

위성원격탐사와 GIS를 이용한 인공어초 시설지 적지 선정 기법

조 명 희 · 김 병 석

경일대학교 공과대학 측지공학과

mhjo@bear.kyungil.ac.kr, sacks@tksun.aait.or.kr

Tel. 053-850-7312, 7317

김 창 길 · 서 영 상

국립 수산진흥원 수산공학과, 해양원격연구실

cgkim@haema.nfrda.re.kr, yssuh@haema.nfrda.re.kr

Tel. 051-720-2573, 2222

Abstract

연안해역의 어장환경정비와 인공어초(Artificial Reef) 어장조성사업을 효과적으로 실시하기 위해서는 어장환경과 해양환경과의 관련을 종합적으로 분석하여 어초적지 지역을 선정하는 기법의 도입이 필요하다. 본 연구에서는 남해안 통영만 지역을 대상으로 인공어초 시설지 적지 선정에서 가장 중요하다고 판단되는 어초 적지조사 1단계 요소 중 수온, 클로로필, 투명도, 수심, 해저저질조건을 위성원격탐사 자료와 GIS를 이용하여 주제도를 작성하고, 인공어초 시설지 적지조건에 따른 가중치를 부여하여 공간분석을 실시함으로써 인공어초 시설 예정지에 대한 적지를 선정하였다.

따라서 위성원격탐사와 GIS를 이용한 인공어초 적지 선정기법은 어초의 적지선정에 있어 필요한 다량의 자료를 정성 및 정량적으로 D/B화하여 분석함과 동시에 가시화 함으로써 지방자치단체에서 보다 효율적인 어초시설의 종합적인 관리를 가능하게 하였다.

I. 서언

통영해역은 옛날부터 주위에 크고 작은 섬들로 둘러싸여 영양염이 풍부하고, 기초생산력이 높아 각종 어족자원이 풍부하였으므로 어업 및 양식업이 성행하여 타 해역에 비해 어업인의 소득이 높았다.

그러나 최근에는 어로장비의 현대화로 인한 어족자원의 남획과 육지로부터 해상오염의 확대에 인하여 해역의 기초 생산력이 급격히 감소되어 어족자원량도 크게 줄고 있을 뿐만 아니라 양식업도 시설 적지 부족으로 더 이상의 확대는 어려운 실정에 놓여 있다.

이와 같은 현상은 통영해역 뿐만 아니라 다른 해역에 있어서도 널리 만연되어 있어 이

대로 방치할 경우, 우리나라의 어업은 심각한 위기에 직면할 가능성이 높다.

따라서 이를 극복하기 위한 대책의 일환으로서는 우리나라 해역에서의 어업자원배양과 관리를 체계적으로 수행하여 연안해역의 생산력을 지속적으로 향상시킬 수 있는 인공어초(Artificial Reef)에 의한 어장 조성의 필요성이 대두되고 있으며, 아울러 어장조성에 필요한 인공어초 시설지의 적지 선정이 중요한 인자로 부각되고 있다.

그러나 종래의 어초시설 적지에 관한 연구에서는 취급한 데이터의 시공간적 스케일과 형식이 상이하고 나아가 어초 적지선정에 필요한 어장환경 및 해양환경에 대한 종합적인 D/B구축이 되어 있지 않아 어초 설치지역 선정에 공간적인 분석이 불가능 하였다.

외국의 경우 일본에서는濱野 明(1999년)등이 GIS와 인공어초 기술을 이용하여 어초시설지에 대한 종합적인 효과판정기법을 개발한 사례가 있으나 국내에서는 아직 수산분야의 어초적지 분석에 있어서 GIS와 같은 공간분석기술이 도입된 연구가 없다.

