

위성정보의 농업관측 활용 타당성

권 오 복 연 구 위 원
김 재 환 전 문 연 구 원

한국농촌경제연구원

연구 담당

권오복	연구 위원	연구총괄, 집필
김재환	전문연구원	자료수집, 집필

머 리 말

한국농촌경제연구원에 농업관측센터가 설치되고 채소류 9개 품목에 대해 관측사업이 본격적으로 시작된 1999년 이래 농업관측사업은 괄목할 만한 성장을 거두었다. 2007년말 현재 관측 품목수가 쌀을 포함해서 28개로 늘어나고, 농업관측정보시스템을 이용하여 관측을 실시하고 있다. 그럼에도 불구하고 지금까지 농업관측사업의 산지정보는 주산지 모니터들에 대한 전화조사에 주로 의존하고 있어 개선의 여지가 있는 것이 사실이다.

이 보고서에서는 위성정보를 관측사업에 도입하는 것이 기술적·경제적으로 타당한 것인지를 개략적으로 검토하였다. 이미 미국 등 주요 선진국에서는 주요 농산물의 재배면적과 작황을 산출하는 데 위성정보를 효과적으로 활용하고 있다. 국내에서도 농촌진흥청을 중심으로 해당 기술 개발이 활발히 진행 중이다. 검토 결과 관측사업에서 위성정보를 활용해서 산지정보를 획득하면 관측 비용 절감은 물론 관측정보의 정확도도 높아지는 등 여러 가지 이점이 기대된다. 그럼에도 불구하고 농업관측에 위성정보를 활용하기 위해서는 위성사진의 확보, 판독기술 축적, 전문가 양성 등 풀어 나가야 할 과제가 적지 않다.

이 보고서가 관측 사업에 위성정보 도입을 검토하는 시발점이 되고, 앞으로 후속연구를 통해 더욱 발전된 보고서들이 계속 이어지기를 기대한다.

2007. 12.

한국농촌경제연구원장 최 정 섭

요 약

이 연구에서는 위성 정보기술의 발전 추세와 국내외 위성 자료의 농업분야 활용 사례 등을 조사하여, 위성정보를 관측사업에 도입하는 것이 경제·기술적으로 타당한 것인가를 검토하였다.

미국, 캐나다, EU 등에서는 1970년대부터 위성정보를 농업통계 또는 관측 목적으로 활용하고 있으며, 국내에서도 농촌진흥청, 국립농산물품질관리원, 산림청, 한국해양수산개발원 등에서 경지 및 작물 현황, 자원 관리, 수산관측 등을 위해 위성정보를 활용하거나 활용할 계획에 있다.

본 연구의 기술적 검토결과에 따르면, 위성기술을 활용한 산지정보는 정보의 정확성과 객관성을 높이고, 동시에 조사비용을 절감시킬 수 있을 것으로 확인되었다. 특히 기상재해 또는 산지폐기 같은 급변하는 산지현황 확인과 해외 산지정보 수집을 위한 수단으로서 위성정보는 많은 장점을 지니고 있다.

그리고 현재의 위성판독기술 개발 상황에 비추어 볼 때 비 같은 일부 품목의 재배면적과 단수 추정 기술은 어느 정도 확립되었으나, 실제 적용을 위해서는 후속 응용연구가 더 필요한 상황이다.

현재 관측업무를 고려했을 때 위성사진의 구매, 분석, 가공 등에 소요되는 비용과 위성정보를 도입함으로써 절감할 수 있는 인건비를 상호 비교할 경우 경제적인 측면에서 위성정보의 활용은 경제적 타당성을 지닌다. 또한 계량화하기는 어렵지만 관측정보의 정확도 제고와 북한, 중국 등 해외 산지정보 수집 등 간접적인 효과도 감안해야 할 것이다.

위성정보를 관측업무에 도입하기 위해서는 도입 초기의 높은 고정투자비용, 훈련된 인력의 부족, 정확한 재배면적 및 작황 판독을 위한 후속 응용연구 제도·운영상의 미비점과 같은 많은 선결과제가 있다. 이러한 문제점을 해결하고 관측사업에 위성정보를 활용하기 위한 전략으로서 ① 치밀한 정보전략계획 수립과정과 3년 정도의 시범사업을 거쳐 단계적으로 도입하고, ② 위성정보 생산·가공·활용에 있어서 유관기관 간 협조체제를 구축하여 업무의 효율을 높이고 중복투자를 최소화해야 한다는 것 등이 제시되었다.

ABSTRACT

Feasibility of Utilizing Satellite Images for Agricultural Outlook

This study is performed to determine whether the satellite image(SI) would be beneficial for Korean agricultural outlook in terms of technical and economic concerns by surveying trend of SI technological development and selected international examples of utilizing SI in the field of agricultural sector.

Many developed countries including the United States and European Union(EU) have used SI for producing agricultural statistics and outlook since the late 1970s. In Korea, some government institutes encompassing Rural Development Administration(RDA), the National Agricultural Products Quality Management System(NAPQMS), and the Forestry Service is utilizing SI for their works. As the SI technology is developed further, the SI will be widely used in the field of agricultural sector both domestically and internationally.

It is expected that an information on agricultural production area obtained from SI will improve the accuracy of agricultural outlook and its credibility. It may also reduce the cost for agricultural outlook. The SI would be powerful for checking changes in agricultural production area resulted from climate shock and government policy. Furthermore, the SI would be used for analyzing the situation of foreign agricultural production including North Korea and China.

In light of the current status of SI technology development in Korea, the cultivation area and yield would be determined from the SI for some products including rice. However further studies need to be implemented for adapting SI for specific purposes. Many lessons relating to SI are to be solved; burden of initial cost and lack of appropriate manpower handling SI.

In order to introduce SI for producing agricultural outlook information, i) step by step approach by which detailed information strategic planning(ISP) and about three-year pilot projects should be implemented is needed, and ii) each institute involving utilization of SI needs to cooperate for maximizing project's efficiency.

Researchers : Oh-Bok Kwon and Jae-Hwan Kim

E-mail Address : obkwon@krei.re.kr, jhkim74@krei.re.kr

목 차

제1장 서론

1. 연구 필요성	1
2. 연구 목적	2
3. 선행연구와의 차별성	3
4. 연구 방법 및 범위	5

제2장 농업관측사업에 위성정보 활용의 의의

1. 관측사업 현황과 여건 변화	7
2. 관측사업의 여건 변화와 산지정보 수집방식의 개선 필요성	11
3. 관측목적 위성정보 수집의 특성	12
4. 위성정보를 이용한 관측업무의 예상 이점	15

제3장 위성정보의 농업분야 국내외 활용 사례

1. 주요 외국의 활용 사례	18
2. 국내 활용 사례	32
3. 위성정보 국내외 활용 사례의 시사점	39

제4장 위성정보를 활용한 관측업무 도입의 타당성

1. 기술적 타당성	45
2. 경제적 타당성	57

제5장 위성정보를 활용한 관측업무 도입의 기본 방향

1. 추진 과제	68
2. 추진 전략	72

표 차 례

제1장

표 1-1. 선행연구와의 차별성	3
-------------------------	---

제2장

표 2-1. 연도별 관측품목 확대추이	9
표 2-2. 관측 및 통계목적 정보수집 절차	14
표 2-3. 관측 및 통계목적 위성정보 활용	14

제3장

표 3-1. NASS수행 통계업무의 부문별 위성정보활용	20
표 3-2. 분야별 MARS의 내용	27
표 3-3. MARS-STAT 활동단계별 위성정보 활용	28
표 3-4. 프랑스농가 정보활용 현황	31
표 3-5. 국가별 재배면적, 작황 산출 위성정보 현황	43
표 3-6. 농림·해양부문 유관기관 위성정보 활용 현황	44

제4장

표 4-1. 주요 고해상도 영상별 비용	59
표 4-2. 위성정보를 활용한 재배면적 판독내역	59
표 4-3. 주요 저해상도 영상별 비용	60
표 4-4. 전화조사방식 비용 예시	61
표 4-5. 위성조사방식 비용추이(노지 16개 품목기준)	62
표 4-6. 위성조사방식으로 완전 전환할 경우 비용비교 (16개 품목실시 기준)	64

표 4-7. 2013년 기준 조사방식별 비용비교(16개 품목실시 기준)	66
표 4-8. 위성정보를 통한 관측업무의 기대 효과	67

제5장

표 5-1. 위성정보를 활용한 관측사업 추진 일정(안)	74
표 5-2. 표본지역 요건	75
표 5-3. 위성사진 운용현황 및 개발 계획	77
표 5-4. 단계별 부문별 위성활용 계획	78
표 5-5. 위성사업 관련 대상 유관기관 예시	80

그림 차례

제2장

그림 2-1. 관측절차	10
그림 2-2. 개선된 산지부문 농업관측업무 프로세스	16

제3장

그림 3-1. 미국 농업부문 위성정보 활용 프로세스	21
그림 3-2. 농업관측을 위한 정보 수집·처리 절차	24
그림 3-3. 캐나다 CCAP의 작황지도	26
그림 3-4. MARS 프로젝트 60개 표본지역	29
그림 3-5. 호주 SGP Survey Georeferencing Project 프로그램	32
그림 3-6. 국립산림과학원 항공사진 검색시스템	35

제4장

그림 4-1. 과수원 재배면적 산출을 위한 0.6m급 영상	48
그림 4-2. 과수원 재배면적 산출을 위한 0.6m급 확대영상	48
그림 4-3. 일반 농지 재배면적 산출을 위한 0.6m급 영상 (검은색 농지는 정식을 위한 비닐 설치 지역임.)	49
그림 4-4. 일반 농지 재배면적 산출을 위한 0.6m급 확대영상 (검은색 농지는 정식을 위한 비닐 설치 지역임.)	49
그림 4-5. 재배면적 산출 절차	50
그림 4-6. NASS제공 NOAA AVHRR센서의 NDVI 2006년-2007년 비교영상	54
그림 4-7. 작황 산출 절차	56

제 1 장

서 론

1. 연구 필요성

- 한국농촌경제연구원에서 1999년부터 농업관측을 본격적으로 실시한 이래 2007년 12월 말 현재 관측품목수가 당초 9개에서 28개 품목으로 확대되었고, 농업관측정보시스템을 이용해 관측을 실시하는 등 농업관측사업이 질적으로도 계속 발전하였다. 앞으로도 관측 정보의 정확도와 신뢰도를 높이기 위해서 관측기법을 더욱 고도화시킬 필요가 있다.
- 인공위성 등을 활용한 원격탐사(Remote Sensing: RS)와 정보기술이 빠르게 발전하여 이들 기술이 국내외 광범위한 산업 분야에서 활용되고 있다. 2006년부터 고성능 다목적위성을 확보하게 된 우리나라는 위성자료를 활용한 다양한 분야에서의 응용이 활발해질 것으로 예상되고 있다.
- 농업분야에서도 전국 토양피복지도 작성 등 인공위성 사진의 여러 가지 활용 방안이 검토되고 있다. 이와 관련, 인공위성 사진을 활용하여 주요 작목별로 재배면적과 작황 등을 파악할 수 있다면 기존 전화조사에 의한 산지정

보 수집과 더불어 대상지역에 대한 전수 조사가 가능해져 조사의 정확도가 제고되어 관측사업이 한 단계 더 발전하는 계기가 될 것이다.

- 최근 빈번해지는 기상재해와 주산지 이동과 관련해서도 위성 자료의 활용 가능성이 높은 편이다. 위성자료를 활용하여 홍수 또는 태풍 등으로 인해 피해를 입은 기상재해 지역을 바로 조사해서 피해 정도를 파악하면 효과적인 대책을 수립할 수 있을 것이다. 기후변화에 따라 일부 작목에서 뚜렷하게 나타나는 주산지 이동 모습을 위성사진을 활용하여 파악하고, 관련 자료를 축적할 수 있다. 더욱이 위성자료를 이용하여 중국과 북한의 농작물 재배 현황 등을 파악할 수 있다면 농산물 교역과 남북 농업협력에도 중요한 정보를 획득, 제공할 수 있을 것이다.
- 따라서 위성정보를 이용한 관측사업의 도입에 앞서 정보전략계획(Information Strategy Planning: ISP)의 예비적 단계로서 위성 및 정보기술의 발전 추세와, 국내외에서 위성 자료의 농업분야 활용 사례 등을 종합적으로 고려하여 위성자료를 농업관측에 활용하는 것이 기술적, 경제적으로 타당한지를 검토하고, 중장기 추진전략을 수립할 필요가 있다.

2. 연구 목적

- 이 연구의 목적은 위성자료를 농업관측사업에 활용하는 것이 기술적·경제적으로 타당한 것인지를 검토하는 데 있다. 검토결과를 바탕으로 관련 소프트웨어 및 하드웨어 확충 방안, 소요 예산 등 농업관측에 위성자료를 도입, 활용할 수 있는 전략을 제시하기로 한다.

3. 선행연구와의 차별성

- 국내에서 농업분야 위성정보 활용에 관한 연구는 주로 위성자료 판독 같은 기술적인 사항을 검토하거나 해외사례를 분석한 것이 대부분일 뿐 농업관측에의 활용 가능성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.
- 위성자료와 관련된 주요 연구는 재배면적 산출, 농업환경지도 작성, 작황상태 확인 등에 활용할 수 있는 위성자료의 원격탐사기술연구, 정밀기하보전기술, 식물활력도(엽면적지수 등) 산출에 관한 것이었다.

표 1-1. 선행연구와의 차별성

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 농업환경 분석과 평가를 위한 원격탐사 연구(농촌진흥청 농업과학기술원 홍석영 박사)	문헌연구 연구사례 분석	위성정보와 원격탐사 방식을 활용한 농업관련 응용사례와 연구사례를 정리
	2 항공우주기술의 농림분야 활용 방안(농림부, 경북대 김충실 교수)	문헌연구 전문가 인터뷰	미국, 일본, EU 등의 위성활용 사례 정리
	3 Native Vegetation Public Conservation on Private Land (Abare, Alistair Davidson외)	자료분석 사례분석	호주의 식생대 변화분석을 위해 위성사진과 분석시스템을 활용함. 지구온난화 등의 기후와 식생변화 등 장기전망에 위성자료를 활용한 사례임.
본연구	위생정보의 농업 관측 활용 타당성	문헌연구 사례분석 전문가 인터뷰	농업관측사업에 대한 위성자료 활용의 타당성 검증 및 구현을 위한 로드맵 제시

- 위성을 활용한 농업부문의 연구는 기술연구와 활용연구로 나뉜다. 기술연구는 재배면적, 작황, 작목 판단 등을 위한 연구이다. 이를 위해 다양한 해상도, 센서별 영상 특성을 이용하여 농작물과 토양, 수자원 등의 특성을 판독한다. 현재까지 위성정보를 이용한 연구는 이러한 기술연구에 집중되어 있다. 또한 활용연구는 위성영상을 기술적으로 판독한 이후에 어떤 부문에서 어떻게 활용할 것인지에 대한 연구이다. 농업부문의 위성영상은 관측, 통계, 행정 및 모니터링 등 다양한 부문에 활용될 수 있으나 현재까지는 농업통계 활용에 대한 기초적인 연구만 수행되었다.
- 기술부문 연구사례를 보면 토지, 토양이용 현황분석, 물·수자원 현황분석, 작물·식생현황 분석 등이 있다. 현재까지 기술 연구는 농촌진흥청 농업과학기술원에서 주도하고 있으며, 부가적으로 학계에서 단편적인 연구가 진행된 바 있다.
 - ① 토지·토양부문: 위성정보를 활용하여 토양분석 및 농경지 지도작성 등을 실시한다.
 - 항공기 하이퍼스펙트럼 영상을 이용한 토양특성 추정
 - 고해상도 위성영상을 이용한 농경지 지도 작성
 - RS·GIS기술을 이용한 특정과수 재배단지 추천 - 복분자
 - 농작물관리시스템 개발
 - 예정사업: 농업환경지도 작성
 - ② 물·수자원부문: 벼 경지면적 추정 및 수해지역 파악 등의 물에 관련된 농업부문 연구
 - 광학 위성영상(Landsat TM)을 이용한 관개답 면적 추정
 - 레이더 위성영상(RADARSAT)을 이용한 관개답 면적 추정
 - RADARSAT 영상을 이용한 논 침수면적 및 홍수지역 파악
 - ③ 작물·식생부문: 작물관독 및 생육·작황 추정 등에 분광반사특성을 이용하는 연구로서 엽면적지수(LAI), AVHRR센서 영상을 이용한 식생지

수 등을 활용한다. 현재까지 주로 벼에 대한 연구가 집중되었으며, 일부 밭작물에 대한 연구도 진행되었다.

- 분광반사특성을 이용한 벼 군락의 엽면적지수(LAI) 추정
 - 분광반사특성을 이용한 벼 군락의 바이오매스(Biomass) 및 수량(Yield) 추정
 - 분광반사특성을 이용한 밭작물 구분과 생육단계 추정
 - NOAA AVHRR 위성영상을 이용한 한반도의 지표면 식생분석
 - GNDVI를 이용한 벼 군락 엽 질소함량 추정
 - Polarimetric Scatterometer 시스템을 이용한 벼 군락의 후방산란계수 측정
- 응용부문 연구사례는 주로 통계산출 부문에 집중되었다. “항공우주기술의 농림분야 활용방안 연구(김충실 외, 2005)”는 국가통계업무의 위성자료 활용 방안을 제시하고 있으며, 유사한 연구사례로 유럽의 MARS프로젝트 기반 연구인 Tsiligrifrs(1997)가 있다.
- 기존 연구가 농업분야에서 토양 및 식생 모니터와 같은 특정 분야의 기술적 인 적용 가능성에 중점을 둔 데 비해 본 사업은 위성자료를 농업관측 업무에 도입하는 것이 타당한지를 분석한다는 점에서 다른 연구와 뚜렷한 차별성을 지닌다. 또한 이 연구는 위성자료가 실제 관측업무에 활용될 수 있는지와 운영측면의 시스템 도입 시 어떠한 설계를 도입해야 하는지 등의 구체적인 계획(Time-table)을 마련하는 데 초점을 두고 있어 다른 연구와 차별성이 있다.

4. 연구 방법 및 범위

- 이 연구에서는 문헌연구, 유관기관 방문 · 전화 · 인터넷 조사 등을 통해 위

성자료의 국내외 적용 사례를 검토하고, 위성자료의 농업관측에의 기술적 도입 가능성을 타진할 것이다. 주요 검토 대상 기관은 미국 USDA 산하 주요 기관, 미국 플로리다주 감귤부, 캐나다 농업통계국(Agriculture Division of Statistics), 호주 농업자원경제연구소(Australian Bureau of Agricultural and Resources Economics: ABARE), 농촌진흥청 농업과학기술원, 국립농산물품질관리원, 한국농촌공사, 산림청 등이다.

- 위성자료 활용 시 소요 예산과 기존 관측방법의 비용을 비교, 분석하고 위성 자료 활용에 따른 직간접적 편익을 분석함으로써 경제적 타당성을 분석한다.
- 보고서의 구성은 다음과 같다. 제1장 서론에 이어 제2장에서는 농업관측사업에 위성정보 활용의 의의를, 제3장에서는 국내외 사례를 검토할 것이다. 제4장에서는 위성정보를 관측업무에 도입하는 기술적·경제적 타당성을 검토하고 제5장에서는 추진 과제와 전략을 제시한다.

제2장

농업관측사업에 위성정보 활용의 의의

1. 관측사업 현황과 여건 변화

1.1. 관측사업 개요

- 농업관측사업은 재배면적, 작황 등 관련정보를 수집·분석하여 농축산물의 수급과 가격을 예측하고 그 결과를 홍보하는 일련의 과정이다. 즉, 농산물의 공급과 수요, 가격, 그 밖에 농업에 관련된 제반 사정에 대한 미래의 사항을 예측하여 농민들로 하여금 합리적인 영농계획을 수립하여 시행하는데 지침이 되도록 하는 것이 목적이다. 정부는 예측된 사항을 농업정책 수립의 기초 자료로 이용하고 홍보함으로써 농산물수급과 가격의 안정을 기하여 적정가격이 유지하도록 한다. 이는 생산자나 소비자를 동시에 보호할 수 있음은 물론 국가적으로 자원의 낭비가 없는 능률적인 농업발전이 가능토록 한다.
- 「농수산물 유통 및 가격안정에 관한 법률」, 「농업·농촌기본법」 등에 의거하여 실시되는 농업관측사업은 ① 1994년 농업관측협의회가 구성되기 전까

지 여러 기관에서 분산되어 시행되었던 개시기(開始), ② 1994년 이후 농업 관측협의회가 농업관측위원회로 확대 개편되고 농업관측센터가 타 기관으로부터 관측품목을 인수받아 관측사업의 안정을 마련한 확대발전기(擴大發展), ③ 2002년 이후 농업관측정보시스템과 관측계량모델을 도입하여 관측사업의 질적 발전이 이루어진 심화발전기(深化發展)로 나눌 수 있다.

