

이에도 종합해양과학기지에서 관측된 수온과 염분 자료의 특징

오경희 · 박영규[†] · 임동일 · 정희수 · 심재설
한국해양연구원

Characteristics of Temperature and Salinity observed at the Ieodo Ocean Research Station

Kyung-Hee Oh, Young-Gyu Park[†], Dong-Il Lim, Hoi-Soo Jung and Jae-Seol Shim
Korean Ocean Research and Development Institute, Ansan, P.O.Box 29, Seoul 425-600, Korea

요 약

이에도 종합해양과학기지에 설치된 해양환경모니터링시스템을 이용하여 얻은 수온과 염분 자료를 이용하여 이에도 기지주변의 해수 특성과 양자강에서 유출되는 저염분수의 특징, 태풍에 의한 해수 성질 변화를 파악하였다. 수온은 정확도가 매우 높은 반면, 염분자료의 정확도와 안정도는 비교적 낮았다. 여름철 표층에서 강하게 나타나는 수온과 염분의 일변화는 태양일사량의 변화 이외에도 조석에 의한 수층의 수직운동에 의해서 발생하였다. 계절변화는 수온 자료에서만 발견되었다. 염분의 가장 큰 변화 원인은 양자강에서 유입되는 담수로 약 3~4일 사이에 최대 8 psu 정도의 변화를 일으킨다. 2003년 8월과 2004년 8월 제주도 남서부 해역에서 저염분수가 발견되기 약 10일 전에 이에도 기지에서도 저염분수가 관측되었으나, 2005년 7월에는 이에도 기지에서만 저염분수가 관측되었다. 즉, 이에도 기지를 통과한 저염분수가 반드시 제주도 근해까지 확장하지는 않는다. 2003년 9월과 2004년 8월에 강력한 태풍이 이에도 기지 근처를 지나갔는데, 태풍에 의한 영향은 약 3~4일 간 지속되었다.

Abstract – Using the data from the sea water monitoring system installed at the Ieodo Ocean Research Station, we have analyzed the water properties around the station as well as the characteristics of the fresh water from the Changjiang River and the influence of typhoons on the sea water. In general, the accuracy and stability of the temperature data are high, but those of the salinity data are worse than the specification of the instruments. The daily variation of temperature and salinity is mainly controlled by the vertical motion of a water column due to semi-diurnal tide and diurnal change in the solar insolation. Seasonal change is prominent in temperature data. The freshwater from the Changjiang River is the main cause of large salinity variation. In August 2003 and August 2004, about 10 days before fresh water was observed near the Jeju Island, low salinity water was observed at the Ieodo Station. On the other hand, in July 2005 fresh water was observed at the station but not at around the Jeju Island. In other words, the fresh water observed at the Ieodo Station does not always expand to the Jeju Island. Two strong typhoons passed by the station in September 2003 and August 2004. The effects of the typhoons were lasted for 3 to 4 days.

Keywords: Ieodo Ocean Research Station(이에도 종합해양과학기지), monitoring system(모니터링 시스템), water property(해수특성), low salinity water(저염분수), Typhoon(태풍)

1. 서 론

동중국해는 쿠로시오와 대륙에서 유입되는 연안수, 대기와 해양간의 상호작용, 조석 혼합, 계절풍 등에 의해 영향을 받는다(Chen

[†]Corresponding author: ypark@kordi.re.kr

et al.[1994]). 계절풍에 의해 양자강 저염분수는 여름철에는 북쪽과 북동쪽 방향으로 확장되면서 동중국해로 유입되며, 겨울철에는 중국대륙연안을 따라 남하한다(Beardsley et al.[1983, 1985]; Hu [1994]; Lie et al.[2003]; Chang and Isobe[2003]). 여름철 동중국해로 유입되는 양자강 저염분수는 제주도 주변해역까지 확장하며

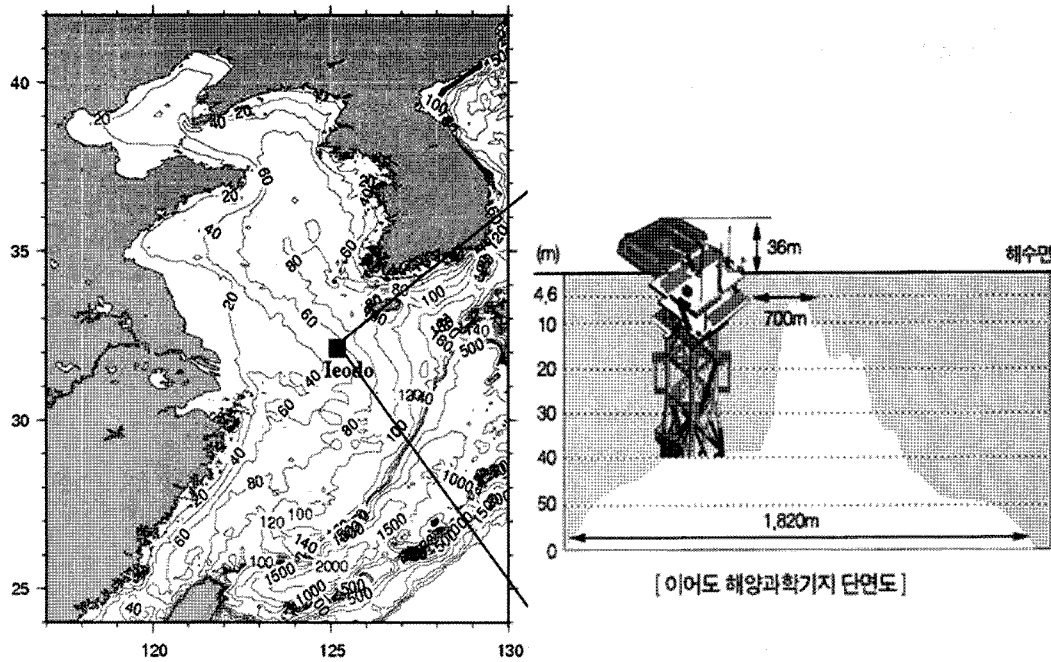


Fig. 1. The location and schematic of the Ieodo Ocean Research Station.

(Wang[1988]; Kim and Rho[1994]; Pang *et al.*[1999]; Chang and Isobe[2003]), 우리나라의 서해와 남해 해역에 적조현상을 유발시키는 등 해양환경에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 일례로 제주도에서는 1996년에 양자강 저염분수가 연안까지 유입되어 어패류의 집단 폐사가 일어나는 등 막대한 피해를 입기도 했다 (Kim *et al.*[1998]).

양자강과 제주도를 잇는 중간 지점에 위치한 이에도 종합해양 과학기지(Fig. 1; 이하, 이에도 기지)는 해양과 기상, 환경 등을 관측할 수 있는 다양한 장비들이 설치되어 있어, 양자강에서 유출되는 저염분수를 포함하여 우리나라에 영향을 미치는 동중국해 해수의 특성을 파악하는데 큰 도움을 줄 수 있다. 초여름에서 늦가을까지 크고 작은 태풍이 동중국해를 거쳐 우리나라를 통과하는데, 이에도 기지에서는 태풍에 의한 해수 특성 변화 파악에 필요한 중요한 자료를 얻을 수 있다.

