
1993년 야간위성영상에서 관측한 동해 어선분포의 GIS에 의한 분석

김상우*

GIS Analyst of Fishing Fleet in the East Sea Derived
from Nighttime Satellite Images in 1993

Sang-Woo Kim*

요 약

본 연구에서는 1993년 야간 가시밴드 위성원격탐사 DMSP/OLS 자료를 이용하여 동해 전해역 야간 어선의 시공간적 변화를 GIS(Geographic Information System)에 적용하여 살펴보았다. 야간 어선의 월별 및 계절분포를 조사하기 위해 연구 영역을 위도 30° N-44° N, 경도 124° E-142° E를 선택했다. 어선의 시공간적 분포 분석에 이용한 GIS 소프트웨어는 ArcView 3.2로서 그 확장기능 중에서 Image Analyst를 이용하였다. 야간 가시밴드 Operational Linescan System(OLS) 영상은 야간 어선의 시공간적 분포에 대한 유용한 정보를 제공한다. 분석된 결과를 보면, 야간 어선이 밀집된 해역은 대마도와 대한해협 주변, 한국 동해안 연안지역, 일본 혼슈열도 연안지역, 대화퇴 주변해역이었다.

ABSTRACT

Spatio-temporal distributions of nighttime fishing fleet are described with the aid of geographic information system(GIS) technology in the East/Japan Sea, using daily mean composite images of the Defense Meteorological Satellite Program(DMSP) /Operational Linescan System(OLS) in 1993. We selected a study area from 30° N to 44° N in latitude and from 124° E to 142° E in longitude in order to describe the monthly and seasonal changes of nighttime fishing fleet. The GIS software package Image Analyst (ArcView 3) are used to analyze spatio-temporal distributions of fishing fleet. And the OLS images of nighttime visible band provide useful information about the spatio-temporal distribuion of the fishing fleet. Density areas of nighttime fishing fleet are around Tsushima/Korea Strait, the east coast of the Korea Peninsula, the coast of Honshu, and around Yamato Bank.

키워드

Nighttime Fishing Fleet, GIS, DMSP/OLS Images, East/Japan Sea

I. 서 론

새로운 UN 해양법 협약의 발효로 연안국 관할권이 확대됨에 따라 해양은 자유 이용의 시대에서 분할 관리의 시대로 전환되고 있다. 이와 동시에 우리

나라의 수산업은 한·일, 한·중 어업협정의 체결로 인한 어장 축소, WTO 체제에 따른 수산물 시장의 전면 개방, 자원관리형 어업을 위한 조업 규제

강화, 해양환경 오염에 따른 수산 자원의 감소 등으로 큰 어려움에 직면해 있다. 주변 연안 각국은 자국의 연안자원을 정확히 파악하고 효율적으로 이용·관리하기 위한 여러 노력들을 행하고 있으며, 다원화되어 있는 현행 우리나라 연근해 자원이용 관리체계에 대한 인적, 물적 자원을 최소화한 새로운 연구개발이 절실하다.

시공간적으로 다양하게 변하는 해양환경, 생태 및 어장환경에 대한 정보는 보다 과학적인 수산자원 관리와 어장 탐색을 요구하기 때문에 선박에 의한 광역의 어·해황 정보수집 및 어장 조업위치 파악은 한계가 있다. 최근 해양위성원격탐사 기술의 발전과 함께 인공위성 적외선 영상에서는 흐름과 수온의 변동 양상을 관측할 수 있으며[4][5][10], 해색 위성에서는 해양표층의 일차생산자인 식물플랑크톤의 증식을 연구하는데 중요하다는 것이 증명되었다[3][6][7]. 이와 같이 위성 및 항공기에서 원격탐사 한 영상자료가 경제성과 편리성이 인정되어 원격탐사 기술의 활용은 피할 수 없는 대세로 볼 수 있다. 그리고 선박에 의한 해양관측과 위성 원격탐사를 동시에 이용하여 근해와 원양 생물자원 실태를 관측하여 어업생산을 지도·감독하고 해양 생태환경을 감시할 수 있으며, 국내는 물론 국제적 어업관리제도에 부응하는 과학적 자료제공의 근거로 이용할 수 있다.

