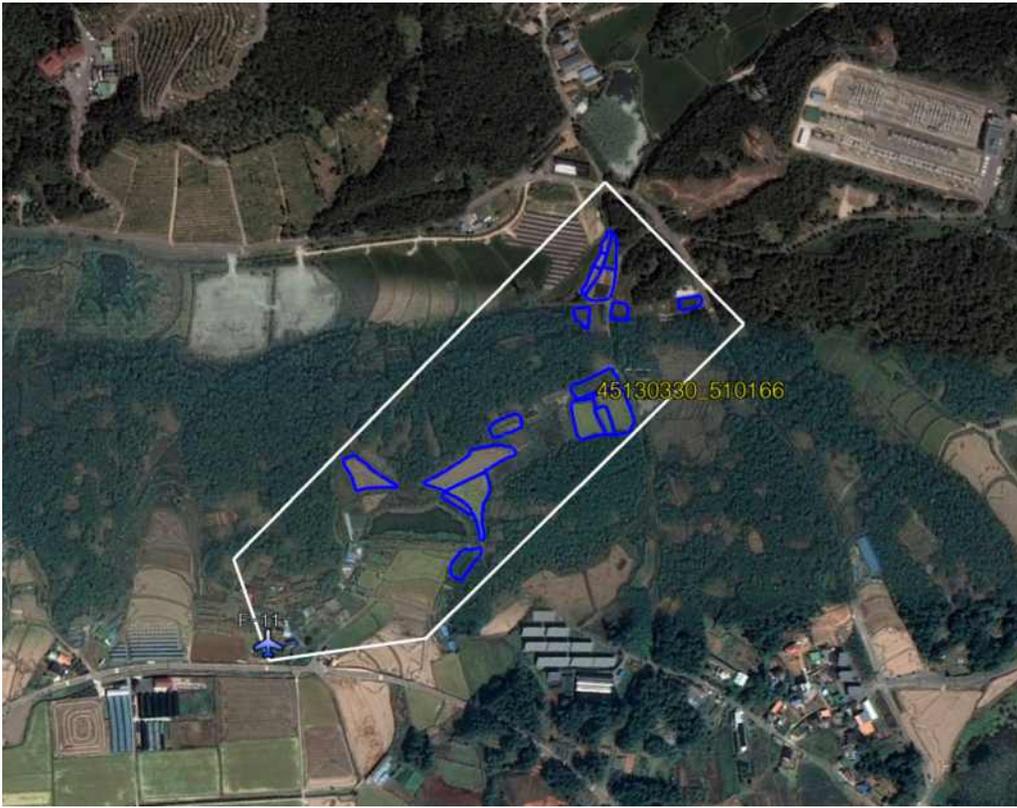
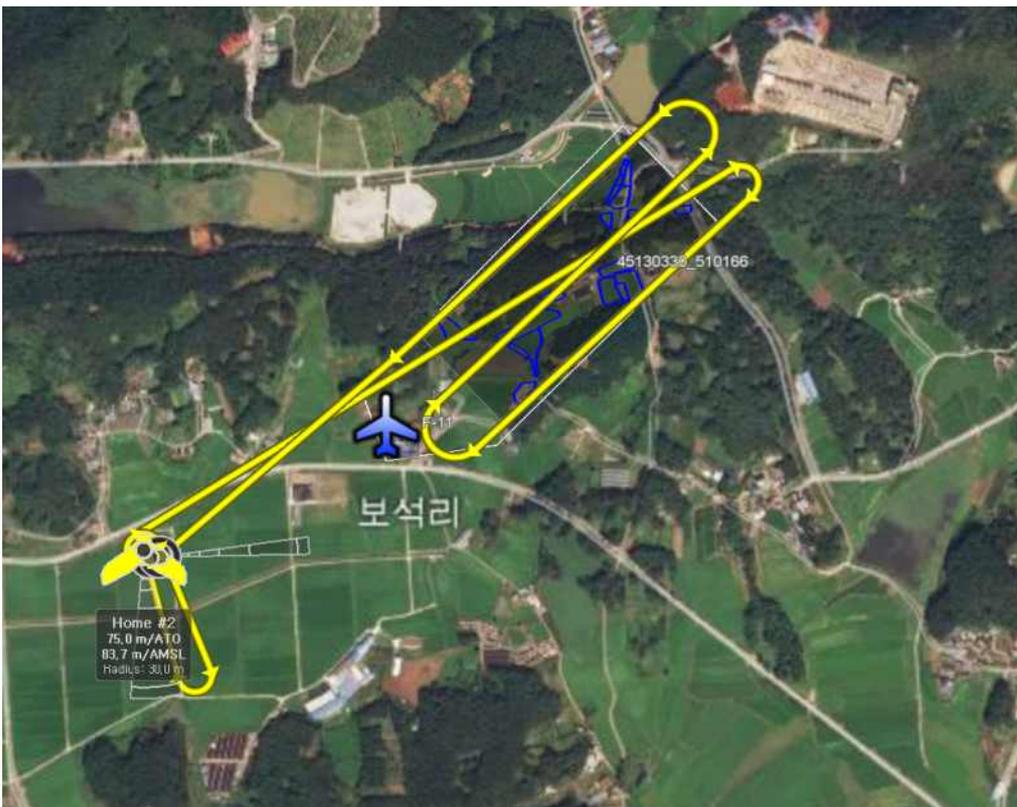
RE_GRP_ID	45130100_710010, 45130100_310002, 45130360_410041, 45130360_114117
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-57> 군산 F-10 조사구별 비행경로