이 논문에서는 2003년 8월부터 2005년 11월까지 이에도 기지의 모니터링 시스템을 통해 얻은 수온과 염분 자료를 이용하여 이에도

기지 주변의 해수 특성과 양자강에서 유출되는 저염분수의 특징, 태풍에 의한 해수 성질 변화를 파악하였다. 이 논문은 먼저 이에도 기지에서 수집된 자료의 수집 방법을 설명한 후, 자료의 정확도, 수온과 염분의 일변화와 계절변화, 양자강 저염분수의 특징, 태풍에 따른 해수특성의 변화에 대해 기술하고 마지막으로 결론을 도출하였다.

2. 자 료

수심 8 m와 14 m층에는 멀티센서 환경 모니터링 시스템인 YSI-6600 Sonde(이하, YSI)를 설치하여, 14 m층에서는 2003년 8월 이후부터, 8 m층에서는 2005년 4월부터 2005년 11월까지 수심과 수온, 염분, 용존산소, pH, 탁도, 클로로필 농도 등을 30분 간격으로 연속 관측하였다(Table 1). 표층에서 저층까지 8 m 간격(8 m, 16 m, 24 m, 32 m, 40 m)으로 1대의 CTD(CTD81)과 4대의 CTR7(이하, CTR)을 설치하여 8 m층에서는 수온과 염분, 압력을, 이외 층에서는 수온과 염분을 2003년 10월부터 2004년 12월 사이 약 7

Table 1. Summary of the observed data at the Ieodo Ocean Research Station

Monitoring Systems	Depth (m)	Durations (Sampling interval)
YSI (YSI-6600 Sonde)	14	2003. Aug.4 ~ 2005. Nov.3 (30 min)
	8	2005. Apr.30 ~ 2005. Nov.3 (30 min)
CTR (CTD81+CTR7)	8 (CTD81), 16, 24, 32, 40	2003.Oct.7 ~ 2003. Nov.12 (10 min)
		2004. Mar.26 ~ 2004. May.28 (30 min)
		2004. Jul.16 ~ 2004. Sep.6 (30 min)
		2004. Oct.13 ~ 2004. Dec.8 (30 min)
CTD (SBE 16plus CTD)	5, 10, 14, 19, 29, 39	2005. Jun.14 ~ 2005. Aug.12 (1 min)
		2005. Aug.15 ~ 2005. Oct.8 (1 min)

개월간 10분(2003년 10월부터 2003년 11월까지) 간격으로 혹은 30분(그 외 기간)간격으로 관측하였다. 처음 한 달은 10분 간격으로, 그 이후에는 YSI와 같이 30분 간격으로 관측하였다. 2005년 6월부터 2005년 10월까지 5 m, 10 m, 14 m, 19 m, 29 m, 39 m 층에서 CTR대신 6대의 SBE 16 plus CTD(이하, CTD)를 이용하여 매 분마다 수온과 염분, 압력을 관측하였다. 양자강 저염분수가 대부분 20 m 이천에서 관측되기 때문에 보다 정밀하게 양자강 저염분수의 특성을 관측하기 위해 표층부분에 관측간격을 조밀하게 두었다. 기기의 유지 보수와 자료 획득은 약 2개월 간격으로 이루어졌다.

3. 결 과

3.1 연속 관측 자료의 정확도

모니터링 시스템에서 얻은 자료의 정확도를 살펴보기 위해 같은 시기에 비슷한 수심에서 관측된 YSI와 CTR, CTD, 그리고 한국해양연구원에서 SBE911 CTD로 얻은 정선관측자료(이하, KORDI-CTD)를 상호 비교하였다(Figs. 2~6). YSI(수심 14 m)와 CTR(수심 16 m)로 얻은 수온과 염분의 시간에 따른 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 수온인 경우, 두 자료의 평균차는 약 0.07 °C로 거의

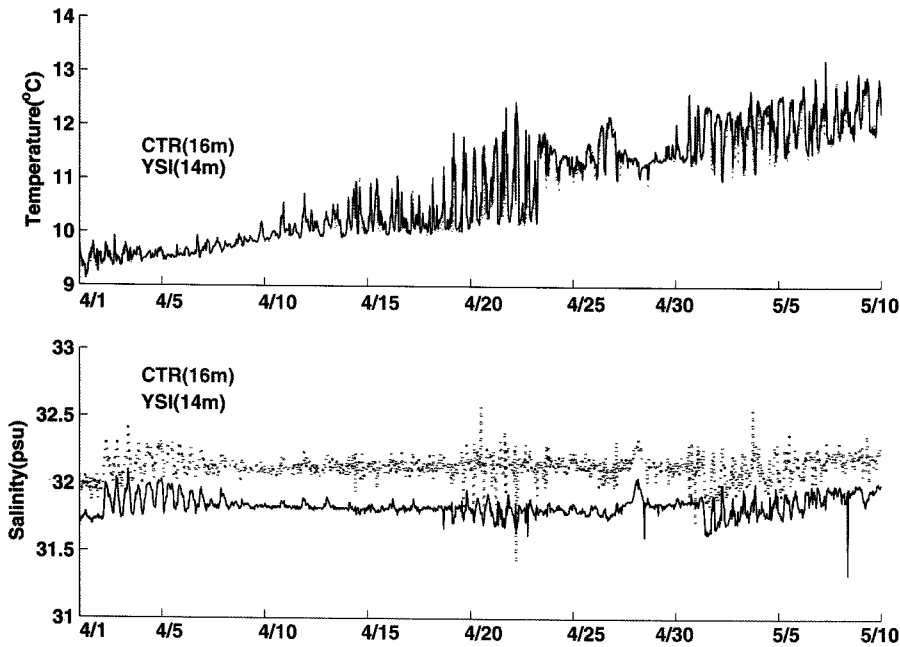


Fig. 2. Comparison of the temperature and salinity time series from the YSI-6600 Sonde (solid lines) and CTR7 (dotted lines).

