

## OD3) 위성자료를 이용한 고등어 어장의 월별분포

김상우, 오준석, 고우진, 장이현, 서영상, 야마다게이꼬, 임진욱<sup>1</sup>  
국립수산과학원 해양연구팀, <sup>1</sup>계명대학교 환경과학과

### 1. 서 론

해양위성원격탐사는 광역해역을 동시에 관측할 수 있는 장점이 있으며, 이에 대표적인 센서로는 열감지센서에 의한 해양표면수온 등 관측, 해색위성에 의한 식물플랑크톤 색소농도 등 관측, 마이크로웨이브센서에 의한 해저지형, 내부파 감지 등 관측, 야간가시밴드 불빛감지센서에 의한 도시, 유전 및 야간조업어선의 관측 등이 가능하다 (Elvidge et al., 1999; Kim et al., 2000; Kim et al., 2005). 해색원격탐사(ocean color remote sensing)의 경우, 해수 중에 포함된 다양한 물질의 양과 종류를 위성이나 항공기 등에 탑재된 센서로 측정하며, 해색이 변하는 원리를 이용한 것이다. 해색센서의 장점은 광역해역의 식물플랑크톤 색소농도 변동을 동시에 파악할 수 있다. 또한, 주야간의 열감지에 의한 해양표면수온은 NOAA의 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) 자료가 거의 이용되고 있으며, 해양물리 현상을 파악하는데 그 활용도가 높은 자료이다.

본 연구에서는 2008년 발사예정인 COMS(Communication, Ocean and Meteorological Satellite) 위성의 해색 감지기인 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager)와 MI (Meteorological Imager)로부터 생산될 위성자료를 이용한 주요어장의 해양환경정보 추출 기술개발 및 정보 활용을 위하여, SeaWiFS 해색위성 자료와 NOAA 열적외선 자료 및 현장에서 조사된 고등어 어획량 자료를 이용하여 어장형성가능해역을 추정하고자 한다.

### 2. 자료 및 방법

본 연구에서는 고등어 조업어장의 최적수온 분포대와 월별 수온 값을 조사하기 위하여 국립수산과학원에서 직접 수신한 1990년부터 2005년까지 매일 수신한 16년간 NOAA 해양표면수온 자료를 이용하였다. 클로로필 농도의 시공간적 분포 특성을 파악하기 위하여 NASA의 Goddard Space Flight Center Earth Science Distributed Active Archive Center (GES. DAAC)로부터 1998~2005년까지 8년간 글로벌 9km x 9km 해상도의 Orbview-2/SeaWiFS (Sea-Viewing Wide Field-of-View Sensor) Level 3 Standard Mapped Image version-4의 클로로필 월평균 영상 자료를 이용하였다. DMSP/OLS 영상은 2004년 1월부터 12월까지 자료로부터 각 월에 대한 평균영상을 작성하여 이용하였다. 고등어 어장의 월별 분포를 추정하기 위하여 먼저 각 위성자료에 대한 다중 1차 회귀직선방정식을 구한 후, 각 어장의 등급을 95% 신뢰수준에서 어획량과 각 요소간의 상관관계가 81% 이상 (A 등급), 80-66% (B 등급) 및 65% 이하 (C 등급)로 구분하여 월별 예상 어장도를 작성하였다.

### 3. 결 과

#### 3.1. 해양표면수온의 월별분포

동계 1월에서 3월까지 고등어 조업어장의 연구해역(위도 26-40°N, 경도 120-133°E)에서 주된 조업중심 해역인 북위 38°N 이남의 수온 분포 범위는 6-22°C이고, 양자강 주변해역의 10°C 등온선 분포가 1월에서 3월로 갈수록 그 분포범위가 확장되었다. 양자강 주변의 10°C 이하의 냉수와 20°C 이상의 쿠로시오 난류가 만나는 곳에서 강한 수온전선이 형성되는 것을 알 수 있다. 춘계 4월에서 6월까지 수온의 분포 범위는 7-27°C이고, 4월부터 수온이 증가하기 시작하여 동계에 형성된 혀모양의 양자강 주변해역의 10°C 등온선 분포가 34°N에 동서로 한국 남해안과 연결되는 형태를 보였다. 4월에서 6월로 갈수록 황해 및 동중국해 수온은 급격히 증가하였고, 6월부터 양자강 주변해역과 쿠로시오 난류해역 사이의 강한 수온전선이 약화되기 시작하였다. 하계 7월에서 9월까지 수온의 분포범위는 22-29°C이고, 8월에 가장 높은 수온 분포를 보였다. 또한 동계와 춘계에 나타난 양자강 주변해역과 쿠로시오 난류해역 사이의 강한 수온전선은 사라졌다. 추계 10월에서 12월까지 수온의 분포범위는 10-27°C이고, 황해 및 동중국해의 수온은 9월에 비해 10월에 약 2-4°C 이하로 수온이 급격히 낮아졌다. 특히, 11월부터 다시 양자강 주변해역과 쿠로시오 난류해역 사이에 약한 전선이 생기기 시작하여, 12월에는 혀모양의 수온전선이 11월보다 강하게 형성되었다.