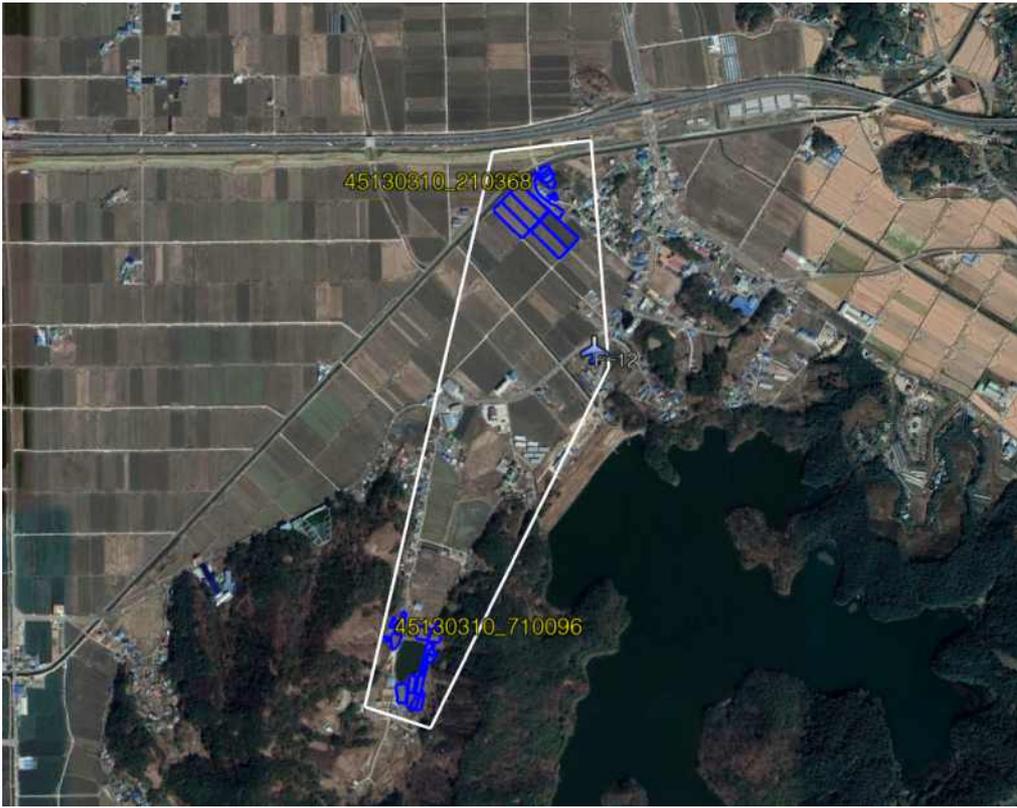
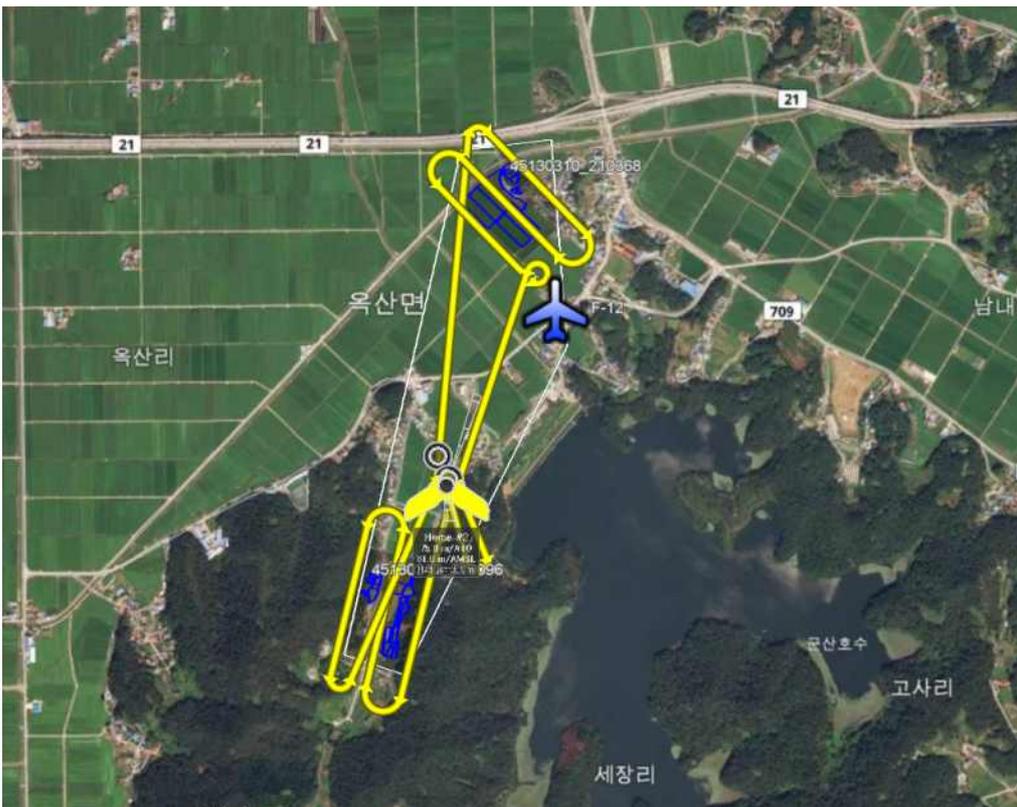
RE_GRP_ID	45130360_211039, 45130360_610309, 45130360_610311
조사구 그룹	
비행경로	

