

다중시기 위성영상을 이용한 새만금 방조제 내측 해수면에 의한 심포항 연안의 간석지 지형 변화 탐지

이홍로^{1*} · 이재봉²

Monitoring of the Changes of Tidal Land at Simpo Coast with Sea Surface inside Saemangeum Embankment Using Multi-temporal Satellite Image

Hong-Ro LEE^{1*} · Jae-Bong LEE²

요 약

본 논문은 무감독 ISODATA 기법을 이용하여 Landsat TM 위성영상에 기반한 새만금 간석지의 지형을 분류하고, 이 분류된 지형의 시공간적 변화를 분석하고자 한다. 각각의 퇴적 지형은 새만금 방조제 공사 진행에 따른 상이한 특성을 나타내며, 퇴적 변화와 분포를 입증한다.

Landsat TM 7개의 band 중에서 밴드 4가 간석지와 해수면의 구분, 그리고 밴드 5는 간석지에 대한 세부적인 지형의 분류에 이용한다. 각 지역의 지형적 특성을 구분함으로써 간석지의 지형변화에 따른 검토는 간척 계획수립과 간척된 이후의 토지 이용에 매우 유용할 것으로 사료된다.

주요어: Landsat TM, 위성영상, 무감독 분류, 시공간적 퇴적변화, 간석지

ABSTRACT

This paper classifies the topography of the Saemangeum Tidal flats based on Landsat TM satellite images by unsupervised ISODATA method, and analysis of the spatiotemporal changes of the classified shapes. The sedimental topography represents various properties according to the Saemangeum Tidal Embankment progress. We will proceed this study of the sedimental changes and distributions.

By specifying the topographic characteristics of inner sea areas respectively, the investigation on the case study area according to the changes of the tidal will be useful in the establishment of land reclamation plan and the land use of the reclaimed area. In addition, the estuary image can be divided into tidal flats and sea surfaces using the band 4, also the detailed topography using the band 5, respe

2004년 12월 22일 접수 Recieved on December 22, 2004 / 2005년 3월 28일 심사완료 Accepted on March 28, 2005

¹ 군산대학교 컴퓨터정보과학과 Department of Computer Information Science, Kunsan National University

² 전북대학교 컴퓨터공학과 Department of Computer Engineering, Chonbuk National University

*연락처: leehongro@kunsan.ac.kr

ctively among Landsat TM 7 bands. This paper contributes to the efficient image processing of the spatiotemporal sedimental changes.

KEYWORDS: *Landsat TM, Satellite Image, Unsupervised Classification, Spatiotemporal Change, Tidal Flat*

서 론

새만금 지역은 간척사업에 의한 간척지의 자연환경이 크게 변화하고 있다. 그 중에서 새만금 방조제 축조와 강수량에 따른 만경강과 동진강의 양향은 간척지형의 침식과 퇴적 작용에 크게 영향을 미치고 있다. 새만금 방조제 공사 진행에 따라 새만금 방조제 내해역 만경강 하구 심포항 인근 지역을 대상으로 새만금 방조제 축조에 따른 간척지 및 물골 지형의 퇴적 및 침식에 대한 시공간적 지형 변화를 위성영상을 통해 연구하는 것이 필요하다(Assefa, 2004; Guillermo 등, 2004; 한국해양연구원, 2003). 조명희는 간척지 미지형 연구에 위성영상을 이용하였다(조명희와 조화룡, 1999).

새만금 방조제 건설이라는 인위적 영향에 대하여 해양 퇴적학적 현상을 규명하고 더 나아가 앞으로 전개될 퇴적환경변화를 예측하는 것이 필요하다. 이를 위하여 퇴적물의 분포특성 및 이동 변화를 파악하고자 한다. 또한 갯벌의 퇴적상, 퇴적작용 및 지형 특성 등을 위성영상을 통하여 모니터링하여 침식/퇴적/이동에 대한 예측모델을 구축하고, 정밀 위성영상자료 분석을 통하여 장기적이고 광역적인 간척지 퇴적환경 변화를 파악하고자 한다.

새만금 간척지(tidal flat)를 대상으로 Landsat TM 영상으로 간척지의 지형을 추출을 위해 변화된 부분에 대한 해수 면적을 계산하고자 한다. 동일 영역의 해수 면적의 변화는 간척지 지형 변화를 의미한다. 이와 같은 간척지의 지형변화에 대한 검토는 간척계획 수립과 간척된 후의 토지 이용에 매우 유용할 것으로 사료된다.

