

인공위성 화상자료를 이용한 북한의 간척자원 조사

Investigation on Tideland Reclamation Projects in North Korea Using Satellite Image Data

조 병 진*, 안 기 원**
Byung-jin Cho, Kee-won Ahn

Abstract

The tidal land reclamation schemes and projects located along the western coast of North Korea were investigated by the remote sensing using satellite image data such as Landsat TM and Jers-1 data.

North Korea reported their ambitious territory expansion scheme in which more than 300,000ha would be reclaimed from the sea during the period of 1981~1988, however, it has been delayed due to many reasons.

The aim of this study was to find out and confirm the projects where they are, how large and what are the feasibilities. However, due to lack of information, we estimated the total project areas of 177,766ha composed of 25,890ha completed and 151,876ha ongoing and/or under planning.

As the results of observations their planned schemes are somewhat different from our project formulation methods: 1) Pumping systems from the fresh water lake are not adopted, therefore, the reservoirs should be built in the upper locations for the benefited areas, and the lake built for low lying tidal flats to be reclaimed. It seems that they use gravity flow irrigation methods rather than pumping due to shortage of power. 2) Layout of sea-dikes has mostly \sqsubset shape three sides facing to the ocean because of the simple and linear coastal line located in between Chungcheon and Daedong rivers. 3) Some projects connecting from inland to islands have not enough watershed to build lakes, therefore, they need water conveyance facilities from the neighboring rivers, which could be very costly.

More information could enable us to understand and discuss in detail for the planning and formulation of the projects in North Korea through our experiences, which will need mutual efforts among agricultural engineers in near future.

1. 서 론

인공위성 Platform에 탑재된 고성능 센서를

이용, 지구표면의 지형지물로부터 반사 또는
방사되는 전자파를 수집하여 지상 수신국에
보내진 데이터를 분석함으로써 대상물 이나

* 경상대학교 농공학과
** 경상대학교 토목공학과

키워드: 북한의 농업, 간척, 농지기반조성
리모트센싱, GIS

현상에 대한 정보를 얻는 '위성화상데이터를 이용한 원격탐사 기법(Remote sensing using satellite data)' 을 북한 서해안 지역의 간척 자원과 개발현황에 관한 정보를 얻기 위하여 사용하였다.

FAO의 1995년도 통계에 의하면 북한의 작물별 농지이용 면적은 총 재배면적이 161만ha로서 남한의 220만ha의 73%가 되어 남한 인구의 절반 수준인 북한인구를 감안하면, 인구 1인당 재배면적은 남한에 비해 결코 적지 않은 편이다. 그럼에도 불구하고 식량난이 극심한 것은 반당 수확량이 비교적 낮다는 사실이다. 이는 비료, 농약 등 농자재의 부족, 국영농장의 경영부실, 생산의욕의 감퇴, 저수확 품종 등이 지적되고 있다. 농공학적인 관점에서는 관개·배수, 농로, 수자원, 물관리, 무분별한 산지개간, 간척농지의 제염 및 제방관리 등의 농지기반시설의 부족으로 인하여 토지생산성이 떨어지고, 작은 재해에도 흉년이나 홍수피해가 빈번한 원인으로 지적되고 있다.

북한의 서해안은 비교적 간만의 차가 크고 경사가 완만하여 많은 간척지가 분포되어 있다. 특히 압록강 하구에서부터 청천강 하구를 거쳐 대동강 하구에 이르는 해안지대와 황해남도 웅진만에서 예성강 하류에 이르는 해안에는 간척가능한 간척지가 잘 발달되어 있다. 북한은 1954~1956년 사이에 간척지 개발에 대한 기초조사를 시행하여 <Table 1>에서 보는바와 같이 간척가능 면적을 약 32만ha로 추정하였다. 1981년 10월 『4대 자연개조사업』의 일환으로 『30만ha의 간척지 개간』을 목표로 세워, 1982~1984년 동안에 매년 3~4만ha, 1985년 이후에 매년 5만ha씩 개간하여 1988년까지 30만ha를 간척개발하는 계획을 수립한 바 있다.

『30만ha의 간척지 개간사업』은 1980년대의 『10대 전망목표』 중 하나로 설정, 추진하였으

나, 1989년말 현재, 6만여ha(목표의 20%)를 간척하는데 그쳤다. 이 목표는 제3차 7개년 계획기간('87~'93)으로 순연되었다.

제3차 7개년 계획(1987~1993) 실시 이후 1994년 4월 현재까지 북한의 간척지 개간사업 실적을 보면, 토목자재, 장비 및 기술부족으로 간척지 조성목표 30만ha 중 실제로 추진된 것은 9개 간척지 총면적 28,400ha에 불과하다고 보고되었다.

본 연구에서는 국경없이 정보수집이 가능한 인공위성 영상자료와 연대가 다른 북한의 지형도를 이용하여 북한이 발표한 간척가능 면적을 확인하는 작업을 수행하였다.

<Table 1> Reclamable tideland in N. Korea

District	Acreage(ha)
N. Pyungan	118,722.43
S. Pyungan	84,324.85
Nampo	2,796.83
Kangwon	39.22
S. Hwanghae	121,067.24
N. Hamkyung	306.54
Gaesung	1,048.88
Total	328,305.99

II. 연구자료

1. 위성화상 데이터 및 지도

현재 상업용 인공위성 자료로서는 Landsat (미국)의 MSS, TM, SPOT(불란서)의 XS, PN, JERS-1(일본)의 OPS, SAR 및 IRS(인도)의 LISS-1, II 등이 있으나, 본 연구에서는 분석내용, 해상도, 구입가격 등을 고려하여 Landsat TM(해상도 30 m)과 JERS-1의 OPS(해상도 18 m)을 주로 사용하였으며, 일부지역

의 세부분석을 위하여 SPOT PN(해상도 10m) 자료를 합성(Merging)하여 사용하였다. <Table 2>는 이 분석에 사용한 위성자료와 기하보정을 위하여 사용한 지형도 및 해도를 수록하였다.