<표 1-58> 군산 F-11 조사구별 비행경로

<p>RE_GRP_ID</p>	<p>45130330_510166</p>
<p>조사구 그룹</p>	
<p>비행경로</p>	

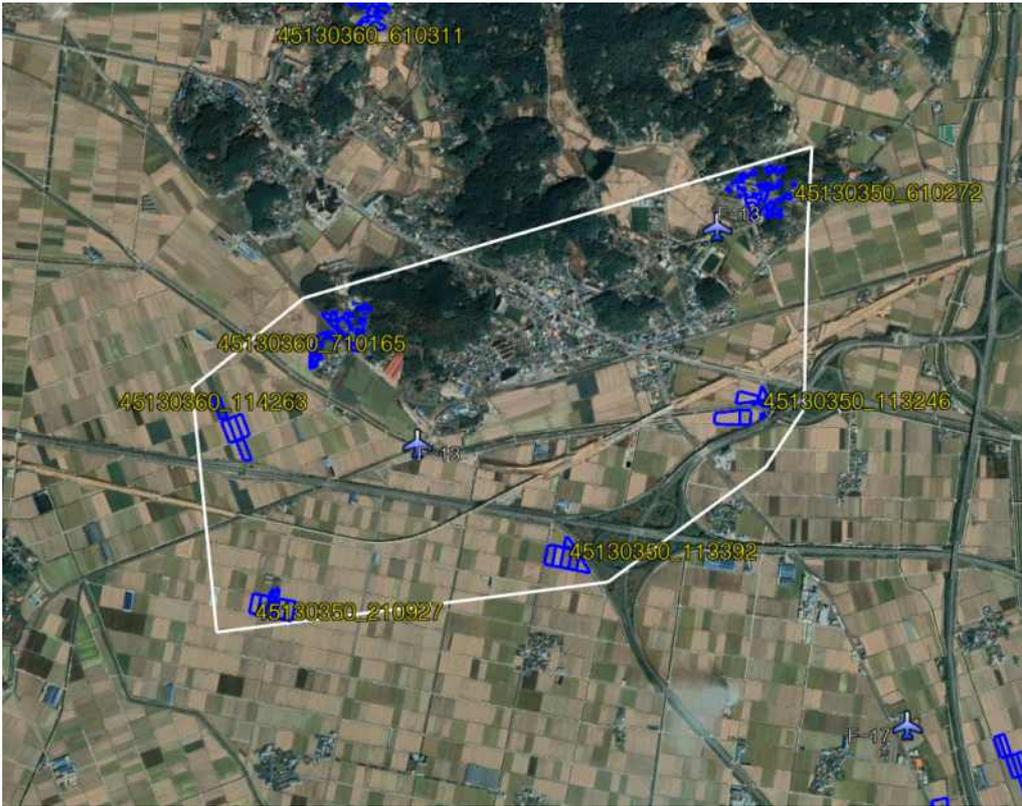
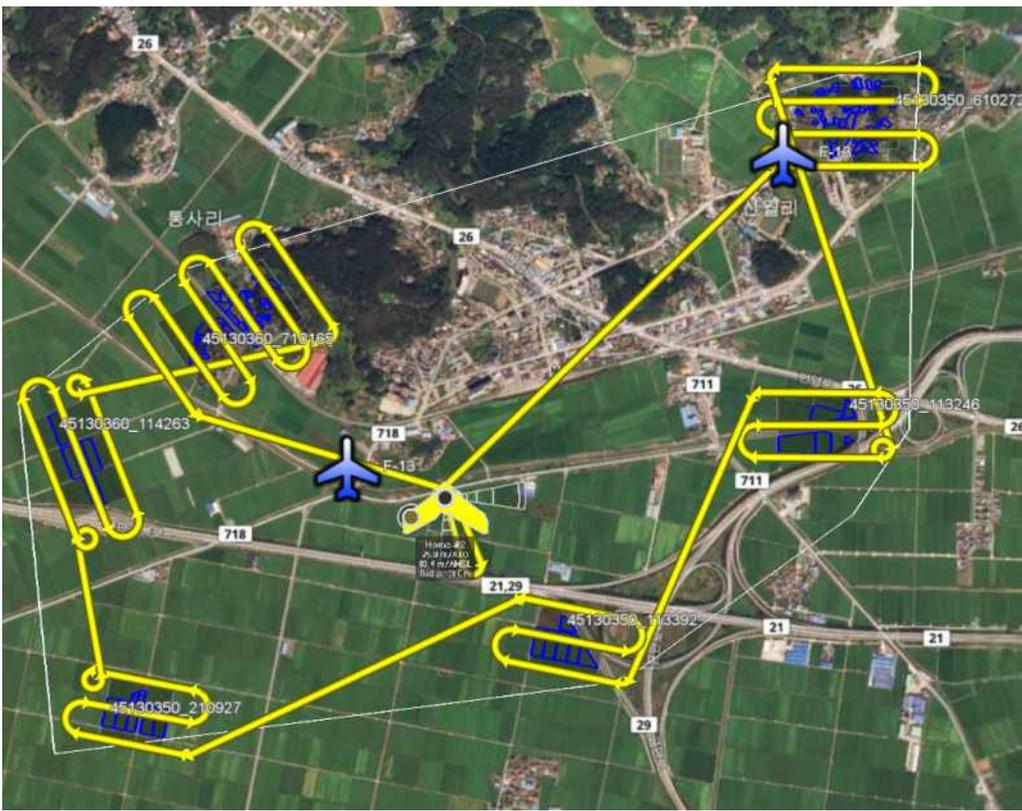
부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-59> 군산 F-12 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130310_210368, 45130310_710096
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-60> 군산 F-13 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130350_610272, 45130360_710165, 45130360_114263, 45130350_210927, 45130350_113392, 45130350_113246
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-61> 군산 F-14 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130350_610272, 45130360_710165, 45130360_114263, 45130350_210927, 45130350_113392, 45130350_113246
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-62> 군산 F-15 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130250_110985, 45130250_111058, 45130310_610108
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-63> 군산 F-16 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130320_210424, 45130320_610126, 45130320_111934
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-64> 군산 F-17 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130350_113538, 45130350_113684, 45130350_113757, 45130350_113903
조사구 그룹	
비행경로	

부록 1. 조사구별 비행경로

<표 1-65> 군산 F-18 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130250_111277, 45130320_112153
조사구 그룹	
비행경로	

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 1-66> 군산 F-19 조사구별 비행경로

RE_GRP_ID	45130320_111861, 45130320_112007, 45130320_112080, 45130320_210480, 45130320_112226
조사구 그룹	
비행경로	

