

위성영상을 이용한 해상 양식장 관리방안 연구 - 한려해상 국립공원 지역을 사례로

A study of marine aquaculture management strategies using remotely-sensed satellite data - a case study on Hallyeo Marine National Park

장은미*, 박경

주식회사 쓰리지코어, 성신여자대학교 사회과학대 지리학과
02-6400-6780 emchang@3gcore.com

요약

이 연구는 한려해상국립공원 지역을 사례 지역으로 해상양식장 면적변화 등 변화탐지에 목적을 두고 1984년의 위성영상과 최근에 촬영된 LANDSAT 위성영상을 이용하여, 변화탐지기술과 영상처리기술을 활용 국립공원 경계내부의 양식장 현황파악과 변화과정을 모니터링하고 국립공원 관리에 활용할 수 있도록 시행되었다.

연구결과 1984년 3월 당시의 양식장 면적에 비해 2002년 4월의 양식장 면적이 63% 가량 감소한 것으로 나타나는데 이는 과거 통영만과 거제만 전체에 골고루 분포하고 있던 해상양식장이 2002년도에는 거제만 부근으로 집중하고 있는 것으로 분석되고 있다. 그 원인으로는 넙치와 우럭과 같은 고급 어종을 기르는 해상가두리 양식장 형태의 자본·노동집약적인 양식으로 진행되어 가고 있는 추세를 반영하고 있다.

1. 서론

본 연구는 한려해상국립공원 내 가두리 양식장의 변화탐지에 목적을 두고, 1984년의 위성영상과 최근 (2002년)의 위성영상을 이용하여 탐지기술이나 영상처리기술 등을 활용하여 국립공원내 양식장 현황파악과 변화과정을 모니터링하고, 공원관리에 활용할 수 있도록 관련 정책을 제안하고자 연구가 이루어졌다.

해양수산부가 발행하는 「해양수산통계 연보」와 비공식통계를 비교하여 양식어류의 생산량을 보면 공식적으로 집계된 양식어류의 생산량은 비공식 통계의 28%에서 34% 수준이다. 생산량뿐 아니라 실제 양식면적에 있어서도 차이가 있을 것을 전제한다면 이러한 통계의 차이가 현실 파악을 어렵게 하고 정책적 혼선을 야기하고 있어 정확한 면적의 산출이 필요한 이유가 된다.

1) 공간적 범위

연구의 공간적 범위는 그림 1에 표시된 것처럼 경상남도 통영시 통영만 및 거제만 일대로 한려해상국립공원의 일부지역에 해당된다.

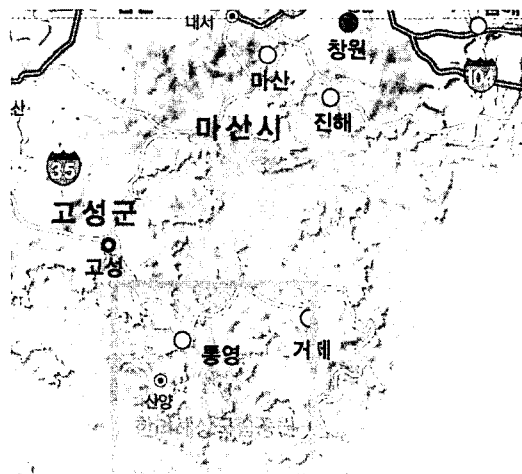


그림1. 연구지역의 공간적 범위

2) 시간적 범위

연구의 시간적 범위는 약 20년 전의 위성영상과 최근의 위성영상을 사용하였다.

위성(센서)	취득일자	path/row w	공간해 상도
Landsat -5 (TM)	1984. 3	114-36	30m
Landsat -7 (ETM)	2002. 4	114-36	30m

<표 1> 사용된 위성영상

2. 연구지역 개황

가. 일반현황

거제 해금강 한려해상국립공원 지역은 거제시 일운면 지세포에서 동부면 해금강을 돌아 남부면 저구리 명사십리 해수욕장까지의 연안과 주변 유·무인도를 포함하여 인근 해역을 포함한다. 겨울철 수온이 높은 지역적 특성으로 우리나라 양식산업의 발상지로서 중요한 위치를 차지하고 있다.

특히 국립공원지역임에도 불구하고 인근해역은 양식어류의 성장에 영향을 미칠 수 있는 총질소 및 총인 등 영양염류의 오염도는 매년 어장을 황폐화시키는 적조 발생기준을 크게 초과하고 있는 것으로 나타난다.