2. 원격탐사/지리정보 시스템 (RS/GIS Integration)

인공위성 디지털 자료를 영상화하고 이미지를 선명하게 하여 원격탐사에 이용하는 상업

<Table 2> Satellite image data and maps used

Data used	Specifications	Remarks
1. Sattelite data		
· Landsat TM	pixel : 30m band : 7 bands	
116-34-1, 2	quater scene	1993. 5. 20 collected
117-34-1, 2	"	1993. 4. 9 "
116-34-1, 2	"	1997. 4. 16 "
117-34-2	"	1997. 4. 16 "
117-33	full scene	1996. 10. 26 collected
117-32	"	1996. 10. 10 "
118-32	"	1996. 11. 18 "
· JERS-1	pixel : 18m band : 3 bands	
90-237	full scene	1997. 10. 27 collected
91-237	"	1997. 5. 5 "
92-234	"	1998. 6. 6 "
92-235	"	1998. 6. 6 "
92-236	"	1994. 9. 11 "
92-237	"	1993. 4. 1 "
93-234	"	1997. 3. 24 "
94-234	"	1997. 5. 8 "
· SPOT PN	pixel : 10m	
300-272		1995. 5. 15 collected
2. Admistration and topo maps		
· admim. map	scale 1 : 620,000	Seoul news papr. (1992,5)
· topo map	scale 1 : 250,000	natl. Geodesic Inst. (1987)
· military map	scale 1 : 250,000	Kr. Army(1978, 1983 edit.)
· topo map	scale 1 : 50,000	Kyongin pub. co.(1997)
3. Hydrographic chart	Scales in region	Hydrographic Bureau

용 Software로서 국내에 널리 알려진 IDRISI, ER-Mapper, EPPL7, ARC/INFO, ENVI, GRASS, ERDAS 등이 있으나 이 연구에서는

IDRISI, ER-Mapper 및 ERDAS를 주로 사용하였으며, 기타 동원된 H/S Ware는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Soft and hardware used for the study

H/S Ware used	Names	Venders
1. GIS S/W	IDRISI Window V.2.1	Clark University Graduate School of Geography, Worcester, MS 01610, U. S. A. E-mail: idrisi@vax.clarku.edu
	EPPL Dos Ver.7.0	Minnesota Planning Land Management Information Center 330 Centennial Office Building 658 Cedar Street, St. Paul, MN 55155, U. S. A. E-mail:eppl7@lmic.state.mn.us
	ER-Mapper Ver.6.0	Pacific Regional Office Earth Resource Mapping Level2, 87 Colin St. West Pearth Western Australia 6005
	ERDAS	ERDAS, Inc. 2801 Buford Highway Atlanta, Georgia 30329-2137, U. S. A
2. Digitizing Software	TOSCA Ver. 2.1	<Digitizing and vector management package designed for IDRISI users>
	AutoCAD Ver. 12.0	Graphic Software Labs, P. O. Box 6247, Huntington Beach CA, 92615-6247, U. S. A
3. Graphic file	Paint Shop Pro	JASE Inc. P. O. BOX 44997, Eden Prairi, MN 55344, U. S. A.
	Di-View Ver. 1.2	SPOT Image Corporation 1897 Preston White Dr. Reston VA 22091-4368, U. S. A
4. Digitizer	Summagrid IV	Summagraphics Corporation 60 Silvermine Rd. Seymour, Conneticut 06483, U. S. A.

Ⅲ. 연구방법

1. 화상처리

인공위성 디지털데이터를 화상처리하여 출력하거나 컴퓨터 화면에서 지형지물이 선명하게 보이도록 하기 위한 화면조작이 필요하다. 이는 파장대별 데이터를 단일 밴드로 하거나 다중밴드를 합성하는 방법을 이용하며, 화상이 선명하고 섬세하도록 Contrast, Sharpness, Stretch 등의 조작을 행한다. 이를 위하여 동원가능한 화상처리 소프트웨어들의 장점을 적극 이용함으로써 사용목적에 적절한 방법을 채용하였다.

사용된 화상데이터들은 전처리과정으로서 Bulk 보정한 후 BIL(Band interleaved by line) 및 BSQ(Band sequential) Format으로 저장한 것들이다. 이들 원시자료를 IDRISI 및 ER Mapper의 Import module을 이용하여 파장대별로 영상화하였으며, Stretch나 Sharpness의 기능으로 최적영상을 만들었다. 분석하고자 하는 지상정보에 따라서는 단일 밴드의 영상을 사용하는 경우도 있으나 [예, Band 5 (shortwave infrared, 1.55 - 1.75 μm) is best single overall band, it shows roads, openings, bare soils, water, good contrast between different types of vegetation. It also has excellent haze penetration.], 이 분석에서는 다음과 같이 False Color 영상 [B, G, R (청,녹,적)순서로 2, 3, 4 band의 조합 - sensitive to green vegetation (portrayed as red), coniferous as distinctly darker red than deciduous forests and roads and water bodies are clear]과 True Color 영상: [B, G, R (청,녹,적)순서로 1, 2, 3 band의 조합 - True color, however, because of high correlation of the 3 band in visible, this

combo contains not much more information]의 복합화상을 출력하여 사용하였다.

