

적외선 및 해색위성자료를 이용한 동중국해 중규모 와동류 변동 양상 연구

*서영상 · 장이현 · 이나경 · 오현주 · 김상우 · 윤홍주¹ · 안유환²

국립수산과학원 해양연구과, ¹부경대학교 위성정보과학과, ²한국해양연구원
yssuh@nfrdi.re.kr

Study on Temporal and Spatial Variation of the Mesoscale Cold Core Eddy in the East China Sea Using IR and Ocean Color Remote Sensing

*Young-Sang SUH · Lee-Hyun JANG · Na-Kyung LEE ·

Hyun-Ju OH · Sang-Woo KIM · Hong-Joo Yoon¹ · Yu-Hwan Ahn²

Division of Oceanography, National Fisheries Research & Development Institute

¹Major of Satellite Information Science, Pukyong National University

²Korea Ocean Research & Development Institute

요 약

동중국해 북부에서 쿠로시오의 경계역으로 확장된 중국대륙 연안수가 주변의 북상 난류역에 의해 포획된 후 고립되는 현상이 1999년 및 2003년 NOAA 위성영상에 포착되었다. 1999년의 경우 cold core eddy는 약 2개월간 존재(5월초~6월하순)하였고, cold core의 중심 수온은 15~20°C로 주변해역의 17~23°C보다 2~3°C 낮게 나타났다. 1999년 5월 7일 획득된 SeaWiFS 위성자료로부터 추정된 클로로필 *a* 분포는 1999년 5월 6일부터 획득된 NOAA 위성수온 영상에 나타난 cold core eddy의 주변 가장자리 해역에서 비교적 높게 나타났다. 2003년 경우 2월 중순에 cold core의 수온은 9~10°C였으며

직경 150km 정도였다. cold core의 수평규모는 50m 등수심 분포와 유사하게 나타났다. 이어도를 중심으로 동계 및 춘계에 나타나는 cold core eddy의 형성 메카니즘은 중국대륙 연안수와 쿠로시오 난류가 만나는 경계역에서의 힘의 균형과 계절풍 조건, 해저 지형 분포와 밀접한 관계성이 있는 것으로 사료된다.

1. 서 론

동중국해(East China Sea)는 중국 중앙부 연안의 동편에 위치하고 있으며, 면적은 약 752,000 km²이다. 북으로는 황해(Yellow Sea)와 연결되고 양자강과 제주도를 잇는 선으로 황해와 구분되며, 대한

해협과 연결되는 동해(East Sea)와 구분된다. 또한 해저 지형상으로 볼 때 중국 대륙쪽에는 수심 200m 이하의 광활한 대륙붕이 펼쳐져 있어 좋은 어장이 형성된다 (이석우, 1983).

동중국해는 한국, 중국, 일본 등 연안 국가가 많은 혜택을 받는 해양어족 자원의 보고이며, 중국 대륙 연안수와 쿠로시오(Kuroshio)가 만나 그 경계역에서 해황 변동이 심한 해역이다. 이러한 동중국해 해역에서의 해양순환 및 수송 등에 관한 연구가 Pang *et al.* (1997)에 의해, 동중국해 부근해역의 수괴의 분포에 관한 연구가 김과 조 (1999)에 의해 최근 수행되었다. 특히, 북풍계열의 바람이 우세한 동계 및 춘계에는 대륙 연안수가 중국 연안에서 발달되어 외해역으로 확장되는 현상이 뚜렷이 나타난다. 김(1995)은 외해역으로 확장되는 중국 대륙연안수의 확장 정도와 전 해역의 해양환경 변동을 NOAA 위성 자료의 추정 수온분포로 조사 연구하였는데, 중국 대륙연안수가 동계 및 춘계에는 남동 방향의 외해역으로 최대 확장되는 것으로 나타났다.