- 1962년 이후 여러 기관에서 실시되던 농업관측사업은 「농어촌발전특별조치법(1990)」을 계기로 농업관측협의회와 농업관측소위원회 형태로 일원화 과정을 거치게 된다. 특히 1999년 농업관측센터를 설립함으로써 그동안 행정 기관과 생산자 단체 하에 있던 관측사업이 독립하게 된다. 이후 여러 기관에 흩어져 있던 관측사업을 이관받아 확대·발전하는 기틀을 마련하게 된다.
- 설립 당시 농업관측센터는 무·배추·고추·마늘·양파·파 등 채소류 6개 품목에 대해 재배의향, 파종면적, 작황, 예상생산량, 출하량, 재고량, 가격동향 등을 조사·분석·분산하여 농업인들이 적정한 양을 재배·생산·출하할 수 있도록 하였다. 이후 관측 대상 품목은 채소류 6개 품목 외에 사과·배·포도 등 과실류 3개 품목이 추가되었으며, 한육우·젖소·돼지·산란계·육계 등 축산 5품목에 대한 관측업무는 축협으로부터 2000년에 이관받게 된다. 이후 계속된 품목 확대를 통해 2002년까지 채소, 과일, 과채, 축산 총 26개 품목에 대한 관측을 실시하게 된다. 그리고 2006년에 풋고추가, 2007년에는 쌀이 추가되어 현재는 총 28개 품목에 대한 관측이 실시되고 있다. 향후에도 일선 농가들과 정부의 요구에 따라 관측 품목이 확대 또는 조정될 것이다.
- 이렇게 생산된 농업관측정보는 관측월보와 농업농촌경제동향 등 인쇄매체와 인터넷, 이메일 등을 통해 농가, 농업기술센터 등에 보급된다. 부가적으로 농업전문지 또는 방송 등의 대중매체도 활용한다.

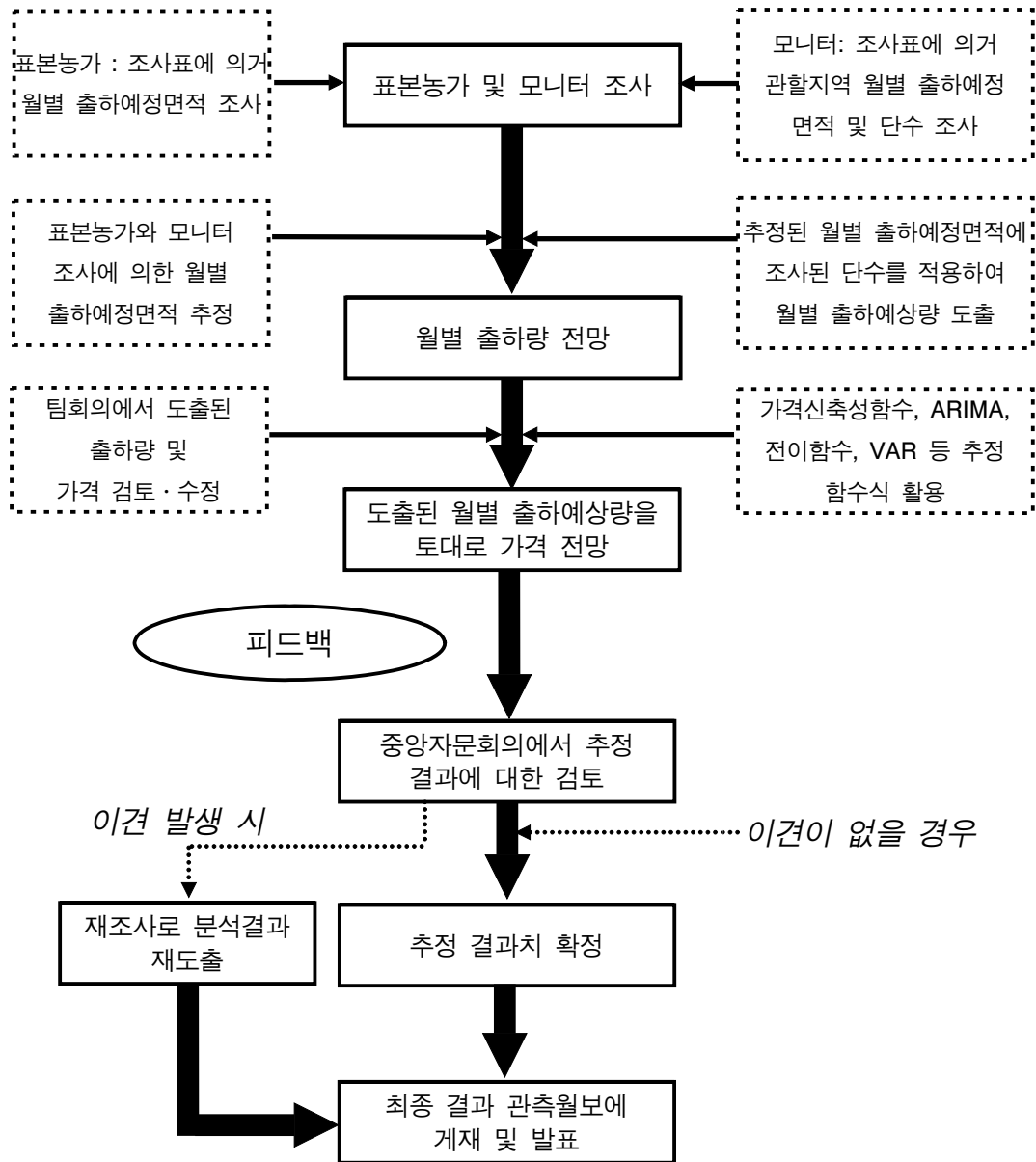
표 2-1. 연도별 관측품목 확대추이

연도별	추가 품목	관측 품목수
1999	배추, 무, 고추, 마늘, 양파, 대파, 사과, 배, 포도	9
2000	오이, 감귤, 수박, 참외, 한육우, 젓소, 돼지, 산란계, 육계	18
2001	감자, 당근, 양배추, 호박, 토마토, 단감	24
2002	복숭아, 딸기	26
2006	풋고추	27
2007	쌀	28

2.2. 산지 정보 수집 절차

- 농업관측은 ① 관련 정보의 수집, ② 수집된 정보의 가공·분석, ③ 관측정보의 확산 등 3단계로 구분된다(그림 2-1). 위성정보는 이 중에서 관련정보의 수집에 활용될 수 있다. 수요가 비탄력적으로 안정적인 상황에서 농산물 수급 및 가격을 전망하기 위해서는 예상 공급량을 파악하는 것이 중요하다.
- 공급량 예측은 재배면적과 단수 같은 산지, 유통, 소비지, 해외 정보 수집으로부터 시작된다. 이 중 산지정보는 전화조사를 통해 표본농가와 모니터를 대상으로 출하예정면적과 단수 등을 조사하여 예상출하량을 상정한다. 출하량을 예측하는 데에는 주요 도매시장의 거래량과 해외시장 동향도 참고로 한다. 일반적으로 전화조사는 월 또는 분기 1회 실시하여 시의성이 떨어지는 경우가 있다. 또한 전화조사원에 의한 조사이기 때문에 통계적 오차를 피할 수 없는 단점이 있다.
- 예상 출하량이 결정되면 수집된 정보의 가공·분석 단계에서 모형 추정과 지역 및 중앙자문회의 등을 통해 예상가격을 결정한다. 전망된 가격은 월보, 분기보 등 인쇄매체와 인터넷, 이메일, 문자서비스 등을 통해 농업인 등 고객에게 분산된다.

그림 2-1. 관측절차



2. 관측사업의 여건 변화와 산지정보 수집방식의 개선 필요성

- 농업관측정보센터가 농업관측을 본격적으로 실시한 이래 관측품목수가 9개에서 28개로 확대되고 농업관측정보시스템을 이용해 관측을 실시하는 등 농업관측사업이 질적, 양적으로 확대·발전하였다. 그러나 지금까지 농업관측은 유관기관에서 생산하는 통계자료와 자체적으로 생산하는 조사자료에 주로 의존하여 작황 및 재배현황을 정확하고 신속하게 파악하는 데 한계를 나타내 왔다. 앞으로는 조사원의 조사에 의한 산지정보 수집방식을 개선하여 관측정보의 정확도를 높여야 한다.
- 농업관측업무는 대상품목의 산지, 유통, 소비지 정보를 수집·분석하는 과정으로 진행된다. 관측사업 초기에는 주로 표본농가 조사를 중심으로 하는 산지정보와 도매시장 거래정보를 중심으로 하는 유통정보를 활용하였다.
 - 농업관측정보 생산의 핵심인 산지정보는 농업통계, 표본농가 조사와 국내외 모니터 조사 등의 조사자료 그리고 기상자료를 활용하고 있다. 그러나 농업통계는 그 갱신주기가 1년으로 시의성 측면에서 한계가 있고, 조사자료의 경우 정확성과 객관성에서 개선의 여지가 있다.
- 다른 한편 소비자 정보의 중요성이 강조되면서 판매시점정보관리시스템(Point of Sales: POS)자료와 소비자 패널 조사를 통해 소비자 소비 패턴과 구매 의향 등을 조사하여 월보 및 분기보에 게재하고 있다. 유통정보의 시의성을 강화하기 위해 RFID기술을 활용한 물류정보 수집·활용이 추진되고 있다.
- 최근 빈번해지는 기상재해와 주산지 이동은 객관적인 산지자료 확보의 필요성을 증대시키고 있다. 태풍 또는 홍수 같은 기상재해로 인해 피해가 발생했을 경우 피해지역과 상황을 신속하게 파악해서 대응책을 강구해야 한

다. 다른 한편으로는 농산물 교역 및 남북교류의 확대로 중국과 북한지역 등의 해외 산지자료의 중요성도 더욱 증대하고 있다. 지금까지는 해외농업 정보는 중국, 미국, 일본 등지에 선정된 40여 명의 해외 모니터를 통해 수집해 왔으나 해당 국가의 주요 관심 품목의 수급 상황 등을 파악하기에는 수적으로 턱없이 부족할뿐더러 국내 산지정보의 경우처럼 조사원에 의한 조사로서 조사오차도 개선의 여지가 있는 것이 사실이다.

- 2008년에 콩을 비롯하여 관측품목이 지속적으로 늘어날 전망이다 가운데 2007년부터 비정규직 관련법이 개정되어 전화조사 등을 위한 인건비가 크게 상승할 전망이다. 전화조사원 조사의 일부 또는 전체를 대체할 새로운 조사방식이 요구된다.
- 기존 산지부문 농업관측업무 프로세서에 <그림 2-2>에서 보는 바와 같이 점선으로 표시된 정보수집 절차가 추가됨으로써 다음과 같은 효과가 기대된다. 위성정보를 통해 산지정보를 수집하여 조사의 효율성을 개선하고, 기상재해 등의 긴급한 산지변화에 대응할 수 있다.
 - 표본농가 및 모니터 조사를 위한 기초자료 확보로 조사자료의 품질수준을 유지하면서도 조사횟수·질문수를 절감하고, 유지해야 할 표본농가의 수를 줄일 수 있어 조사 효율성을 극대화할 수 있을 것이다.
 - 최종 관측결과 발표 직전 급박한 산지상황(기상재해, 산지폐기 등)을 월보에 신속히 반영하여 관측의 신속성을 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 관측목적 위성정보 수집의 특성

- 관측목적의 위성정보 수집과 활용은 다음과 같은 특징을 지닌다. 첫째, 수집

방식 면에서 농업관측 목적의 위성자료 수집은 시의성(timeliness)과 정확성(accuracy)이 크게 요구되고, 주산지 중심의 자료수집 방식을 취한다. 따라서 타 목적의 위성자료 수집방식에 비해 동일지점에 대한 위성자료 수집횟수가 빈번하고 요구되는 해상도도 높아야 한다.

- 농업관측목적으로 활용되는 위성자료는 ① 경지면적 변화산출 외에 ② 품목담당자의 주산지 (식생, 재배)현황 파악, ③ 작황 변화 산출, ④ 출하·정식시점 확인, ⑤ 대체작물 여부 확인 등 다양한 용도로 활용될 수 있다. 이는 수집된 위성정보 활용도 측면에서 타 용도에 비해 높은 효율성을 나타내는 것이다.
 - 수집된 위성자료는 당해 연도뿐만 아니라 시계열자료로 축적하여 가격 변화와 비교·분석하는 등 지속적으로 활용될 수 있다.
- 관측목적 위성정보 수집은 통계목적이나 타 용도에 비해 위성사진의 촬영빈도와 해상도가 높아야 한다. 또한 작황관독을 위해서는 고해상도 영상 외에 다양한 센서정보(식생지수, 산란계수 등)를 필요로 하는 등 정보수집이 더 까다로운 측면이 있으나 표본설계방식에 의존할 수 있는 이점이 있다.
 - 통계작성을 위해서는 전 지역 또는 좀 더 광범위한 샘플지역의 위성정보를 모두 확보할 필요가 있으나 관측목적의 경우 주산지 중심 표본설계지역만으로 그 목적을 달성할 수 있어 실무에 적용하기에는 더 원활한 측면이 있다.
 - 우리나라와 같이 여러 작물을 혼작하는 경우 작물관독이 중요한 기술적 전제조건이나 관측의 경우 이 문제를 주산지 중심 표본설계로 극복할 수 있다. 즉 혼작에 대한 작물관독 자체가 불필요하고, 작물의 정식여부만을 확인하는 형태로 진행하되 만일 별도의 정보가 필요할 경우 현장조사를 병행하면 된다.

표 2-2. 관측 및 통계목적 위성정보 수집 절차

구분		관측목적 위성정보 수집	통계목적 위성정보 수집
내용	전체 경지면적	불필요	광학 10m(아리랑 1호) 광학 1m(아리랑 2호)
	작목별 재배면적	광학 1m(아리랑 2호) 광학 0.6m(QuickBird)	광학 1m(아리랑 2호)
	작목별 작황	광학 0.6m(QuickBird) 식생지수(엽면적지수, GNDVI 등) 산란계수(SAR)	불필요
횟수	횟수	최소 3회 이상	최소 1회 이상
	시기	정기: 정식기, 생장기, 수확기 수시: 기상재해 등 산지 변동시	정기: 재배면적 산출 기준시점
범위	지역	주산지	전국
	기본 면적	표본지역(1km × 1km)	작물 판독가능 해상도범위 내의 넓은 지역

1) 아리랑 2호는 2007. 6 현재 발사 후 제한적 자료 제공 중.

- 관측목적 위성정보는 재배면적, 작황, 주산지 확인 등 다양한 용도로 활용될 수 있다. 특히 정식기, 생육기, 수확기, 기상변화(재해) 직후 등 다양한 시점에 위성정보를 수집해서 활용해야 한다.

표 2-3. 관측 및 통계목적 위성정보 활용

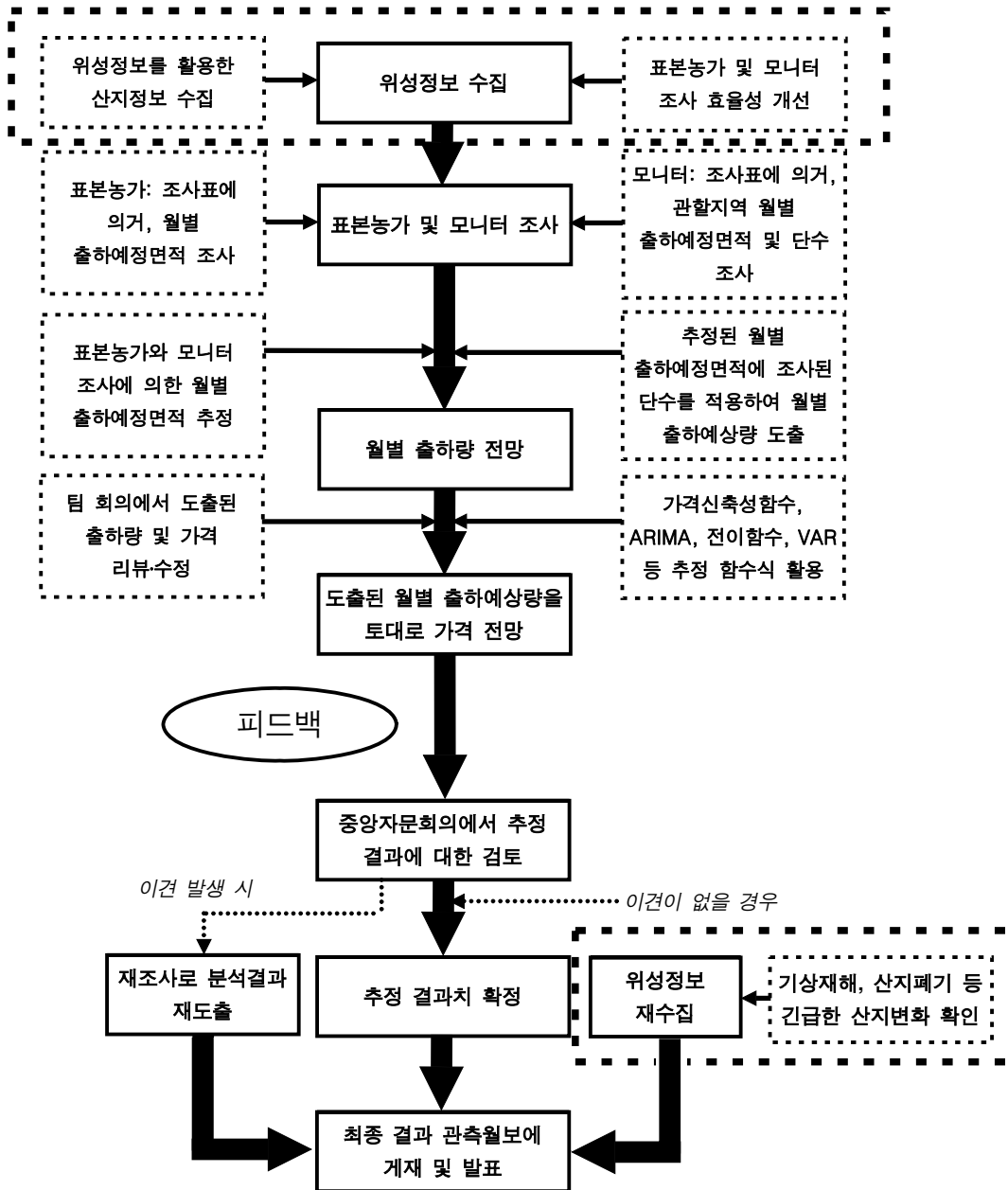
활용구분	활용시기 및 세부 용도	관측목적 활용	통계목적 활용
재배면적	정식기	○	○
	수확기	○	△
	기상변화(재해) 직후	○	×
작황	생육기	○	×
	기상변화(재해) 직후	○	×
주산지	대체작물 변화 확인	○	△
	정식(출하)시점 확인	○	×

1) 활용도 : 활용(○), 일부활용(△), 미활용(×)

4. 위성정보를 이용한 관측업무의 예상 이점

- 원격탐사(remote sensing: RS)란 “대상에서 떨어진 곳에서 직접 접촉하지 않고, 하나 이상의 기록장치를 이용하여 대상의 특성을 측정해 대상에 대한 데이터 또는 정보를 획득·측정하는 데 이용되는 도구적인 기술”로 정의(Short, 2007)된다.
 - 원격탐사체는 인공위성, 항공기 등을 이용하는데, 이 중 인공위성은 수백 킬로미터 떨어진 인공위성에 부착된 센서로서 대상으로부터 나오는 파장 등을 포착, 대상의 성질을 파악하는 데 이용된다.
 - 이 때문에 위성정보는 넓은 지역을 조사할 수 있어 자료취득 비용이 저렴하고, 공간 면적, 거리 계산이 필요한 분야에 효과적으로 이용될 수 있다. 또한 위성정보는 지리적으로 접근이 곤란한 지역에 대한 정보 획득도 가능하며, 현지 조사에 비해 개인 오차가 적고, 조사대상 지역 전체에 걸쳐 오차의 파급이 비슷한 점 등의 장점이 있다.
- 원격탐사는 생물군계(biomass)는 물론 개별 식물체의 식별, 특성, 성장가능성 등을 평가하는 데 강력한 수단이다(Short, 2007).
 - 식물별 파장의 차이를 활용, 식물을 식별할 수 있을뿐더러 강우량, 토양 상태 등에 관한 정보와 더불어 원격탐사를 통해 식물의 생육상황도 추정할 수 있다.
 - 위성정보를 이용하여 생산량을 추정하기 위해서는 각 작물별 재배면적을 추정하고, 단수를 추정해야 되는데 단수는 포장조사와 위성정보를 함께 이용할 수 있다. 이때 토양 습도 등 부수적인 요인이 고려되기도 한다. 일정한 조건하에서는 수분부족, 병충해 등으로 인한 작물의 스트레스 정도도 파악할 수 있다.