2. 기하보정

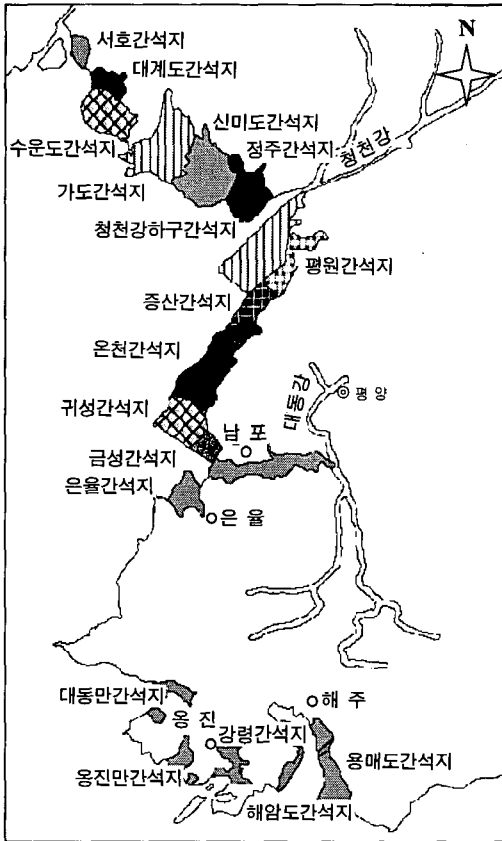
위성이 지구주위를 회전하는 비행궤도는 자오선 방향과 일치하지 않기 때문에 지상의 각 점들은 지도좌표와는 차이가 있다. 따라서 영상의 각 점들의 좌표를 지도좌표에 일치시키기 위하여 기하보정을 한다. 이를 위하여는 지형도를 디지털화하여 지상기준점(GCP, Ground control point)을 선정하고 영상에서의 동일점들의 좌표를 일치시키는 Resampling을 시행하였다. 이때 사용하는 지도는 가능한 정밀한 지형도가 요구되나, 이 연구에서는 국립지리원의 1987년도 지상자료를 사용하여 1992년도에 편집·출판한 축적 1:250,000 지세도를 이용하였으며, Summagrid IV digitizing tablet에서 TOSCA s/w로 디지털화한 후 GCP의 X, Y좌표를 기준으로 하여 화상에서 동일지점의 x, y 좌표와 일치시키는 작업을 하였다.

Ⅳ. 간척사업 현황분석

북한의 서해안은 간만의 차가 크고 경사가 완만한 간척지가 북으로는 압록강 하구에서부터 남으로는 예성강 하구에 이르는 해안선을 따라 잘 발달되어 있어 간척지 개발에 비교적 유리한 조건을 갖추고 있다. 북한의 자료에 의하면 간척지개발 기초조사에서¹⁾ 간척 가능 면적을 328,306ha로 보도한 바 있다. 북한당국은 1981년 10월 4대 자연개조 사업으로 “30만ha 간척지 개간” 목표를 설정하고 1981부터 1984년까지는 매년 3~4만ha씩, 1985년부터는 매년 5만ha씩 간척하여 1988년까지 30만ha를 간척한다는 계획을 발표한 바 있다. 그러나 인공위성에 나타난 간척사업은 남포 간척지 준공 이후 진도

가 지지부진한 상태인 것으로 확인되었다.

본 연구에서는 통일원이 기초조사를 통하여 발표한 <Fig. 1>의 북한의 간척자원 위치도²⁾를 기초로 하여 간척지구 위치와 현황을 확인하는 작업을 진행하였다. 보도된 자료에 의한 북한의 간척 가능지구 현황은 <Table 4>와 같다.



<Fig. 1> Locations of reclaimable tidal flats and ongoing projects

본 연구에서 분석된 간척계획지구 또는 진행중이거나 공사가 중단된 지구의 개요를 압록강 하구에서부터 황해도 예성강까지의 순서로 나열하였다.

1. 서호, 대계도, 수운도, 가도지구

서호지구는 압록강 하류 평안북도 염주군

용천평야 해안에 위치하며, 총면적 3,152ha의 간척지 면적 중 일부인 1,601ha가 준공된 상태이며, 1,393ha의 미완공 간척지와 158ha의 담수호를 가지고 있다. 대계도 간척 예정지구는 염주군 용천평야 해안에서 대계도 수운도를 연결하는 계획으로 총면적 18,442ha 중 1987년까지 약 4,703ha의 간척지와 4,871ha의 담수호를 부분 준공한 상태이며, 해안선과 섬을 연결하는 8,868ha의 간척계획 지구이다. 수운간척 예정지구는 수운도와 철산반도 남단을 연결하는 총면적 10,433ha의 간척계획이다

가도간척 예정지구는 철산반도 남단에서 가도, 대화도를 연결하고 다시 삼차도, 신미도를 연결하는 총면적 37,352ha를 포함하는 의욕적인 간척예정 지구이다. 이들 방대한 간척계획 지구는 압록강과 청천강 사이에 위치하여 장대한 수로 계획에 따라 용수확보가 가능할 것으로 판단된다< Image 1, Fig. 2>.

2. 신미도, 정주 지구

신미도 간척지구는 인접한 정주간척 지구와 경계하고 서해에 남쪽으로 길게 뻗어있는 신미도 남단까지 방조제로 연결하는 총면적 31,211ha의 광대한 간척 계획이다. 해안에 고미양 저수지가 있으나 규모가 작아 새로운 간척지를 위한 용수원개발이 필요하나 이 지구에 인접하는 하천이나 강이 없어 의욕적인 개발에는 문제가 있을 것이다. 정주지구 간척 예정지는 대동강 하구 우안에서 애도, 우장도, 내장도를 잇는 총면적 14,834ha로 추정되는 간척 예정지이다. 이 지구에 용수공급을 위하여는 대동강에서 취수, 도수하는 시설이 필요하다< Image 2, Fig. 3>.