#### 3.2. 클로로필의 월별분포

SeaWiFS 해상위성 영상으로부터 관측한 8년간(1998-2005) 고등어 조업어장에 대한 식물플랑크톤 색소농도의 월별 분포를 조사하였다. 황해와 남해연안은 연안선을 따라서 3.0 mg/m<sup>3</sup> 이상의 연중 높은 농도이고, 황해와 동중국해 사이의 클로로필-a 농도는 1월부터 4월까지 1.0 mg/m<sup>3</sup> 이상의 농도 분포를 보였다. 특히 4월에 이 해역에서 공간적으로 많은 고농도(2.0 mg/m<sup>3</sup> 이상) 해역이 분포하였다. 5월부터 황해와 동중국해 사이에서 1.0 mg/m<sup>3</sup> 이하의 농도가 나타나기 시작하여 7월에 그 분포범위가 가장 크게 황해 전역에 분포하였다. 한편, 중국 연안해역은 연중 5.0 mg/m<sup>3</sup> 이상의 고농도가 연안을 따라 분포하였고, 2.0 mg/m<sup>3</sup> 이상의 고농도의 확장은 추계(10-12월)에서 동계(1-3월)에 이르는 기간이 춘계(4-6월)에서 하계(7-9월)까지의 기간보다 동서간의 확장이 크게 나타났다. 특히 8월부터 4월까지 1.0 mg/m<sup>3</sup> 이상의 고농도가 동중국해 북부해역과 한국 남해연안을 연결하는 형태로 나타나는 것이 특징적이다.

#### 3.3. 회귀직선방정식에 의한 고등어 어획량 추정

고등어에 대한 등급별 회귀직선방정식을 이용하여 계산된 각 해구별 어획량과 국립수산물과학원 제공 어획량과의 상관계수를 분석한 결과, 고등어의 경우, 신뢰수준 95%에서 A 등급 해역의 상관계수는 0.83-0.94 범위로서 상대적으로 9월이 상관계수가 낮고, 2월, 3월과 12월의 상관계수가 높게 나타났다. B 등급 해역은 상관계수가 0.66-0.76 범위이고, C 등급 해역에서는 0.11-0.47의 낮은 상관을 나타내었다. 여기서 A와 B 등급 해역에서 추정된 어획량은 현장 조사된 어획량과 정량적인 차이는 있지만 상관관계가 상당히 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

### 3.4. 고등어 월별 추정 어장도 작성

고등어에 대한 등급별 회귀직선방정식을 이용하여 계산된 각 해구별 어획량에 대하여 ArcGIS 소프트웨어로 월평균 예상어장도를 작성하였다 (그림 1). 여기서 기본적인 어장도 작성에 활용된 자료는 국립수산과학원에서 보고한 해구별 어획량 자료에 의해 등급화 하였기 때문에 어장형성 가능해역은 한국 주변해역에 국한되어 있다.

## 4. 요약

본 연구에서는 위성자료와 현장조사를 이용하여 통계적인 방법에 의해 고등어 어장의 월별 예상어장도를 작성하였다. 고등어에 대한 등급별 회귀직선방정식을 이용하여 계산된 각 해구별 어획량과 현장조사 어획량과의 상관관계를 분석한 결과, A와 B 등급 해역에서 추정된 어획량은 현장 조사된 어획량과 정량적인 차이는 있지만 상관관계가 상당히 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