그림 2-2. 개선된 산지부문 농업관측업무 프로세스



- 위성정보를 이용하여 관측을 하는 경우 재배면적(파종시기, 정식시기, 수확 시기 등 주요 시기별)과 작황 또는 단수를 파악하여 필요한 시기에 추정 생

산량을 도출한다. 위성기술을 활용한 산지정보는 산지정보의 정확성과 객관성을 높이고, 동시에 조사비용을 절감시킬 수 있을 것으로 예상된다. 아래 <그림 2-2>에 나타낸 바와 같이 기존에 표본농가와 모니터 조사에 의존하던 산지정보 수집에 위성정보가 보완적으로 활용되어 관측정보의 정확도를 높일 수 있다.

- 특히 기상재해 또는 산지폐기 등과 같은 급변하는 산지현황 확인과 해외 산지정보 수집을 위한 수단으로 위성은 많은 장점을 지니고 있다. 교역 확대로 인해 북한, 중국, 일본 등 해외산지의 객관적인 정보수집 필요성이 증대되는 상황에서 상대적으로 저렴한 비용의 해외산지 정보수집능력을 향상시켜 대응능력을 강화할 수 있다.

제 3 장

위성정보의 농업분야 국내외 활용 사례

1. 주요 외국의 활용 사례

- 미국, 캐나다, EU 등에서는 1970년대부터 위성정보를 농업통계 또는 관측 목적으로 활용하고 있다. 이들 국가의 활용사례를 검토함으로써 관측사업에 위성정보 활용의 기술적 타당성을 간접적으로 파악해 보고자 한다.

1.1. 미국

- 미국의 경우 농업통계 작성과 관련해서 인공위성기술을 ① 토지이용 조사, ② 작물재배면적 조사, ③ 작황 조사, ④ 수확량 예측 분석 등에 활용하고 있다.
- 농무부(USDA) 산하 농업통계청(National Agricultural Statistics Service: NASS), 해외농업청(Foreign Agricultural Service: FAS), 세계농업관측위원회(World Agricultural Outlook Board: WAOB) 등에서 관측, 통계, 행정 등 광범위한

업무 영역에서 위성정보를 활용한다.

- 미국 USDA는 위성정보를 활용하는 대표적인 정부기관으로 USDA 산하 NASS, FAS, WAOB는 전 세계적인 규모의 관측을 위해 위성정보를 활용하여 재배면적과 기상·작황을 산출한다. 특히 위성정보의 활용은 정식, 수확기 등 특정 재배시점의 통계를 확보할 수 있는 이점이 있다.
- 자연자원보호청(Natural Resources Conservation Service: NRCS), 산림청(Forest Service: FS)에서는 토양조사, 습지조사, 보전계획수립 등에 활용하는 등 대부분의 USDA 산하 기관이 위성자료를 활용한다.

○ 각 기관별 위성정보 활용현황은 다음과 같음.

- NASS는 위성영상과 항공사진을 이용하여 곡물 생산량, 재배면적, 작황 등을 추정한다. FAS는 위성자료를 주요 국제 곡물생산지에 대한 생산량과 작황을 추정하는 데 사용한다. 이렇게 추정된 자료는 전 세계적인 곡물의 수급 상황을 파악하는 데 이용된다. 미국은 이러한 정보를 통해 세계 농산물 거래량과 식량원조량 등을 산출한다.
- FAS는 원격탐사(Remote Sensing: RS)기술을 국내 곡물재해의 조기 경고에도 활용한다. 또한 재해 모니터링을 위해 농가지도에 항공사진과 위성영상을 사용하여 농가대상 프로그램을 지원한다.
- NRCS는 토양조사를 위해 항공사진 등을 활용하며, 천연자원부존량 조사, 보전계획수립, 습지조사 등의 용도로 RS기술을 활용한다. NRCS와 비슷하게 FS에서는 RS기술을 산림상태와 범위를 측정하고, 산불통계 작성 등에 이용한다.
- 농업연구청(Agricultural Research Service: ARS)에서는 RS기술 적용을 위한 기초 응용연구를 수행한다. 즉, ARS는 위의 USDA 산하기관들이 RS기술을 좀 더 효율적으로 이용할 수 있도록 RS관련 연구를 수행한다.

표 3-1. NASS수행 통계업무의 부문별 위성정보활용

부문	위성정보활용
경지면적	○ Landsat-TM(주제도)을 이용하여 경지면적을 디지털화한다. - Landsat은 30m급 중해상도급 영상을 공급한다. - 필요시 2.5m급 고해상도 SPOT 위성영상을 활용한다.
작물재배면적	○ Landsat-TM(주제도)을 이용하여 작물별 재배면적 산출한다. - 통계조사원에 의한 현장조사자료와 위성사진을 동시에 이용한다. - 상기 두 자료를 기초로 작물재배면적 추정방법을 이용한다. ○ 과수 재배지역에 대해서는 QuickBird 등의 고해상도 위성영상을 활용한다.
	○ 작물재배면적 산출주기는 정식기, 수확기 등 주요시점에 제공한다.
작황	○ NOAA위성의 AVHRR센서를 이용한 NDVI 식생지수를 활용 - 2주 단위로 홈페이지를 통해 전년대비 식생지수 현황을 공개한다. - 홍수, 가뭄, 동해 등의 기상재해에 유의한 정보를 제공한다.
	○ 작황상태는 2주 단위로 제공한다.
수확량예측	○ 농작물 수확량예측분석을 실시한다. - 농민조사, 표본조사결과를 기초로 예측을 실시한다. - landsat-TM, NDVI지수, 기상/토양자료 등이 보충자료로 활용된다.

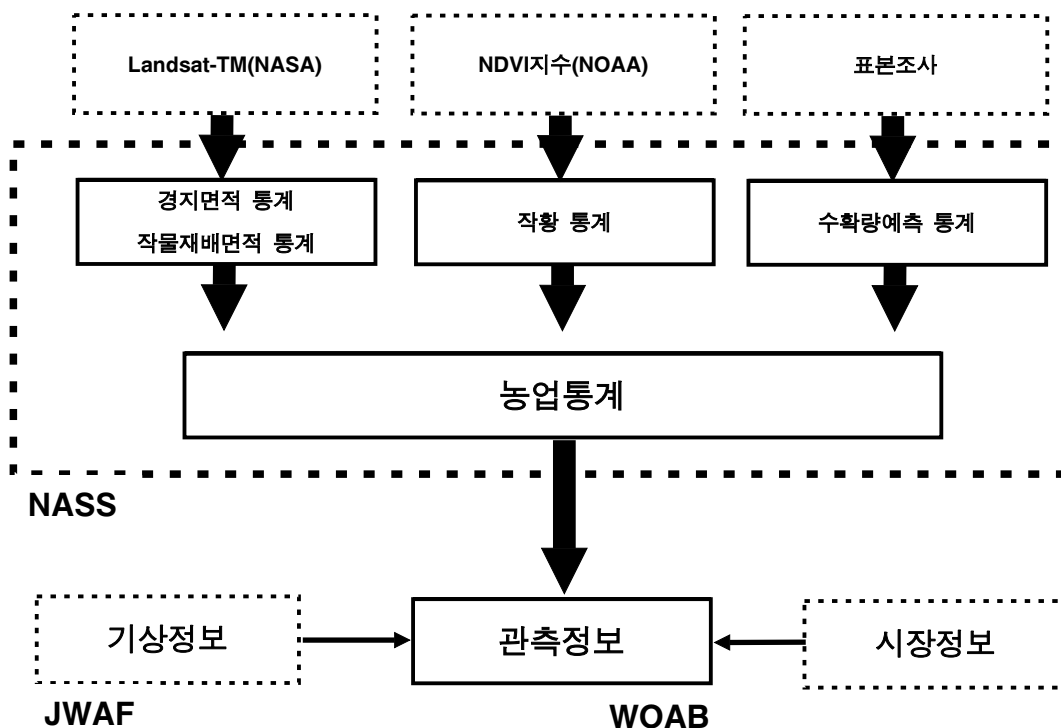
○ 미국 NASS는 위성정보를 활용하여 농업통계를 작성하고, WAOB는 이러한 정보를 기초로 하여 관측업무를 담당한다.

- NASS는 RS를 활용하여 농업통계를 작성하는 데 있어서 우주항공국 (National Aeronautics and Space Administration: NASA)과 해양대기국 (National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA)의 지원을 받는다.
- NASS에서 수행 중인 통계업무는 ① 경지면적조사, ② 작물재배면적조사, ③ 작황조사, ④ 수확량예측 등이다.
- 초기에는 Landsat(해상도 30m)과 NOAA(해상도 1km)에 의존하였으나 점차 해상도와 센서 감도가 높은 QuickBird(0.6m), IKONOS(1m), Modis(500m)위성의 영상을 활용하기 시작하였다.

- NASS가 작성하는 작물재배면적 정보는 주요 시점마다, 작황은 2주 단위로 제공된다. 이와 같이 2주 단위로 작황을 작성하기 때문에 NASS 자료는 WAOB의 관측 업무에 바로 활용될 수 있다.

- WAOB는 NASS에서 산출하는 부문별 통계자료를 기초로 NOAA산하의 연합농업기상대(Joint Agricultural Weather Facility: JAWF)의 기상정보와 각종 시장 및 해외정보를 기초로 농업관측업무를 실시한다.

그림 3-1. 미국 농업부문 위성정보 활용 프로세스



1.1.1. 작물재배면적 추정

- NASS는 법적으로 농업센서스 등 미국의 공식적인 농업통계를 관장하는 기

구로서 1970년대 말부터 농업통계를 위한 전국 표본설계를 위해 RS 데이터를 이용해 오고 있다.

- 1972년 Landsat 위성이 발사된 이후 NASA의 의뢰로 농업통계국 전문가가 농업통계목적으로 Landsat 위성자료의 활용방안에 대해 검토하기 시작하였고, 일리노이(Illinois) 같은 일부 주에서는 위성정보를 이용해 시험적으로 작물재배면적을 추정하였다. 이후 1977년 아이오와(Iowa)주를 시작으로 위성정보를 이용한 작물 재배면적 추정이 공식적으로 시작된다(Allen, 1990).
 - 이어서 1979년 10월 1일부터 1985년 10월 1일까지 농무부, 항공우주국, 해양기상청(National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA), 내무부, 국제개발기구(Agency for International Development) 공동으로 항공원격탐사를 이용한 농업 및 자원재고(Agricultural and Resource Inventory through Aerospace Remote Sensing: AgRISTARS) 프로그램을 실시하였다. 동 프로그램을 통해 농무부가 필요한 정보의 종류를 파악하고, 농업자원을 관리하는 데 위성정보의 이용 가능성을 검토하였다. 또한 농무부 업무에 위성정보를 활용하는 데 따른 유용성, 소요비용, 이용범위 등을 검토하였다.
 - 그러한 검토 결과를 바탕으로 미국 농무부가 위성정보를 작물재배면적 추정에 공식적으로 이용하기 시작하였다. Landsat을 이용한 추정 프로그램의 궁극적인 목적은 기존 조사방식보다 표준오차를 줄이면서 적기에 작물 재배면적을 조사하는 데 있었다.
- 농업통계청은 위성정보를 ① 토양피복에 기초한 농업통계 작성을 위한 전국단위의 표본설계, ② 작물 재배면적 추정 지표의 정확도를 높이기 위한 작물 재배면적 추계, ③ 토양피복자료를 주 내용으로 하는 공공목적의 GIS 데이터 생성 등에 활용하였다.

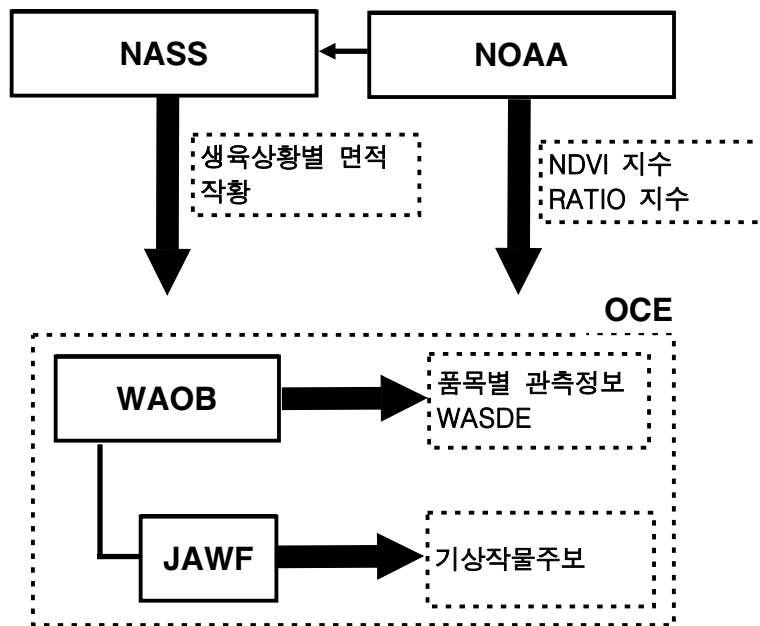
1.1.2. 작황 및 단수 예측

- NASS는 농산물의 단수를 파악하기 위해 ① 주 단위 품목전문가들의 작황 보고, ② 월 단위 표본 농가들의 단수조사, ③ 수확 전 단수 관련 조사를 실시하고 NDVI지수를 보완적으로 이용하였다(Hanushak, 1997).
 - 작황을 파악하기 위해 2주 단위로 NOAA위성에서 수집하는 고해상도 방사계(Advance Very High Resolution Radiometer(AVHRR))의 식생지수를 확보·분석하였다.
 - 작물 생육기간 중 단수는 주로 농가의 단수 보고와 포장 실사 결과를 가지고 과거 데이터를 활용, 추정(NOAA위성 자료에 의한 단수추정은 기존 통계방식보다 정확치 않음)하였다.

1.1.3. WAOB의 농업관측

- 농무부(USDA) 산하 수석경제연구실(Office of Chief Economist, 이하 OCE) 내 위원회인 WAOB는 장기농업전망, 품목관측을 실시하여 주기적으로 관측결과를 공표하였다.
 - 세계농업관측위원회는 NASS가 매주 조사하는 생육상황별 면적, 작황 자료와 NOAA에서 2주 단위로 공개되는 식생지수를 이용하여 품목별 관측정보와 세계농산물수급전망(World Agricultural Supply and Demand Estimates: WASDE)을 생성하였다.
 - OCE는 품목담당자 외에 정보담당자와 RS담당자, 기상학자, 생태학자 등으로 구성된다. 이 중 원격탐사담당(Remote Sensing Coordinator)은 위성으로부터 제공되는 RS관련 자료의 협조업무를 담당하고, 그 외 정보담당자와 기상학자, 생태학자 등은 위성자료를 활용한 식생 및 기후 변화 등에 대한 분석을 담당한다.

그림 3-2. 농업관측을 위한 정보 수집·처리 절차



- 상무부의 해양기상국, 기상청(National Weather Service)과 농무부의 농업통계청, 세계농업관측위원회의 협조로 세계농업관측위원회 산하기구인 JAWF는 주단위로 농업기상 및 작황관련 정보를 농업관측목적으로 제공한다.
 - JAWF가 매주 발행하는 기상작물주보(Weekly Weather & Crop Bulletin: WWCB)는 미국 전역과 전 세계의 가뭄, 온도, 습도, 곡물 생육단계별 면적 및 작황 정보 등을 담고 있다.

1.1.4. 미국 플로리다주 감귤부의 브라질 작황 및 재배면적 파악

- 통상적으로 브라질산 오렌지 주스는 유럽과 아시아 시장에서 미국산 오렌지 주스와 경쟁관계에 있다. 미국은 2004년부터 NASS, 플로리다주 감귤부와 합동으로 유럽시장에서의 수출경쟁국인 브라질의 오렌지 생산전망을 위해 위성정보를 활용하였다.
 - 세계시장에서 오렌지 주스가격의 결정구조는 미국과 브라질의 재배면

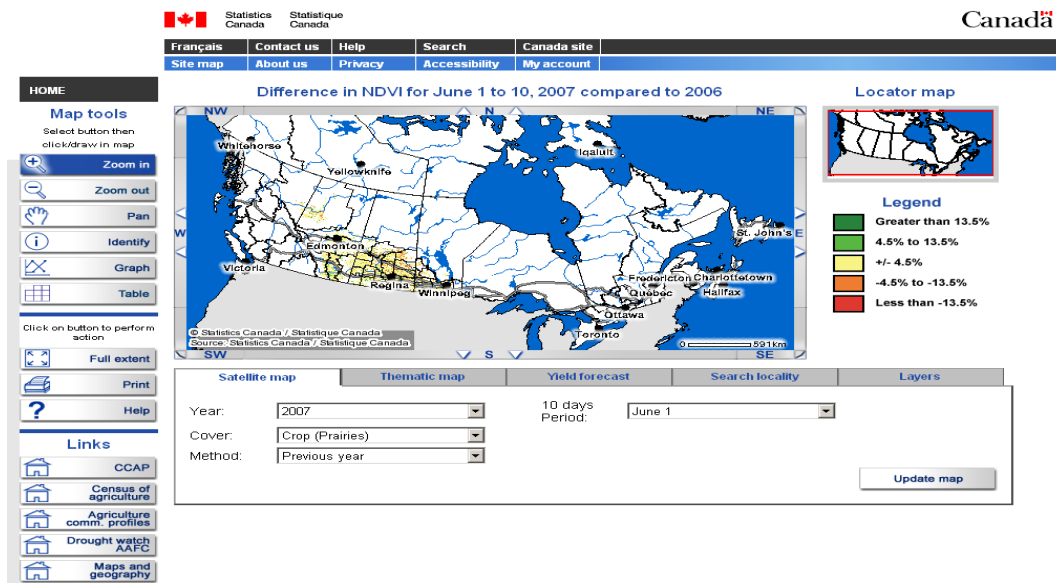
적과 작황에 의해 결정되는데, 위성정보를 활용, 브라질의 오렌지 재배 면적 및 작황을 분석하여 세계시장의 가격을 예측함으로써 미국산 오렌지 주스의 경쟁력을 강화하는 것이 본 프로그램의 목적이다.

- 본 프로그램은 NASA에서 55만 달러를, 농무부, 플로리다주 감귤부, 남부미시시피대학(University of Southern Mississippi) 등 3개 기관에서 인력 등의 현물로 74만 6,675달러를 지원하여 진행되었다.
- 농무부 산하 NASS 내 공간분석연구부(Spatial Analysis Research Section)에서는 본 사업을 위해 IKONOS(1m) 위성의 1m급의 고해상도 영상을 활용하였다.
- 재배면적 및 작황 판독방식은 광학적 분석기법이 아닌 위성사진의 작목 크기 및 밀집도 판별을 통해 실시하고 있다. 이는 우리나라의 수산물관측과 매우 유사한 방식이다. 이러한 방식으로 미국은 아프가니스탄의 양귀비 재배와 콜롬비아의 코카인 재배 상황도 확인한다.
- 고해상도 영상을 이용한 오렌지 식수파악 프로그램으로는 싱가포르대학의 CRISP(Centre for Remote Imagine, Sensing Process) 프로그램과 Eardas사의 Imagine 프로그램 등이 개발되어 있다. 이들 프로그램은 multi-spectral bands의 고해상도 영상을 이용해 오렌지 나무의 수령을 추정하고, 재배면적을 산출한다.

1.2. 캐나다 위성정보 활용사례

- 캐나다는 1987년부터 농업 및 농식품부(Agriculture and Agri-Food CanadaL: AAFC)의 토지 및 수자원정보청(National Land and Water Information Service: NLWIS), 농업기상정보청(National Agriclimate Information Service: NAIS), 통계국의 협력으로 작물생육상태평가사업(Crop Condition Assessment Program: CCAP)을 실시하여 주요 곡물의 작황을 파악한다.

그림 3-3. 캐나다 CCAP의 작황지도



- CCAP는 홈페이지를 통해 주요 곡물재배지역을 대상으로 식생지수인 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 지수의 전년대비 변화를 제공한다. 이는 작황 및 가뭄판단의 기초자료로 활용되고, 단수추정에도 활용된다.

1.3. EU 사례

- EU는 「원격탐사기술을 활용한 농업관측(Monitoring Agriculture with Remote Sensing : MARS)」 사업을 실시하면서 위성정보를 이용하여 유럽대륙의 농업정보를 수집하고 있다. MARS에는 ① 수확량을 예측하기 위해 위성정보를 활용한 기상, 작황, 재배면적 추정(MARS-STAT), ② 위성사진을 이용한 토지정보 데이터베이스화(MARS-CAP), ③ 식량원조 및 식량안보정책 수립을 위한 수확량 예측(MARS-FOOD) 등 세 가지 분야가 있다.

