

## 해양환경-P4 지구온난화와 관련된 한국 연근해 해양 현상 연구

서영상\*, 장이현, 황재동, 이나경, 구지영, 김복기, 강영실, 임근식<sup>1</sup>  
국립수산과학원, <sup>1</sup>해군사관학교

### 1. 서론

인류 문명의 발달과 더불어 화석 연료의 사용 등에 의해 발생하는 CO<sub>2</sub> 등 온실가스 증가로 온난화 현상이 전 지구적으로 일어나고 있다 (Cox, 2000). 또한 지구온난화로 인한 기후변화는 해양의 이상변동 현상을 초래하는 연결 관계를 보이고 있다.

이와 같은 지구온난화현상이 우리나라 연근해역의 해양환경에 어떻게 영향을 미치고 있는지를 밝히는 것은 한국 연근해역에서 발생될 급격한 해양생태계 변동에 효율적으로 대처하고 해양생태계 환경 보존에 중요한 기반정보가 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 지구 온난화와 관련되는 것으로 추정되는 한국 근해의 해양현상을 수온 변동 등을 중심으로 구명하고자 한다.

### 2. 자료 및 방법

국립수산과학원에서 NOAA 위성으로부터 매일 수신한 수온 자료 중 1991년부터 2001년까지의 위성자료를 이용하여 한국근해의 표면수온 및 동해 극전선대의 시공간적 변동을 분석하였다. 현장관측 자료로서는 국립수산과학원 정선해양관측점에서 장기간 (1961~2000년) 정기적으로 관측해온 한국 근해의 표준 수층별 자료를 활용하였다.

동해 심층수의 표면 수위 변동을 파악하고자 동해의 해표면에서 수직 수심증가 방향으로 1°C 수온을 처음 나타내는 심층 냉수의 표면 수심을 간단한 내삽법으로 도출하였다. 표면수위의 월별 normal 값과 anomaly 값을 구하고, anomaly 값에 대해 power spectrum을 이용하여 주기성을 분석하였다 (Jenkins and Watts, 1968). 또한 태양 흑점 갯수(Wolf Sunspot Number) 자료를 이용하여 한국근해의 장기수온 변동과의 관계성을 구하고자 하였다 (Hoyt and Schatten, 1997)

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 한국 근해의 장기 표면수온 변동

1968년부터 2000년까지의 동, 서 남해 180여 정선관측점에서 장기간 (1968~2000) 관측한 표면수온자료를 각 해역별 (동, 서, 남)로 수평 공간적으로 연별 평균하여 그 연별 변동을 살펴보고 장기간 수온변동의 기온기를 정량화하였다. 동해 표면수온의 장기 변동 추세는 연평균이 14.9°C이며, 1년에 0.022°C, 즉 33년(1968~2000) 동안 0.72°C 상승한 경향성을 나타내었다. 남해 표면수온의 경우, 연평균은 17.2°C이며, 1년에 0.016°C, 즉 33년 동안 0.53°C 상승하는 경향을 보였다. 서해 표면수온의 경우, 연평균은 12.2°C이며, 1년에 0.03

0°C, 즉 33년 동안 0.99°C 상승하는 경향을 보였다.

### 3.2. 근해 주요어장의 장기 표면수온 변동

한국 근해의 주요 조업어장(울릉도, 제주도, 이어도 근해)에서 최근 11년(1991~2001년) 동안 위성추정 표면 수온 변동을 연별로 파악한 결과 울릉도, 제주도, 이어도 근해에서 동계(2월) 및 하계(8월) 표면수온이 1990년대 중반이후 0.5~1.5°C 정도의 뚜렷한 고수온 현상을 나타내었다.

### 3.3. 동해 심층냉수의 표면수위 장주기 변동

1°C 동해 심층냉수의 표면 수위는 동해북부 인접 연안에서 비교적 얇은 수심층(약 250 m)에서 계절 변동을 하였으나, 동해 남부연안해역에서는 비교적 깊은 층(약 300m)에서 계절변동을 하였으며, 그 대략적인 계절 변동폭은 50m 정도였다. 1°C 동해 심층냉수의 표면수위에 대한 월별 이상 값들의 년별 변동폭은 -150m ~ +200m 범위로 크게 나타났으며, 장주기 변동은 대체적으로 15년 주기가 우세하게 나타났다. 동계(2월)와 하계(8월)로 나누어, 각 연구 조사점에서의 장주기 변동에 대한 탁월주기를 도출한 결과, 동계 각 관측점에서 탁월주기는 5, 8, 14, 24, 26, 34, 45년으로 나타났으며, 하계에는 8, 12, 16, 18, 22, 31년으로 나타났다.