나. 해상국립공원 양식현황

정부의 기르는 어업의 활성화는 환경보전가치가 높은 해상국립공원도 예외는 아니어서 지금까지 한려해상국립공원 주위에 양식어장이 많이 개발되어 있다. 특히 거제 한산만 해역은 우리나라 굴양식 산업의 중심지로 1970년대부터 개발되기 시작하였고, 1980년대에 들어서는 어류양식이 개발 보급되면서 섬과 섬 사이 물의 흐름이 좋고 태풍의 피해가 없는 지역에 가두리 어류양식이 활발히 진행되고 있다(국립공원관리공단 2003).

특히 어류양식은 어업경비가 대규모로

소요되지만 성공할 경우 이익이 많고 자금회전이 빨라 일선 어촌계를 중심으로 환경용량을 고려하지 않고 대규모 단지로 허가를 남발되고 있다. 그 결과 현재 수질이 급격히 악화되어 만성적인 어장의 노화는 물론이고, 여름철 고수온기에는 어류의 대량 폐사, 대규모 적조의 발생 등 연안수질을 크게 저하시키고 있다.

2001년 6월 30일 현재 한려해상국립공원 내의 양식어업권의 현황은 다음과 같다. 양식건수는 총 592건이고 양식면적은 5,677ha이다. 수질에 미치는 영향이 적은 굴 진주조개, 가리비, 미역 김 등의 수하식양식 건수가 238건, 1,052ha이다. 피조개, 바지락, 전복, 진주담치와 같이 저질바닥에 뿌리거나 양식용기에 수용하여 양식하는 바닥양식건수는 29건, 155ha이다. 넙치, 조피볼락(우럭) 등 어류양식 건수가 102건에 245ha를 차지하고 있으며, 이중 연안수질과 폐기물의 발생으로 볼 때 가장 영향을 크게 미치는 양식어업은 어류가두리양식이다. 연안수질에 미치는 영향이 크에도 불구하고 실시간 통계는 어려우며, 통계는 주로 어업권신청서와 자발적인 신고에 의존하고 있는 형편이다.

3. GIS를 활용한 양식장 선형연구

가. 지리정보시스템 활용이 늦어진 이유

양식업을 수행하고 관리하기 위한 도구로서 지리정보시스템이 널리 보급되고 깊이 있는 연구가 진행되지 못한 이유를 Nath 등(2000)은 다음과 같이 요약 정리하였다. 첫째는 GIS의 개념과 원리에 대한 이해의 부족, 둘째로 의사결정지원시스템으로서 역할에 대한 인식부족, 셋째는 관리조직 내에 GIS에 대한 행정적 지원의 부족, 마지막으로 GIS 전문가와 해안양식 전문가 간의 용어상의 소통부족이다.

나. 지리정보시스템 구축의 단계 및 각 단계의 수행내용

성공적인 지리정보시스템을 구축하기 위하여 필요한 구축 단계 중 첫 번째 단계는 프로젝트요구사항의 정의로서 시스템을 사용할 사람들이 기본적으로 사용하는 정보에 대한 업무 파악과 여러 업무를 조직화하여 급변하는 기술변동에 좌우됨 없이 안정적인 시스템의 활용성을 확보하는 일이다. 다음 단계는 일반화된 요구사항 중에서 지리정보로 구축할 수 있는 구체적인 설계과정을 겪게 되는 데 이 때 가장 중요한 점은 여러 종류의 주제도를 생성할 수 있는 능력을 정의하는 것과 공간적 정보를 검색할 수 있는 사상들에 대한 정의와 새로운 주제를 추가하고 변화된 내용을 갱신할 수 있는 관리시스템을 만들어 내고 상이한 지리적 위치에 따라 공간적 통계적 분석을 수행할 수 있도록 하는 것이다.

최종적으로는 현존하는 모형을 변형하고 새로운 모형에 전처리 및 후처리 기능을 추가하여 사용자가 편리하게 가상시나리오를 만들어 내어 그 영향력을 평가하는 단계를 목표로 한다. 지리정보시스템은 공간분석을 수행하여 기존 도표와 산술적 통계에서 수행할 수 없었던 결과를 도출할 수 있다는데 그 장점이 있다.