부록 2

세부조사구요도, 전자요도 활용 세부 결과

1. 김제시 세부조사구요도 활용 세부결과
2. 군산시 세부조사구요도 활용 세부결과
3. QGIS 활용한 결과 입력
4. 전자요도 방법 세부결과

1. 김제시 세부조사구요도 활용 세부결과

구 분		영상처리				현장조사			
RE_GRP_ID	읍면동	사진 매수	처리 시작	처리 종료	처리 시간	조사 시작 시간	조사 종료 시간	조사 시간	전체 면적
45210250_200389	만경읍	29	15:48	16:17	0:29	11:51	12:09	0:18	33818
45210250_200443	만경읍	23	15:50	16:19	0:29	10:34	10:52	0:18	18989
45210250_400037	만경읍	26	15:51	16:21	0:30	11:00	11:25	0:25	20522
45210250_500272	만경읍	18	16:23	16:40	0:17	12:15	12:21	0:06	19658
45210250_500308	만경읍	23	16:24	16:47	0:23	9:55	10:30	0:35	18767
45210250_600281	만경읍	29	16:25	16:53	0:28	11:36	11:49	0:13	16248
45210250_700140	만경읍	22	16:55	17:24	0:29	12:24	13:01	0:37	13446
45210250_700158	만경읍	20	16:56	17:22	0:26	9:47	9:51	0:04	28728
45210320_101629	죽산면	19	13:47	14:10	0:23	11:28	11:30	0:02	18838
45210320_102080	죽산면	17	13:50	14:07	0:17	10:17	10:22	0:05	17090
45210320_102260	죽산면	26	14:25	14:53	0:28	9:48	9:55	0:07	26512
45210320_200498	죽산면	20	14:26	14:54	0:28	11:47	11:50	0:03	18975
45210320_200606	죽산면	20	15:06	15:29	0:23	11:01	11:12	0:11	19539
45210320_200661	죽산면	19	15:07	15:31	0:24	10:34	10:45	0:11	20066
45210330_102526	백산면	24	17:04	17:47	0:43	9:52	9:58	0:06	21583
45210330_200757	백산면	28	17:52	18:40	0:48	10:52	11:04	0:12	18915
45210330_200823	백산면	24	14:25	14:50	0:25	11:56	12:07	0:11	23556
45210330_200877	백산면	19	14:26	14:48	0:22	13:00	13:10	0:10	20328
45210330_400056	백산면	21	14:27	14:50	0:23	12:07	12:10	0:03	24524
45210330_500379	백산면	26	17:54	18:22	0:28	11:12	11:19	0:07	22236
45210330_500415	백산면	26	14:54	15:19	0:25	12:19	12:57	0:38	17002
45210330_500487	백산면	23	14:55	15:17	0:22	14:16	14:25	0:09	23535
45210330_600371	백산면	25	19:34	19:57	0:23	11:27	11:42	0:15	24402
45210330_600389	백산면	26	19:36	19:59	0:23	10:45	10:59	0:14	15606
45210330_600408	백산면	36	17:53	18:40	0:47	10:29	10:36	0:07	20667
45210330_600426	백산면	21	15:28	15:50	0:22	13:11	13:29	0:18	15441
45210330_600444	백산면	24	8:46	9:02	0:16	11:08	11:28	0:20	21730

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

45210330_600462	백산면	27	17:01	17:48	0:47	9:30	9:50	0:20	19663
45210330_600480	백산면	20	15:29	15:52	0:23	12:38	12:52	0:14	23048
45210330_600498	백산면	17	15:31	15:52	0:21	12:17	12:34	0:17	17163
45210330_700194	백산면	23	15:55	16:19	0:24	13:50	14:08	0:18	21741
45210330_700212	백산면	23	8:48	9:20	0:32	9:16	9:23	0:07	28403
45210340_102885	용지면	16	15:56	16:12	0:16	10:03	10:05	0:02	16644
45210340_200986	용지면	33	15:57	16:30	0:33	12:26	12:39	0:13	21930
45210340_300009	용지면	25	16:26	16:55	0:29	7:31	8:02	0:31	17296
45210340_300023	용지면	27	16:30	17:01	0:31	9:20	9:22	0:02	19331
45210340_400091	용지면	34	15:58	16:48	0:50	14:39	14:53	0:14	24091
45210340_500558	용지면	32	16:31	17:04	0:33	11:40	12:03	0:23	21346
45210340_500593	용지면	23	17:07	17:32	0:25	10:11	10:26	0:15	17747
45210340_500666	용지면	29	17:08	17:36	0:28	9:30	9:41	0:11	16272
45210340_600516	용지면	21	17:09	17:34	0:25	8:16	8:54	0:38	17743
45210340_600571	용지면	31	17:38	18:13	0:35	11:07	11:22	0:15	21861
45210340_600589	용지면	25	17:39	18:08	0:29	10:36	11:01	0:25	25306
45210340_600642	용지면	26	17:40	18:11	0:31	13:20	13:34	0:14	24001
45210340_600661	용지면	29	18:15	18:47	0:32	14:03	14:16	0:13	27768
45210340_600679	용지면	23	18:16	18:44	0:28	9:46	9:56	0:10	26292
45210340_600715	용지면	20	18:17	18:40	0:23	10:10	10:19	0:09	19220
45210340_600751	용지면	23	8:49	9:15	0:26	13:40	13:53	0:13	17806
45210340_700230	용지면	26	8:50	9:20	0:30	9:08	10:00	0:52	14346
45210340_700248	용지면	23	8:51	9:20	0:29	13:06	13:08	0:02	22206
45210340_700284	용지면	39	15:59	16:26	0:27	14:25	14:40	0:15	26969
45210340_700301	용지면	31	9:26	10:01	0:35	8:46	9:02	0:16	23079
45210350_102973	백구면	25	8:50	9:21	0:31	16:25	16:27	0:02	20271
45210350_201195	백구면	31	16:00	16:26	0:26	14:35	14:50	0:15	21544
45210350_400104	백구면	19	9:27	9:45	0:18	17:00	17:03	0:03	20288
45210350_400122	백구면	20	9:29	9:48	0:19	15:35	15:37	0:02	19260
45210350_500736	백구면	19	9:31	9:51	0:20	15:47	15:50	0:03	18303
45210350_500772	백구면	23	9:27	9:55	0:28	17:20	17:35	0:15	19693