이와 같은 해양현상과 관련하여 대륙연안수가 변형됨을 Suh(2001)는 1999년 5월 NOAA 위성 추정 SST 분포에서 포착하였는데, 소코트라암 근해역에서 대형 냉핵 와동류(eddy)가 장기간(1999년 5월 초순~6월 중순) 형성됨을 보였다. 그러나 현장 관측자료의 부족으로 정확한 와동류의 존재 및 시공간 변동을 규명하지는 못했다. 본 연구에서는 동계 동중국해 북부해역에서 나타나는 중규모 냉핵 와동류의 존재를 위성자료와 현장 관측자료로 증명하고 이의 시공간적 변동 양상을 분석 연구하고자 하였다.

2. 자료 및 방법

동중국해 북부해역에서의 거대 냉핵 소용돌이(와동류) 발생 현상을 조사 연구하고자 국립수산과학원에서 수신한 14년(1990~2003) 동안의 위성자료 중 동중국해 거대 냉핵 와동류 출현을 제시할 수 있는 NOAA/AVHRR 위성영상 자료 및 SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) 위성자료를 선별 이용하여 하였다 (국립수산진흥원, 1996~1998; 국립수산진흥원, 1999~2002; 국립수산과학원, 2003~2004). Terascan package S/W (SeaSpace, 1993)를 도구로 위성수온 추정 방법 (Suh *et al.*, 2000) 및 위성 클로로필 a 추정 방법 (Suh *et al.*, 2002)을 사용하여 처리한 위성정보로 와동류의 시공간적 변동 특성을 분석하였다.

한편 와동류가 위성영상에 포착된 2003년 2월, 국립수산과학원에 의해 2월 12~17일 동중국해 북부해역에서 관측된 현장 수층별(0, 10, 20, 30, 50, 75, 100m) 수온, 염분(salinity), 클로로필 a , 부유성 고형물질(Suspended Solid, SS) 자료를 이용하여 와동류 및 그 주변 해역의 특성을 파악하였다. 또한 동중국해에서의 중규모 와동류의 발생 및 변동의 원인을 해상풍과 해저지형간의 관계로 파악코자 하였다. 해상풍 자료로는 2003년 2월의 QuikSCAT (NASA's Quick Scatterometer) 위성자료를 사용하였다 (<http://manati.wwwb.noaa.gov/quikscat/>). 등수심선 분포 자료는 Terascan S/W 내에 data base화 되어있는 Central Intelligence Agency (CIA) 해저지형 정보를 활용하였다.

3. 결과 및 고찰

북풍계열이 우세한 동계 및 춘계에는 대륙 연안수가 중국 연안에서 발달되어

외해역으로 확장되는 현상이 뚜렷이 나타난다. 이어도(32°N, 125°E)를 중심으로 쿠로시오 난류가 지류가 되어 좌측으로 대만난류로서, 우측으로 황해난류로서 우회하면서 북상한다. 동중국해 북부에서 중국대륙 연안수가 확장된 후 주변의 북상 난류역에 의해 포획된다. 이후 고립되는 현상이 1999년 및 2003년 NOAA 위성영상에 포착되었다.

1999년의 경우 5월 초순에 형성된 cold core eddy는 6월 중순까지 약 1.5개월간 존재하였고, cold core의 중심 수온은 5월 초순 15°C에서 6월 중순 20°C로 상승하였다. cold core 주변의 더운 물 수온은 17°C에서 23°C로 상승하여, cold core 수온과 주변 해역간의 수온차가 2~3°C로 1.5개월 정도 기간 유지되었다. 한편, 1999년 5월 7일 획득된 SeaWiFS 위성자료로부터 추정된 클로로필 *a* 분포는 1999년 5월 6일부터 획득된 NOAA 위성수온 영상에 나타난 cold core eddy의 주변 가장자리 해역에서 비교적 높게 나타났다.

2003년 경우 2월 중순에 cold core eddy가 형성되는 현상을 위성 영상자료와 동중국해 해양 현장관측조사 자료에서 포착할 수 있었다. cold core의 수온은 9~10°C였으며 직경 150 km 정도였다. cold core의 수평규모는 50 m 등수심 분포와 유사하게 나타났다.

