통계청 정책연구용역 발 간 등 록 번 호 11-1240000-000843-14

원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사 (평안남도 · 남포특별시)

A Pilot Survey of North Korea's Rice Cultivated
Area Using Remote Sensing
(South Phyongan · Nampo)

2015. 12.

통계청

제 출 문

통계청장 귀하

본 보고서를 「원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사(평 안남도·남포특별시)」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2015년 12월 11일

○ 주관연구기관명 : ㈜인스페이스

○ 연 구 책 임 자 : 최 명 진 대표이사

○ 연 구 원 : 이 상 민 ㈜인스페이스

우 한 별 ㈜인스페이스

○ 연 구 보 조 원 : 천 용 호 ㈜인스페이스

한 영 훈 ㈜인스페이스

양 윤 정 ㈜인스페이스

조 창 연 ㈜인스페이스

성 소 현 ㈜인스페이스

장 수 민 ㈜인스페이스

김 재 엽 ㈜인스페이스

요 약 문

1. 연구제목

원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사(평안남도 · 남포특별시)

Ⅲ. 연구목적

- 북한 지역 경지면적 산정을 위한 1개시 및 1개도 벼 재배면적 지도 구축
 - 평안남도 · 남포특별시를 대상지역으로 벼 재배면적 산정작업 수행
 - 북한 전역의 벼 재배면적 산정을 위한 원격탐사 자료 활용 데이터베이스 구축 및 판독 정확도 향상 기법 개발
 - 통계청에서 자체 판독예정인 자강도에 대한 DB품질 검수

Ⅲ. 연구내용

- 원격탐사를 활용한 북한 지역 벼 재배면적 조사
- 시범지역 및 시기선정
- 디지타이징 기법을 활용한 전자 지도 작성
- 위성영상 판독을 통한 벼 재배면적 산정
- 판독 정확도 향상 방안 도출
 - 접근불능 지역에 대한 위성영상 판독 정확도 향상 방안 연구
 - 활용 위성영상의 기하정확도 산정 및 경지(논)경계구획도의 면적정확도 분석
- 통계청 자체 판독결과 품질검수 수행
- 통계청 RS팀의 판독 정확도 향상을 위한 전자지도 구축 작업 관련 실무교육
- 통계청 자체 판독 지역(자강도)의 판독결과를 평안남도·남포특별시의 판독 결과와 동일한 수준으로 유지하기 위한 데이터베이스 품질관리 수행

IV. 주요 연구결과

- 시범지역으로 선정된 1개시 및 1개도를 대상으로 디지타이징 기법을 활용한 벼 재배면적 추정
- 판독 라이브러리 작성, 품질검수팀 운영, 북한이탈주민 인터뷰, Landsat-8 활용 등 판독 정확도 향상 방안 도출
- 사업에 활용된 위성영상 및 참고자료의 기하정확도 분석
- 디지타이징 기법에 따른 벼 배재면적의 면적오차 범위 산출
- 통계청 자체 구축 지역 디지타이징 결과물 품질관리

차 례

제1장 서 론1
1.1. 연구 배경1
1.2. 연구 목적4
1.3. 연구 수행기간4
1.4. 연구 내용5
1.5. 기대효과6
제2장 원격탐사를 활용한 북한 벼 재배면적 시험조사7
2.1. 시범지역 및 시기 선정7
2.1.1. 시범지역 선정7
2.1.2. 시범시기 선정10
2.2. 연구추진 절차11
2.3. 자료수집13
2.3.1. 위성영상13
2.3.2. 지리정보자료19
2.3.3. 각종 통계 및 연구 조사21
2.4. 위성영상 판독을 통한 벼 재배면적 추정 23
2.4.1. 자료 전처리23
2.4.2. 경지(논)경계구획도 작성25
2.4.3. 벼 재배면적 산정 및 결과분석35
2.5. 기 구축 지역 전자지도 취합38
2.6. 소결론39
제3장 판독 정확도 향상 방안 연구40
3.1. 판독 정확도 검증 방안 도출40
3.1.1. 판독라이브러리 작성40
3.1.2. 교차검증41
3.1.3. 품질검수팀 운영42
3.1.4. LANDSAT영상을 활용한 물 댄 시기의 논 구분46
3.1.5. 북한이탈주민 인터뷰48
3.1.6. 미디어 매체를 활용한 북한 농업환경 분석51

3.2. 경지(논)경계구획도 정확도 분석	58
3.2.1. 활용 기초자료의 기하정확도 산정	58
3.2.2. 디지타이징 기법 활용 면적오차 산정 2개시군 검	중60
3.3. 소결론	
제4장 통계청 자체 판독지역 DB 품질검수	······70
4.1. 통계청 RS팀 전자지도 구축 작업 관련 실무협의	······ 70
4.1.1. 1차 품질검수 회의(15.07.07)	······ 70
4.1.2. 2차 품질검수 회의(15.08.18)	
4.1.3. 3차 품질검수 회의(15.10.15)	
4.1.4. 4차 품질검수 회의(15.11.11)	
4.2. 상시 품질검수 및 피드백(Feedback)	
4.2.1. 품질검수 보고서 작성 ···································	
4.3. 소결론	
제5장 결론	70
5.1. 연구내용 및 결과 요약	
5.2. 제언	80
참 고 문 헌	81
부 록	84
1. SPOT-6&7 위성영상 상세 수급 목록	85
2. KOMPSAT-2&3 위성영상 상세 수급 목록	
3. KOMPSAT-2&3 위성영상 수급 INDEX	
4. LANDSAT-8 위성영상 상세 수급 목록	
5. 3개시도(남포특별시·평안남도·자강도) 경지(논)경계 ⁻	
6. 판독 라이브러리	
7. 판독 모호 사례	
8. 작업자 교육 매뉴얼	
9 품질건수 결과 보고서	

그 림 차 례

그림	1. 시범지역 선정	7
그림	2. 북한 평안남도 및 남포특별시의 벼 재배면적 추정 절차	11
그림	3. SPOT-6&7 위성 ·····	13
그림	4. KOMPSAT-2 위성 ·····	15
	5. KOMPSAT-3 위성	
그림	6. LANDSAT-8 위성 ······	17
그림	7. Google Earth 영상지도 ······	19
그림	8. 접근불능지역 수치지형도(1:25,000) INDEX	2 0
그림	9. GIEWS 브리핑 자료(2015.6.17) ······	22
그림	10. World Agriculture Production(USDA FAS)	22
그림	11. 영상합성(Layer stack)	23
그림	12. 영상융합(Image fusion)	24
그림	13. 기하보정(Geometric Correction) ······	25
	14. 1차 디지타이징 결과(평안남도&남포특별시)	
그림	15. 1차 디지타이징 결과(자강도)	29
	16. 2차 디지타이징 결과(평안남도&남포특별시)	
그림	17. 2차 디지타이징 결과(자강도)	31
그림	18. 경지(논)경계구획도 기 구축 지역 전자지도 취합 결과	38
그림	19. 판독자간 교차 검증 수행	42
그림	20. 품질검수 흐름도	4 3
	21. 물댄 논(LANDSAT-8) ·····	
	22. LANDSAT-8 위성영상 논 지역 판독	
그림	23. 북한이탈주민 인터뷰 실시	4 8
그림	24. 북한 개풍평야의 가뭄 전 후 비교(좌), FAO 북한 파견단 인터뷰(우) ··	53
그림	25. 조선일보 기사(2015년 6월)	54
그림	26. 가뭄으로 말라버린 연풍호	55
	27. FAO Crop Prospects and Food Situation, NO. 1	
	28. FAO Crop Prospects and Food Situation, NO. 3	
	29. FAO Crop Prospects and Food Situation, NO. 4	
	30. 면적오차 산정 선행 연구(Eleonora et al. 2013)	
	31. 랜덤 추출된 경지(논)경계구획도	
그림	32. 디지타이징오차 예시	63

그림	33.	벡터를 레스터로 변환하는 과정에서 발생되는 오차	64
그림	34.	픽셀 오차 기준······	64
그림	35.	농·수로의 구획 ······	65
그림	36.	두렁의 폭 산정 기준	66
그림	37.	상시 품질검수 및 피드백 흐름도	· 74

표 차 례

丑	1.	시범지역 시군별 면적	9
丑	2.	자료수집 내역	13
丑	3.	SPOT-6&7 밴드 특성 ·····	14
丑	4.	KOMPSAT-2 밴드 특성 ······	16
丑	5.	KOMPSAT-3 밴드 특성	17
丑	6.	LANDSAT-8 밴드 특성	18
丑	7.	속성파일 필드구조 정의	26
丑	8.	속성파일 테이블 정의	27
丑	9.	북한 평안남도, 남포특별시, 자강도 논 면적 최종 산출 결과	32
丑	10.	논 면적 중감에 대한 분석	33
丑	11.	FAO의 추정 논 면적 자료와 결과 값 비교	34
丑	12.	평안남도, 남포특별시, 자강도 벼 재배면적 산정 결과	37
丑	13.	벼 생육시기별 영상패턴	41
丑	14.	디지타이징 오류사항 예시	42
丑	15.	기본검수 오류 예시	44
		내용검수 오류 예시	
丑	17.	위상검수 오류 예시	44
		인접검수 오류 예시	
丑	19.	품질검수 내용 및 방법	4 5
丑	20.	초청 북한이탈주민 인적사항	4 8
丑	21.	평안남도 안주시 판독 모호사례	49
丑	22.	평안남도 청남구 판독 모호사례	50
丑	23.	평안남도 숙천군 판독 모호사례	50
丑	24.	자강도 우시군 판독 모호사례	51
丑	25.	Comparison between the geolocation accuracies of	
		KOMPSAT-2 and KOMPSAT-3 single images(정재훈 외, 2014)	59
丑	26.	수치지도 축척별 표현 정확도	60
		연구지역 면적오차 산정 결과	
		연구지역 면적오차 범위	
丑	29.	자강도 품질검수 보고서 예시	7 5
丑	30.	자강도 품질검수 보고서 피드백(Feedback) 예시	76

제1장 서 론

1.1. 연구 배경

- 최근 실측조사를 기본으로 하고 있는 농업통계 조사 방법의 비효율성을 극복하기 위해 국내외에서는 원격탐사를 활용한 다양한 조사 기법이 수행 중이다. 현재 시행되고 있는 우리나라의 농업통계 조사는 산재해있는 표본 조사구를 직접 현장 조사하는 방법으로 진행되고 있으며, 이로 인해 조사원 관할의 지형파악 및 작물식별 능력 확보에 상당 기간이 소요되고 있다. 또한 조사 지역의 정보를 육안으로 판단해야하기 때문에 비표본 오차가 발생할 가능성도 높으며, 실측조사의 경우 '접근 불능 지역'의 조사가 현실적으로 불가능하므로 실효성 있는 농업통계 조사방법의 대안이 시급히 요구된다.
- O 접근 불능 지역의 공간적 분석을 위한 대안으로 꼽히는 원격탐사 기법은 항공기나 인공위성 등에 탑재된 센서를 이용, 지표의 대상물에서 반사·방사되는 전자파를 감지해 대상물이나 현상에 대한 정보를 추출·해석할 수 있다. 각 물체가 보유하고 있는 분광반사 특성을 이용하는 원격탐사 기법은 넓은 지역의 지표 대상물에 대한 최신 정보를 한 번에 수집할 수 있으며, 동일 지역에 대한 정보도 주기적으로 제공받을 수 있다.
- O 해외의 경우 선진국을 중심으로 인공위성 영상을 판독해 농업통계를 생산하는 원격탐사 기술이 이미 실용화되어 활용되고 있다. 미국과 유럽연합은 1970년대부터 농업통계 업무에 원격탐사 기술을 적용해 재배면적 조사를 진행하고 있으며, 작물별 생산량 조사에서도 공식통계 산출 보조자료 및 정책 의사결정 자료로 활용하고 있다. 또한 일본은 2010년부터 원격탐사기술을 도입해 시범사업을 실시 중으로 일본 전 지역을 대상으로 경지총조사와 경지면적조사에 적용하고 있으며, 시범사업을 통해 원격탐사기술의 효용성이 입증되면 다양한 통계 조사에 활용할 계획이다.

- 우리나라 역시 원격탐사 추진을 위한 여건이 성숙 단계에 도달한 상태다. 2006년 다목적실용위성 2호, 2012년 다목적실용위성 3호, 2013년 다목적실용위성 5호, 2015년 다목적실용위성 3A호의 발사로 국산 고해상도 광학 및 레이더영상의 활용이 가능해졌으며, 이외에도 다양한 위성영상확보가 기대된다.
- 특히 북한 농업통계 원격탐사 추진을 위한 사업에서의 활용이 주목되는데, 박근혜 정부는 출범과 동시에 '한반도 신뢰구축 프로세스'에 의거한 대북정책을 발표하면서, 그 구체적 방안으로 한반도의 지속가능한 평화 구축, '한반도 신뢰 프로세스' 본격 가동, 한반도 통일시대의 준비 등을 제시한 바 있다.
- 그 중에서도 농업 분야 협력의 경우, 작년 남북한 정상이 농업 분야의 협력을 강조하여 남북한의 농업협력과 농업정책 추진을 대비한 다양한 성과가 기대된다. 박근혜 대통령은 신년기자회견과 독일 드레스덴 구상을 통해 남북농업 협력사업의 단계적 추진과 복합농촌단지 협력 추진의사를 밝혔고(2014.03.28), 김정은 위원장은 작년 신년사에서 농업과 남북관계 개선을 강조했다.
- 또한 2015년 12월 11일에 예정된 남북 차관급 당국회담을 통해 이산가족 상봉과 상봉 정례화, 금강산 관광 재개 및 농업 협력 등이 주요 의제로 상정될 것으로 예상되므로, 남북간 농업협력을 통한 관계 개선이 다시금 기대되고 있다.
- 최근 국제 곡물가격 급등과 식량자원화 추세에 대응해 농업분야 교류가 대북관계 개선의 화두로 등장하면서, 남북 농업 협력은 동북아 농업 협력의 진입과 남북통일에 대비하기 위한 필요조건으로 제기되고 있다. 이에 우리나라 역시 북한과의 농업 협력과 통일 농업

정책 추진을 대비해 북한 농업 통계와 관련된 다양한 연구를 수행 중에 있다.

- 농업 통계는 농업이 가지는 다원적인 기능으로 인해 국가의 식량 정책뿐만 아니라 정치, 경제, 군사안보, 환경보전 등에 관한 정책을 수립할때 중요한 기초 자료로 이용된다. 특히 경지면적 통계는 국가 식량산업의기반인 토지자원의 확보와 관리, 그리고 지속적 농업생산력의 보전을위해 매우 중요한 자료를 제공한다.
- O 그러나 북한의 경우 1970년대 초반 이후 농업 관련 통계를 수치화해 보고하지 않았고, 그로 인해 1990년대 중반까지 유엔식량농업기구(FAO)와 북한과 이해관계가 깊은 국가들이 집계하거나 추정해 발표해왔다. FAO의 추정 통계자료의 경우, 국제적 정세 등의 이유로 정기적인 통계자료로 발간되지 못하고 있으며 추정 근거가 객관적이지 못한 한계가 있다. 북한의 농업 통계 수치에 대한 신뢰도가 낮을 수밖에 없었던 이유다. 이에 계속되는 북한 농업생산 침체 상황에 국제 사회의 지원이 요구되고 있고, 북한 농업 통계 자료 구축의 필요성이 본격적으로 제기되기 시작했다.
- 통계청의 경우 농업통계 조사에 원격탐사기술을 적용하기 위한 다양한 시범사업을 수행하고 있으며, 특히 원격탐사 활용 경지면적 조사의 경우 이미 실용화되어 전국 사업을 매년 지속적으로 수행하고 있다. 또한 위성영상을 이용한 북한의 벼 재배면적 조사에 대해서도 시범지역을 점차 확대하여 빠른 시일 내에 실용화할 수 있도록 시범사업을 수행중이다.
- O 본 연구는 원격탐사 기술을 적용한 북한의 벼 재배면적 추정을 위한 시범사업의 일환으로 수행하게 되었으며, 본 연구를 통해 진행된

북한의 벼 재배면적 시험조사 역시 시범지역을 점차 확대해 빠른 시일 내실용화할 수 있도록 진행할 계획이다. 이를 통해 북한의 농업현황을 정량적·정성적으로 파악하여 대북관련 농업 정책 추진을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

1.2. 연구 목적

- 본 연구에서는 북한 지역 평안남도·남포특별시를 대상으로 논 지도 구축 및 벼 재배면적 추정을 수행하고 북한 전역의 벼 재배면적 산정을 위한 원격탐사 자료 활용 데이터베이스 구축 및 판독 정확도 향상 기법을 개발한다. 또한 통계청에서 자체 판독 및 구축한 북한 지역 자강도에 대한 DB 품질 검수를 수행하여 평안남도·남포특별시 판독 결과와 동일품질을 유지하도록 하는데 그 목적이 있다.
 - 북한 지역 경지면적 산정을 위한 1개도·1개시 벼 재배면적 지도 구축
 - 평안남도·남포특별시를 대상지역으로 벼 재배면적 산정작업 수행
 - 북한 전역의 벼 재배면적 산정을 위한 원격탐사 자료 활용 데이터베이스 구축 및 판독 정확도 향상 기법 개발
 - 통계청에서 자체 판독 예정인 자강도에 대한 DB 품질 검수

1.3. 연구 수행기간

○ 본 연구의 수행기간은 2015년 5월 26일 ~ 2015년 12월 15일이다.

1.4. 연구 내용

- O 원격탐사를 활용한 북한 지역 벼 재배면적 시험조사
 - 시범지역 및 시기선정
 - 시범지역 : 북한 지역 평안남도 및 남포특별시 선정
 - 조사시기 : 북한 지역 벼 생육시기 및 위성영상의 수급여건을 고려한 최적 시기 선정
 - 위성영상 판독을 통한 벼 재배면적 산정
 - 선정된 북한 지역의 평안남도 및 남포특별시에 대한 벼 재배면적 산정
 - 신규촬영 영상(KOMPSAT-2&3, SPOT-6&7 위성영상)을 활용한 2015년도 북한 벼 재배지역 지도 구축
 - GIS/RS 기법을 활용한 전자 지도 작성 및 RS 기법 활용을 통한 추출 방법론 도출
- O 판독 정확도 향상 방안 도출
 - 접근불능지역에 대한 위성영상 판독 정확도 향상 방안 연구
 - 활용 위성영상의 기하정확도 산정 및 경지(논)경계구획도의 면적정확도 분석
- O 통계청 자체 판독결과 품질검수 수행
 - 통계청 RS팀의 판독 정확도 향상을 위한 전자지도 구축 작업 관련 실무교육
 - 통계청 자체 판독 지역(자강도)의 판독결과를 평안남도·남포특별시의 판독 결과와 동일한 수준으로 유지하기 위한 데이터베이스 품질관리 수행

1.5. 기대효과

- O 북한 벼 재배면적 추정 및 검증 방안을 제시함으로써 원격 탐사 기술을 활용한 접근 불능 지역 연구의 실용화 기반을 마련할 수 있다.
- O 실용화 기반이 마련된다면 향후 북한 전역에 대한 결과물 획득을 기대할 수 있을 것으로 예상되며, 획득된 자료를 통해 보다 정확한 북한의 식량자원 현황 파악이 가능해 질 것으로 보인다. 이로 인해 인도적 식량자원 물량 추정과 통일 대비 남북한 식량자급률 제고 방안 수립의 의사결정 자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.
- 국가 통계 정보의 선진화를 위한 기초연구로서의 역할 수행은 물론, 신뢰받는 선진 농업 통계 생산을 통한 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.
- 조사방법의 현대화로 시간, 인력, 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상되며, 이를 통한 효율성 증대로 비표본오차의 발생이 방지되어 통계 정확도 역시 향상될 것으로 보인다.
- 본 연구를 통해 원격탐사 기술을 이용한 북한 벼 재배면적 산정 통계 업무 활용의 토대가 마련될 것으로 기대되며, 또한 북한 지역 주요 식량 작물의 재배면적 산정 등 신규 통계 개발로 인한 수요자 만족도의 향상이 기대된다.

제2장 원격탐사를 활용한 북한 벼 재배면적 시험조사

2.1. 시범지역 및 시기 선정

2.1.1. 시범지역 선정

○ 북한 벼 재배면적 시험조사 연구를 위한 시범지역으로 평안남도와 남포특별시를 선정하였다.

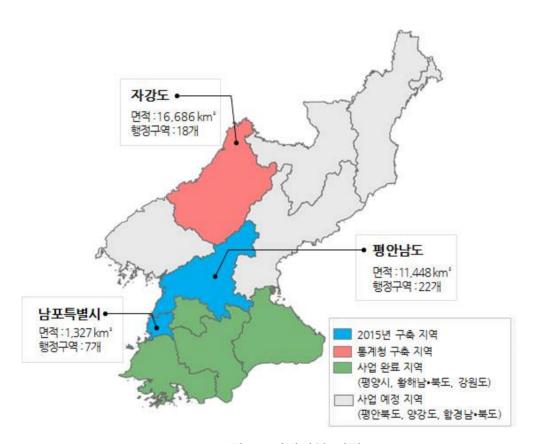


그림 1. 시범지역 선정

○ 평안남도는 한반도 서북지방의 가운데에 있는 도로 면적은 약 11,448km²이고, 행정구역은 5개의 시와 14개의 군, 1개의 구, 2개의 지구로 나뉜다. 평안남도의 대부분 지역은 대동강유역 또는 대동산지에 속해 있고 동쪽에서부터 서쪽으로 가면서 점차 지형이 낮아진다.

- 평안남도의 지리적 위치와 특성으로 기후의 지역적 차이가 심하고 기후는 남북간의 차이보다 동서간의 평지와 산지간의 차이가 심하다. 연평균기온은 5~10℃이고 연 평균 강수량은 820~1,500mm이며 해안에서 내륙지방으로 가면서 강수량이 많아진다.
- 평안남도는 북한 지역의 주요 곡창지대의 하나로 곡물생산을 기본으로 하는 농산업과 과수업, 양잠업으로 이루어져 있다. 주요 곡물은 벼, 옥수수 등으로 벼가 곡물의 65%를 차지하며, 옥수수가 북한 지역에서 가장 많이 생산되는 지역이다.
- 남포특별시는 북한 중부 대동강 하구의 북쪽을 차지하고 있으며, 평양에 이은 북한 제2의 도시로 면적은 약 1,327k㎡이고, 행정구역은 2개의 군과 5개의 구역으로 나뉜다.
- O 농업은 벼를 기본으로 하는 곡물과 채소, 축산, 과일, 양잠업으로 이루어져 있다. 경지면적은 시 면적의 약 39.1%로 이 중 논이 46.7%를 차지한다.
- O 자강도는 한반도 북서부 내륙에 위치하고 있으며, 면적은 약 16,686km이고 행정구역은 3개의 시와 15개의 군으로 나뉜다. 동부는 양강도, 남부는 함경남도, 평안남도, 서부는 평안북도, 북부는 압록강을 사이에 두고 중국 동북지방과 서로 접하고 있다.
- O 자강도의 지형은 동부에서 서부로 가면서 점차 낮아지고 산지는 행정구역 전체의 98%를 차지하며 동부지역에 위치한 낭림산맥은 개마고원과 자강산지를 갈라놓는 자연경계를 이루고 있다.

- 자강도는 대륙의 영향을 강하게 받아 대륙성 기후 현상이 뚜렷하고 연평균강수량은 830~1,350mm로 지역적 차이가 심하며 연평균강수량의 50~60%가 여름철에 내린다.
- O 농업은 곡물과 채소를 비롯한 농산업과 축산업, 과수업으로 이루어져 있으며, 이 중 가장 비중이 큰 것은 농산업이다. 주요 곡물은 옥수수, 벼, 콩이며, 이 중 옥수수가 80%를 차지한다.

