

## 여름철 남해 저온수의 특성과 기원\*

조양기·김 구  
서울대학교 해양학과

### Characteristics and Origin of the Cold Water in the South Sea of Korea in Summer

YANG-KI CHO AND KUH KIM  
*Department of Oceanography, Seoul National University, Seoul Korea 151-742*

여름철 남해 중앙해역 저층에는 14°C 이하의 저온수가 존재한다. 남해에서 관측된 기존의 수온 염분 자료를 분석하여 이 저온수의 특성과 기원에 대하여 알아보았다. 6월과 8월에 저온수의 염분은 33.4~34.0‰로 4월에 비해 약 0.6‰ 낮으며, 특히 1983년에는 6월보다 8월에 더 저온인 해수가 나타났다. 이와 같은 현상들은 여름철 남해의 저온수는 겨울에 형성되어 여름까지 잔류한 것이 아니고 주위해역에서 유입된 해수임을 시사한다. 이 저온수는 14°C 이하 저온수의 출현빈도수 분포와 제주해협 부근에서 관측된 수온 염분 자료 분석 등에 의해 제주해협 서편해역에서 남해로 유입되는 것으로 추정된다.

In summer, the water colder than 14°C exists near the bottom in the South Sea of Korea. We investigate the characteristics and the origin of this bottom cold water by the analysis of temperature and salinity data. The salinity of the bottom cold water in June and August is 33.4~34.0‰ which is lower by about 0.6‰ than that of cold water in April. In 1983, the water in August is colder than in June. These facts indicate that the bottom cold water in summer is not the same one formed in the South Sea in winter, but flowed into the area from the neighbouring seas. Based upon frequency distribution of the occurrence of the cold water and temperature and salinity analysis of waters in the Cheju Strait, it is suggested that the origin of the bottom cold water is west of the Cheju Strait.

#### 서 론

남해의 해황은 주변해역과 기상의 영향으로 시공간적으로 크게 변한다(공, 1971; 강, 1974; Lim, 1976; 조, 1988). 공(1971)과 강(1974)은 외해역인 제주도 동남쪽에서 대한해협 서수도로 고온고염의 대마난류수가 흐르고 이 대마난류수와 남해안 사이에 대마난류수보다 저온저염인 남해연안수가 연중 존재한다고 하였다. 공(1971)에 의하면 남해연안수(수산진흥원 관측점 중 205-3 정점)는 8.0°C에서 25.5°C의 온도와, 31.8‰에서 34.4‰의 염분 범위에 속

하며, 계절적으로 특성치 변화가 매우 크다. 남해연안수 특성치의 계절변화가 심한 이유를 강(1974)은 해저지형, 육수유입, 기상요인 그리고 대마난류수의 영향으로 생각하였다. 공(1971)은 겨울철에 형성된 냉수가 여름까지 중·저층에 잔류한다고 하였으며, Lim(1976)도 겨울철에 남해에서 형성된 저온의 남해연안수가 침강하여 여름철까지 존재하며 남해의 중앙해역에 냉수성 소용돌이를 형성하고 있다고 하였다.

그 후 제주해협에서 수행된 연구들은 위와는 대조적인 결과들을 보인다. 김(1982), 노와 김(1983)

\*본 연구는 1993년도 교육부 기초과학육성 연구비에 의하여 일부 지원을 받아 수행한 것임

그리고 장(1984) 등은 제주해협을 남부(제주도로부터 12해리 이내)에 고온고염의 난류가 연중 북동쪽으로 흐른다고 보고하였고, Rho(1985)는 황해냉수계가 기원인 저온수가 제주해협으로 유입함을 보였다. 김(1986)은 여름철에 표층의 염분이 매우 낮은 중국대륙연안수가 제주해협을 통과하여 남해로 유입한다고 하였다.

남해에서 직접 관측된 해류자료(김, 1979; 장, 1984; 해양연구소, 1987)는 시간과 공간적으로 한정된 것이기는 하나, 대부분 10 cm/sec 이상의 속도를 갖는 해류가 제주해협에서 대한해협 방향으로 흐름을 보인다. 이와 같은 해류가 남해에 지속적으로 존재한다면 제주해협을 통과한 해수는 한 달 이내에 대한해협에 도달할 수 있다.