기존의 위성영상을 처리하기 위한 분류 기법은 평행육면체기법(PPL: parallel-piped classification), 최소거리 기법(MDC: minimum distance classification), 최대우도법(MLC: maximum likelihood classification) 등의 감독 분류기법과 순차군집분류기법, K-Means 군집 분류 기법, ISODATA 기법(interactive self organizing data analysis technique), 그리고 Fuzzy C-means 군집 기법 등의 무감독 분류 기법이 있다. 영상 분할 기법은 경계 기반 영상분할과 영역 기반 영상분할로 나누어진다(Fjortoft, 1998). 그리고 영역 통합 기법은 영상 통합 기법은 유사한 분광특성을 가진 부분 영역을 목적하는 바의 전체 영역으로 합치는 기법으로 영역 간 위상관계(topological relationships)를 설정하고 영역간 화소들의 밴드별 DN(digital number)에 대한 통계 자료(평균, 분산 등)를 이용하여 최종적으로 통합하는 기법이다(이종렬, 2004). 본 논문에서는 ISODATA 무감독 분류 기법, 최대우도 감독 분류 기법, 영역 기반 영상분할, 그리고 영역 통합 기법을 이용하고자 한다(한국해양연구원, 2003),(이상훈, 2001). 본 연구는 Landsat 위성영상을 이용하여 전처리, 갯벌지형 분류(무감독, 감독)와 영상 통합 처리를 위해서 ERDAS IMAGINE 8.3(<http://www.leica-geosystems.com>)을 이용하여 처리하고 시공간적 변화를 영상 대해 영역별로 분류한 것이다.

본 연구에 사용될 위성영상은 최근 10여년간 획득한 Landsat 위성영상 자료 중, 조석표에 의하여 새만금 간척지의 저조위 시간과 위성영상 촬영 시간에 근접한 1989년 3월 22일 1996년 7월 31일, 2000년 3월 22일, 2000년 10

월 30일 영상과 2002년 2월 14일의 것이 선택되었다. 이 영상들은 영상 전처리, 영상 분류(무감독, 감독)와 영상 통합 처리를 통해서 위성영상을 ERDAS IMAGINE 8.3(<http://www.leica-geosystems.com>)을 이용하여 처리하고 시공간적 변화를 영상 대해 영역별로 분류하고자 한다.

연구의 공간적 범위는 갯벌의 지형 변화와 퇴적 및 침식 작용등이 활발히 진행되어 나타나는 새만금 간척지역이다. 이 새만금 간척지역은 행정적으로 전라북도 군산, 김제와 부안의 18개 읍. 면. 동이 포함되는 곳에 위치하고, 총면적이 40,100ha이다. 그리고 간척사업 공사기간은 1991년부터 2011년까지 총 21년이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 영상처리와 분류 기법에 대해 기술하고, 영상처리 결과와 평가 및 분석하고, 마지막으로 결론 및 향후 연구 방향에 대해 논한다.

영상처리 및 분류

새만금 연안의 퇴적 및 침식 변화를 탐지하기 위해서는 일련의 위성영상에 대한 처리가 필요하다. 이 영상처리 및 분류는 보정과 필터링의 전처리, 감독분류와 무감독분류의 영상분류, 그리고 영역 통합과 분할의 영역 선정을 한다. 위성 영상처리 통한 변화 탐지 과정은 아래의 그림 1과 같다.



FIGURE 1. 위성 영상처리를 통한 변화 탐지 순서도

1. 영상 전처리

영상의 전처리는 TM좌표를 기준으로 하는 1:25,000 수치지도와 본 연구에 이용될 5개의 위색합성(false color composite) 위성영상에 대응하는 30개 GCP를 일치시켜 오차(RMSE:root mean square error)를 최소화하고, 기하모델(geometric model)은 다항 2차식(polynomial 2 order), 영상 리샘플 방법(image resample method)은 최근린 내삽법(nearest neighbor interpolation)을 이용하여 기하보정을 실시하였다. 또한 영상의 강조(image enhancement)를 위하여 선형 대조 펼침(linear contrast stretch)을 실시하고, 또한 영상 필터링은 3x3 median 방법을 채택하여 영상을 처리하고자 한다.