(출처: NK조선, http://nk.chosun.com/bbs/list.html?table=bbs_13)

표 1. 시범지역 시군별 면적

시 군	면적(㎢)	시 군	면적(㎢)	시 군	면적(㎢)
개천시	667.6	강서구역	237.3	강계시	368.6
대동군	275.5	대안구역	87.3	고풍군	704.9
대흥군	1,247.0	룡강군	156.8	낭림군	2,057.7
덕천시	690.6	온천군	360.3	동신군	1,211.5
득장지구	15.1	와우도구역	172.5	룡림군	1,203.3
맹산군	721.3	천리마구역	109.2	만포시	665.7
문덕군	310.3	항구구역	203.7	성간군	956.6
북창군	665.4			송원군	1,149.3
성천군	653.8			시중군	489.7
숙천군	415.3			우시군	681.6
순천시	331.5			위원군	1,171.2
신양군	721.7			자성군	863.5
안주시	275.6			장강군	718.7
양덕군	791.6			전천군	993.7
영원군	1,195.7			중강군	650.6
운곡지구	153.2			초산군	568.8
은산군	479.3			화평군	1237
증산군	347.4			희천시	993.9
청남구	17.8				
평성시	337.7				
평원군	453.2				
회창군	681.0				
평안남도	11,447.7	남포특별시	1,327.1	자강도	16,686.2

2.1.2. 시범시기 선정

○ 한반도 서북부의 경우 벼의 생육시기에 따라 파종기(3월 초~5월 말), 생육기(6월 초~9월 중순), 추수기(9월 중순~10월 말), 휴식기(10월 말~3월 초)로 구분하였으며 벼의 생장이 가장 활발한 생육기(6~9월)를 시범시기로 선정하고 그에 따른 위성영상을 취득하였다.

2.2. 연구추진 절차

○ 본 연구에서 수행한 원격탐사를 활용한 북한 지역 평안남도 및 남포특별시의 벼 재배면적 추정 과정은 다음과 같다.

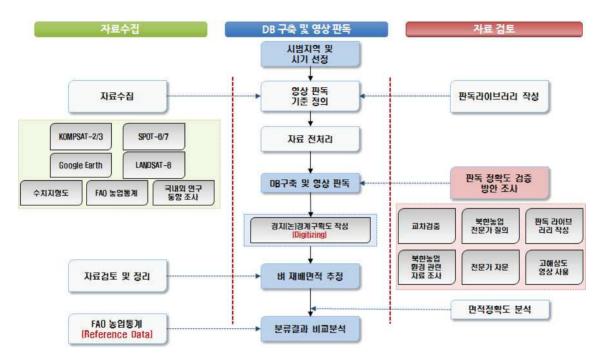


그림 2. 북한 평안남도 및 남포특별시의 벼 재배면적 추정 절차

- O 먼저 시범지역인 북한 지역 평안남도 및 남포특별시를 대상으로 활용할 위성영상의 수집 시기를 선정하고 그에 따른 KOMPSAT-2&3, SPOT-6&7, LANDSAT-8 위성영상, 접근불능지역 수치지형도, FAO 농업통계 등의 자료를 수집하였다.
- 수집된 영상자료를 바탕으로 영상합성, 영상융합, 좌표변환, 기하보정 등의 전처리를 수행하였으며, 시범지역으로 선정된 평안남도 및 남포특별시 지역에 대해 디지타이징 기법을 이용하여 경지(논)경계구획도를 구축하고 벼 재배면적을 추정하였다.

O 판독 정확도 검증을 위해 판독자간 교차검증, 북한이탈주민 인터뷰, 판독라이브러리 작성, 전문가 자문 등을 수행하여 판독 정확도를 향상시키고자하였으며, 이로 인해 도출된 결과를 유엔식량농업기구(FAO)의 세계식량 정보및조기경보시스템(GIEWS; Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture)에서 발간한 국가보고서 내 북한지역시도별 논 면적 추정자료와 비교분석하였다.

2.3. 자료수집

○ 본 연구에서 북한 지역 평안남도 및 남포특별시의 벼 재배면적 추정을 위해 유관기관으로부터 수집한 자료는 다음과 같다.

<u> </u>	丑	2.	자료	수집	내역
----------	---	----	----	----	----

수집자료	자료유형	촬영시기	자료협조기관	자료 수
SPOT-6	*Primary product	2015	통계청	28장
SPOT-7	*Primary product	2015	통계청	5장
KOMPSAT-2	정사영상	2013~2015	항공우주연구원	153장
KOMPSAT-3	정사영상	2013~2015	항공우주연구원	87장
LANDSAT-8	**Level1T	2015	USGS	5장
수치지형도	1/25,000	2012~2014	국토지리정보원	988도엽

^{*} Primary product : SPOT 영상의 기본 산출물로서 방사보정 및 센서보정이 적용된 데이터

2.3.1. 위성영상

71. SPOT-6&7



그림 3. SPOT-6&7 위성

^{**} Level1T : LANDSAT 영상의 산출물로서 체계정보, 방사보정, 기하보정이 적용된 데이터

- O SPOT-6&7은 프랑스 Astrium社에서 개발한 쌍둥이 위성으로 SPOT-6는 2012년 9월, SPOT-7은 2014년 6월에 발사되었으며 2개의 위성이 일정한 간격을 유지한 채 동일 궤도상에서 운용되고 있는 상업용 지구관측위성이다.
- 두 위성 모두 흑백 1.5m, 컬러 6m의 공간해상도를 가지며, 관측폭은 SPOT-5와 동일한 60km이지만 SPOT-5에 비해 위성의 기동성이 더욱 향상되었다. 동일 지역에 대한 재방문주기는 최소 3일이고 주요 임무는 고해상도 국토관측 및 재난 모니터링이다.

표 3. SPOT-6&7 밴드 특성

Bands	Spectral Range(µm)	Ground Resolution (m)
(Band 1) Blue	0.45 ~ 0.52	6
(Band 2) Green	0.53 ~ 0.60	6
(Band 3) Red	0.62 ~ 0.69	6
(Band 4) Near-Infrared	0.76 ~ 0.89	6
(Band 5) PAN	$0.45 \sim 0.75$	1.5

O 본 연구에서 수집한 자료유형은 6m 해상도의 MS(Multi-spectral) Primary product 자료로서 촬영시기는 2015년이다. 남포특별시의 경우 Panchromatic 영상을 추가 수급하여 1.5m 해상도의 영상을 판독에 활용하였다.

LI. KOMPSAT-2



그림 4. KOMPSAT-2 위성

- O KOMPSAT-2(아리랑 2호)는 국내에서 개발하고 항공우주연구원에서 운영하고 있는 우리나라 최초의 1m급 고해상도 광학위성으로 지구고도 685km에서 운용되고 있으며, 2006년 7월 러시아에서 발사되었다.
- O KOMPSAT-2에 탑재되어 있는 MSC(Multi-Spectral Camera)센서는 1m 해상도의 흑백영상과 4m 해상도의 컬러영상을 식별하고 촬영할 수 있는 성능을 갖추었고 관측폭은 15km이다. 지구 선회 주기는 하루에 약 15바퀴이며, 최소 3일에 한 번 같은 지역을 촬영하며 전 지구의 공간정보를 취득한다.
- 취득된 영상 정보는 지리정보시스템(GIS) 구축, 자원탐사 및 환경·농업·해양 등의 관련 분야에 활용되고 있다.

표 4. KOMPSAT-2 밴드 특성

Bands	Spectral Range(µm)	Ground Resolution (m)
(Band 1) Blue	$0.45 \sim 0.52$	4
(Band 2) Green	0.52 ~ 0.60	4
(Band 3) Red	0.63 ~ 0.69	4
(Band 4) Near-Infrared	0.76 ~ 0.90	4
(Band 5) PAN	0.50 ~ 0.90	1

○ 본 연구에서 수집한 자료유형은 한국항공우주연구원에서 배포하고 있는 한반도 정사영상으로, 촬영시기는 2013~2015년이다(상세 수급 목록 부록2 참조).

CH. KOMPSAT-3

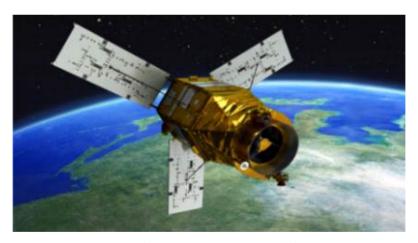


그림 5. KOMPSAT-3 위성

O KOMPSAT-3(아리랑 3호)는 국내 최초의 서브미터(Sub-meter)급 지구관측 위성으로 탑재되어 있는 AEISS(Advanced Electronic Image Scanning System)센서는 Panchromatic 0.7m, Multi-spectral 2.8m 의 공간해상도를 가진다. O KOMPSAT-3의 관측폭은 15km이며 지구 선회 주기는 하루에 약 15바퀴이고 주로 공공안전, 재난재해, 국토 자원관리, 환경감시 등의 임무를 수행한다.

표 5. KOMPSAT-3 밴드 특성

Bands	Spectral Range(µm)	Ground Resolution (m)
(Band 1) Blue	$0.45 \sim 0.52$	2.8
(Band 2) Green	0.52 ~ 0.60	2.8
(Band 3) Red	0.63 ~ 0.69	2.8
(Band 4) Near-Infrared	0.76 ~ 0.90	2.8
(Band 5) PAN	0.50 ~ 0.90	0.7

- 본 연구에서 수집한 자료유형은 한국항공우주연구원에서 배포하고 있는 한반도 정사영상으로, 촬영시기는 2013~2015년이다(상세 수급 목록 부록2 참조).
- o KOMPSAT-2&3 위성영상 수급 Index(부록3 참조)

라. LANDSAT-8



그림 6. LANDSAT-8 위성

o LANDSAT-8은 2013년 2월 11일에 NASA와 USGS의 협력으로 발사된

위성으로 공간해상도 30m의 MS영상과 15m의 Pan영상을 취득하며, 관측폭은 185km이다. 고해상도 국토 및 식생 관측을 목적으로 약 16일 주기로 전 지구를 선회하며 다음과 같은 밴드별 특성을 갖는다.

표 6. LANDSAT-8 밴드 특성

Bands	Spectral Range(µm)	Ground Resolution(m)
(Band 1) Coastal/Aerosol	0.43 ~ 0.45	30
(Band 2) Blue	$0.45 \sim 0.51$	30
(Band 3) Green	0.53 ~ 0.59	30
(Band 4) Red	0.64 ~ 0.67	30
(Band 5) Near-Infrared	0.85 ~ 0.88	30
(Band 6) SWIR 1	1.57 ~ 1.65	30
(Band 7) SWIR 2	2.11 ~ 2.29	30
(Band 8) Panchromatic	0.50 ~ 0.68	15
(Band 9) Cirrus	1.36 ~ 1.38	30
(Band 10) TIRS 1	10.6 ~ 11.19	100
(Band 11) TIRS 2	11.5 ~ 12.51	100

- 총 11개의 채널이 있으며 OLI(Operational Land Imager) 센서에서 취득하는 Band 1~9 채널과 TIRS(Thermal Infra-Red Sensor) 센서에서 취득하는 Band 10~11 채널로 구성되어 있다. 본 연구에서는 Band 5, Band 6, Band 4를 조합하여 수계와 육지를 구분하는데 활용하였다.
- 본 연구에서 수집한 자료 유형은 미국지질조사소(USGS)에서 배포한 Level1T자료로, 촬영 시기는 2015년이다.

바. 구글어스(Google Earth) 영상

O Google Earth는 Google에서 지구전역의 위성사진, 지도, 지형, 3D 건물정보 등을 무료로 서비스하고 있는 영상지도(http://earth.google.com)이다. 전

세계 지역에 대해 위성영상 및 항공영상을 별도의 비용이나 가입 절차 없이 서비스하고 있으며, 고해상도 위성자료를 계속해서 업데이트하여 제공하고 있어 영상 판독 시 참조자료로 유용하게 활용되고 있다.

○ 구글은 영상지도 제작을 위해 2008년 9월 5억 달러의 예산을 들여 쏘아올린 공간해상도 41cm급의 GeoEye 위성을 통해 촬영하여 영상지도 서비스를 제공하고 있으며, 개인이 만든 이미지 파일들도 등록을 신청하면 서비스되다.



그림 7. Google Earth 영상지도

2.3.2. 지리정보자료

가. 접근불능지역 수치지형도

- 수치지형도는 항공기나 인공위성 등을 통하여 얻은 영상정보를 이용하여 제작한 정사영상지도를 말하며, 땅의 기복, 형태, 수계의 배열 등의 지형을 정확하고 상세하게 나타낸 지도이다.
- 2014년 3월, 국토지리정보원은 2007~2009년 제작된 1:25,000, 1:50,000 축척의 접근불능지역 수치지형도를 일반에 공개하였으며 지속적으로 수정·갱신하고

통일에 대비해 북한의 주요 도심 지역에 대해 상세지도(1:5,000)를 제작 중이다.

○ 영상 판독 시 참고자료로 활용한 수치지형도는 국토지리정보원 협조를 통해 수집한 북한지역 전역에 대한 1:25,000 지도이며 제작 시기는 2012~2014년이다.

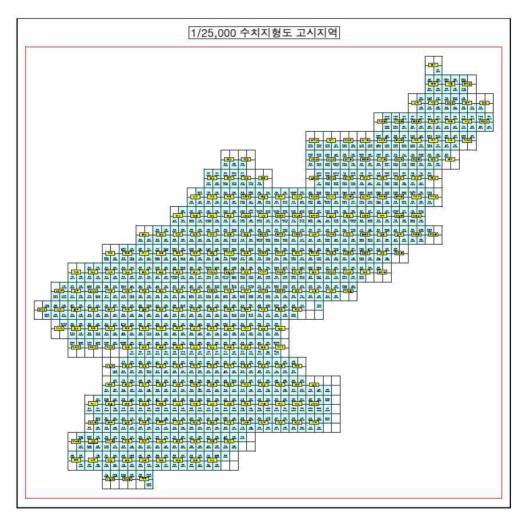


그림 8. 접근불능지역 수치지형도(1:25,000) INDEX

2.3.3. 각종 통계 및 연구 조사

71. FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations)

- 국제연합식량농업기구(FAO)는 인류의 생활 및 영양수준개선, 식량 생산 및 분배 효율성 개선, 농촌 주민의 생활수준 향상, 세계 경제발전과 인류 기아퇴치 등을 목적으로 유엔연합에 의해 설립된 국제기구이다.
- O FAO와 WFP(World Food Programme; 세계식량계획)는 북한의 식량난이 심각했던 1995년부터 매년 한 차례 북한에 작황조사 인력을 파견하여 북한의 작황과 식량공급 조사(곡물 수확량, 식량 부족분 산출 등)를 진행하고 11월 25일경 'FAO/WFP 북한의 작황 및 식량안보 특별보고서'를 발표해 왔다.
- 작황조사는 2000년대 들어 4차례 중단되다 2010년부터 2013년까지 3년 연속 진행됐지만 2014년에는 북한당국에서 국제기구의 현장 조사 거부를 통보해 작황조사가 무산되었으며, 지난해에 이어 올해도 북한에 대한 현장 방문 작황조사를 진행하지 않아 보고서를 발간하지 않았다.
- O 올해 6월 17일, FAO는 GIEWS(Global Information and Early Warning System on food and agriculture, 식량 및 농업에 관한 국제정보 및 조기경보시스템) 홈페이지를 통해 2015년 북한의 가뭄이 상반기 수확작물에 미치는 영향과 하반기 수확 예정 작물의 작황 예측에 대한 브리핑을 하였다.

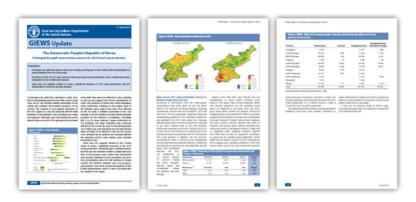


그림 9. GIEWS 브리핑 자료(2015.6.17)

나. USDA(United States Department of Agriculture)

- 미국 농무부(USDA) 산하 해외농업국(FAS; Foreign Agricultural Service)은 해외 전문가를 고용하여 미국 농가 및 사업상의 이익을 위해 외국 농업을 조사하도록 함으로써 미국 농업의 수출 증진과 기타 업무에 이바지한다(출처 : 미국의 개관, 2004, 미국 국무부).
- O USDA FAS에서 매달 10일 경 발간하는 'World Agriculture Production'에서는 세계 각 국의 작물 경작면적 및 수확량, 생산량 추정치 등의 통계자료를 제공하고 있으며 그 중 동아시아 4개국(중국, 일본, 대한민국, 조선민주주의인민공화국)의 국가별 벼 경작면적 및 수확량, 쌀 생산량 통계자료도 포함하고 있다.

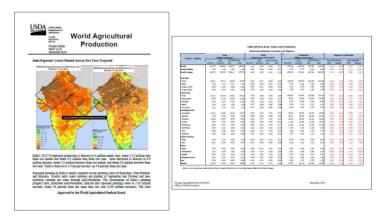


그림 10. World Agriculture Production(USDA FAS)

2.4. 위성영상 판독을 통한 벼 재배면적 추정

2.4.1. 자료 전처리

가 영상합성(Laver stack)

O 위성영상을 원시영상 형태로 수급할 경우 각 Band별로 영상이 나누어져 있으므로 영상을 하나의 파일로 합성하는 과정이 필요하며, 이를 영상합성(Layer stack)이라고 한다.

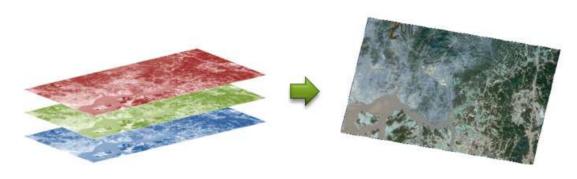


그림 11. 영상합성(Layer stack)

- LANDSAT-8 위성영상은 Band 2~7(Blue, Green, Red, NIR, SWIR1, SWIR2)을 사용하여 영상합성을 수행하였으며(표 6 참조), 영상처리는 GIS 전문 상용소프트웨어로 널리 사용되고 있는 ERDAS IMAGINE 9.2의 Layer Stack 기능을 활용하였다.
- O KOMPSAT-2&3과 SPOT-6&7의 경우 영상합성이 된 영상을 수급하여 사용하였다.

나. 영상융합(Image fusion)

O 영상융합이란 두 영상이 가지는 각각의 장점만을 취득하여 해상도는 전정영상의 수준을 유지하면서 천연색상을 가지도록 두 개의 영상을 하나의 영상으로 융합하는 방법이다(박경식 외, 2007). 영상을 융합하는 방법에는 IHS, Wavelet, RM(Resolution Merge) 등이 있으며, 본 연구에서는 RM 기법을 이용하여 영상융합을 수행하였다.



그림 12. 영상융합(Image fusion)

O LANDSAT 위성영상의 경우 공간해상도 15m의 Band 8(Panchromatic) 영상과 앞서 수행한 공간해상도 30m의 영상합성 결과를 융합하여 공간해상도 15m의 천연색 영상을 생성하였으며, ERDAS IMAGINE 9.2의 Resolution Merge 기능을 활용하였다.

다. 좌표변환(Coordinate transformation)

- O 위성영상마다 사용하는 기준 좌표계가 서로 다르기 때문에 하나의 좌표계로 통일시켜주는 작업이 필요하다.
- O 예를 들어, KOMPSAT-2&3 위성영상의 기준 좌표계는 GRS 1980 TM이고 LANDSAT-8 위성영상의 경우 WGS_1984_UTM Zone 52N 좌표계를 사용한다. 따라서 본 연구에서는 모든 활용 위성영상의 좌표계를 기 수행연구(통계청, 2013, 2014)와 동일한 WGS 1984 UTM Zone 51N 좌표계로 통일하는 작업을 수행하였으며, ERDAS IMAGINE 9.2의 Reproject Images 기능을 활용하였다.

라. 기하보정(Geometric Correction)

O 위성이 촬영한 영상자료에는 다양한 기하학적 왜곡이 포함되어 있다. 이를 보정하기 위해서는 위성영상의 픽셀좌표와 지상의 지리좌표와의 대응관계를 정량적으로 해석하는 과정이 반드시 요구되는데, 이러한 과정을 기하보정이라고 한다(황도순 외, 2014).

○ 본 연구에서는 KOMPSAT-2&3, LANDSAT-8 위성영상에 대해 각각 수치지형도와의 중첩을 통한 특징점 관측으로 위치정확도를 확보하였으며 SPOT-6&7 위성영상은 RPC를 이용해 보정을 수행하였다.

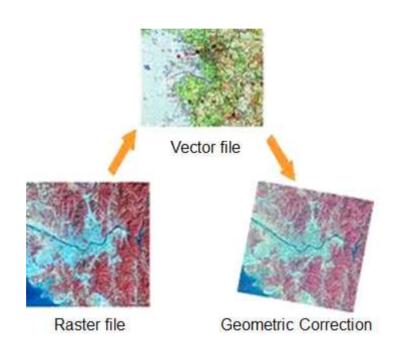


그림 13. 기하보정(Geometric Correction)

2.4.2. 경지(논)경계구획도 작성

가. 디지타이징(Digitizing) 기법

O GIS의 입력 방법 중 하나인 디지타이징 기법은 이미지를 벡터화(Vectorization)하는 것으로 벡터라이징(Vectorizing)이라고도 한다. 커서(Cursor) 또는 펜모양의 마우스를 이용하여 이미지의 형상에 따라 선 추적(Tracing)을 하는 것으로 노드(Node)와 버텍스(Vertex), 그리고 그 형상에 대한 라벨등을 입력한다. 디지타이징은 이미지의 형상을 트레이싱(Tracing)하는 것이지만 직접 선을 그리는 것은 아니다(김미영, 2005).

- 디지타이징 기법은 영상판독 방법 중 가장 정확도가 높은 것으로 인식되고 있으나 작업자의 경험이나 능숙도에 따라 결과가 다르게 나타나며 작업시간 및 인력 소모가 크다는 단점이 있다.
- 본 연구에서는 디지타이징 기법을 이용하여 위성영상으로부터 북한 지역 평안남도 및 남포특별시에 대한 벼 재배면적을 추출하였으며, 상용 GIS 전문 소프트웨어인 ArcMAP 10.1 프로그램을 사용하였다.

나. 속성 필드구조 및 테이블 정의

○ 본 연구에서는 기 수행연구(통계청, 2012)에서 정의한 속성 필드구조 및 테이블 정의를 준수하였다.

표 7. 속성파일 필드구조 정의

항목	정의	비고
LOCATION1	행정구역명 (도)	입력 예) 평안남도
LOCATION2	행정구역명 (시, 군)	입력 예) 숙천군
BND_PADDY	논 경계 참조자료	입력 예) K2(KOMPSAT-2영상)
CHK_PADDY	논 판독결과	입력 예) 0(휴경 논)
		1(재배 논)
REF_DATA		입력 예) SP(SPOT)
	논 판독 참조자료	GE(Google Earth)
		LS(LANDSAT)
NOTE	비고(특이사항)	작업 시 특이사항 기록
AREA	논 면적	입력할 필요 없음(자동 계산)

표 8. 속성파일 테이블 정의

번호	컬럼 ID	Data Type	Null	Key	세부설명
1	FID	Object ID	N	PK	일련번호
2	Shape	Geometry (Polygon)	N	-	벡터자료형태
3	LOCATION1	Text(20)	Y	-	행정구역명(도)
4	LOCATION2	Text(20)	Y	-	행정구역명(시, 군)
5	BND_PADDY	Text(10)	Y	-	논 경계 참조자료
6	CHK_PADDY	Short Integer(1)	N	-	논 판독결과 코드
7	REF_DATA	Text(10)	Y	-	논 판독 참조자료
8	NOTE	Text(100)	Y	-	작업 시 특이사항
9	AREA	Double(18,3)	N	-	논 면적

다. 1차 디지타이징

- 북한 평안남도 및 남포특별시 지역의 2015년도 KOMPSAT 위성영상의 촬영 및 수급 시기가 벼 생육시기인 6월 이후인 것을 감안하여 신규 촬영 위성영상 수급 이전에 촬영된 2013~2014년도 KOMPSAT-2&3 영상을 활용하여 디지타이징 작업을 우선 수행하였다.
- 공간해상도가 높은 KOMPSAT-2(1m)와 KOMPSAT-3(0.7m), SPOT-6&7 (6m) 위성영상을 바탕으로 1차 디지타이징을 수행하고 Google Earth, LANDSAT-8, 북한 수치지형도 등을 참조자료로 활용하였다.