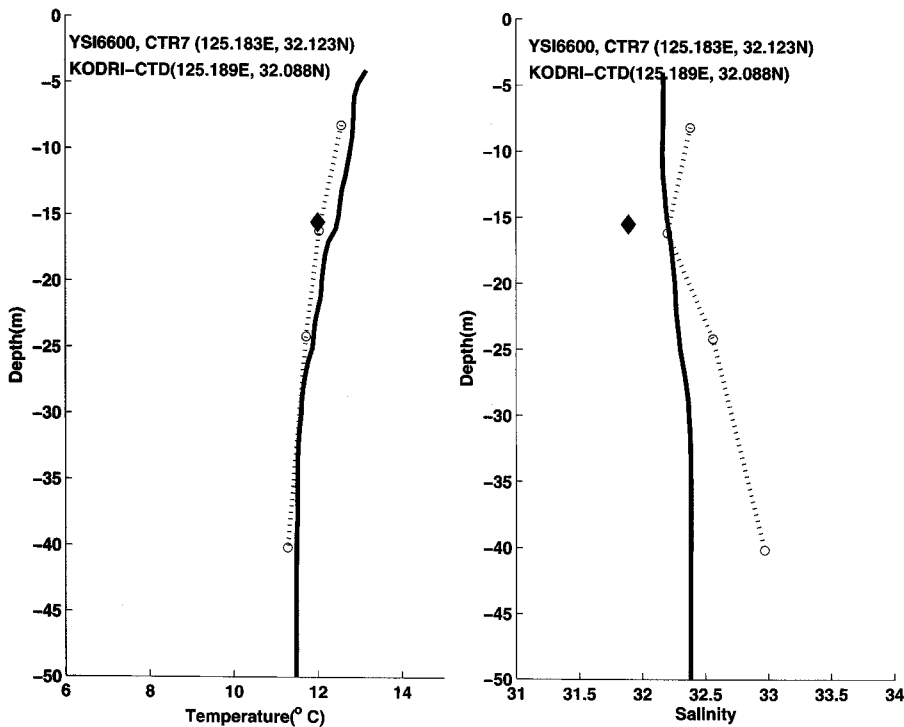


Fig. 3. Comparison of the temperature and salinity observed by the YSI-6600 Sonde (diamond) and the CTR7 (dotted line) with hydrographic data (KORDI-CTD, solid line) at a similar time and location.

일치한다. 반면 염분은 매우 유사한 분포 형태를 보이지만 CTR로 관측한 염분이 YSI로 관측된 것보다 전체적으로 약 0.29 psu 크게 나타난다. 2004년 5월 7일에 이어도 기지주변에서 관측된 KORDI-CTD자료에 의하면 수심 14 m~16 m 사이에서 수온은 약 0.1°C, 염분은 약 0.03 psu의 차를 보인다. 따라서 YSI와 CTR에서 관측된 자료의 차는 관측장비의 특징에 의한 차로 판단된다. 보다 정확한 검증에 위해 2004년 5월 7일에 이어도 기지주변에서 관측된 정선관측자료(KORDI-CTD)와 YSI, CTR 자료를 비교하였다(Fig. 3). 수온은 모든 자료가 거의 유사한 분포 구조를 보였다. 이에 반해 염분은 수심 16 m에서는 KORDI-CTD 자료와 CTR 자료가 일치하지만 YSI자료는 낮은 값을 보였으며, 저층으로 갈수록 CTR 자료의 염분값이 증가하면서 KORDI-CTD의 염분과 큰 차이를 보인다. 그러므로 수온인 경우 YSI와 CTR 모두 자료의 정확도가 높다고 할 수 있으나 염분은 YSI와 CTR 모두 정확도가 떨어져 이용에 앞서 검증과정이 요구된다. (CTR의 경우 센서의 손상으로 인해 2004년 10월부터 12월까지 관측된 자료는 수온과 염분 모두 사용할 수 없으며, 2004년 4월에서 6월까지 수심 32 m에서 관측된 자료도 수온이 저층보다 낮은 10°C이하의 값을 나타내고, 염분

도 36 psu에 달하는 높은 값을 나타내 사용이 불가능하였다.)

수심 14 m에서 관측된 YSI와 CTD모니터링 시스템의 수온과 염분은 Fig. 4에서 비교하였다. 수온의 경우, YSI값이 CTD값보다 전체 평균값이 약 0.2°C 낮으나, 분포구조는 거의 일치하며 높은 상관관계를 보인다(Fig. 5). 염분의 경우도 변화 형태는 유사하여 YSI값과 CTD값간의 상관관계는 비교적 높게 나타나지만(Fig. 5), YSI 값이 CTD값에 비해 약 1.8 psu 정도 높다. YSI로 관측한 염분을 약 1.8 psu 만큼 감소시켰을 때 CTD자료와 YSI 자료가 매우 유사하게 나타난다(Fig. 6). 하지만 모든 시기에 YSI 자료 보정에 필요한 정확한 CTD 자료가 존재하는 것이 아니고, YSI가 계통오차만을 보인다고 할 수 없기 때문에 YSI 염분자료는 주의하여 사용하여야 한다.

3.2 연속 관측 자료의 일변화와 계절변화

수심 14 m에 설치된 YSI 멀티센서로 얻은 압력(이하, 편의상 수심이라 칭함)과 수온, 염분을 Fig. 7에 나타내었다. 전체 관측기간은 2003년 8월부터 2005년 11월 3일까지 26개월 동안이지만, 2005년 3월과 4월, 10월에는 자료를 획득하지 못하였다. 이 그림

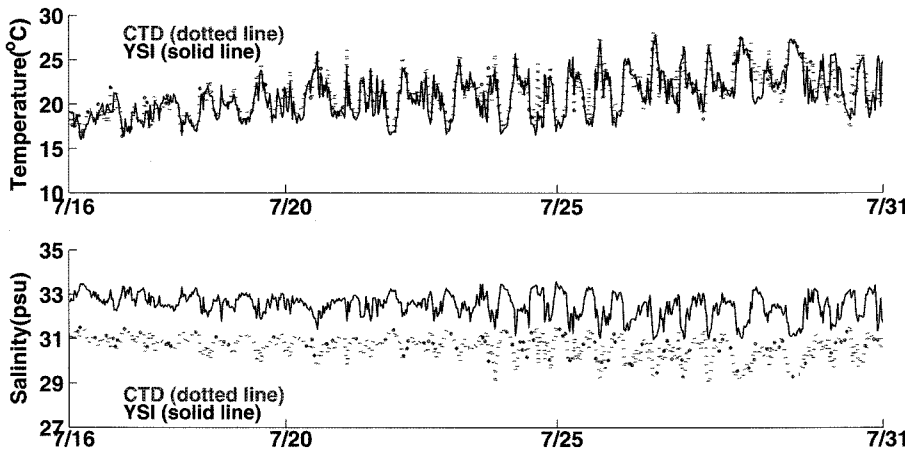


Fig. 4. Comparison of the temperature and salinity time series from the YSI-6600 Sonde (solid lines) and SBE 16plus CTD (dotted lines).