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

45210350_600769	백구면	19	9:53	10:13	0:20	16:35	16:50	0:15	22635
45210350_600821	백구면	21	9:29	9:54	0:25	15:00	15:20	0:20	20848
45210350_600839	백구면	26	10:03	10:33	0:30	14:00	14:10	0:10	16260
45210350_600857	백구면	20	10:04	10:28	0:24	13:40	13:55	0:15	18514
45210350_700319	백구면	22	9:54	10:19	0:25	15:55	16:20	0:25	21548
45210350_700346	백구면	31	16:53	17:39	0:46	14:15	14:30	0:15	14596
45210360_103303	부량면	19	15:08	15:29	0:21	9:30	9:35	0:05	17147
45210360_103481	부량면	20	15:44	16:10	0:26	8:30	8:38	0:08	19656
45210360_103572	부량면	20	15:45	16:08	0:23	9:02	9:19	0:17	19889
45210360_103662	부량면	20	15:46	16:08	0:22	8:11	8:18	0:07	19679
45210360_201300	부량면	20	16:19	16:41	0:22	8:49	8:57	0:08	21289
45210360_201354	부량면	21	16:20	16:45	0:25	7:00	7:46	0:46	21076
45210380_201460	공덕면	25	9:55	10:21	0:26	10:45	10:55	0:10	23301
45210380_500842	공덕면	21	10:23	10:47	0:24	11:30	11:45	0:15	17823
45210380_500913	공덕면	26	10:49	11:17	0:28	12:50	13:00	0:10	18740
45210380_600911	공덕면	23	10:24	10:49	0:25	12:00	12:30	0:30	22846
45210380_600966	공덕면	23	10:50	11:18	0:28	13:05	13:20	0:15	17397
45210380_700373	공덕면	31	10:25	10:56	0:31	11:00	11:20	0:20	20837
45210390_104282	청하면	23	10:55	11:17	0:22	8:59	9:03	0:04	19578
45210390_104553	청하면	17	10:56	11:14	0:18	10:33	10:35	0:02	23188
45210390_201623	청하면	18	10:57	11:18	0:21	9:12	9:27	0:15	21660
45210390_500985	청하면	32	13:42	14:04	0:22	10:14	10:28	0:14	23104
45210390_601002	청하면	40	11:24	11:59	0:35	9:34	10:13	0:39	22794
45210400_104823	성덕면	18	16:21	16:41	0:20	15:40	15:41	0:01	19148
45210400_105004	성덕면	18	16:51	17:13	0:22	15:48	15:50	0:02	21526
45210400_201731	성덕면	20	11:25	11:47	0:22	16:04	16:22	0:18	19938
45210400_201786	성덕면	21	11:26	11:49	0:23	8:36	8:46	0:10	17610
45210400_501021	성덕면	33	12:01	12:34	0:33	16:56	17:26	0:30	22724
45210400_601020	성덕면	23	12:02	12:30	0:28	16:33	16:51	0:18	17887
45210400_601057	성덕면	32	12:03	12:38	0:35	8:04	8:33	0:29	19195
45210410_105184	진봉면	19	16:53	17:13	0:20	13:29	13:31	0:02	18281

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

45210410_105364	진봉면	18	13:09	13:27	0:18	13:43	13:47	0:04	19384
45210410_105454	진봉면	18	17:15	17:36	0:21	13:19	13:21	0:02	20007
45210410_105635	진봉면	20	13:10	13:33	0:23	13:52	13:54	0:02	20712
45210410_105815	진봉면	19	17:16	17:37	0:21	14:37	14:40	0:03	17584
45210410_201894	진봉면	26	13:11	13:36	0:25	14:23	14:29	0:06	21644
45210410_202003	진봉면	20	13:40	13:53	0:13	14:00	14:17	0:17	20108
45210410_501092	진봉면	21	17:17	17:44	0:27	12:38	13:09	0:31	23567
45210420_202112	금구면	22	17:49	18:19	0:30	13:33	13:38	0:05	22152
45210420_300049	금구면	21	17:50	18:18	0:28	14:03	14:10	0:07	17813
45210420_400177	금구면	23	10:51	11:17	0:26	14:33	14:38	0:05	15876
45210420_501165	금구면	25	17:51	18:23	0:32	17:23	17:34	0:11	17730
45210420_501201	금구면	30	19:29	20:05	0:36	17:05	17:10	0:05	18908
45210420_601111	금구면	27	11:37	12:07	0:30	15:04	15:30	0:26	20228
45210420_601201	금구면	57	17:08	17:24	0:16	9:25	10:22	0:57	17315
45210420_601219	금구면	27	19:31	20:09	0:38	11:21	11:42	0:21	17607
45210420_700463	금구면	23	12:50	13:13	0:23	12:33	13:01	0:28	23545
45210420_700481	금구면	27	19:32	20:08	0:36	13:12	13:27	0:15	15920
45210420_700499	금구면	33	11:42	12:06	0:24	10:42	11:16	0:34	14469
45210420_700517	금구면	59	9:42	10:43	1:01	11:45	12:20	0:35	16610
45210420_700536	금구면	22	9:43	10:12	0:29	13:43	14:02	0:19	17308
45210430_106266	봉남면	20	9:44	10:07	0:23	15:55	15:56	0:01	16157
45210430_501237	봉남면	29	10:31	11:03	0:32	12:18	13:30	1:12	21237
45210430_501273	봉남면	32	10:33	11:08	0:35	14:50	15:23	0:33	19169
45210430_601255	봉남면	24	11:20	11:52	0:32	11:47	12:13	0:26	24307
45210430_601273	봉남면	26	11:21	11:56	0:35	15:30	16:03	0:33	20245
45210430_601291	봉남면	21	11:22	11:51	0:29	8:04	8:47	0:43	29895
45210430_601309	봉남면	24	11:57	12:29	0:32	9:00	11:40	2:40	14679
45210440_106807	황산면	17	12:51	13:07	0:16	10:05	10:07	0:02	17102
45210440_501308	황산면	24	12:52	13:19	0:27	12:00	12:39	0:39	20747
45210440_501344	황산면	27	13:23	13:51	0:28	14:28	14:54	0:26	21023
45210440_601328	황산면	22	13:25	13:52	0:27	10:18	10:40	0:22	20341