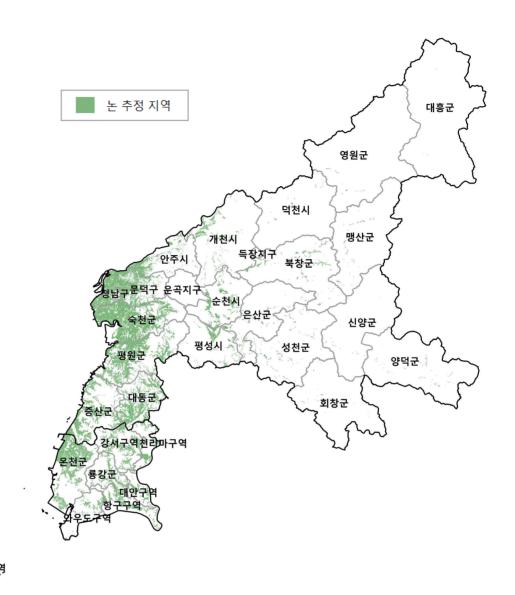


그림 14. 1차 디지타이징 결과(평안남도&남포특별시)

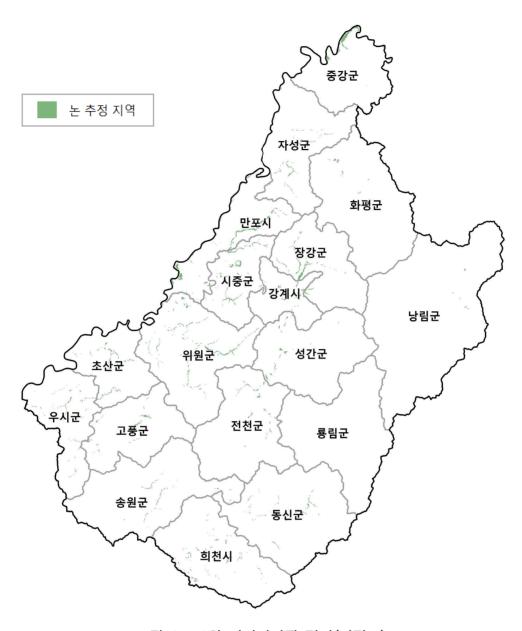


그림 15. 1차 디지타이징 결과(자강도)

라. 2차 디지타이징

○ 2015년 신규촬영 위성영상 수급 이후 1차 디지타이징 결과물을 바탕으로 2차 디지타이징을 수행하였다. 2차 디지타이징은 경지(논)경계구획도의 최신성 확보를 위해 아카이브 영상을 활용한 1차 디지타이징 결과물 중 시간이 변화함에 따라 간척, 개간, 도로 신설, 건물 건축 등으로 인해 변화된 지역을 수정·갱신하는 작업이며, 그 결과는 다음과 같다.



그림 16. 2차 디지타이징 결과(평안남도&남포특별시)



그림 17. 2차 디지타이징 결과(자강도)

O 행정구역별 1차 디지타이징 논 면적 중간 산출 결과와 2차 디지타이징 및 속성입력 작업 완료 후 논 면적 최종 산출 결과를 다음과 같이 비교하였다.

표 9. 북한 평안남도, 남포특별시, 자강도 논 면적 최종 산출 결과

	추정 논	면적(ha)	증감면적		추정 논	면적(ha)	중감면적		추정 논	면적(ha)	중감면적
행정구역	1차	2차	(ha)	행정구역	1차	2차	(ha)	행정구역	1차	2차	(ha)
 평안남도	Digitizing 86,165.48	Digitizing 85,560.90	-604.58	남포특별시	Digitizing 28,202.07	Digitizing 29,432.85	+1230.78	자강도	Digitizing 6,487.54	Digitizing 6,466.68	-20.86
											-
	2,574.09	2,585.55	+11.46	강서군	5,898.88	5,817.38	-81.50	강계시	201.69	201.69	0
녕원군	116.63	22.86	-93.77	대안군	1,393.66	1,243.87	-149.79	고풍군	266.27	262.37	-3.90
대동군	9,254.72	9,410.91	+156.19	룡강군	2,845.29	2,799.35	-45.94	동신군	202.55	203.6	+1.05
대흥군	11.65	11.86	+0.21	온천군	11,378.19	12,776.38	+1,398.19	랑림군	44.21	44.21	0
_ 덕천시	196.34	260.16	+63.82	천리마군	1,885.19	1,862.83	-22.36	룡림군	139.38	140.18	+0.80
득장구	0.00	0.00	0.00	와우도구역	1,608.53	1,658.02	+49.49	만포시	1,043.58	1,044.40	+0.82
명산군	374.81	342.80	-32.01	항구구역	3,192.33	3,275.01	+82.68	성간군	253.39	253.39	0
문덕군	14,773.40	14,882.78	+109.38		_			송원군	177.81	175.38	-2.43
북창군	1,600.32	419.55	-1,180.77		-				562.31	562.25	-0.06
 성천군	859.52	877.28	+17.76		-			우시군	245.25	236.78	-8.47
숙천군	20,839.41	19,003.06	-1,836.35		-	,		위원군	810.97	810.19	-0.78
순천시	3,268.98	3,717.06	+448.08		-			자성군	274.40	277.31	+2.91
신양군	75.29	76.17	+0.88		_			장강군	545.50	545.84	+0.34
 안주시	3,887.05	3,907.94	+20.89		-			전천군	248.53	248.78	+0.25
	267.00	337.30	+70.30		-			중강군	680.33	678.22	-2.11
온산군	1,247.47	1,259.31	+11.84		-			초산군	327.83	319.68	-8.15
증산군	8,879.35	10,583.35	+1,704.00		_			화평군	130.34	130.34	0
청남구	1,089.12	1,072.62	-16.50		-	ı		희천시	333.20	332.07	-1.13
평성시	2,186.24	2,183.36	-2.88		-			, = ,	_	,	
평원군	14,423.42	14,412.43	-10.99		_				-		
회창군	111.46	63.60	-47.87		_						
운곡지구	129.21	130.98	+1.77			·					

- O 2015년도 북한 지역 1개시 및 2개도의 추정 논 산정 결과, 평안남도 추정 논 면적은 85,560.90ha, 남포특별시의 추정 논 면적은 29,432.85ha, 자강도 추정 논 면적은 6,466.68ha로 나타났다.
- 1차, 2차 디지타이징을 통해 추정한 논 면적 산출 결과를 비교해 보면 평안남도의 북창군(-1,180ha), 숙천군(-1,836ha), 증산군(+1,704ha)과 남포특별시의 온천군(+1,398ha)에서 증감면적이 큰 폭으로 변화된 것이 확인되었다.

표 10. 논 면적 증감에 대한 분석

구 분	중감 면적(ha)		중감 원인 및 사유
평안남도	1 100	1차	3월에 촬영된 영상으로 벼 재배지의 특성이 나타나지 않음
북창군	-1,180	2차	벼 생육기의 특성이 잘 드러나는 8월 영상을 획득하여 수정 작업을 진행함
평안남도	1 926	1차	3월에 촬영된 영상으로 벼 재배지의 특성이 나타나지 않음
숙천군	-1,836	2차	벼 생육기의 특성이 잘 드러나는 8월 영상을 획득하여 수정 작업을 진행함
평안남도	±1 70 <i>4</i>	1차	1차 영상 수급 시 약 1,400ha의 해당 지역 촬영 누락으로 미수급
증산군	+1,704	2차	영상 미수급 지역은 KOMPSAT-2&3영상을 추가 확보한 후에 경지 구획 작업을 완료하였음
남포특별시	11 200	1차	논과 염전의 경계가 모호하여 논 경지 구획이 누락되었음
온천군	+1,398	2차	북한이탈주민 인터뷰 및 상급자검수 등을 통해 논으로 확인되어 수정함

※상세내용은 부록 9 참조

○ 면적이 감소한 북창군과 숙천군의 경우 1차 디지타이징 당시에 수급된 KOMPSAT-2&3 영상의 촬영시기가 벼가 파종되기 전인 3월이었고 이로 인해 논으로 판독된 폴리곤이 이후 2차 디지타이징 기간에 추가 수급된 영상에 의해 밭으로 확인됨에 따라 해당 폴리곤을 수정 또는 삭제하여 산출 면적이 감소하였다.

- O 반면, 면적이 증가한 증산군의 경우 1차 디지타이징 기간에 영상이 미수급된 지역으로 평야가 발달하여 논이 많은 지역임에도 불구하고 작업이 지연되었다가 이후 KOMPSAT-2&3 영상이 수급됨에 따라 해당 지역의 논을 추가 구획하여 면적이 증가하였다.
- O 온천군은 연평균 강수량이 700mm 정도로 적으며 일조율이 높고 주변이 평야지대로 되어 있어 바람이 연평균 4m/s 정도로 세게 불기 때문에 증발량이 강수량의 약 2배에 달한다. 이와 같은 지리적 특색으로 인해 예로부터 대규모 염전지대가 발달하였으며 위성영상에서 나타나는 염전의 패턴이 물댄 논과 유사하여 판독에 차이가 발생한 것으로 판단된다.
- 본 연구를 통해 추정된 북한 지역 1개시 및 2개도의 논 면적 추정 결과와 FAO 추정 논 면적을 비교한 결과는 다음과 같다.

표 11. FAO의 추정 논 면적 자료와 결과 값 비교

 구 분	논 면적	추정량(ha)	차이(ha)	오차율(%)
ी च	FAO(A)	디지타이징(B)	B - A	(B - A)/B
평안남도	84,234.00	85,560.90	+1,326.90	1.55
남포특별시	27,420.00	29,432.85	+2,012.85	6.84
 자강도	6,284.00	6,426.00	+142.00	2.21

○ FAO에서 추정된 북한 지역의 평안남도 논 면적은 84,234.00ha, 남포특별시 논 면적은 27,420.00ha, 자강도 논 면적은 6,284.00ha이며 디지타이징 기법을 이용한 논 면적 추정 결과와 평안남도 +1,326.90ha(1.55%), 남포특별시 +2,012.85ha(6.84%), 자강도 +142.00ha(2.21%) 차이가 나는 것으로 나타났다.

- 가장 차이가 큰 남포특별시의 경우 2013년 남포특별시 령남리 일대에 와우도수출가공구가 신설되어 약 1,500ha의 면적이 FAO 추정치에서 제외되었기 때문이다(임호열 외, 2015).
- O FAO는 북한당국이 제공하는 작물생산면적 및 생산량 공식 통계자료와 원격탐사 자료를 평가하여 관련 자료를 수정하는 방식으로 통계자료를 추산하는데 와우도수출가공구의 경우 FAO 통계자료에서는 북한의 공식 통계자료가 반영되어 제외되었으나 실제로는 아직 논으로서의 기능을 하고 있기 때문에 위성영상 판독을 통한 디지타이징 면적 산출에서는 논 면적으로 산정되었다.
- O 따라서 남포특별시의 논 면적에서 와우도수출가공구 면적 1,500ha를 제외하면 FAO 추정치와는 +512.85ha(1.84%) 차이가 나는 것으로 나타났으며, 이는 본 보고서 3.2.2.절에서 분석한 면적오차 범위 내에 들어오는 값으로서 통계적으로 유의한 값을 가진다.

2.4.3. 벼 재배면적 산정 및 결과분석

- O 구축이 완료된 경지(논)경계구획도를 바탕으로 논 면적 산정 이후 2015년도 신규 촬영된 LANDSAT-8, SPOT-6&7 등의 위성영상을 활용하여 2015년도 연구지역의 벼 재배유무를 판독하고 벼 재배면적을 추출하였다.
- O 2015년도 벼 재배면적 산정 결과, 평안남도 벼 재배면적은 85,551.04ha, 남포특별시의 벼 재배면적은 29,402.10ha, 자강도 벼 재배면적은 6,426.99ha로 나타났으며 추정 논 면적과 추정 벼 재배면적 간 차이는 평안남도는 0.01%, 남포특별시는 0.1%, 자강도는 0.6%로 큰 차이가 없었다.

- O 이는 북한이 주체농법에 따라 협동농장을 운영하기 때문에 휴경지가 거의 존재하지 않으므로 이와 같은 결과를 보인 것으로 판단된다.
- 시군별로 살펴보면, 평안남도의 경우 숙천군(18,996.10ha), 문덕군(14,879.88ha), 평원군(14,412.43ha), 증산군(10,583.35ha) 순으로 많은 벼를 재배하며 논 면적 분포와 비례하는 것으로 나타났다.
- 남포특별시의 경우에도 온천군(12,776.38ha), 강서군(5,805.34ha), 항구구역 (3,256.30ha), 룡강군(2,799.35ha) 순으로 많은 벼를 재배하는 것으로 나타났으며, 자강도도 만포시(1,043.86ha), 위원군(800.81ha), 중강군 (678.22ha), 시중군(554.64ha) 순으로 나타났다.

표 12. 평안남도, 남포특별시, 자강도 벼 재배면적 산정 결과

행정구역	추정 논 면적 (ha)	추정 벼 재배면적(ha)	행정구역	추정 논 면적 (ha)	추정 벼 재배면적(ha)	행정구역	추정 논 면적 (ha)	추정 벼 재배면적(ha)
평안남도	85,560.90	85,551.04	남포특별시	29,432.85	29,402.10	자강도	6,466.68	6,426.99
개천시	2,585.55	2,585.55	강서군	5,817.38	5,805.34	강계시	201.69	201.38
녕원군	22.86	22.86	대안군	1,243.87	1,243.87	고풍군	262.37	261.72
대동군	9,410.91	9,410.91	룡강군	2,799.35	2,799.35	동신군	203.60	203.60
대흥군	11.86	11.86	온천군	12,776.38	12,776.38	랑림군	44.21	44.21
덕천시	260.16	260.16	천리마군	1,862.83	1,862.83	룡림군	140.18	140.18
	0.00	0.00	와우도구역	1,658.02	1,658.02	만포시	1,044.40	1,043.86
명산군	342.80	342.80	항구구역	3,275.01	3,256.30	성간군	253.39	242.77
문덕군	14,882.78	14,879.88		-		송원군	175.38	175.38
북창군	419.55	419.55		-		시중군	562.25	554.64
성천군	877.28	877.28		-		우시군	236.78	226.20
숙천군	19,003.06	18,996.10		-		위원군	810.19	800.81
순천시	3,717.06	3,717.06		-		자성군	277.31	277.31
신양군	76.17	76.17		-		장강군	545.84	545.84
<u></u> 안주시	3,907.94	3,907.94		-		전천군	248.78	248.78
양덕군	337.30	337.30		-		중강군	678.22	678.22
온산군	1,259.31	1,259.31		-		초산군	319.68	319.68
증산군	10,583.35	10,583.35		-		화평군	130.34	130.34
청남구	1,072.62	1,072.62		-		희천시	332.07	332.07
평성시	2,183.36	2,183.36		-			-	
평원군	14,412.43	14,412.43		-			-	
회창군	63.60	63.60		-			-	
운곡지구	130.98	130.98		-			-	

2.5. 기 구축 지역 전자지도 취합

○ 2012~2015년 간 구축한 북한 지역 2개시(평양직할시, 남포특별시) 및 5개도(황해남도, 황해북도, 강원도 평안남도, 자강도)의 경지(논)경계구획도를 취합한 결과는 다음과 같다.

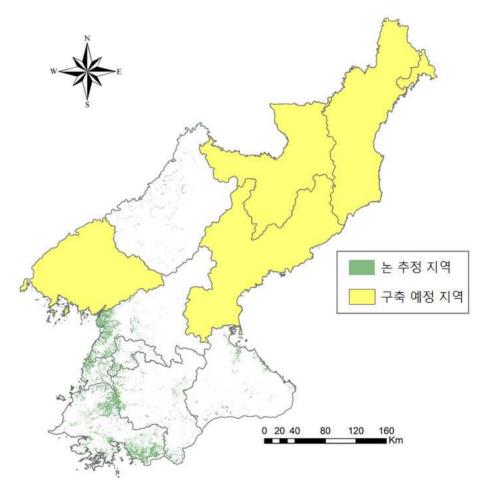


그림 18. 경지(논)경계구획도 기 구축 지역 전자지도 취합 결과

○ 평야지대가 발달한 서해안지역에 주로 많은 논이 분포하는 것을 확인할 수 있으며 강원도, 자강도 지역을 비롯한 산간지대에는 비교적 논이 적게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

2.6. 소결론

- O 원격탐사를 활용한 북한 지역 벼 재배면적을 추정을 위해 시범지역인 평안남도 및 남포특별시에 대해 디지타이징 기법을 이용하여 경지(논)경계구획도를 구축하였다.
- 구축한 경지(논)경계구획도를 바탕으로 2015년도 북한 지역 평안남도 및 남포특별시 논 면적을 추정한 결과, 평안남도 논 면적은 85,560.90ha, 남포특별시 논 면적은 29,432.85ha, 자강도 논 면적은 6,466.68ha로 추정되었다.
- FAO에서 추정된 북한 지역의 평안남도 논 면적은 84,234.00ha, 남포특별시 논 면적은 27,420.00ha, 자강도 논 면적은 6,284.00ha이며 디지타이징 기법을 이용한 논 면적 추정 결과와 평안남도 +1,326.90ha(1.55%), 남포특별시 +2,012.85ha(6.84%), 자강도 +142.00ha(2.21%) 차이가 나는 것으로 나타났다.
- O 남포특별시의 경우 와우도수출가공구 면적 1,500ha를 제외하면 FAO 추정치와는 +512.85ha(1.84%) 차이가 나는 것으로 나타났으며, 이는 본보고서 3.2.2.절에서 분석한 면적오차 범위 내에 들어오는 값으로서 통계적으로 유의한 값을 가진다.
- 논 면적 산정 이후 2015년도 신규 촬영된 LANDSAT-8, SPOT-6&7 등의 위성영상을 활용하여 2015년도 연구지역의 벼 재배유무를 판독하고 벼 재배면적을 추정한 결과는 각각 평안남도 벼 재배면적 85,551.04ha, 남포특별시 벼 재배면적 29,402.10ha, 자강도 벼 재배면적은 6,426.99ha로 나타났다.

제3장 판독 정확도 향상 방안 연구

3.1. 판독 정확도 검증 방안 도출

3.1.1. 판독라이브러리 작성

- 본 연구에서는 판독자가 영상 판독에 대한 일관성을 유지하고 주관적인 판단을 최소화하기 위해 판독의 기준이 되는 영상을 수집한 것을 판독라이브러리라고 한다.
- 판독라이브러리는 시기별/영상별/밴드별로 경지 형태, 독특한 경관, 오판독 사례 등이 연차별로 누적 작성되고 있으며, 북한전문가 또는 북한이탈주민 섭외 시 판독라이브러리를 검증받고 있다.
- O 이 자료는 판독자의 교육, 디지타이징 작업, 오판독 검출, 그리고 판독이 모호한 경우가 발생할 때 유용하게 활용된다(부록7 참조).
- 금년도에는 SPOT-6&7 영상이 처음으로 도입되었으며, 이에 따라 SPOT-6&7 영상의 판독라이브러리를 신규 구축하였다.

표 13. 벼 생육시기별 영상패턴

구분	발아기 (3월 초 ~ 5월 초)	모내기 (5월 초 ~ 5월 말)
영상 패턴		
	모판을 뜬 논	물 댄 시기
판독		모내기 시기에는 논에 물이 대어 져 있고 벼 사이로 물이 드러나 보여 영상에서는 비교적 어둡게 나타남
구분	생육기 (6월 초 ~ 9월 중순)	추수기 (9월 중순 ~ 10월 말)
영상 패턴		
	생육중인 논	볏단을 쌓아둔 흔적

3.1.2. 교차검증

O 교차검증은 임의의 작업자가 작성한 경지(논)경계구획도를 다른 작업자가 검수하는 방식을 말한다. 이러한 방식은 경지(논)경계구획도의 오류 검출뿐만 아니라 작업자간 판독 기준을 평준화시켜 한 명의 작업자가 작업한 효과를 나타낸다.

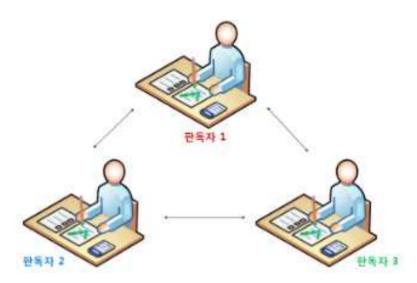


그림 19. 판독자간 교차 검증 수행

3.1.3. 품질검수팀 운영

가. 품질 검수

○ 작업자가 경지의 경계를 구획하는 디지타이징 작업의 특성상 구획오류, 판독오류, 누락오류 등이 발생할 수 있다.

표 14. 디지타이징 오류사항 예시

구분	디지타이징 결과	Google Earth	오류사항
구획 오류		1	5m 이상의 농로·수로 미구획으로 논 면적 산정 시 과대추정 될 수 있음
판독 오류	D R	120	논을 밭으로 오판독하여 미구획한 경우로 논 면적 산정 시 과소추정 될 수 있음

O 이러한 오류가 누적되면 신뢰도 높은 결과를 도출할 수 없기 때문에 품질검수팀을 운영하여 경지(논)경계구획도의 오류검수를 수행하고 있다. 품질검수팀 운영의 흐름은 그림 20과 같다.

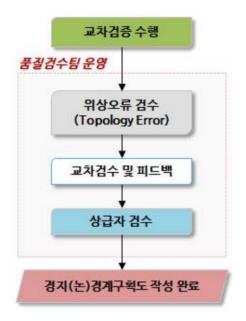


그림 20. 품질검수 흐름도

- 또한 통계청 RS팀이 구축한 디지타이징 결과물이 시범지역의 결과물과 동일한 품질 및 일관성을 유지하도록 품질검수팀을 운영하였다.
- O 품질검수 항목은 기본검수, 내용검수, 위상검수, 인접검수로 크게 4가지로 분류된다.
- 기본검수에서는 파일명, 파일구성, 파일 열기, 좌표계 등 산출물의 기본적인 검사를 실시하고, 내용검수는 속성에 오류가 없는지에 대한 육안검수를 수행한다. 위상검수는 폴리곤 중첩과 같은 오류를 검출하는 것을 의미하며, 작업시군 간 인접한 경계 면에 대한 검수를 인접검수라고 한다. 품질검수 방법은 다음과 같다.