GIS(Geographic Information System, 지리정보시스템)는 토지이용, 자원, 환경, 도시시설, 기타 행정 혹은 업무에 대한 계획, 관리 등과 같은 의사결정을 지원할 목적으로 지리적으로 관련된 데이터의 입력, 저장, 검색, 분석 및 출력을 수행하는 정보시스템이다. GIS는 자료처리기술, 검색기술, 데이터베이스 관리시스템, 공간분석기술, 프로그래밍, 기하학, 응용기술 등이 요구되며, 원격탐사를 통해 입수한 환경변화 관련자료를 이용하여, 정책입안, 계획, 관리에 도움을 줄 수 있다. 최근에는 GIS뿐만 아니라, 원격탐사나 GPS까지 포함한 포괄적인 의미의 공간정보과학(Geospatial Information Science)이 그 위치를 자리 잡아 가고 있다. 육상을 대상으로 다양한 지도제작 및 공간데이터의 관리, 공간분석 등에 GIS가 널리 활용되고 있는 것과는 달리 해양을 대상으로 GIS를 활용하여 데이터 검색 및 분석 등의 첨단기법을 이용한 방법은 도입단계에 있어 많은 연구가 필요한

실정이다. 해양은 데이터의 획득이 육상보다 상대적으로 어렵고, 요구되는 데이터가 육상이 2차원적인 것에 비해 해양은 3차원 이상의 데이터가 필요하다. 그러나 최근에 선박에 의한 정선 및 정점 위주의 해양 관측에서 원격탐사에 의한 넓은 지역을 동시에 관측한 자료의 활용으로 해양 물리-생물학적인 변동에 대한 기초적인 정보 파악이 가능하게 되었다. 이러한 선박관측과 위성자료를 D/B화하여 해양·수산 분야를 보다 효율적으로 관리하기 위한 목적으로 GIS를 적용하여 현재 연구가 활발히 진행되고 있다[8].

본 연구에서는 수산해양정보의 서비스제공 확대와 어장/수산자원관리의 정보화를 통한 수산경제활동의 안정화 및 수산해양정책 수립에 필요한 기초자료를 제공할 목적으로 야간에 불빛을 감지하는 DMSP (Defense Meteorological Satellite Program)/OLS (Operational Linescan System) 가시밴드 영상에서 관측한 동해 전해역 야간 어선의 시공간 분포를 GIS에 적용하여 살펴보았다.

II. 자료 및 방법

동해에서 야간에 불빛을 이용하여 조업하는 대표적인 어선이 오징어, 꽁치 어선이다. 우리나라 동해 오징어 어획량의 연도별 장기변동의 연구 결과[1]에 의하면, 오징어 채낚기어업에 의한 어획량은 1990년

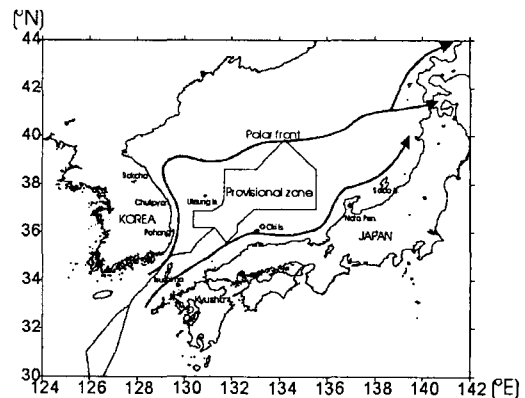


그림 1. 연구해역과 동해의 주요 흐름 모식도
Fig. 1. Study area and schematic diagram of main current in the East/Japan Sea