3. 청천강 하구, 평원 지구

청천강 하구 좌측해안에 총면적 5,172ha의 청

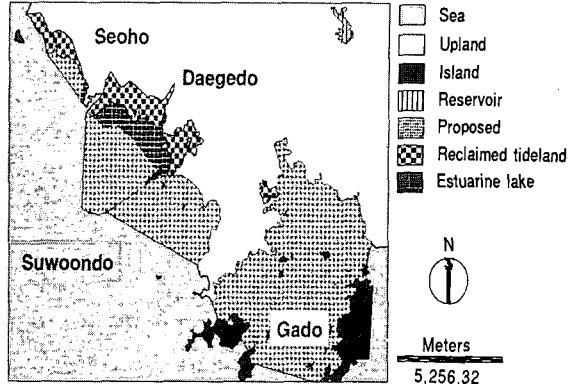
〈Table 4〉 Tideland reclamation projects in N. Korea

Locations		Projects	Acreage(ha)	Status
Prov.	County			
N. Pyeongan	Yongchon	Seoho	2,350	part. completed 1988(350ha)
	Yumju,Chulsan	Daegedo	8,800	part. completed 1985, 1987 (500, 1000ha each)
	Chulsan	Suwoondo	-	unknown
	Chulsan	Gado	33,500	begins in 1985
	Gwaksan	Gwaksan	2,600	completed 1985-Apr.1992
	Gwaksan	Shinmido	-	unknown
	Jungju	Jungju	12,300	palanned
S. Pyeongan	Anju	Anju	12,300	-
	Moonduk	Chungchun	-	unknown
	Pyungwon	Pyungwon	-	unknown
	Jeongsan	Jeongsan	8,700	under const. from 1986
	Onchon	Gwisung	-	unknown
	Onchon	Keumsung	3,300	completed in Apr. 1994
Nampo	Nampo	Nampo	1,600	completed in 1980s
S. Hwang hae	Eunyul, Gwail	Eunyul	3,200	completed in Aug. 1988
	Taetan	Daedongman	6,200	begins in June 1987
	Ongjin	Ongjinman	5,000	begins in July 1987
	Ongjin,Gangryn	Gangryung	5,200	completed in Aug. 1988
	Gangryung	Chungsudo	1,000	completed in Aug. 1984
	Haeju	Haeamdo	-	unknown
	Chungdan	Yongmaedo	7,100	part. completed 1984, 1985 (1,300, 2,500ha each)
Yunan	Barido	-	unknown	
S. H.kyeong	Keumya	Keumya	1,300	sea-dike completed 1987
Total			113,150	

source : 1. Ministry of Unification, 「North Korean Trend」, April 1994(p.57~59)
 2. Institute of Land Development, 「North Korean Land Development」, 1992(p.146)
 3. 「Chosun central yearbook」, 1989(p.247), 1977(p.200), 1995(p.166), 1996(p212)



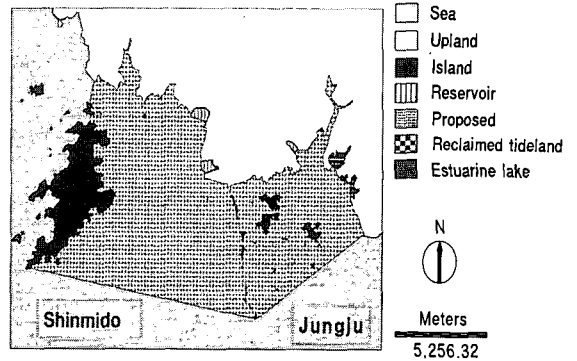
〈Image 1〉 Seocho, Daegedo, Suwoondo, Gado tideland reclamation project



〈Fig. 2〉 Seocho, Daegedo, Suwoondo, Gado tideland



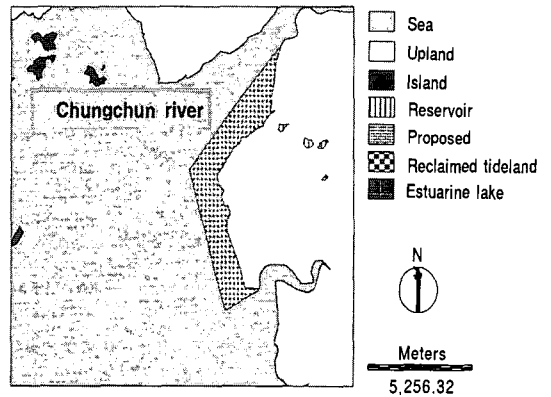
〈Image 2〉 Sinmido and Jeongju tideland reclamation projects



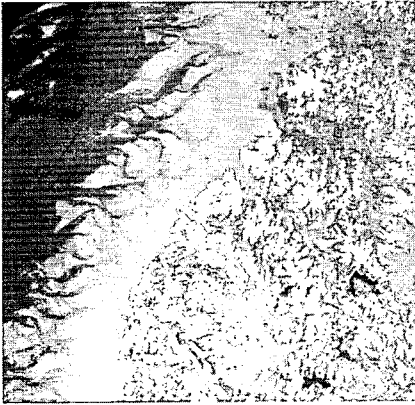
〈Fig. 3〉 Sinmido and Jeongju tideland projects



〈Image 3〉 Cheongcheon river tideland reclamation project



〈Fig. 4〉 Cheongcheon river tideland reclamation project



〈Image 4〉 Pyeongwon tideland reclamation project

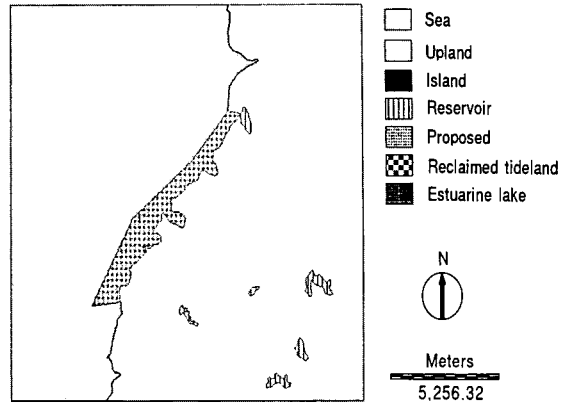
천강지구와 평원군 해안을 따라 총면적 2,643ha의 평원지구가 계획되어 있으나 방조제 길이가 해안을 따라 장대하기 때문에 간척 적지로는 타당성이 의문시 된다. 이 사업지구 사이에는 옛날에 개발된 안주지구가 위치하고 있다< Image 3, Fig. 4, Image 4, Fig. 5>.

