

위성 자료를 이용한 제주도 주변해역에 나타나는 중국대륙연안수에 관한 연구

윤홍주, 조한근

부경대학교 위성정보과학과

A study on China Coastal Water Appeared in the Surrounding Seas of Jeju
Island Using Satellite Data

Hong Joo Yoon, Han Keun Cho

Department of Satellite Information Sciences, Pukyong National University

E-main1 : zutdae@mail1.pknu.ac.kr

요 약

중국 대륙연안수(CCW; China Coastal Waters)는 해에 따라 다소 다르지만 보통 하계인 6월~10월 사이에 제주도 주변해역에서 두드러지게 나타난다. 즉, 6월에 나타나기 시작하여 8월에 가장 큰 영향을 미치며 10월로 접어들면서 그 세력이 점차 소멸해간다. 1995년~1999년 조사기간 중 중국대륙연안수는 1996년과 1999년에 매우 뚜렷하게 나타났다. 주성분분석을 하기 전의 해수면 편차와 해수면 온도의 위성 데이터 원 자료에 대한 파워스펙트럼 분석에서는 station b에서 연 주기(약 365일), 반년 주기(약 180일)가 뚜렷하게 나타났지만, 주성분분석을 한 후에는 주기 특성이 다르게 나타났다. 해수면 편차에 대한 주성분분석에서의 파워스펙트럼 분석은 43일 주기가 가장 강하게 나타났고, 해수면 온도에 대한 주성분분석에서의 파워스펙트럼 분석은 250일 주기가 나타남을 알 수 있었다. 해수면 온도의 계절에 따른 온도분포는 다소 다르지만 황해 해역과 동지나 해역을 구분 짓는 뚜렷한 수온 경계를 이룬다. 이 온도의 경계해역을 따라서 중국대륙연안수가 흐르는 것으로 사료된다.

ABSTRACT

CCW(China Coastal Water) is different each year. It appears clearly from June to October in the neighboring sea of Jeju island. It appears in June, and it's strong most in August, after that disappears in October. CCW appeared clearly at 1996 and 1999 during investigation period(1995 to 1999). SLA and SST appear annual variations(about 365day), semi-annual variations(about 180day) from power spectral density. After PCA(Principal component analysis), it's different. PCA of SLA shows 43day variations and PCA of SST shows 259day variations. SLA and SST appear annual variation, semi-annual variation and seasonal variation from power spectral density. SLA appeared that summer and fall of 1996 and 1999 is higher than other years. It seem to be being the relationship which is close with the severe rain storm. Temperature distribution of sea surface according to season is different, but clearly water temperature boundary divides this area into Yellow Sea and East China Sea. It considered that CCW follow according to boundary of temperature. The variation which it follows at time of SLA and SST is faster about one month to three month at Yangtz.

Key Words

SLA, SST, Salinity, CCW, PCA,

1. 서론

제주도 주변해역은 기본적으로 제주도 남쪽 해역에서 북상하는 대마난류수의 영향을 받고(Rho, 1985), 제주도 해협의 북쪽에는 한국 남해안 연안수가 영향을 미치며(choi, 1989) 그리고

하계 표층은 고온 및 저염인 중국대륙연안수의 영향을 받는다(Kim and Rho, 1994). 이처럼 제주도 주변 해역은 다양한 이질 수괴가 출현하고 이들 이질 수괴의 경계역엔 계절에 따라 복잡한 해양학적 특성이 나타난다(Yang et al., 1998).

그 중 양자강 배출수가 주 원인이 되는 중국

대륙연안수는 하계가 되면 동중국해를 거쳐 확장해 오기 때문에(宇田, 1934, 1936; 井上, 1974) 제주도 주변해역은 물론 한국 남해 및 동해 남부해역까지 염분을 매우 저하시키고, 해수면의 높이를 상승시키는 것으로 알려져 있다(Kang, 1971, 1974; Moriyasu, 1972; Lim, 1976).

본 연구는 하계 중국대륙연안수에 의한 제주도 주변해역의 염분농도, 해면변화, 해수면 온도의 변화를 파악하고, 그리고 중국대륙연안수의 출현 및 소멸시기 등을 이해하는데 그 목적을 두었다.

II. 자료 및 방법

본 연구의 대상 해역은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 양자강 하구에서부터 한국 남해 및 제주도 주변해역이다. 이 해역은 쿠로시오 해류, 양자강에서 흘러나오는 중국대륙연안수, 황해냉수의 영향을 받는 지역이다. 본 연구에서는 편의상 임의로 station a(32°55'N, 124°E), station b(32°55'N, 125°E), station c(32°55'N, 126°E), station d(32°55'N, 127°E)에서 각각 해수면 온도, 해면변화, 염분농도의 시계열변화를 조사하였다.