표 3-2. 분야별 MARS의 내용

활동	세부내용
MARS-STAT	목적: RS 방법론과 기술을 활용, 농업통계 개선 내용: 작목별 경작면적 추정, 작물생육상태 모니터링, 단수 추정, 적기에 주요 작물의 생산량 추정(저해상도 영상활용)
MARS-CAP	목적: 공동농업정책(CAP) 개혁 지원 내용: 위성사진을 활용한 작목 식별(고해상도 영상활용)
MARS-FOOD	목적: 식량원조 및 식량안보정책 내용: 기상분석, 작황관측을 통해 수확량 예측

- 이 중 MARS-STAT는 ACTION 1단계에서 7단계까지 구분되는데 토지이용과 경지면적 변화 측정은 중해상도 위성(Landsat-TM)을 이용하고, 작황관측은 저해상도 위성사진을 활용한다.
- 지역작물재고(Regional Crop Inventories)라고도 불리는 ACTION 1에서는 EU 회원국의 일정 지역을 표본 설계하고, 고해상도인 Landsat과 SPOT XS를 이용, 당해연도 토지이용 현황을 추정한다(Gallego, 1999).
- ACTION 2와 3을 통칭하는 MARS 작물수량예측시스템(Mars Crop Yield Forecasting System: MCYFS)에서는 기상관측 → 작황관측 → 원격탐사 → 수확량 예측절차로 수행된다.
 - 이때 기상관측은 관측소의 기상정보를 활용하며, 작물생육관찰시스템(Crop Growth Monitoring System: CGMS)에서 산출된 작물지수 및 작황시물레이션 결과를 이용하여 작물지수지도를 제작, 작황을 관측한다.
 - 이후 기상, 작황, 원격탐사 결과를 이용한 방정식을 통해 수확량을 추정한다.

표 3-3. MARS-STAT 활동단계별 위성정보 활용

활동	활용위성정보	세부내용
Action 1	Landsat-TM, SPOT-XS 고해상도 영상	토지이용현황 조사
Action 2	NOAA AVHRR, SPOT-VGT센서 저해상도 정보(NDVI지수와 표면온도)	작황관측 및 수확량 예측
Action 3		
Action 4	Landsat-TM, Spot-XS 고해상도 영상 (60개 관측표본지역, 40km×40km)	경작면적 변화 측정
Action 5	-	농업정보시스템
Action 6	-	현장조사를 위한 표본설계
Action 7	-	장기연구

- ACTION 4인 급격한 토지변화 추정(Rapid Area Changing Estimates)의 목적은 잠재적인 단수는 물론 연도별 경작면적 변화에 대한 정보를 조기에 파악, 제공하는 데 있다.
 - 40km×40km 크기의 표본 60개를 설정, SPOT 영상으로 작물의 경작 면적을 추정한다. 대상 농산물은 일반밀, 드럼밀, 보리, 벼, 옥수수, 완두콩, 유채, 해바라기, 사탕수수, 토마토 등이다.
- 이 중 MARS-STAT는 ACTION 1~7에 이르는 운영단계별 업무를 실시하고 있다. 이 중 ACTION 2, 3단계를 통합하여 작물단수예측시스템(Mars Crop Yield Forecasting System: MCYFS)이라 불리는데 유럽 전체 수확량을 예측하여 MARS-FOOD(식량원조 및 식량안보), MARS-CAP(정책수립 및 평가)에 활용한다.
- MCYFS는 기상관측, 작황관측, 원격탐사, 수확량예측 절차로 수행된다. 이 중 원격탐사부문에서 위성정보를 활용하는데 NOAA위성의 AVHRR센서와 SPOT위성의 VGT센서를 이용한 저해상도 정보를 통해 NDVI지수와 표면온도를 수집하여 수확량 산출에 활용한다.

그림 3-4. MARS 프로젝트 60개 표본지역



- 기상관측은 관측소의 기상정보를 활용한다. 작황관측을 위하여 작물생육관찰시스템(CGMS)에서 산출된 작물지수 및 작황시뮬레이션 결과를 이용하여 작물지수지도를 제작한다.
- 수확량 예측은 기상, 작황, 원격탐사결과를 이용한 방정식으로 추세 및 예측을 실시한다.
- MARS 작물수량예측시스템(MCYFS)의 수확량예측 기본 방정식은 다음과 같다.

$$Y_T = f(T \text{ and/or } MET \text{ and/or } SIM \text{ and/or } RS) + e$$

Y_T	: T기에 관측된 수확량
T	: 시간의 함수로 나타낸 기술 변수
MET	: 날씨 지수 함수
SIM	: 시뮬레이션된 작물 지수 함수
RS	: 원격탐사 지수 함수
e	: 오차항

1.4. 중국

- 중국은 1979년부터 원격탐사에 의한 농작물 생산량 예측에 대해 관심을 가지기 시작하였다. ‘6.5계획(1981~85년)’ 시작부터 원격탐사를 활용한 농작물 생산량 예측에 관한 연구를 실시하였다. 이러한 연구를 바탕으로 시범지역을 대상으로 한 생산량 추정을 시작하였다(吳炳方, 2000).
 - 북경 근교의 소맥, 절강성 항가호지역의 벼 및 북방 6개 성의 소맥에 대해 원격탐사를 통한 생산량 예측을 시작하였다.
 - 중국 국가기상국은 1984년부터 북방의 11개 성에서 겨울 소맥에 대한 기상위성 원격탐지 생산량 예측 기술을 연구하기 시작하였고, 전국적인 겨울 소맥 원격탐지 생산량 예측을 위한 지면관측시스템을 구축하였다.
- 기상위성을 통한 동계 소맥 생육상황 관측에 관한 연구를 실시하였고, 이를 통해 원격탐사를 통한 다양한 유형의 면적추정 및 생산량 예측 방법을 고안하였다.
 - 원격탐사 생산량 예측은 ‘8.5계획(1991~95년)’ 기간의 중국 주요 과학기술연구내용이 되었고 소맥, 옥수수, 벼 등 대면적 농작물에 대한 생산량 추가 시험을 전개하였다.
 - 1993~96년 4개 성과 2개 시(하북성, 산둥성, 하남성, 안휘성 북부와 북경시, 천진시)의 동계 소맥, 하북성, 강소성, 상해시의 수도, 길림성의 옥수수 재배면적, 생육상황, 생산량에 대한 관측을 실시하였다.
- 지난 15년간(1983~1998년) 중국은 원격탐사를 이용한 생산량 예측 대상 품목을 동계 소맥에서 벼, 옥수수 등 여러 농작물로 확대하고 대상 지역도 11개 성시로 확대하였다.
 - 재배면적 추정에는 Landsat TM를, 생육상황은 무료로 가까운 NOAA위성의 AVHRR 센서 자료를 주로 이용하고 있다.

1.5. 기타 국가들의 활용

- 프랑스에서는 EADS Astrium사 등을 중심으로 구성된 Farmstar 위성사진 서비스를 실시하고 있다. 이 서비스는 농업현장에서 단수를 극대화하기 위해 시비과정에 위성정보를 활용하는 서비스이다.
 - 위성정보가 직접적으로 농민에게 도움을 주는 사례로서 2005년도 현재 프랑스 전역에 18만ha의 밀과 보리 등의 경작지에서 활용되고 있다.

표 3-4. 프랑스농가 정보활용 현황

농가 활용정보	매일	1주 1~3회	매주 1회	매달 1회	가끔	월평균 활용횟수
기상정보	35	37	12	2	14	12,4
온라인 뱅킹	28	35	26	5	6	11,2
농업뉴스	21	31	27	5	16	9,2
축산물 데이터	18	34	23	5	21	8,8
검색	20	25	15	9	31	8,1
시장정보	18	25	22	6	28	7,9
협동조합/소비자 정보	8	18	25	11	37	5,2
광고	11	15	19	10	45	5,1
기술정보	7	18	23	13	38	4,8
생산정보	6	13	12	10	53	4,1
위성사진(Farmstar)	6	13	12	10	59	3,7
관리정보	6	6	11	16	62	2,8
개인 온라인쇼핑	2	4	9	21	64	1,8
기업 온라인쇼핑	2	3	3	13	79	1,4

자료 : NTIC-AGRI

- 호주 농업관측 대표기관인 농업자원경제연구소(Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics: ABARE)에서는 식생변화와 농업 간의 관계를 분

석하기 위해 식생변화프로젝트(Survey Georeferencing Project: SGP)를 실시 중에 있다.

- 호주 SGP는 식생대 모니터링을 위한 소프트웨어로서 식생대 변화를 분석하여 장기관측에 활용한다.

그림 3-5. 호주 SGP Survey Georeferencing Project 프로그램



2. 국내 활용 사례

- 국내에서는 농촌진흥청, 국립농산물품질관리원, 산림청, 한국해양수산개발원 등에서 경지 및 작물 현황, 자원 관리, 수산관측을 위해 위성정보를 활용

하거나 활용할 계획에 있다. 이하에서는 이들 기관의 위성정보 활용사례를 검토하기로 한다.

- 농림·해양부문 각 기관은 사업목적에 따라 상이한 형태의 위성(항공) 정보를 활용하고 시스템을 자체적으로 구축하여 운용 중이다. 현재까지 농림어업부문의 위성정보를 활용한 관독 및 활용기술에 대한 연구로는 농촌진흥청에서 진행한 작물관독 및 재배면적 관독 연구와 건국대에서 수행한 농작물관리시스템 개발 등이 있다.

2.1. 농촌진흥청 위성관련 사업

2.1.1. 기술보유 및 활용 현황

- 농촌진흥청은 10여 년간 농업토양정보시스템과 농업환경지도작성 연구를 수행하면서 위성 및 항공자료를 활용한 원격탐사기술을 축적해 오고 있다.
- 현재 위성사진의 관독을 통해 논과 과수원의 구별은 가능하지만 혼작상태에서 세부 작물에 대한 관독기술은 개발 중이다.
 - 엽록소, 질소함유(화학적인 방법), 엽면적지수 등의 다양한 방법으로 작황을 확인할 수 있으나 기술이 더 개발되어야 한다. 관독결과는 재배방식 및 위성자료의 특성에 따라서도 많은 차이가 발생한다. 따라서 재배력과 재배지에 대한 기초정보 그리고 보조적인 정보로서 현장조사 및 각종 센서결과 확보가 필요하다.

2.1.2. 농업환경지도 작성연구 사업

- 농촌진흥청은 위성관련 사업으로 2007년부터 2011년까지 ‘농업환경지도 작성연구’ 사업을 추진하고 있다.

- 사업의 목적은 위성정보를 활용하여 농경지변화를 측정하는 것으로 통계치를 통해 CO₂(온실가스 배출량) 산출에 응용하고, 2007년 중에 군 단위 작목판독기술을 보유하는 것에 목적을 두고 있다.
 - 1차 연도에는 강원도 고랭지배추를 대상으로 평창군 지역에 대해 사업을 실시 중이다.
- 1개 면 단위의 위성자료 판독기술은 이미 확보하고 있는데, ‘농업환경지도 작성연구’ 사업을 통해 2007년 중 군 단위 판독기술을 확보하는 것이 목표이다. 2008년 이후 군 이상 도 단위 판독기술 확보를 목표로 하고 있다.

2.2. 국립농산물품질관리원의 위성관련 사업

- 국립농산물품질관리원은 위성정보를 활용하여 작물의 재배면적과 생산량 통계산출 기반구축을 목적으로 외부 기관에 용역을 실시 중이다.
- 2005년도에 ‘항공우수기술의 농림분야 활용방안 연구’에 이어 2007년에도 ‘농업통계조사에 원격탐사기술 활용방안 연구’를 추진 중이고 2008년도에도 원격탐사기술을 이용한 농업통계생산·보급체계 구축에 관한 예산을 신청한 바 있다.
- 2008년도 사업은 원격탐사기술을 활용한 농업통계 및 고급정보 생산을 선진국 수준으로 높이고, 혁신적인 응용력을 발휘하여 농업통계 및 농업정책 경쟁력 확보의 주요 수단으로 발전시키는 것을 목표로 한다.
- 예상 연구결과로는 원격탐사기술을 이용한 통계생산·보급체계 구축, 원격탐사 농업통계산출 계량모형 개발, 위성영상 판독 및 관리체계 구축 등 기술실용화를 위한 기반 마련이다.
 - 분석프로그램(ERDAS)을 구입·활용하여 원격탐사기술의 농업통계응용 방안 모색과 실용화에 대비할 예정이다.

- 2011년까지 추진할 농업·농촌정보화 기본계획(u-ACTIV534)중 29번 과제인 「원격탐사기술의 농업·통계분야 활용체계구축」과 관련하여 농업통계생산 실무기관으로 해당 사업을 추진중이다.

2.3. 임업부문 위성관련 사업

- 산림청은 산림지리정보시스템을 구축하여 산림경영계획 수립, 재산관리, 산림보호, 산림재난 예방 등 산림행정업무에 위성정보를 활용하고 있다.
- 산림과학원에서는 삼림자원 확인과 연구를 위해 각종 위성자료(항공자료) DB를 구축하고 관련 연구를 진행 중이다. 대표적인 임업부문 연구사례로는 “항공사진검색시스템(31.9억, 2004~2006년)”, “제주시험림 정밀산림자원조사”, “다시기 고해상도 위성영상을 이용한 임상구분 - 제주난대림 중심” 등이 있다.

그림 3-6. 국립산림과학원 항공사진 검색시스템



2.4. 수산물관측센터의 수산물관측 사례

- 수산물관측센터는 2004년부터 김, 양식어업 등 4개 품목군의 관측을 위해 formosat-II(대만)위성자료를 구매하여 면허대장(양식장) DB와 비교하면서 관측업무에 활용하고 있다.

2.4.1. 사업 개요

- 해양수산부 산하 한국해양수산개발연구원은 2004년 1월 위성정보를 활용한 수산물관측을 시작하였다.
 - 어업생산통계 작성 임무가 통계청에서 해양수산부로 이관되면서 해양수산부에서 위성을 활용한 관측 및 재배면적 통계산출을 요구함에 따라 사업을 착수하게 되었다.
 - 육지가 아닌 해상에서의 관측이므로 위성사용은 불가피하였고, 당시 기존 해수부 연안관리과에서 위성자료를 공급하던 B사를 추천받아 사업을 실시하였다.
- 위성정보사업 도입초기에는 위성정보 분석업체가 위성사진 판독에 많은 시행착오를 거쳤으나, 업무프로세서가 안정화되면서 품목담당자와의 품목정보 교류가 활발히 이루어지게 되었다. 현재는 위성정보 분석업체의 노하우가 충분히 축적되어 양식면적을 안정적으로 산출하고 있다.

2.4.2. 운영현황

- 2007년 현재 활용위성은 Formosat-II(대만; 창우통상)로 2m×2m 해상도로서 양식설비를 추정할 수 있는 최소한의 해상도를 제공하고 있다. 초기에는 IKonos(1m×1m)나 SPOT-5(2.5m×2.5m) 등의 위성을 활용하였으나 위성사진 확보 우선순위와 경제성 문제 등으로 인해 Formosat-II(대만)로 대체하였다.

- 앞으로는 1m×1m 해상도의 아리랑 2호(대한민국 국정원 지구관측센터)를 이용할 계획으로 있다.
- 김, 어류(가두리), 전복 위성 관측을 위해 연간 위성사진 구매비용으로 3억~4억 원을 지출(판독비용까지 합하면 총비용은 5억~6억 원 수준)하는 것으로 조사되었다.
 - 단, 소규모 어업지역에 대한 위성정보 수집은 실시하지 않는다. 이는 위성정보 구매비용 대비 관측효과가 크지 않고, 위성관측 대상이 아닌 지역은 기존 통계자료와 조사자료로도 대체가 가능하기 때문이다.
- 사업방식은 1년 단위 계약을 기초로 하는 용역계약 방식을 선호하고 있는데 그 이유로는 별도 정보시스템을 구축하지 않고, 인력을 채용·교육할 필요 없이 업체의 전문 인력을 확보할 수 있는 등 장점이 많기 때문이다.
 - 위성자료 분석업체에서 제공하는 자료는 1) 군 단위 지역별 양식면적자료와 면허면적 간의 비교자료, 2) 주요 문제지역에 대한 위성사진자료 등이다.

2.4.3. 품목관측 운영현황

- 김의 경우 위성정보 수집대상 지역을 완도 주변 김 주산지에 한정하고, 김 양식 생산시설을 판독할 수 있는 2m×2m 해상도 42신(1신 24km×24km, 약 전라남도 1/4 정도임.)을 1~3월까지 3개월 동안 촬영한다. 참고로 김 생육 기간은 9월부터 다음해 5월까지 9개월이고, 관측대상인 김 생산시설은 1책(2m×40m)이다.
 - 이를 위해 예산으로 42신 구매금액 1억 7,000만 원, 판독금액 1억 원을 지출한다. 이때 영상은 타 작물(전복, 가두리어류)과 중복되어 활용되므로 중복 품목수가 늘어날수록 품목당 경제성은 개선된다고 볼 수 있다. 판독금액에는 소프트웨어적인 판독비 이외에 현지조사비를 포함한다.

- 촬영 사진을 판독 후 현장확인을 실시한다. 어민계, 지방공무원과 함께 현장을 확인하고, 판독 후 지역별 재배면적 자료를 센터에 제공한다. 사진촬영은 계속 실시하나 현장확인 1년 1회만 실시한다.
- 위성정보를 전망에 활용하는 절차는 다음과 같다.
 - 의향조사(9월 실시)와 현장조사(사진촬영 후 업체에서 실시)를 근거로 판독결과의 신뢰성을 확인한다.
 - 의향조사 후 재배시설에 대한 변화는 설문조사를 근거로 파악한다.
 - 전년 양식자료와 비교한다.
 - 최종적으로 품목담당자의 의견을 기초로 전망을 실시한다.
- 어장도 DB와 위성사진을 중첩하는 방식으로 면적을 산출하며 이를 위해 판독 전에 위성사진 원본은 수치처리 단계를 거친다.
 - 처리된 양식장 사진을 근거로 양식장 전체면적을 산출하고, 현장조사를 실시한다. 이후 행정구역을 구분하여 지역별 재배면적을 산출한다.
 - 재배면적 산출은 ‘양식장 전체면적(폴리곤면적) - 현장조사(산출된 바다면적) = 시설량 산출’ 방식으로 실시하고 이렇게 산출된 시설량을 기준으로 재배면적이 산출된다.
 - 현장조사를 실시하는 것은 지역별 양식시설의 형태와 유형이 다르기 때문이다. 예를 들어 김 양식장 시설방식은 지주식, 부류식, 세트식 등의 세 가지 방식이 있는데 각각의 양식장 면적당 단위시설면적이 다르다. 이러한 시설의 차이는 양식장 시설량 계산에 활용된다. 따라서 현장조사는 정확한 재배(양식)면적 산출의 필수적인 요소라고 볼 수 있다.
- 현장조사는 전체 해역조사가 아니라 패턴에 대한 최소한의 현장조사로 경제성을 확보하고 있다. 사업 초기 현장조사 효율성은 낮았으나 계속된 노하우 축적으로 점차 효율성이 개선되고 있다. 2007년 현재 현장조사비용을 포함한 품목당 비용은 평균 약 1억 원 수준이다.

2.4.4. 위성자료 분석의 문제점

- 품목관측과정에서 가장 큰 어려움은 위성사진을 원하는 지역을 대상으로 원하는 시기에 확보하는 일이다. 때때로 구름 등 기상문제, 위성궤도 운항 일정 및 저장용량한계, 그리고 해상도(사진 품질)로 인해 위성사진 확보에 차질이 생기는 경우가 있다.
- 김의 경우 물속에 있는 식물체 작황을 판독해야 하기 때문에 농작물에 비해 기술적으로 더 큰 어려움이 있을 뿐더러 연구기반도 취약한 실정이다. 따라서 현재 김 작황 조사는 설문조사를 통해 보완하고 있다.
- 이외에 적정 해상도 판단의 어려움이 있다. 전복 양식에는 2.4m×2.4m(1책) 짜리 양식설비를 이용하나 2m×2m 해상도 판독을 할 경우 실제보다 많은 경지면적이 산출되는 문제점이 있다. 즉 품목에 따른 적정 해상도와 실제 재배면적 판독에 많은 경험과 노하우가 필요하다.

2.4.5. 위성활용 효과

- 위성사진 판독결과는 재배면적 산출 이외에도 유희, 불법, 이탈 면허시설을 확인할 수 있고, 연차별 자료를 제시함으로써 변동사항을 확인하여 수산지도에 작성에 유용하다. 농업의 경우에도 위성정보는 재배면적(관측)에 활용하는 것 이외에 산지폐기확인 및 휴경직불제 등에서 부가적인 효과를 기대할 수 있을 것이다.