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

45210440_601346	황산면	23	13:25	13:53	0:28	11:16	11:39	0:23	18305
45210440_601364	황산면	20	13:58	14:20	0:22	10:55	11:10	0:15	15166
45210440_601400	황산면	25	13:59	14:26	0:27	13:26	13:33	0:07	22814
45210440_601418	황산면	26	14:00	14:28	0:28	13:45	14:41	0:56	19601
45210440_700590	황산면	22	13:24	13:45	0:21	14:45	14:59	0:14	22307
45210440_700608	황산면	18	13:25	13:43	0:18	12:49	12:59	0:10	18613
45210450_202546	금산면	31	11:58	12:39	0:41	13:13	13:22	0:09	15597
45210450_300063	금산면	32	11:59	12:40	0:41	16:17	16:49	0:32	23787
45210450_601473	금산면	71	17:52	18:08	0:16	9:04	10:09	1:05	16435
45210450_601491	금산면	29	13:06	13:46	0:40	10:15	11:15	1:00	18979
45210450_601509	금산면	26	13:07	13:46	0:39	11:24	11:39	0:15	24076
45210450_601527	금산면	36	14:29	15:23	0:54	14:17	14:48	0:31	21662
45210450_601545	금산면	59	14:30	15:38	1:08	14:52	15:32	0:40	25820
45210450_700644	금산면	57	8:59	9:13	0:14	16:25	16:40	0:15	8293
45210450_700662	금산면	36	13:08	13:55	0:47	13:27	14:05	0:38	15567
45210450_700698	금산면	88	19:06	19:20	0:14	17:10	17:25	0:15	19122
45210460_107077	광활면	20	14:12	14:34	0:22	9:59	10:01	0:02	22136
45210460_107257	광활면	20	14:13	14:35	0:22	9:18	9:21	0:03	22126
45210460_107347	광활면	19	14:14	14:33	0:19	10:58	11:01	0:03	19790
45210460_202601	광활면	19	14:44	15:03	0:19	9:51	9:56	0:05	21399
45210460_202655	광활면	20	14:45	15:08	0:23	11:12	11:38	0:26	18639
45210460_400214	광활면	17	15:23	15:40	0:17	8:52	8:56	0:04	21984
45210460_400232	광활면	17	15:24	15:41	0:17	10:05	10:06	0:01	20363
45210460_400251	광활면	18	15:25	15:44	0:19	10:10	10:12	0:02	19009
45210460_400269	광활면	20	16:00	16:21	0:21	10:48	10:54	0:06	19886
45210460_400287	광활면	17	16:01	16:20	0:19	10:34	10:38	0:04	20025
45210460_400361	광활면	20	16:23	16:44	0:21	11:04	11:06	0:02	20121
45210112_700014	요촌동	23	15:31	15:53	0:22	12:40	12:45	0:05	25537
45210112_700050	요촌동	23	15:31	15:52	0:21	12:49	12:57	0:08	23490
45210117_100459	신평동	17	15:57	16:16	0:19	16:14	16:18	0:04	19253
45210102_600128	신평동	25	15:58	16:23	0:25	16:02	16:34	0:32	20119

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

45210103_600136	신평동	21	15:59	16:23	0:24	16:47	17:18	0:31	18378
45210129_600226	신평동	29	16:41	17:06	0:25	7:00	7:35	0:35	21939
45210130_700104	신평동	29	16:42	17:26	0:44	7:50	8:10	0:20	18737
45210105_400018	검산동	20	16:43	17:01	0:18	10:57	11:00	0:03	20969
45210114_500021	검산동	26	10:24	10:42	0:18	10:35	10:45	0:10	20829
45210105_500057	검산동	23	10:53	11:09	0:16	11:46	11:55	0:09	26845
45210114_600027	검산동	26	17:33	17:57	0:24	11:30	11:35	0:05	15337
45210106_600063	검산동	21	17:34	17:55	0:21	15:30	16:00	0:30	18865
45210105_600081	검산동	23	11:16	11:26	0:10	11:43	11:46	0:03	21519
45210104_700032	검산동	23	17:41	18:04	0:23	12:28	12:33	0:05	12797
45210105_700034	검산동	27	8:28	8:58	0:30	11:21	11:30	0:09	21653
45210105_700122	검산동	20	8:29	8:53	0:24	12:07	12:16	0:09	19297
45210107_200117	교월동	28	16:24	16:56	0:32	8:57	9:22	0:25	12474
45210124_200280	교월동	24	8:30	8:55	0:25	8:33	8:38	0:05	279
45210125_500123	교월동	20	16:24	16:49	0:25	12:55	13:16	0:21	20089
45210120_500164	교월동	25	9:14	9:39	0:25	14:09	14:42	0:33	22395
45210126_500236	교월동	21	16:51	17:11	0:20	12:24	12:36	0:12	13404
45210110_600117	교월동	26	9:15	9:41	0:26	15:17	15:43	0:26	24524
45210120_600154	교월동	25	9:24	9:51	0:27	8:55	9:34	0:39	16098
45210120_600157	교월동	21	9:41	9:57	0:16	14:59	15:08	0:09	20038
평 균		25	-	-	00:26	-	-	00:17	20011

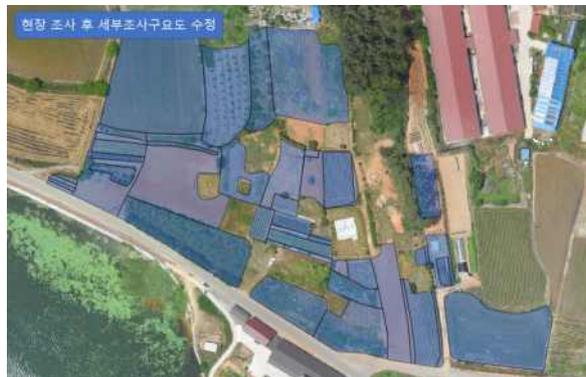
2. 군산시 세부조사구요도 활용 세부결과

구 분		영상처리				현장조사			
RE_GRP_ID	읍면동	사진 매수	처리 시작	처리 종료	처리 시간	조사 시작 시간	조사 종료 시간	조사 시간	전체 면적
45130250_100985	옥구읍	29	17:34	18:04	0:30	7:26	7:30	0:04	19233
45130250_101058	옥구읍	24	17:36	18:01	0:25	7:35	7:38	0:03	20167
45130250_101277	옥구읍	20	17:37	17:59	0:22	8:54	8:56	0:02	20747
45130310_200368	옥산면	23	18:12	18:39	0:27	6:13	6:32	0:19	24927
45130310_600108	옥산면	55	18:13	19:09	0:56	7:46	8:34	0:48	24559
45130310_700096	옥산면	27	18:14	18:50	0:36	6:40	7:16	0:36	11458
45130320_101861	회현면	23	8:53	9:13	0:20	11:15	11:17	0:02	20209
45130320_101934	회현면	21	8:54	9:12	0:18	9:10	9:13	0:03	20550
45130320_102007	회현면	20	10:28	10:48	0:20	10:35	10:38	0:03	22707
45130320_102080	회현면	20	10:29	10:53	0:24	10:45	10:48	0:03	22471
45130320_102153	회현면	24	10:30	10:57	0:27	8:43	8:47	0:04	20779
45130320_102226	회현면	21	10:59	11:26	0:27	11:07	11:10	0:03	19951
45130320_200424	회현면	26	11:00	11:31	0:31	10:22	10:30	0:08	19349
45130320_200480	회현면	35	11:01	11:35	0:34	10:53	10:57	0:04	20177
45130320_600126	회현면	32	11:44	12:24	0:40	9:25	10:11	0:46	17074
45130330_102518	임피면	19	11:45	12:07	0:22	16:03	16:05	0:02	19484
45130330_200592	임피면	26	13:01	13:31	0:30	15:27	15:35	0:08	20197
45130330_400025	임피면	32	13:02	13:35	0:33	15:35	15:52	0:17	19636
45130330_500166	임피면	37	17:44	18:09	0:25	17:03	17:48	0:45	16174
45130330_600144	임피면	33	11:47	12:45	0:58	6:49	7:31	0:42	13302
45130330_600152	임피면	23	11:49	12:28	0:39	17:55	18:32	0:37	20209
45130330_600182	임피면	20	17:44	18:13	0:29	14:31	15:20	0:49	15599
45130330_700113	임피면	32	11:50	12:45	0:55	18:44	19:31	0:47	19129
45130340_102810	서수면	27	11:46	12:31	0:45	10:36	10:40	0:04	19653
45130340_102883	서수면	22	13:49	14:31	0:42	11:33	11:34	0:01	18792
45130340_200704	서수면	27	13:50	14:21	0:31	11:25	11:55	0:30	18514
45130340_200760	서수면	23	12:45	13:12	0:27	11:20	11:22	0:02	18431