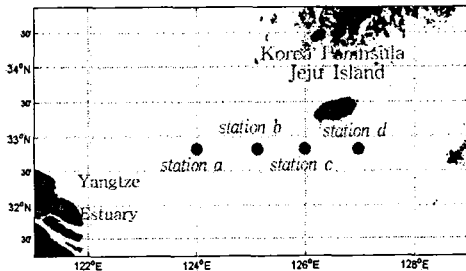


Fig. 1. Map showing the studied area

해수면 편차와 해수면 온도에 대해 실행한 주성분 분석은 주요성분이라는 축소 요약된 양을 통하여 해석함으로써 다차원 변수들에 대한 단순화를 도모하고, 서로 상관되어 있는 변수들 간의 내적 구조를 분석할 수 있는 분석법이다.

연구기간은 1995년부터 1999년에 걸쳐서 조사를 수행하였다. 이 기간에서 1996년은 이례적으로 제주도 서부 해역에 대체로 30.0psu 이하의 폭넓은 저 염분역이 형성되었으며, 저 염분 코어(core)는 제주도 서쪽 약 30해리 지점에서 20.0psu이하로 나타났다. 그리고 1998년에는 중국 대홍수로 인하여 양자강 유역에 주요우기(6월~8월) 동안 700mm~900mm를 기록하였으며, 또한 1999년에도 6월에 중국양자강 유역에 400mm 이상의 폭우가 내리기도 했다.

위성자료로서 본 연구에 사용한 해수면변화자료는 Topex/Poseidon의 고도계자료로서 프랑스 CNES/AVISO에서 제공한다. 해수면자료는

NOAA/AVHRR의 자료를 사용하였다. 현장 관측 자료인 염분자료는 국립수산과학원의 해양관측정선 중 제주도 주변 해역에 위치하고 있는 203~209 및 214라인 그리고 311~316 라인에서의 표층 염분자료를 각각 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1) 해수면 편차(Sea Level Anomaly)

해수면 편차에 대한 주성분 분석에서 양자강 하구에서 가장 큰 값을 보인다. 따라서 이 지역에서의 해수면 높이에 가장 큰 영향을 미치는 요인이 양자강에 의한 것임을 알 수 있었다. Fig. 1(b)는 첫 번째 주성분에 대한 시계열이다. 주성분 분석을 통한 얻은 시계열은 Fig. 1(c)에서의 파워스펙트럼을 통해서 약 43일 주기가 나타남을 알 수 있다.

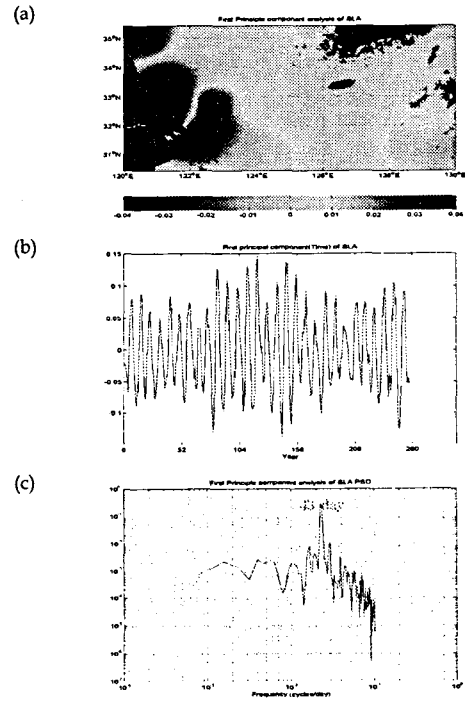


Fig. 2. Principal component analysis of SLA

Fig. 3은 제주도와 양자강 하구의 중간지점(station b)에서의 주성분 분석을 하기 전 해수면 편차에 대한 파워스펙트럼 분석을 나타낸 것이다. 그 결과 연 주기가 약 365일, 반 년 주기가 약 153일로 뚜렷하게 나타났고 약 100일 및 60일 주기들은 중국대륙연안수와 쿠로시오 해류에 의해 관계되는 것으로 사료된다.

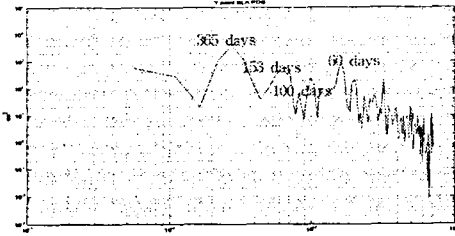


Fig. 3. Power Spectral Density of SLA at station b

2) 해수면온도(Sea Surface Temperature)

해수면 온도에 대한 주성분분석에서 쿠로시오해류가 흐르는 해역이 가장 큰 값을 보인다. 따라서 이 지역에서의 해수면 온도에 가장 큰 영향을 미치는 요인이 쿠로시오해류에 의한 것임을 알 수 있었다. Fig. 4(b)는 첫 번째 주성분에 대한 시계열이다. 주성분 분석을 통한 얻은 시계열은 Fig. 4(c)에서의 파워스펙트럼을 통해서 약 250일 주기가 나타남을 알 수 있다.

