

제주도 중문 연안역의 물리해양환경에 대한 연구

방익찬* · 홍창수 · 오경희
제주대학교 해양학과

Study on Physical Oceanographic Environments in the Coastal Sea of Chung-Moon, Cheju Island

IG-CHAN PANG*, CHANG-SU HONG AND KYUNG-HEE OH
Department of Oceanography, Cheju National University, Cheju-Do 690-756, Korea

관광단지의 개발로 인해 생활오염수가 연안생태계에 영향을 미칠 가능성이 제기된 제주도 남쪽 중문 연안해역에 대해 1997년 7월부터 2000년 6월까지 매달 1회씩 관측하여 물리해양학적 특성을 조사하였다. 겨울철과 여름철의 특성은 각각 12~4월과 6~10월에 나타나며 5월과 11월은 중간시기이다. 겨울철에는 수온이 약 14~16°C, 염분이 34~34.7 psu로 대마난류수가 분포하며 여름에는 수온이 15~27°C, 염분이 32~34.3 psu로 저층에는 여전히 대마난류수가 분포하고 표층에는 저염의 양자강연안수가 영향을 미치고 있다. 양자강연안수의 영향이 특히 강한 때는 30 psu 이하가 나타나기도 한다. 성층은 연안에서는 거의 형성되지 않고 외양에서 약 20 m 층에서 6~10월에 형성된다. 표층의 등온선과 등염분선의 분포는 때때로 해안선에 수직인 경향이 나타나며 이것은 정점 1 부근의 화력발전소와 정점 3 부근의 하천과 하수종말처리장의 영향으로 해석할 수 있다. 이번 관측으로는, 이들의 영향이 미칠 수 있는 최대한도는 수온이 300 m 거리에서 약 0.4°C 이하, 염분이 30 m 이내의 거리에서 약 0.1 psu 이하로만 말할 수 있다. 보다 정확한 영향을 파악하기 위해서는 관측정점들이 화력발전소와 하수종말처리장 배출구에 보다 가깝고 조밀해야 할 것이다.

Physical oceanographic environments in the coastal sea of Chung-Moon located in the south coast of Cheju Island, Korea, where water pollutions by growing tourism complex possibly start to influence on the ecological system, are studied with hydrographic data observed monthly during July 1997 to June 2000. Winter and summer characteristics are shown in December to April and June to October, respectively, and transitional characteristics are shown in May and November. Waters show 14~16°C and 34~34.7 psu in winter and 15~27°C and 32~34.3 psu in summer. It tells that Tsushima water distributes in the whole column in winter and in the lower layer in summer, and Yangtze coastal water appears in the surface water in summer. When the influence of Yangtze coastal water is strong, salinities below 30psu are shown. Stratification is formed in the depth of about 20 m from June to October, so that it is not shown in the near shore stations, of which the depth is about 10 m. Isotherms and isohalines sometimes tend to be perpendicular to the coast line in the surface, which seems to show influences from the steam power plant near St. 1 and the sewage disposal plant near St. 3. During the observation period, temperatures in St. 1 are a little higher than those in St. 2 and St. 3 except for a couple of months in summer and salinities in St. 3 are mostly a little lower than those in St. 1 and St. 2. Their effects seem to be no more than 0.4°C in a distance of 300 m and no more than 0.1 psu within a distance of 30 m.

서 론

풍부한 관광자원을 보유하고 있는 중문(Fig. 1)은 제주도 관광의 중심도시로서 앞으로 국제적인 관광도시로 성장할 것으로 기대된다. 그러나 도시의 발전이나 관광단지 조성에 따라 각종 오염이 유발되고 있으며 수질오염은 연안해역을 오염시켜 연안해역의 생태계에 영향을 줄 가능성이 있다. 특히 중문 연안해역에는 주변에 화

력발전소, 하수처리장과 중문해수욕장이 있으며 계획 중인 해상국립공원이 설립되면 생태계에 미치는 영향은 더욱 커질 것이다. 그러므로 해양오염이나 생태계 연구 등 연안환경에 대한 연구가 필요하며 그에 따라 물리해양환경에 대한 조사가 필요하게 되었다.

제주도의 남쪽 해역에 영향을 주는 수괴로는 고염의 대마난류수, 저염의 중국대륙연안수, 저온의 (황해)저층냉수와 제주도 연안에서 형성되는 연안수들이 있다(Kim, 1986; 윤 등, 1991; Kim *et al.*, 1991; Pang *et al.*, 1992; 방 등, 1995). 이밖에도 해안은 관광단지의 개발로 인해 유입되는 담수의 영향도 받을 것이다. 이는

*Corresponding author: pangig@cheju.cheju.ac.kr

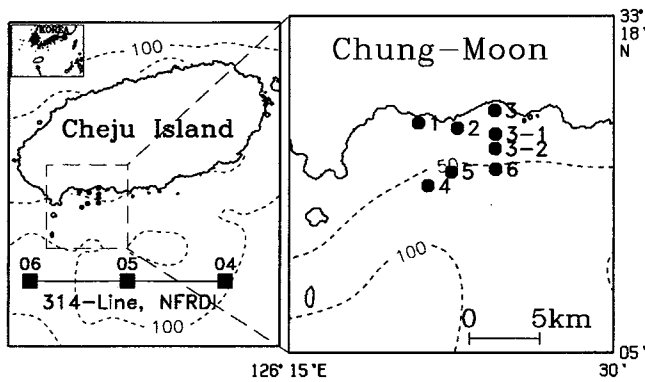


Fig. 1. Hydrographic stations (●) of the coastal sea of Chung-Moon and St. 4~6 (■) in Line 314 observed by National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI).