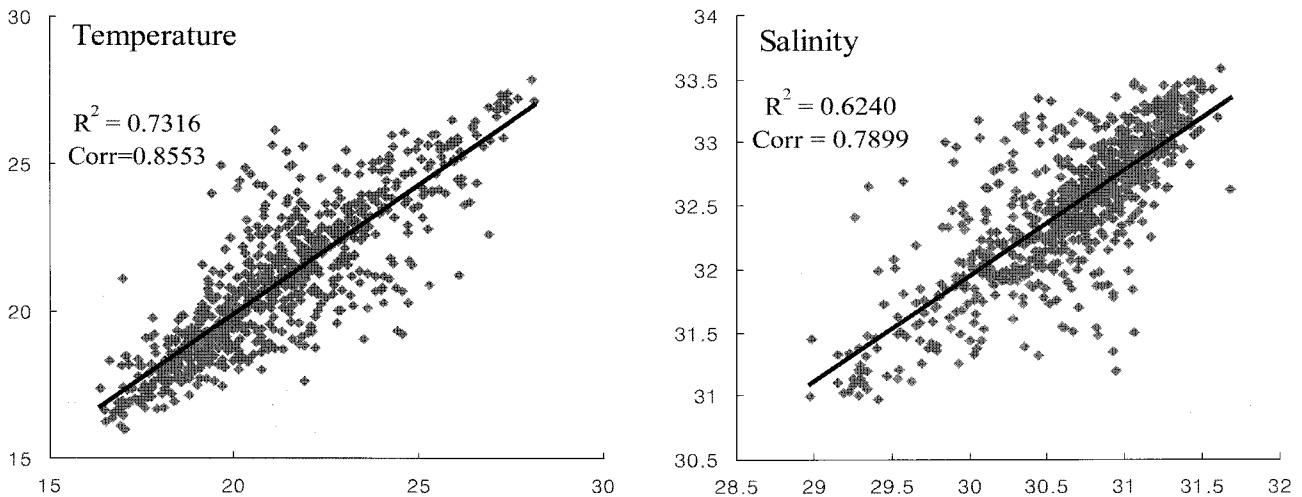


Fig. 5. Correlations between the temperature and salinity shown in Fig. 4, respectively.

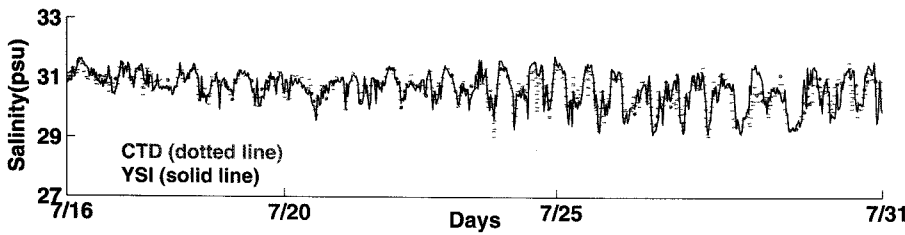


Fig. 6. Comparison of the salinity from the CTD (dotted lines) and the YSI (solid lines) shown in Fig. 4 after the calibration.

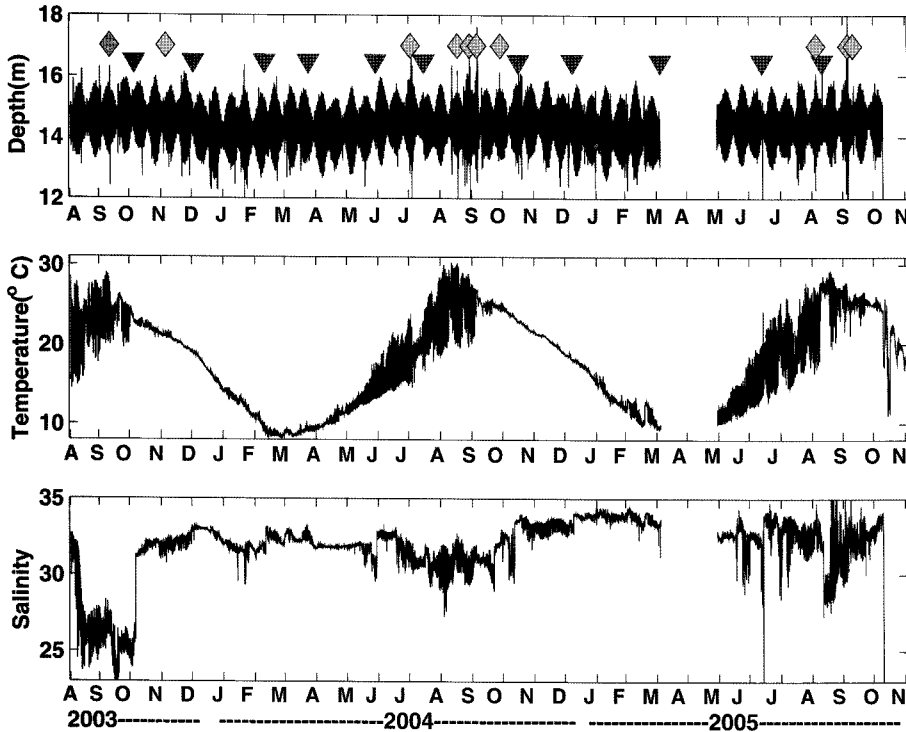


Fig. 7. The time series of depth (pressure), temperature and salinity observed at every 30 minutes using a YSI-6600 Sonde from 4 August 2003 to 3 November 2005 at 14 m deep level at the Ieodo Ocean Research Station. The Inverse triangles represent the periods of maintenance and the diamonds the periods of the Typhoons passed by the Ieodo station within 500 km radius.

에서 장비유지보수 시기는 역삼각형으로, 이어도 기지를 중심으로 반경 500 km 이내의 해역에 태풍이 통과한 시기는 마름모로 표시하였다.

수심자료는 장비유지보수 시기와 태풍이 있던 시기에는, 설치 수심 범위에서 크게 벗어난 값이 보이거나 1~2 시간 간격으로 증가와 감소를 반복하면서 불규칙한 변동을 보였다. 이 시기를 제외하면 스펙트럼 분석결과 수심은 주로 반일주조에 의해 그리고 부분적으로 일주기와 일주조에 의해 13 m~16 m 범위 내에서 주기적으로 변화하였다(Fig. 8). 수온의 경우, 최소값은 2월말에서 3월 초에, 최대값은 8월 중순에 나타나면서 겨울에 낮고 여름에 높은 뚜렷한 계절변화를 보인다. 수온의 일변화는 태양일사량변화 이외에도 조석에 의한 수층의 수직운동으로 인해 생기는데, 수온약층이 발달하는 5월 이후부터 수온의 일변화폭이 증가하기 시작하여 수온약층이 가장 강한 여름철에 가장 큰 변화폭을 나타내었다. 태풍이 있던 시기에는 태풍에 의한 수직혼합으로 인해 수온약층이 파괴되어 일변화폭이 감소하였다. 염분의 일변화는 수온과 마찬가지로 여름철이 다른 계절에 비해 크게 나타나지만, 여름철에 양자강 저염분수의 유입에 의해 30 psu이하의 저염분이 관측되는 경우를 제외하고는 큰 계절변화를 보이지 않는다. 양자강 저염분수

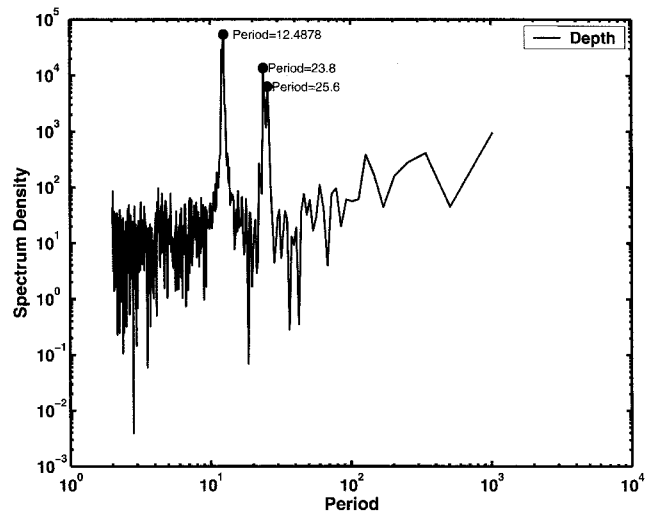


Fig. 8. Spectrum of the depth data shown in Fig. 7.