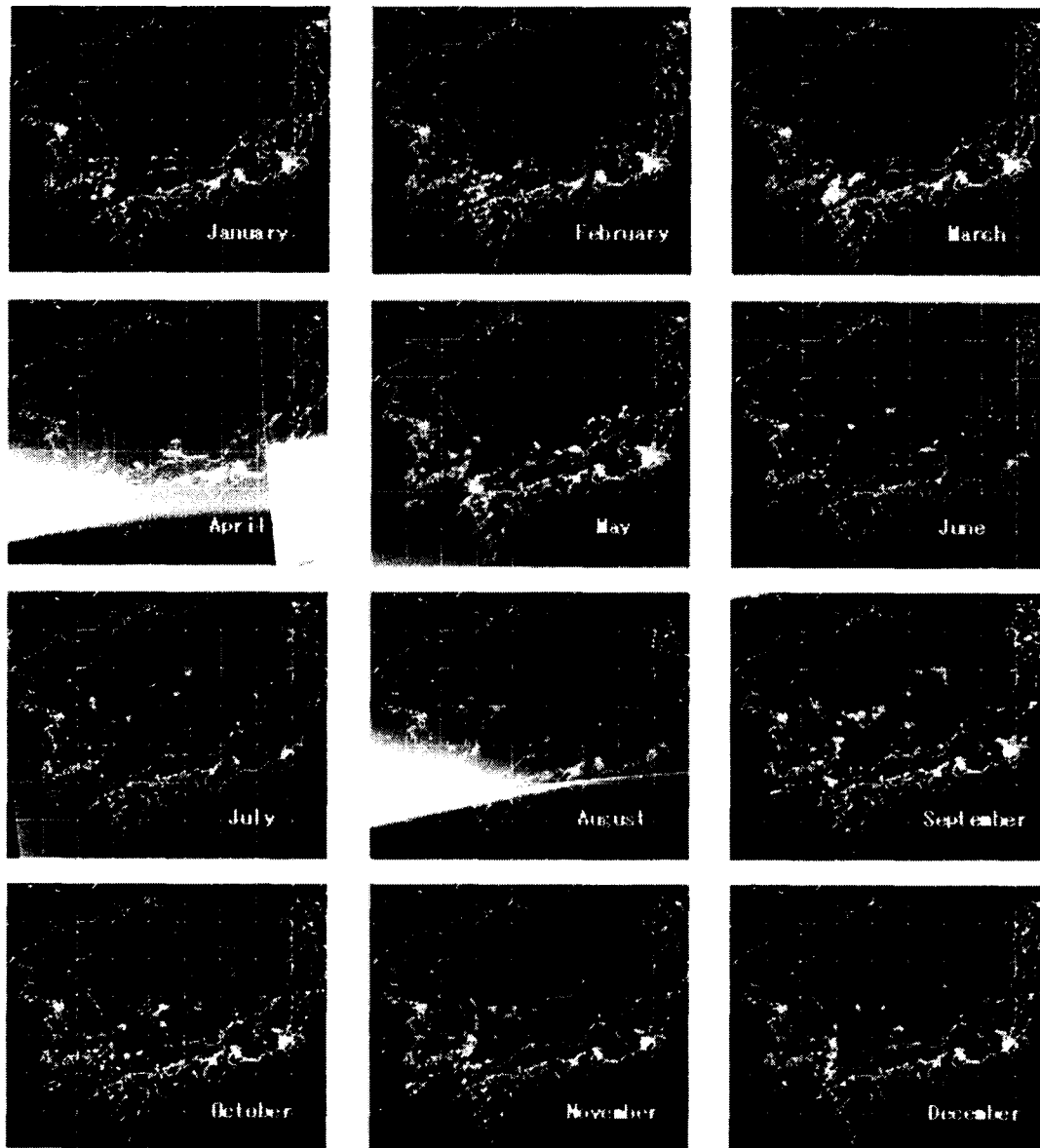


그림 2. 1993년 1월에서 12월의 야간어선의 수평분포

Fig. 2. Horizontal distributions of nighttime fishing fleet from January to December 1993

이후 급격한 증가 추세에 있고, 동해는 1993년에 그 어획량이 최대로써 월별로는 9-12월에 높게 나타나 있다. 여기서 오징어 어획량이 최대가 나타나는 1993년에 주목하여 동해 전해역(그림 1)의 야간 조업어선

의 공간적인 분포를 살펴보기 위하여 NOAA의 National Geophysical Data Center(NGDC)에서 제공한 1993년 1월부터 1994년 1월의 DMSP/OLS 가시밴드 영상을 이용하였다.