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

45130340_500199	서수면	29	13:51	14:33	0:42	9:29	9:47	0:18	23499
45130340_500232	서수면	26	12:47	13:16	0:29	10:18	10:35	0:17	20794
45130340_600200	서수면	26	12:48	13:13	0:25	9:02	9:20	0:18	13461
45130340_600219	서수면	22	13:19	13:59	0:40	9:53	10:15	0:22	18463
45130340_600237	서수면	27	13:20	13:48	0:28	10:45	11:19	0:34	17793
45130340_600254	서수면	23	13:21	13:58	0:37	16:13	16:52	0:39	18435
45130350_103102	대야면	17	14:02	14:34	0:32	14:11	14:13	0:02	18485
45130350_103246	대야면	23	14:02	14:36	0:34	8:45	9:01	0:16	19067
45130350_103319	대야면	27	14:05	14:33	0:28	13:51	14:00	0:09	21214
45130350_103392	대야면	20	14:43	15:17	0:34	11:40	11:43	0:03	19241
45130350_103538	대야면	26	14:44	15:16	0:32	12:13	12:15	0:02	19971
45130350_103684	대야면	26	14:46	15:08	0:22	12:02	12:06	0:04	20169
45130350_103757	대야면	23	15:27	15:57	0:30	11:53	11:55	0:02	21532
45130350_103903	대야면	18	15:27	16:00	0:33	11:47	11:50	0:03	18429
45130350_200927	대야면	20	15:29	15:56	0:27	11:22	11:33	0:11	20160
45130350_600272	대야면	35	16:00	16:26	0:26	17:10	17:59	0:49	20233
45130350_700147	대야면	27	16:01	16:26	0:25	12:22	13:11	0:49	20221
45130360_104263	개정면	26	9:11	9:43	0:32	9:09	9:12	0:03	19090
45130360_600311	개정면	24	17:09	17:42	0:33	10:25	11:13	0:48	16090
45130360_700165	개정면	42	17:43	18:08	0:25	9:30	10:18	0:48	19918
45130370_500332	성산면	36	8:23	8:56	0:33	13:26	14:00	0:34	18338
45130370_600364	성산면	29	9:05	9:35	0:30	7:42	8:25	0:43	24168
45130370_600382	성산면	27	9:13	10:06	0:53	16:00	16:41	0:41	23618
45130380_500429	나포면	26	10:03	10:47	0:44	12:05	12:40	0:35	23074
45130380_600416	나포면	40	10:07	10:33	0:26	12:51	13:20	0:29	20521
평 균		27	-	-	0:32	-	-	0:20	19605

3. QGIS를 활용한 결과 입력

NO	조사구	주소	결과 입력시간
1	백산면 상정리 7층0194조사구	상정리 551-7	00:24
			
NO	조사구	주소	결과 입력시간
2	성덕면 모라리 5층1021조사구	모라리 319-1	00:06
			
NO	조사구	주소	결과 입력시간
3	만경읍 장산리 5층0308조사구	장산리 469-1	00:45
			

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

NO	조사구	주소	결과 입력시간
4	성덕면 대석리 6층1057조사구	대석리 1112-16	00:34
			
NO	조사구	주소	결과 입력시간
5	황산면 진흥리 6층1328조사구	진흥리 593	00:33
			
NO	조사구	주소	결과 입력시간
6	양전동 7층0104조사구	양전동 451-27	00:37
			

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

NO	조사구	주소	결과 입력시간
7	봉남면 대승리 1층6266조사구	대승리 1171-12	00:02
			
8	백산면 상리 5층0415조사구	상리 435	00:11
			
9	용지면 반교리 5층0666조사구	반교리 418-1	00:24
			

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

NO	조사구	주소	결과 입력시간
10	광활면 창제리 1층7257조사구	창제리 1104	00:01
			

4. 전자요도 방법 세부결과

NO	조사구	주소	영상처리 시간	조사/결과 입력시간
1	광활면 창제리 4층0195조사구	창제리 1359-1	00:22	00:11
NO	조사구	주소	영상처리 시간	조사/결과 입력시간
2	광활면 은파리 4층0361조사구	은파리 1699-17	00:21	00:08

부록 2. 세부조사구요도, 전자요도 활용 세부결과

NO	조사구	주소	영상처리 시간	조사/결과 입력시간
3	성덕면 성덕리 2층1840조사구	성덕리 872-1	00:25	00:54
NO	조사구	주소	영상처리 시간	조사/결과 입력시간
4	죽산면 종신리 1층1539조사구	종신리 698-4	00:19	00:07

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

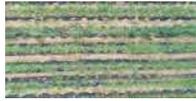
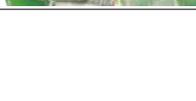
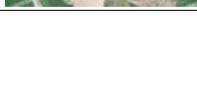
NO	조사구	주소	영상처리 시간	조사/결과 입력시간
5	죽산면 연포리 1층2170조사구	서포리 993-3	00:24	00:02
NO	조사구	주소	영상처리 시간	조사/결과 입력시간
6	연정동 7층0086조사구	연정동 582-7	00:18	00:34