문에서는 관측해역이 어떤 물리해양환경의 특성을 가지고 있으며 관광단지의 개발과 기타 주변환경에 의해 해안의 물리해양환경은 어떤 영향을 받는지를 알아보았다.

연안역에 영향을 미칠 수 있는 요소로는 포구(정점2)를 중심으로 동쪽으로는 하수종말처리장(정점3)과 중문해수욕장, 중문관광단지가 있으며, 서쪽으로는 화력발전소(정점1)와 화순항이 있다 (Fig. 1). 관측해역의 수온과 염분은 CTD(SBE19)를 이용하여 연안해역(정점1~3)과 외양해역(정점4~6)에 모두 6개 정점을 중심으로 1997년 7월부터 2000년 6월까지 매달 1회씩 조사하였고, 외해방향의 영향을 보다 자세히 보기 위하여 1999년 8월부터 2000년 6월까지 정점6과 정점3사이에 정점3-2, 3-1을 추가하였다. 참고에 사용된 자료에는 1970~1999의 국립수산진흥원(NFRDI; National Fisheries Research and Development Institute) 관측자료(관측정선 314의 정점4~6), 1965~1989의 CSK(Cooperative study in the Kuroshio and Adjacent Regions) 관측자료, 1997년 7월부터 2000년 6월에 서귀포 기상청에서 관측된 기온과 강우량 자료들이다.

주변해역과 조사해역의 해수특성

Fig. 2는 1970~1999년 동안 제주 남부해역(관측정선 314의 정점4~6, NFRDI)에서 관측된 해수의 T-S diagram이다. 12월, 2월, 4

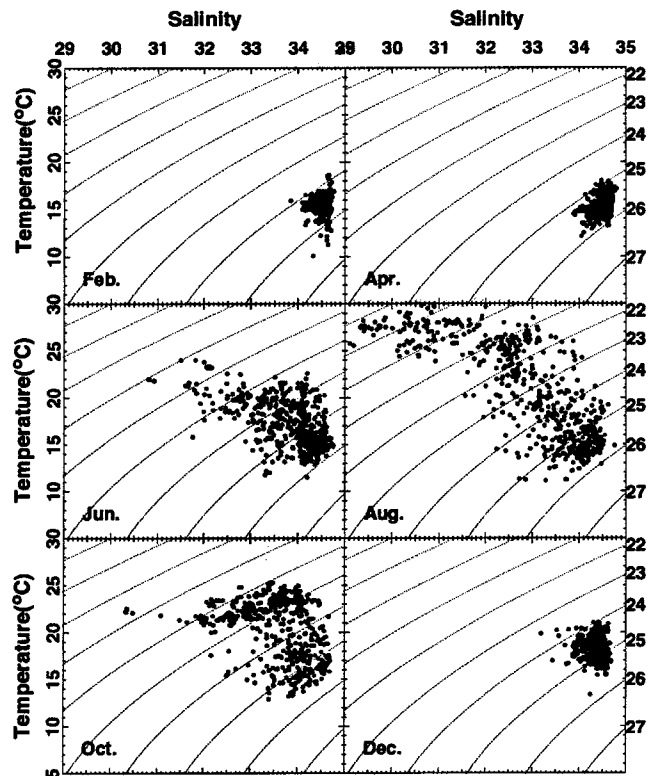


Fig. 2. Bimonthly T-S diagrams of the data observed by NFRDI (St. 4~6 in Line 314) during 1970~1999.

월은 고염인 겨울철 특성을 보이고 6월, 8월, 10월은 저염인 여름철 특성을 보인다. 겨울철에는 대마난류수의 분포가 황해방면으로 확장되기 때문에 이 해역이 고염화되는데 비해 여름철에는 양자강연안수의 유입으로 저염화되고 있다(Uda, 1934; Beardsley and Limeburner, 1983; Yu *et al.*, 1983; Zhao *et al.*, 1983; Byun and Chang, 1988; Pang *et al.* 1992). 겨울철의 특성이 가장 큰 2월에는 대부분의 해수 염분이 34psu 이상이며 여름철의 특성이 가장 큰 8월에는 29psu 정도까지 낮아진다. 수온의 범위는 2월에 약 11~19°C이며 8월에는 고온이 30°C 정도까지 높아지는데 비해 저온은 2월과 비슷하다. 여름철의 저온수는 염분폭이 약 32.7~34.5 psu