해석에 이용한 위성자료는 일평균(daily mean) 자료로서 구름, 노이즈 및 스캔상태가 양호한 영상을 월별 대표영상으로 선택했다. 대표영상을 선택한 것은 1993년의 자료는 월별 자료중 매일 자료의 상태가 나쁘고 대체적으로 15일을 기준으로 이전 자료는 거의 자료가 쓸 수 없는 상태인 것이 많고, 상태가 양호한 것은 대체로 15일 이후였다. 영상상태가 불량한 자료는 1993년 4월과 8월 자료였다. 가시밴드(visible band) DMSP/OLS 영상은 6-bit이고 digital number 값이 0-63의 범위이다[2]. 공간 해상도(spatial resolution)는 주간이 0.55 km, 야간이 2.7 km이지만 여기서는 야간의 자료만 이용했다. DMSP/OLS 자료는 궤도주기가 101분으로 관측시각이나 시기에 의해 태양광의 영향을 받는 경우가 있기 때문에 태양광의 영향이 적은 자료만 우선적으로 합성한 것이다. 이 자료는 위도 20° 25.45S-60° 25.45N과 경도 28° 18.15E- 171° 41.85E의 야간에 관측된 아시아지역의 가시자료를 일일 합성한 것으로 본 연구에서는 동해 전해역의 야간 조업어선을 파악하기 위하여 위도 30° N-44° N, 경도 124° E-142° E까지 잘라서 이용하였다(그림 1).

GIS에서 위성영상자료 분석은 먼저 GIS에서 위성영상자료의 좌표값을 설정하기 위하여 좌표평면 위의 점 P(x, y)를 $u=ax+by+e$, $v=cx+dy+f$ 를 만족하는 Q(u, v)로 옮기는 변환인 아핀변환(Affin transform)으로 위·경도 좌표값을 설정하고, 이 때 e와 f는 0으로 취급하여 일차변환으로 하였다. GIS 소프트웨어는 ArcView 3.2a를 이용하였으며, 영상분석은 ArcView 확장기능 중에서 Image Analyst를 이용하여 영상분류(Categorize), 주제도변화(Thematic change) 분석 및 stack image를 생성하여 각 월별 및 계절변화에 따른 야간 조업어선의 시공간분포를 살펴보았다.

III. 결 과

대마도(Tsushima)를 포함한 동해 전해역 야간어선(nighttime fishing ground)의 공간적 분포를 살펴보기 위하여, 1993년 1월부터 12월까지의 DMSP/OLS의 월별 대표영상(그림 2)과 1993년 1월부터 1994년 1월까지 월별 이동 야간어선분포를 살펴보았다. 이 때 분석은 ArcView GIS에 의해 월별 야간어

선분포 변화를 1월에서 2월, 2월에서 3월의 순으로 1달씩 이동하면서 각 월의 어선분포를 분류하고, 당월과 익월의 Thematic change 분석을 통하여 어선의 중복위치와 변화를 조사했다(그림 3과 그림 4).

야간어선 분포의 변화를 1달씩 이동하면서 어선의 공간적 분포를 살펴보면(그림 3과 그림 4), 1월은 대마도 서쪽 수로와 대마도와 인접한 동쪽에 집중적인 분포를 보이고, 2월은 대마도 동쪽 수로쪽에 밀집되어 있다. 또한 1월과 2월 모두 일본 오키섬 부근에 어선이 모여 있으며, 또한 중복되는 어선이 대마도 인접 동쪽에 나타났다. 2월과 3월의 어선분포는 비슷한 양상을 보이거나, 3월이 2월보다 어선의 밀집도가 많이 나타났다. 그리고 1월과 2월에 비해 2월과 3월의 어선 중복이 많았다. 3월과 4월의 어선분포를 보면, 4월의 영상이 대마도를 정확히 판단할 수 없으나, 3월에 비해 오키섬 동쪽의 혼슈열도를 따라 북상되어 나타났다. 4월과 5월의 어선분포를 보면, 4월에 비해 보다 북상하여 일본의 노토반도 부근과 한국동해안의 포항 위쪽에 연안에 어선이 분포하고 있었

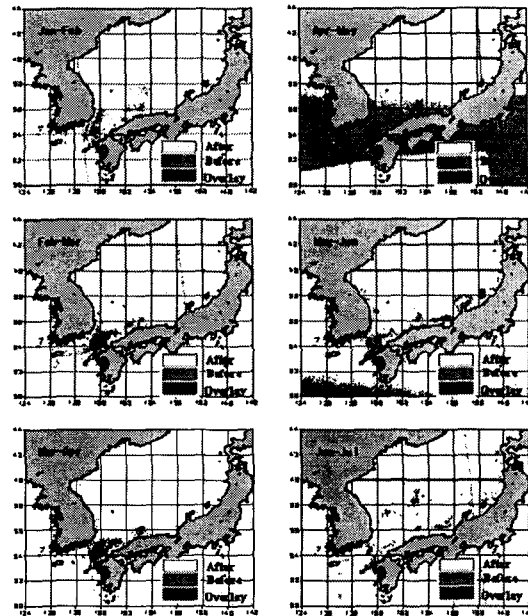


그림 3. 1993년 1월에서 7월의 야간어선의 GIS Image Analyst 분석결과
Fig. 3. GIS Image analyst result of nighttime fishing fleet from January to July 1993.