부록 3

라이브러리 작성 결과

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-1> 참깨 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 7층 0373		
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 340-1	작물명	참깨
해상도 (고도)	촬영일자		
	180719	180730	180810
0.2cm/px (8m)			수확완료
			
0.5cm/px (18m)			수확완료
			
1cm/px (36m)			수확완료
			
2cm/px (73m)			수확완료
			
3cm/px (110m)			수확완료
			
4cm/px (146m)			수확완료
			
5cm/px (183m)			수확완료
			

부록 3. 라이브러리 작성 결과

<표 3-2> 들깨 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 6층 1273				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 행촌리 393-14			작물명	들깨
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
					수확완료
0.5cm/px (18m)					
					수확완료
1cm/px (36m)					
					수확완료
2cm/px (73m)					
					수확완료
3cm/px (110m)					
					수확완료
4cm/px (146m)					
					수확완료
5cm/px (183m)					
					수확완료

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-3> 감 라이브러리 작성1

조사구	김제시 봉남면 6층 1273				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 행촌리 393			작물명	감
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
0.5cm/px (18m)					
1cm/px (36m)					
2cm/px (73m)					
3cm/px (110m)					
4cm/px (146m)					
5cm/px (183m)					

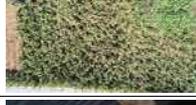
부록 3. 라이브러리 작성 결과

<표 3-4> 감 라이브러리 작성2

조사구	김제시 봉남면 6층 1273			
소재지	전라북도 김제시 봉남면 행촌리 393		작물명	감
해상도 (고도)	촬영일자			
	181102	181112	181121	181130
0.2cm/px (8m)				수확완료
0.5cm/px (18m)				수확완료
1cm/px (36m)				수확완료
2cm/px (73m)				수확완료
3cm/px (110m)				수확완료
4cm/px (146m)				수확완료
5cm/px (183m)				수확완료

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-5> 옥수수 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 6층 1273				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 행촌리 498-5		작물명	옥수수	
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
					
0.5cm/px (18m)					
					
1cm/px (36m)					
					
2cm/px (73m)					
					
3cm/px (110m)					
					
4cm/px (146m)					
					
5cm/px (183m)					
					

부록 3. 라이브러리 작성 결과

<표 3-6> 파 라이브러리 작성1

조사구	김제시 봉남면 6층 1273				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 행촌리 398-1		작물명	파	
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
0.5cm/px (18m)					
1cm/px (36m)					
2cm/px (73m)					
3cm/px (110m)					
4cm/px (146m)					
5cm/px (183m)					

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-7> 파 라이브러리 작성2

조사구	김제시 봉남면 6층 1273				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 행촌리 398-1		작물명	파	
해상도 (고도)	촬영일자				
	181102	181112	181121	181130	
0.2cm/px (8m)					
0.5cm/px (18m)					
1cm/px (36m)					
2cm/px (73m)					
3cm/px (110m)					
4cm/px (146m)					
5cm/px (183m)					

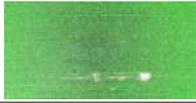
부록 3. 라이브러리 작성 결과

<표 3-8> 콩 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 6층 1291				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 산121-2		작물명	콩	
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
0.5cm/px (18m)					
1cm/px (36m)					
2cm/px (73m)					
3cm/px (110m)					
4cm/px (146m)					
5cm/px (183m)					

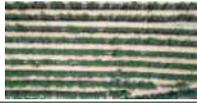
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-9> 논벼 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 7층 0373				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 776			작물명	논벼
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
					수확완료
0.5cm/px (18m)					
					수확완료
1cm/px (36m)					
					수확완료
2cm/px (73m)					
					수확완료
3cm/px (110m)					
					수확완료
4cm/px (146m)					
					수확완료
5cm/px (183m)					
					수확완료

부록 3. 라이브러리 작성 결과

<표 3-10> 고추 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 7층 0373				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 340-1		작물명	고추	
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	181020
0.2cm/px (8m)					
					
0.5cm/px (18m)					
					
1cm/px (36m)					
					
2cm/px (73m)					
					
3cm/px (110m)					
					
4cm/px (146m)					
					
5cm/px (183m)					
					

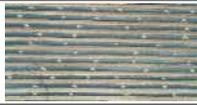
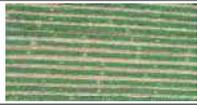
농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-11> 땅콩 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 7층 0373				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 340-1			작물명	땅콩
해상도 (고도)	촬영일자				
	180719	180730	180810	180820	180829
	180910	180919	180928	181010	
0.2cm/px (8m)					
				수확완료	
0.5cm/px (18m)					
				수확완료	
1cm/px (36m)					
				수확완료	
2cm/px (73m)					
				수확완료	
3cm/px (110m)					
				수확완료	
4cm/px (146m)					
				수확완료	
5cm/px (183m)					
				수확완료	

부록 3. 라이브러리 작성 결과

<표 3-12> 무 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 6층 1291				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 산120		작물명	무	
해상도 (고도)	촬영일자				
	180829	180910	180919	180928	181010
	181020	181102	181112	181121	181130
0.2cm/px (8m)		멀칭 동일			
					수확완료
0.5cm/px (18m)		멀칭 동일			
					수확완료
1cm/px (36m)		멀칭 동일			
					수확완료
2cm/px (73m)		멀칭 동일			
					수확완료
3cm/px (110m)		멀칭 동일			
					수확완료
4cm/px (146m)		멀칭 동일			
					수확완료
5cm/px (183m)		멀칭 동일			
					수확완료

농업통계 현장조사 효율화를 위한 영상정보 활용 및 ICT 도입 연구

<표 3-13> 양파 라이브러리 작성

조사구	김제시 봉남면 6층 1291				
소재지	전라북도 김제시 봉남면 회성리 산121-2		작물명	양파	
해상도 (고도)	촬영일자				
	181112	181121	181130		
0.2cm/px (8m)					
0.5cm/px (18m)					
1cm/px (36m)					
2cm/px (73m)					
3cm/px (110m)					
4cm/px (146m)					
5cm/px (183m)					

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 보고서에 대한 저작 재산권 일체와 2차적 저작물 또는 편집저작물의 작성권은 통계청이 소유하며, 통계청은 정책상 필요시 보고서의 내용을 보완 또는 수정할 수 있습니다.