2. 영상 분류

무감독 분류는 영상에 대한 군집화(clustering)하는 기법으로 순차분류기법, K-means 군집 분류, ISODATA 기법, 그리고 Fuzzy C-means 군집 기법 등이 있다. 본 논문에서는 각 영상의 4번, 5번 밴드를 이용하여 ISODATA 기법에 기반하고 있으며(Guangxue 등, 2001) (Assefa, 2004) (정종철, 2002), 분류될 클래스를 60개로 하고, 최대 반복수를 6번으로 정하여 처리한다.

감독 분류는 개략적으로 무감독 분류된 위성영상을 의도하는 바의 영상을 얻기 위해 기법이다. 이 감독 기법은 평행육면체기법, 최소거리기법 및 최대우도법 등이 있다. 본 논문에서는 갯벌 지형과 수면 및 육지를 분류하기 위해 최대우도법을 채택하여 이용하고자 한다.

3. 영역 선정

1) 영상 분할 기법

갯벌지형의 변화를 탐지하기 위하여 갯벌의 특성을 가지는 지형의 추출이 필요하다. 영상 분할 기법은 경계 기반 영상분할과 영역 기반 영상분할로 나누어진다. 경계기반 영상 분할은

화소의 명도 변화(brightness variance)의 유형(진성:True, 가상:False)에 따라 결정하는데 기준 화소의 명도 값과 대응화소를 비교하여 기준 화소의 명도 값보다 대응화소의 명도가 크면 진성 경계화소로 결정하고 그렇지 않으면 가상화소로 결정하는 기법이다. 영역 기반 영상 분할은 중심화소의 분광 분석을 주위 화소의 분광 특성을 비교하여 영역을 분할하는 기법이다. 본 논문은 영역 기반 영상 분할 기법을 분광 유클리드 거리(spectral Euclid distance) 매개변수를 이용하여 처리하고자 한다(한국해양연구원, 2003).

무감독 및 감독분류 후 갯벌지형의 분광 특성을 가지는 영역에 대하여 지형 변화 탐지를 위해 해수면 및 육지와 갯벌을 분류하고 해당하는 각 영역마다 대응하는 식별자(region identifier)를 부여하고, 이 식별자가 부여된 영역과 인접하는 영역의 위치관계를 규명하여 위상관계를 설정한다.

2) 영역 통합 기법

세분화되어 추출된 갯벌지형의 통합은 위성 영상 통합 기법을 이용한다. 영상 통합 기법은 유사한 분광특성을 가진 부분 영역을 목적하는 바의 전체 영역으로 합치는 기법으로 다음의 과정으로 이루어져 있다(이종렬, 2004).

영역 간 화소들의 밴드별 DN 값에 대한 통계 자료(평균, 분산 등)를 이용하여 파악한 영상 간의 위상관계 중에서 인접관계가 확인된 영역 간 유사성을 검토한다. 만일 두 영역이 유의수준(significant level)을 만족하면, 두 영역을 통합하고, 그렇지 않으면 두 영역을 그대로 둔다. 새만금 내측 심포항 인근의 영상의 특성은 수분량과 조차에 의한 다양한 분광 특성으로 인해 세분화된 여러 종류의 갯벌 지역을 보인다.

4. 영상 강조

위성영상은 적절한 분광밴드의 조합이나 분

광 히스토그램을 조정함으로써 원하는 지리정보를 강조하거나 추출하는 것이 가능하다. 또한 흑백 정전 모드 영상에서도 히스토그램의 조정을 통하여 지형지물(feature)간의 대조를 높이는 것이 가능하다. 이러한 영상 강조기법은 영상 관독을 용이하게 하려는 목적으로 수행된다. 이러한 조합을 통하여 물길(water channel)과 갯벌 등이 밴드 조합을 강조될 수 있다. 영상 강조를 통하여 수분을 포함하고 있는 갯벌과 해수의 경계를 더욱 명확하게 한다.

간석지 시공간적 변화탐지

1. 연구대상 지역

간석지의 시공간적 변화를 탐지하기 위한 응용영역으로 새만금 방조제 내해역의 군산시 옥구읍 어은리 일대와 김제시 진봉면 심포리 일대 간석지를 선택한다. 이 지역은 새만금 방조제 건설에 따라 지난 10여년 동안 토사의 퇴적 및 침식으로 간석지 지형의 변형이 심하게 일어나고 있다.