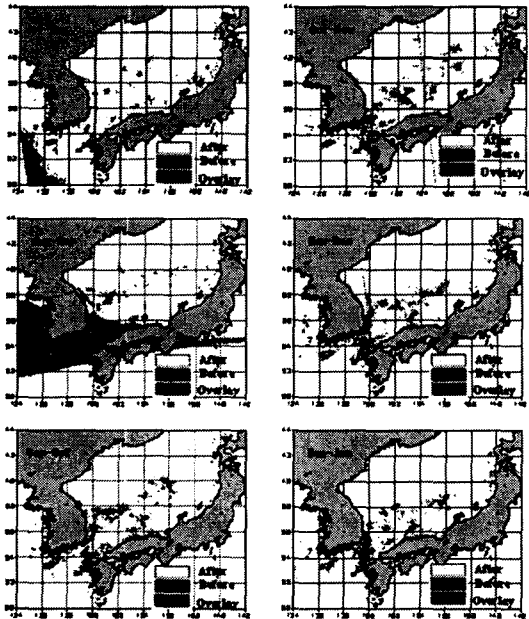


그림 4. 1993년 7월에서 1994년 1월의 야간어선의 GIS Image Analyst 분석 결과

Fig. 4. GIS Image analyst result of nighttime fishing fleet from July 1993 to January 1994

다. 5월과 6월의 어선분포를 보면, 5월에 비해 6월은 대마도 주변의 밀집된 어선분포가 사라지고, 일본의 혼슈열도를 따라 북상된 분포와 동해의 울릉도와 대화퇴 부근으로 어선의 분포가 이동되었다. 6월과 7월의 어선분포를 보면, 대마도 주변에 어선은 거의 없고 6월에 비해 동해 중부해역에 많은 분포를 보이며, 일본 혼슈열도와 동해안의 속초근처에 어선이 밀집되어 있다. 7월과 8월의 어선분포는 거의 비슷한 양상을 보이나, 7월보다 8월은 울릉도를 중심으로 한 한국 동해안에 어선분포의 밀집이 뚜렷해지기 시작한다. 8월에서 9월로 갈수록 한국 동해안에서 극전선 주변을 따라 동서로 어선의 밀집된 분포가 나타났다. 또한 8월의 자료는 동해 남부해역에 영상상태의 불량으로 잘 알 수 없었으나, 9월부터 대마도의 동쪽에 어선이 밀집이 나타났다. 9월과 10월의 어선분포는 거의 비슷한 양상을 보이나, 10월은 9월에 비해 동해안을 따른 어선의 밀집이 뚜렷이 나타났다. 11월은 10월보다 한국 동해안에서 동해 중심부로 이동되었고, 대화퇴주변 어선도보다 북쪽까지 이동하여 분포

하였다. 11월에서 12월과 1월로 갈수록 어선분포가 점차 남하하여 분포하였다.

위성영상에서 관측한 야간어선의 계절별 분포를 살펴보기 위하여 1993년 1월에서 12월까지 영상을 이용하여 stack 영상을 작성했다. Stack 영상은 다중영상을 하나의 영상분석 주제속에 자료를 결합하여 작성되는 것으로, 다중 영상은 RGB로 결합된 3자료를 추출할 수 있다. 이것을 이용하여 동계(1-3월), 춘계(4-6월), 하계(7-9월) 및 추계(10-12월)의 계절별 영상을 그림 5에 나타내었다.