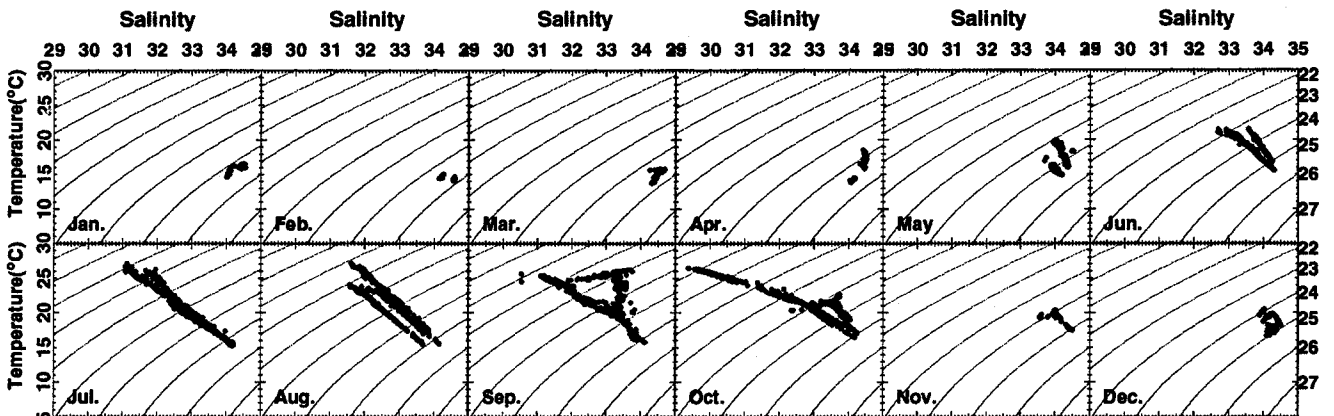


Fig. 3. Monthly T-S diagrams of the data observed in the coastal sea of Chung-Moon during Jul. 1997~Jun. 2000.

Table 1. Temperatures and salinities in the observation area and its offshore area (St. 4~6 in Line 314, NFRDI).

Season	Property	Offshore Area (St. 4~6 in Line 314, NFRDI)	Observation Area
February (winter)	Temperature (°C)	11~19	14~16
	Salinity (psu)	34.0~34.8	34.1~34.6
August (summer)	Temperature (°C)	11~30	15~27
	Salinity (psu)	29.0~34.6	31.5~34.2 (down to 29.3 in Oct)

로서 여기에는 대마난류수와 저층냉수가 함께 포함되어 있음을 알 수 있으며 이것은 여름철에 황해에서 남하하는 저층냉수가 관측해역의 주변까지 영향을 미치고 있음을 보여준다.

Fig. 3은 조사해역의 월별 T-S diagram이다. 겨울철 특성인 고염은 12~4월에 나타나고 여름철 특성인 고온·저염화는 6~10월에 나타나며 5월과 11월은 두 계절의 중간시기를 보여준다. 겨울철의 염분은 대부분 34 psu 이상인데 비해 여름철(10월)에는 30 psu 이하까지 내려가기도 한다. 이것은 겨울철에는 고염의 대마난류수가 여름철에는 저염의 양자강연안수가 이 해역에 영향을 미치고 있음을 보여준다. 수온은 2월에 가장 낮아 최저값이 약 14~16°C 정도이며 7~8월에 가장 높아 최고값이 약 27°C에 이른다. 여름철에도 최저 수온값은 약 15°C 정도로 겨울에 비해 별로 차이가 나지 않는다. 그러나 여름철의 최저수온(15°C) 해수의 염분은 약 34 psu로서 이 특성은 대마난류수에 가깝다. 6~8월에 특성의 분포가 저온고염에서 고온저염으로 거의 직선상에 분포하고 있는 것으로 보아 이 해역의 해수들이 수직혼합으로 형성되었다는 것을 알 수 있다. Table 1에 비교된 제주도 남부해역과 중문해역에서 2월과 8월의 수온과 염분의 값을 보면 중문해역의 수온과 염분범위는 외해의 수온과 염분범위의 중간에 분포하여 외해의 해수가 연안에 유입되며 혼합이 이루어졌음을 뒷받침한다. 그러므로 외해에 분포하는 저층냉수가 혼합을 통해 조사해역에 영향을 미쳤다고 볼 수도 있다. 그러나 혼합된 값은 대마난류수에 가깝다. Fig. 4는 황해와 동중국해에서 관측된 CSK자료의 T-S diagram으로 중문해역이 여름철에는 대마난류수의 가장자리에 위치한 것을 감안하면 중문해수의 특성은 대마난류수에 가까우며 저층냉수는 그다지 영향을 미치지 않았음을 알 수 있다. 즉, 조사해역의 저층은 년중 대마난류수가 분포하는 해역으로 볼 수 있다. 9~10월에는 이외에 고온고염의 특성이 일부 나타나(Fig. 3) 고염의 대마난류수가 혼합되지 않고 유입되고 있음을 보여준다.

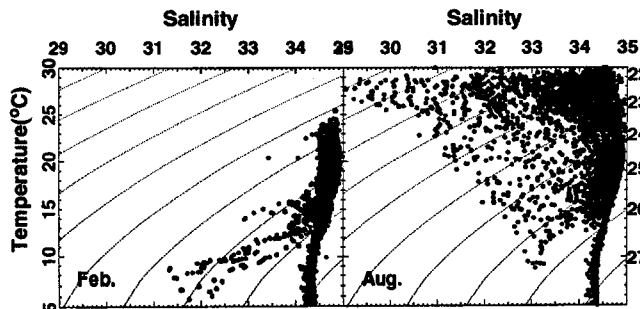


Fig. 4. T-S diagrams of CSK data observed in the East China Sea and the Yellow Sea in Feb. and Aug., 1965~1989.