의 유입과 해수특성간의 관계는 3.3절에서 자세히 기술하였다. 저염분수의 유입시기 이외에도 태풍이 있던 시기와 장비 보수 및 재설치 시기에 염분이 급격하게 변하는 경우가 빈번히 나타나, 정확

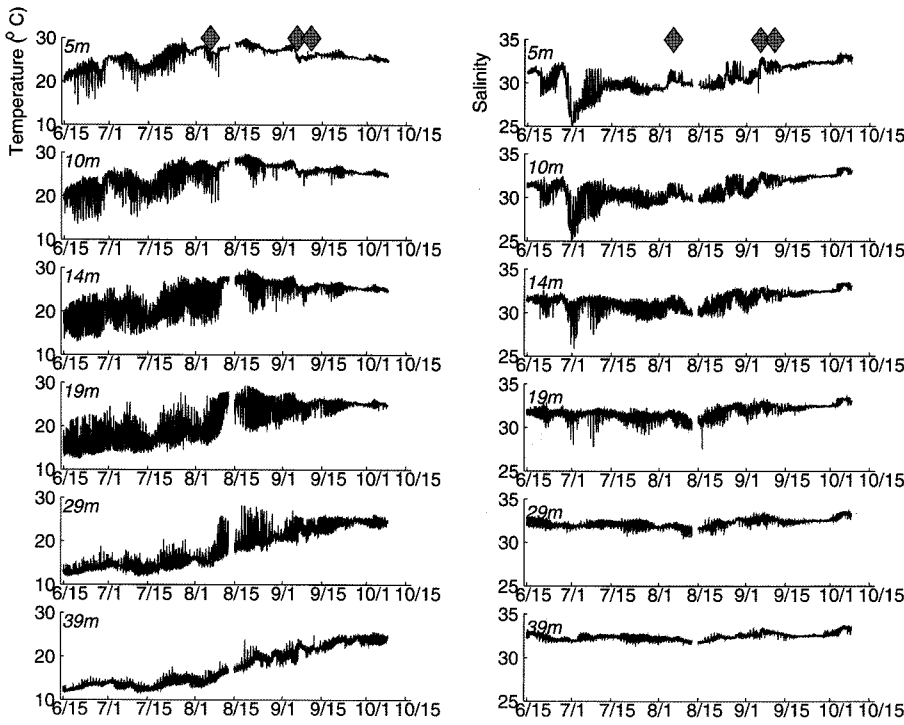


Fig. 9. Time series of temperature and salinity obtained with the six SBE 16plus CTD. The diamonds represent the periods of the Typhoons passed by the Ieodo station.

한 염분값을 얻기 위해서는 장비의 정확한 보정이 필요함을 보여준다.

수직적인 해수특성 변화를 보기 위해 CTD로 관측한 수온과 염분의 시계열을 Fig. 9에 깊이 별로 나타내었다. 그림에서 태풍이 이어도 기지 주변 해역(반경 500 km 이내)을 지나간 시기는 마름모로 표시하였다. 전반적으로 표층에서는 고온저염의 해수가 존재하며 저층에는 저온고염의 해수가 분포한다. 수온과 염분의 수직 변화는 대부분 6월에서 8월 사이에 크게 나타나는데, 이 시기에 일변화도 가장 크게 나타난다. 9월 중순 이후에는 수온과 염분의 수직 변화는 거의 없으며, 일변화도 현저하게 작아진다. 수온과 염분 모두 수온약층이 발달하는 10 m~20 m 사이에서 일변화가 크게 나타나며, 상대적으로 저층에서는 일변화가 매우 작게 나타난다.

3.3 저염분수의 특징

이어도 기지는 양자강 입구와 제주도 중간 지점에 위치해 있어, 여름철에 제주도 주변해역으로 유입되는 양자강 저염분수에 대한 모니터링이 가능하다. 일반적으로 염분이 30 psu 이하인 해수를 저염분수로 정의하는데, 저염분수는 밀도가 낮기 때문에 약 20 m 이천에 분포한다(Wang[1988]; Lie *et al.*[2003]). 양자강 저염분수

는 여름철에는 양자강 입구에서 북쪽 또는 북동쪽으로 확장하며 (Beardsley *et al.*[1983, 1985]; Hu[1994]; Lie *et al.*[2003]; Chang and Isobe[2003]), 6월에서 9월 사이에는 제주도 주변해역에서도 빈번히 관측된다 (Lie[1984, 1986]; Kim *et al.*[1991a, 1991b]; Kim *et al.*[1998]).

제주도 해양수산자원연구소에 의하면 Table 2에 나타난 것과 같이 2003년 8월과 2004년 8월에 제주 남서부 해역에서 30 psu 이하의 저염분수가 발견되었는데, 이 때 표층 염분범위는 25~29.6 psu 이었다. 이어도 기지에서도 이와 유사한 시기에 30 psu 이하의 저염분수가 관측되었다. 이어도 기지에 설치된 YSI(수심 14 m)에서 2003년 8월 15일경에 약 24 psu에 달하는 저염분수가 관측되었으며, 평균 26 psu의 저염분이 9월 11일경까지 지속되었다(Fig. 10a, 여기서는 편의상 8월 30일까지 자료만 나타냄). 2004년 8월 5일 경에는 수심 8 m에 설치된 CTR에서 최저 25.7 psu의 저염분이 관측되었다(Fig. 10b). 2003년과 2004년 모두 저염분수가 제주도 남서부해역보다 이어도 기지에서 약 10일 정도 먼저 관측된 것으로 보아, 저염분수가 이어도 기지에서 제주도 남서부해역까지 확장되는데 약 10일 정도 소요되는 것으로 판단된다. 양자강 저염분

Table 2. Durations and minimum values of the low salinity water observed in the southwestern area of the Jeju Island and at the Ieodo Ocean Research Station

Southwestern area of the Jeju Island		Ieodo Ocean Research Station	
Duration	Minimum value (depth)	Durations	Minimum value (instrument and depth)
2003. Aug. 21~29	25 psu (surface)	2003. Aug. 13~Sep. 11	23.7 psu (YSI-14 m)
2004. Aug. 6~23	25.2 psu (surface)	2004. Jul. 27~Aug. 18	25.7 psu (CTR-8 m)
-	-	2005. Jun. 29~Jul. 4	25.1 psu (YSI-8 m)
-	-	2005. Jun. 29~Jul. 4	25.3 psu(CTD-10 m)

