

인공위성 화상자료를 이용한 북한의 간척자원조사

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

조 병 진 · 이 지 근* · 안 기 원 (경상대)
Cho, Byung Jin · Lee, Ji Geun · Ahn, Kee Won

Abstract

The purpose of this study is to investigate on tideland reclamation projects as a part of situation on farm land improvement measures in north korea. By using satellite image data beyond the national boundaries, it makes possible to analyze tideland reclamation projects, and owing to the developed software and procedure we can analyze data regardless of difference in data acquisition date.

Satellite image data LANDSAT TM and JERS-1 data are mainly used, and analysing software ER Mapper, ERDAS, IDRISI are used.

Reclamation survey result made by the ministry of unification in 1994 were examined by means of remote sensing using satellite image data. The results are ; Completed and/or partly completed project are 24,596ha and planned are about 142,223ha, 166,819ha in total. However, they already reported about 300 thousand ha would be reclaimed from the sea in early 1980.

I. 서 론

인공위성 platform에 탑재된 고성능 sensor를 이용하여 지표면의 지형지물로부터 반사 또는 방사되는 전자파를 수집하여 지상 수신국에 보내진 데이터를 분석함으로써 대상을 현상에 대한 정보를 얻는 '위성화상데이터를 이용한 원격탐사(remote sensing using satellite data)기술'을 북한의 농지기반시설에 대한 정보를 얻기 위하여 적용하였다. 인공위성 영상 디지털데이터는 지표면에 있는 식물, 토양, 물, 인공구조물 등의 물체로부터 각각 다른 전자파 에너지를 수집, 대상물에 따른 전자파 특성을 이용하여 대상물의 위치, 상태, 크기, 형상 등에 관한 정보를 얻을 수 있다. 이러한 최신의 원격탐사기법은 위성에서 찍는 고해상도의 화상데이터를 얻을 수 있기 때문에 가능하게 되었으며, 이 자료는 국경을 초월하여 미답(未踏)의 지역까지 정보수집이 가능하다. 현재 농업, 지형, 지질, 자원조사 및 관리, 수산, 해양, 기상, 환경 등 각 분야에 이용되고 있으며, 농업 분야의 이용으로는 토지이용, 식생조사, 토양조사, 관개효율평가, 수확량 예측 등 다양하다.

미국은 1972년도에 최초로 LANDSAT 1호 지상관측위성을 발사하여 운행한 이래 지금까지 6호의 위성을 운영 중에 있으며 위성에 탑재한 센사에 의해 지구상에서 반사되는 전자파를 파장대별로 수집하여 지상에 있는 지상수신국에 영상데이터를 보내고 있다. 미국은 LANDSAT series 이외에 NOAA 위성을 운영하고 있다. 이들 위성은 탑재한 sensor에 따라 각기 다른 파장대의 자료를 보내고 있으며, 영상판독에 필요한 화소(pixel)의 크기로 표시하는 해상도(resolution)는 1.1km인 NOAA 위성에서부터 LANDSAT MSS 80 m, TM 30 m, 불란서 SPOT 위성은 XS 20 m, Pancromatic mode(PN) 10 m, 일본의 MOS는 MESSER 50 m, JERS-1은 SAR 18 m, 기타 인도의 IRS, 유럽연합의 ERS-1, 캐나다 위성 등 다양하다. 또 가까운 장래에 1 - 5m 정도의 고해상도를 갖는 센사를 탑재한 위성 발사가 계획되어 있다.

FAO의 1995년도 통계에 의하면 북한의 작물별 농지이용면적은 총 재배면적이 161만ha로서 남한의 220만ha의 73%가 되어 남한 인구의 절반인 북한인구를 감안할 때 인구 1인당 재배면적이 남한에 비하여 결코 적지 않음을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 식량난이 극심한 것은 반당수확량이 턱없이 모자라다는 사실이다. 이는 비료, 농약 등 농자재의 부족, 국영농장의 경영부실 그로인한 생산의욕의 저감, 저수확 품종, 비과학적인 농사기술 등을 지적하고 있으나 농공학적인 관점에서 볼 때 관개·배수, 농로, 수자원, 물관리, 무분별한 산지개간, 간척농지의 제염 및 제방관리 등의 불비(不備)나 기술부족으로 인하여 노동생산성이 떨어지고, 작은 재해에도 흉년이나 흉수피해가 빈번한 원인으로 지적되고 있다. 국경에 관계없이 정보수집이 가능한 인공위성 영상자료를 통한 북한의 농지기반조성현황을 연구 분석하기 위한 일부로서 우선 북한 서해안의 간척자원과 간척사업현황을 조사 분석하였다.