표층의 수온·염분 분포

Fig. 5은 각각 조사해역의 표층수온과 표층염분의 월별 변화를 보여준다. Fig. 3에서와 같이 최고수온은 7~8월에 약 27°C, 최저수온은 2월에 약 14°C정도이며 최고염분은 2월에 약 34.6, 최저염분은 보통 7~8월 약 31 psu 정도이다. 그러나 1999년 10월(2일)에는 약 29.5 psu 까지 내려갔는데, 이것은 양자강저염수의 핵이 이 시기에 제주도 남쪽 연안에 가까이 스쳐 지나갔기 때문이다. Fig. 6은 양자강연안수 유입의 예보를 위해 제주도청 주관으로 제주도 서쪽해역에서 관측된 자료로 1999년 9월 30일에 수온과 염분의 수평분포도인데 제주도 남쪽해역으로 29 psu에 가까운 저염수가 유입되고 있음을 보여주며 10월 2일에 관측된 저염(Fig. 5(B))은 이 영향임을 알 수 있다. 이 해역은 연안이 외양과 구분 없이 연결되어 있기 때문에 표층수온과 표층염분은 대체적으로 연안해역(정점1~3)과 외양해역(정점4~6)에 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 작은 차이를 본다면 여름철에 가끔 예외가 보이지만 일반적으로는 연안해역이 외양해역보다 약간 낮다. 연안에는 가끔 저온이나 저염의 핵이 나타나는데 1998년 7월 3일과 같이 저온과 고염이 동시에 나타날 때는 강한 수직혼합에 의한 것으로 볼 수 있으며, 1999년 9월과 같이 수온은 차이가 별로 없으나 저염의 핵이 나타날 때는 육지로부터 유입되는 담수에 의한 것으로 볼 수 있다.

Fig. 7은 정점2의 표층수온과 표층염분을 서귀포에서 관측된 기온과 강우량과 각각 비교한 것이다. 강우량에서 점선 막대는 월강수량을, 실선 막대는 해양관측일부터 7일 전까지의 강수량을 나타내었다. 표층수온을 기온과 비교해 보면 여름에는 비슷하지만 겨울에는 약 7°C 정도 높아 제주도 남쪽해안의 기후가 겨울에 따뜻한 이유를 설명해 준다. 수온의 위상은 기온의 위상보다 약 1~2달간 늦다. 관측해역의 강우량은 표층염분의 계절변화에 큰 영향을 주는 것 같지는 않다. 1997년 10월에는 강우량이 매우 적는데도 염분이 낮아졌으며 1999년 9월에는 강우량이 줄어드는데도 염분은 계속 떨어지고 있다. 특히 관측 전 7일 동안의 강우량과 표층염분은 더욱 관계가 적은 것으로 보인다.

수직구조와 성층

연안의 수심이 5~10 m로 외양에 비해 아주 얇아 연안의 저층을 외양의 저층과 같이 비교하기 어렵기 때문에 각 정점들의 수직분포로 저층의 분포를 알아보았다. Fig. 8은 각각 정점2와 5의 수직 수온·염분 분포의 시계열(time series)이다. 연안해역(정점 2)의 수심을 보면 같은 관측점이라도 관측시기마다 매우 다르게 나타나는데 그 이유는 이 해역의 해저수심이 급격하게 변하기 때문에 관측지점이 약간만 달라도 수심의 변화가 크기 때문이다. 상