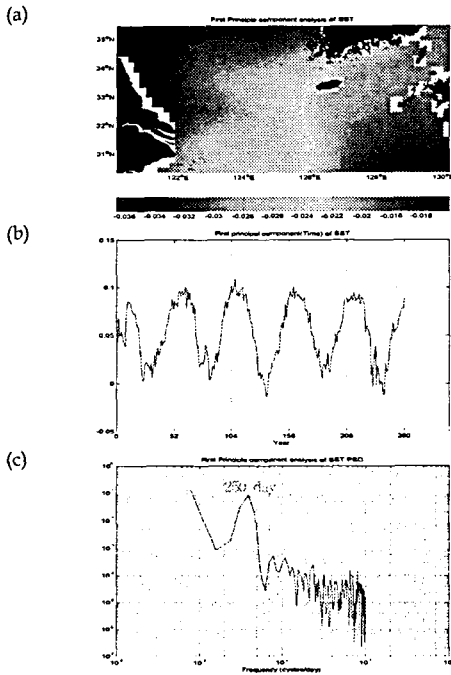


Fig. 4. Principal component analysis of SLA

Fig. 5은 제주도와 양자강 하구의 중간지점(station b)에서 주성분 분석을 하기 전 해수면 온도에 대한 파워스펙트럼 분석을 나타낸 것이다. 해수면 편차의 파워스펙트럼분석과 비슷하게 연주기가 약 365일, 반 년 주기가 약 180일이 나타났다. 그 외에도 각각 약 80일과

약 43일 주기가 나타나는데, 80일 주기는 쿠로시오 해류 그리고 43일 주기는 중국대륙연안수와 관계되는 것으로 생각된다.

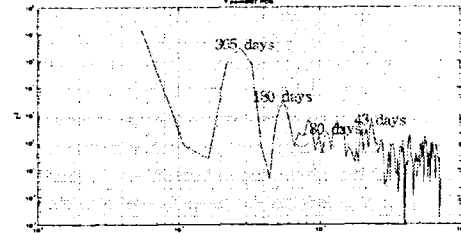


Fig. 5. Power Spectral Density of SST at station b

3) 염분

전 조사기간의 염분 분포 중 1996년의 염분이 제주도 서남쪽 부분에 가장 낮은 염분이 분포함을 알 수 있었다. 그 시기는 6월(32psu)부터 낮아지기 시작하여 8월(22psu 이하)에 가장 낮았고, 그 후 10월(31psu)로 접어들면서 다시 염분이 높아졌다. 이것은 제주도 주변해역에서의 중국대륙연안수가 6월에 출현하기 시작하여 8월에 가장 큰 세력을 나타냈다가 10월로 접어들면서 그 세력이 점차 소멸하는 것으로 추정할 수 있었다.

4) SLA, SST, Salinity의 time series

Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8은 전 조사기간에 걸친 해수면 편차, 해수면 온도, 염분농도의 시간에 따른 변화를 조사하기 위해 양자강 하구와 제주도주변해역의 중간지점(station a, b, c, d)에 해당하는 지역에서의 시계열을 나타낸 것이다. 조사 대상지점에서 해수면 편차와 해수면 온도는 뚜렷한 연 주기를 보이면서 계속해서 높아지는 값을 나타냈다. 반면 염분 농도는 station b에서 값은 작지만 (-)의 기울기를 갖고 낮아지는 추세를 보였다.