3. 위성정보 국내외 활용 사례의 시사점

- 미국, 캐나다, 유럽의 활용 사례는 고해상도 영상을 이용한 재배면적 산출과 저해상도 영상을 통한 작황파악 등으로 요약되는데 우리나라에도 그대로

적용될 수 있을 것으로 판단된다.

- 특히 유럽의 MARS 프로젝트에서 MARS-STAT의 Action 4의 재배면적 변화 상황을 신속하게 파악하기 위해 유럽 전역에 60개 지역을 대상으로 표본 설계한 점은 고해상도 영상이 필요한 우리나라에도 의미하는 바가 크다. 다시 말하면 위성정보를 활용한 관측사업 구상 중 주산지 중심의 표본지역 설계방식을 고려해 볼 수 있다는 뜻이다.

- 현재 기술수준 상태에서 완전한 혼작상황에서 품목단위 작물판독과 전국지역에 대한 전수 재배면적 판독은 거의 불가능하지만 주산지 위주로 재배면적을 조사하고, 저해상도 위성사진으로 작황을 파악하면 위성정보를 관측업무에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.
- 작황판독을 위한 영상 및 센서자료[여러 가지 식생지수(NDVI, GNDVI, 엽면적지수 등), 산란계수 등]를 공급할 수 있는 위성과 지상용 센서는 현재도 확보할 수 있으며 실제 작황과의 상관성에 대한 연구는 진행 중이므로 실제 적용에 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.
- 미국의 경우 위성영상의 수집·판독은 농업통계국에서 실시하고, 세계농업관측위원회에서 그 결과를 활용한다. 또한 위성영상은 우주항공국 등의 국가기관에서 공급하는 경우도 있으나 IKonos와 같은 상업위성에서 공급받기도 한다. 기관별 업무 분담과 기관 및 업체 간의 유기적인 협력체제 구축, 운영은 우리도 참고해야 할 사항인 것이다.

3.1. 위성자료 취득 및 판독 문제

- 위성정보를 활용한 관측사업의 가장 중요한 요소는 원하는 시기에 원하는 지역의 정보를 확보하고 이를 분석하는 것이다. 또한 이를 데이터베이스화하여

가격자료 등과의 시계열 분석을 통해 관측사업의 기초를 다지는 일이다.

- 재배면적 추정을 위한 고해상도 위성 확보는 어려움이 없을 것이다. 이러한 위성사진은 우리나라에서도 이미 수산물관측 등에 이용되고 있다. 농업분야에서도 미국, 캐나다 등의 대규모 경작지에서 중해상도 영상만 확보해도 충분히 판독이 가능한 것으로 사례를 통해 확인되었다.
 - 비교적 광활한 지역에 단일 작물이 재배되는 미국의 경우 중해상도 영상만으로도 재배면적 추정이 가능하지만 우리나라의 경우에는 작목 및 재배 특성으로 인해 고해상도 영상이 필요한 실정이다. 혼작지에 대한 작물판독은 여전히 일부 품목에 대해서만 연구가 진행되는 상황이다.
 - 벼의 경우 광학/SAR 영상을 통해 재배면적 측정이 지금이라도 가능할 것으로 판단되며, 시기별 영상을 통해 정량적이고 객관적인 데이터 확보가 가능할 것으로 보인다.
- 작황판독을 위한 영상 및 센서자료[여러 가지 식생지수(NDVI, GNDVI, 엽면적지수 등), 산란계수 등]는 확보할 수 있으나 위성사진상의 내용과 실제 작황과의 상관성에 대한 연구는 완전하게 정립하지 못한 상태이다. 그러나 현재 대부분의 국가에서 작황에 대한 대안으로 식생지수와 산란계수 등이 활용되고 있다.
 - 미국의 경우 NOAA위성의 AVHRR센서를 이용하거나 NDVI지수를 이용하여 NASS에서 작황에 대한 분석을 실시한다. 이외에 캐나다 CCAP에서 작황확인을 위해 곡물생산지에 대해 NDVI지수 증감을 활용한다.
 - 국내 농촌진흥청은 작물시험장 환경(동일 품종, 동일 시비량 등의 표준화된 환경)에서 GNDVI지수와 NDVI지수를 이용한 작황판독기술과 SAR영상을 이용한 산란계수 방식 등의 작황판독 연구를 진행하고 있다.
- 저해상도 영상만으로도 600M의 큰 파일이고, 1km×1km 크기의 IKONOS영상의 경우 크기가 매우 크기 때문에 저장, 관리상의 어려움이 예상된다.

- 재배면적 추정에 이용될 수 있는 QuickBird(0.6m급 해상도) 위성의 경우 2,000km²의 평창군만을 대상으로 해도 영상 및 판독비용이 약 3억 3,100만원 정도가 소요될 것으로 판단된다.

3.2. 현장조사 문제

- 위성정보만으로 지상의 모든 것을 설명할 수는 없다. 위성정보 이외에 기존의 현장조사와 관련 재배정보가 부가적으로 분석되어야 한다.
 - 기존 조사방식과 위성자료를 통합할 경우 관측정보의 정확성이 획기적으로 향상될 것으로 기대된다.
- 현장조사는 주산단지 확인과 재배에 활용되는 비닐 등의 농자재 종류 확인 등 농업현장의 각종 정보를 위성정보와 비교 판독하는 방식으로 진행될 필요가 있다.

3.3. 기관별 협력 및 외주용역 문제

- 미국의 경우 위성영상의 수집·판독은 NASS에서 실시하고, 이를 WAOB가 활용한다. 또한 위성영상도 NASA 등의 국가기관에서 공급하기도 하지만 IKONOS와 같은 상업위성에서 공급받는 경우도 있다. 이처럼 위성사업을 효과적으로 추진하기 위해서는 유관 기관별 업무 분장과 유기적인 협력 관계가 매우 필수적이다.
 - 미국 NASS의 경우 통계산출을 위해 연 1회 재배면적을 사후에 제공하는 것에 그치지 않고 정식기, 수확기 등과 같이 주요 작물 재배시기에 영상을 판독하여 실시간에 준하는 정보를 제공한다.

- 유럽의 MARS는 미국과 달리 위성자료를 비롯한 각종자료의 수집·분석·배포를 일괄적으로 MARS 프로젝트 내에서 수행하는 특징을 지닌다. 이것은 위성정보 업무가 기관별로 분산된 미국과 대조된다.
- 농업관측사업에 위성정보를 활용하기 위해서는 여러 기관 및 민간부문과의 협력이 필요하다. 또한 위성정보 관독에 관련된 기초연구도 필수적이다.

3.4. 재배면적, 작황 산출 방식

- 미국, 캐나다, EU 등은 주로 위성정보를 곡물관측에 활용하기 때문에 재배면적 산출을 위해서는 Landsat과 같은 중해상도 영상을, 작황분석을 위해서는 NOAA위성으로부터 확보한 식생지수(NDVI지수 등)를 활용한다. 우리나라도 이와 유사한 방식으로 위성 영상을 확보, 분석할 수 있다면 주요 작물의 재배면적과 작황 파악이 가능할 것이다.

표 3-5. 국가별 재배면적, 작황 산출 위성정보 현황

	재배면적		작황		
	위성	해상도	위성(센서)	해상도	지표
미국(NASS)	Landsat	30m	NOAA(AVHRR)	1,000m	NDVI지수 RATIO지수 ²⁾
	QuickBird ¹⁾	0.6m			
캐나다(CCAP)	-	-	NOAA(AVHRR)	1,000m	NDVI지수 RATIO지수 ²⁾
EU(MARS)	SPOT	2.5m	NOAA(AVHRR)	1,000m	NDVI지수
			SPOT(VGT)	-	NDVI지수 지표면온도

1) 오렌지 등 일부과수품목의 경우 재배면적 산출을 위해 고해상도 영상과 관련 산출 소프트웨어를 활용함.

2) RATIO지수는 NDVI지수의 전년대비 증감지표임.

표 3-6. 농림·해양부문 유관기관 위성정보 활용 현황

기관명	사업(시스템)명	용도	활용정보			추진현황
			정보취득	해상도	갱신주기	
농림 부문	한국농촌경제연구원 농업관측정보센터	농업관측사업(예정)	Quickbird 능동형센서	0.6m	수시 (1달)	'07 타당성연구 '08 시범사업
	농촌진흥청 농업과학기술원	농업환경지도작성연구 -경지및작물정보시스템	Quickbird	0.6m	5년	'07 본사업
	농림부 농지과	농업토양정보시스템	항공	-	완료	서비스 중
	농산물품질관리원	원격탐사 기술의 농업· 통계분야 활용체계 구축	아리랑 2 ¹⁾	1m	1년	'07 시범사업
	산림청	산림지리정보시스템	항공	10m	10년	서비스 중
	해양수산개발연구원 수산물측센터	수산물측사업 (김, 전복, 양식가두리)	Formosat-2	2m	1년	'04 본사업
해양 수산 부문	한국해양연구원 해양위성센터	해양위성연구단	해양기상 위성	500m	1일	'07 센터개소 '08 발사예정
	국립해양조사원	종합해양정보시스템	위성· 항공·선박	-	수시	'09 완료예정
	해양수산부	갯벌정보시스템	위성·항공	-	1회	서비스 중

1) 아리랑 2호는 2007. 6 현재 정상 운용이 어려운 상황임.

제4 장

위성정보를 활용한 관측업무 도입의 타당성

1. 기술적 타당성

- 위성정보를 활용하여 농작물의 재배면적과 작황을 추정하는 것은 기술적으로 가능하지만 실제 관측업무에 적용하기 위해서는 후속 응용연구가 더 필요하다.
- 작황판독은 NDVI지수로 대표되는 식생지수를 활용한다. NDVI지수 이외에 GNDVI지수를 활용한 작황판단, SAR위성의 산란계수를 활용한 작황판단, 피해면적 산출 등 다양한 방식이 제시되고 있다.
 - 작물 단수는 식생지수 이외에도 작물별 특성과 재배환경에도 영향을 받기 때문에 NDVI지수 등의 식생지수만 가지고 단수를 파악하는 것은 충분하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 소규모 샘플지역을 활용하는 운용상의 보완이 필요하고, 품목담당자가 지속적으로 식생지수와 단수와의 상관관계를 검토하여 지식을 축적해 나가야 할 것이다.

1.1. 재배면적 추정 가능성

1.1.1. 재배면적 추정 기술 수준

- 위성사진을 판독하여 재배면적을 파악하는 데 다음의 두 가지 경우가 있을 수 있다. 첫 번째는 단일작물 재배지에 대해 재배면적을 확인하는 것이고, 두 번째는 혼작상태에서 두 개 이상의 작물을 판별하여 각각의 재배면적을 추정하는 것이다.
- 현재 기술하에서는 논과 밭을 구분하는 작물판독은 가능하나 밭작물 간의 판독은 초보적인 수준이다. 특히 생장이 활발한 시기에는 작물 간 판독이 거의 불가능하다. 따라서 동일 작물의 집중도가 높은 주산지를 대상으로 현장조사를 병행하는 방식으로 재배면적을 판독하는 방식을 적용할 수 있을 것이다.
- 재배면적 산출을 위한 표준샘플 지역에 대한 촬영은 KOMSAT-2, 대만 FORMOSAT-2 등을 우선적으로 활용하며(영상 취득이 상대적으로 쉽기 때문임), 보조적으로 해상도가 0.6m로 정밀한 QuickBird를 활용할 수 있다.
- 참고로 Kawashima 외(1998)는 Landsat TM 데이터를 활용하여 북한의 홍수로 인한 논 재배면적 변화를 추정한 바 있다.

1.1.2. 재배면적 추정 사례

- 위성사진을 통한 재배면적 추정의 기술적 한계는 해상도에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 재배면적 산출을 위한 표준샘플 지역 영상은 KOMSAT-

2, 대만 FORMOSAT-2 등을 우선적으로 활용하며, 보조적으로 해상도가 0.6m로 정밀한 QuickBird를 활용할 수 있다. 단, 다른 위성 간 영상비교를 위해서는 영상보정이 필요하다.

- <그림 4-1>과 <그림 4-2>는 재배면적 산출을 위한 과수원 지역에 대한 고해상도 영상의 확대·비교 사례이다.
 - 유사 패턴에 대해 자동판독을 실시하면 대상 작물의 재배면적이 산출된다. 이 후 판독된 동일 지역에 대한 시계열 자료를 비교·분석할 경우 의미있는 결과를 얻을 수 있다.
 - 고해상도 영상을 이용한 오렌지 식수파악 프로그램인 싱가포르대학의 CRISP(Centre for Remote Imagine, Sensing Process) 프로그램과 Eardas사의 Imagine 프로그램 등을 이 과정에 활용할 수 있다.

그림 4-1. 과수원 재배면적 산출을 위한 0.6m급 영상



그림 4-2. 과수원 재배면적 산출을 위한 0.6m급 확대영상

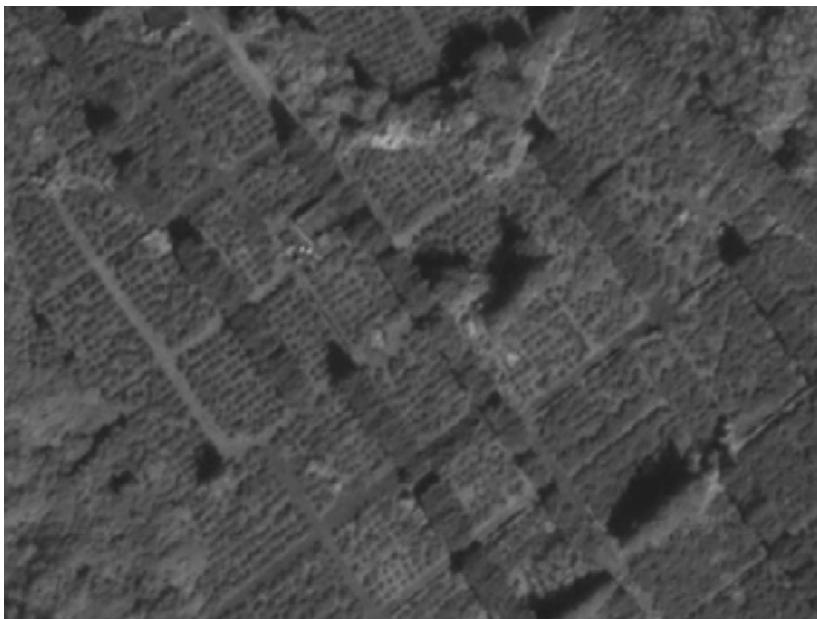
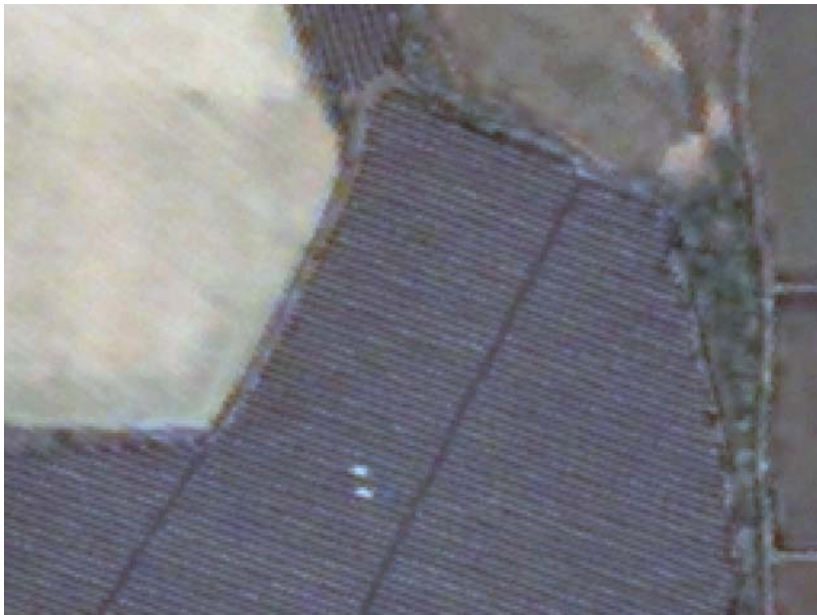


그림 4-3. 일반 농지 재배면적 산출을 위한 0.6m급 영상
(검은색 농지는 정식을 위한 비닐 설치 지역임)

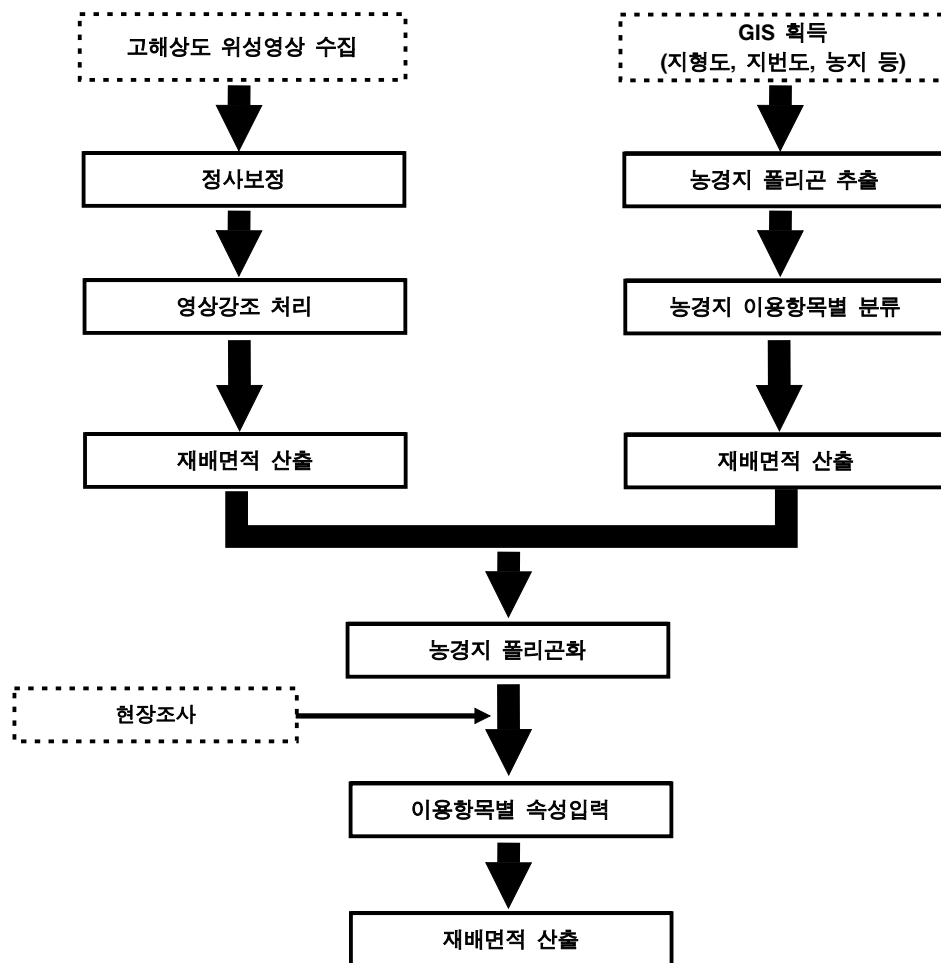


그림 4-4. 일반 농지 재배면적 산출을 위한 0.6m급 확대영상
(검은색 농지는 정식을 위한 비닐 설치 지역임)



- <그림 4-5>에 나타난 바와 같이 재배면적을 산출하기 위해서는 제작 대상 지역에 대한 위성영상을 입수하여 영상의 기하왜곡을 보정한 후 지형도, 지적도의 경지 관련 레이어를 참고한다. 이 후 논, 밭, 시설재배지의 폴리곤 작업과 속성입력 작업을 수행하여 최종적으로 농경지지도를 제작한다.
- 이후 현지조사를 실시하여 지정 품목에 대한 재배면적을 산출할 수 있다.

그림 4-5. 재배면적 산출 절차



1.2. 작황 추정 가능성

1.2.1. 작황추정 기법의 기술적 타당성

- Kogan 외(2005) 연구에서는 중국 길림성의 옥수수(1982-2001)를 대상으로 한발로 인한 농산물의 조기경고를 위해 AVHRR 식물건강지수를 옥수수 단수 지표로 간주, 연구를 수행한 바, 지수와 단수 간에 강한 상관관계가 존재함을 발견하였다.
- Ferencz 외(2004)는 헝가리에서 위성정보를 이용하여 작물의 단수를 추정하기 위해 일반단수단일참고지수(General Yield Unified Reference Index: GYURI)를 개발하여 포장단위의 단수와 군 단위 단수통계 간 관계를 규명하였다. 이 결과에 따르면 80% 내외의 상관관계가 있음을 보여주고 있다.
- 이 밖에도 Lewis 외(1998), Labus 외(2002), Boken 외(2002), Wannebo 외(2003) 등의 많은 연구에서 식생지수와 단수 간에 유의적인 관계가 있음을 밝히고 있다.