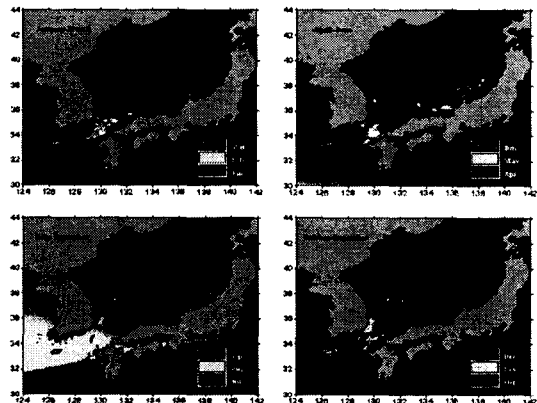


그림 5. 1993년 1월에서 12월의 OLS 영상에 대한 계절별 Stack 영상

Fig. 5. Seasonal stack image produced by Image Analyst result on the nighttime OLS images from January to December 1993

계절별로 보면, 동계에는 대마도와 오키섬 주변에 집중적으로 어선이 모여있고, 춘계에는 동계와 같은 분포와 더불어 일본 혼슈열도를 따라 많은 어선이 밀집되어 있고 그 강도는 약하지만 한국 동해안과 동해 중부해역에 어선이 분포하고 있다. 하계에는 어선이 한국 동해안과 울릉도를 중심으로 밀집되어 있고 춘계보다 점차적으로 동해 중부해역에서 북부해역까지 어선분포가 확산된 것을 알 수 있다. 하계에서 추계로 넘어감에 따라 동해 북부해역의 어선은 사라지고 울릉도와 한국 동해안을 따른 분포와 동해 중부해역에 어선의 밀집되었다.

동해에서 야간에 강한 불빛을 이용하여 조업하는 어선은 주로 오징어 및 꽁치 어선이므로 위성에서

관측한 야간 조업어선의 분포와 이들 어족과는 깊은 상관관계가 있을 것으로 사료된다. 또한 여기서는 수온자료를 분석하지 않았지만, 수온전선은 다른 해양학적인 현상보다 어류의 분포와 밀접한 관계가 있다 [9]. 수온전선 근처의 어류의 높은 생산력 발생은 잘 알려져 있고, [1]은 1993년의 높은 오징어 생산량을 동서방향으로 형성된 수온전선대와 밀접한 관계가 있다고 하였다. 따라서 본 논문에서는 야간어선의 분포만 살펴보았지만, 축적된 준실시간 위성관측과 선박관측에 의한 수온자료 및 어황자료를 야간어선 분포와 검토할 필요가 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 1993년 야간 가시밴드 위성원격탐사 DMSP/OLS 자료를 이용하여 동해 전해역 야간어선의 시공간적 변화를 살펴보았다. 또한 어선분포의 월별 및 계절분포를 조사하기 위한 GIS 분석은 ESRI사의 ArcView 확장기능 중에서 Image Analyst를 이용하였다.

위성영상에서 관측한 야간어선의 계절별 분포 결과를 보면, 동계에는 대마도와 오키섬 주변에 집중적으로 어선이 모여있었다. 춘계에는 동계와 비슷한 분포를 보이나, 일본 혼슈열도를 따라 많은 어선이 밀집되어 있고 그 강도는 약하지만 한국 동해안과 동해 중부해역에 어선이 분포하고 있었다. 하계에는 한국 동해안과 울릉도를 중심으로 어선의 집중적 분포와 춘계보다 점차적으로 동해 중부해역에서 북부해역까지 어선분포가 확산된 것을 알 수 있었다. 하계에서 추계로 넘어감에 따라 동해 북부해역의 어선은 사라지고 울릉도와 한국 동해안을 따른 분포와 동해 중부해역에 어선이 밀집되었다.

동해에서 야간에 강한 불빛을 이용하여 조업하는 어선은 주로 오징어 및 꽁치 어선이므로 위성에서 관측한 야간 조업어선의 분포와 밀접한 상관관계가 있을 것이다. 본 논문에서는 야간어선의 분포만 살펴보았지만, 축적된 준실시간 위성관측과 선박관측에 의한 수온자료 및 어황자료를 야간어선 분포와 검토할 필요가 있다. 그리고 본 연구에서는 1993년 자료에 국한되었지만 동해 전해역에서 북한의 야간 조업

어선은 관측할 수 없었다. 이에 대한 원인은 현재로서 알 수 없으나, 향후 남북간 공동연구에 의한 조사가 진행될 경우 위성자료는 보다 많은 정보를 제공할 것이다.