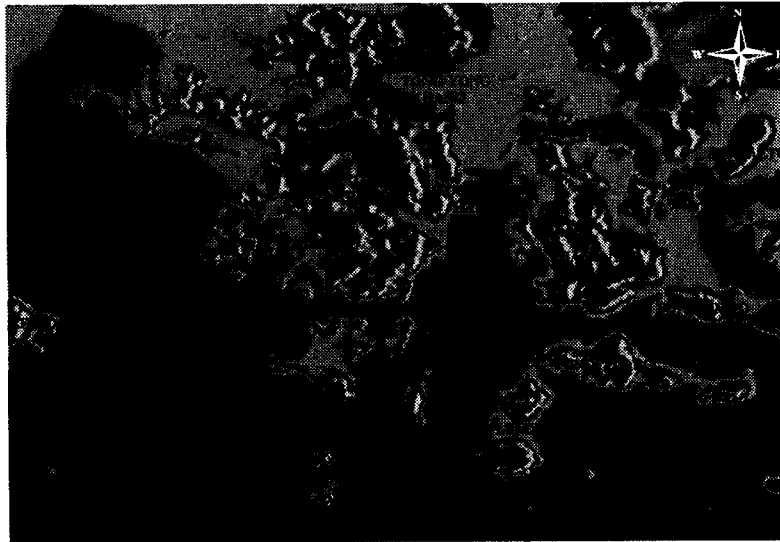


Fig. 1 연구 대상 지역

일반적으로 인공어초의 적지조사는 크게 두 단계로 수행되고 있다. 1단계에서는 시설 예정지의 수온, 염분, 용존산소, 수심, 저질, 유동 등 물리·화학적 조건에 대해 기존자료를 이용하여 분석하고, 2단계에서는 분석된 1단계 자료로부터 적지선정 기준요건에 적합한 지역에 한하여 실시하게 된다. 아울러 2단계에서는 시설위치 확인, 어도, 이용어법 등 사회·경제적 조건을 조사하는데, 여기에서는 어초의 높이, 면적, 배치형태 등 어장조성 계획에 필요한 자료 확보가 주목적이라고 할 수 있기 때문에 실제로 1단계 조사가 인공어초 적지선정에 있어서 가장 중요한 단계라고 할 수 있다. 그러나 1단계자료 조사에서는 자료량이 방대하고 자료수집과 분석에 많은 시간과 노력이 소요되어 인공어초의 과학적 적지판정이 제한요소로 작용되어 왔다.

본 연구에서는 남해안 통영만지역을 대상으로 인공어초 적지선정에 있어서 가장 중요하다고 판단되는 1단계 요소 중 수온, 클로로필, 투명도, 수심, 해저저질조건을 위성원격

탐사자료와 GIS(Geographic Information System)를 이용하여 시설지 적지를 선정하고 이를 바탕으로 인공어초 시설관리체계 및 평가시스템 구축을 위한 기초자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

II. 연구방법 및 자료

본 연구의 수행 절차는 Fig. 2와 같다. 위성원격탐사 자료로서는 Landsat TM 영상과 NOAA 자료를 이용하여 수온 및 클로로필을 추출하였으며, GIS를 이용하여 현지관측자료 및 해도를 기초로 수치주제도를 작성함으로써 그 외의 어장환경요소를 D/B화하였다.

Landsat TM(1999년 5월 07일 촬영) 영상을 1/50,000의 지형도에서 GCP(Ground Control Point)점을 추출하여 Unix ERDAS Imagine 8.3으로 기하보정(Geometric Correction)을 실시하여 수온자료를 추출하였으며, 아울러 동일한 시기의 NOAA영상을 TeraScan System으로 처리하여 수온자료를 추출하였다.

현장관측에 의한 클로로필을 수치지도화 하기 위하여 열적외영역인 TM band6의 분광특성값(Digital Number)과 동일한 위치의 수온자료를 기초로 상관분석을 실시함으로써 수온추출 알고리즘을 도출하였으며, 클로로필추출 알고리즘 또한 현장관측자료와 TM band3으로 도출하였다.