4. 증산, 온천, 귀성 지구

이들 세지구는 평안남도 온천, 증산군으로

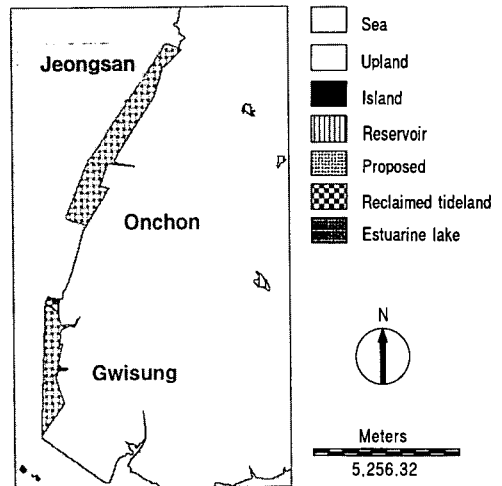


〈Image 5〉 Jeungsan, Oncheon, Gwiseong tideland reclamation projects



〈Image 5〉 Pyeongwon tideland reclamation project

이어지는 서해안의 직선해안에 위치한 간척지구로서 증산지구에는 2개조의 방조제가 바다 쪽으로 향하여 건설되어 있어 기착공된 지구로 보이나 여타 2개 지구는 계획지구로 보인다. 청천강과 평원지구와 같이 단조로운 해안선을 따라 계획되어 있어 방조제의 길이가 장대하고 바다를 향하고 있어 간척 적지로서의 타당성은 의문시 된다. 추정되는 간척지 면적은 증산지구 2,535ha, 온천지구 1,503ha, 귀성지구 1,988ha정도이다< Image 5, Fig. 6>.



〈Fig. 6〉 Jeungsan, Oncheon, Gwiseong tideland reclamation projects

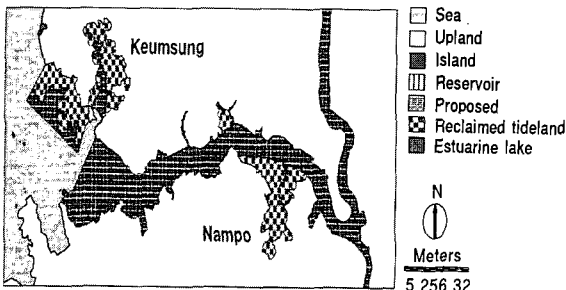
5. 남포, 금성지구

남포지구는 대동강 하구에 건설한 서해갑문에 의하여 대형 담수호가 생겼으며, 담수호 상류 좌·우안에 위치하고 있으며, 총면적은 약 3,019ha 로서 이미 완공된 상태로 보인다.

금성 간척지는 담수호 외측 평안남도 온천군 광양만을 체절하고, 또 해안측에 ㄷ자형의 방조제를 1994년 4월에 완공한 간척지구이다. 방조제 가까이는 유수지로 보이며 내지구는 나지상태로 아직 경작이 불가능한 상태로 보인다. 총면적은 5,112ha이며, 완공면적은 광양만의 기 개발지구를 합하여 1,125ha, 담수호와 저수지면적이 348ha에 이른다. 특히 이 지구의 용수원으로 서해담수호에서 광양만을 잠관으로 건너 새로운 간척지로 도수하는 계획이다 < Image 6, Fig. 7>.



<Image 6> Nampo and Geumseong tideland reclamation projects



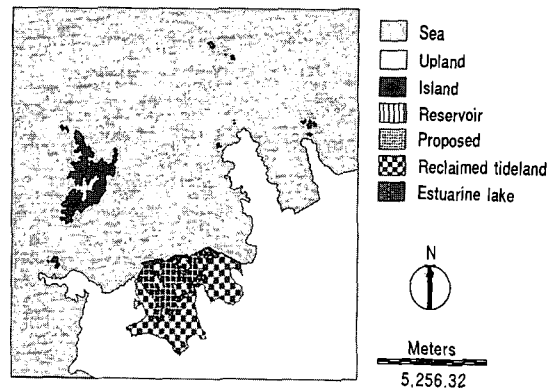
<Fig. 7> Nampo and Geumseong tideland reclamation projects

6. 은율지구

이 지구는 평안남도 은율군 청암도와 양안을 연결하여 간척지 2,883.4ha를 개발하였다. 보고에 의하면 1988년 8월에 준공한 것으로 나타나 있으나 간척지 1,248ha가 아직 미완공 상태로 존재하고 있다. 기설담 지역과 같이 내부개답이 않된 상태로 있어 전지역이 경작가능한지는 확인할 수 없다< Image 7, Fig.8>.