FIGURE 2. 새만금 만경강 하구 심포항 인근 간석지

그림 2는 새만금 방조제가 축조되기 전의 위성 영상으로 1989년 3월 22일에 촬영된 영상이다. 그림 내의 사각형 표시는 연구대상이 되는 응용 영역이 된다.

TABLE 1. Landsat-7 위성 영상 특성

번 호	년 도	*조차 (Cm) 오전11시	위성 특성	진 처리	**방조제 축조 율(%)	비고									
						촬영 전 태풍				촬영 전 강수량					
						월 수 량(개)			합계	월 ***강수량(mm)			합계		
						12	1	2		3	12	1		2	3
1	1989. 3. 22	104	Landsat5 TM	기하 보정	0	12	1	2	3	0	12	1	2	3	318.3
						0	0	0	0		31.5	123.9	90.0	72.9	
2	1996. 7. 31	67	Landsat5 TM	기하 보정	52	4	5	6	7	7	4	5	6	7	667.2
						0	2	0	5		40.1	77.5	401.7	147.9	
3	2000. 3. 20	78	Landsat5 TM	기하 보정	67	12	1	2	3	0	12	1	2	3	68.2
						0	0	0	0		9.7	24.2	4.3	30.0	
4	2000.10. 30	50	Landsat5 TM	기하 보정	75	7	8	9	10	18	7	8	9	10	1033.2
						5	6	5	2		334.9	428.1	232.9	37.3	
5	2002. 2. 14	44	Landsat7 ETM+	기하 보정	84	10	11	12	1	1	10	11	12	1	224.9
						0	0	0	1		99.3	15.9	43.4	66.3	

* : 군산관측소 자료, ** : 만경강측 방조제 3,4공구에 대한 축조 비율, *** : 만경강 상류 전주지역의 강수량

2. 지형 변화탐지 분석

아래 표 1은 연구에 사용될 영상의 특성을 나타낸 것이다. 탐사를 위해 위성영상이 촬영된 시간 간격은 1번과 2번 사이의 탐사 시간 간격은 연구에 이용된 영상들 가운데 최대로 6년 5개월이고, 3번과 4번 사이의 탐사 시간 간격이 최소로 7개월이다.

Landsat 위성 영상이 오전 10시 반에서 오전 11시 사이를 이용하여 촬영되어진 것을 감안하여 조차와 관계에서 오전 11시에 연구 지역에서 가장 가까운 군산 외항 관측소의 자료를 이용한다. 위성 영상 1번의 조차가 104cm로 가장 높고, 5번이 44cm로 가장 낮다. 영상들 사이의 조차의 표준편차는 23.95이다. 1, 2, 3, 4번 영상은 Landsat 5 TM 영상이고 5번은 Landsat 7 ETM+로 전송된 방법에 의해 기하보정 된 자료이다.

새만금 방조제 1991년 11월 28일에 착공되었

다. 1번 영상은 축조되기 이전의 새만금 연안을 탐사한 것이다. 여기에 나타난 방조제 건설 비율은 만경강 하구측인 3공구(신신도-야미도)와 4공구(비응도-야미도)를 합한 것이다.

위성 영상이 관측되기 전의 기후 조건으로 내습한 태풍의 수와 강수량을 표시한다. 계절적 요인을 고려하여 탐사 전 4개월 동안 기후자료를 조사하였다. 2번과 4번 영상은 각각 7개와 18개의 태풍이 내습 후 관측되었다. 1번과 3번은 이전 4개월 동안 태풍의 영향이 없으며 5번은 1개의 영향을 받은 후 관측되었다.

연구에 이용된 위성 영상이 촬영되기 전 4개월 동안의 강수량을 만경강 상류인 전주 지역에서 관측한 자료이다. 사용된 영상의 강수량 중 4번 영상의 8월이 428.1mm로 최대이고, 3번 영상의 2월이 최소로 4.3mm 측정 되었다. 누적 강수량은 4번이 최대 1033.2mm이며, 3번이 최소로 68.2mm로 측정되었다.