표 15. 기본검수 오류 예시



표 16. 내용검수 오류 예시

OCATION1	LOCATION2	BND_PADDY							
경복도	연탄군	K2		150	FID	Shape *	LOCATION1	LOCATION2	BND_PADD
#복도	연탄군	K2		40	-	Polygon ZM	활성목도	연탄군	K2
1목도	연단군	K2			1	Polygon ZM	황해복도	연단군	K2
#복도	연단군	K2			2	Company of the Compan	BAKE.	역단구	K2
#복도	연단군	12	•			Polygon ZM Polygon ZM	एवं व्य	면한군	******
1부도	연단군	KZ	7 1			Polygon ZM	활해폭도	면단군	K2
1복도	연탄군	K2			- 6	Polygen ZM	聖師學生	면단군	K2
#복도	연단군	K2		H	7	Polygon ZM Polygon ZM	황해복도 황해복도	연한군 연한군	K2 K2
4복도	연단군	K2	*			Polygon ZM	を確定を	연민군	K2
1복도	연탄군	K2		133	10	Polygon ZM	황해폭도	면단군	K2
1부도	연탄군	K2	-						

표 17. 위상검수 오류 예시

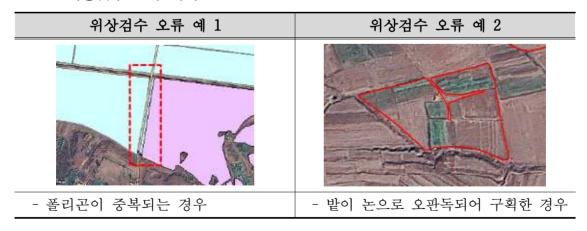


표 18. 인접검수 오류 예시

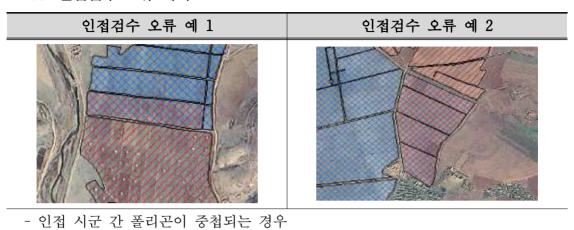


표 19. 품질검수 내용 및 방법

구	- 분	내 용	검수 방법	결 과	
	파일명	- 해당 위치와 파일명의 일치여부	- 해당지역의 파일명과 위치 가 맞는지 확인		
기본 검수	파일 구성	- 파일 구성(7개 파일)의 누락 여부	- 7개의 파일(dbf, prj, sbn, sbx, shp, xml, shx)이 동일 한 이름인지, 누락되었는지 확인	적합/ 부적합	
	파일 열기 - 파일이 열리지 않는 경우		- 프로그램에서 파일이 열리 는지 확인	1	
	좌표계 - 해당 지도의 좌표계 일치 여부		- 영상자료와 중첩하여 좌표 일치 여부 확인		
위상	도형 초과	- 불필요한 폴리곤 추가 여부 - 중첩 여부	- 미세 폴리곤의 경우 도형 면적 계산 후 확인 - 위상 검수 프로그램 활용		
검수	도형 누락	- 폴리곤 누락 여부	- 행정경계와 중첩하여 폴리 곤 누락 여부 확인		
인접	인접 경계	- 인접 시군 간 경계 일치 여부	- 인접 시군 간 경계가 제대 로 연결되었는지를 확인	오류수/	
검수	인접 속성	- 인접 시군 간 속성 일치 여부	- 인접 시군 간 속성이 제대 로 연결되었는지를 확인	총갯수 (오류율)	
	구획 경계 - 해당 경계의 정확성		- 영상자료 중첩 속성 확인		
내용 검수 	판독 속성	- 해당 속성의 정확성 - 속성 오타 및 누락 여부	- 항목별로 추출하여 육안으로 전수 검수 확인 - 영상 및 참조자료 중첩 속 성 확인		

나. 위상오류(Topology Error) 검수

○ 육안검수로 진행된 교차검증에서는 객체 간 중복(Overlap)을 의미하는 위상오류(Topology Error)의 정확한 검수가 불가능하다. 특히 인접 시군 간 경계 면에서는 서로 다른 작업자가 같은 지역을 중복 구획하는 오류가 많이 나타난다. 따라서 GIS/RS Tool을 활용한 위상검수를 실시하여 중첩된 폴리곤을 제거하는 작업을 수행하였다.

다. 상급자 검수

O 앞서 수행된 교차검증 및 위상검수가 완료된 결과물을 최종으로 검수하는 단계이며, 이 검수는 판독 및 지도제작 전문 인력 중에서도 과업을 장기가 수행한 상급자에 의해 수행된다.

3.1.4. LANDSAT영상을 활용한 물 댄 시기의 논 구분

- O 수계와 육지의 구분이 뚜렷하게 나타나 농업환경 분석에 활용도가 높은 LANDSAT-8 위성 영상을 이용하여 벼 재배 생육시기 중 파종 초기에 해당하는 '물댄 논'을 구분하였다.
- O 전처리가 완료된 LANDSAT-8 영상의 밴드조합을 각각 Band5, Band6, Band4로 놓으면 아래 영상과 같이 물댄 논으로 추정되는 지역이 비교적 뚜렷하게 나타나 디지타이징 시 논 지역을 구분하는데 용이하다.

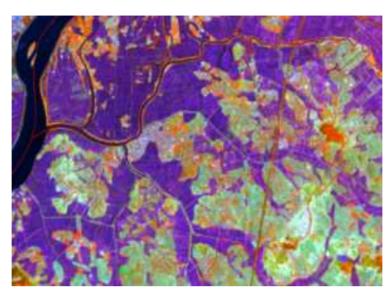


그림 21. 물댄 논(LANDSAT-8)

O LANDSAT-8 영상은 해상도가 30m이며 전정영상(Band8)과 합성하였을 때 해상도는 15m이다. 경지(논)경계구획도를 작성하기에 참조자료가 충분하지 않은 북한지역의 경우 LANDSAT-8 영상 활용 시 판독 정확도를 향상시킬 수 있다.

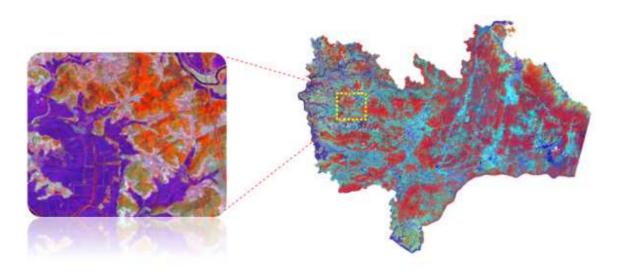


그림 22. LANDSAT-8 위성영상 논 지역 판독

3.1.5. 북한이탈주민 인터뷰

- 접근불능지역에 대한 판독 정확도 향상을 위해 시범지역에 거주했던 북한이탈주민을 대상으로 인터뷰를 수행하였다. 이를 통해 북한의 농업환경에 대한 신뢰도 높은 정보를 수집하였다.
- O 또한 원활한 인터뷰 진행을 위해 사전에 설문조사를 실시하였으며, 이는 인터뷰 도중에 누락될 수 있는 농업환경에 대한 정보 수집 및 분석을 위해 수행되었다.
- 디지타이징 작업 중 판독이 모호했던 사례를 바탕으로 북한이탈주민의 의견을 수렴하였으며, 판독라이브러리에 대한 검증을 받음으로써 경지(논)경계구획도의 판독 정확도를 향상시키고자 하였다.

표 20. 초청 북한이탈주민 인적사항

출신 지역	거주 당시 소속	성 명	나이/성별
평안남도	농촌경영위원회	000	52/남
평안남도	경영위원회 산하기업소	000	50/여



그림 23. 북한이탈주민 인터뷰 실시

O 주요 인터뷰 내용을 요약하면 다음과 같다.

1) 판독 정확도 향상을 위한 판독 모호 사례 검증

- 판독 지역에 거주하였던 북한이탈주민들을 통해 현지 상황과 지역 특색 등의 지리적 환경과 문화를 파악하여, 판독의 정확도를 높임
- 대부분의 영상에서 예상하고 있던 논과 밭의 특성과 일치하는 경향을 보임

2) 북한 인터뷰를 통한 북한 농업 환경의 이해

- 남한에서는 볼 수 없는 독특한 경관에 대한 정보를 파악할 수 있었음
- 경작이 매우 불리한 지형 조건에도 불구하고 북한 주민들은 식량을 얻기 위해 경작을 시도하고 있음

표 21. 평안남도 안주시 판독 모호사례

<사례 1> 평안남도 안주시





KOMPSAT-3(2014.10.28)

Google Earth(2013.09.25)

O <사례 1> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 10월 28일로 경지 내에서 볏단을 쌓아둔 형태와는 달리 흰색의 물체가 쌓여있는 지역이다. 북한의 농업 정책상 휴경지를 만들지 않기 때문에 토지의 산성화가 많이 진행되어 있다. 산성화가 심한 지역에서는 이를 중화시키기 위해 소석회를 만들어서 경지에 뿌리고 있다. 따라서 본 사례의 흰색 물체는 소석회로 판단하였다.

표 22. 평안남도 청남구 판독 모호사례

<사례 2> 평안남도 청남구





KOMPSAT-3(2014.03.05)

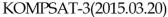
Google Earth(2015.02.06)

O <사례 2> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 5일로 논 경지 사이에서 움푹 패 인 형태의 지형이 나타났다. 청남구은 북한 내의 유명한 탄광지로 알려져 있으며, 광물을 채굴을 한 뒤 시멘트와 같은 보충재로 빈 공간을 채워주지 않아 지대가 함몰되는 경우가 발생하고 있다. 일부 북한주민이 밭작물을 심기도 하지만 비경지로 판단하였다.

표 23. 평안남도 숙천군 판독 모호사례

<사례 3> 평안남도 숙천군







Google Earth(2014.04.08)

o <사례 3> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 20일로 물 대는 시기가

아니지만 경지에 물이 차 있는 지역이다. 북한의 수로는 견고하지 못해 봄철에 언 땅이 녹으면서 물이 새어나오는 경우가 발생한다. 이로 인해 수로에 인접한 경지는 상시 침수되며, 일부 주민들이 경작을 시도하지만 작물이 자라기 어려운 환경이기 때문에 비경지로 판단하였다.

표 24. 자강도 우시군 판독 모호사례

< 사례 4> 자강도 우시군 KOMPSAT-3(2015.03.20) Google Earth(2014.04.08)

O <사례 4> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 16일로 경지 내에서 동그란 점 패턴이 다수 나타나는 지역이다. 경지의 면적과 구간에 비례해서 점 패턴이 나타난다면 퇴비일 가능성이 매우 높다. 따라서 경지 위에 일정한 패턴으로 쌓아둔 퇴비로 판단하였다.

3.1.6. 미디어 매체를 활용한 북한 농업환경 분석

○ 북한은 2014년 가을부터 금년도 까지 잇따른 가뭄과 홍수로 이모작 수확량 감소 등 곡물 생산에 큰 어려움을 겪고 있다(FAO, 2015). 특히 FAO에서 공개한 '작황 전망과 식량 상황 4분기 보고서(Crop Prospects and Food Situation, NO. 4)'에서 북한을 포함한 33개국을 식량부족국가로 1분기, 2분기, 3분기 보고서에 이어 재지정 되었다. 이는 북한과 함께 아프리카 국가 26개국과 미얀마, 네팔, 아프가니스탄 등 아시아 국가 7곳을 지정한 것이다.

- 보고서에 따르면, 북한에 필요한 곡물량은 36만t이지만 북한은 이 중절반에도 못 미치는 14만2천t만 확보했으며, 이는 북한 당국의 수입량 12만7천t과 국제사회의 지원 1만5천400t을 더한 것이라고 보고했다.
- O 이외에도 다양한 국내·외 언론에서는 관개시설이 턱없이 부족한 북한의 경우 농업에 큰 타격을 입었을 것으로 전망하고 있다. 이러한 북한 농업환경의 최신 동향을 고려하기 위해 다양한 미디어 매체를 활용하여 정보를 수집하였다.

가. 영상 매체 활용 및 관련 기사 수집

- "이규연의 스포트라이트 11화 <북한 왕가물 대재앙 오나>"는 2015년 8월 16일 JTBC에서 방영한 영상물로 한반도 최북단 도시인 함경북도 온성부터 회령시, 양강도 혜산시까지 국경지대의 농업환경 및 농민들의 생활상을 보여주고 있다. 또한 가뭄으로 인해 올해 북한의 농업 생산량이 20% 감소할 것으로 예측하고, 대규모 기근 사태의 발생할 수 있음을 조명하였다.
- 영상으로 확인한 북한 가뭄은, 압록강과 두만강 수위가 현저히 낮아졌고, 개울과 지하수가 말라버려 논에 물을 댈 수도 없는 상황이었다. 국경지대에서는 모내기를 포기한 논도 상당수 포착됐다.
- 지난 6월 초, 북한 현지를 직접 다녀 온 UN 식량농업기구(FAO)는 취재진과의 인터뷰에서 북한 가뭄에 대단한 우려를 나타냈다. 곡창지대가 몰려있는 함경도에선 저수지는 물론 우물 대부분이 말라있었고, 옥수수, 콩 같은 밭작물이 바짝 말라 작황을 기대하기 힘든 상태라고 전했다.
- 본 영상은 북한 현지를 방문한 FAO 파견단원의 인터뷰 내용을 포함하고 있어 신뢰도가 높다고 할 수 있다.





그림 24. 북한 개풍평야의 가뭄 전 후 비교(좌), FAO 북한 파견단 인터뷰(우)

- 2015년 6월 10일 조선일보에서 보도한 금년도 농업 전망 관련 기사에 따르면, 북한은 모내기철인 지난달 강수량이 예년에 비해 급감, 기온도 평년대비 약 1°C 높아 농지 수분함량이 급격히 감소하였으며, 이달(2015년 6월) 상순까지 강수량 부족이 이어지면 식량 생산이 5~10% 감소해 북한 농민들이 대체작물인 옥수수 생산에 주력하게 될 것이라고 보도하였다.
- O 심각한 가뭄 탓에 식량 생산량이 줄어들 전망이지만, 북한 내부적으로 시장화가 진행되었으며, 식량난이 임박할 경우 군량미를 풀거나 외국으로부터 식량을 수입을 할 수도 있고, 국제기구에 호소해 부족분을 지원해 달라고 요청하는 방법 등 통해 식량난은 크지 않을 것으로 예상된다고 하였다.





[서울=뉴시스] 박대로 기자 = 북한의 올해 가뭄이 심각한 수준이라고 정부가 밝혔다. 다만 가뭄과 흉작으로 인한 식량난 발생 가능성은 크지 않다는 게 정부의 판단이다.

·9일 통일부에 따르면 지난달 북한지역 평균 강수량은 41.7mm로 평년(76.4mm)의 56.7%에 불과했다.

최근 북한을 방문한 인사는 함흥지역 댐의 수위가 평년 15m 수준에서 30cm 수준까지 급락했다고 전했다. 2013년 말부터 지난해에 걸친 가뭄으로 북한 전역의 주요 호수와 저수지 등 124곳의 용수가 고갈됐다는 외신 보도도 나오고 있다.

특히 모내기철인 지난달 강수량이 급감하고 기온도 평년 대비 약 1℃ 높아 농지 수분함량이 급격히 감소하고 있다고 통일부는 설명했다.

그림 25. 조선일보 기사(2015년 6월)

- O 2015년 6월 연합뉴스에서 발간한 월간 마이다스에서 최근 북한의 극심한 가뭄과 관련된 기사를 배포하였다.
- 5월 강수량이 평년의 55% 수준으로 모내기한 논의 30% 피해가 예상되며, 가뭄 피해가 극심한 지역은 곡창지대인 황해남북도와 평안남도, 함경남도 등으로 예측하고 있다.
- O 다만, 미국 외교전문지 포린폴리시(FP)는 이번 가뭄이 아무리 심하더라도 90년대와 같은 최악의 참사는 발생하지 않을 것이며, 북한이 100년 만의

최악의 가뭄을 외부에 공개한 것은 국제사회의 지원을 염두에 둔 것으로 해석하고 있다.





그림 26. 가뭄으로 말라버린 연풍호 (좌, 2014년 4월의 연풍호, 우, 2014년 9월의 연풍호, 출처:연합뉴스 월간 마이다스)

나. 북한 관련 보고서 분석

O Crop Prospects and Food Situation 1분기 보고서에 따르면, 북한의 2014년도 총 작물생산량은 2013년도와 비슷한 수준일 것으로 판단하였으며, 37개국의 식량부족국가 중 하나로 분석되었다.

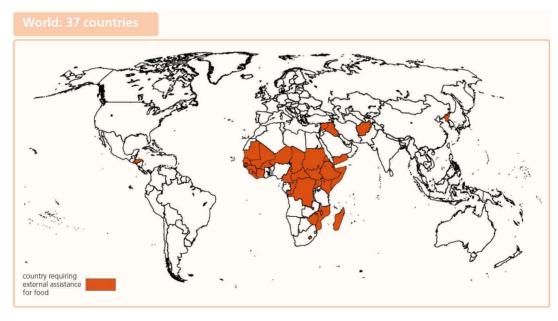


그림 27. FAO Crop Prospects and Food Situation, NO. 1

O Crop Prospects and Food Situation 3분기 보고서에 따르면, 수확기에 강수량의 지연 또는 부족 현상으로 북한을 비롯한 인도, 캄보디아 지역 등에서 많은 양의 작물 손상을 예측하였다. 특히 북한의 경우 4월 중반부터 7월 사이에 심한 가뭄과 관개용수의 짧은 공급으로 벼 재배지역이 감소하고, 경지가 훼손되었을 것이라고 예측하였다.

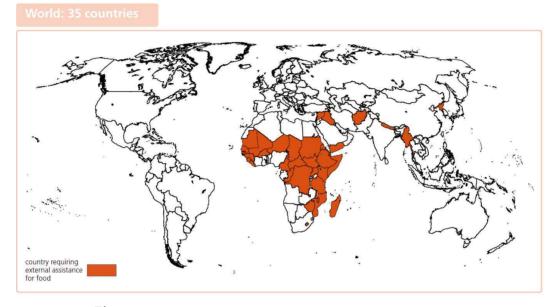


그림 28. FAO Crop Prospects and Food Situation, NO. 3

O 또한 Crop Prospects and Food Situation 4분기 보고서에 따르면, 북한은 수확기 동안 건조한 날씨의 지속으로 작물이 큰 손상을 입어 곡물 생산량에 많은 영향을 끼쳤다고 분석하였다. 이로 인해 북한을 포함한 33개국을 식량부족국가로 3분기 보고서에 이어 재지정 하였다. 이는 북한과 함께 아프리카 국가 26개국과 미얀마, 네팔, 아프가니스탄 등 아시아 국가 7곳을 지정한 것이다.

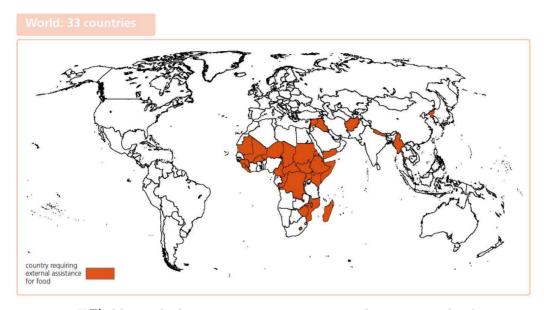


그림 29. FAO Crop Prospects and Food Situation, NO. 4

3.2. 경지(논)경계구획도 정확도 분석

3.2.1. 활용 기초자료의 기하정확도 산정

- O 위성체에서 촬영한 위성영상 자료는 위성의 자세, 지구의 곡률, 위성의 진행방향, 관측기기의 오차, 지구자전의 영향, Sensor Scan Non-linearties 등의 원인으로 실제 지형과 비교했을 때 오차가 발생하게 된다.
- 기하보정(Geometric Correction)은 이러한 위성영상의 기하학적인 휘어짐(기하오차)을 바로잡는 작업으로서, 위성영상 자료가 일정한 크기와 투영법을 갖도록 변환하는 작업이라 할 수 있다.
- O 기하보정을 통해 센서 내/외부의 왜곡을 보정해주는데, 수학적 다항식 모델링을 사용하여 센서의 특성, 궤도 및 자세정보 등의 오류를 보정하는 과정에서 지상기준점(GCP: Ground Control Point)에 의한 영상의 재배열(Resampling)이 발생한다.
- 위성영상으로부터 취득할 수 있는 다양한 정보 중 수치표고모델, 지도제작 등 위치 정보를 포함하는 결과물의 정확도 및 정밀도는 영상의 기하정확도에 기반하여 결정된다. 영상의 기하정확도 분석 결과는 영상으로 부터 취득 가능한 위치정확도를 직접적으로 제시할 수 있을 뿐만 아니라, 영상으로부터 구축 가능한 다양한 데이터의 기하학적 품질 등을 직·간접적으로 예측할 수 있는 중요한 참고 자료가 될 수 있다는 점에서 매우 중요하다(정재훈 외, 2014).
- o 최근 IKONOS 영상을 시작으로 QuickBird, SPOT-5 등 다양한 고해상도 위성영상의 기하정확도 분석이 수행되어 왔으며(Büyüksalih et al., 2005; Dial

et al., 2003; Noguchi et al., 2004), 최근에는 서브미터급 공간해상도를 갖는 WorldView, GeoEye 등의 위성영상으로부터 1m 이내의 수평·수직 정확도를 갖는 위치결정이 가능함이 보고되었다(Aguilar et al., 2013; Fraser et al., 2009).

- 국내 KOMPSAT 영상의 경우 1호는 6.6m 공간 해상도로 4~5 m 정도의 위치 결정이 가능함이 보고되었으며(Im et al., 2002), 2호의 경우 1m급 위성영상으로 1~2 m 정도의 수평·수직 정확도를 갖는 3차원 위치 정보를 산출할 수 있음이 보고된 바 있다(Jeong and Kim, 2009; Rhee et al., 2011).
- 정재훈 외(2014)는 스페인 테라사 지역을 대상으로 KOMPSAT-2/3 영상의 초기 위치 정확도에 대한 분석을 위해 센서에서 제공하는 RPC 파일만을 이용하여 초기 센서모델을 수립하고 위치 오차를 분석하였다. 또한 기준점을 정밀 기하보정된 KOMPSAT-3 영상의 위치정확도에 대하여 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

표 25. Comparison between the geolocation accuracies of KOMPSAT-2 and KOMPSAT-3 single images(정재훈 외, 2014)

Satellite		Image with	only RPC	The geo-corrected images		
			Y	X	Y	
	Scene-1	4.09m	81.57m	1.33m	1.32m	
KOMPSAT-2	Scene-2	31.71m	10.76m	1.19m	0.96m	
KUMP5A1-2	Scene-3	15.20m	55.40m	1.15m	0.95m	
	Scene-4	15.60m	78.04m	1.14m	1.21m	
	Scene-1	37.20m	22.17m	0.58m	0.68m	
KOMPSAT-3	Scene-2	24.09m	4.78m	0.62m	0.62m	
KUIVIPSAT-3	Scene-3	25.30m	4.95m	1.07m	0.71m	
	Scene-4	33.93m	2.50m	0.81m	0.89m	

- 본 연구지역인 북한의 경우 지상기준점을 확보할 수 없는 대표적인 접근불능지역으로서 일반적인 기하정확도 분석이 용이하지 않다. 하지만 본 연구에서 활용된 KOMPSAT-2/3 영상의 경우 한국항공우주연구원에서 제공받은 한반도 정사영상으로써 Reference 정보를 바탕으로 정밀하게 기하보정된 위성영상이므로, 상기된 연구결과와 유사한 수준의 기하정확도를 만족할 것으로 예상된다.
- 또한 본 연구에서는 국토지리정보원에서 제공받은 북한 1:25,000 수치지도를 활용하였으며, 기하정확도 분석을 위해 수치지도 축척별 표현 정확도를 조사하였다(현대디지털 사진측량학, 2001).

П	26	수치지도	츠처벼	ᄑᆏ	저하ㄷ
Ħ	/h	우시시 노	숙식볔	#1 99	겡왁노

축척	수평위치 정확도(X, Y) 수직위치 정확도	
1/500	±0.25m 이내	±0.25m 이내
1/000	±0.70m 이내	±0.33m 이내
1/2,500	±1.75m 이내	±0.66m 이내
1/5,000	±3.40m 이내	±1.66m 이내
1/10,000	±7.00m 이내	±3.33m 이내
1/25,000	±17.50m 이내	±8.00m 이내

O 따라서 본 연구에서 활용된 고해상도 위성영상과 1:25,000 수치지도의 기하정확도를 비교해 보았을 때, 기하보정된 위성영상의 기하정확도가 더 신뢰할만한 것으로 판단된다.

3.2.2. 디지타이징 기법 활용 면적오차 산정 2개시군 검증

○ 경지(논)경계구획도 구축 시 디지타이징 기법을 활용함에 따라 부득이하게 발생하는 오차가 있다. 따라서 경지면적의 정확한 추정을 위해 디지타이징 기법에 따른 면적오차를 명시할 필요가 있다.