대마난류수와 남해안 사이에 남해연안수가 연중 존재한다는 연구결과(공, 1971; 강, 1974; Lim, 1976) 남해연안수의 특성변화를 계절적 변화요인에 의해서만 결정된다고 본 것으로서, 남해연안수의 유동을 고려하지 않았다. 한 지역에서의 해수 특성 변화는 강수, 증발, 대기와의 열 교환 등 그 지역에서의 특성치 변화요인에 의해 결정될 수도 있지만 다른 지역으로부터 유입되는 해수특성에 의해서도 결정될 수 있다. 제주해협에서 김(1982), 노와 김(1983), Rho(1985), 김(1986)의 연구결과 및 직접 관측된 해류자료들(김, 1979; 장, 1984; 해양연구소, 1987)은 남해에서 해수가 상당한 크기로 동쪽으로 흐름을 시사하기 때문에 남해연안수가 남해에 연중 존재한다는 연구결과(공, 1971; 강, 1974; Lim, 1976)는 재검토되어야 한다.

본 연구에서는 남해에서 관측된 기존의 여러가지 수온 염분 자료를 분석하여, 대기의 영향을 크게 받지 않으리라 생각되는 여름철 남해 중앙해역 저층에 존재하는 저온저염수의 특성과 기원을 밝히고자 한다.

### 저온수의 특성

본 연구에서는 남해의 중앙해역을 거문도 동쪽, 거제도 서쪽 그리고 북위 34도 이북 해역으로 정의하였다. 국립수산진흥원 관측점 중 400선의 14, 15, 16, 17번 정점, 205선과 204선의 1, 2, 3번 정점(Fig. 1의 점선 내부)이 이 해역에 속하며, 수심은

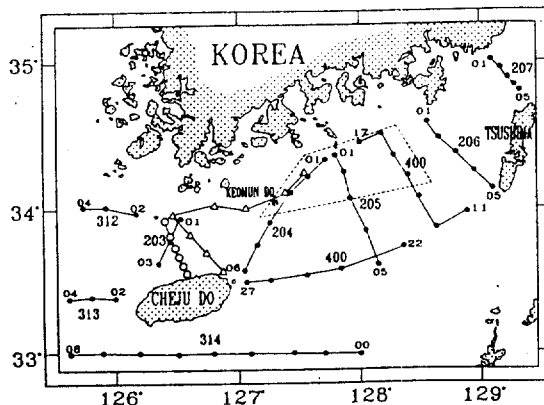


Fig. 1. Locations of hydrographic stations occupied by Fishery Research Development Agency (● marks), Jang (○ marks) and Government Fishery Experimental Station (△ marks). The interior of dotted line represents central region of this study.

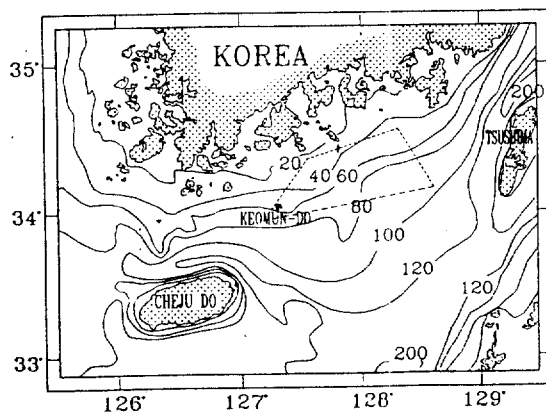


Fig. 2. Bottom topography around the study area.

대부분 80 m 미만이다(Fig. 2). 등심선이 동서방향인 서쪽해역은 50 m 미만의 천해역이 육지에서 약 50 km까지 넓은 범위에 걸쳐 분포하고 있는 반면, 등심선이 북동-남서 방향인 동쪽해역은 수심이 상대적으로 깊다. Lim(1976)은 여름철에 주위보다 찬 냉수역이 중앙해역에 존재하며, 냉수역 저층수의 온도는 12~14°C로 15°C 이상인 대마난류수(공, 1971; Lim, 1976; 강, 1974; 오, 1984)보다 저온이라고 하였다.

여름철(6월과 8월)에 중앙해역의 정점들(Fig. 1의 점선 내부)에서 저온수의 출현여부를 조사하기 위하여 1976년부터 1985년까지 10년 동안 국립수산진흥원이 관측한 자료(1976년은 8월 자료가 없어 9

Table 1. Presence of cold water in the study area

Temp.	Year	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<15°C		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<14°C		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<13°C		X	O	O	X	X	O	X	O	O	X

Table 2. Presence of cold water south of the study area

Temp.	Year	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<15°C		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<14°C		O	O	O	X	X	X	O	X	O	X
<13°C		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

월 자료를 이용)를 13°C, 14°C, 15°C 이하로 나누어 출현여부를 Table 1에 나타냈다. 13°C 이하의 해수는 1977, 1978, 1981, 1983, 1984년에 나타나 10년 중 5년 나타났고, 14°C 이하와 15°C 이하의 해수는 매년 나타났다.