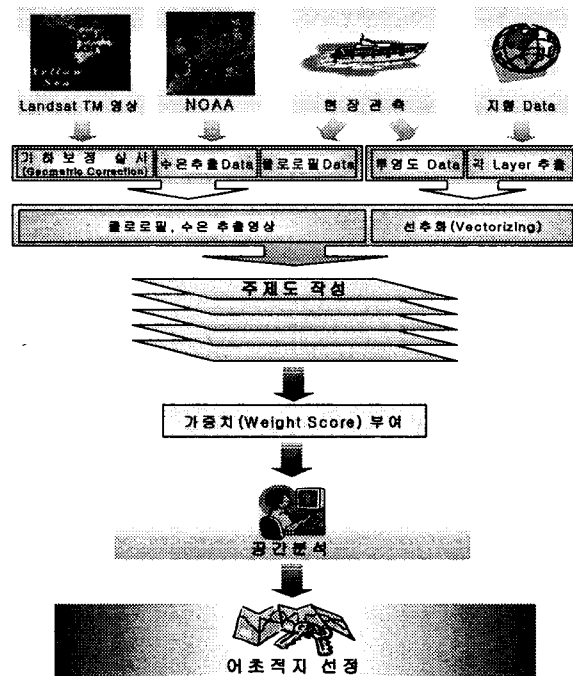


Fig. 2 위성원격탐사와 GIS를 이용한 인공어초 적지 선정

도출한 알고리즘을 통해 Landsat TM 영상으로부터 클로로필과 수온을 추출하여 무감

독분류(Unsupervised Classification)를 실시하여, Vector화 함으로써 수치주제도를 작성하였다. 아울러 현장관측 자료로부터 투명도에 대한 분포도와 1/50,000 거제도 해역의 해도를 기초로 해저지형 및 해저저질 등을 선추화(Vectorizing) 하였다.

Table. 1 인공어초 적지조건의 변수별 가중치

변 수	적 지 조 건	가 중 치	
		조 건 별	변 수 별
해저저질	사질, 폐각질	30	30
	암 반	25	
	니사질	20	
	니질, 사니질	0	
수 심	10~50m	25	25
	50m 이상	10	
	10m 이하	0	
투 명 도	3m 이상	13	13
	2~3m	8	
	2m 이하	5	
클로로필	200 $\mu\text{g}/\ell$ 이상	20	20
	200~100 $\mu\text{g}/\ell$	5	
	100 $\mu\text{g}/\ell$ 이하	8	
수 온	10.0~25.0 $^{\circ}\text{C}$	12	12
	10.0 $^{\circ}\text{C}$ 이하	4	
	25.0 $^{\circ}\text{C}$ 이상	2	
계			100

추출된 영상과 수치지도는 Arc/Info GIS Tool로 각각의 주제도를 작성하여 인공어초 적지조건을 기초로 가중치(Weight Score)를 부여하였다(Table. 1 참조).

가중치가 부여된 주제도를 ArcView에서 각각의 Layer들을 다중합성분석(Overlay Analysis)을 실시하여 인공어초 시설지 적지를 선정하였다.

III. 공간분석 기법을 이용한 인공어초 시설지 적지 선정

복잡하고 다양한 해양환경을 종합적으로 분석하기 위해서는 광역적이고 정량적인 자료를 제공하는 위성영상과 주제별 어장환경자료를 총별화 가시화를 가능하게 하는 GIS의 응용이 필수적인 부분으로 간주된다. 나아가 위성원격탐사자료는 수온 및 클로로필과 같은 환경 요소들을 실측하지 않고 신속하고 효율적으로 파악하는데 유용하게 활용되고 있으나, 현재의 해양원격탐사에서는 주로 SeaWiFS와 NOAA 같은 저해상 위성영상을 이용하고 있다. 실제로 인공어초는 어장환경의 변화가 잦은 연안주변에 설치되므로 미세한 부분의 정보를 획득 할 수 있는 고해상위성영상의 활용이 필요하다.

고해상위성인 Landsat TM은 해양에 응용되도록 특별히 설계되어 있지 않고 육지와

바다를 분석하기 위해 보정 되어져 있어(Janet and Kim 1995) 가시파장에서 나타나는 클로로필과 열적외파장에서 나타나는 수온등을 추출할 수가 있다. 아울러 각 위성영상들의 특성을 상호보완 활용함으로써 어장환경요소의 가시화가 가능하였다.

Landsat TM영상 및 NOAA 위성영상과 현장관측치, 해도를 기초로 추출한 클로로필, 수온, 투명도, 해저지질 및 지형에 관한 수치주제도를 Fig. 3~Fig. 6에 나타내었으며, 이들의 주제도들을 다중합성분석한 결과는 Fig. 7과 같다.