- 본 연구에서는 (Eleonora et al., 2013)에 의해 선행 연구된 면적오차 산정 방법을 이용하였다.
- 경지(논)경계구획도의 면적오차를 산정하기 위한 인자는 디지타이징 오차·픽셀 오차·농로 및 수로 오차·두렁 오차로 4가지로 분류하였다.
- 분류된 4가지 오차의 범위를 각각 산출하고 합산하여 최종적으로 경지(논)경계구획도의 면적오차를 명시하고자 한다.

 Table 3

 Uncertainties associated with the shoreline position (units in metres).

Uncertainty source	1977	1988	1997	2003	2006	2009
σ_d digitising error	0.9	1.6	2	4.1	0.6	0.6
σ_p pixel error	0.5	0.7	0.7	1	0.5	0.6
σ_r orthorectification error	3.3	1.4	2.3	1	0.5	0.5
σ_{co} coregistration error	0.5	0.2	0.6	1	0	0
$\sigma_{\rm wr}$ wave run up error	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$\sigma_{\rm td}$ tidal level error	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
σ_T total uncertainty	6.8	5.5	7.2	8.7	3.2	3.2

그림 30. 면적오차 산정 선행 연구(Eleonora et al. 2013)

가. 자문 회의

○ 디지타이징 기법 활용에 따른 면적오차 범위를 정량적으로 산정하기 위해 부경대학교 최철웅 교수를 자문위원으로 회의를 실시하였다. 이 회의를 통해 연구방법론과 해외적용사례 등의 유용한 정보를 획득하였으며, 면적오차 산정 결과에 대한 검증 및 보완을 수행하였다. ◆ 일시 : 2015년 10월 26일 11:30 ~ 12:30

◆ 장소 : 부경대학교 환경연구동 613A

• 자문위원 : 최철웅 교수(부경대학교)

◆ 참석자 : 양윤정 대리, 김재엽 대리

◆ 주요 회의 내용 : 2개 시군에 대한 면적 오차 산정 결과물 검증 및 보완

나. 연구 지역 및 방법

- 면적오차를 산정하기 위한 시험지역은 평안남도의 숙천군과 문덕군으로 선정되었다. 선정한 이유는 해당 2개시군이 금년도 시범지역에서 논 추정 면적이 가장 넓은 것으로 나타났기 때문이다.
- 모집단의 폴리곤 개수는 숙천군이 3011개, 문덕군이 2500개이며, 이는 250개를 표본 랜덤 추출했을 때 모집단과 표본의 비율이 각각 8.3%와 10%로 나타난다.
- O 랜덤 추출된 250개의 샘플을 기반으로 디지타이징 오차, 픽셀 오차, 농·수로로 인한 오차, 두렁으로 인한 오차를 산정하였다.



그림 31. 랜덤 추출된 경지(논)경계구획도

다. 디지타이징 오차

- O 디지타이징 오차는 사람이 전자지도를 구축하는 디지타이징 작업을 수행할 때 개인차로 인해 발생하는 오차를 의미한다.
- 본 연구에서는 디지타이징 오차를 산출하기 위해 3명의 작업자가 동일 지역에 동일한 작업환경에서 디지타이징을 실시하도록 하였다(그림 32).
- O 작업자들이 디지타이징한 면적의 표준편차(식 1)를 구하여, 다수의 작업자들이 디지타이징을 수행할 때 발생하는 면적오차의 범위를 명시하였다.
- 그 결과, 디지타이징 오차는 숙천군에서 0.17%, 문덕군에서 0.25%로 오차 범위가 작은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 판독라이브러리, 교차검증 및 품질검수팀 등을 수행하여 작업자의 주관적 판단을 최소화하였기 때문에 디지타이징 오차가 미미한 것으로 판단된다.





그림 32. 디지타이징오차 예시

라. 픽셀 오차

O 래스터자료인 위성영상을 기반으로 벡터자료를 생성하는 디지타이징에 의해 픽셀 에러가 발생한다.

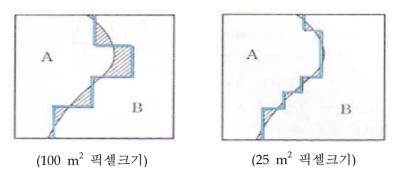


그림 33. 벡터를 레스터로 변환하는 과정에서 발생되는 오차 ※출처 : An Introduction to GIS, 1998, p.188

O 일반적으로 픽셀오차를 계산할 때 픽셀 대각선 길이의 1/2를 이용하지만, 본 연구에서는 FAO의 선행 연구에 따라 픽셀 한 변의 길이의 1/2를 변수 값으로 사용하였다.

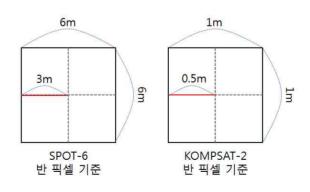


그림 34. 픽셀 오차 기준

○ 각 개체의 둘레 값에 픽셀 한 변 길이의 1/2을 값을 곱하여 픽셀 오차로 인해 발생하는 오차 범위를 명시하였다(식 2).

셀오차) = (폴리곤의둘레) \times (픽셀한변의1/2) (식 2)

마. 농 · 수로로 인한 오차

○ 디지타이징 작업 시 '북한 경지(논)경계구획도 제작 지침'에 따라 농로나 수로가 5m 이하의 경우 별도로 구분을 하지 않는다(통계청, 2014). 이로 인해 5m 이하의 농·수로가 경지면적으로 포함되기 때문에 전체 경지면적이 과대추정 되는 결과가 나타난다.



그림 35. 농수로의 구획

○ 농로나 수로의 길이를 산출하여 농·수로의 폭을 곱하여 농·수로에 의해 경지면적이 과대 추정된 정도를 명시하였다(식 3).

로·수로오차)=(농로·수로길이) \times (농로·수로폭) (식 3)

바. 두렁으로 인한 오차

○ 두렁으로 인한 오차를 정확히 산정하기 위해서는 두렁(A) 뿐만 아니라 식물이 자라지 못하는 공간(B)까지의 면적을 배제해야 한다. 일반적으로 (A)와 (B)의 폭은 약 50cm 정도로 나타난다.

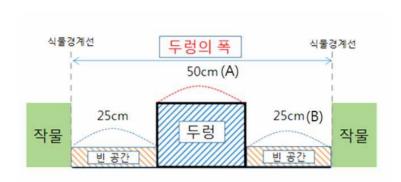


그림 36. 두렁의 폭 산정 기준

○ 경지의 둘레와 기준으로 정한 두렁의 폭으로 계산하여 두렁으로 인해 경지면적이 과대 추정되는 정도를 명시하였다(식 4).

렁오차)=(폴리곤의둘레)×(두렁의폭) (식 4)

사. 면적오차 산정 결과

○ 농로, 수로 및 두렁의 오차는 마이너스(-) 오차 값을 가지고 픽셀오차와 디지타이징 오차는 플러스마이너스(±) 오차 값을 가진다. 따라서 전체 면적 오차를 ± B(%) 형식으로 표현할 수 있다(표 27).

	丑	27.	연구지역	면적오차	사정	결과
--	---	-----	------	------	----	----

연구 지역	숙천군(%)	문덕군(%)
디지타이징오차	0.17	0.25
픽셀오차	0.71	0.86
농·수로 오차	1.05	0.93
두렁 오차	0.71	0.86
전체 오차율	1.76 ± 0.52	$-1.79 \pm \sqrt{0.79}$

○ 남한의 경우 농로·수로·두렁 면적의 합이 전체 경지면적의 약 3~5%정도인 것으로 알려져 있다. 하지만 본 연구에서는 농로·수로·두렁 면적의 합이 약 1.7%로 산정되었으며, 남한에 비해 농로·수로·두렁이

경지면적에서 차지하는 비율이 낮은 것으로 나타났다.

○ 면적오차 범위를 보면 숙천군은 최소값이 -1.04%, 최대값이 -2.48%로 나타났고, 문덕군은 최소값이 -0.90%, 최대값이 -2.68%로 나타났다(표 28).

표 28. 연구지역 면적오차 범위

연구 지역	최소값(MIN)	최대값(MAX)
숙천군	-1.04%p	-2.48%p
문덕군	-0.90%p	-2.68%p

○ 결과적으로 본 연구에서 디지타이징 기법으로 구축된 전자지도의 면적 은 약 1~2%정도 과대 추정된 것으로 판단된다.

3.3. 소결론

- O 판독자가 영상 판독에 대한 일관성을 유지하고 주관적인 판단을 최소화하기 위해 판독라이브러리를 작성하고 있다. 이 자료는 판독자의 교육, 디지타이징 작업, 오판독 검출, 그리고 판독이 모호한 경우가 발생할 때 유용하게 활용된다.
- 작업자가 경지의 경계를 구획하는 디지타이징 작업의 특성상 구획오류, 판독오류, 누락오류 등이 발생할 수 있다. 이러한 오류가 누적되면 신뢰도 높은 결과를 도출할 수 없기 때문에 품질검수팀을 운영하여 경지(논)경계구획도의 오류검수를 수행하고 있다. 또한 통계청 RS팀이 구축한 디지타이징 결과물이 시범지역의 결과물과 동일한 품질 및 일관성을 유지하도록 품질검수팀을 운영하였다.
- O 수계와 육지의 구분이 뚜렷하게 나타나 농업환경 분석에 활용도가 높은 LANDSAT-8 위성 영상을 이용하여 벼 재배 생육시기 중 파종 초기에 해당하는 '물댄 논'을 구분하였다.
- 접근불능지역의 판독 정확도 향상을 위해 시범지역에 거주했던 북한이탈주민을 대상으로 인터뷰를 수행하였으며, 디지타이징 작업 중 판독이 모호했던 사례를 바탕으로 북한이탈주민의 의견을 수렴하였다.
- 북한 농업환경의 최신 동향을 고려하기 위해 다양한 미디어 매체를 활용하여 정보를 수집하였다. FAO Crop Prospects and Food Situation 4분기 보고서에 따르면, 북한은 수확기 동안 건조한 날씨의 지속으로 작물이 큰 손상을 입어 곡물 생산량에 많은 영향을 끼쳤다고 분석하였다. 이외에도 국내・외 언론에서는 관개시설이 턱없이 부족한 북한의 경우 농업에 큰 타격을 입었을 것으로 예측하고 있다.

- 본 연구에 활용된 기초자료의 기하정확도를 분석하기 위해 기 연구된 사례를 조사해본 결과, KOMPSAT-2&3 영상의 경우 약 1~2m 정도의 수직·수평위치 정확도를 가졌으며, 1:25,000 수치지도의 경우 약 8~17m 정도의 수직·수평위치 정확도를 나타냈다. 따라서 기하보정된 위성영상의 기하정확도가 더 신뢰할만한 것으로 판단된다.
- 경지(논)경계구획도 구축 시 디지타이징 기법을 활용함에 따라 부득이하게 발생하는 오차가 있다. 본 연구에서는 디지타이징 오차, 픽셀 오차, 농로 및 수로오차, 두렁 오차의 범위를 산정하였다. 그 결과, 디지타이징 기법으로 구축된 전자지도의 면적은 약 1~2%정도 과대 추정된 것으로 판단된다.

제4장 통계청 자체 판독지역 DB 품질검수

4.1. 통계청 RS팀 전자지도 구축 작업 관련 실무협의

○ 2014년 RS팀 작업 교육 및 기술 이전을 수행했으며 원격탐사 실용화 시 통계청 자체 참여모델로 북한 농업통계 작성이 가능하도록 하였다. 이를 바탕으로 2015년에는 RS팀이 북한 지역 1개도(자강도)에 대해 디지타이징 기법을 활용하여 경지(논)경계구획도를 구축하였다.

4.1.1. 1차 품질검수 회의(15.07.07)

1) 사업개요 설명

- 원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사

2) 경지(논)경계구획도 작성 요령

- 경계 구획 지침에 따른 디지타이징 작업 방법 교육

3) 문의 사항 접수

- 디지타이징 작업 시 문의 사항에 대해 접수

4) 판독 노하우 전수

- 숙련된 판독 전문가의 영상 판독 작업 시연

5) DB 속성정보 입력 및 분석 방법

- 구획된 경계구획도에 대한 판독 결과를 별도로 코드화하여 입력
- 7가지 항목별 속성 테이블에 대한 상세 설명

6) 실습

- ArcMAP을 이용한 시범연구지역 디지타이징(Test)
- 판독 라이브러리 숙지

4.1.2. 2차 품질검수 회의(15.08.18)

1) 사업개요 설명

- 원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사

2) 경지(논)경계구획도 작성 요령

- 경계 구획 지침에 따른 디지타이징 작업 방법 교육

3) 통계청 자체 구축지역 진행률 점검

- 자강도 지역 1차 디지타이징 진행률 점검
- 향후 일정 및 계획 공지

4) 문의 사항 접수

- 디지타이징 작업 시 문의 사항에 대해 접수

5) 판독 모호사례 검토

- 판독 모호사례에 대한 수집 및 토의
- 사례를 통해 영상 판독과 디지타이징 작업의 유의사항 숙지

6) 미디어매체 활용한 북한환경의 이해

- 이규연의 스포트라이트 11화 "북한 왕가물 대재앙 오나"
- 북한 가뭄 상황에 대처한 디지타이징 작업 요령 논의

7) 실습

- ArcMAP을 이용한 시범연구지역 디지타이징(Test)
- 판독 라이브러리 숙지

4.1.3. 3차 품질검수 회의(15.10.15)

1) 사업개요 설명

- 원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사

2) 통계청 자체 구축지역 진행률 점검

- 자강도 지역 1차 디지타이징 진행률 점검
- 1차 디지타이징 완료 및 결과물 취합
- 향후 일정 및 계획 공지

3) 1차 디지타이징 결과 품질검수

- 자강도 지역 1차 디지타이징 결과물 최종 품질검수

4) 문의 사항 접수

- 디지타이징 작업 시 문의 사항에 대해 접수

5) 판독 모호사례 검토

- 판독 모호사례에 대한 수집 및 토의
- 사례를 통해 영상 판독과 디지타이징 작업의 유의사항 숙지

6) SPOT-6&7 영상 전처리 교육

- SPOT-6&7 영상의 개요
- 영상 전처리 실습(기하보정, 정사보정, 좌표변환 등)

7) SPOT-6&7 영상을 활용한 벼 재배유무 판독

- SPOT-6&7 영상을 활용하여 벼 재배유무를 판독하는 방법을 전수
- 벼 재배유무 판독 실습

4.1.4. 4차 품질검수 회의(15.11.11)

1) 사업개요 설명

- 원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사

2) 통계청 자체 구축지역 진행률 점검

- 자강도 지역 2차 디지타이징 진행률 점검
- 2차 디지타이징 완료 및 결과물 취합
- 향후 일정 및 계획 공지

3) 2차 디지타이징 결과 최종 품질검수

- 자강도 지역 2차 디지타이징 결과물 최종 품질검수
- 속성 테이블 기입 오류, 좌표계 불일치 등 착오로 인해 발생할 수 있는 오류 사항에 대한 검토를 실시

4) 문의 사항 접수

- 디지타이징 작업 시 문의 사항에 대해 접수

5) 판독 모호사례 검토

- 판독 모호사례에 대한 수집 및 토의
- 사례를 통해 영상 판독과 디지타이징 작업의 유의사항 숙지

6) 금년도 과업의 애로사항 접수 및 개선방안 토의

- 금년도에 과업을 수행하면서 발생했던 애로사항을 접수
- 접수된 애로사항을 바탕으로 향후 개선방안에 대해 토의

4.2. 상시 품질검수 및 피드백(Feedback)

- 통계청 RS팀에서 자체적으로 디지타이징 작업을 수행하여 구축한 자강도 지역의 경지(논)경계구획도 결과물과 평안남도, 남포특별시의 결과물이 동일한 품질 유지를 위해 품질검수를 수행하였다.
- O 품질검수팀을 상시 운영하여 철저한 품질관리와 신속한 피드백을 통해 판독결과의 품질을 개선하였다.

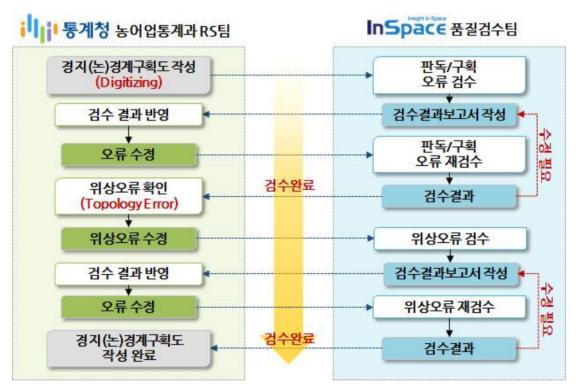


그림 37. 상시 품질검수 및 피드백 흐름도

4.2.1. 품질검수 보고서 작성

○ 앞에서 서술했듯이 디지타이징 작업 시 작업자가 판독이나 구획하는 과정에서 다양한 오류가 발생할 수 있다. 품질검수팀에서는 통계청 RS팀이 작성한 결과물을 검수하고 경지(논)경계구획도 제작 지침에 맞지 않는 사례에 대한 품질검수 보고서를 작성하였다(표 29).

표 29. 자강도 품질검수 보고서 예시

번호	5	검수	-자	양윤정
해당시군	시중군	작업	로 자	작업자 A
오류사항	구글어스 판독결	과 논 경지가	아님, 영상	확인후 삭제 요망
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상			liolag	125°24"53.532"0 411°7°4. 9 3 20 5 Unital Sieles

O 작성된 품질검수 보고서는 통계청 RS팀에 전달되었으며, 보고서에서 지적된 오류사항이 반영될 경우 RS팀에서 수정사항에 대한 피드백을 요청하였다(표 30).

표 30. 자강도 품질검수 보고서 피드백(Feedback) 예시

번호	5	검수	누자	양윤정
해당시군	시중군	작업	설 자	작업자 A
오류사항	구글어스 판독결	과 논 경지가	아님, 영상	확인후 삭제 요망
	KOMPSAT-3		Arc	cmap Digitizing
영상				A 100/3/107E 07/4/3/01

O 품질검수 보고서는 RS팀이 구축한 결과물의 신속한 품질개선에 유용하였으며, 작업자가 자주 범하는 오류에 대한 피드백을 통해 동일한 오류가 반복되는 현상을 감소시켰다.

4.3. 소결론

- 2015년에는 통계청 RS팀이 북한 지역 1개도(자강도)에 대해 디지타이징 기법을 활용하여 경지(논)경계구획도를 자체 구축하기 위해 총 4회의 실무교육 및 품질검수 회의가 이루어졌다.
- 품질검수 회의의 주요 내용은 영상 전처리 교육, 판독 모호사례 검토, 북한 농업환경의 이해, 디지타이징 관련 질의응답, DB구축 진행률 점검 등이다.
- 통계청 RS팀이 구축한 자강도의 판독 결과물과 평안남도, 남포특별시의 판독 결과물의 동일한 품질 유지를 위해 품질검수팀을 운영하여 상시 품질검수 및 피드백을 수행하였다.
- O 품질검수팀에서는 통계청 RS팀이 작성한 결과물을 검수하여 품질검수 보고서를 작성하였다. 이 보고서는 RS팀이 구축한 결과물의 신속한 품질개선에 유용하였으며, 작업자가 자주 범하는 오류에 대한 피드백을 통해 동일한 오류가 반복되는 현상을 감소시켰다.

제5장 결론

5.1. 연구내용 및 결과 요약

- O 원격탐사를 활용한 북한 지역 벼 재배면적을 추정을 위해 시범지역인 평안남도 및 남포특별시에 대해 디지타이징 기법을 이용하여 경지(논)경계구획도를 구축하였다.
- O 구축한 경지(논)경계구획도를 바탕으로 2015년도 북한 지역 평안남도 및 남포특별시 논 면적을 추정한 결과, 평안남도 논 면적은 85,560.90ha, 남포특별시 논 면적은 29,432.85ha, 자강도 논 면적은 6,466.68ha로 추정되었다.
- FAO에서 추정된 북한 지역의 평안남도 논 면적은 84,234.00ha, 남포특별시 논 면적은 27,420.00ha, 자강도 논 면적은 6,284.00ha이며 디지타이징 기법을 이용한 논 면적 추정 결과와 평안남도 +1,326.90ha(1.55%), 남포특별시 +2,012.85ha(6.84%), 자강도 +142.00ha(2.21%) 차이가 나는 것으로 나타났다.
- 논 면적 산정 이후 2015년도 신규촬영된 LANDSAT-8, SPOT-6&7 등의 위성영상을 활용하여 2015년도 연구지역의 벼 재배유무를 판독하고 벼 재배면적을 추정한 결과는 각각 평안남도 벼 재배면적 85,551.04ha, 남포특별시 벼 재배면적 29,402.10ha, 자강도 벼 재배면적은 6,426.99ha로 나타났다.
- 판독 정확도를 향상시키기 위한 방안으로 첫째, 판독자의 주관적인 판단을 최소화하기 위해 판독라이브러리를 작성하였다. 둘째, 교차검증 수행 및 품질검수팀을 운영하여 오판독과 작업자의 착오로 인한 오류를 수정하였다. 셋째 물 댄 논을 구분하기 위해 Landsat-8 영상을 활용하였다. 넷째,

시범지역에 거주했던 북한이탈주민을 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 마지막으로 미디어 매체를 활용하여 북한 농업환경의 최신 정보를 수집하였다.

- 경지(논)경계구획도의 정확도를 명시하기 위해서 벼 재배면적 시험조사에 활용된 위성영상 및 참조자료의 기하정확도의 조사한 결과, KOMPSAT-2&3영상의 기하정확도가 1:25,000 수치지도보다 정확한 것으로 나타났다.
- 경지(논)경계구획도 구축 시 디지타이징 기법을 활용함에 따라 발생하는 오차가 있다. 본 연구에서 디지타이징 오차, 픽셀 오차, 농로 및 수로오차, 두렁 오차의 범위를 산정한 결과, 구축된 전자지도의 면적은 약 1~2%정도 과대 추정된 것으로 나타났다.
- O 접근불능지역에 대한 위성영상 판독 정확도 향상을 위해 다양한 검증기법을 제안하였으며, 원격탐사 기술을 활용한 접근불능지역 연구의 실용화를 위한 기반을 마련하였다.
- 통계청 RS팀에서 자체적으로 구축한 자강도 지역의 경지(논)경계구획도 결과물과 시범지역의 결과물과 동일한 품질 유지를 위해 총 4회에 걸친 품질검수 회의를 진행했으며, 실무교육과 상시 품질검수 및 피드백, 품질검수 보고서 작성 등을 수행하였다.