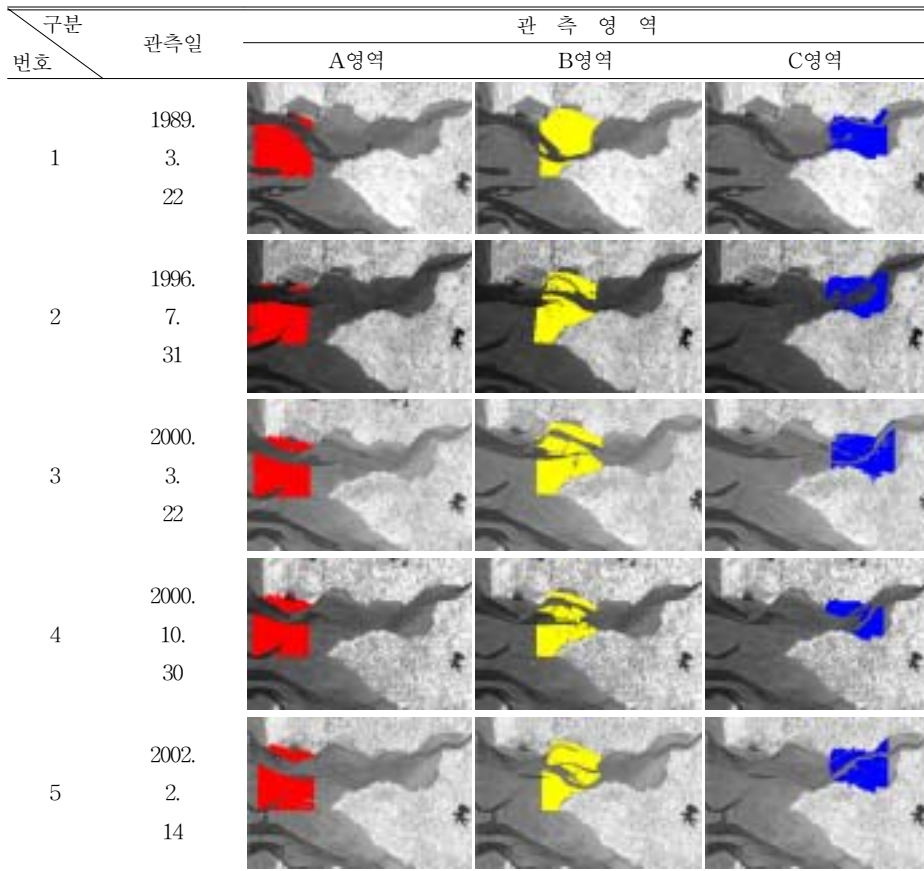


FIGURE 3. 새만금 만경강 하구 심포 인근 간석지의 시공간적 지형 변화

그림 3은 해수와 물결, 갯벌 및 육상에 대해서 관측 날짜에 따라 순차적으로 나열하고 있다. 각 영역에서 갯벌지역을 해수면 및 육상과 구분하기 위해 A영역은 빨강, B영역은 노랑 그리고 C영역은 파랑색으로 표현하였다.

Landsat TM 영상의 밴드별 특성은 모든 집단이 상대적으로 단파인 가시영역의 1,2,3 밴드에서 휘도값이 높고, 편차가 적으며, 장파 영역인 밴드 4번과 5번에서 휘도값이 낮고 편차가 크게 나타난다. 간석지의 지형 분류를 위한 특성에서 밴드 4번과 밴드 5번이 변별력 높고, 바다와 간석지의 경계를 구분하는데 밴드 4번이 우수하며, 그리고 육지와 간석지의 경계는 밴드 5번이 적합함을 그림 3에서와 같이 알 수 있다.

그림 3에서 각각의 영역은 새만금 내해역에서 방조제측을 A영역, 만경강 하구측을 C영역 및 중간을 B영역으로 분류하였다. A영역은 방조제와 가까운 지역으로 방조제의 건설에 따라 변화가 심하게 나타날 것으로 예측되고, C영역은 만경강의 영향을 많이 받을 것으로 생각되며, B지역은 변화의 정도가 다른 영역들 보다 적으로 예측된다.

결과 및 토의

1. 결과

표 2는 그림 2의 연구대상 지역의 지형 변화 탐지를 위해 위성 영상을 처리한 그림 3으로

TABLE 2. 변화탐지 지역의 해수 면적 변화 현황(면적 단위: m²)

년 도	A영역	B영역	C영역	조차(AM 11시:Cm)	합 계
1989. 03. 22	6794912	5353376	1290752	104	13439040
1996. 07. 31	7521513	5349479	4275516	67	17146508
2000. 03. 20	8617619	4366377	2238358	78	15222354
2000. 10. 30	8972265	7499707	8599215	50	25071187
2002. 02. 14	8248164	7911285	3194941	44	19354390

부터 산출한 해수면적에 대한 것이다. 그림 3에서 해수면과 육상으로부터 갯벌을 분리하여 사용된 영상에 따라 영역별로 면적(m²)을 계산하였다. 또한 연구 지역의 해수면적에 영향을 미치는 조차도 함께 표기하고, 각 영역의 해수면적을 년도별로 합산하였다.