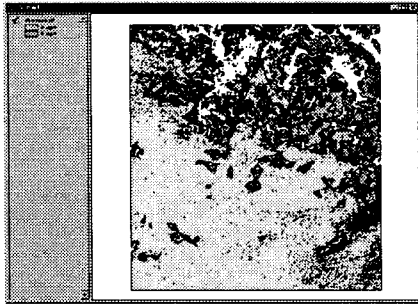


Fig. 3 클로로필 분포도

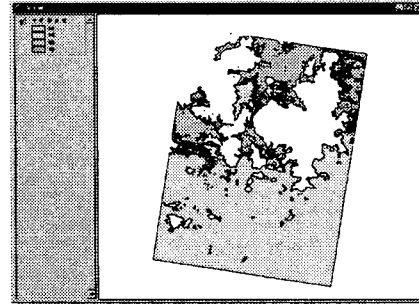


Fig. 4 수온 분포도

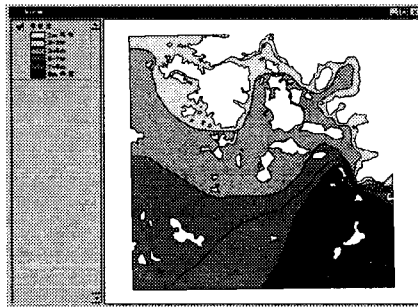


Fig. 5 투명도 분포도

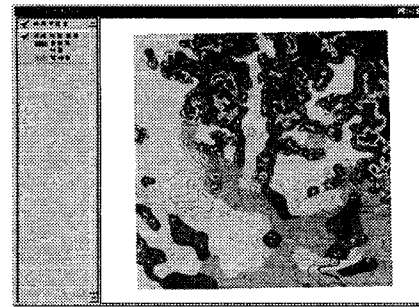


Fig. 6 해저지질과 지형분포도

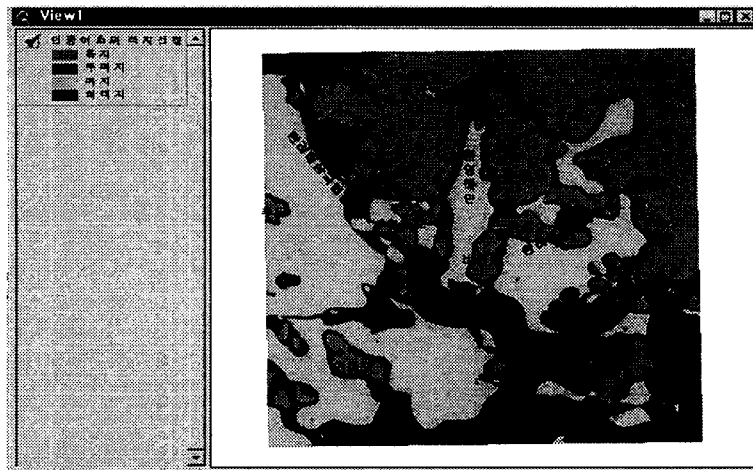


Fig. 7 통영해역의 인공어초 시설지 적지 선정 분석도

위성영상과 지도자료 뿐만 아니라 해양원격탐사기법의 일환으로서 Side Scanning Sonar와 같은 음향기기를 이용하여 수중음향정보를 중심으로 어장환경정보, 어획에 의한 생물정보등을 획득한다면 보다 정확하고 종합적인 어장 및 해양환경의 분석이 가능해질 것이다.

IV. 결과 및 고찰

인공어초 시설지 적지선정을 위해서는 인공어초와 관련 있는 여러 가지 요인과 변수를 우선적으로 고려할 필요가 있다. 다양하고 복잡한 자료를 GIS를 이용하여 D/B화함으로써 가시화하고, 이를 기초로 각 변수별 적지조건에 가중치를 부여하여 공간분석을 실시함으로써 어장환경별 공간분포에 대하여 직감적인 파악이 가능하였다.

Fig. 7과 같이 통영연안해역에 있어서의 분석결과 한려수도지역에 해당하는 지역과 연화도 북쪽연안과 매물도 남서쪽 연안이 주요한 인공어초 시설지의 부적지로 나타났으며, 통영해만과 비진도 동쪽연안 그리고 연화도 동서 연안지역 및 한려해상국립공원에 해당하는 대부분의 지역이 적지로 선정되었다. 따라서 통영해만 연안지역의 인공어초 최적지 지역으로는 각 해안과 도시에서 다소 떨어져 있으며, 인간의 활동이 미치지 않고 해양오염의 가능성이 낮은 외안해역이 해당되었다.

본 연구에서는 어초분포에 중요한 인자로 작용하고 있는 어군과 어획량의 분포에 대한 자료를 활용하지 않고 물리·화학적 환경을 중심으로 분석하였다. 실제로 육상자원과는 달리 해양생물이 3차원 공간에서 생식하고, 나아가 어장 및 해양환경의 영향을 받아서 단시간에 이동하기 때문에 그들의 행동을 추적해 가는 모니터는 어려움을 수반하므로 이는 향후 연구에서 보완할 계획이다.

V. 결론

지리정보시스템(Geographic Information System)은 지표공간의 정보를 통합하여 다면적으로 이용함으로써 지역계획과 환경의 평가에 유효한 Tool로서 활용되고 있다. 특히 행정업무에 있어 지역의 종합적인 관리를 가능하게 하므로 지자체의 실무담당자에게 GIS 도입의 필요성이 절실하게 대두되고 있는 현실이다.