5.2. 제언

- 원격탐사 기법 및 디지타이징 기법을 활용한 본 연구를 통해 접근불능지역에 대한 농업통계 생산 및 정보 추출에 대한 가능성을 확보하였다.
- O 따라서 북한 전역에 대한 농업통계 생산 시 이를 확대하여 수행함으로써 북한의 식량자원 현황을 정확히 파악하고 다양한 정책 지원 및 농업통계 생산이 가능할 것으로 판단된다.
- O 다만, 디지타이징 기법은 판독을 위한 소요시간이 길고, 많은 인력의 투입이 요구되는 작업이므로 비용적 측면에서 예산 확충에 대한 고려가 수반되어야 할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- O Aguilar, M.A., M.M. Saldana, and F.J. Aguilar(2013), Assessing geometric accuracy of the orthorectification process from GeoEye-1 and WorldView-2 panchromatic images, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 21: 427-435
- O Büyüksalih, G., G. Koçak , H. Topan, M. oruç and A. Marangoz(2005), Spot revisited: accuracy assessment, DEM generation and validation from stereo Spot-5 HRG images, The Photogrammetric Record, 20(110): 130-146
- O Dial, G., H. Bowen, F. Gerlach, J. Grodecki, and R. Oleszczuk(2003), Ikonos satellite, imagery, and products, Remote Sensing of Environment, 88(1-2): 23-36
- O Eleonora M, Vincenzo P, Mario D, Andrea C, Stefano A(2013), Shoreline evolution related to coastal development of a managed beach in Alghera, Sardinia, Italy
- O FAO(2015), Crop Prospects and Food Situation(NO.1)
- O FAO(2015), Crop Prospects and Food Situation(NO.2)
- O FAO(2015), Crop Prospects and Food Situation(NO.3)
- O FAO(2015), Crop Prospects and Food Situation(NO.4)
- FAO(2015), The Democratic People's Republic of Korea outlook for Food Supply and Demand in 2014/15
- FAO(2015), The Democratic People's Republic of Korea prolonged dry spell raises serious concerns for 2015 food crop production
- O Fraser, C.S. and M. Ravanbakhsh(2009), Georeferencing accuracy of GeoEye-1 imagery, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing,

75(6): 634-640

- O Heywood, I., Cornellius, S. and Carver, S.(1998), An Introduction to GIS, p.188
- O Im, Y., T. Kim, and J. Kim(2002), DEM Extraction from KOMPSAT-1 EOC Stereo Images and Accuracy Assessment, Korean Journal of Remote Sensing, 18(2): 81-90
- O Jeong, J. and T. Kim(2009), Comparison of Orbit-attitude Model between Spot and Kompsat-2 Imagery, Korean Journal of Remote Sensing, 25(2): 133-143
- O ITBC, "이규연의 스포트라이트 11화 북한 왕가물 대재앙 오나"(2015.8.16.)
- O NK조선; http://nk.chosun.com/bbs/list.html?table=bbs_13
- O Noguchi, M., C.S. Fraser, T. Nakamura, T. Shimono, and S. Oki(2004), Accuracy assessment of QuickBird stereo imagery, The Photogrammetric Record, 19(106): 128-137
- O Rhee, S., J. Jeong, T. Lee, and T. Kim(2011), DEM Generation and Accuracy Comparison from Multiple Kompsat-2 Images, Korean Journal of Remote Sensing, 27(1): 51-58.
- O 국가통계포털; www.kosis.kr
- o 김미영(2005), 『도시와 GIS』, 성안당, p308
- O 박경식 외(2007), 국토모니터링을 위한 SPOT-5 위성영상 융합, 한국측 량학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 141-144
- O 북한지역정보넷; http://cybernk.net/home/Default.aspx
- O 연합뉴스 북한·통일 정보 포털 ; http://www.yonhapnews.co.kr/nk/4802030000.html
- 연합뉴스 월간 마이다스, "북한 100년만의 가뭄으로 피해 극심…전국 30% 피해"(2015.6.16.)

- O 유복모(2003), 『현대 디지털 사진 측량학』, 피어슨에듀케이션코리아
- O 임호열, 김준영(2015), 북한의 경제개발구 추진 현황과 향후 과제, 대외 경제정책연구원, Vol. 15 No. 11, pp. 10-11
- O 정재훈, 김재인, 김태정(2014), KOMPSAT-3 영상의 기하정확도 분석, 한국원격탐사학회, 제30권, 제1호, pp37-45
- o 조선일보, "북한 가뭄 심각... 식량난 가능성은 크지않아"(2015.6.10.)
- ㅇ 통계청 홈페이지 ; www.kostat.go.kr
- O 통계청(2012), 원격탐사 활용 쌀 생산량 시범조사 보고서
- o 통계청(2013), 2013 북한의 주요 통계지표
- O 통계청(2013), 원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 1개도 시험조사 보고서
- O 통계청(2014), 원격탐사 활용 북한 벼 재배면적 시험조사 보고서
- O 황도순 외(2014), 『인공위성(Artificial Satellites)』, 미래창조과학부

부 록

- 1. SPOT-6&7 위성영상 상세 수급 목록
- 2. KOMPSAT-2&3 위성영상 상세 수급 목록
 - 3. KOMPSAT-2&3 위성영상 수급 INDEX
 - 4. LANDSAT-8 위성영상 상세 수급 목록
- 5. 3개시도(남포특별시·평안남도·자강도) 경지(논)경계구획도
 - 6. 판독 라이브러리
 - 7. 판독 모호 사례
 - 8. 작업자 교육 매뉴얼
 - 9. 품질검수 결과 보고서

1. SPOT 위성영상 상세 수급 목록

1차 SPOT 영상 수급(총 20장)

지역	Scene ID	촬영 일자	운량 등급	경사각(Tilt)	기하정확도	정합
남포	IMG_SPOT6_MS_201508270216231_SEN_1445303101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	17.43°	Level 1	정상
검포	IMG_SPOT6_MS_201508270217276_SEN_1445304101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	27.94°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509100208399_SEN_1486230101_R1C1.TIF	2015.09.10	하(재촬영)	13.09°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509120153070_SEN_1486231101_R1C1.TIF	2015.09.12	중	23.45°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201508270216231_SEN_1486224101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	16.98°	Level 1	정상
평안	IMG_SPOT6_MS_201508270216082_SEN_1486225101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	21.22°	Level 1	정상
남도	IMG_SPOT7_MS_201509090215167_SEN_1486226101_R1C1.TIF	2015.09.09	중	23.48°	Level 1	정상
	IMG_SPOT7_MS_201509090215015_SEN_1486227101_R1C1.TIF	2015.09.09	상	24.72°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509100208244_SEN_1486228101_R1C1.TIF	2015.09.10	하(재촬영)	21.50°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509100209136_SEN_1486229101_R1C1.TIF	2015.09.10	상	16.12°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201508130223475_SEN_1497229101_R1C1.TIF	2015.08.13	상	27.61°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509120153070_SEN_1497230101_R1C1.TIF	2015.09.12	중	23.45°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509120152424_SEN_1497231101_R1C1.TIF	2015.09.12	중	30.30°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509070142247_SEN_1497232101_R1C1.TIF	2015.09.07	하(재촬영)	28.51°	Level 1	정상
자강	IMG_SPOT6_MS_201509120152424_SEN_1497233101_R1C1.TIF	2015.09.12	상	30.69°	Level 1	정상
도	IMG_SPOT6_MS_201509220216245_SEN_1497234101_R1C1.TIF	2015.09.22	상	20.49°	Level 1	정상
	IMG_SPOT7_MS_201509250151375_SEN_1513267101_R1C1.TIF	2015.09.25	상	25.15°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509260146266_SEN_1513268101_R1C1.TIF	2015.09.26	상	23.77°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509260146044_SEN_1513269101_R1C1.TIF	2015.09.26	상	29.13°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509260145492_SEN_1513270101_R1C1.TIF	2015.09.26	하(재촬영)	29.52°	Level 1	정상

2차 SPOT 영상 수급(총 13장)

지역	Scene ID	촬영 일자	운량 등급	경사각(Tilt)	기하정확도	정합
남포	IMG_SPOT6_P_201508270217276_SEN_1525674101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	27.94°	Level 1	정상
835	IMG_SPOT6_P_201508270216231_SEN_1525673101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	17.43°	Level 1	정상
평안	IMG_SPOT6_MS_201507080201236_SEN_1527315101_R1C1.TIF	2015.07.08	중	23.04°	Level 1	정상
남도	IMG_SPOT6_MS_201508270216231_SEN_1526473101_R1C1.TIF	2015.08.27	상	16.88°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509220216245_SEN_1515821101_R1C1.TIF	2015.09.22	상	20.49°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509220216245_SEN_1527284101_R1C1.TIF	2015.09.22	중	18.77°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201509260145492_SEN_1527283101_R1C1.TIF	2015.09.26	중	30.13°	Level 1	정상
-1-1	IMG_SPOT6_MS_201509260146044_SEN_1515822101_R1C1.TIF	2015.09.26	중	29.56°	Level 1	정상
자강 도	IMG_SPOT6_MS_201509260146044_SEN_1527282101_R1C1.TIF	2015.09.26	중	30.27°	Level 1	정상
<u>.</u>	IMG_SPOT7_MS_201509060148021_SEN_1515820101_R1C1.TIF	2015.09.06	중	26.38°	Level 1	정상
	IMG_SPOT7_MS_201509060148021_SEN_1527289101_R1C1.TIF	2015.09.06	중	26.69°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201507060214522_SEN_1525215101_R1C1.TIF	2015.07.06	상	23.11°	Level 1	정상
	IMG_SPOT6_MS_201507080200586_SEN_1525214101_R1C1.TIF	2015.07.08	중	13.92°	Level 1	정상

[※]영상 품질검수를 통해 운량등급이 '하'로 책정된 경우 영상의 재촬영을 요청하였음

[※] SPOT영상 판매업체인 Airbus사는 본 사업에 대해 큰 관심을 가졌으며, 남포 지역에 한해서 1.5m 해상도의 Panchromatic 영상을 무상으로 제공함

2. KOMPSAT-2&3 위성영상 상세 수급 목록

평안남도 · 남포특별시 영상수급 현황(총 92장)

수급	SceneID	위성	영상상태
	K3_20140308043613_09636_09211292_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140308043613_09636_09211293_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140308043613_09636_09211294_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140528042913_10819_09271298_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140531044648_10863_09191289_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140608050102_10980_09171289_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140608050102_10980_09171290_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140608050102_10980_09171291_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140613045725_11053_09201292_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140613045725_11053_09201293_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140613045725_11053_09201294_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140910045731_12353_09201290_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140910045731_12353_09201291_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20141020042843_12937_09231295_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
4 *1	K3_20141020042843_12937_09231296_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
1차	K3_20141028044152_13054_09211296_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
수급 /of zh	K3_20141110045133_13244_09301293_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
(85장)	K3_20141110045133_13244_09301294_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141110045133_13244_09311297_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141110045133_13244_09311298_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141110045133_13244_09311299_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141110045133_13244_09311300_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141110045133_13244_09311301_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141205043137_13609_09241292_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141205043137_13609_09241293_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20141208044907_13653_09231297_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150102042632_14018_09191291_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150102042632_14018_09191292_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150102042632_14018_09191293_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150112041625_14164_09231293_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150112041625_14164_09231294_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150305044641_14924_09201295_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상

수급	SceneID	위성	영상상태
	K3_20150305044641_14924_09201296_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150320043005_15143_09211292_L1R_ORTHO_PSH.tif	K3	상
	K3_20150320043005_15143_09211293_L1R_ORTHO_PSH.tif	К3	상
	K3_20150320043005_15143_09211294_L1R_ORTHO_PSH.tif	К3	상
	K3_20150320043005_15143_09211295_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20150323044615_15187_09221294_L1R_ORTHO_PSH.tif	К3	상
	MSC_140318015212_40756_10721290_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140727014820_42670_10871298_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_140727014820_42670_10871299_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_140727014820_42670_10871300_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_140727014820_42670_10871301_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_140727014820_42670_10871302_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_140911020338_43342_10811291_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811292_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811293_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811294_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811295_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811296_ORTHO_PSH.tif	K2	하
	MSC_140911020338_43342_10811297_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811298_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140911020338_43342_10811299_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831292_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831293_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831294_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831295_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831296_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831297_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831298_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_140918014019_43444_10831299_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_141009020748_43751_10891300_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_141009020748_43751_10891301_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_141009020748_43751_10891302_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150308015346_45942_10781293_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150316020608_46059_10781294_ORTHO_PSH.tif	K2	하
	MSC_150316020608_46059_10781297_ORTHO_PSH.tif	K2	하
	MSC_150316020608_46059_10781298_ORTHO_PSH.tif	K2	중

수급	SceneID	위성	영상상태
	MSC_150321020141_46132_10811291_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811292_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811293_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811294_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811295_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811296_ORTHO_PSH.tif	K2	하
	MSC_150326015706_46205_10801291_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801292_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801293_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801294_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801295_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801296_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801297_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801298_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	K3_20150410044718_15450_09231297_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	MSC_150423015023_46614_10751296_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150506015719_46804_10871298_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	K3_20140516045509_10644_09231296_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	K3_20140807042219_11856_09241297_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	하
2차수급	K3_20141031045922_13098_09141288_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
	MSC_150308015346_45942_10781295_ORTHO_PSH.tif	K2	하
(7장)	MSC_150308015346_45942_10781296_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150316020608_46059_10781296_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150324021922_46176_10661288_ORTHO_PSH.tif	K2	상

자강도 영상수급 현황(총 148장)

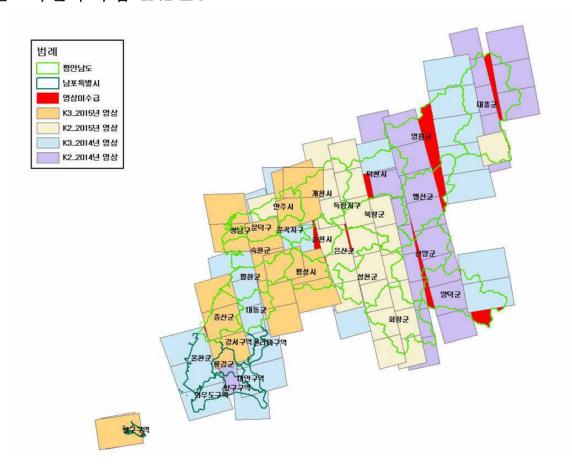
수급	SceneID	위성	영상상태
	K3_20130523044006_05414_09301303_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130523044006_05414_09301304_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130523044006_05414_09311305_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130523044006_05414_09311306_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130523044006_05414_09311307_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130523044006_05414_09311308_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130523044006_05414_09311309_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130831044425_06875_09291300_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	중
	K3_20130831044425_06875_09291301_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130831044425_06875_09291302_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130831044425_06875_09291303_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20130831044425_06875_09301304_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20131003043232_07357_09351305_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20131003043232_07357_09351306_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20131003043232_07357_09351307_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20131003043232_07357_09351308_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20131026042815_07693_09321301_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
1차	K3_20131026042815_07693_09321302_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	상
습	K3_20131026042815_07693_09321303_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	하
(145장)	K3_20131111045145_07927_09301307_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20131111045145_07927_09301308_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140316045113_09753_09241303_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	상
	K3_20140316045113_09753_09241304_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	상
	K3_20140331044459_09972_09341308_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140331044459_09972_09341309_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	상
	K3_20140331044459_09972_09351310_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	중
	K3_20140528042913_10819_09271299_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140528042913_10819_09271300_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140904042354_12265_09301300_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140904042354_12265_09301301_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	하
	K3_20140907044143_12309_09301305_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	하
	K3_20140930044456_12645_09271300_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140930044456_12645_09281301_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140930044456_12645_09281302_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140930044456_12645_09281303_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140930044456_12645_09281304_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
	K3_20140930044456_12645_09291305_L1R_ORTHO_PSH.img	K3	상

K3_20140930044456_12645_09291305_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20140930044456_12645_09291306_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20140930044456_12645_09291307_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20140930044456_12645_09301308_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20141110045133_13244_09311301_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20141226045159_13916_09241301_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20141226045159_13916_09241302_L1R_ORTHO_PSH.img	КЗ	상
K3_20150407043242_15406_09291305_L1R_ORTHO_PSH.tif	КЗ	상
MSC_130516013959_36284_10861302_ORTHO_PSH.img	K2	 상
MSC_130516013959_36284_10861303_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130516013959_36284_10861304_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130516013959_36284_10861305_ORTHO_PSH.img	K2	 상
MSC_130516013959_36284_10861306_ORTHO_PSH.img	K2	 상
MSC_130516013959_36284_10861307_ORTHO_PSH.img	K2	중
MSC_130531012143_36503_10871308_ORTHO_PSH.img	K2	 중
MSC_130531012143_36503_10871309_ORTHO_PSH.img	K2	 상
MSC_130531012143_36503_10871310_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130531012143_36503_10881304_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130531012143_36503_10881305_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130531012143_36503_10881306_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130531012143_36503_10881307_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_130915020220_38067_10781305_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131015012144_38505_10911305_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131015012144_38505_10911306_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131015012144_38505_10911307_ORTHO_PSH.img	K2	중
MSC_131015012144_38505_10911311_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131015012144_38505_10911312_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131026014720_38666_10791300_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131026014720_38666_10791301_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131026014720_38666_10791302_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131026014720_38666_10791303_ORTHO_PSH.img	K2	중
MSC_131026014720_38666_10791304_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131026014720_38666_10791305_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131026014720_38666_10791306_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131105013359_38812_10901304_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131113014245_38929_10921305_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131113014245_38929_10921306_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131113014245_38929_10921307_ORTHO_PSH.img	K2	상
MSC_131113014245_38929_10921308_ORTHO_PSH.img	K2	······
 	- · -	

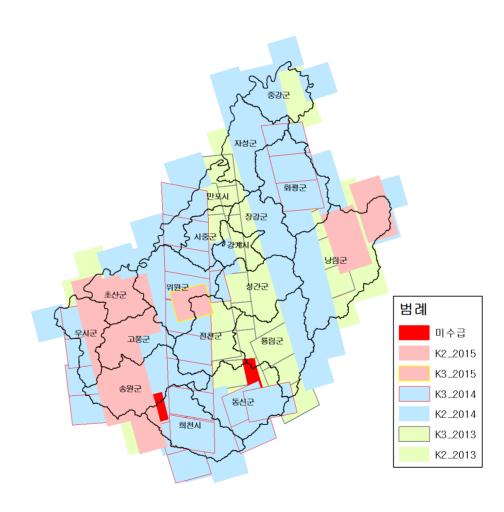
MSC_140328013558_40902_10801306_ORTHO_PSH.img	K2	중
MSC_140328013558_40902_10811300_ORTHO_PSH.img	K2	ঠ
MSC_140328013558_40902_10811305_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140410013255_41092_10921312_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140809020117_42860_10831299_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140809020117_42860_10831300_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140809020117_42860_10831301_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140809020117_42860_10831307_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140829014948_43152_10941307_ORTHO_PSH.img	K2	ठें
MSC_140911020338_43342_10811299_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140911020338_43342_10821300_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140911020338_43342_10821301_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140911020338_43342_10821302_ORTHO_PSH.img	K2	· ·
MSC_140911020338_43342_10821303_ORTHO_PSH.img	K2	~
MSC_140911020338_43342_10821304_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_140911020338_43342_10821305_ORTHO_PSH.img	K2	ბ [°]
MSC_140911020338_43342_10821306_ORTHO_PSH.img	K2	ბ.
MSC_140913014152_43371_10941308_ORTHO_PSH.img	K2	Ą.
MSC_140916020054_43415_10811302_ORTHO_PSH.img	K2	ਨੋਂ
MSC_140916020054_43415_10811303_ORTHO_PSH.img	K2	ਨੋਂ
MSC_140916020054_43415_10811304_ORTHO_PSH.img	K2	F
MSC_140918014019_43444_10821306_ORTHO_PSH.img	K2	ح ک
MSC_140918014019_43444_10821307_ORTHO_PSH.img	K2	~
MSC_140918014019_43444_10831299_ORTHO_PSH.img	K2	Z
MSC_140918014019_43444_10831305_ORTHO_PSH.img	K2	F
MSC_140928013448_43590_10851306_ORTHO_PSH.img	K2	ਨੋਂ
MSC_140928013448_43590_10851309_ORTHO_PSH.img	K2	ਨੌ
MSC_141009020748_43751_10891303_ORTHO_PSH.img	K2	ਫ਼ੋ
MSC_141009020748_43751_10891304_ORTHO_PSH.img	K2	중
MSC_141009020748_43751_10891305_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_141009020748_43751_10891306_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_141009020748_43751_10891307_ORTHO_PSH.img	K2	싱
MSC_141009020748_43751_10891308_ORTHO_PSH.img	K2	ふ
MSC_141009020748_43751_10891309_ORTHO_PSH.img	K2	소
MSC_141009020748_43751_10901310_ORTHO_PSH.img	K2	ō
MSC_141009020748_43751_10901311_ORTHO_PSH.img	K2	ふ
MSC_141009020748_43751_10901312_ORTHO_PSH.img	K2	소
MSC_141011014705_43780_10881302_ORTHO_PSH.img	K2	ਠੋਂ
MSC_141011014705_43780_10881303_ORTHO_PSH.img	K2	ਨੋਂ

	MCC 141011014705 42790 10001204 ODTLIO DCLI;	K2	<u></u> 하
	MSC_141011014705_43780_10881304_ORTHO_PSH.img MSC_141011014705_43780_10881305_ORTHO_PSH.img	K2	<u> </u>
			 상
	MSC_141011014705_43780_10881306_ORTHO_PSH.img	K2 K2	 상
	MSC_141011014705_43780_10881307_ORTHO_PSH.img		
	MSC_141011014705_43780_10881308_ORTHO_PSH.img	K2	상 상
	MSC_141011014705_43780_10881309_ORTHO_PSH.img	K2	
	MSC_141011014705_43780_10881310_ORTHO_PSH.img	K2	상 기
	MSC_141011014705_43780_10881311_ORTHO_PSH.img	K2	상
	MSC_141011014705_43780_10881312_ORTHO_PSH.img	K2	상
	MSC_141014020441_43824_10761304_ORTHO_PSH.img	K2	상
	MSC_141113014530_44262_10911308_ORTHO_PSH.img	K2	하
	MSC_141113014530_44262_10911309_ORTHO_PSH.img	K2	상
	MSC_141113014530_44262_10911313_ORTHO_PSH.img	K2	상
	MSC_141126015651_44452_10801304_ORTHO_PSH.img	K2	상
	MSC_150316020608_46059_10791302_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150316020608_46059_10791303_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150316020608_46059_10791304_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150316020608_46059_10791305_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811304_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150321020141_46132_10811305_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150323013907_46161_10931307_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150323013907_46161_10931308_ORTHO_PSH.tif	K2	상
	MSC_150326015706_46205_10801300_ortho_PSH.img	K2	중
	MSC_150326015706_46205_10801301_ortho_PSH.img	K2	중
	MSC_150326015706_46205_10801302_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150326015706_46205_10801303_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150326015706_46205_10801304_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150326015706_46205_10801305_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150415013718_46497_10921306_ORTHO_PSH.tif	K2	중
	MSC_150415013718_46497_10921307_ORTHO_PSH.tif	K2	중
2차	MSC_150316020608_46059_10791301_PSH.tif	K2	하
수급	MSC_150326015706_46205_10801300-PSH.tif	K2	상
(3장)	MSC_150326015706_46205_10801301_PSH.tif	K2	상