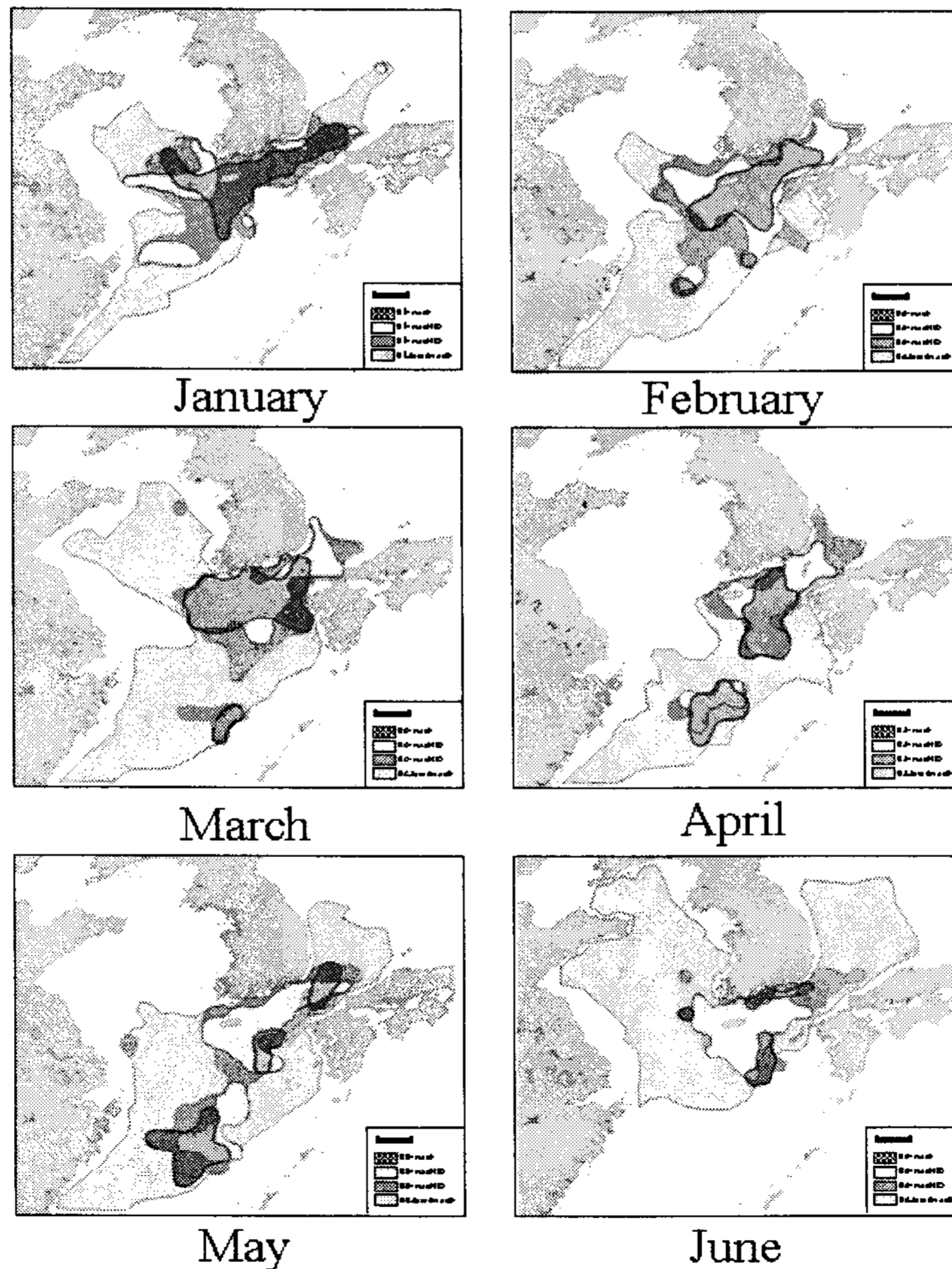


그림 1. Estimation of the mackerel fishing grounds by the multi-linear regression analysis at each grade from January to June.

## 참 고 문 헌

- Elvidge, C.D., K.E. Baugh, J.B. Dietz, T. Bland, P.C. Sutton, and H. Kroehl, 1999, Radiance calibration of DMSP-OLS low light imaging data of human settlements., *Remo. Sens. Environ.*, 68, 77-88.
- Kim, S.W. S. Saitoh, J. Ishizaka, Y. Isoda, and M. Kishino,. 2000, Temporal and spatial variability of phytoplankton pigment concentrations in the Japan Sea derived from CZCS images. *J. Oceanogr.*, 56, 527~538.
- Kim, S.W., K.D. Cho, Y.S. Kim, Y. S. Choi, Y.H. Ahn and Y.S. Kim. 2005. Distribution of fishing boatss at night in the East Sea derived from DMSP/OLS imagery. *J. Kor. Fish., Soc.* 38, 323-330.