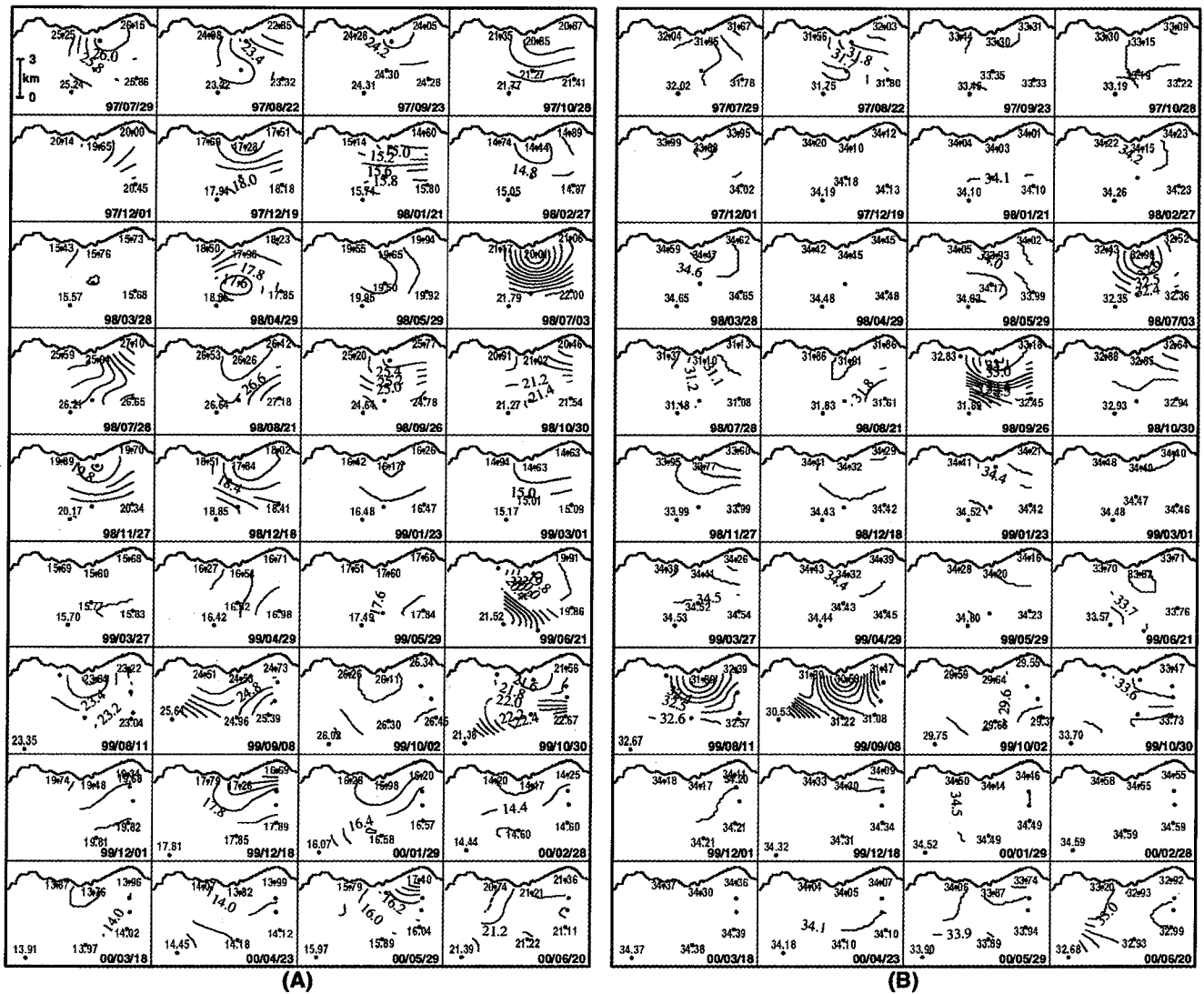


Fig. 5. Monthly horizontal distributions of sea surface temperature(A) and salinity(B) in the coastal sea of Chung-Moon during Jul. 1997~ Jun. 2000.

층 10 m는 여름철에도 수직적으로 균일한 분포가 많이 나타난다. 그러므로 수심이 10 m 이내인 연안해역에서는 여름철에도 성층이 형성되지 않을 때가 많다. 연안해역에서는 표층과 저층의 차이가 대부분 수온은 1~2°C이며 염분은 1 psu 이내이다. 이에 비해 외양 해역에서는 표층과 저층의 차이가 수온은 약 10°C, 염분은 약 2 psu 정도로 나타난다. 표층과 저층의 특성범위는 Table 2에 정리되었다.

해안선과 수직인 방향의 수직구조를 보다 자세히 관측하기 위해 정점3과 정점6 사이에 정점3-1과 3-2를 추가하여(Fig. 1), 1999년 8월부터 2000년 6월까지 관측하였으며 그 단면의 수온과 염분 분포를 Fig. 9에 보였다. Fig. 8~9를 보면 성층은 6월부터 10월까지 형성되며 가장 강한 시기는 7~8월이고 수심은 대략 20 m 층이다. 연안에서는 여름철에 때때로 약하게 나타나는 것 이외에는 성층이 거의 형성되지 않고 있다. 해안역에 성층이 약하게 나타나는 것은 여름철에 성층이 이루어지는 깊이(20 m 정도)보다 해안의 수심이 얕기 때문이다. 참고로 Fig. 9을 보면 1999년 12월 28일에 정점3에서 저염분수가 분포하고 있는데 그 해수의 수온도 낮아

리장의 배출수에 의한 것으로 보인다. 정점3(표층염분 34.088 psu)과 정점3-1(표층염분 34.334 psu)의 거리가 약 300 m이기 때문에 배출수의 영향이 200 m 거리에서 약 0.2 psu 이하로 볼 수 있다.

겨울철 전 해역과 여름철 외양의 저층에서는 15°C 이상과 34.0 psu 이상의 고온고염의 해수가 분포하므로 외양의 저층에서는 해수특성의 계절변화가 아주 작다. 그러므로 관측해역은 수심 약 20 m를 경계로 상층과 하층으로 구분할 수 있으며 하층은 년중 대마난류수가 분포하는데 비해 상층은 겨울에는 대마난류수, 여름에는 양자강연안수가 분포하는 구조를 보이고 있다.

주변환경의 영향

표층의 등온선과 등염분선의 분포는 전반적으로 해안선에 평행한데 비해 가끔 해안선에 수직인 경향이 나타난다. 앞에서 설명한 바와같이 어떤 경우는 연안의 수직혼합이나 육지로부터의 담수에 의한 것이기도 하지만 정점1 부근의 화력발전소와 정점3 부근의

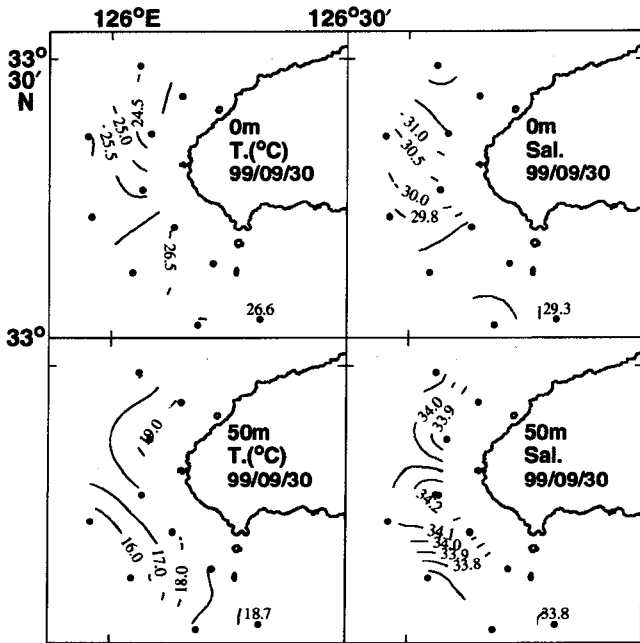


Fig. 6. Horizontal distributions of temperature and salinity in the west sea of Cheju Island in the surface and the depth of 50 m in Sep. 30, 1999.