- 3. KOMPSAT-2&3 위성영상 수급 INDEX
- 3-1. 평안남도 · 남포특별시 수급 INDEX



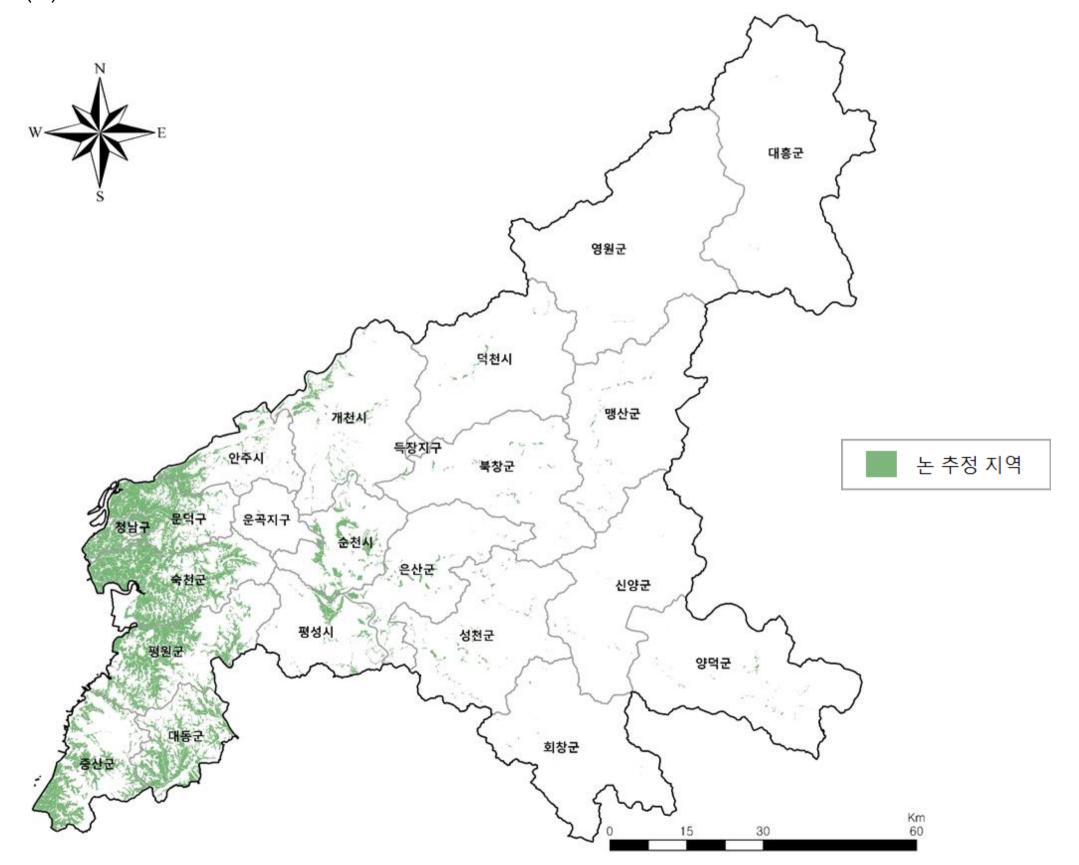
3-2. 자강도 수급 INDEX



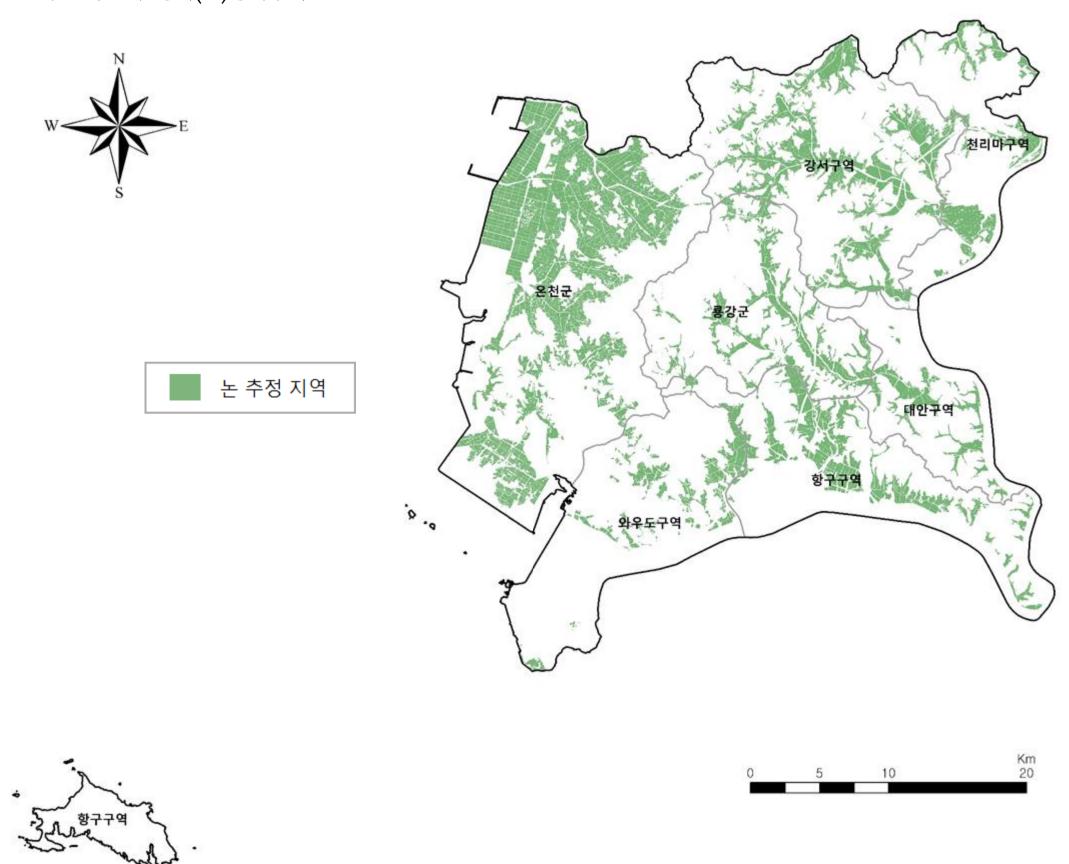
4. LANDSAT-7&8 위성영상 상세 수급 목록

지 역	ScenesID	비고
 자강도	LC81160322015137LGN00	
	LC81170312015144LGN00	I ANDCAT ÒI À Ó TÌ À
	LC81170322015144LGN00	LANDSAT 영상은 관측 폭이 넓어 자강도와
	LC81160322015137LGN00	평안남도에 걸치는 영상
평안남도	LC81160332015137LGN00	2Scenes을 포함함
(남포특별시 포함)	LC81170322015144LGN00	25Ceries = 1 H
	LC81170332015144LGN00	
전 체	5 Scenes	-

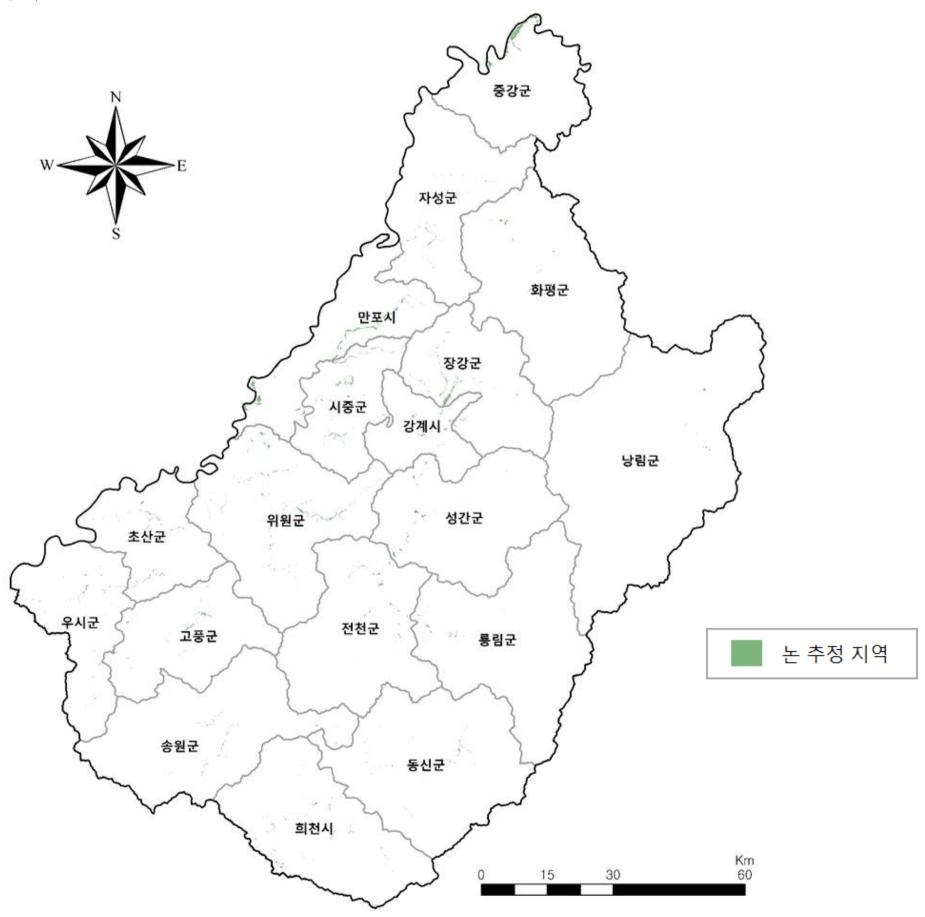
5. 3개시도(평안남도, 남포특별시, 자강도) 경지(논)경계구획도 5-1. 평안남도 경지(논)경계구획도



5-2. 남포특별시 경지(논)경계구획도



5-3. 자강도 경지(논)경계구획도

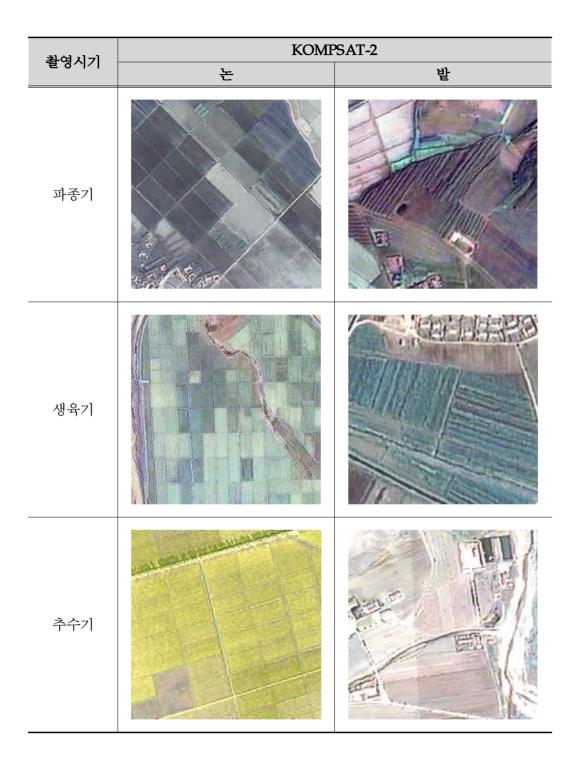


6. 판독 라이브러리

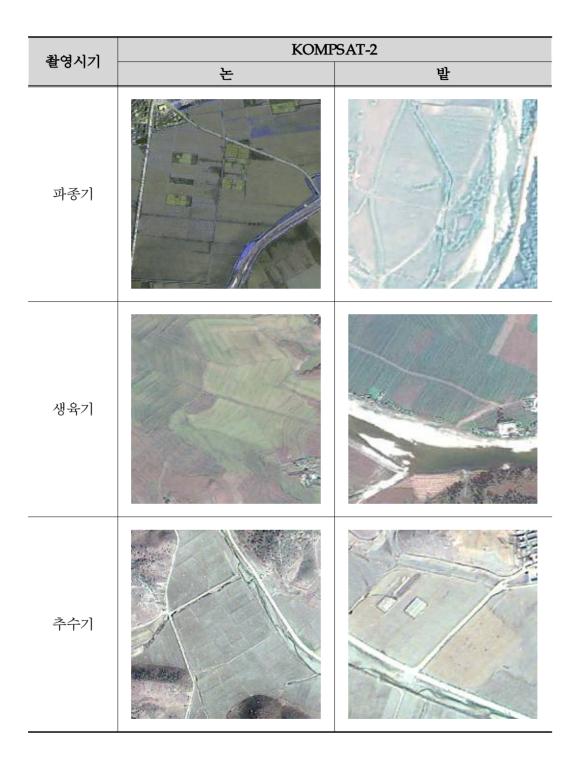
촬영시기	구분			
될 경시기 	RapidEye	KOMPSAT-2		
2010년6월 (물댄 논)				
2010년9월 (벼 생육기 논)				
2010년6월 RapidEye 2009년6월 KOMPSAT-2 논 패턴 비교				

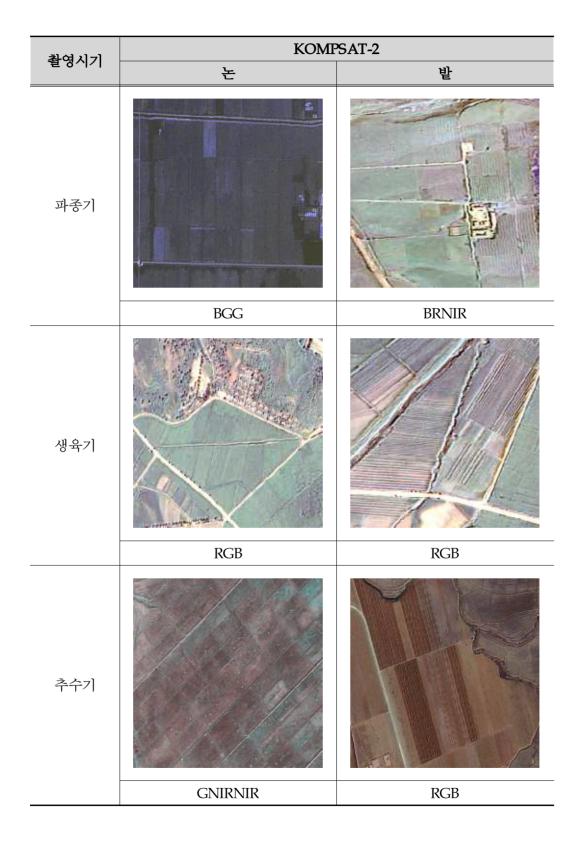
촬영시기	KOMPSAT-2
2010년5월 물댄 논	
2010년9월 벼 생육기 논	

촬영시기	Google Earth 영상
2010년6월 물댄 논	
2010년9월 벼 생육기 논	
2010년10월 벼 추수기 논	



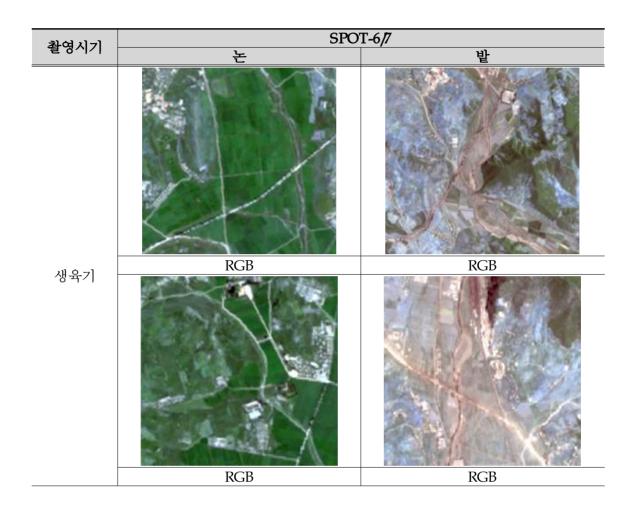






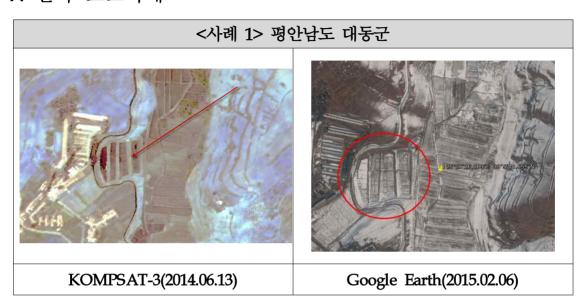
촬영시기	LAND	LANDSAT-8		
된 경기기	논	밭		
파종기				

구분	SPOT-6/7
산림 및 초지	
도심지	
구름	
염전	
하천 습지	

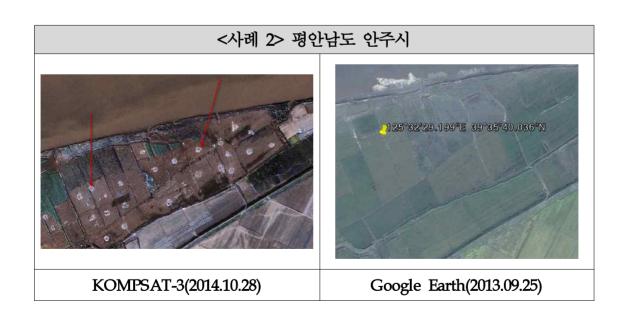




7. 판독 모호사례



O <사례 1> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 6월 13일로 일반적인 논경지보다 두렁이 크고 특이한 패턴을 보임. 비교적 경사가 완만한 산지에 계단식 논경지로 판독됨



o <사례 2> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 10월 28일로 경지 내에서

병단을 쌓아둔 형태와는 달리 흰색의 물체가 쌓여있는 지역. 북한의 경지는 산성화가 많이 진행되어있음. 특히 산성화가 심한 지역에서는 이를 중화시키기 위해 소석회를 만들어서 경지에 뿌려줌. 따라서 소석회를 쌓아둔 논으로 판독



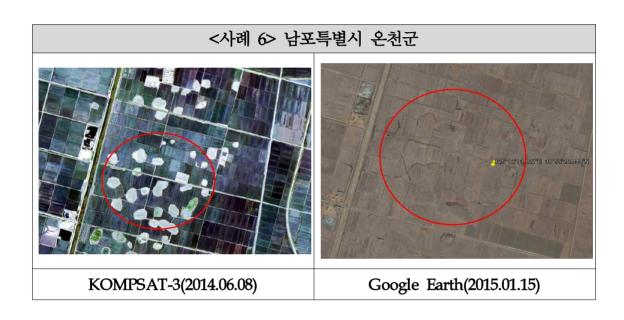
O <사례 3> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 5일로 논경지 사이에서 움푹 패인 형태 지형이 나타남. 청남구은 유명한 탄광지이나 채굴을 한 뒤 시멘트와 같은 보충재로 빈 공간을 채워주지 않아서 지대가 함몰되는 경우가 많음. 일부 주민이 작물을 심기는 하지만 북한의 지적도에서는 비경지로 표기함



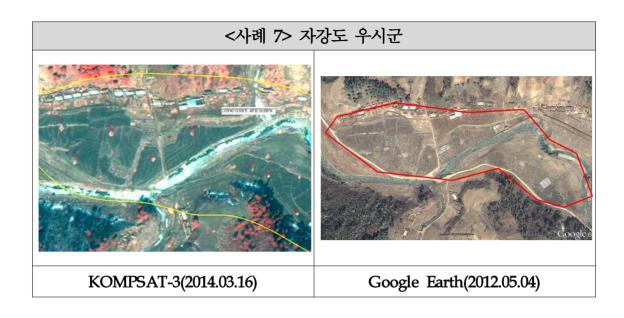
O <사례 4> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 20일로 물 대는 시기는 아니지만 경지에 물이 차 있는 지역. 수로 바로 옆의 경지일 경우 봄철에 언 땅이 녹으면서 물이 새어나오는 경우가 있음. 일부 주민들이 작물을 심기도 하지만 작물이 자라기 어려운 환경이기 때문에 비경지로 판독



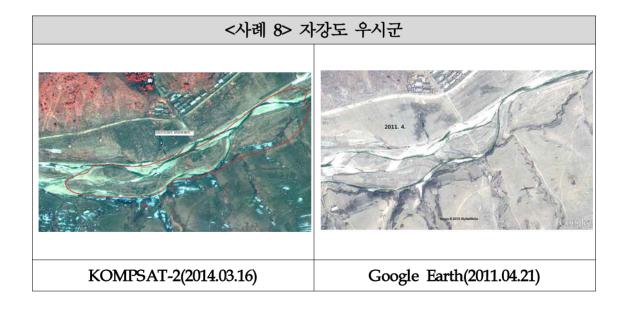
O <사례 5> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 6월 8일로 서해안과 근접한 지역. 온천군은 대표적인 염전지대임. 영상에 표시된 부분은 확실하게 염전으로 판단되나 다른 주변 경지는 시계열영상을 확보해서 논인지 염전인지 판독할 필요가 있음. 추후에 시계열영상을 판독해 본 결과, 주변 지역은 논이 맞는 것으로 판독



O <사례 6> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 6월 8일로 경지 정리가 획일적으로 잘 된 지역에서 불규칙적인 패턴의 지형이 보임. 시계열 영상을 확인한 결과, 불규칙한 형태는 밭으로 판독됨

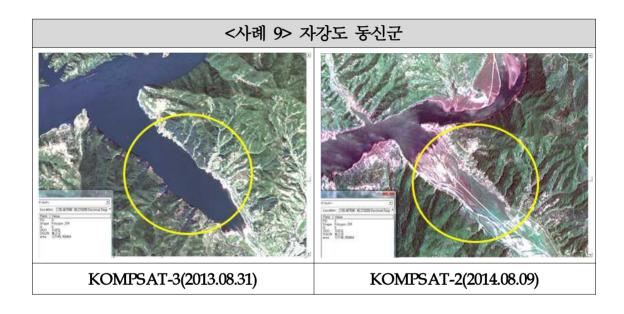


O <사례 7> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 16일로 경지 내에서 동그란 점 모양이 다수 나타나는 지역. 경지의 면적과 구간에 비례해서 점 패턴이 나타난다면 퇴비일 가능성이 매우 높음. 따라서 경지 위에 일정한 패턴으로 쌓아둔 퇴비로 판독함

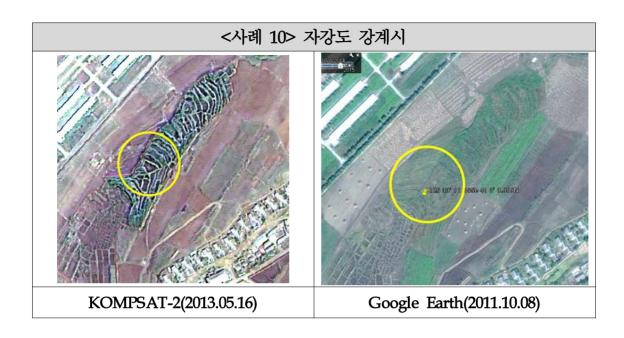


o <사례 8> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 3월 16일로 하천 지류 내에서

경지처럼 보이는 지역. 이러한 경지는 접근이 위험하고 홍수로 피해 받기 쉽기 때문에 북한에서는 비경지로 등록함. 하지만 비공식적으로 협동농장이나 주민이 논이나 밭으로 이용하는 경우가 많으며 해당 지역은 판독한 영상에서 논으로 확인됨



O <사례 9> KOMPSAT-3 영상 촬영일시는 8월 31일로 강 수위가 높아지면 침수되는 지역. 물이 말라서 강바닥이 드러날 경우 주민들이 작물을 심음. 하지만 북한에서도 수시로 침수되는 지역은 비경지로 등록함. 따라서 비경지로 판독



O <사례 10> KOMPSAT-2 영상 촬영일시는 5월 16일로 주변의 논 패턴과 다르게 크기가 작고 짙은색을 나타내는 지역. 자강도 강계시의 기후 특성상 논보다는 밭이 많음. 계단식 밭으로 판독됨