위와 같은 공간분석이 진행될 수 있기 위하여 실제로 사용가능한 자료를 만들어 내고 구조화하는 과정이 필요하다. 이 과정에서 위성영상은 가장 많이 활용될 수 있는 자료로서 주로 Landsat과 SPOT 위성자료가 가장 많이 사용되며 벡터자료로는 해안선자료 및 주요 교통 및 항만시설 자료들이 사용되어진다. 자료의 선정과정에서 생산된 자료는 상호운영성(interoperability)이 확보되도록 자료의 구축 이전에, 기 구축된 자료의 활용가능성에 대한 탐색은 반드시 이루어져야 한다.

위와 같은 지리정보시스템의 구축과정이 양식업의 분야에 활용성이 높지만 가장 중요한 것은 지리정보시스템 구축자 및 분석자와 양식전문업자 및 어업전문가

간의 활발한 상호 논의를 통하여 기술적인 차이를 극복하고 상호 배우는 자세로 분석의 깊이를 더해 가는 것이 가장 중요하다.

4. 분석 : 위성영상처리 과정

가. 위성영상의 기본처리

한려해상지역의 양식장 변화탐지를 위한 Landsat TM 위성영상 기본처리 과정은 다음과 같다. 이 과정은 위성영상처리 소프트웨어인 ER-Mapper를 이용하였다.

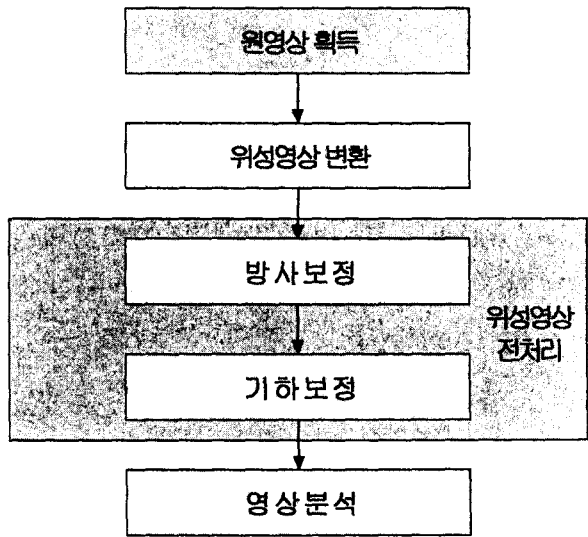


그림2. 위성영상의 기본처리 과정

1) 원영상 획득 및 변환

본 연구에서 사용한 위성영상은 Landsat TM영상으로 각각 시기가 다른 1984년 3월과 2002년 4월이다. 원영상을 ER-Mapper에서 지원하는 데이터 형식으로 변환하고, импорт 기능을 이용하여 BIL포맷 형식의 데이터와 *.ers라는 확장자를 갖는 헤더파일을 생성하였다.

2) 위성영상의 전처리

위성영상의 전처리 과정에서 오차를 줄이기 위하여 방사학적 보정과 기하학적 보정을 실시하였다.

지상기준점은 현지측량이나 기존수치지도를 이용하여 취득하는데, 일반적으로는 시간과 비용이 적게 드는 기존수치지도를 이용한 취득방법을 사용하였다. 지상기준점은 1/25,000 축척의 수치지도에서 도로의 교차점, 식별이 잘되는 해안선 및 제방의 끝, 대형 인공구조물 등으로 선정하였다. 다만 특정지형지물에 대해서는 현지조사를 실시하였다.

나. 위성영상의 분석기법

전처리된 Landsat TM 위성영상을 이용하여 가두리 양식장의 변화를 탐지하고 분석 및 결과를 도출하기 위해 다음과 같이 처리과정을 행하였다.

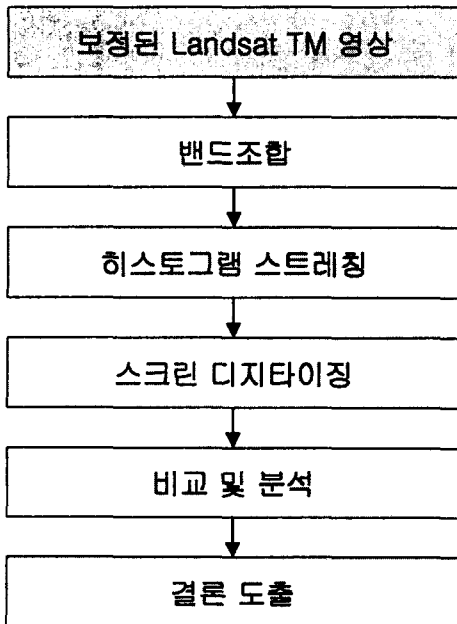


그림 3. 보정된 LANDSAT TM영상의 처리과정

1) 밴드조합

Landsat TM 영상은 분광특성이 다른 7개의 밴드를 가지고 있다. 따라서 각 밴드별 분광특성을 고려하여 분석에 유용한 밴드만을 선택하여 조합한다면, 시각적 분석이 용이한 RGB영상을 만들어 낼 수 있다.