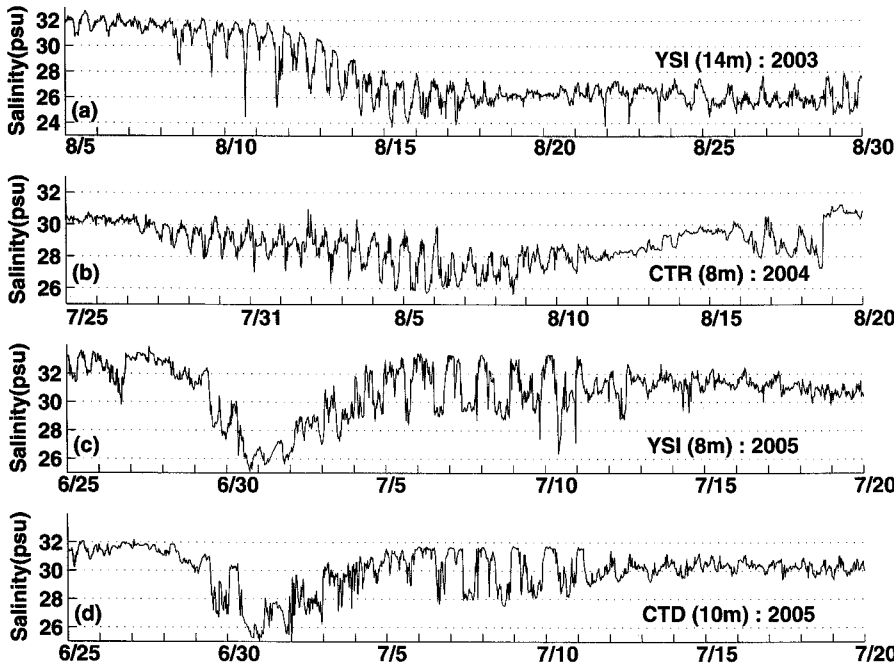


Fig. 10. The time series of salinity from (a) the YSI-6600 Sonde (14m deep) in August 2003, (b) the CTR7 (8m deep) in August 2004, (c) the YSI-6600 Sonde (8m deep) in July 2005, and (d) the SBE 16plus CTD in July 2005 (10 m deep).

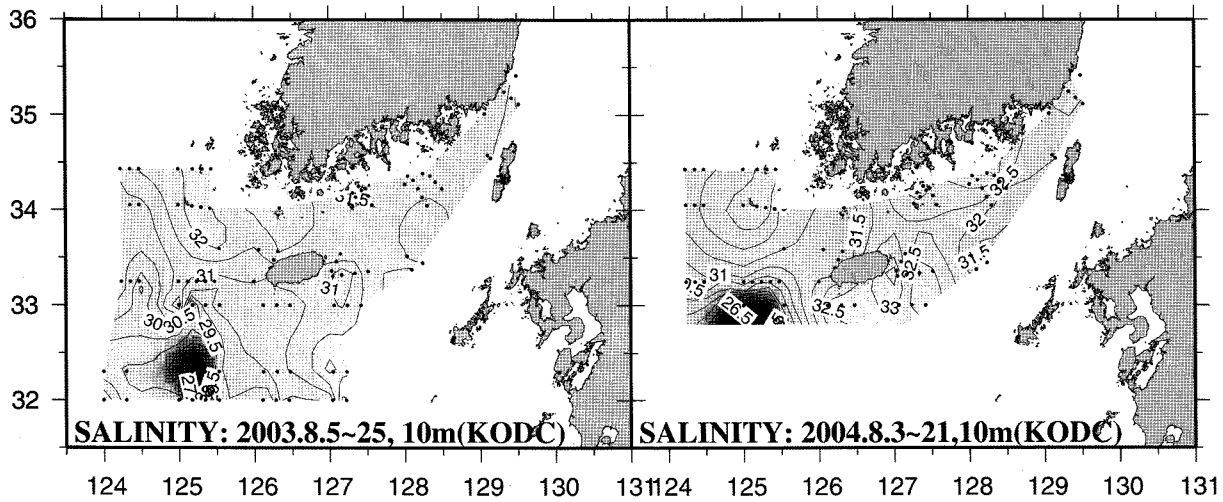


Fig. 11. Horizontal maps of the salinity at 10 m depth in August 2003 and 2004 using data from the Korea Oceanographic Data Center.

수의 정확한 이동경로와 이동시간에 대해서는 아직까지 보고된 것이 없는데, 이는 양자강 저염분수가 관측이 어려운 patch형태로 이동(Lie et al.[2003])을 하기 때문인 것으로 보인다. 2003년과 8월과 2004년 8월 국립수산과학원에서 수행한 정선관측 자료를 이용한 수심 10 m 층의 염분분포도도 30 psu 이하의 저염분수가 이어도 기지 주변해역에서부터 제주도 남서부해역까지 확장되어 분포함을 보여준다(Fig. 11).

2005년 7월 1일경에 이어도 기지에서는 25 psu에 달하는 매우 낮은 저염분수가 관측되었지만(Figs. 10c, d), 제주도 주변해역에서는 이 시기에 저염분수가 출현했다는 보고가 없으며, 국립수산과학원의 제주도 주변 해역에 대한 정선관측 결과에서도 저염분수가 나타나지 않았다. 따라서 이어도 기지를 통과한 저염분수가

반드시 제주도 근해까지 확장하는 것은 아님을 알 수 있다.

저염분수가 출현하면 염분이 수 일 동안에 급격하게 감소하였다. 2003년 8월에는 약 4일 사이에 8 psu 정도, 2004년에는 7일에 약 4 psu 정도, 2005년에도 약 3일 사이에 6~8 psu의 감소하였다(Fig. 10). 감소하는 비율과 정도는 경우마다 달라 저염분수의 특성과 이동경로가 큰 시공간적 변화를 보임을 알 수 있다.

3.4 태풍에 의한 영향

2003년 9월에는 태풍 매미(935 hPa)가 2004년 8월에는 태풍 메기(970 hPa)가 이어도 기지 근처를 지나갔다(Fig. 12). 이어도 기지의 수심 14 m에 설치된 YSI로 얻은 수심과 수온, 염분 자료를 이용하여 태풍에 의한 해수 특성변화를 분석하였다(Fig. 13). 이

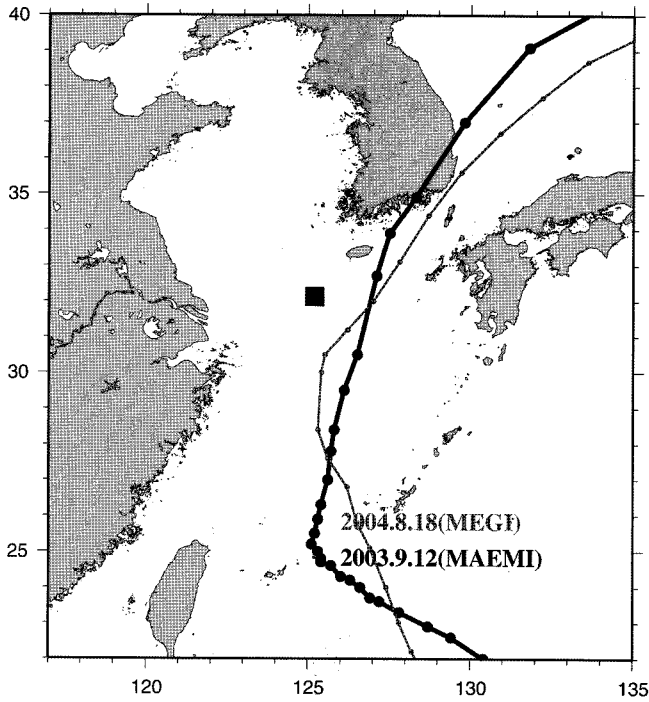


Fig. 12. The tracks of the typhoons Maemi and Megi.