II. 연구자료

1. 위성화상 데이터 및 지도

현재 상업용 인공위성자료로서는 LANDSAT(미국)의 MSS, TM, SPOT(불란서)의 XS, PN, JERS1(일본)의 OPS, SAR 및 IRS(인도)의 LISS-1, II 등이 있으나, 본 연구에서는 분석내용, 해상도, 구입가격 등을 고려하여 LANDSAT의 TM(해상도 30 m), JERS-1(해상도 18 m)을 주로 사용하였으며, 일부지역의 세부분석을 위하여 SPOT PN(해상도 10m)자료를 합성(merging)하여 사용하였다. 분석에 사용한 위성자료와 지상기준점을 위하여 지형도 및 해도를 사용하였다.

2. 원격탐사/지리정보 시스템 (RS/GIS Integration)

인공위성 디지털자료를 영상화하고 이미지를 선명하게 하여 분석하는 software는 여러 가지가 있다. 국내에 널리 알려진 IDRISI, ER-Mapper, EPPL7, ARC/INFO, ENVI, GRASS, ERDAS 등이 있으나 본 연구에서는 영상처리를 위하여 IDRISI, ER-Mapper 및 ERDAS를 사용하였다.

III. 연구방법

1. 화상처리기법

인공위성 디지털데이터를 화상처리하여 출력하거나 컴퓨터화면에서 지형지물이 선명하게 보이도록 화면조작이 필요하다. 이는 파장대별 데이터를 single band로 하거나 multi band를 합성하는 방법을 이용하며, 화상이 선명하고 섬세하도록 contrast, sharpness, stretch 등의 조작용을 행한다. 이를 위하여 동원가능한 화상처리 소프트웨어들의 장점을 적극 이용함으로써 사용목적에 적절한 방법을 채용하고 필요한 경우 부분적으로 개발하였다.

사용된 화상데이터들은 전처리과정으로서 bulk 보정환 후 BIL (band interleaved by line) 및 BSQ(band sequential) format으로 저장한 것들이다. 이들 원시자료를 IDRISI 및 ER Mapper의 import module을 이용하여 파장대별로 band 1에서 band 3 또는 band7까지 영상화하였으며 stretch나 sharpness의 기능으로 최적영상으로 생성하였다. 분석하고자하는 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 같은 복합화상 출력을 원칙으로 하였다.

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. Roads and water bodies are clear.

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.

2. 기하보정방법

위성이 지구주위를 회전하는 비행궤도는 자오선방향과 일치하지 않기 때문에 지상의 각 점들은 지도좌표와는 차이가 있다. 따라서 영상의 각 점들의 좌표를 지도좌표에 일치시키기 위하여 기하보정이 필요하게 된다. 이를 위하여는 지형도를 디지털화하여 지상기준점 (GCP, ground control point)을 선정하고 영상에서의 동일점들의 좌표를 일치시키는 resampling과정을 행한다. 이때 사용하는 지도는 가능한한 정밀한 지형도가 요구되나 북한의 지형도는 구득이 쉽지 않기 때문에 이 연구에서는 국립지리원의 1987년도 자료를 가지고 1992년도에 편집출판한 축척 1:250,000 지세도를 Summagrid IV digitizing tablet에서 TOSCA s/w로 디지털화한 후 GCP의 X, Y좌표를 기준으로 하여 화상에서 동일지점의 x, y 좌표와 일치시키는 resampling작업을 시행하였다.

IV. 간척사업 현황분석

북한의 간척사업현황과 간척가능지 조사를 시행하였다. 위성영상자료를 해상력이 양호한 컴퓨터 모니터로 확대하여 관찰하면 간척사업이 완료되었거나 진행중인 상황을 육안으로 확인할 수 있다. 이를 분석하여 방조제의 길이, 간척지 면적, 담수호의 크기, 용수원, 내부개답현황 등

을 파악할 수 있다. 그러나 예정지 등 간척가능지의 분석은 보도된 내용을 기초로 하여 유추할 수 밖에 없었다.