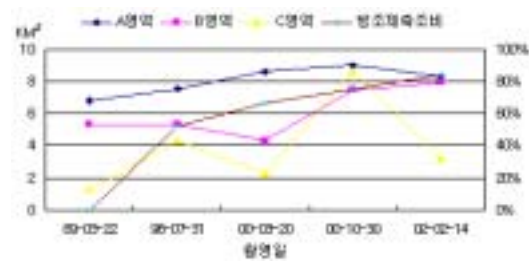
변화 탐지의 분석을 위해서 위의 표 1의 영상 특성과 표 2의 해수면적 변화 현황을 그래프로 나타낸 것이 그림 4이다.

세부적으로, 그림 4(a)는 해수면적과 새만금 방조제(3,4공구) 축조 비율을 표 1과 표 2를 이용하여 그래프로 비교한 것이다. 그림 4(a)의 X축은 위성영상의 탐사를 위한 촬영일을 나타내고, 그림 4(a)의 왼쪽 Y축은 각 영역에 해당하는 해수면적(단위:KM²)으로 표시하며, 그림 4(a)의 오른쪽 Y축은 방조제 축조 비율을 나타내기 위해 100%까지 5단계로 표기하였다.

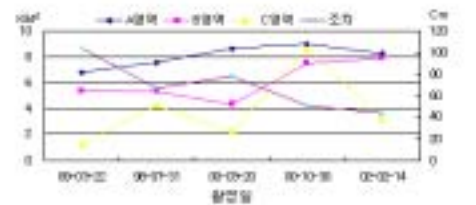
그림 4(b)는 해수면적과 조차 사이의 관계를 분석하기 위해 표 2를 그래프로 나타낸 것이다. 그림 4(b)의 X축과 왼쪽 Y축은 그림 4(a)와 같고, 그림 4(b)의 오른쪽 Y축은 조차를 나타내기 위해 센티미터(Cm)로 최대 120Cm까지 5단계로 표기하였다.

그림 4(c)는 만경강 상류 전주지역의 강수량에 대한 것을 표 1이 이용하여 그래프로 표현한 것이다. 그림 4(c)의 X축은 그림 4(a),(b)와 같고, 그림 4(c)의 왼쪽 Y축은 탐사 영상이 촬영되기 전 4개월 동안의 누적 강수량을 나타내기 위한 것으로 최대 1200mm까지 표시하며, 그림 4(c)

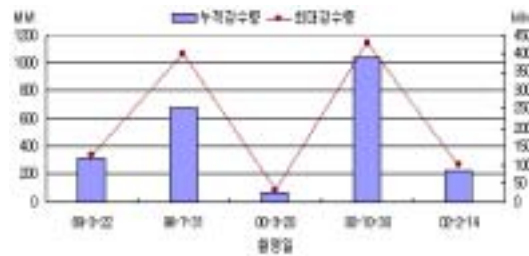
의 오른쪽 Y는 영상이 관측되기 이전 4개월 동안 관측자료 중 최대 강수량을 표기하기 위해 최대 450mm까지 50mm 간격으로 표시하였다.



(a) 해수면적 변화와 방조제 축조



(b) 해수면적 변화와 조차



(c) 만경강 상류(전주 지역)의 촬영일에 따른 강수량 현황

FIGURE 4. 심포항 인근 새만금 내해역 만경강 하구측 해수면적과 자연 환경

2. 토의

본 연구에 사용된 위성 영상의 촬영 간격은 매우 불규칙하다. 그러나 방조제 축조가 1991년 11월에 시작된 점을 고려하면 1996년 7월 30일에 관측된 영상의 시간 간격은 방조제가 축조되기 시작하고 만 3년이 지난 다음의 영상이 된다. 새만금 방조제의 건설 공사가 순조롭게 진행되지 못하고 여러 가지 원인으로 인해 지연된 것은 시간 관련성이 미미함을 보이는 것이다.