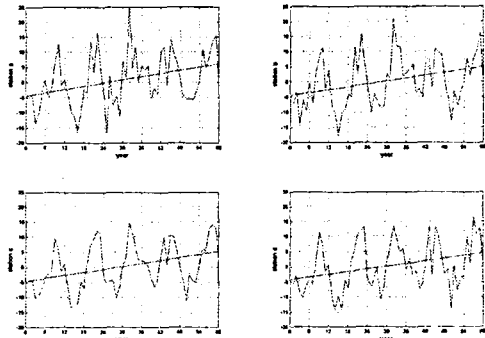


Fig. 6. SLA time series

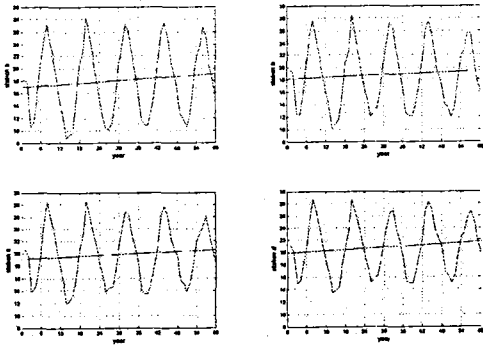


Fig. 7. SST time series

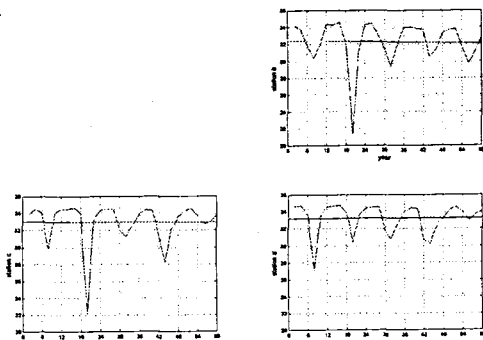


Fig. 8. Salinity time series

염분농도의 시계열에서 보는 것처럼 1996년의 염분 값이 가장 낮음을 알 수 있었다. 1996년에 station b와 station c는 25psu 이하의 낮은 염분 값을 나타내는 반면 station d의 염분 값은 약 30.5psu의 값을 나타냈다. 이것은 1996년에 station b와 station c는 중국대륙연안수의 영향을 받았지만 station d의 위치에서는 중국대륙연안수의 영향이 작게 미침을 알 수 있었다. 1995년에는 station b와 station c의 염분은 약 30psu의 값을 나타내는 반면 station d에서는 약 27psu의 값을 나타냈다. 이것은 중국대륙연안수가 제주도 주변해역을 향해 진행하지만 그 진행 경로는 해마다 다를 수 있었다.

IV. 결론

위성자료를 이용하여 제주도주변해역에 나타나는 중국대륙연안수를 파악하고자 해수면 편차, 해수면 온도, 염분 농도 자료를 사용하여 조사하였다.

주성분분석을 하기 전의 각 위성 데이터의 원 자료에 대한 파워스펙트럼 분석에서는 두 지점(station b) 모두 뚜렷한 연 주기(약 365일), 반년 주기(약 180일)가 뚜렷하게 나타났지만, 주성분 분석을 한 후에는 각 자료별로 차이를 보였다. 해수면 편차에 대한 주성분분석에서의 파워스펙트럼 분석은 43일 주기가 가장 뚜렷하게 나타났

고, 해수면 온도에 대한 주성분분석에서의 파워스펙트럼 분석은 250일 주기가 가장 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다.

전 조사기간의 염분 분포 중 1996년의 염분이 제주도 서남쪽 부분에 가장 낮은 염분이 분포함을 알 수 있었다. 그 시기는 6월(32psu)부터 낮아지기 시작하여 8월(22psu 이하)에 가장 낮았고, 그 후 10월(31psu)로 접어들면서 다시 염분이 높아졌다. 이것으로 중국 대륙연안수의 출현 시기 및 소멸시기 등을 파악할 수 있었다.

사 사

본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술 개발 사업의 하나인 '국지기상 예측 기술개발/연안기상 및 기후자료 이용기술 개발' 과제와 한국과학재단 특정기초연구 (R01-2002-000-00369-0)의 일부 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 박성주, 1998. NOAA 원격탐사자료에 의한 한반도주변해역의 표면수온 변동, 부경대학교 석사학위 논문.
- [2] 오현주, 강영실, 박정훈, 1999. 동중국해 북부해역 클로로필-a의 분포 특성과 해양환경 특성, 한국수산학회지 32(1) : 88-97.
- [3] Yoon, H. J., 2001. On Climatic Characteristics in the East Asian Seas by satellite data(NOAA, Topex/Poseidon), *Journal of the Korean Environ. Sci. Soc.*, 10(6): 423-429.
- [4] Chiswell, S. M., 1994. Variability in sea surface temperature around New Zealand from AVHRR images, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 28(2):179-192.
- [5] Zhang, Q.L and A.C. Weng, 1996. Analysis of water masses in the south Yellow Sea in spring. *The Yellow Sea*, 2(1) : 74~82.
- [6] Guo, Y.J. and Y.S. Zhang, 1996. Characteristics of phytoplankton distribution in Yellow Sea. *The Yellow sea*, 2(1) : 90~103.
- [7] AVISO, 1995. Aviso Users Handbook : Sea Level Anomaly files, Technical Report, AVI-NT-011-312-CN, Edition 1.
- [8] Yoon, H.J., 2003. Sea Level Observation in the Korean Seas by Remote Sensing, j. KIMICS, Vol. 1, No 4.
- [9] Kim, I.O. and Rho, H.K. 1994. A Study on China Coastal Water Appeared in the Neighbouring Seas of Cheju Island. *Bull.Korean Fish. Soc.*27(5), pp. 515~528.