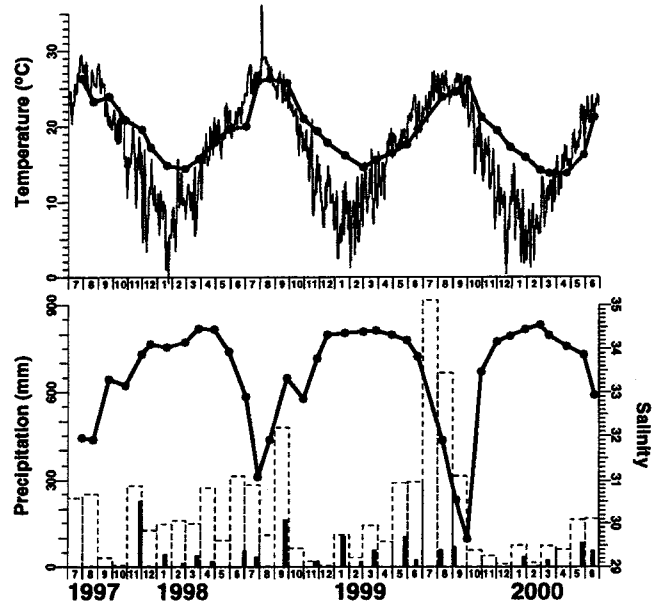


Fig. 7. Time series of sea surface temperature (bold line) and air temperature (thin line), and sea surface salinity (bold line) and precipitation during Jul. 1997 ~ Jun. 2000. Dashed sticks and narrow dark sticks for precipitation are monthly precipitations and the precipitations for one week before observation.

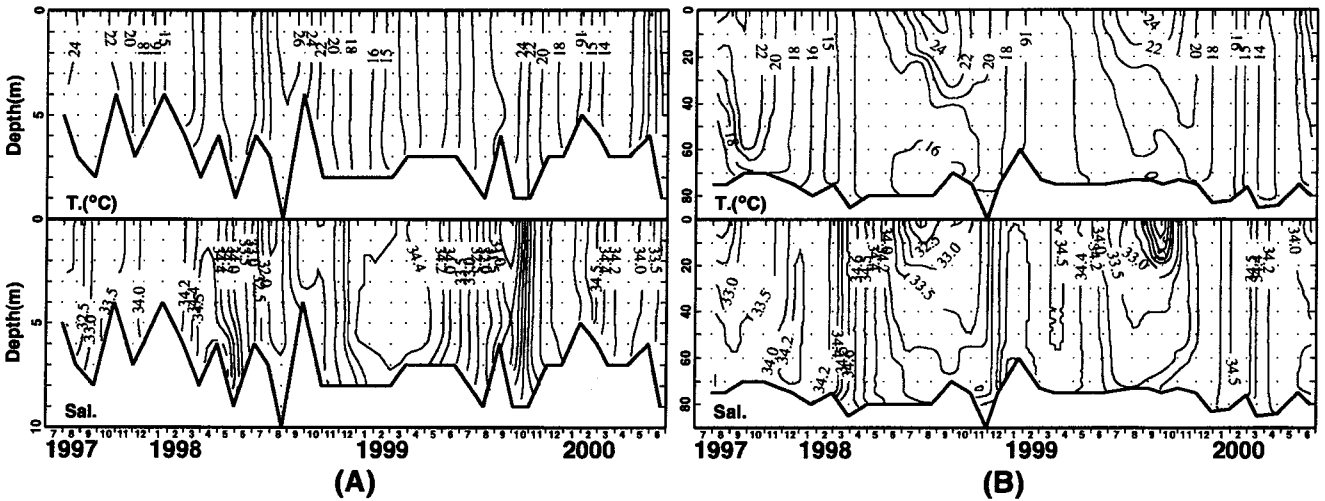


Fig. 8. Time series of vertical temperature and salinity profiles at St.2(A) and St.5(B).

하천과 하수종말처리장의 영향으로 해석해야 하는 경우도 있다. 화력발전소는 냉각수를 해수로 사용하므로 염분에는 영향이 없으나 수온에 영향을 주며 하천과 하수종말처리장은 수온보다는 염분에 영향을 끼친다. 이러한 영향을 알아보기 위해 연안정점들(정점1~3) 사이의 수온차이와 염분차이를 구해 보았다(Fig. 10). 수온차이는 정점1의 수온에서 정점2와 3의 수온을 각각 뺀 값이며, 염분차이는 정점3의 염분에서 정점1과 2의 염분을 각각 뺀 값이다.

정점1의 수온은 정점2와 정점3의 수온에 비해 낮게 나타나는 기간보다 높게 나타나는 기간이 많다. 정점1의 수온에서 정점2의 수온을 뺀 차이의 평균은 약 0.17°C이며 정점1의 수온이 정점2의

수온에 비해 높은 값을 평균하면 약 0.43°C이다. 정점1과 정점3의 수온 차이도 정점1과 정점2의 수온차이와 비슷하지만 약간 작다. 평균차이는 약 0.10°C이며 정점1의 수온이 정점3의 수온에 비해 높은 값을 평균하면 약 0.40°C이다. 정점1과 정점3의 수온차이가 정점1과 정점2의 수온차이보다 크지 않다는 것은 정점1 부근의 화력발전소에서 배출된 온배수의 영향이 적어도 정점2에까지 미치지 않는다는 것을 보여준다.