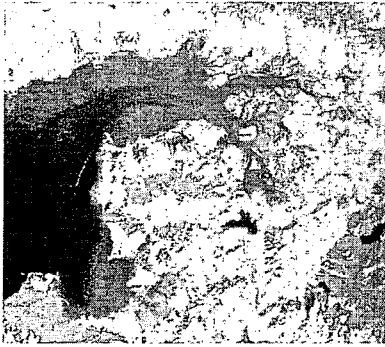
<Image 7> Eunyul tideland reclamation project



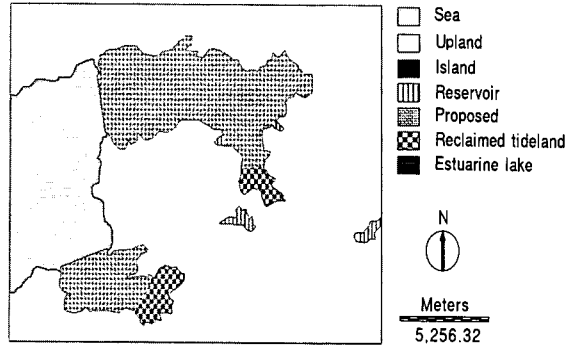
<Fig. 8> Eunyul tideland reclamation project

7. 대동만 지구

황해남도 대탄군, 웅진군 경계에 있는 대동



〈Image 8〉 Daedongman tideland reclamation Project



〈Fig. 9〉 Daedongman tideland reclamation project

만 상류를 체절하는 계획으로 대동 1지구, 대동 2지구로 구분된다. 상류에 기설 간척지 897ha와 간척 가능한 두 지구의 면적은 각각 5,838ha, 1,533ha로서 총면적 7,371ha 이다< Image 8, Fig. 9>.

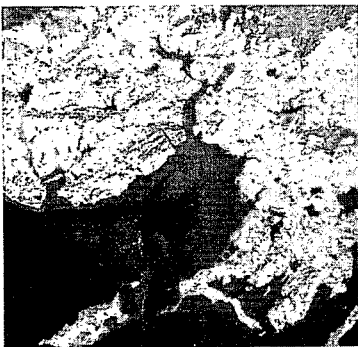
8. 웅진만 지구

이 지구는 황해남도 웅진군과 장연군 사이에 위치한 웅진만 상단에 위치한다. 보고에 의하면 1987년 7월 착공으로 되어 있으나, 상류에 소규모 방조제가 완공되어 65ha 규모의 저수지와 551ha의 기설 간척지가 있으며 6,055ha의 간척 가능지구가 있다. 남측에 보이는 간척

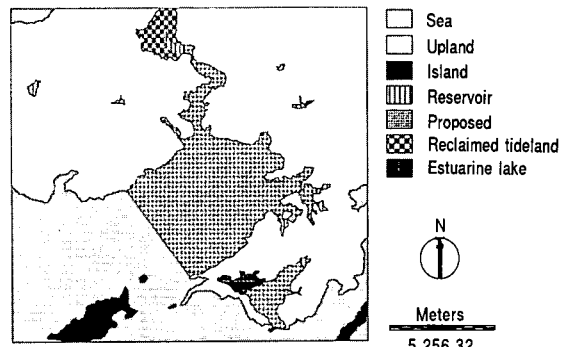
지구에는 202ha의 저수지를 개발하고 589ha의 간척 예정지가 있어, 총 개발예상 면적은 6,643ha로 추정된다< Image 9, Fig. 10>.

9. 강령 지구

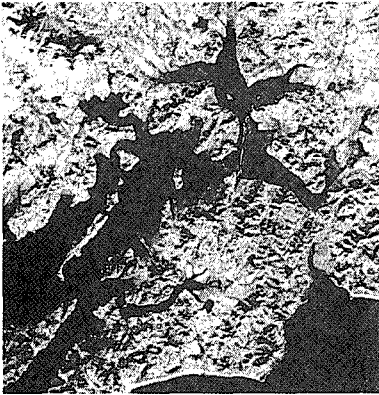
이 지구는 황해도 웅진군 웅진읍 남쪽 해안에 위치하며, 상류지구에 방조제 1개소(길이: 920m)와 담수호(만수면적: 2,537ha)를 조성하고 담수호 상류에 있는 기설 간척농지 1,920 ha를 관개하기 위하여 소류지 7개소를 건설하여 사용하고 있다. 하류 해안에는 8개의 소지구로 산재된 1,651ha 규모의 간척 예정지구가 계획되어 있으며, 하류에 위



〈Image 9〉 Ongjinman tideland reclamation project reclamation

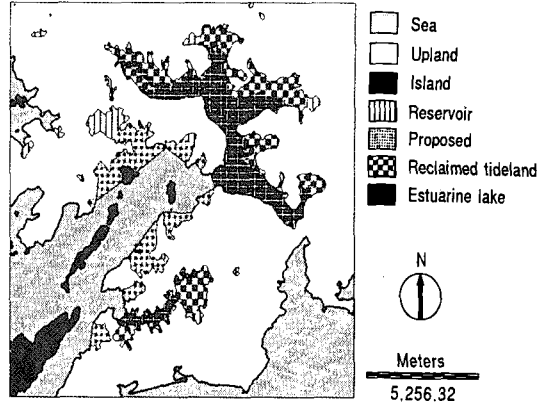


〈Fig. 10〉 Ongjinman Tideland project



〈Image 10〉 Gangryeong tideland reclamation project

치한 천수도 지구는 방조제가 완공되어 244ha의 담수호와 565ha의 기설 간척지가 있다. 기 간척된 농지는 내부 개답공사가 안된 상태로 사용하고 있다. 이 지구의 총 구획면적은 6,808ha로서 2개의 담수호를 포함한 개발면적은 841ha이며, 미완공 간척지 5,967ha가 된다. 우리나라의 경우는 담수호에서 양수하는 관개계획을 가지고 있으나 이 지구에는 간척농지 상류에 소류지를 건설하고 내리흐림식 관개방법을 쓰고 있다. 또한 간척제방 축조전에 상류에 저수지 등 용수원을 미리



〈Fig. 11〉 Gangryeong tideland reclamation project

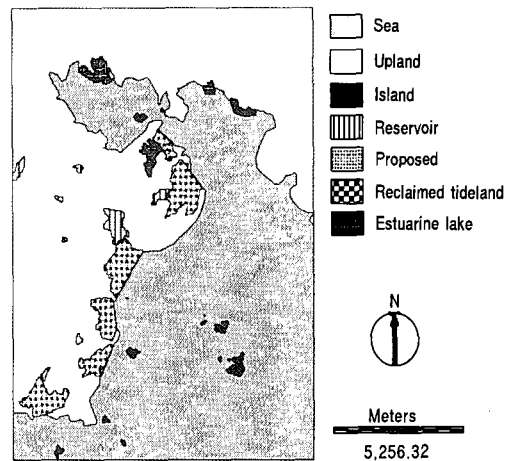
마련한다는 사실을 알 수 있다<부록 Image 10, Fig. 11>.