※ NOAA위성에서의 NDVI지수 활용

- NDVI지수는 식물의 광합성작용에 의한 활력도를 이용하여 작물의 생육상태에 대한 기준값을 제시한다. 즉, -1에서 +1까지의 범위 내에서 그 값이 높을수록 식생의 생육상태가 좋다고 보고 그 값이 낮을수록 생육상태가 양호하지 못한 것으로 판단한다. 이러한 방법으로 작성된 이미지 데이터 중에서 구름 및 기타 관측을 방해하는 요소가 가장 작은 날의 이미지를 골라 2주 단위로 공공기관에 공개된다. 이렇게 촬영되어 공개된 이미지 데이터는 작물재배지역에 대한 정책결정 자료로 사용된다(김충실 외, 2005).

- 위성정보를 통해 작황을 추정하는 기법으로는 광학센서를 이용한 식생지수와 SAR을 이용한 산란계수 등이 있다.
 - 식생지수는 토지 수분지수, 활력도 생육지수, 엽면적지수, 엽록소함량 등 20여 가지가 있는데, 최근 NDVI지수와 GNDVI지수 등이 효과적인 작황판독기술로 연구되고 있다.

※ 식생지수를 활용한 미곡(쌀) 사례

- 이삭거름처리전 7월 11일 전후로 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index), GNDVI(Green Normalized Difference Vegetation Index)를 활용하여 엽질소함량을 확인하여 수확기의 최종 작황을 전망할 수 있다.
- SAR를 이용한 산란계수는 구름 및 기상의 영향을 받지 않고 작황을 확인할 수 있다[예: Polarimetric Scatterometer 시스템을 이용한 벼 군락의 후방산란계수 측정(2007 춘계 대한원격탐사학회)].
- 그 밖에 고해상도 영상 내에서 작목의 크기와 밀집도를 확인함으로써 작황상태를 확인하는 방법이 있다.

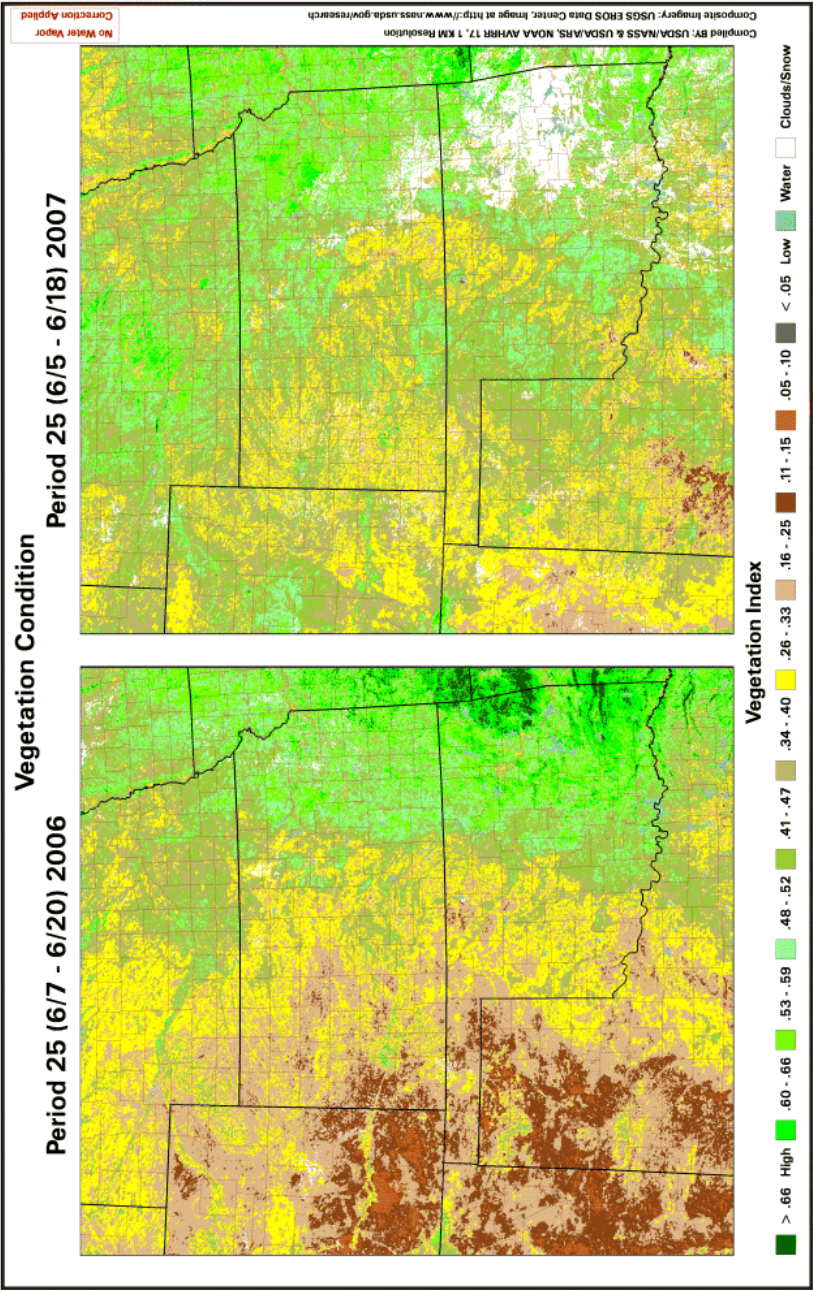
1.2.2. 작황 판독 사례와 절차

- 현재까지 주요 선진국에서는 작황판독에 NDVI지수가 가장 많이 이용된다. 그 사례로는 NOAA위성을 활용한 NASS의 식생지수제공 서비스, 캐나다 CCAP에서의 NDVI지수를 이용한 작황판독 서비스 등이다.
 - NOAA자료를 활용하여 USDA, NASS, 연구개발과(Research and Development Division)에서는 홈페이지를 통해 A HRR센서를 이용한 NDVI지수를 공개하고 있으며, 주요 곡물생산지별로 전년도와의 NDVI 지수 비교영상을 2주 단위로 제공한다.
 - 캐나다의 CCAP에서는 Map Tool을 통해 전년대비 NDVI지수의 변화를 주요 곡물재배지에 대해 제공한다.

- 아래의 NASS제공 NOAA AVHRR센서의 NDVI 2006년-2007년 비교영상을 보면 오클라호마주와 캔자스주의 2007년도 식생지수가 2006년도에 비해 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이는 작황상태가 전년에 비해 좋을 것이라는 사실을 증명하는 객관적 지표 중 하나이다.
- NDVI는 근적외선(R_n)과 가시광선 영역(R_r)에서 얻어지는 상대적 반사값의 차이를 그 합으로 나누어 산출된다(2005, 김충실 외).
 - NDVI지수는 식생의 양이나 작물의 현 상황 등을 나타내 주는 지수이다. 작물의 경우 0에서 1사이의 값으로 표현되며, 식생이 좋을수록 지수의 값이 높게 나타난다.

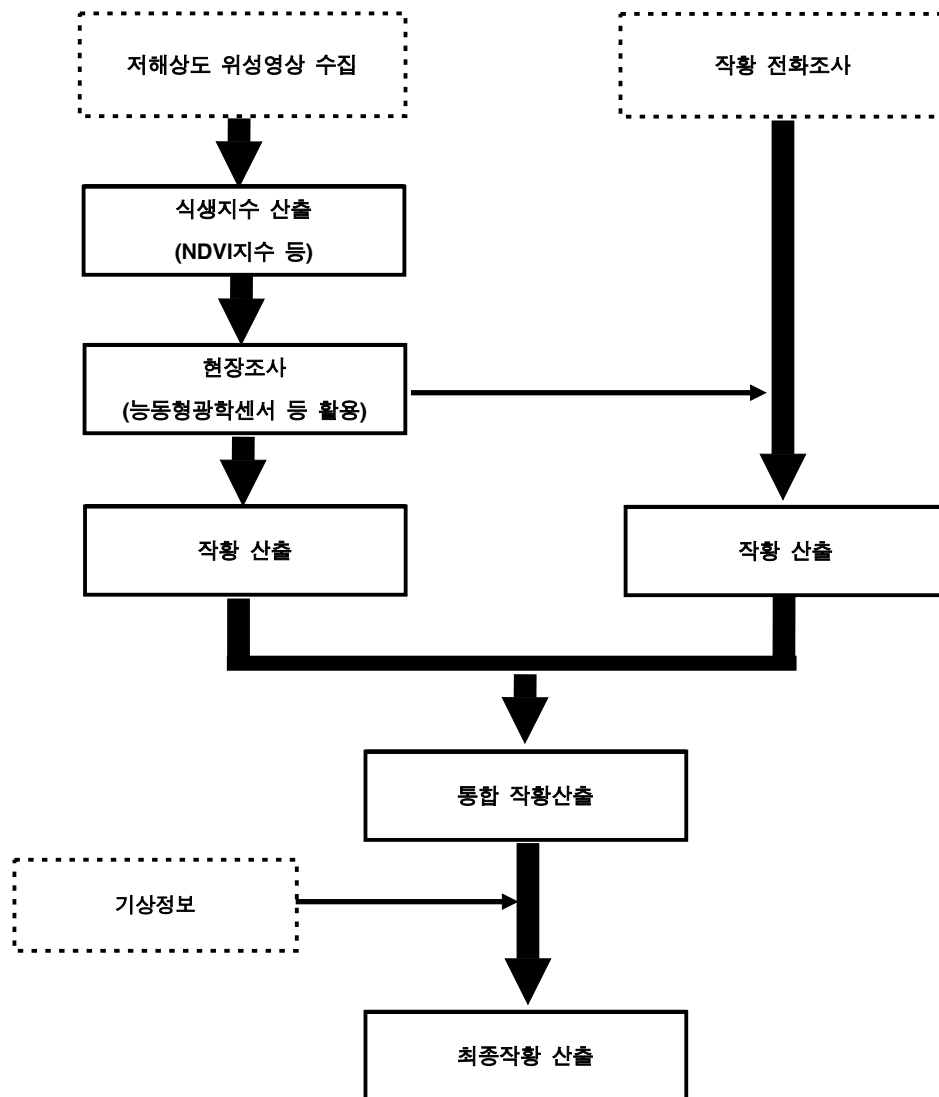
$$NDVI = \frac{R_n - R_r}{R_n + R_r}$$

그림 4-6. NASS제공 NOAA AVHRR센서의 NDVI 2006년-2007년 비교영상



- 김이현 외(2007)는 GNDVI를 이용해서 벼 군락 엽 질소함량을 추정하는 바 있다.
 - 당도측정과 유사한 방법으로 능동형광학센서(GNDVI)를 이용하여 엽질소함량을 확인함으로써 작황상태를 확인하였다. 질소는 작황에 절대적인 영향을 미치는 성분으로서 작황을 파악하기 위해서는 질소 함량을 추정해야 한다.
 - 이 밖에도 작황을 확인할 수 있는 방법은 엽질소흡수량 등 다양한 엽활력지수가 있다. 이 중 엽질소함량을 확인하는 방식은 동일조건하에서 7월경에 추수기작황을 확인할 수 있는 매우 유용한 기법이다.
 - 품종에 따라 엽질소함량의 차이가 있어서 전국적으로 일관성 있는 관측에는 한계가 있다. 일본 북해도의 경우 벼 품종이 거의 동일하기 때문에 엽질소함량 방식을 전망목적으로 활용할 수 있다. 또한 경기도와 같이 80% 이상이 추청벼로 이루어진 경우 엽질소함량을 활용할 수 있을 것이다.
- 기존 연구결과를 기초로 현장에서의 품목단위 식생지수와 작황, 더 나아가서는 시장가격간의 관계를 정립시켜야 한다.
- 작황판독 절차는 <그림 4-7>의 도표와 같다. 초기에는 기존의 관측업무과정과 같이 전화조사 결과를 기본자료로 하고, 보조적 지표로서 위성으로부터 산출되는 NDVI지수(NOAA, 해양기상위성 등으로부터 산출)와 현장조사(현장확인 및 능동형광학센서 등 활용)를 통해 산출하는 각종 식생지수를 이용하여 작황을 판독한다.
 - 식생지수에 대한 연구와 함께 SAR영상의 확보 및 활용기술 등이 좀 더 개선될 경우 산지정보조사 수집을 위한 전화조사에서 위성정보 활용으로 점차 옮겨갈 수 있을 것이다. 다만 정확한 산지정보를 파악하기 위해서는 현장조사, 전화조사, 위성정보를 병행해서 활용해야 할 것이다.

그림 4-7. 작황 산출 절차



1.2.3. 작황 판독 한계

- 작황판독을 위한 각종 지수는 품종, 시비, 재배환경 등에 따라 다르게 나타날 수 있다. 엽지수함량 측정을 위한 NDVI지수와 GNDVI지수 측정의 경우와 같이 센서의 기술적 한계로 위성촬영이 아닌 현장촬영을 통해 데이터를

수집해야 신뢰성을 보장할 수 있다. 따라서 위성정보를 실제 업무에 도입하기 위해서는 적지 않은 난관이 존재하는 것도 사실이다.

- 품목 및 품종 그리고 지역에 따라 상이한 식생지수와 작황 간의 다양한 상관관계 때문에 작황판독이 어렵다. 따라서 품목담당자가 식생지수 자체를 보조적인 지표로 활용하는 과정에서 노하우를 축적시켜야 한다.

- 장기적으로 지자체 자체 브랜드(경기미 등)의 표준 경작지를 샘플지역으로 활용할 경우 표준화된 식생지수를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.
- 작황판독을 위한 SAR기술은 논과 같이 물이 존재하는 경우 활용가능성이 높지만 아직까지는 광학영상에 비해 해상도가 낮은 편이다. 따라서 SAR 영상은 기상재해 시 피해면적 및 작황변화 파악 등을 위해 제한적으로 활용될 것으로 예상된다.

2. 경제적 타당성

- 위성정보를 관측사업에 활용하는 데 있어서 경제적 타당성은 기존 방식보다 같거나 적은 비용을 사용하면서 더 높은 정확도를 유지할 수 있느냐에 달려 있다(Carfagna, 2001).
- 위성사진의 구매, 분석, 가공 등에 소요되는 비용과 위성 정보를 도입함으로써 절감할 수 있는 인건비를 상호 비교할 수 있다.
- 계량화하기는 어렵지만, 관측정보의 정확도 제고와 북한, 중국 등 해외 산지 정보 수집은 간접적인 효과로서 감안되어야 할 것이다.

2.1. 품목당 위성정보 수집 · 분석비용

2.1.1. 재배면적 산출용 영상 구매 및 판독비용

- 우리나라같이 작물이 섞여서 자라는 재배환경에서는 재배면적 산출을 위해 사전에 선정된 주산지에 대한 표본설계를 기초로 고해상도 위성영상을 구매 · 판독하는 방식이 적절할 것이다.
 - 고해상도 영상을 확보할수록 정확한 재배면적 산출이 가능하나 이는 비용의 증가를 수반한다. 따라서 적절한 수준의 해상도와 촬영횟수를 고려한 비용계획을 수립해야 한다.
- 작황 파악을 위한 영상은 이미 축적되어 무상으로 이용할 수 있는 IKonos(한국항공우주연구원), KOMSAT 1, 2호(국가정보원 지구관측센터)의 기 촬영된 위성정보를 최대한 활용하고 추가로 필요한 경우 표본설계를 통해 샘플지역에 대한 고해상도 위성영상을 촬영 · 구매할 수 있다.
 - 재배면적 판독용으로 QuickBird급(최대 해상도 0.6m급) 위성정보를 구매하고, 비슷한 수준의 KOMSAT-2(최대 해상도 1m급)와 IKonos(최대 해상도 1m급) 위성정보를 차선택으로 고려할 수 있다.
- 2개 정도의 주산지[예: 고령지 배추(평창군) 또는 감귤(제주도) 등]의 경우 샘플지역을 전체 면적의 5% 수준으로 선정할 경우 위성영상 구매비는 약 6,600만 원이 소요될 것으로 예상된다.
 - 위성영상 구매비용은 평창군의 넓이인 1,994km²의 2배를 전체 면적으로 하고 이 면적의 5%(표본설계수준)를 4회(정식, 주생장기, 출하기, 주요 기상시점) 촬영하는 것을 가정하여 산정한다. 현재 QuickBird 영상 단가는 기 촬영된 영상인 경우 5만 5,000원이며, 촬영을 요청할 경우 8만 2,500원이다. 단, 단가는 해상도 0.6m급, 영상면적 1km×1km 기준이다.

표 4-1. 주요 고해상도 영상별 비용

단위 : 천원

현황		활용 및 영상당 비용			
		국적	위성명	농업관측 활용(사례)	가격
현재	미국	IKonos (1m급)	재배면적 산출	6	
	미국	QuickBird (0.6m급)	미국 플로리다 오렌지 식수면적 추정 브라질 오렌지 재배면적 및 작황 추정	82	
	프랑스	SPOT-5 (2.5m급)	한국 수산양식 시설면적 추정	4	
	대만	FORMOSAT-2 (2m급)	한국 수산양식 시설면적 추정	10	
예정	'07	한국	KOMSAT-2 (1m급)	한국 수산양식 시설면적 추정 재배면적 산출	무상/0.7
	'09	한국	KOMSAT-3 (미정)	재배면적 산출	무상/실비

- 품목확대로 인한 중복지역을 고려할 경우 비용은 더 낮아질 것으로 판단된다. 작물에 따라 1m급 해상도로도 관독이 가능할 경우 KOMSAT-2를 이용하면 영상구매비용은 무료나 실비 수준이 될 것이다.

○ 수산관측사례를 기준으로 현지조사와 분석비용을 책정하면 통상 영상 분석 비용은 위성영상구매비용의 100% 수준이다. 따라서 총 비용은 품목당 1억 3,000만 원이다. 즉 1품목당 1억 원 정도의 비용이 소요될 것으로 추산된다.

○ 주요시기별 촬영 대상은 다음과 같다.

표 4-2. 위성정보를 활용한 재배면적 관독내역

시기	필요정보	관측정보 반응여부 확인
정식기	정식면적, 대체작물 여부, 휴경 여부 변경면적(시설화·도시화 변경)	-
주생육기	-	산지폐기 여부
수확기	수확면적, 대체작물 여부	산지폐기 여부
기상재해	재해면적	사전출하 여부

2.1.2. 작황 산출용 영상 구매 및 판독 비용

- 현재 기술 수준에서 위성사진으로 작황을 파악하기 위해서는 식생지수를 활용하는 것이 가장 경제적이고 기술적으로 실현가능한 방안이다.
 - 식생지수 산출은 다양한 밴드를 제공하는 저해상도 영상을 통해 산출하게 된다. 저해상도 영상은 기상관측, 식생변화 및 작황판독(식생지수) 등에 활용된다. 현재까지 농업분야에서 가장 널리 알려진 식생지수는 NDVI지수이다.

표 4-3. 주요 저해상도 영상별 비용

단위: 천원

현황		활용 및 영상당 비용			
		국적	위성명	탑재센서(공간해상도/분광해상도)	가격
현재		미국	NOAA(1km급)	AVHRR (1km / 5)	무상
		미국	TERRA(250m급)	MODIS (250m / 36)	무상
예정	'08	한국	COMS ¹⁾ (통신해양기상위성)	GOCI (500m / 8)	무상

1) COMS는 2008년 발사 예정이며, 해양위성센터를 통해 자료를 공개할 예정임.

- 대표적인 저해상도 위성으로는 NOAA와 TERRA위성이 있다. 그 밖에 2008년에 발사 예정인 국적 통신해양기상위성 COMS를 활용할 수 있다.
 - NDVI 등의 식생지수를 산출할 수 있는 저해상도 위성영상은 최소한 주 단위로 한반도 전역이 촬영되어 공개되며, 유관기관을 통해 거의 무상에 가까운 수준으로 영상을 확보할 수 있다.
 - COMS위성은 정지 저해상도 위성으로서 일일 수차례 촬영이 가능하여 일일 단위 식생변화를 산출할 수 있을 것으로 기대된다.
- 다만, 지수와 작황판의 관계를 규명하기 위해 현지조사를 실시하는 경우 대당 1억 원 정도인 능동형광학센서를 구매 또는 대여할 필요가 있다.

2.2. 전화조사방식과 위성조사방식 간의 비용추이

2.2.1. 현 전화조사방식 유지 시 비용추이

○ 표본농가와 모니터 등을 대상으로 산지정보를 수집하기 위한 기존 자료수집 방식(전화조사방식)은 높은 고정비용과 인건비가 소요될 뿐만 아니라 물가 인상에 따라 지속적인 비용상승이 불가피하다.

- 2007년 말 현재 전화조사원 운영은 정부의 비정규직 관련 법 제정에 대응하기 위해 외부 전문업체로 위탁 전환되었다.