아래 표 3은 표 1과 표 2를 이용하여 상관관계를 유도한 것이다. 표 2의 관측 영상에 대한 각 영역별 해수면적 변화에 대해 표 1의 방조제 축조비율, 위성 영상 관측 전 4개월 동안 측정된 누적 강수량과 최대 강수량 및 오전 11시에 측정된 군산 외항의 조차의 변화 사이의 상관관계를 산출한 것이다.

그림 4(a)에서 방조제의 축조 비율은 1989년 3월 22일 영상은 방조제 축조되기 전의 영상으로 0%이다. 영상의 관측 시간 간격이 일정하지 않음에도 불구하고 방조제 축조 비율은 꾸준히 증가하고 있다. 이와 비교하여 A영역의 해수면적도 서서히 증가하고 있다. 표 3에 의하면 상관관계는 0.873872로 관계가 깊다. B영역과 C영역의 경우 방조제가 완성되어짐에 따라 해수면적이 증가하는 경향을 보이지만, 표 3의 상관관계는 각각 0.506615와 0.518783이다.

그림 4(b)는 해수면적과 조차사이의 관계를 비교한 것이다. 비교된 위성영상의 조차가 25% 편차를 보이며 점점 감소하고 있지만 A영역의 해수면 면적은 여전히 증가하고 있다. 표 3에 의하면 상관관계는 -0.718이다. 그림 4(b)의 B영역과 C영역에서 해수면적과 조차와의 관계를 비교하면 2000년 3월20일과 2000년 10월30일 영상에서 조차가 높아지면 해수면적은 줄어들고, 해수 면적이 낮아지면 해수면이 넓어지는 반대 현상이 나타나므로 조차의 영향은 없어 보인다. 표 3에서 상관도는 각각 -0.7646와 -0.6562이다.

그림 4(c)는 관측 영상과 강수량의 관계에 관한 것을 그래프로 나타낸 것이다. 그림 4(c)에서 1989년 3월 22일, 2000년 3월 20일 그리고 2002년 2월 14일 영상은 계절적으로 겨울을 지나면서 관측된 영상이고, 1996년 7월 3일과 2002년 10월 3일 영상은 여름을 지나거나 여름인 시점에서 탐지된 영상이다.

그림 4(c)와 그림 4(a),(b)의 각 영역의 해수면적과의 관계를 비교하면 A영역은 해수면적은 강수량의 변화와 관계없이 증가하고 있다.

그림 4(c)와 그림 4(a),(b)에서 B영역은 1996년 7월 31일 영상에서 해수면의 면적이 증가함을 보이고 있는데, 영상 관측 전 4개월 동안의 여름철 누적 강수량이 표 1에서와 같이 667.2mm이었으며, 관측 1개월 전의 강수량 401.7mm로 많은 강수량을 보이고 있다. 그림 4(c)와 그림 4(a),(b)에서 2000년 10월 30일에 탐

TABLE 3. 각 영역 해수면적의 변화와 방조제 축조율, 태풍 수, 누계/최대 강수량과 조차의 변화 사이의 상관관계

해수면적변화	요 소	¹⁾ 방조제 축조율	²⁾ 태풍 수	³⁾ 누계 강수량	⁴⁾ 최대 강수량	⁵⁾ 조 차
A영역		0.873872	0.502580	0.241985	0.130682	-0.71870
B영역		0.506615	0.462125	0.424277	0.298730	-0.76469
C영역		0.518783	0.979353	0.898936	0.809825	-0.65625

1): 새만금 방조제 3,4 공구의 축조 비율, 2), 3), 4): 탐사를 위한 위성 영상의 관측 전 4개월 동안 측정, 5): 오전 11시 군산 외항 관측

사 관측된 영상은 B영역에서 해수 면적이 급격히 넓어지고 있는데, 탐지 영상의 관측 전 4개월 동안의 최대 강수량과 누적 강수량이 연구에 이용된 영상들과 비교할 때 각각 최고 99.6배와 15.1배이다. B영역의 해수면적은 계절적 요인과 상관관계가 0.42427의 관계를 보이지만 2002년 2월 14일 영상에서 B영역의 해수 면적이 강수량이 줄어들었음에도 불구하고 여전히 넓은 해수면적을 유지하고 있다.