그림에서 2003년도 자료는 검은색으로, 2004년도 자료는 회색으로 나타내었으며, 마름모로 표시된 곳은 태풍이 왔던 시기이다. 수심 자료를 보면, 서로 다른 시기에 태풍이 있었지만 거의 같은 변화 형태를 보인다. 태풍이 이어도 기저에 가장 근접했던 2003년 9월 12~13일과 2004년 8월 18~19일에는 2~3 시간 간격으로 수심이 급격하고 불규칙한 변화를 보이는데, 이는 태풍에 동반된

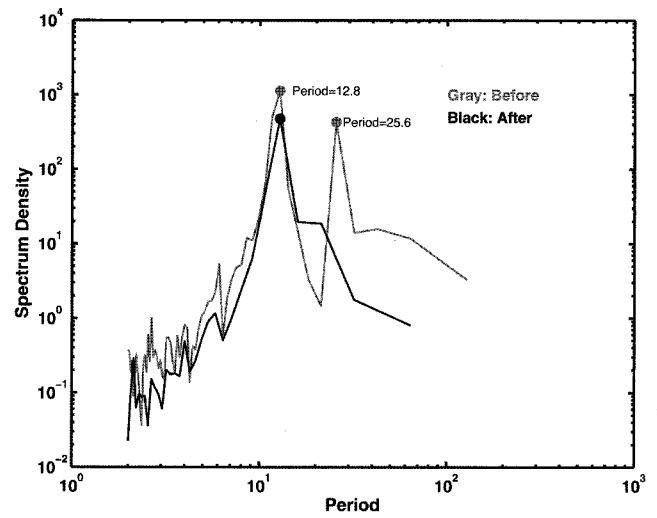


Fig. 14. Spectrum of the depth data shown in Fig. 13. The gray (black) lines mean before (after) the typhoons.

파랑에 의한 것으로 추정된다. 태풍이 통과 한 직후에는 수심이 다시 규칙적인 변화를 나타내는데 이런 현상은 3~4일간 지속되다가 태풍이 오기 전 상태로 회복된다. 스펙트럼 분석을 통해 수심의 변화 주기를 살펴본 결과 태풍이 오기 전에는 반일주조와 일주기의 상호작용으로 인해 큰 진폭과 작은 진폭의 반일주조 신호가 교대로 나타나며, 태풍 경과 후에는 일주기의 영향이 사라져 규칙적인 반일주조가 지배적으로 나타난다(Fig. 14). 태풍에 의한 연직혼합으로 태풍 통과 직후부터 약 3~4일 동안은 수온과 수온의 일변화폭이 모두 감소한다(Fig. 13).

염분의 경우, 2003년에는 태풍 전보다 태풍 통과 후에 염분이

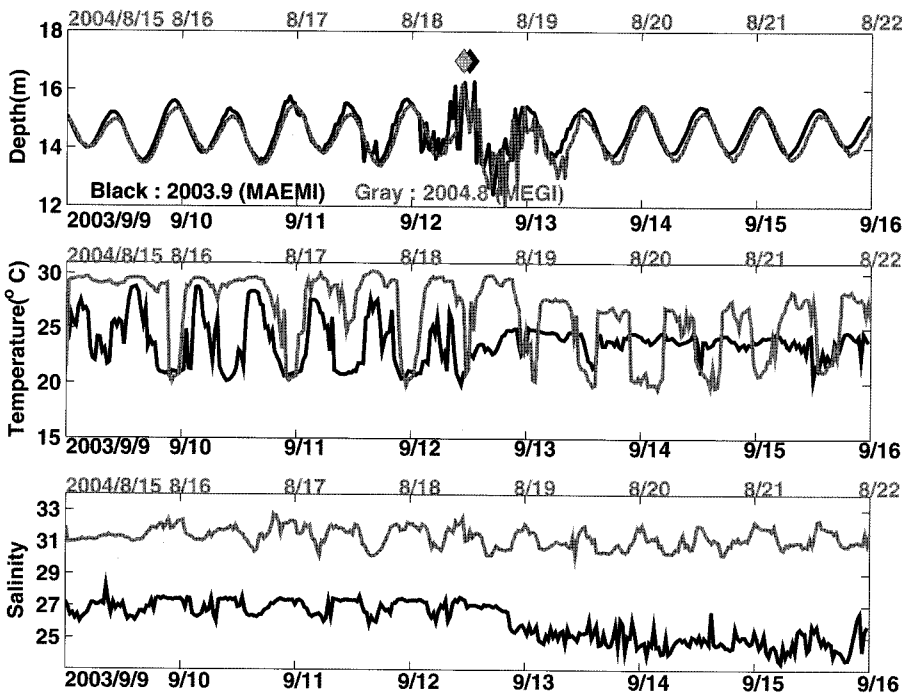


Fig. 13. The time series of depth, temperature and salinity a few days before and after the typhoons Maemi (Black line) and Megi (Grey line).

더 낮아지면서 24 psu 이하의 값이 나타났으나, 2004년에는 특별한 변화가 발견되지 않았다. 염분은 깊이에 따라 증가하기 때문에, 연직 혼합은 표층염분을 증가시킨다. 그리고 여름철에 태풍이 있던 시기에는 제주도 주변해역에서 양자강 저염분수가 출현하지 않았다(Hyun and Pang[1998]; Yoon *et al.*[2005]). 그러므로 2003년도에 태풍 경과 후 염분이 현저하게 낮아지는 것은 저염분수의 유입에 의한 것이라기 보다는 태풍에 의한 염분센서의 손상으로 인한 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

이어도 종합해양과학기지서 YSI-6600 Sonde로 약 2년간, CTR7으로 약 1년 6개월 가량, SBE 16 plus CTD로 2개월 가량 압력과 수온, 염분을 관측하였다. 장비의 유지 보수 작업은 약 2개월 간격으로 수행되었다. 이어도 기지에서 얻어진 수온 자료는 높은 정확도를 보였다. 염분자료는 일부 기간에 관측된 자료는 정확도가 높았으나, 전반적인 자료의 정확도와 안정도는 높지 않았다. 하지만 자료의 분포 경향은 일치하고 있기 때문에 이 자료를 이용하여 동중국해 해수의 특성과 양자강에서 유입되는 저염분수의 특성, 태풍에 의한 해수의 특성변화 등을 파악할 수 있었다.