반면, 정점3의 염분은 정점1과 2의 염분에 비해 높게 나타나는 기간보다 낮게 나타나는 기간이 많다. 정점3의 염분에서 정점2의 염분을 뺀 차이의 평균은 약 -0.04 psu이며 정점3의 염분이 정점

Table 2. Temperatures and salinities in the near-shore zone (St.1 ~ 3) and the off-shore zone (St.4 ~ 6) off Chung-Moon, Korea.

		Temperature (°C)		Salinity (psu)	
		near-shore	off-shore	near-shore	off-shore
February (winter)	Surface	14.5	15.0	34.0	34.2
	Bottom	14.5	14.8	34.2	34.2
August (summer)	Surface	26 ~ 27	25 ~ 26	31.8 ~ 32.2	31.0 ~ 32.2
	Bottom	25	16	31.8 ~ 32.0	34.0

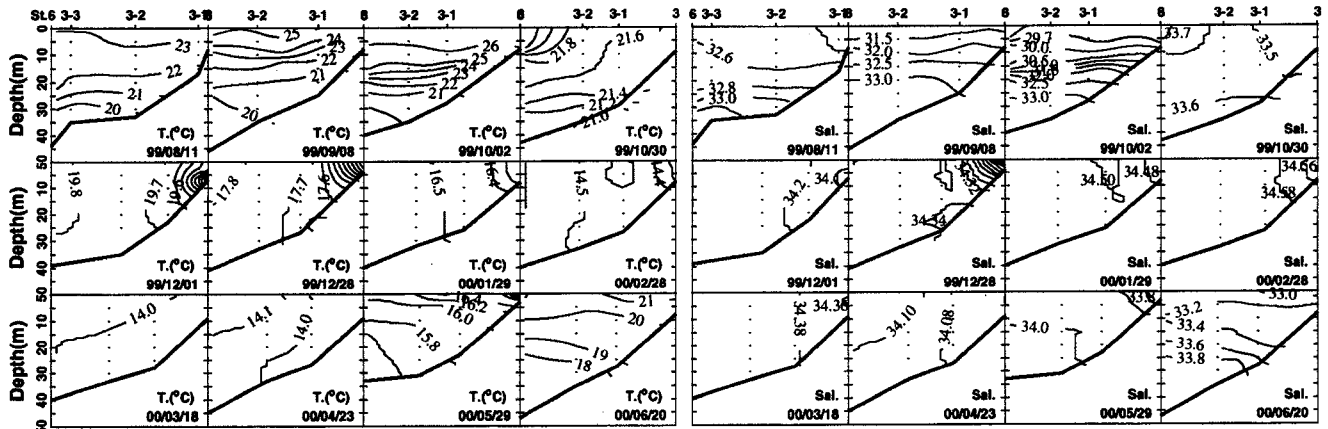


Fig. 9. Monthly temperature and salinity profiles along the section from St.3 to St.6 during Aug. 1999 ~ Jun. 2000.

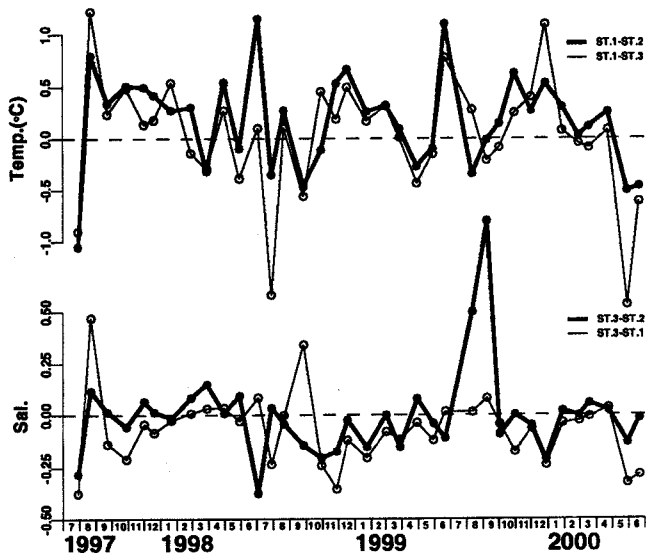


Fig. 10. Time series of temperature and salinity differences between St.1~3.

1의 염분에 비해 낮은 값을 평균하면 약 -0.13 psu이다. 정점3과 정점1의 염분 차이는 역시 정점3과 정점2의 염분차이의 비슷하지만 전체적으로는 평균차이는 약 -0.07 psu로 약간 크다. 그러나 정점3의 염분이 정점1의 염분에 비해 높은 값을 평균하면 약 -0.11 psu로 오히려 작다. 정점3과 정점1의 염분차이가 정점3과 정점2의 염분차이보다 비슷하다는 것은 정점3 부근의 하수종말처리장의 배출수가 정점2에까지도 미치지 않는다는 것을 보여준다.

정점2는 화력발전소와 하수종말처리장에서 각각 약 1 km 정도 떨어져 있는 반면, 정점1과 정점3은 각각 화력발전소와 하수종말처리장 배출구에서 각각 약 300 m와 30 m 정도 떨어져 있다. 그러므로 이번 관측으로는, 이들의 영향이 미칠 수 있는 최대한도는 수온이 300 m 거리에서 약 0.4°C 이하, 염분이 30 m 이내의 거리에서 약 0.1 psu 이하로만 말할 수 있다. 이들의 영향을 더 상세하게 파악할 수 없었던 것은 이들의 영향이 예상보다 작아 영향이 관측정점 간격보다 작기 때문이다. 그러므로 보다 정확한 영향을 파악하기 위해서는 관측정점들이 화력발전소와 하수종말처리장 배출구에 보다 가깝고 조밀해야 할 것이다.