○ 2007년도 기준 전화조사비용은 표본농가·모니터 사례금, 전화조사원 인건비, 해외조사비 등을 포함해 6억 4,459만 7,000원 수준이며, 품목 수 증가 없이 물가상승률(5%)과 비용 인상요인을 반영할 경우 2013년에 57% 상승한 약 12억 원에 이를 전망이다.

- 2007년 말 현재 전망품목 28개 품목 중 위성정보 활용이 가능한 채소, 과일 등 노지작물 16개 품목의 전화조사비용은 연간 6억 7,000만 원이다.

표 4-4. 전화조사방식 비용 예시

단위: 천원

	2007	2013		
	28개 품목 연간예산	28개 품목 연간예산	증가율	16개 노지품목 연간예산
표본농가 사례금	343,250	437,987	27.6%	250,278
모니터 사례금	122,000	155,672	27.6%	88,955
전화조사원 인건비	108,320	358,338	330.8%	204,765
해외정보 조사비	179,340	228,837	27.6%	130,764
합계	752,910	1,180,834	56.8%	674,762

2.2.2. 위성조사방식 비용추이

- 기존 조사방식에 비해 위성정보를 이용하는 경우 자료의 정확성과 시의성이 높아질 것이며, 비용도 정부의 ‘우주개발중장기기본계획’에 따라 지속적으로 하락할 것이다. 특히 작황판독을 위한 저해상도 위성영상(AVHRR, MODIS 영상)은 지금도 기상청 등과의 협조를 통하거나 공개 자료를 확보하여 거의 무상으로 활용할 수 있다.
- 2007년도 기준 QuickBird의 고해상도 영상 구매비용은 품목당 6,580만 2,000원이다. 그 외에는 수산물측사례를 고려하여 현장조사 및 판독비용을 추산할 경우 노지 16개 품목에 대한 연간 위성관측 운용예산은 약 12억 5,000만 원이 이를 것으로 전망된다.

표 4-5. 위성조사방식 비용추이(노지 16개 품목기준)

단위: 천원, %

		2007 (QuickBird위성)	2013 (국적위성)	
		연간위성 조사비용	연간위성 조사비용	증가율
위성영상 취득비용	고해상도	1,052,832	10,528	-99%
	저해상도	0	0	0%
현장조사 및 판독비용		200,000	255,200	27.6%
합계		1,252,832	265,728	-78.7%

- 1) 한국항공우주연구원 위성운영센터는 공공기관 또는 지방자치단체에 대해 KOMSAT-2(24km×24km)를 장당 40만 원 정도에 제공할 예정임. 단, 중앙정부기관에 대해서는 국가정보원 지구관측센터가 무상으로 제공함. 공공기관에 해당할 경우 '07년 현재 QuickBird 비용의 1/100 이하의 수준(24km×24km 장당 40만원 수준)임.
- 2) 국적위성 위성구매는 1) 국정원 영상정보협의체를 통한 실비구매 2) 항공우주연구원을 통한 영상정보협의체이외 기관의 실비구매 3) KAI이미지를 통한 상업구매 방식이 있음.

- 현장조사와 관측비용은 지역 중복성 및 표본설계에 따른 샘플지역의 개수가 큰 영향을 미친다. 참고로 수산관측은 '06년 기준 연간 1,700회 [170개 어촌계, 1,700개 어장(김 960개, 전복 300개, 어류 400개, 연 1회 전수조사)]의 현장조사와 관측에 약 2억 원을 지출한 것으로 조사되었다.
 - 노지 16개 품목을 대상으로 품목당 100개 내외의 샘플지역을 운용할 경우 수산관측과 비슷한 수준인 2억 원의 비용이 소요될 것으로 예상된다.
- 2013년도 기준 KOMSAT-2, KOMSAT-3, COMS 등의 국적위성 활용이 가능한 것을 감안할 때 향후 위성영상 구매비용은 획기적으로 절감될 것으로 예상된다. 국적위성을 활용하면 위성영상 취득실비와 현장조사 비용만을 고려하여 16개 품목에 대해 연간 약 2억 6,500만 원이 소요될 것으로 예상된다.
- 2009년 전후부터 국적위성인 KOMSAT-2와 COMS(통신해양기상위성) 활용이 안정화될 경우 위성정보 취득을 위한 비용은 더욱 절감될 수 있을 것이다.

2.2.3. 전화조사방식과 위성조사방식 간 비용추이 비교분석

- 전화조사와 위성조사방식 간의 비용을 비교할 때 전화조사방식은 인건비의 증가 등으로 인해 지속적인 비용증가가 예상된다. 그러나 위성조사는 국적위성의 활용을 전제로 할 경우 비용이 큰 폭으로 하락할 것이다.
- 단순히 전화조사를 위성조사방식으로 변경할 경우 2013년 기준 노지 16개 품목의 산지조사비용은 정보의 정확성 제고와 조사의 신속성 향상에도 불구하고 6억 7,000만 원 수준의 조사비용이 절반 이하인 2억 6,000만 원 수준으로 하락할 것이다.
 - 그러나 이러한 단순한 비교는 실제 관측업무처리 과정에서는 의미가 적어진다. 왜냐하면 출하·정식·수확의향조사와 같은 의향조사는 위성조사로 불가능하고, 여타 산지조사에서 전화조사방식이 더 효과적인 경우가 있기 때문이다.

- 그럼에도 불구하고 위성조사로 완전히 대체되는 것을 가정했을 때 2013년 기준 16개 노지품목에 대한 1,700여 개의 샘플지역을 운용하면서 국적위성을 활용할 경우 약 3억 1,427만 9,000원의 예산절감이 기대된다.

표 4-6. 위성조사방식으로 완전 전환할 경우 비용비교(16개 품목실시 기준)

단위 : 천원

		2007 (QuickBird위성)	2013 (국적위성)		
		연간위성 조사비용	연간위성 조사비용	증가율	연간전화 조사비용
위성영상 취득비용	고해상도	1,052,832	10,528	-99%	-
	저해상도	0	0	0%	-
현장조사 및 관독비용		200,000	255,200	27.6%	-
합계		1,252,832	265,728	-78.7%	674,762

- 1) KOMSAT-2(24km×24km)의 경우 공공기관 또는 지방자치단체의 경우 한국항공우주연구원 위성운영센터를 통해 장당 40만 원 정도에 실비 제공 예정임. 단, 중앙정부기관의 경우 무상으로 국가정보원 지구관측센터에서 제공함. 공공기관에 해당할 경우 07년 현재 QuickBird 비용의 1/100 이하의 수준(24km×24km 장당 40만원 수준)임.
- 2) 국적위성 위성구매는 1) 국정원 영상정보협의체를 통한 실비구매 2) 항공우주연구원을 통한 영상정보협의체 이외 기관의 실비구매 3) KAI이미지를 통한 상업구매 방식이 있음.

2.3. 위성조사방식 업무적용에 따른 비용과 장점

2.3.1. 기존 전화조사방식을 유지할 경우 비용추이 분석

- 현재 농업관측을 위해서 재배면적, 작황, 의향 등을 조사하기 위해 전화조사를 실시한다. 위성 정보를 활용, 이들 정보를 파악할 경우 전화조사를 50% 수준까지 축소할 수 있을 것이다. 그러나 다른 한편으로는 현행의 전화조사 체제를 그대로 유지하는 비용구조도 비교할 필요가 있다.

- 2013년 기준 전화조사에 위성정보를 병행 운영할 경우 전화조사비율(0%, 50%, 100%)에 따라 산지정보 수집비용은 각각 2억 6,572만 8,000원, 6억 310만 9,000원, 940,490천원으로 추정된다. 여기에는 위성정보 비용과 전화조사비용이 모두 포함된 비용이다.
 - 전화조사를 50% 감축하고, 위성정보를 병행 운영할 경우(연간 6억 310만 9,000원) 기존 전화조사방식만을 운영하는 경우(연간 6억 7,476만 2,000원)보다 경제적이다. 따라서 산지정보의 정확성과 신뢰성을 담보하고, 의향조사 등과 같은 전화조사의 장점을 유지할 수 있는 ‘위성조사 도입 + 전화조사 50% 감축’이 매우 의미 있는 방안이라고 판단된다. 이는 비용을 크게 증가시키지 않는 상황에서 산지정보 수집의 신속성과 정확성을 향상시키는 조합이다.
 - ‘위성조사 도입 + 전화조사 50% 감축’ 방안이 ‘기존 전화조사 유지’ 방안보다 경제적인 것은 전화조사의 경우 전화조사당 비용이 위성조사의 단위당 비용에 비해 상승률이 높기 때문이다.
 - 따라서 경제적인 산지조사를 위해 전화조사를 최소화하고, 위성조사의 비율을 단계적으로 높이는 것이 관측사업의 경제적 효율성을 높이는 방안이라고 볼 수 있다.

2.4. 위성조사 방식의 추가적 이점

- 전화조사방식을 줄이지 않는 상황에서 위성조사를 도입하면 관측사업의 정확성과 신속성이 향상되고, 그 밖에 기존 전화조사로는 정보수집이 불가능했던 지역에 대한 조사가 가능할 수 있는 추가적인 이점을 기대할 수 있다.
- 기존 전화조사방식의 경우 조사지역에 대한 사전 정보가 불충분하여 전화조사항목과 현지출장계획 등의 준비에 차질이 있을 수 있다. 전화조사와 현지출장조사 준비 시 위성정보를 통해 사전적으로 조사지역을 파악하면 비용과 시간을 절약할 수 있다.

표 4-7. 2013년 기준 조사방식별 비용비교(16개 품목실시 기준)

단위 : 천원

		위성조사 이외 전화조사 비율별 비용			기존 전화조사 방식
		위성조사만 운영시	전화조사 50% 감축시	기존 전화조사 유지시	
연간 위성조사 비용	고해상도	10,528	10,528	10,528	0
	저해상도	0	0	0	0
	현장조사 및 관독비용	255,200	255,200	255,200	0
연간전화조사비용		0	337,381	674,762	674,762
합계		265,728	603,109	940,490	674,762

- 표본농가와 모니터 조사를 전화조사에 의존하는 현재 방식으로는 산지 작황을 정확하게 조사하는 것이 거의 불가능하다. 조사과정에서 응답자의 주관 개입 등과 같은 오류가 발생할 수 있기 때문이다. 또한 중요한 것은 전년 대비 비교인데 전화조사를 통해 이를 정확하게 확인하는 것은 거의 불가능한 실정이다.
- 따라서 기존 전화조사방식에 위성조사방식을 병행할 경우 기존의 관측업무의 효율성이 제고되고 산출되는 관측정보의 정확성과 신속성이 향상될 수 있다.

표 4-8. 위성정보를 통한 관측업무의 기대 효과

조사	현행	위성정보 추가시
전화조사	• 산지상황을 확인할 수 없는 상태에서 조사 설계가 되어 현재는 매년 반복적인 조사 실시	• 산지상황에 대한 사전지식을 근거로 조사설계 가능 - 사전 조사내용 조정가능
현지조사	• 현지조사를 통해 최초로 산지상황 확인	• 현지조사 전 산지정보 확인가능 - 현지 출장 조사지역 사전 탐색
작황파악	• 주관적인 표본농가·모니터 조사 결과	• 전체 지역에 대한 식생지수 등 계량화 지표 제시 및 전년 대비 비교가능 - NDVI 등 식생지수를 통한 가뭄 등의 지표 확인가능 - 식생변화를 통해 작황상태를 파악
재배면적 산출	• 주관적인 표본농가·모니터 조사 결과에 의존하고 기간이 지난 통계자료	• 표본지역에 대한 재배면적 산출 및 전년 대비 비교 가능 - 주요 주산지 변화 확인

제 5 장

위성정보를 활용한 관측업무 도입의 기본 방향

1. 추진 과제

- 앞서 살펴본 바와 같이 기존의 관측업무에 위성정보를 활용하는 것은 기술적으로나 경제적으로 어느 정도 타당성이 있는 것으로 검토되었다. 그럼에도 불구하고 위성정보를 관측업무에 도입시키기 위해서는 몇 가지 과제가 해결되어야 한다.
- 위성정보의 활용은 기존 조사정보를 중심으로 진행된 관측사업을 한 단계 발전시킬 것으로 기대된다. 그러나 미국 농업통계청의 사례처럼 위성정보가 전화조사 등 기존의 모든 관측업무를 대체하는 것은 불가능할 것이다.
 - 미국 농무부가 기존 조사원방식의 업무를 위성정보 방식으로 완전히 대체하지 못하는 이유도 위성정보만으로는 농업통계의 정확도가 떨어지기 때문이다.
 - 우리나라의 관측사업에서도 생산자와 유통업자의 각종 의향 조사 등에는 위성정보를 활용할 수 없고, 기존의 전화조사방식이 더 효과적인 정보수집 방식이란 점을 명심할 필요가 있다.

- 위성정보를 농업관측에 도입하기 위해서는 도입시점의 높은 고정투자비, 훈련된 인력의 확보 같은 예산·경제적인 문제, 정확한 재배면적 및 작황 판독을 위한 기술적 선결과제와 제도·운영상의 미비점 등이 함께 해결되어야 할 것이다.

1.1. 작황 및 재배면적 추정 기술 개발

1.1.1. 작황: 주요 품목별 작황 파악 기술 확립

- 현재 미국, EU, 캐나다 등에서 곡물의 작황상태를 파악하기 위해 사용되는 식생지수인 NDVI지수는 그동안 주관적 의사판단에 의존하던 작황을 수치화하였다는 데에는 의미가 있으나 실제 지수와 작황과의 상관관계는 작물과 재배방식(시비, 종자 등)에 따라 큰 차이를 보인다.
 - 최근 농촌진흥청에서 이루어진 GNDVI지수를 이용한 엽질소 판독방식은 수확기 최종작황과 높은 상관관계를 보이고 있으나 기존 NDVI지수가 지니는 유사한 문제점을 안고 있으며, 동시에 능동형광학센서와 같은 지상장비 운용을 요구하고 있다.
- 따라서 위성정보를 작황 판단에 활용하기 위해서는 주요 품목별로 식생지수와 작황 또는 단수간의 관계를 확립하고, 이를 통해 단수를 추정할 수 있는 기법을 개발해야 한다.
- 또한 기존 식생지수를 산출하는 위성영상이 1km(NOAA위성의 AVHRR센서), 250m(TERRA위성의 MODIS센서)로 우리나라의 밀식형 재배지역에서는 작물별 작황판독에 한계가 있다. 2008년 발사예정인 통신헤양기상위성의 해상도도 역시 500m이기 때문에 이 문제를 해결하는 데에는 상당한 시

간이 소요될 것으로 예상된다.

- 따라서 관측업무를 위한 안정적인 작물별 작황 판독을 위해서는 점차적으로 다밴드 위성영상의 해상도를 최대한 확대하고, 전국의 촬영주기를 1주 이내로 축소할 수 있는 위성을 확보하는 것이 필수적이다.

1.1.2. 재배면적: 작물 판독기술의 한계와 해상도 문제

- 재배면적 판독의 가장 큰 문제는 다양하게 밀식된 산지의 작물 판독이 어렵다는 점이다. 특히 여름과 같이 모든 작물의 생장이 활발한 시기에는 작물 판독이 거의 불가능하다는 것이 현재까지의 기술수준이다. 또한 작물 판독 기술을 지원할 수 있는 충분한 해상도를 지난 영상을 확보하는 것도 한계가 있다.
 - 현재 국적위성 중 재배면적 판독을 위해 활용할 수 있는 고해상도 영상은 최대 1m급(흑백 기준임, 컬러는 4m급임) 해상도이고, 상업위성인 QuickBird는 최대 0.6m급 해상도를 제공한다.
 - 그러나 한국 작물 재배환경에서는 밭고랑 사이의 간격과 작물의 크기가 작아 상업위성 수준을 넘어서는 정보위성 수준의 해상도를 필요로 한다.
- 따라서 한국과 같은 재배환경의 작물판독과 고해상도 영상을 확보하기 위한 위성용 광학센서의 개발과 RS 판독기술의 개발을 병행해야 한다.
 - 기존 위성기술 수준으로도 표본설계와 현지조사 병행을 통해 문제를 해결할 수는 있으나 위성정보 활용의 장점을 극대화할 수 있는 판독기술 개발과 고해상도 광학센서의 확보는 필수적이다.
 - 또한 광학영상의 경우 구름과 같은 시각적인 제약조건이 많아 실제 업무활용에 필요한 영상을 충분히 확보하는 데에는 한계가 있다.

- 위성영상의 해상도 향상에 발맞추어 기존 농촌진흥청과 학계를 중심으로 진행되는 작물 판독기술 개발에 대한 지속적인 지원이 이루어져야 한다. 또한 광학영상 이외에 레이더(SAR) 방식과 같이 기상에 영향을 받지 않는 판독기술 개발도 필수적인데 이는 홍수와 집중호우 같은 기상재해 상황에서 관측에 필요한 위성정보를 확보하기 위해서이다.

1.2. 전문인력 육성, 확보

- 미국이 농업분야에 위성정보를 도입한 초창기와 같이 우리나라에서도 위성정보의 수집, 가공, 분석 등을 담당할 전문인력이 부족한 실정이다.
 - 특히 위의 작황 및 재배면적 추정을 담당할 전문인력이 시급히 확보되어야 한다.
- 또한 위성정보 파악은 농촌진흥청, 대학 등지에서 담당하더라도, 이를 실제로 적용할 관련 업계기반이 구축되어야 할 것이다.

1.3. 제도적 기반 구축

- 현재 농업부문의 위성정보 활용은 농촌진흥청(토양부문), 국립농산물품질관리원(농업통계산출), 국가정보원(북한농업현황파악) 등 여러 기관에서 분산적으로 진행된다.
 - 농업관측에서는 국내 산지조사 용도 외에도 국내 농산물 가격에 영향을 줄 수 있는 중국 및 미국 농산물 작황 파악에도 위성영상 활용이 필요하다.
 - 농업부문 위성정보 취득 및 RS 기술개발을 위한 예산 및 프로그램 조율을 위한 협의기구가 존재하지 않아 긴밀한 협력에 한계가 있다.
 - 기 취득 위성정보를 보유하고 있는 한국항공우주연구원(KOMSAT,

Ikonos), 국가정보원(KOMSAT, 오피 등) 등으로부터 유기적인 자료협력력을 위한 목적에서도 농업부문의 협의체 구성이 필요하다.

- 미국 농무부 산하 RSCC형태의 협의기구를 설립하여 농업부문 위성정보 취득 및 RS 기술개발 수요를 분석한 점을 벤치마킹할 필요가 있다.

1.4. 예산확보

- 위성정보의 수집·가공·판독을 위해서는 초기 장비 및 소프트웨어에 대한 고정비 투자가 많이 소요된다. 관측을 위해 필요한 주산지 면적의 위성정보 확보에도 많은 예산이 필요하다.
 - 위성정보를 활용하는 관측 품목의 수가 늘어남에 따라 확보해야 할 위성정보의 양이 늘어나지만 수산관측의 사례처럼 이용의 중복성이 있기 때문에 대상품목 확대에 따른 규모의 경제가 가능하다.
- 수산관측은 위성정보 수집·가공·판독업무를 외주용역으로 해결함으로써 인력 및 장비를 신규로 구매하지 않아 초기 사업의 위험성을 최소화하였다.
- 사업 초기에는 유관기관 간 위성사진을 공동으로 확보, 이용하는 방안을 검토할 수 있으며, 수산관측 사례처럼 관련 업체가 필요한 투자를 맡게 하는 것도 하나의 방안일 것이다.

2. 추진 전략

- 위성정보를 관측 사업에 이용하기 위해서는 ① 필요한 위성정보를 확보·판독하고, ② 파악된 정보를 이용하여 관측정보를 생성하고, ③ 관련정보를

데이터베이스화하여 관리할 수 있는 시스템(농업관측위성정보시스템)을 갖추는 일이 필요하다.

- 이를 위해서는 관련 기관 간 긴밀한 네트워크를 구축해서 협력하고, 시범사업부터 단계적으로 표본방식으로 접근하는 전략을 구사해야 한다.

2.1. 단계별 접근

- 위성정보를 관측 사업에 이용하는 데 있어서 세부적인 정보전략계획(ISP)을 거쳐 3년 정도 시범 사업 후 단계적으로 도입하는 것이 바람직하다고 여겨진다.
 - 사업준비 단계에서는 벼를 시작으로 시범 사업을 시작하고, 위성정보를 활용한 관측기법을 개발하여 관련 시스템 구축해야 할 것이다.
 - 미국의 농업통계국처럼 위성정보가 현행 조사방식을 100% 대체하기보다는 보완적으로 활용하면서 관측정보의 고도화를 유도하되, 점차적으로 품목과 지역을 확대해야 할 것이다(Narasimhan and Chandra, 2000).
- 정보전략계획(Information Strategy Planning) 과정에서는 위성정보를 활용한 외국의 농업관측, 모니터링 사례를 심층 분석하고 시범사업 추진을 위한 표본 설계, 시범작목 및 지역을 중심으로 위성정보를 활용한 관측기법 개발, 농업관측위성정보시스템 구축 기본계획 수립, 위성정보를 활용한 관측사업 추진 로드맵 작성, 중장기 사업추진계획 및 소요예산 등을 실시한다.
- 위성정보를 활용한 관측 도입 1차 년도에 정보전략계획 및 시범사업 기간에 벼에 대한 위성관측을 준비하여 2차 년도부터 시범적으로 실시하고, 3차 년도부터 지역집중도가 높은 고랭지 채소, 감귤에 대해 시범 사업을 실시한 후 노지채소와 과일로 사업을 확대할 수 있을 것이다.