일반적으로는 시각적으로 느낄 수 있는

자연색과 가까운 조합인 3번, 2번, 1번 RGB 조합이 많이 사용된다. 하지만 위의 밴드별 분광특성과 본 연구의 목적을 고려하였을 때, 2번, 3번, 4번 밴드가 식생 및 수계의 분석에 용이함을 알 수 있으며, 본 연구에서도 4번, 3번, 2번 영상의 RGB 조합을 이용하였다. RGB 조합이 양식장을 판독하는데 훨씬 유용함을 확인할 수 있었다.

2) 히스토그램 스트레칭

히스토그램 스트레칭 기법은 관심 있는 일정구간의 화소 값을 더 넓은 구간의 화소 값으로 변형시켜 대조도를 높이는 것이다. 본 연구에서는 육지의 화소 값은 무시하였으며, 바다와 양식장에 해당하는 화소 값 영역만을 히스토그램 스트레칭하여 양식장의 구별을 보다 명확히 할 수 있도록 하였다.

3) 스크린 디지털라이징

밴드 조합과 히스토그램 스트레칭 기법을 이용하여 양식장의 시각적인 구분이 용이하도록 처리하고, 양식장의 정량적·정성적 분석을 위해 스크린 디지털라이징을 실시하였다. 스크린 디지털라이징이란 영상을 백그라운드에 깔아 스크린에 띄운 후, 그 위에 실제의 양식장 외형을 벡터로 그리는 작업이다(Microstation I/A소프트웨어 사용).

다. 분석 및 결과 도출

1) 스크린 디지털라이징 결과: 양식장 면적계산

아래 그림 4를 보면, 1984년에 비해 2002년도의 양식면적이 많이 감소되었음을 알 수 있다. 정확한 정량적 비교를 위하여, Arcview의 Script를 이용하여 각 양식장 폴리곤의 면적을 구하여, 비교한 표는 다음과 같다.

1984년 3월	16,198,000 m^2
2002년 4월	5,954,240 m^2
면적 차이	10,243,760 m^2
증감율	63 %

<표 2> 양식장 면적 비교

1984년 3월 당시의 양식장 면적에 비해 2002년 4월 당시의 양식면적이 63% 가량 감소하였다. 이는 1984년도에는 양식장이 통영만과 거제만 전체에 걸쳐 골고루 분포되어 있었는데 반해, 2002년도에는 거제만 부근에만 양식이 이루어지고 있기 때문으로 풀이된다. 이러한 사실을 확인하기 위해 현지 통영시의 통계자료를 비교하였으나, 앞에서 지적한 대로 현실적인 통계자료와 국립공원지역만의 통계수치를 분리하여 통계가 작성되지 않아 정확한 비교는 곤란한 실정이다.

5. 결론: 위성영상을 활용한 관리방안 도출

연구에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 위성영상을 이용함으로써 전 국토의 변화된 모습을 언제, 어디서, 누구나 신속하고 손쉽게 파악할 수 있으며, 특히 해양국립공원관리의 신뢰성 확보와 정책수립의 효율성 및 합리성을 도모할 수 있다.
- 해양지역 변화탐지부분에서 종래의 항공사진 및 지상관측에 비해 위성영상은 저렴한 비용과 최소의 인력으로 효용가치가 있는 것으로 나타났다.
- Landsat TM 위성영상에 밴드조합, 히스토그램 스트레칭 기법을 이용하여 주기적으로 양식장 변화를 정량적·정성적 추출이 가능하다.
- 1984년 3월 당시의 양식장 면적에 비해 2002년 4월 당시의 양식면적이

63% 가량 감소하였다. 이는 자본과 노동 집약적인 가두리 방식의 해상양식으로 전환되면서 비교적 조방적인 굴양식장과 해조류 양식장이 감소하기 때문인 것으로 판단된다.