북한의 서해안은 간만의 차가 크고 경사가 완만한 간석지가 북으로는 압록강하구에서부터 남으로는 예성강하구에 이르는 해안선을 따라 잘 발달되어 있어 간척지개발에 비교적 유리한 조건을 갖추고 있다. 북한의 자료에 의하면 간척지개발 기초조사에서¹⁾ 간척가능 면적을 328,306ha로 보도한 바 있다. 북한당국은 1981년 10월 4대 자연개조사업으로 “30만정보 간척지 개간” 목표를 설정하고 1981부터 1984년까지는 매년 3-4만 정보씩, 1985년부터는 매년 5만 정보씩 간척하여 1988년까지 30만 정보를 간척한다는 계획을 발표한바 있다. 그러나 인공위성에 나타난 간척사업은 남포간척지 준공이후 진도가 지지부진한 상태인 것으로 확인되었다.

본 조사에서는 통일원이 조사한 Fig. 1에서 보는 바와 같이 북한의 간척자원 위치도²⁾를 기초로 하여 간척지구 위치와 현황을 확인하는 작업을 진행하였다. 보도된 자료에 의한 북한의 간척현황은 Table 1과 같다.

이 분석에서 확인된 북한의 간척현황은 Table 2에서 보는 바와 같이 1980년대 이후 부분준공 또는 완공된 간척지면적은 24,496ha이며 시공중이거나 계획된 면적은 142,223ha 정도로 확인되었다. 그러나 아직 완전한 자료로 보고하기에는 미진한 부분이 많아 이를 검정하기 위한 작업이 진행되고 있다.

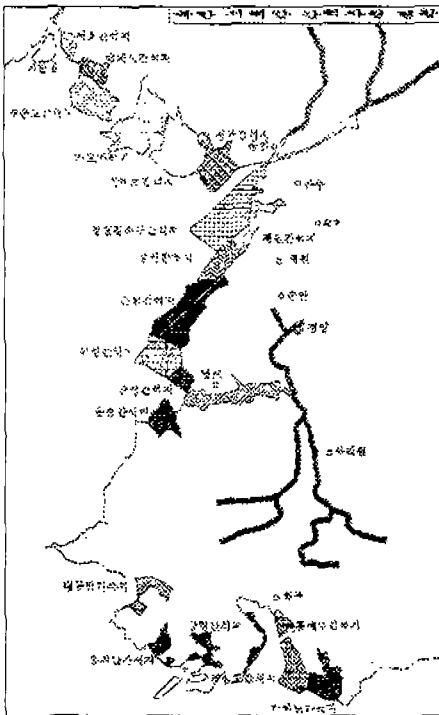


Fig. 1. 북한 서해안 간척자원 현황

Table 1. 북한의 간척사업지구별 현황

위 치		지구명	면 적(ha)	추진 현황
도	군			
평안 북도	용천	서호	2,350	88년 부분준공(350정보)
		대계도	8,800	85년, 87년 부분준공 (500, 1000정보)
	철산	수운도	-	미상
		가도	33,500	미상
	곽산	곽산	2,600	85년착공, 92년 4월 준공
		신미도	-	미상
정주	정주	12,300	미상	
평안 남도	안주	안주	12,300	미상
	문덕	침천강	-	미상
	평원	평원	-	미상
	중산	중산	8,700	86년 8월 착공, 공사중
	은천	귀성	-	미상
은천	금성	3,300	94년 4월 준공	
남포	남포	남포	1,600	80년대 준공
황해 남도	은율·파밀	은율	3,200	88년 8월 준공
		태탄	대동만	6,200
	웅진	웅진만	5,000	87년 7월 착공
		강령	강령	5,200
	해주	청수도	1,000	94년 4월 준공
		해암도	-	미상
	청단	용매도	7,100	84년, 85년 부분준공 (1,300, 2,500정보)
	연안	반이도	-	미상

자료 : 1. 통일원, 「북한동향 4월호」, 1994, (p.57~59)
 2. 국토개발연구원, 「북한의 국토개발편람」, 1992, (p.146)
 3. 「조선중앙연감」, 1989(p.247), 1977(p.200), 1995(p.166), 1996(p.212)