남해의 해황에 큰 영향을 미치는 대마난류의 경로인 제주도과 대마도 사이 9개 정점(206선과 205선의 5번 정점, 400선의 11, 12, 22, 24, 25, 26, 27번 정점, Fig. 1 참조)에서 위와 같은 방법으로 여름철 저온수 출현여부를 조사하였다(Table 2). 14°C 이상의 해수는 남해 중앙해역에서처럼 매년 나타나지만 남해 중앙해역에 매년 나타나는 14°C 이하의 저온수가 출현하는 빈도수는 5번으로 중앙해역에 비해 매우 낮다. 본 연구에서는 남해 중앙해역에 매년 나타나고, 수심이 더 깊은 제주도와 대마도 사이 9개 정점에서는 출현빈도수가 낮은 14°C 이하의 해수를 여름철 남해 저온수로 정의하였다.

Lim(1976)의 연구결과와 같이 겨울철 냉수가 여름철까지 지속한다면 여름철에 형성되는 수온약층에 의하여 저층에 존재하는 저온수는 강수, 증발, 육수 등의 영향을 거의 받지 않아 염분변화가 크지 않으리라 가정할 수 있다. 이를 검증하기 위하여 Fig. 3에서와 같이 1981년부터 1984년까지 4년간의 수산진흥원 자료 중 남해 중앙해역의 14°C 이하 모든 해수의 온도 염분 상관관계를 4월, 6월, 8월로 구분하여 비교하였다. 4월의 경우 1983년에 염분이 34.0% 이하의 해수가 일부 나타나기는 하지만 대부분 34.0~34.6%이고 6월과 8월 해수의 염분은 일부 해수를 제외하고는 대부분 33.4~34.0%이다.

6월과 8월의 염분은 서로 비슷하나 4월의 염분보다는 약 0.6% 낮아, 6, 8월의 저온수는 4월의 저온수와 그 특성이 다를 수 있다.

### 저온수의 기원

겨울철 해수가 여름철까지 한 장소에 지속적으로 머물러있다면 여름철로 갈수록 대기로 잃은 열량보다는 대기로부터 얻은 열량이 많아지기 때문에, 해수가 가열이 되어 해수의 고온화는 일어날 수 있지만 저온화는 일어날 수 없다. 그러나 남해에서 8월의 수온이 6월보다 낮은 해가 있다. 그 대표적인 해가 1983년이다. Fig. 4는 1983년 6월과 8월 저층수온의 수평분포를 그린 것이다.

6월의 경우 가장 저온수인 8°C 이하의 해수가 대한해협 깊은 골의 한 개 정점에서 나타나고 해협의 남쪽은 대부분 15°C 내외이다(Fig. 4a). 제주해협은 대한해협 깊은 골보다는 수온이 높으나 해협 내는 대부분 14°C 이하이다. 남해 중앙해역은 연안의 얕은 일부 정점에서 15°C 이상의 해수가 나타나는 것을 제외하고는 대부분 14~15°C의 수온분포를 보이나, 두 개 정점에서 14°C 이하의 해수가 나타난다. 남해 중앙해역의 남쪽해역에는 대부분 15~17°C의 고온수가 분포하고 있다.

8월의 경우 남해 중앙해역의 남쪽해역을 제외한 대부분 해역의 수온이 6월보다 더 낮아진다(Fig. 4b). 남해 중앙해역의 경우 6월에는 두 개 정점에서 나타난 14°C 이하의 해수가 네 개 정점에서 나타나며 6월에는 나타나지 않던 13°C 이하의 해수도 나타