8. 작업자 교육 매뉴얼



 목 차

 1. 위성영상 전처리 과정 및 방법

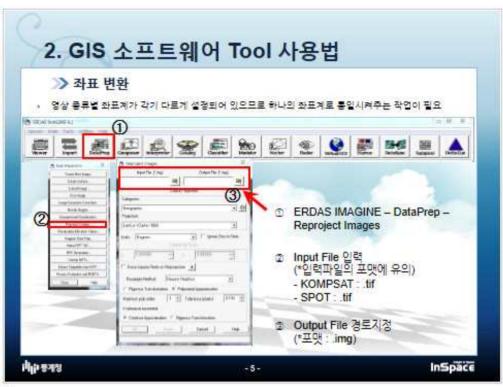
 2. GIS 소프트웨어 Tool 사용법

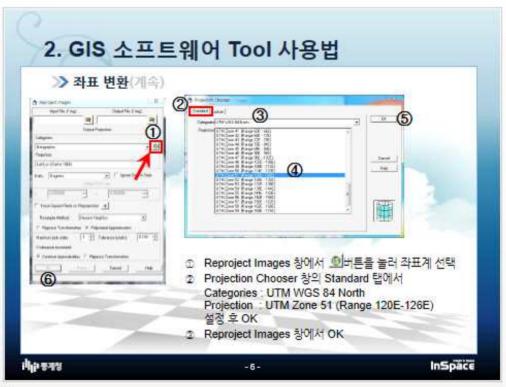
 3. 속성 DB 스키마 정의

 4. GIS Tool 활용 속성 DB 구축 방법

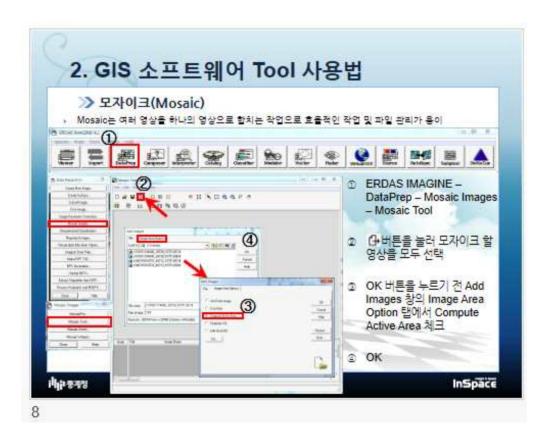




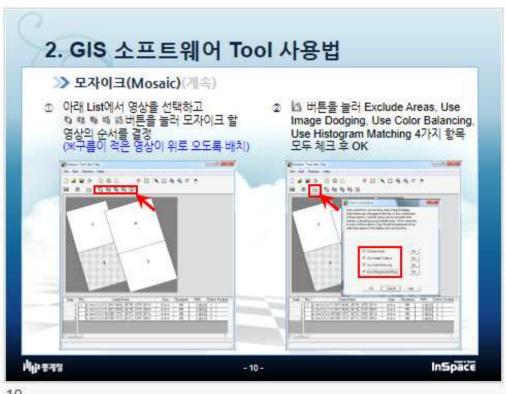


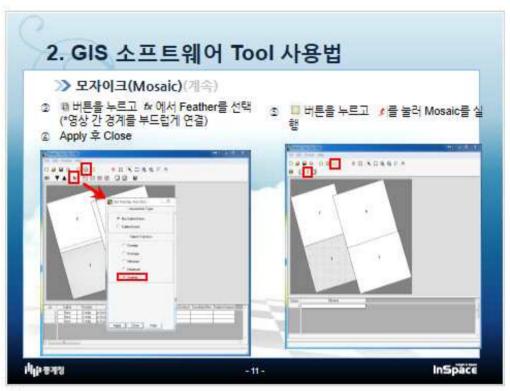












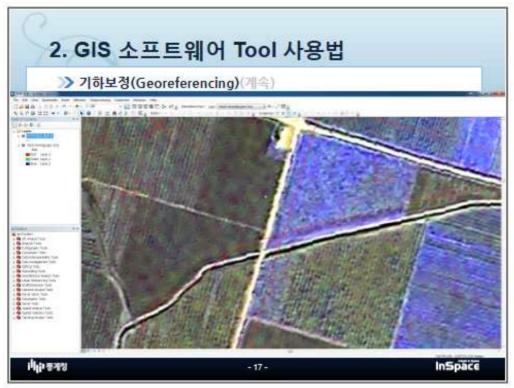
















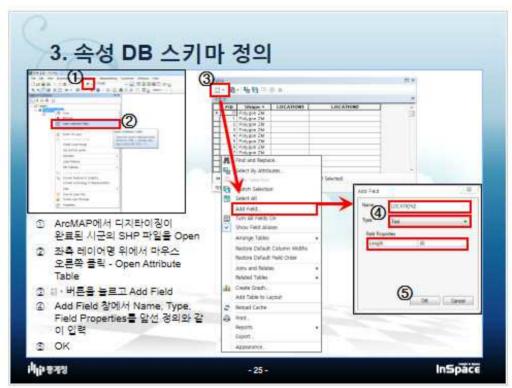


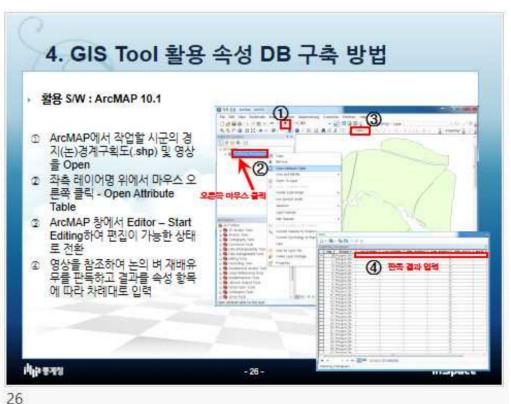


















9. 품질검수 결과 보고서

9-1 품질검수 보고서(자강도)

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	룡림군	작업자		작업자 B
오류사항	논 경기	논 경지 구획 누락, 모판으로 판독됨		
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상	KOWI SAT-5			296'39-53-392'E 30'52'30 36'N

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	룡림군	작업자		작업자 B
오류사항		도로 포	함 구획	
	KOMPSAT-3	;	(Google Earth
영상				126°37'57.507'E 40°32'46.19

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	룡림군	작업자		작업자 B
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상				126°35'53-894'E 4

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	만포시	작약	보 자	작업자 A
오류사항	모판으로	판독됨에 따i	라 별도 구획	하지 않음
	KOMPSAT-3	,	(Google Earth
영상	KOMPSAT-3			A 26 : 00 0 . 528 - E : 01 '20 '44,729 'N

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	만포시	작업자		작업자 A
오류사항	도로 폭이나 두렁이 5m이하일 경우 구획하지 않음			구획하지 않음
	KOMPSAT-3 Google Earth			Google Earth
영상				128 20'23,88"E 01 21 70,07"N

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	만포시	작업자		작업자 A
오류사항		논 경지 ⁻	구획 누락	
	KOMPSAT-3 Goog			Google Earth
영상				7 36780722.82678 9579 479 8.677970

번호	4	검수자		양윤정
해당시군	만포시	작약	법자	작업자 A
오류사항	경2	지 누락 및 폴	폴리곤 구획오	2류
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상				28*00*0.500*E 30*0/503,000*N

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	십자	작업자 C
오류사항		논 경지	구획 누락	
	KOMPSAT-2		C	Google Earth
영상				_126°58°18.728°E 41°48'44.101°N

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	설 자	작업자 C
오류사항	밭으로 각	판독되는 경기	지 포함됨. 식	서 요망
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	NOINI SI II Z			.925°56'5,957"E 49°48,936"v9

번호	3	검수자	양윤정
해당시군	중강군	작업자	작업자 C
오류사항	물 웅	-덩이 포함 구획됨.	삭제 요망
	KOMPSAT-2		Google Earth
영상			1928°32'14.714"E 41°48'17,3

번호	4	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	설 자	작업자 C
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				128°62'7.718°E 81°44'49.876°0

번호	5	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	설 자	작업자 C
오류사항		논 경지 구획 누락		
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				122°52'41. 32"E 41°49'27'.261"M

번호	6	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	날 자	작업자 C
오류사항	밭으로 :	판독되는 경기	지 포함됨. 식	제 요망
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	THE RESERVE TO THE RE			3 20° 07' 03 3041'B 791 "30" 07' 707" 0

번호	7	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작업	불자	작업자 C
오류사항	구글영상 회	확인 결과 밭.	으로 판독됨.	삭제 요망
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상			lohaye @ 2003	128*48*1.289*E

번호	8	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	날 자	작업자 C
오류사항	계단식 는	드으로 판독됨	l. 논 경지 =	구획 누락
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				128°41'50.688°E 41°40'85.077°N

번호	9	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작약	설 자	작업자 C
오류사항	1	밭으로 판독	됨. 삭제 요밍	+
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				128° 57° 59.143° E.43° 87° 3.955° N

번호	10	검수자		양윤정
해당시군	중강군	작업	보 자	작업자 C
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				127'4'14.8'2' 01'42'1.002'1

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	시중군	작약	법 자	작업자 A
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-3	•	(Google Earth
영상				1/20° (20° (4) - (4) "3" (2) (665° (6) (6) (6) (6) (6) (6) (6) (6) (6) (6)

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	시중군	작약	설 자	작업자 A
오류사항		논 경지 ⁻	구획 누락	
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상				122 25 45 00025 41 3 1.4 √3.9 n lungs to 20 20 3 british to 20 3 5 1.1 3000 OIETX = 74 5 72 3/2015

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	시중군	작업	설 자	작업자 A
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-3	3	(Google Earth
영상				1022 25 44.525 9 31 27 2.535 a

번호	4	검수자		양윤정
해당시군	시중군	작업	감자	작업자 A
오류사항	구글어스 판독결과	ト 논 경지가	아님, 영상	확인 후 삭제 요망
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상			(12)	1°29°55,117°9 3 1°7°42,335°n In an O 2015 Chilhidalobe

번호	5	검수자		양윤정
해당시군	시중군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	구글어스 판독결과	ト 논 경지가	아님, 영상	확인 후 삭제 요망
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상			Janein G	20 5 Wilhi Subs

번호	6	검수자		양윤정
해당시군	시중군	작업	자	작업자 A
오류사항	논 경지 구획 누릭	t, 구글영상 및	판독 결과 지	투리 논으로 확인
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상				126° 28° 41.117° e - 41° 7° 26.88 Image © 2015 Digita Glabe Oligis

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	전천군	작약	검자	작업자 B
오류사항		논 경지	구획 누락	
	KOMPSAT-3	3	(Google Earth
영상	ROIVII-SAT-3			126;29;27,162; E-40°33; 5 244 N

번호	2	검수자	양윤정
해당시군	전천군	작업자	작업자 B
오류사항	농로 또는 수로	폭이 5m 이하일 경우	으 분할하지 않음
	KOMPSAT-3	3	Google Earth
영상			126-10 55 V1 4-6 20 36 6 28 F C

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	전천군	작약	검자	작업자 B
오류사항		논 경지	구획 누락	
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상		NO. WI STATE OF THE PARTY OF TH		126°27'5.888°e 46'88'59.089'n

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	자성군	작약	보 자	작업자 C
오류사항	구글영상 판독결과	물웅덩이로 꼭	판독됨, 영상	확인 후 재구획 요망
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상	Alaj			1 20167 8, 1021 *0 - 01 *20160 102

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	자성군	작약	보 자	작업자 C
오류사항	구글어스 판독결과	논 경지가	아님, 영상 후	박인후 재구획 요망
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상	KOMPSAT-3			125*93*9.882*P340 *21 *92.928*n

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	자성군	작약	설 자	작업자 C
오류사항		논 경지	구획 누락	
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				9 207 207 20 200°s 40° 27° 3,500°s

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	동신군	작약	법 자	작업자 B
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-2	-	(Google Earth
영상	경지 누락 판단			1)20°20'51,007'E 0*10'50,18"N

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	동신군	작약	날 자	작업자 B
오류사항		논 경지	구획 누락	
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상	경지 누락으로 만난됨			EUPOLONOTE OUT PERSONATI

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	동신군	작약	보 자	작업자 B
오류사항		논 경지 -	구획 누락	
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상	중지 누락이 판단됨			2126°39°38-876°E 30°18°20-482°N maga-nguya nadalisah-

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	위원군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	구글영상 판독결과	비경지로 판	독됨, 영상획	·인 후 재구획 요망
	KOMPSAT-3		Google Earth	
영상	영상 확인 후 채구텍			128*10*20.818*E 40*67.31.771*N

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	위원군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	구글영상 판독결과	비경지로 판	독됨, 영상획	인 후 재구획 요망
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상	NOMIT SAT-3			21 26°9 58.313°E 40°47'5.686°N

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	장강군	작약	보 자	작업자 C
오류사항		논 경지	구획 누락	
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	경지 누락으로 판단됨 			1120°30°5.490°5 \$1°917.535°4

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	고풍군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	일부 밭으로	· 판독됨. 영	상 확인 후 🤊	재구획 요청
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	TONI SI I Z			125°56′51.278°e 40°32′39,847°n

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	고풍군	작약	설 자	작업자 A
오류사항	과거에는 논	이었으나, 현	재 밭으로 핀	·녹되는 지역
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				10555-36 154°- 40 (32 6) 48°-in

번호	3	검수자		양윤정
해당시군	고풍군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	수로가 3	포함된 경우,	영상 확인 후	후 재구획
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	KOMPSAT-2			125:55:53:177°e 40°34°44°347°4

번호	4	검수자		양윤정
해당시군	고풍군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	5m 이상	·의 농로나 수	구로는 분할도	이야 함
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				3125150 808-0-40131 57 366 in

번호	1	검수자		양윤정
해당시군	송원군	작약	보 자	작업자 B
오류사항	일부 밭으로	· 판독됨. 영	상 확인 후 🤊	재구획 요청
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	는발 구분후 제구의			128"38"35.304" + 40"22"49.289"n

번호	2	검수자		양윤정
해당시군	송원군	작약	보 자	작업자 B
오류사항	밭으로 필	판독되는 지역	ᅧ, 영상 확인	후 제거
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상	KOIVII SAT-2			128*8*44,888*9 40*24*6.487*n

번호	3	검수	-자	양윤정
해당시군	송원군	작업	자	작업자 B
오류사항	밭으로 필	판독되는 지역	l, 영상 확인	후 제거
	KOMPSAT-2		(Google Earth
영상				71.26°5'31.014°e 40°24'7.932°n Iman 9.2815 Ris biQdob

번호	4	검수	구 자	양윤정
해당시군	송원군	작약	보 자	작업자 B
오류사항	밭으로 필	판독되는 지 역	ᅧ, 영상 확인	후 제거
	KOMPSAT-2	2		Google Earth
영상	받으로 판단됨			1.26°4°20.86°6 40°22°60.876°n

번호	1	검수	- 자	양윤정
해당시군	우시군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	밭으로 필	판독되는 지역	ᅧ, 영상 확인	후 제거
	KOMPSAT-3		(Google Earth
영상				2025 (9/50, 486°) 40 (27°33, 1V°)

번호	2	검수	구자	양윤정
해당시군	우시군	작약	보 자	작업자 A
오류사항	일부 밭으로	일부 밭으로 판독됨. 영상 확인 후 7		재구획 요청
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상	환조연 (200891년 발으로 만 로 만	살인 구글절살 열자메는 논으로 전에는 본으로 등 의 급근열살으 목 되어 야 함		1125 30°12.231°6 45°26°20 435°a

번호	1	검수	누 자	양윤정
해당시군	희천시	작약	보 자	작업자 B
오류사항	일부 비경지.	로 판독됨. 영	형상 확인 후	재구획 요청
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상			12:13	3.533 b 40°13'28.777'n

번호	2	검수	누 자	양윤정
해당시군	희천시	작약	날 자	작업자 B
오류사항	일부 밭으로	· 판독됨. 영	상 확인 후 🤊	재구획 요청
	KOMPSAT-3	}	(Google Earth
영상				126*15'4,735%, 40*12'29.888'm

9-2 판독 문의사례(자강도)

촬영	자강도	기·게 시
지역	7170-	^O/1 / \
문의사항	물 댄 논과 유사한 패턴을 보이지만	경지의 모양이 특이하여 판독에
	어려움이 있음	
	KOMPSAT-3	Google Earth
영상		125'69'5
답변	시계열 영상을 확인해본 결과, 경작자	시에 물을 대기 위한 수로로 확인됨

촬영	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
지역	710-0711		
문의사항	물을 댄 흔적이 보이지만 주변 밭과 형태가 유사하여 판독에 어려움이 있음		
	KOMPSAT-3	Google Earth	
영상			
답변	시계열 영상과 경지 내 해발고도 값 확인됨	을 고려한 결과, 계단식 논으로	

촬영 지역	자강도 만포시		
문의사항	경지 내에서 논두렁이 보여 경지 구획을 했지만, 재확인을 요청함		
	KOMPSAT-3	Google Earth	
영상		12"17" An's all'11" (10") "A	
답변	시계열 영상을 확인해 본 결과, 추수	기의 논 경지 패턴을 보이므로	
	논으로 확인됨		

촬영	자강도 만포시	
지역		
문의사항	주변의 물 댄 논과 경지 형태는 유사	하지만, 물 댄 흔적이 없어서
E-1-10	논·밭 구분이 어려움	
	KOMPSAT-3	Google Earth
영상		
답변	KOMPSAT 영상에서는 주변의 물 댄 논과 다른 패턴을 보이지만, 시계열 영상을 확인해본 결과 논 인 것으로 확인됨	

자강도 시중군		
주변의 물 댄 논과 경지 형태는 유사하지만, 물 댄 흔적이 없기 때문에 논·밭 구분이 어려움		
KOMPSAT-3	Google Earth	
KOMPSAT 영상에서는 주변의 물 댄 논과 다른 패턴을 보이지만,		
	주변의 물 댄 논과 경지 형태는 유시 논·밭 구분이 어려움 KOMPSAT-3	

촬 영 지역	자강도 성간군	
문의사항	영상 전체가 눈으로 피복되어 있어 논・밭 구분이 어려움	
	KOMPSAT-3	Google Earth
영상		
답변	KOMPSAT 영상에서 주변의 밭과 유 영상을 확인해본 결과 논 인 것으로	·

촬영 지역	자강도 성간군		
문의사항	영상 상에서 논과 밭의 경계가 뚜렷하지 않아 판독하기 어려움		
	KOMPSAT-3	Google Earth	
영상			
답변	시계열 영상을 확인해본 결과, 수로 확인됨	옆에 존재하는 소규모의 논 경지로	

촬영 지역	자강도	우시군
문의사항	영상 상에서 논과 밭의 경계가 뚜렷히	하지 않아 판독하기 어려움
	KOMPSAT-3	Google Earth
영상		Thansarda, yannana
답변	시계열 영상을 확인해본 결과, 경지 경지로 확인됨	내에 모판이 존재했기 때문에 논

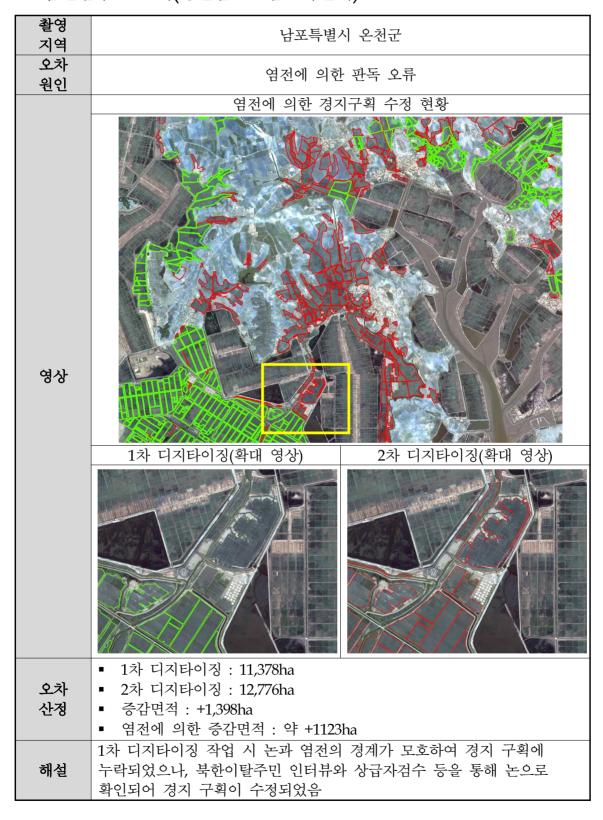
촬영 지역	자강도	위원군
문의사항	영상 상에서 논과 밭의 경계가 뚜렷히	하지 않아 판독하기 어려움
	KOMPSAT-3	Google Earth
영상		gradu transfer amanga darihi
답변	시계열 영상을 확인해본 결과 논 경기 재구획이 요구됨	지로 확인되며, 경지(논)경계구획도의

<u>촬</u> 영 지역	자강도 룡림군
문의사항	영상 중심에 하얀 점이 보이는 지역이 밭으로 판독되는지? 논과 비슷한 패턴을 보이며 줄지어 있는 점의 사이가 좁음.
영상	Manya © 2003 Millianasis Concide Santin
영상 및	
촬영	Google Earth/2014.10.08.
일자	
답변	영상과 같이 넓은 지역에 하얀 점 패턴을 보이는 경우 밭작물을 수확하기 위해 모아둔 것으로 판단되며, 영상 촬영일자를 고려했을 때 벼 수확시기와 겹쳐 혼동이 있을 수 있으나, 경지의 크기와 모양 등 평지에 경지정리가 되지 않은 패턴으로 나타나는 것으로 보아 밭으로 판독.

촬영지역	자강도	강계시
문의사항	주변의 논 패턴과 다르게 구획되어 색으로 나타남.	있지 않고 크기가 작으며 짙은
영상	Figure 12 (Units 21) (Units)	
영상 및 촬영 일자	Google Earth/2009.04.14.	KOMPSAT-2/2013.05.16.
영상	(2) 20 88° (1) 8050 50 8° (0,0800)	220 35 11 pc 341 0 0 988N
영상 및 촬영 일자	Google Earth/2014.10.08.	Google Earth/2015.04.09.
답변	정리되지 않은 논으로 볼 수 있으며 패턴으로 판독.	, 강 주변의 논 지역에서 나타나는

<u>촬</u> 영 지역	자강도 중강군
문의사항	논의 가장자리에 어둡거나 밝은 녹색으로 보이는 부분이 논으로 판독되는지? 주변 논과 달리 우거진 수풀 등으로 보임.
영상	
영상 및 촬영 일자	KOMPSAT-2/2013.08.31.
답변	좌측 폴리곤의 상단은 물이 고인 웅덩이로 보이며, 우측 상단은 수풀이 우거진 것으로 둘 다 논에서 제외되는 것이 맞는 것으로 판독.

9-3 품질검수 보고서(평안남도 · 남포특별시)



촬영	평안남도 숙천군 - 1	
지역 오차		
원인	논밭에 대한 판독오류	
	1차 디지타이징 2차 디지타이징	
영상	는 면적 감소 현황	
오차	■ 1차 디지타이징 : 20,839ha ■ 2차 디지타이징 : 19,003ha	
산정	■ 증감면적 : -1,836ha	
L 0	■ 논밭 판독모호로 인한 증감면적 : 약 -943ha	
	남한은 경지가 잘 정리되어 있는 반면, 북한의 경우 논과 밭을 혼재해서	
해설	경작하는 경우가 많음. 2차 디지타이징 시 상급자검수, 교차검증 등을	
	통해 오판독된 지역이나 경지 경계가 수정됨	

촬영	평안남도 숙천군 - 2	
지역	(이번 마스 박건먼 - 2	
오차	 	
원인	0 그는 그 1 년	
영상		
	■ 1차 디지타이징 : 20,839ha	
오차	■ 2차 디지타이징 : 29,003ha	
산정	■ 증감면적 : -1,836ha	
	■ 농·수로로 인한 증감면적 : 약 -432ha	
	농·수로는 경지(논)경계구획도 제작 지침에 따라 5m 이상일 경우	
해설	구분하여 구획되어야함. 이러한 사례는 교차검증과 상급자 검수를 통해	
	2차 디지타이징 작업 시 수정되고 있음	

촬영 지역	평안남도 증산군
오차 원인	영상 미수급 지역
영상	경지 구획 누락
오차 산정	 ■ 1차 디지타이징 : 8,879ha ■ 2차 디지타이징 : 10,583ha ■ 증감면적 : +1,704ha ■ 영상 미확보로 인한 증감면적 : 약 +1,363ha
해설	1차 디지타이징 당시 영상 확보가 원활하지 않아 경지를 구획하지 못한 경우, 영상이 확보된 이후에 2차 디지타이징이 진행되기 때문에 논 면적 증가하게 됨. 본 사례의 경우 영상이 누락된 지역이 대부분 논으로 확인되었기 때문에 경지 면적이 크게 증가하였음

촬영 지역	평안남도 북창군	
오차 원인	위성영상의 촬영시기	
영상	1차 디지타이징 E 면적 감소 현황	
오차 산정	 ■ 1차 디지타이징 : 1600ha ■ 2차 디지타이징 : 419ha ■ 증감면적 : -1180ha ■ 영상촬영시기에 의한 증감면적 : 약 -927ha 	
해설	작물이 자라지 않는 3월에 촬영된 위성영상이기 때문에 논과 밭의 구분이 모호함. 1차 디지타이징 당시 3월에 촬영된 위성영상으로 경지 구획을 하였으나, 2차 디지타이징 중에 벼 생육기가 잘 반영된 9월 영상을 확보하여 경지 구획을 수정하였음	

주 의

- 1. 이 보고서는 통계청에서 시행한 정책연구용역사업의 연구결과 보고서입니다.
- 2. 이 보고서 내용을 발표 또는 인용할 때에는 반드시 통계청에서 시행한 정책연구용역사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
- 3. 이 보고에 대한 저작 재산권 일체와 2차적 저작물 또는 편집저작물의 작성권은 통계청이 소유하며, 통계청은 정책상 필요시 보고서의 내용을 보완 또는 수정할 수 있습니다.