표 5-1. 위성정보를 활용한 관측사업 추진 일정(안)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도
사업개요	정보전략 계획(ISP)	시범 사업 및 시스템 구축	시범 사업 및 시스템 구축	시범 사업 및 시스템 구축	업무도입	
대상품목	벼		고랭지 무, 배추, 감귤	고추, 마늘, 양파	노지채소, 과일	
해외산지			중국 산동성(채소)	중국 산동성(과일)	미국, 칠레 등 기타 국가	
				필요시 북한 지역 탐사		
상세내역	정보전략 계획수립	시범사업 관측기법확립 시스템구축	시범사업 관측기법확립 시스템구축 위성DB구축	시범사업 관측기법확립 시스템구축 위성DB구축	시스템개선 위성DB구축 시범사업 결과 보완	시스템개선 위성DB구축 시범사업 결과 보완

- 위성정보에 의한 관측과 기존 방식에 의한 관측 결과를 상호 비교하면
서, 위성정보를 보완적으로 활용하는 전략을 구사해야 할 것이다. 홍수
등에 의한 피해 발생 시 피해지역 및 정도를 분석하여 속보 발행에 활
용할 수 있다.

○ 해외산지 정보는 3차 년도부터 중국 산동성의 채소, 과일에 대해 재배면적
등을 파악하고, 이어서 미국, 칠레 등지로 확대할 수 있다.

2.2. 표본설계를 통한 운영

○ 관측목적의 원하는 시점·지역의 위성자료를 확보하기 위해서는 주산지 중
심의 표본설계를 통해 효율적으로 확보할 수 있다. 표본설계를 하더라도 표
본지역의 원하는 시점에 원하는 자료형태로 얻는 데 한계가 있으므로 이용

가능한 모든 위성사진을 활용하는 것이 적절한 방안이다. 따라서 QuickBird (0.6m급) 외 KOMSAT 2와 IKonos의 고해상도(1m급) 영상의 기 촬영된 데이터베이스를 지속적으로 확보할 필요가 있다.

- 표본설계를 통해 선정되는 샘플지역은 재배면적 판독을 위한 샘플지역과 작황을 판독하기 위한 샘플지역으로 나뉠 수 있다.
- 재배면적을 판독하기 위한 샘플지역은 고해상도 위성영상으로 동일한 패턴을 구분할 수 있는 수준의 재배면적이어야 하며, 통계적 유의성을 지니는 샘플지역을 제시해야 한다. 작황의 경우 작황 판독을 위해 최소한 500m×500m 이상의 재배 지역이어야 한다.

- 관측품목 담당자가 지정한 주산지의 재배지역을 대상으로 표본설계를 하되, 위성해상도와 현장조사를 통한 지상 센서조사가 가능한 500m × 500m 이상의 재배지역은 작황 파악을 위한 샘플지역으로 지정하고, 500m~1km급 해상도의 NOAA, Terra, 해양기상위성 등의 자료를 활용할 수 있도록 해야 한다.

표 5-2. 표본지역 요건

구분	요건	개수
재배면적 샘플지역	단일작물 재배지역으로 10m×10m이상 (KOMSAT-1에서 최소 1픽셀 단위임.) 통계적 유의성을 위해 주산지내 분산 분포	전체지역의 5% 이내
작황 샘플지역	단일작물 재배지역으로 500m×500m 이상 [기상위성(NOAA등) 해상도 판독 가능] 지협적으로 몰려 있지 않아야 함. 현장조사가 가능해야 함. 표준 재배방식 지역일 경우 매우 추천함.	3~4개 지점

2.3. 국적 위성체 활용

- 우리나라 국가우주계획에 의하면 2010년까지 총 5기의 위성체를 발사할 계획이다. 따라서 향후 위성정보를 저렴하고 용이하게 활용할 수 있는 길이 열릴 것으로 기대된다.

※ 국가우주계획에 따른 주요 위성체 및 센서 발사계획

- 고해상도 광학기술(고정밀 관측) : 1호→2호→3호→6호
- SAR 기술(전천후 관측) : 5호→7호
- IR 기술 등(광역 관측) : 3A호

명 칭	추진계획														
	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08 ²⁾	09	10
전자광학관측				1호						2호				3호	6호 착수
SAR 관측													5호		7호 착수
광역관측 ¹⁾											3A 착수				

1) 광역관측위성 3A호(IR탐재)는 개발계획이 확정될 경우 사업계획을 수립 후 착수

2) 상기 위성체 발사 외 해양기상위성(정지위성) 발사가 2008년에 예정됨.

- 현재 유상으로 구매하는 고해상도 영상은 KOMSAT-2 이후 국적 위성정보로 대체가 가능할 것으로 예상된다. 특히 이후 발사예정인 통신해양기상위성(COMS, 정지위성)은 한반도를 500m 해상도로 매일 수 차례 촬영함으로써 작황판독에 도움이 될 것으로 기대된다. 2008년 발사예정인 SAR위성인 KOMSAT-5는 어떠한 기상상황에서도 작황 및 재배면적 판독이 가능할 것으로 보여 위성정보 취득의 다양성과 경제성을 모두 확보할 것으로 기대된다.
- 따라서 앞으로 위성정보는 무상 또는 아주 저렴한 비용으로 확보가 가능할 수 있을 것이다. 특히 KOMSAT-3는 KOMSAT-2에 이어 최대해상도 1m 이

상의 고해상도 영상을 제공할 예정이어서 지속적으로 농업관측에 활용할 수 있는 위성정보 확보에는 어려움이 없을 것으로 기대된다.

- 장기적으로 농업관측·통계와 농지 모니터링 목적의 농업위성이나 농업용 센서 확보도 필요할 것으로 보인다.

표 5-3. 위성사진 운용현황 및 개발 계획

단위 : 천원

현황		위성내역				
		국적	위성명	용도/활용사례	최대 해상도	가격
현재		미국	NOAA	기상 및 작황판독 NASS NDVI지수 곡물 작황판독	1km	무상
		미국	TERRA	기상 및 작황판독	250m	무상
		미국	IKonos	브라질오렌지 재배면적, 작황판독	1m	6
		미국	QuickBird	재배면적 판독	0.6m	82
		한국	KOMSAT-1	참고자료용	10m	무상
		프랑스	SPOT-5	수산관측	2.5m	4
		대만	FORMOSAT-2	수산관측	2m	10
		미국	RADARSAT	전천후 관측	SAR 8m	3
예정	'07	한국	KOMSAT-2	재배면적 판독	1m	무상
	'08	한국	통신해양기상위성	기상 및 작황판독	500m	무상
	'08	한국	KOMSAT-5	전천후 관측 재배면적 및 작황판독	SAR m급	무상
	'09	한국	KOMSAT 3	재배면적 판독	고해상	무상

- 1) 위성영상가격은 1km×1km 촬영당 단가이며, 해상도에 따라 1회 촬영당 면적은 달라짐. 각 위성의 촬영당 영상폭은 Formosat-2(25km×25km), SPOT-5(60km×60km), IKonos(11km×11km), KOMSAT-2(24km×24km), QuickBird-2(16km×16km) 임.
- 2) IKonos는 신규촬영을 실시하지 않음.
- 3) KOMSAT-2(24km×24km)의 경우 공공기관 또는 지방자치단체에 대해서는 한국항공우주연구원 위성운영센터를 통해 장당 40만원 정도에 실비 제공 예정임. 단, 중앙정부기관에 대해서는 무상으로 국가정보원 지구관측센터에서 제공함.

표 5-4. 단계별 부문별 위성활용 계획

	재배면적		작황		
	위성	해상도	위성(센서)	해상도	지표
초기	KOMSAT 1	10m	NOAA (AVHRR)	1,000m	NDVI지수
	QuickBird	0.6m			
국적위성 확보 후 (2009년 이후)	KOMSAT 2	1m	해양기상위성 (광학)	500m	NDVI지수 RATIO지수2)
	KOMSAT-3	1m 이상	KOMSAT-3 (SAR)	고해상도 (미정)	SAR영상

- KOMSAT-2(궤도위성, 1m급 해상도, 컬러)와 해양기상위성(정지위성, 500m급 해상도, 8개 밴드)은 재배면적 관측을 위한 고해상도 위성영상(IKONOS, QuickBird 등)을 대체하고, 작황 관측을 위한 저해상도 위성영상(NOAA, Terra)을 대체할 수 있어 경제성이 크게 개선될 것으로 기대된다. 또한 KOMSAT 2(궤도위성, 1m급 해상도, 컬러)와 해양기상위성(정지위성, 500m급 해상도, 8개 밴드)은 모두 국적위성으로 한반도를 촬영대상으로 하고 있기 때문에 필요한 시기에 영상을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.
 - 해양기상위성(정지위성, 500m급 해상도, 8개 밴드)은 NDVI지수 등의 식생지수 산출이 가능하고 매일 촬영이 가능하기 때문에 작황 관측에 매우 유리한 기술·운영 측면의 장점을 지니고 있다.
- 그럼에도 불구하고 위성정보를 활용한 관측을 위해서는 다양한 해상도의 위성정보를 확보해야 할 것이다. 따라서 용도에 따라 중·저해상도, 고해상도 영상을 혼용하여 사용하는 것이 적절한 방안이다.
- 중·저해상도의 경우 다양한 파장정보를 보유하고 있으므로 작황 확인에 더 유용할 수 있으며, 중·저해상도 관측기법의 도입을 통해 촬영기간을 축소할 수 있는 등 다양한 장점을 지니고 있다.

- 면적이 좁은 주산지는 적은 수의 저해상도 영상으로 충분히 작황상태를 산출할 수 있다.
- 중·저해상도 위성정보는 KOMSAT-1, 해양기상위성(2008년 발사 예정), NOAA(AVHRR(Advanced Very-High Resolution Radiometer) 센서), Terra (MODIS 센서) 위성 등을 활용하고, NDVI 등의 식생지수를 활용하는 것이 유리하다.
 - 일부 작목의 경우 기존에 자료가 축적된 중해상도 KOMSAT 1의 자료를 이용하여 주산지별 재배면적 확인할 수 있다.
 - 미국 NOAA위성 영상은 2주 단위 NDVI방식과 RATIO방식의 이미지 데이터가 1995~1999년, 2001~2003년, 2004년 이후 자료가 축적되어 있다.
 - 미국 Terra위성의 모디스 영상(500m급 저해상도, 한반도를 1달에 5~10회 촬영)은 매일 촬영한 사진을 합성해 구름은 빼고, 지상정보를 축적하여 식생상태를 파악할 수 있다.

2.4. 유관기관 간 협조체제 구축

- 위성정보 수집은 주로 국정원 지구관측센터, 해양위성센터, 기상청, 한국항공우주연구원 등에서 담당하고, 위성정보 분석은 농촌진흥청, 대학 등에서, 그리고 GIS는 건설교통부, 한국농촌공사 등에서 담당한다.
- 농업분야에 위성정보를 효율적으로 활용할 수 있는 시스템을 구축하기 위해 미국이 농업분야에 위성정보를 도입할 때 유관기관 간 공동프로그램을 운영한 것처럼, 또한 미 농무부의 RSCC처럼 우리나라도 농업분야 위성정보 활용을 확대하기 위해 가칭 ‘농업분야위성정보협의회’의 구성이 필요하다.
 - 이러한 협의회에는 농림부 통계기획과가 주축을 이루되, 한국농촌경제연구원, 국립농산물품질관리원 같은 위성정보 활용기관과 한국항공우

주연구원 등의 위성정보 수집기관, 농촌진흥청 같은 위성정보 분석기관 등이 참여, 농업분야에 있어서 위성정보의 활용 분야를 개발하고, 정보를 교류, 공유하며, 필요한 업무를 협조하는 것이 필요하다.

- 초기 시범사업단계에서 위성정보 구매, GIS시스템 등은 컨소시엄 형태로 유관기관과의 협력을 통하여 중복투자를 배제할 수 있다. 농업관측정보센터는 고유영역인 관측업무의 전문성 강화에 초점을 맞추어 활용기법을 개발하고 전략을 수립해야 한다.
- 위성정보 분석 기법은 농촌진흥청과 대학의 연구결과를 활용하고, 사업 시행 초기에는 재배면적 산출용인 고해상도 위성사진은 국립농산물품질관리원 등과 공동으로 구매하여 활용하는 것이 경제적이다.

표 5-5. 위성사업 관련 대상 유관기관 예시

내역	유관기관	역할
위성정보 수집	국정원 지구관측센터	KOMSAT위성 정보 제공
	해양위성센터	해양기상위성 정보 제공
	기상청	Terra 위성 데이터베이스 제공
	한국항공우주연구원	구 IKonos 위성 데이터베이스 제공
	상업위성 판매대행사	IKonos, QuickBird 등의 상업위성 정보 판매
	NASA	NOAA등 관련 위성정보 제공
위성정보 분석	농촌진흥청	위성정보 분석기법 기초연구
	상업위성 분석대행사	위성정보 판독 업무 대행
	대학 등	위성정보 분석기법 기초연구
GIS정보 제공	건설교통부	국가 GIS 제공
	한국농촌공사 농림부 농지과	국가 농지 GIS 제공
위성정보 활용	농림부 통계기획과	통계 및 관측업무 협조
	한국농촌경제연구원	농업관측
	수산물관측센터	수산물관측
	국립농산물품질관리원	농업통계 생성

부록 1

공간해상도에 따른 위성영상 구분

	위성/센서	밴드수	공간해상도	촬영주기	촬영범위	발사연도
고해상도	IKONOS - Pan	1	1m	임의조정	11km	1999
	IKONOS - MS	4	4m	임의조정	11km	1999
	KOMSAT-EOC	1	7m	임의조정	17km	1999
	QuickBird Pan	4	0.61m	임의조정	14km	2001
	QuickBird MS	4	2.44m	임의조정	16.5km	
	OrbView	4	1m/4m	임의조정	8km	2002
	IRS Pan	1	5.8m	48일	70km	
중해상도	Landsat/TM	7	30m/15m	16일	185km	1982
	Landsat/ETM Pan	1	15m	16일	180km	
	Landsat/TM-ETM	6	30m	16일	180km	2000
	Landsat MSS	4	60×80m	16일	180km	
	SPOT/HRV	4	20m/10m	26일	60km	1986
	SPOT-Pan	1	10m	26일	60km	
	SPOT-XS	3-4	20m	26일	60km	1998
	IRS/LISS	3	23m	24일	140km	1995
저해상도	NOAA/AVHRR	4-5	1.1km	1일	2,399km	1980
	SPOT-Vegetation	4	1km	1일	2,250km	1998
	Terra/MODIS	36	250m/500m/ 1km	16일	2,330km	2000

자료 : Carfagna and Gallego(2005), 김충실 외(2005).

참고 문헌

- 과학기술부, 국방부, 산업자원부. 2005. 「우주개발중장기기본계획 수정(안)」.
- 김성준 외. 2005. 「원격탐사기술개발사업 - 농작물관리시스템 개발」. 건국대학교.
- 김성준. 2005. “미래정밀농업을 위한 기반구축 방향.” *Trends in Agriculture & Life Science*.
- 김이현 외. 2007. “GNDVI를 이용한 벼 군락 엽 질소함량 추정.” 「대한원격탐사학회 2007 춘계학술대회논문집」.
- 김충실 외. 2005. 「항공우주기술의 농림분야 활용방안」. 농림부.
- 김충실 외. 2006. 「원격탐사기술의 농업통계분야 도입방향」. *농촌경제* 29(2): 161-176.
- 이재형. 2005. 「국가통계시스템 발전방안」. KDI.
- _____. 2005. 「위성영상 정밀기하보정 및 김 양식어장 판독·DB구축」. 한국해양수산개발원 수산관측센터.
- _____. 2006. 「위성영상 정밀기하보정 및 김 양식어장 판독」. 한국해양수산개발원 수산관측센터.
- _____. 2005. 「위성영상 정밀기하보정 및 어류가두리 양식어장 판독」. 한국해양수산개발원 수산관측센터.
- _____. 2005. 「위성영상 정밀기하보정 및 전복 양식어장 판독」. 한국해양수산개발원 수산관측센터.
- 홍석영 외. 2007. “Polarimetric Scatterometer 시스템을 이용한 벼 군락의 후방산란계수 추정.” 「대한원격탐사학회 2007 춘계학술대회논문집」.
- 홍석영. 2003. 「농업환경분석과 평가를 위한 원격탐사 연구」. 농촌진흥청 농업과학기술원.
- _____. 2005. 「원격탐사 연구 10년」. 농촌진흥청 농업과학기술원.
- 吳炳方. 2000. “全國農情監測與估產的運動化遙感方法.” 「地理學報」. 제55권. 제1기.
- Alistair Davidson et al. 2006. Native vegetation public conservation on private land. ABARE.
- Allen J. D. 1990. “A Look at the Remote Sensing Applications Program of the National Agricultural Statistics Service,” *Journal of Official Statistics* 6(4): 393-409.
- Boken V.K. et al. 2002. “Improving an Operational Wheat Yield Model Using Phenological Phase-based Normalized Difference Vegetation Index.” *International Journal of Remote Sensing* 23(20): 4155-4168.
- Carfagna Elisabetta. 2001. “Cost-effectiveness of Remote Sensing in Agricultural and

- Environment Statistics.” Proceedings of the Conference on Agricultural and Environmental Statistical Application, Rome, Italy(CAESAR). pp. 618-627.
- Carfagna Elisabetta and F. Javier Gallego, 2005. “Using Remote Sensing for Agricultural Statistics.” *International Statistical Review* 73(3): 389-404.
- Ferencz. Cs., et al. 2004. “Crop Yield Estimation by Satellite Remote Sensing.” *International Journal of Remote Sensing* 25(20): 4113-4149.
- Gallego, F.J. 1999. “Crop Area Estimation in the MARS Project.” Conference on Ten Years of the MARS Project, Brussels. pp. 1-11.
- Hale Robert. 1999. Appropriate Role of Remote Sensing in U.S. Agricultural Statistics. FAO Regional Project, Improvement of Agricultural Statistics in Asia and Pacific Countries, First Focal Point Meeting of the Project.
- Hanushak, George et al. 1997. Using Geographic Information System (GIS) for Dissemination of U.S. Agricultural Statistics, paper presented to Statistical Commission and Economic Commission for Euro Conference of European Statisticians.
- Hanushak, George and Rich Mueller. 2002. “Cost and Benefit Analysis of A Cropland Data Layer.” Pecora15/Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS 2002 Conference Proceedings.
- Kawashima K.O.S.Y.H. 1998. “Estimation of Flood Damage to Rice Production in North Korea in 1995.” *International Journal of Remote Sensing* 19(2): 365-371.
- Kogan, Felix, et al. 2005. “Modeling Corn Production in China using AVHRR-based Vegetation Health Indices.” *International Journal of Remote Sensing* 26(11): 2325-2336.
- Labus M.P. et al. 2002. “Wheat Yield Estimates Using Multi-Temporal NDVI Satellite Imagery.” *International Journal of Remote Sensing*. 23(20): 4169-4180.
- Lewis J.E. et al. 1998. “Estimating Maize Production in Kenya using NDVI: Some Statistical Consideration.” *International Journal of Remote Sensing* 19(13): 2609-2617.
- Narasimhan, R.L. and Chandra, H. 2000. “Application of Remote Sensing in Agricultural Statistics.” *The Indian Journal of Agricultural Economics* 55(2): 120-124.
- Short, Nicholas. 2007. Remote Sensing Tutorial. <<http://rst.gsfc.nasa.gov/>>.
- Tsiligirifrs., T.A. 1998. “Remote sensing as a tool for agricultural statistics: a case study

of area frame sampling methodology in Hellas.” *Computers and Electronics in Agriculture* 20: 45-77.

Wannebo A., et al., 2003. “Remote Sensing of US Corn Belt Areas Sensitive to the El Nino-Southern Oscillation,” *International Journal of Remote Sensing* 24(10): 2055-2067.

M86

위성정보의 농업관측 활용 타당성

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)
인 쇄 2007. 12.
발 행 2007. 12.
발행인 최정섭
발행처 한국농촌경제연구원
130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102
02-3299-4000 <http://www.krei.re.kr>
인 쇄 경희정보인쇄(주)
02-2263-7534 <http://www.khip.co.kr>

- 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
 - 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
-