Table 2. 북한의 간척자원 조사 결과

위치	지구명	간척예정지		완공지구		방조제		담수호		상류 저수지		비 고
		지구수	면적(ha)	지구수	면적(ha)	개소수	길이(km)	개소수	면적(ha)	개소수	면적(ha)	
평북	신미도	1	31,211.4			17	36.11	2	339.5			안정한 간척지구의 방조제 개수 및 제방절이는 은천, 신미도, 대계도 지구면에 포함시켜 산출 하였음.
	정주	1	14,833.5	3	490.2	1	14.42	1	66.2			
	서호	1	1,393.5	2	1,600.7	3	8.39	1	157.7			
	대계도	1	8,867.6	3	4,703.4	6	24.21	1	4,870.8			
	수운도	1	10,433.3			1	14.75					
	가도	1	37,351.9	1	349.0	5	16.53					
	중산	1	2,534.9			3	15.04					
	은천	1	1,503.2			3	10.48					
평남	귀성	1	1,987.7	1	95.5	2	13.87					
	평원	1	2,642.5			4	20.15					
	침천강	1	5,171.8			3	28.47					
	해암도	6	3,463.9	4	1,560.4	7	14.09	4	510.0			
	용매도	3	5,162.7	2	2,354.5	13	40.68	2	1,701.2			
	대동만	2	7,370.7	2	897.3	2	6.64					
	웅진만	2	6,643.4	1	550.8	3	7.06	6	374.7			
황남	은율	1	2,316.7	4	2,485.4	4	4.91	1	708.3			
	강령	8	1,650.7	7	2,485.4	13	14.91	2	2,844.4			
	남포	5	7,090.9			8	24.60	3	18,781.7			
합계		37	149,313.6	27	17,404.9	98	315.31	18	30,354.5			

IV. 결 론

인공위성 영상사진을 이용한 원격탐사기법을 사용하여 북한 서해안지역에 대한 간척자원 및 간척사업현황을 분석하였다. 위성데이터는 주로 LANDSAT TM과 JERS-1 데이터를 주로 사용하였으며, 남포 및 금성지구에는 LANDSAT TM과 SPOT PN데이터를 합성(merging)하여 분석하였다. 분석용 소프트웨어는 주로 ER Mapper, ERDAS 및 IDRISI 등을 사용하였다.

1980년대 북한에서는 북한서해안지역에 약 30만 정보의 간척개발계획을 발표한바 있다. 이에 준하여 대동강하구에 서해갑문을 건설하는 등 간척사업을 추진하여 왔으나 인공위성 영상에 의한 원격탐사에 의하면 1980년 후반기 이후 거의 답보상태인 것으로 판단되었다. 본 조사에서는 1994년 통일원이 조사한 북한의 간척자원조사에 근거하여 위성영상에서 확인하고 현황을 확인하였다. 이에 의하면 1990년대 중반까지 완공되었거나 부분 완공된 지구면적은 24,496ha이며 계획된 지구 총면적은 166,819ha 이다.

간척이 활발히 진행되었던 강령지구(황해남도 웅진군) 및 용매도, 반이도지구(황해남도 연백군)의 사업규모와 현황을 주의 깊게 관찰한 바에 의하면, 담수호 개발형태가 해안 담수호로서 상류의 농업용수를 재이용하는 목적으로 축조하였으며, 상류에 위치한 간척농지에는 별도의 소류지를 축조하여 중력관개(gravity irrigation)를 시행하고 있다. 담수호의 수자원은 장차 개발 예정인 인접 간척지를 위하여 존재한다고 볼 수 있다. 특히 용매도간척사업지구는 기 개발지구가 3개소, 외곽공사가 진행중인 지구 2개소 등 간척사업이 활발히 진행되고 있으며, 간척방법으로는 3면을 방조제로 체결하는 풀다형이다. 기 개발된 내지구는 소규모의 필지로 구분되어 있어 대규모 경지정리를 시행하는 우리 나라의 경우와는 다른 형태이다.

< 참 고 문 헌 >

1. 지리상식백과, 과학백과사전출판사, 1986, p. 161
2. 월간북한동향 4월호, 통일원 1994, p. 59
3. 이강열, 인공위성자료분석에 의한 북한 서해안 간척현황, 북한농업기반국제세미나, 1997, pp179-206
4. Bronsveld K. et al., 1994. The use of local knowledge in land use/land cover mapping from satellite image, pp.349-358, ITC Journal 1994-4, The Netherlands.
5. Burrough, P.A., 1986, Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment, Oxford Claredon Press.
6. Congalton, R.G.,1991, A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sensing and the Environment, vol.37, no.1, pp.35-46.
7. Eastman J.R.,1993. IDRISI, Update manual Version 4.1, Clark Univ. Worcester MA.
8. Eastman J.R., P.A.K. Kyem, J. Toledanao and W. Jin, 1993. GIS and Decision making, UNITR vol.4, Clark Univ., Worcester, MA.