이어도를 중심으로 동계 및 춘계에 나타나는 cold core eddy의 형성 메카니즘은 중국대륙 연안수와 쿠로시오 난류가 만나는 경계역에서 힘의 균형과 계절풍 조건, 해저 지형 분포와 밀접한 관계성이 있는 것으로 사료되며, 동계 및 춘계에 발생하는 cold core eddy의 존재는 동중국해 어장 형성 및 자원변동에 또 다른 중요한 인자로 대두될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 국립수산과학원의 「첨단 위성정보 활용시스템 운영」, 한국항공우주연구원의 지원하에 수행한 「위성자료의 해양수산 활용 연구」 및 한국과학재단 기초과학연구사업 「RS 및 GIS를 활용한 한반도 주변해역의 해양환경 특성에 관한 연구」의 일부수행 결과입니다.

참고 문헌

- 국립수산진흥원, 1996~1998. 한국근해 수온분포도(1991~1997).
- 국립수산진흥원, 1999~2002. 한국근해 해양정보(1998~2001).
- 국립수산과학원, 2003~2004. 한국근해 해양정보(2002~2003).
- 김진수, 1995. NOAA/AVHRR 자료를 이용한 황해남부 및 동중국해의 해표면 수온 분포 변화에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 93쪽.
- 김희용, 조규대, 1999. 춘계 동중국해 수괴 분포와 저서어류 분포와의 관계, 1999년도 춘계 수산관련학회 공동 학술대회 발표요약집. 198-199쪽.
- 이석우, 1983. 해양물리학통론 (한국근해의 해상, '해저지형', 220-224쪽). 집문당, 서울.
- Lee, T. N., Atkinson, L. P., Legeckis, R., 1981. Observations of a Gulf Stream frontal eddy on the Georgia continental shelf, April 1977. Deep-Sea Research 28A: 347-378.
- Pang, I. C., K. H. Oh, and H. K. Rho, 1997. Influence of the circulation in the East China Sea on the volume transport in the Korea Strait. The

- East China Sea (Proceeding of the 1st international workshop on the Oceanography and Fishery in the East China Sea), Vol. 1, pp 26-39.
- Qiu, B., Toda, T., Imasato, N., 1990. On Kuroshio front fluctuations in the East china Sea using satellite and in situ observational data. *Journal of geophysical research* 95(C10), 18:191-18,204.
- SeaSpce.1993. TeraScan Package Manual 2.4, 388 pp.
- Shibata, A., 1983. Meander of the Kuroshio along the edge of continental shelf in the East China Sea. *Umuto Sora*, 58:113-120(in Japanese with English abstract and captions).
- Sugimoto, T., Kimura, S., Miyaji, K., 1988. Meaner of the Kuroshio front and current variability in the East China sea. *Journal of Oceanographic Society Japan*, 44:125-135.
- Suh, Y. S., 2001. Oceanographic features around the Korean peninsula inferred from satellite remote sensing. Ph. D. paper, Pukyong University, 185pp (in Korean).
- Suh, Y. S., B. G. Mitchel and K. S. Lim, 1999. A recurring eddy off the Korean Northeast coast captured on satellite ocean color and sea surface temperature imagery, *J. Kor. Soc. Remote Sensing*, 15(2):175-181.
- Suh Y. S., J. H. Kim, and H. G. Kim, 2000. Relationship between sea surface temperature derived from NOAA satellites and *Cochlodinium polycrikoides* red tide occurrence in Korean coastal waters. *J. the Korean Environmental Sciences Society*. 9(3):215-221(in Korean).
- Suh, Y. S., L. H. Jang, J. H. Kim, Y. Q. Kang and K. S. Lim, 2000. Study of a recurring anticyclonic eddy off Wonsan coast in Northern Korea using satellite tracking drifter, satellite ocean color and sea surface temperature imagery, *J. Kor. Soc. Remote Sensing*, 16(3):211-220 (in Korean).
- Suh Y. S., L. H. Jang, N. K. Lee and B. K. Kim, 2002. Development of the regional algorithms to quantify chlorophyll a and suspended solid in the Korean waters using ocean color. *J. Korean Fish. Soc.* 35(3):207-215 (in Korean).
- Yanagi, T., T. Shimizu and H. J. Lie, 1998. Detailed structure of the Kuroshio frontal eddy along the shelf edge of the East China Sea. *Continental Shelf Research*, 18:1039-1056.