10. 해남도 지구

해남도 간척사업 지구는 황해남도 강령군 해주만 우안에 6개소의 소지구로 산재된 간척 예정지구와 4개소의 기설 간척 지구로 구성되어 있다. 간척 예정지구의 외곽 방조제는 미착공이나 특이하게도 수자원을 확보하기 위하여 상류에 저수지가 완공되어 있다.



〈Image 11〉 Haeamdo tideland reclamation project



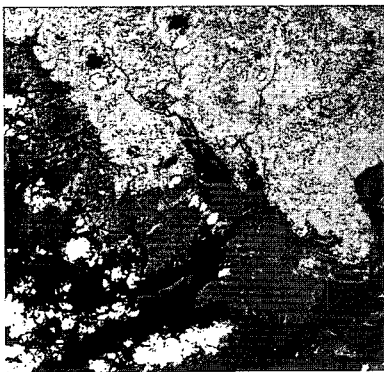
〈Fig. 12〉 Haeamdo tideland reclamation project

기설지구의 총면적은 780ha이며, 간척 가능지면적은 3,464 ha로 추정된다< Image 11, Fig. 12>.

11. 용매도, 반이도 지구

반이도 지구는 황해남도 연백군에 위치하며, 구중산도를 연결하여 2개소의 담수호(방조제 2조, 길이: 3,380m, 1,382m, 만수면적: 1,494ha, 358ha)를 조성하고, 호수 우측에 총 1,078ha를 1987년 이전에 간척하였다. 연백 평야 하류에 건설된 담수호의 규모를 고려할 때 기 간척지구를 위한 용수공급 이외에 하류에 위치한 광활한 간사지를 간척할 계획으로 보인다.

용매도 지구는 해주만 좌안에 위치하며 남쪽으로 용매도까지 4개의 지구로 구성되어 있다. 상류에서 두 번째에 위치한 제2지구(면적: 1,276ha)는 완공된 상태다. 북단과 남단의 제1, 제4지구는 방조제 공사를 시행하다 중단된 상태이며, 제3지구는 미착공 상태이다. 반이도와 용매도지구를 합하여 기설 간척지 1,938ha, 담수호 1,701ha, 미완공 간척지 5,281ha로서 총면적 8,920ha 규모로 나타나 있다<Image 12, Fig. 13>.

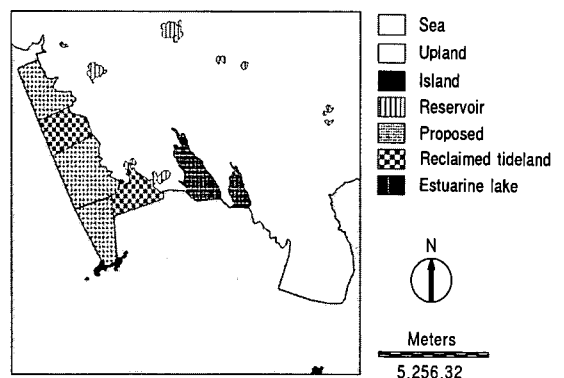


<Image 12> Yongmaedo and Bani tideland reclamation project

IV. 결론

인공위성 영상자료를 이용하는 원격탐사기법을 사용하여 북한 서해안지역에 대한 간척자원 및 간척사업 현황을 분석하였다. 조사에 사용된 위성데이터는 Landsat TM과 JERS-1 데이터를 주로 사용하였으며, 남포 및 금성지구에는 Landsat TM과 SPOT PN 데이터를 합성(Merging)하여 분석하였다. 분석용 소프트웨어는 ER Mapper, ERDAS, IDRISI를 사용하였다.

1981년도 북한정부는 4대 자연개조사업의 일환으로 30만ha 간척지 개발 계획을 발표하였다. 이에따라 대동강 하구에 서해갑문을 건설하는 등 간척사업을 활발히 추진하여 왔으며, 목표연도인 1988년도까지 30만ha를 개간하기로 했으나 여건이 여의치 않아 수차에 걸쳐 시행계획을 수정한 바 있다. 이 연구에서는 과연 30만ha의 간척가능지가 어디에 어떻게 존재하며 개발가능성은 합리적인지를 검토하고자 하였다. 1994년도 통일원이 조사한 북한의 간척자원조사 결과를 근거로 하여 수집가능한 북한의 지형도와 최근에 탐사된 인공위성 영상자료를 분석하여 간척 예정지구, 공사중지구에 대한 현황을 확인하였다.