### 3.4. 동해 극전선대의 변동

해양에 있어 동계에 속하면서도 좋은 위성 영상을 획득할 수 있는 3, 4월에 동해에서 극전선대의 위도별 년별(1991~2001년) 변동을 NOAA 위성으로 추정된 한국근해의 수온분포도에서 정리하여 도식화하였으며, 위도 37° N~40° N, 경도 129° E~135° E의 동해 연근해역에서 수평공간상 비교적 조밀한 수온분포의 위치(아극전선대; subpolar front)와 그 중심수온을 파악한 결과, 1995년이후 극전선대 중심 수온이 1~3°C 증가하였으며 수평공간 분포상 고위도로 이동하는 양상을 나타내었다.

### 3.5. 근해 수온의 장기변동과 태양 흑점 갯수의 장기변동

근해 수온(1961~1994)의 장기변동과 태양 흑점 갯수의 장기변동간에는 대체적으로 상관성이 낮았으나, 최근(1985~1994년)의 경향성은 관계성이 비교적 높게 나타났다.

## 4. 고찰

한국 근해 표면수온의 장기 변동에 있어 서해에서 수온상승의 기울기 값이 동, 서, 남해 중 가장 크게 나타났는데, 이는 동, 서, 남해 중 해수 총량이 가장 적고, 수심이 가장 얇은 물리적 환경이 지구온난화현상에 가장 민감하게 반응한 것으로 추정된다. 한국 근해 주요어장(울릉도, 제주도, 이어도)의 이상 연별변동은 1995년 이후부터 비교적 뚜렷한 고수온 현상을 나타내었는데, 이는 1990년 이후의 CO<sub>2</sub>의 급격한 증가로 인한 지구온난화 강제 현상의 영향을 받은 것으로 사료된다(Kang, 2000; 서 등, 2001). 최근 근해

수온과 연안수온의 고수온 현상이 뚜렷해지고 있는 것으로 나타났다.

최근 북극기후의 장주기성 변동과 해빙의 변동과 관련된 십년 이상 주기를 결정하는 물리적 과정에 대한 연구가 있었다 (Holland and Cury, 1999). 또한 북해와 발틱해에서 적용된 해빙과 해양의 복합 모델에서 수온 1℃를 나타내는 해수면 변동을 연구한 결과 등에서, 발틱해의 해빙과 관련된 염분약층 (halocline)의 변동 주기가 15년으로 나타났다 (Schrum *et al.*, 1999). 이러한 북극 기후 시스템의 가장자리에 위치한 동해에서도 원거리 관계성이 있을 것으로 추정한다. 심층수가 발달되면 동해연안을 따라 심층수의 표면수위가 상승하고 심층수가 발달되지 않으면 심층수의 표면수위가 하강함을 통해 고위도에서 심층수 형성 발달에 연관된 것으로 추정되는 북극 기후시스템의 장주기 변동과 재차 관계성을 가지는 북위 40~45도에서 ENSO (El Nino-Southern Oscillation)의 9~13년, 18년 등의 장주기 모드 (Unal and Ghil, 1995)에 대한 2차적 관계성 연구도 향후 흥미로운 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

동해에서 극전선대의 위도상 공간변동의 연별 변화를 조사한 결과 전선대 중심수온의 상승과 전선대의 북향이동이 최근 20세기 후반기의 뚜렷한 지구온난화 현상에 비교적 반응하는 현상을 보이고 있다고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 서영상, 황재동, 장이현, 강용균, 2001. 한국연안 이상 고수온과 저수온 지속 기간의 정량화. 한국환경과학회지. 10(2); 167-170.
- Cox J. D. 2000. *Weather for Dummies*. IDG Books Worldwide, Inc. pp. 268-271.
- Hoyt D. V. and K. H. Schtten, 1997. *The Role of the Sun in Climate Change*. Oxford University Press. 279 pp.
- Jenkins, G. M. and D. G. Watts, 1968. *Spectral Analysis and Its Application*. Holden-Day, 525 pp.
- Kang, Yong Q., 2000. Warming trend of coastal waters of Korea during recent 60years (1936~1995). *J. Fish. Sci. Tech* 3(3,4); 173~179.
- Holland, M. M., and J. A. Curry, 1999. the role of physical processes in determining the interdecadal variability of central Arctic Sea ice. *J. Climate* 12(1); 3319-3330.
- Schrum, C., F. Janssen, V. Huebner, 1999. Modelling the interannual variability of hydro-and thermodynamics in the North Sea and the Baltic Sea. *Copenhagen-Denmark ICES 1999*. 11.
- Thurman H. V. and Burton E. A. 2001. *Introductory Oceanography*. 9th ed. Prentice Hall Inc. pp. 243.
- Unal, Y. S. and M. Ghil, 1995. Interannual and interdecadal oscillation patterns in sea level. *Clim., Dyn.* 11(5); 255-278.