- 외국의 경우 해상양식장의 계획단계에서부터 GIS를 활용한 적지선정이 이루어지고 있는데 비해, 우리의 경우 대부분 어민의 경험에 의존해서 적정 용량을 고려하지 않고 양식장이 들어서고 있는 것이 현실이다. 추후 폐기물과 환경오염을 고려할 때, 해양보호구역과 해양국립공원 지역에 위성영상을 활용하여 효율적인 관리대책을 수립하기 위한 노력이 절실하다.

참고문헌

- 국립공원관리공단, 2003, 해양생태계 보전을 위한 양식어업 시설설치에 관한 연구.
- 국립공원관리공단, 2002, 해안해양국립공원 관리정책방향수립에 관한연구, 248p.
- 국립공원관리공단, 1999, 한려해상국립공원 거제도 남동지구 생태계 정밀조사, 262p.
- 조규대 외, 1999, "이동식 가두리 양식장의 이동적지 선정에 관한 연구", 한국환경과학회지, 제8권(1), pp.83-94.
- 통계청, 2003, 어업기본통계조사보고서.
- 통영시, 2002, 통계연보
- 한국해양수산개발원, 2002, 수산·해양환경 통계.
- 해양수산부, 2002, 해양수산통계연보.
- 환경부 (서울대학교), 1999, 해양환경 감시 및 평가기술, 연안저서환경 건강평가기술에 관한 연구, 최종보고서, 786p.
- Anutha, K., and Johnson, D., 1996, Aquaculture planning and coastal management in Tasmania. Ocean & Coastal Management Vol. 33. no 1-3. pp. 167-192.
- Crawford, C. 2003. Qualitative risk

assessment of the effects of shellfish farming on the environment in Tasmania, Australia. Ocean and Coastal Management 46,pp 47-58.

FAO, 2001, Planning and Management for Sustainable Coastal Aquaculture Development <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1818E/y1818e00.htm#Contents>

Hargrave. 2002. A traffic light decision system for marine finfish aquaculture siting

Nath S. S., J. P. Bolte, L. G. Ross, and J. Aguilar-Manjarrez, 2000. Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture, Aquacultural Engineering, 23, 233-278

Perez, O. M, T. C. Telfer, M. C. M. Beveridge and L. G. Ross. 2002. Geographical Information Systems (GIS) as a simple tool to modelling particulate waste distribution, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 54, 761-768.

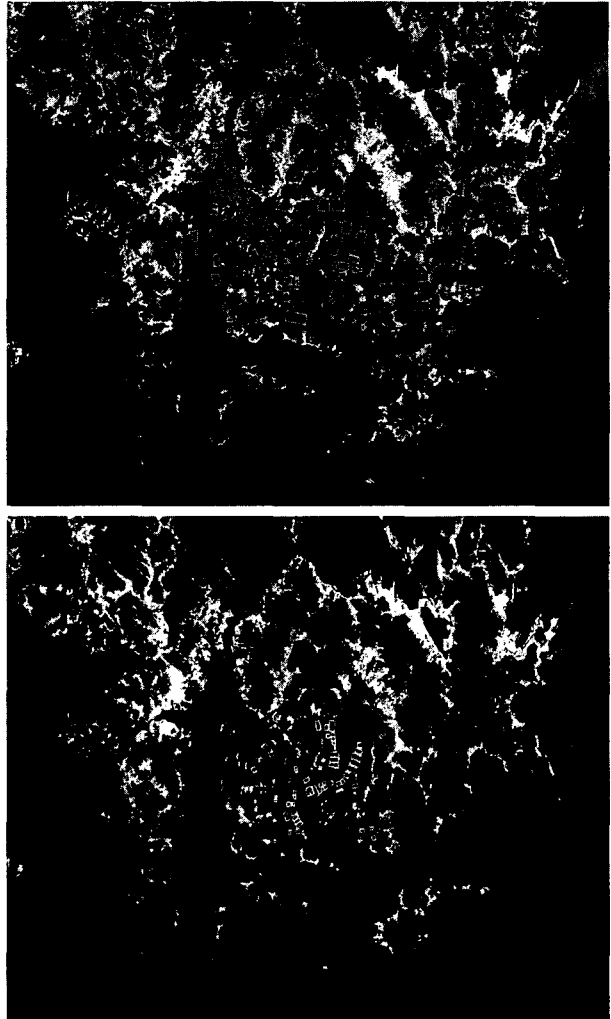


그림 4. 국립공원 지역 내의 양식장 분포(상 : 1984년 ; 하 : 2002년)