인공어초 시설지 적지선정에 있어서 국내에서는 처음으로 GIS를 도입하여 분석한 본 연구에서 수심, 해저저질, 투명도, 수온, 클로로필 등과 같은 환경요소들에 대한 공간적 분포가 축적되어 화면상에 표시가 가능하였으며, 정량적이고도 정성적인 분석이 용이함이 밝혀졌다. 나아가 이를 기초로 인공어초 설치의 기본계획수립시에 효율적인 활용뿐만 아니라 체계적이고 과학적인 어장관리를 위한 종합적인 정보구축을 가능하게 할 것으로 판단된다.

Reference

- 김영섭, 서애숙, 조명희, 1998. 원격탐사 계론, (주)동화기술, 373p.
- 국립 수산진흥원, 1998. 한국 해양의 적조, 국립 수산진흥원, 292p.
- 국립 수산진흥원, 1998. 한국해양환경 조사연보, 국립 수산진흥원, 3, 105p.
- 국립 수산진흥원, 1999. 통영해역 바다 목장화 연구개발 용역사업 보고서, 58p.
- 정종철, 유신재, 1999. "Landsat TM을 이용한 표층수온 분석 오차", 대한원격탐사학회지, 15(1), pp. 1-8.
- 조명희, 서영상, 김병석, 1999. "Landsat와 SeaWiFS영상을 이용한 연안해역의 클로로필 추정", 한국지리정보학회 추계학술발표대회 논문집, pp.137-143.
- 濱野 明・内田和良, 1999. "人工知能技術を応用した 総合魚礁効果判定技術の 開発", 沿岸 漁場 情費開發 調査報告書, pp. 146-162.
- Cracknell, A. P. and Hayes, L. W. B., 1991, Introduction of Remote Sensing, Taylor and Francis London.
- Ekstrand S., 1992. "LANDSAT TM Based Quantification of Chlorophyll-a During Algae Blooms in Coastal Waters.", International Journal of Remote Sensing, 13(10), pp. 1913-1926.
- Janet N. and Kim C. G., 1995. "Remote Sensing for Marine Environmental Monitoring: A SINGAPORE CASE STUDY." Asian-Pacific Remote Sensing Journal , 7(2), pp. 27-36.
- J. C. Jeong and S. J. Yoo, 1999. "The Analysis Errors of Surface Water Temperature Using Landsat TM", Journal of the Korean Society of Remote Sensing, 15(1), pp.1-18.
- Jilong L., Lin Z., Jin M., Qiquan H. and Jing J., 1991. "The Use of Landsat TM Data to Quantify Chlorophyll and Lake Weed", Asian-Pacific Remote Sensing Journal, 4(1), pp. 1-14.
- Lathrop JR., R. G., "Landsat Thematic Mapping monitoring of turbid inland water quality", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 58(4), 1986, pp. 465-470.
- Lathrop JR., R. G. and Lillesand, "T.M. Utility of Thematic Mapper Data to asses Water Quality in Southern Green Bay and West-Central Lake Michigan", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52, 1986, pp. 671-680.
- Novo, E. M., J. D. Hansom, and P. J. Curran, 1989. "The Effect of Sediment Type on the Relationship Between Reflectivities and Suspended Sediment Concentration", International Journal of Remote Sensing, 10(7): pp. 1283-1289.
- Rimmer J., Collins, C. and Pattiaratchi C.B., "Mapping of Water Quality in Coastal Waters Using Airborne Thematic Mapper Data", International Journal of Remote Sensing, 8(1), pp. 85-102.
- Sanae M. and Kazuo N., 1999. "Inverse Estimation of Multi-Substance Concentration

Based on a Radiative Transfer Theory for Remote-Sensing Analysis of Coastal and Ocean Environments", *Journal of the Japan Society of Remote Sensing*, 19(2), pp. 50-63.

Tassan, S., 1987. "Evaluation of the Potential of the Thematic Mapper for Marine Application", *International Journal of Remote Sensing*, 8(10), pp. 1455-1478.

Tassan, S., 1988. "The Effect of Dissolved 'Yellow Substance' on the Quantitative Retrieval of Chlorophyll and Total Suspended Sediment Concentrations from Remote Measurements of Water Color", *International Journal of Remote Sensing*, 9(4): pp. 787-797.