압력(수심)은 일반적으로 반일주조를 그리고 부분적으로 일주기를 따라 변화하는데, 태풍 경과 후 3~4일간은 일주기의 영향이 사라져 반일주조 변화가 지배적으로 나타난다. 수온과 염분은 여름철에 큰 일변화를 보이는데, 수온의 경우 태풍 통과 직후에는 연직혼합으로 인해 수온이 감소하고 일변화도 작아진다. 수온은 겨울철에 낮고 여름철에 높은 뚜렷한 계절변화를 나타내는데 반해 염분은 여름철 양자강 연안수의 유입으로 인한 저염분화 이외에는 뚜렷한 계절변화를 보이지 않는다.

2003년과 8월과 2004년 8월에 제주도 주변 해역에 양자강 저염분수가 출현했는데, 이어도 기지에서는 이보다 약 10일 정도 먼저 저염분수가 관측되었다. 하지만 2005년 7월에는 이어도 기지에서는 저염분수가 발견되었으나, 제주도 근해에서는 발견되지 않았다. 제주도 근해에서 발견된 저염분수가 이어도 기지를 통과하였기 때문에, 이어도 기지를 이용하면 제주도 근해에 저염분수 경보를 조기에 내릴 수 있다. 하지만 이어도 기지를 통과한 저염분수가 반드시 제주도 근해로 확장하는 것은 아니기 때문에 단순히 이어도 기지에서 저염분수가 발견되었다고 저염분수 경보를 내릴 수 있는 것은 아니다. 수직적으로 연속관측이 이루어지지 않아 정확한 저염분수의 두께를 파악하기는 어려우나 수심 19 m에 설치된 CTD에서도 저염분수가 관측된 것으로 보아 저염분수의 두께는 19 m 이상일 수 있다. 저염분수가 출현하는 시기에는 표층 염분이 3~4일 이내에 8 psu 정도까지 급격히 감소하였다가 짧게는 6일에서 길게는 30일 정도 후에 예전 값으로 회복된다.

이어도 종합해양과학기지에 설치된 모니터링 시스템에서 얻은 연속관측자료를 통해 동중국해 해수의 전반적인 특성과 저염분수의 특징, 태풍의 영향을 파악할 수 있었다. 안정적인고 정확한 염

분자료를 얻는 것이 아직 어려운 문제로 남아 있지만, 계속 자료를 수집하고 관리한다면, 동중국해 해수의 중장기적인 변화뿐만 아니라 산사댐 건설로 인한 양자강수 저염분수의 변동과 이로 인해 파생되는 변화들도 파악할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

논문을 심사해주신 편집위원과 심사위원께 감사를 드립니다. 본 연구는 한국해양연구원에서 수행된 “북서태평양이 한반도 주변해(대한해협)에 미치는 영향(PN06401)”사업과 “종합해양과학기지 구축 및 활용연구(PM38300, 해양수산부 지원)”사업, “중장기 기후 변화에 따른 동중국해 해양생태계 변동예측 연구(PM39000, 해양수산부 지원)”사업, “해양 변동성과 동아시아 기후 변동성간 상관성의 평가와 이해(PN56700, 해양수산부 지원)”사업의 지원으로 수행되었다.

참고문헌

- [1] Beardsley, R.C., R. Limeburner, K. Le, D. Hu, G.A. Cannon and D.J. Pashinski, 1983, “Structure of the Changjiang plume in the East China Sea during June 1980”, *Proceedings of the International Symposium on Sedimentation on the Continental shelf, with Special Reference to the East China Sea*, April 12-16, Hangzhou, P. R. China, 1, China Ocean Press, Beijing, 265-284.
- [2] Beardsley, R.C., R. Limeburner, H. Yu, and G.A. Cannon, 1985, “Discharge of the Changjiang (Yangtze River) into the East China Sea”, *Cont. Shelf Res.*, Vol.4, 57-76.
- [3] Chang, P.-H. and Isobe A., 2003, “A numerical study on the Changjiang diluted water in the Yellow and East China Sea”, *J. Geophys. Res.*, Vol.108, No.C9, 3229, doi:10.1029/2002JC001749.
- [4] Chen, C., R.C. Beardsley, R. Limeburner and K. Kim, 1994, “Comparison of winter and summer hydrographic observations in the Yellow and East China Seas and adjacent Kuroshio during 1896”, *Cont. Shelf Res.*, Vol.14, No. 7/8, 909-929.
- [5] Kim, I.-O. and H.-K. Rho, 1994, “A Study on China Coastal Water appeared in the Neighbouring Seas of Cheju Island”, *Bull. Kor. Fish. Soc.*, Vol.27, No.5, 515-528.
- [6] Kim, K., K.-R. Kim, T.S. Rhee, H.K. Tho, R. Limeburner, and R.C. Beardsley, 1991a, “Identification of water masses in the Yellow Sea and the East China Sea by cluster analysis”, *Oceanography of Asian Marginal Seas*, Elsevier Sci., NY. 253-268.
- [7] Kim, K., H.-K. Rho, and S.H. Lee, 1991b, “Water masses and circulation around Cheju-do in summer”, *J. Oceanol. Soc. Korea*, Vol.26, 262-277.
- [8] Kim, S.-S., W.-J. Go, Y.-J. Jo, P.-Y. Lee, and K.-A. Jeon, 1998, “Low salinity anomaly and nutrient distribution at surface waters of the South Sea of Korea during 1996 summer” (in Korean), *J. Korean Soc. Oceanogr.*, Vol.3, 165-169.
- [9] Hu, D.-X., 1994, “Some striking features of circulation in Hua-

- nghai Sea and East China Sea”, *Oceanology of China Seas* Vol.1, 27-38.
- [10] Hyun, K.-H. and I.-G. Pang, 1998. “Abnormally low salinity waters around Cheju Island in summer”, (in Korean), *Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Nat. Univ.*, Vol.22, 69-78.
- [11] Lie, H.-J., 1984, “A note on water masses and general circulation in the Yellow Sea (Hwanghae)”, *J. Oceanol. Soc. Korea*, Vol.19, 187-194.
- [12] Lie, H.-J., 1986, “Summertime hydrographic features in the south-eastern Hwanghae”, *Progr. Oceanogr.*, Vol.17, 229-242.
- [13] Lie, H.-J., C.-H. Cho, J.-H. Lee and S. Lee, 2003, “Structure and eastward extension of the Changjiang River plume in the East China Sea”, *J. Geophys. Res.*, Vol.108, No.C3, 3077, doi:10.1029/2001JC001194.
- [14] Pang, I.-C., K.-H. Hyun and H.-K. Rho, 1999, “Preliminary study on abnormally low salinity waters around Cheju Island in summer”, *Proceeding of 2nd International Workshop on Oceanography and Fisheries in the East China Sea. Nagasaki*, 25-26 Nov. 1999.
- [15] Wang W., 1988, “Yangtze Brackish Water Plume-Circulation and Diffusion”, *Prog. Oceanog.*, Vol.21, 373-385.
- [16] Yoon H.-J., H.-K. Cho and Y.-H. Ahn, 2005, “Influence analysis of China Coastal Water in the seas surrounding Jeju Island using satellite data and empirical orthogonal function analysis”, (in Korean), *Korean J. Remote Sensing*, Vol.21, No. 6, 469-482.

2006년 8월 1일 원고접수

2006년 11월 16일 수정본 채택