그림 4(c)와 그림 4(a),(b)에서 C영역과 계절적 요인과의 관계성에서 강수량이 증가하면 해수 면적이 넓어지고, 강수량이 감소하면 해수면적은 줄어든다. 표 3에서 누적 강수량과 최대강수량과의 상관도는 각각 0.89893과 0.80982로 깊은 관계성을 보인다.

결국 A지역은 방조제의 축조에 따라 해수면적이 넓어지고 있어 침식이 우세함을 보이고 있다. 방조제의 축조 비율이 증가함에 따라 유속이 증가하고 해저지형의 관측에서도 그 침식 우세의 변화를 보인다(한국해양연구원, 2003).

B지역은 방조제 축조에 따른 영향과 계절적 요인은 모두 반영하고 있다. 특히 계절적 요인에 의해 발생한 침식이 계속적으로 지속 유지되고 있음을 2002년 2월 14일 영상에서 확인할 수 있다.


C영역은 방조제와 멀리 떨어져 있고 육상과 가까운 이유로 육상 기원 퇴적물에 영향 받으므로 계절적 요인과 밀접한 관계를 가지고 있음을 보이고 있다.

결 론

본 연구는 새만금 방조제 내해역 만경강 하구 심포항 인근 지역을 대상으로 새만금 방조제 축조에 따른 간석지 및 물골 지형의 퇴적 및 침식에 대한 시공간적 지형 변화를 위성영상의 DN 값의 특성을 통한 처리를 이용하여 표현하였다. 아울러 Landsat TM 7개의 band 중에서 밴드 4가 간석지와 해면의 구분, 그리고 밴드 5

는 간석지에 대한 세부적인 지형의 분류에 이용하였으며, 시공간적 퇴적변화에 대한 영상처리에 효율적임이 밝혀졌다.

위성영상을 통한 분석 결과 조간대 및 얇은 지역의 시공간적 퇴적 우세 지역은 방조제가 축조되기 전에는 군산시 옥구읍 어은리 일대의 간석지가 많이 형성되어 있었으나, 방조제가 축조됨에 따라 방조제에 인접한 새만금 내측의 침식이 매우 우세함을 보인다. 결국 각 지역의 지형적 특성을 구체적으로 구분함으로써 간석지의 지형변화에 따른 검토는 간척 계획수립과 간척된 이후의 토지 이용에 매우 유용할 것으로 사료된다.

향후 연구 방향은 이 간석지역의 지질의 분포를 위성영상을 통해 표현하고, 실측자료와의 상관관계를 다루고자 한다. 

참고문헌

- Assefa M. Melesse, 2004. Spatiotemporal dynamics of land surface parameters in the Red River of the North Basin. *Physics and chemistry of the Earth* 29:795-810.
- Fjortoft, R, A. Lopes, P. Marrthon, and E. Cuber_caston. 1998. An optimal multiedge detector for SAR image segmentation. *IEEE Trans. on geoscience and remote Sensing* 36(3):793-802.
- Guangxue Li, Zuosheng Tang, Shuhong Yue, Kelin Zhang and Helong Wei. 2001. Sedimentation in the shear front off the Yellow River mouth. *Continental Shelf Research* 21:607-625.
- Guillermo R. Angeles, Gerardo M. E. Perillo, M. Cintia Piccolo and Jorge O. Pierini. 2004. Fractal analysis of tidal channels in the Bahia Blanca Estuary (Argentina). *Geomorphology* 57:263-274.
- 한국해양연구원. 2003. 1. 새만금 해양환경보전 대책을 위한연구조사 2차년도 보고서-지질개

별분야. 191-268쪽.

이종렬. 2004. 영상분할단위 기반의 다변량 영역 확장 기법. 원격탐사학회:273-278.

김동연, 김진일. 2002. 6. 디자인 패턴을 적용한 위성영상처리를 위한 군지화 분류 시스템의 설계. 정보처리학회논문지B 9-B(3):319-326.

이상훈. 2001. 공간지형확장과 계층집단연결 기법을 이용한 무감독 영상 분류. 원격탐사학회. 7(1):57-69.

정종철. 2002. 다중시기 위성영상의 무감독분류에 의한 갯벌의 입자 분포도. Korean Journal of Remote Sensing 18(2):71-79.

조명희, 조화룡. 1999. 위성영상을 이용한 조포만 간석지의 미지형 분류와 지형적 특성. 원격탐사학회논문지. 15(3):213-225.

<http://www.esri.com> 