<Fig. 13> Yongmaedo and Bani tideland reclamation project

<Table 4> Tideland reclamation projects in western coast of N. Korea

Locat.	Projects	Reclaimable		Completed		Est.lake/reservoir		Total		Sea-dike	
		No. proj	Area(ha)	No. proj	Area(ha)	No. proj	Area(ha)	No. proj	Area(ha)	No. dike	Length(km)
N. Pyung an	Seoho	1	1,393.5	2	1,600.7	1	157.7	4	3,151.9	3	8.39
	Daegedo	1	8,867.6	3	4,703.4	1	4,870.8	5	18,441.8	6	24.21
	Suwoondo	1	10,433.3	-	-	-	-	1	10,433.3	1	14.75
	Gado	1	37,351.9	1	349.0	-	-	2	37,700.9	5	16.53
	Shinmido	1	31,211.4	-	-	2	339.5	3	31,550.9	17	36.11
	Jungju	1	14,833.5	3	490.2	1	66.2	5	15,389.9	1	14.42
S. Pyung an	Chungchun	1	5,171.8	-	-	-	-	1	5,171.8	3	28.47
	Pyungwon	1	2,642.5	-	-	-	-	1	2,642.5	4	20.15
	Jeongsan	1	2,534.9	-	-	-	-	1	2,534.9	3	15.04
	Onchon	1	1,503.2	-	-	-	-	1	1,503.2	3	10.48
	Gwisung	1	1,987.7	1	95.5	-	-	2	2,083.2	2	13.87
S. Hwang hae	Eunyul	1	1,625.0	1	1,247.5	1	10.9	3	2,883.4	4	4.91
	Daedongman	2	7,370.7	2	897.3	-	-	4	8,268.0	2	6.64
	Ongjinman	2	6,643.4	1	550.8	6	202.2	9	7,396.4	3	7.06
	Gangryung	8	5,967.1	7	327.8	2	513.4	17	6,808.3	13	14.91
	Haeamdo	6	3,463.9	4	780.2	4	510.0	14	4,754.1	7	14.09
	Yongmaedo	3	5,280.9	2	1,937.5	2	1,701.2	7	8,919.6	13	40.68
	+Bani										
Nampo	Keumsung	1	3,539.3	1	1,225.2	8	347.7	10	5,112.2	4	14.73
	Nampo	1	54.4	2	2,964.8	-	-	3	3,019.2	-	-
Total		35	151,876.0	30	17,169.9	28	8,719.6	93	177,765.5	84	305.44

<Table 4>에서 보는 바와 같이 지금까지 완공되었거나 부분 완공된 지구면적은 담수호를 포함하여 25,890ha이며 계획된 지구면적은 151,876ha로서 총면적 177,766ha를 확인하였다.

간척이 활발이 진행되었던 강령지구(황해남도 웅진군) 및 용매도, 반이도지구(황해남도 연백군)를 중심으로 사업규모와 현황을 관찰한 바에 의하면, 담수호 개발형태로는 해안 담수호로서 상류의 농업용수를 재이용하는 계획으로 해안에 축조하고 이를 이용하여 낮은 지역의 간척지를 관개할 목적으로 계획되었다. 또한 담수호 상류에 위치한 간척농지에는 별도의 저수지를 상류에 축조하여 내리흐림식 관개방

법(Gravity irrigation)를 채택하고 있다. 전력이 부족한 북한으로서는 양수장 건설이 어려울 것으로 판단된다. 방조제의 위치는 주로 3면을 체절하는 폴더형이 대부분으로 특히 해안이 단조로운 청천강 하구에서 부터 대동강 하구 까지에 계획된 청천, 평원, 증산, 온천, 귀성지구의 간척계획은 방조제의 길이가 길며 외해를 면하고 있어 방조제 계획에 무리가 있을 것으로 판단된다. 또한 대계도, 수운도, 대도, 신미도 등 도서를 연결하는 사업계획지구는 자체 유역이 작아 압록강과 청천강으로부터 영수공급을 받아야 할 것으로 사료된다.

이 조사는 제한된 정보를 토대로 하여 수행

되었기 때문에 북한이 발표한 30만ha의 간척 계획지구를 일괄하여 확인하는 방법은 아직 불가능하다. 우리는 간척사업의 많은 경험을 가지고 있기 때문에 상세한 정보를 수집하여 계획지구를 확인하고 개발계획의 타당성을 검토하여 성공적인 사업계획이 되도록 협조할 필요가 있다.

이 논문은 1998년 학술진흥재단의 학술연구비 지원과 농어촌진흥공사 농어촌연구원의 자료제공에 의하여 수행되었음.

참고문헌

1. 지리상식백과, 1986. 과학백과사전출판사, p.161.
2. 월간북한동향 4월호, 1994. 통일원 p.59.
3. 이강열, 1997. 인공위성자료분석에 의한 북한 서해안 간척현황, 북한농업기반 국제세미나, pp.179~206.
4. Burrough, P.A., 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment, Oxford Claredon Press.
5. Congalton, R. G., 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sensing and the Environment, 37(1), pp.35~46.
6. Eastman J. R., P. A. K. Kyem, J. Toledanao and W. Jin, 1993. GIS and Decision making, UNITR Vol.4, Clark Univ., Worcester, MA.
7. Eastman J. R., J. E. McKendry and A. F. Michele, 1994. Change and time series analysis 2nd Edition, UNITR Vol. 2, Clark Univ. Worcester, MA.
8. Eiji Y., 1987. Utilizing trend for agricultural field, Application for remote sensing, Lecture series No.12, 55(8), pp.59~66, Jour. of JSIDRE, Japan.
9. Eppi Project, 1993. Eppi7 user's guide release 2.0, Univ. of Minnesota, MS.
10. Huizing, H. and K. Bronsveld, 1994. Inactive Multiple-goal Analysis for Land Use Planning, pp.366~373, ITC Journal 1994(4), The Netherlands.
11. Kenji I., 1986. Land use/land cover, Application of remote sensing, Lecture Series No.4, pp.49~54, 54(12), Jour. JSIDRE, Japan.
12. Lillesand, T. M. and R. W. Kiefer, 1994. Remote sensing and image integration, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc.
13. Lunetta R. S., R. G. Congalton, L. K. Fenstermarker, R. Jensen, K. C. McGwire and L. R. Tinney, 1991, Remote sensing and geographic information system data integration: error sources and research issues, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 57(6), pp.677~687.
14. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1991. special issue, Integration of remote sensing and GIS, 57(6).
15. RDC, 1995. Tideland Reclamation in Korea: Rural Development Corporation, Korea.
16. Yukio M., 1987. Procurement of satellite data and image processing, Application of remote sensing, Lecture series No.8, 55(4) pp.57~64, Jour. JSIDRE, Japan.