GIS는 위성영상뿐만 아니라 현장관측자료를 결합한 분석을 수행하는데 강력한 도구를 지원한다. 해양·수산 분야 데이터의 양은 전통적인 방법으로 현장에서 취득되는 데이터뿐만 아니라, 원격탐사자료와 음향자료를 포함한 많은 양의 데이터와 다양한 유형으로 작성되어져 있다. 따라서 서로 다른 유형의 데이터 결합 내지는 변화과정이 지원되어야 한다. 결국 이러한 다양한 자료의 유형과 많은 양의 데이터들을 결합하고, 수산자원 정보에 대한 기존 자료로부터 새로운 가치 있는 정보를 생성하고 동시에 이러한 자료를 처리할 수 있는 수산분야의 GIS 구축이 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구의 DMSP/OLS 영상은 NOAA의 National Geophysical Data Center에서 제공된 것임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] K. H. Choi, S. D. Hwang and J. I. Kim. "Fishing conditions of Common Squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) in Korean waters -I. Spatio-temporal distribution of Common Squid related to the changes in oceanographic conditions-", J. Korean Fish. Soc., 30, 513-522 (in Korean), 1997.
- [2] C. D. Elvidge, K. E. Baugh, J. B. Dietz, T. Bland, P. C. Sutton, and H. Kroehl. "Radiance Calibration of DMSP-OLS low light imaging data of human settlements", Remote Sensing Environ., 68, 77-88, 1999.
- [3] J. Ishizaka, H. Fukushima, M. Kishino, T. Saino and M. Takahashi. "Phytoplankton pigment distributions in regional upwelling around the Izu Peninsula detected by coastal

- zone color scanner on May 1982", J. Oceanogr., 48, 305~327, 1992.
- [4] Y. Isoda, S. Saitoh, and M. Mihara. "SST structure of the polar front in the Japan Sea", In Oceanography of Asian Marginal Seas, Vol. 54. ed. K. Takano, Elsevier, Amsterdam, pp. 103~112, 1991.
- [5] Y. Isoda and S. Saitoh. "The northward intruding eddy along the east coast of Korea", J. Oceanogr., 49, 443~458, 1993.
- [6] S.W. Kim, S. Saitoh, J. Ishizaka, Y. Isoda, and M. Kishino. "Temporal and spatial variability of phytoplankton pigment concentrations in the Japan Sea derived from CZCS images", J. Oceanogr., 56, 527~538, 2000.
- [7] S.W. Kim, S. Saitoh and D. S. Kim. "Spatial distribution of pigment concentration around the east Korean warm current region derived from satellite data. -Satellite observation in May 1980-", J. Korean Fish., Soc. 35, 265-272 (in Korean), 2002.
- [8] H. Kiyofuji, S. Saitoh, Y. Sakurai, T. Hokimoto, and K. Yoneta. "Spatial and temporal analysis of fishing fleet distribution in the southern Japan Sea in October 1996 using DMSP/OLS visible data", Proceedings of the First International Symposium on GIS in Fishery Science, Fishery GIS research group, 178-185, 2001.
- [9] Y. Nakamura. "Oceanic front in the adjacent Sea of Japan from view point of fisheries oceanography", Proceedings of the 25th anniversary symposium, 295-304. Eds. by the Japanese Society of Fisheries Oceanography (in Japanese), 1988.
- [10] Y. Toba, H. Kawamura, F. Yamashita and K. Hanawa. "Structure of horizontal turbulence in the Japan Sea", In Ocean Hydrodynamics of the Japan and East China Seas, Vol. 39, ed. T. Ichiye, Elsevier Amsterdam, pp. 317~332, 1984.

저자소개

김상우(Sang-Woo Kim)



1993년 부경대학교대학원 해양학과 졸업(이학석사)

1998년 일본 북해도대학 수산학연구과 졸업(수산학박사)

1999-2000년 일본 과학기술청 과학기술진흥사업단 계산과학기술연구원

2000-2001년 일본 릿쇼대학 환경과학연구소 연구원

2001-2002년 1월 여수대학교 해양수산연구정보센터 실장

2002년 2월-현재 부경대학교 위성정보과학연구소 선임연구원

※ 관심분야: 위성원격탐사, GIS, 수산해양환경