결론

조사해역에서 겨울철 특성인 고염은 12~4월에 나타나고 여름철 특성인 고온·저염화는 6~10월에 나타나며 5월과 11월은 두 계절의 중간시기를 보여준다. 겨울철의 염분은 대부분 34~34.7 psu로 대마난류수가 영향을 미치는데 비해 여름철에는 염분이 32 psu 정도까지 내려가 표층에는 저염의 양자강연안수가 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 양자강연안수의 영향이 특히 강한 때는 염분이 30 psu 이하가 나타나기도 하였다. 수온은 2월에 가장 낮아 약 14~16°C 정도이며 7~8월에 가장 높아 15~27°C에 이른다. 그러나 여름철의 최저수온(15°C) 해수의 염분은 약 34 psu로서 이 특성은 대마난류수이며 저층냉수는 조사해역에까지 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 그러므로 조사해역의 저층은 년중 대마난류수가 분포하는 해역이다. 여름철에 특성의 분포가 저온고염에서 고온저염으로 거의 직선상에 분포하고 있는 것으로 보아 이 해역의 해수들이 대마난류수와 양자강연안수의 혼합으로 형성되었다는 것

을 알 수 있다.

연안해역의 수직분포는 수직적으로 균일한 분포가 많이 나타나며 외양해역에서는 여름철에 성층이 뚜렷하다. 연안해역에서는 표층과 저층의 차이가 대부분 수온은 1~2°C이며 염분은 1 psu 이내 인데 비해 외양해역에서는 표층과 저층의 차이가 수온은 약 10°C, 염분은 약 3 psu 까지 나타난다. 성층은 외양에서 5월부터 나타나기 시작하여 6~10월까지 강하게 유지되며 11월부터 약화되어 12~4월에는 사라진다. 성층이 가장 강한 시기는 7~8월이며 가장 강한 층은 수심 약 20~30 m 층이다. 연안에서는 여름철에 때때로 약하게 나타나는 것 이외에는 성층이 거의 형성되지 않고 있다. 그러므로 조사해역은 수심 약 20~30 m를 경계로 상층과 하층으로 구분할 수 있으며 하층은 년중 대마난류수가 분포하는데 비해 상층은 겨울에는 대마난류수, 여름에는 양자강연안수가 분포하는 구조를 보이고 있다.

표층의 등온선과 등염분선의 분포는 해안선에 수직인 경향이 나타나며 이것은 정점1 부근의 화력발전소와 정점3 부근의 하천과 하수종말처리장의 영향으로 해석할 수 있다. 이번 관측으로는, 이들의 영향이 미칠 수 있는 최대한도는 수온이 300 m 거리에서 약 0.4°C 이하, 염분이 30 m 이내의 거리에서 약 0.1 psu 이하로만 말할 수 있다. 보다 정확한 영향을 파악하기 위해서는 관측정점들이 화력발전소와 하수종말처리장 배출구에 보다 가깝고 조밀해야 할 것이다.

사 사

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-1997-022-H00020).

참고문헌

방익찬, 노홍길, 이재학, 1995. 제주도 북서해역의 해수분포의 계절변화와 여름철의 황해난류. 제주대해양연구논문집, 19: 49-66.

- 윤용훈, 박용향, 봉종현, 1991. 황해 저층냉수의 특성과 남하에 대한 재조명. 한국지구과학회지, 12(1): 25-37.
- Beardsley R.C. and R. Limeburner, 1983. Structure of the Changjiang River Plume in the East China Sea during June 1980: Sedimentation on the Continental Shelf with Special Reference to the East China Sea. *Acta, editor, Oceanologica. Sinica*. China Ocean Press, Beijing, 243-260.
- Byun, S.K. and K.I. Chang, 1988. Tsushima Current Water at entrance of the Korea Strait in Autumn. *Prog. Oceanog.*, 21: 295-296.
- Kim, I.O., 1986. A study on coastal waters of the China continent appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. M.S. thesis, Cheju National University, Cheju, 46 pp.
- Kim, K., H.K. Rho and S.H. Lee, 1991. Water Masses and Circulation around Cheju-Do in Summer. *J. Korean Soci. Oceanogr.*, 26(3): 262-277.
- Pang, I.C., H.K. Rho and T.H. Kim, 1992. Seasonal Variations of Water Mass Distributions and Their Causes in the Yellow Sea, the East China Sea and the Adjacent Seas of Cheju Island. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 25(2): 151-163.
- Uda M., 1934. The results of simultaneous oceanographical investigations in the Japan Sea and its adjacent waters in May and June, 1932. *J. Imp. Fisher. Exp. St.*, 5: 57-190.
- Yu, H., D. Zheng, and J. Jiang, 1983. Basic Hydrographic Characteristics of the Studied Area. Sedimentation on the Continental Shelf with Special Reference to the East China Sea. *Acta, editor, Oceanologica. Sinica*. China Ocean Press, Beijing, 270-279.
- Zhao, J., R. Qiao, R. Dong, J. Zhang, and S. Yu, 1983. An analysis of Current Conditions in the investigation area of the East China Sea: Sedimentation on the Continental Shelf with Special Reference to the East China Sea. *Acta, editor, Oceanologica. Sinica*. China Ocean Press, Beijing, 288-301.

2001년 4월 24일 원고접수

2001년 9월 5일 수정본 채택

담당편집위원: 이동규