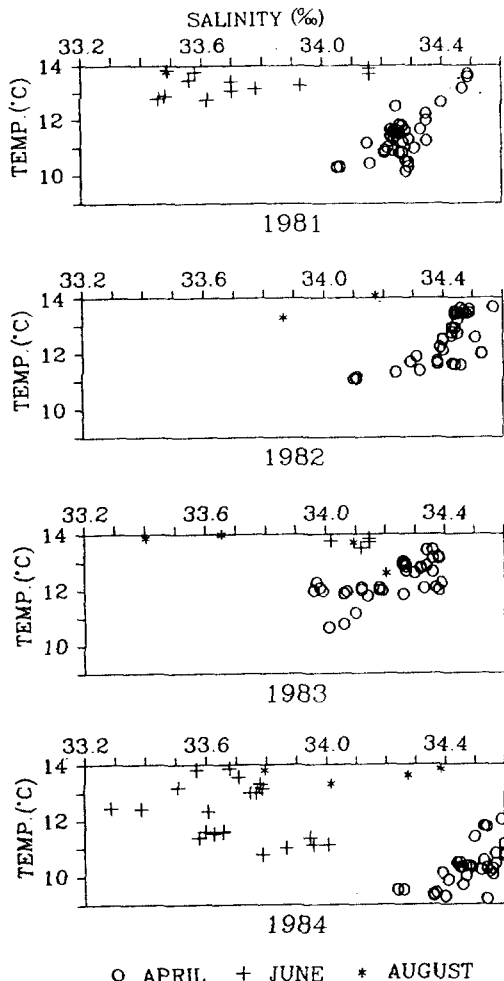


Fig. 3. Bimonthly temperature-salinity correlation of waters colder than 14°C at central region (stations 1~3 of line 204, 1~3 of line 205 and 14~17 of line 400: see Fig. 1) during 1981~1984 for April (○), June (+) and August (\*).

난다. 제주해협 서편의 경우 6월에는 나타나지 않은 11°C 이하의 해수가 두 정점에서 나타난다. 1965년, 1969년, 1970년, 1977년, 1982년 등의 국립수산진흥원 자료에서도 이와 같이 6월보다 8월에 14°C 이하의 해수가 더 넓게 분포하며, 최저수온도 더 낮다. 이러한 저층수의 저온화 및 14°C 이하 저온수의 분포 범위 확장은 겨울철에 남해에서 형성된 저온수의 지속으로는 설명할 수 없다.

남해에서 4월보다 6월과 8월에 저층수의 염분이 뚜렷이 낮아지고, 6월보다 8월에 더 저온화되는 현

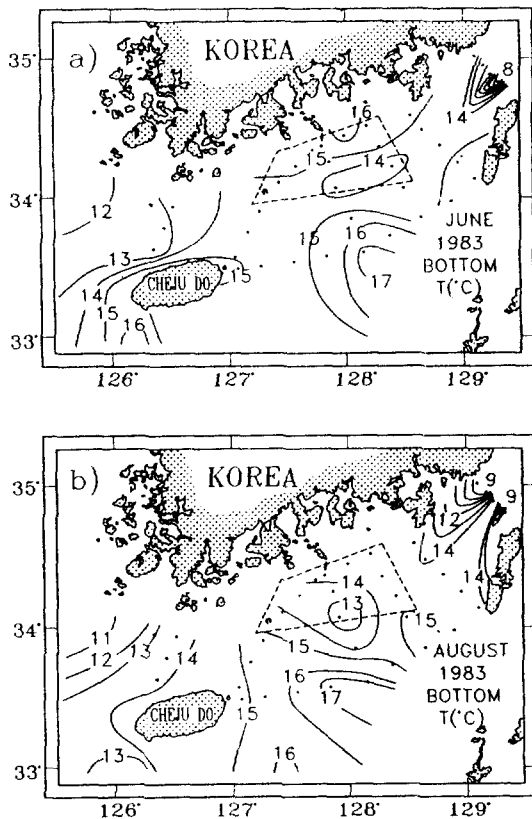


Fig. 4. Horizontal temperature distribution at bottom in June (a) and August (b) 1983.

상은 정체된 해수의 특성이 대기와의 열 교환에 의하여 변질된 것으로는 설명될 수 없고 주변 해역에서 저온수의 유입으로만 설명이 가능하다. 남해의 주위해역 중 14°C 이하의 해수가 존재하는 곳은 쿠로시오 저층냉수역, 대한해협 저층냉수역, 그리고 제주해협 서편해역이다.

저온수의 기원을 추정하기 위하여 1976년부터 1985년까지 10년 동안 6월과 8월에 각 정점별로 14°C 이하의 저온수가 나타나는 연수를 나타냈다(Fig. 5). 남해의 중앙 거문도 동쪽에서 14°C 이하의 저온수가 5~7년의 높은 출현연수를 나타내는데 바로 이 해역이 Lim (1976)이 냉수역이라고 언급한 해역이다. 대한해협의 200 m 이상의 깊은 골인 207선 네 번째 정점에서는 6월에 7년, 8월에 10년 나타나고 수심 100 m 미만인 첫 번째 정점에서는 6월에 3년, 8월에 7년 나타난다. 207선과 남해의 중앙해역 사이인 206선에서는 그 출현 연수가 급격히 줄어 남

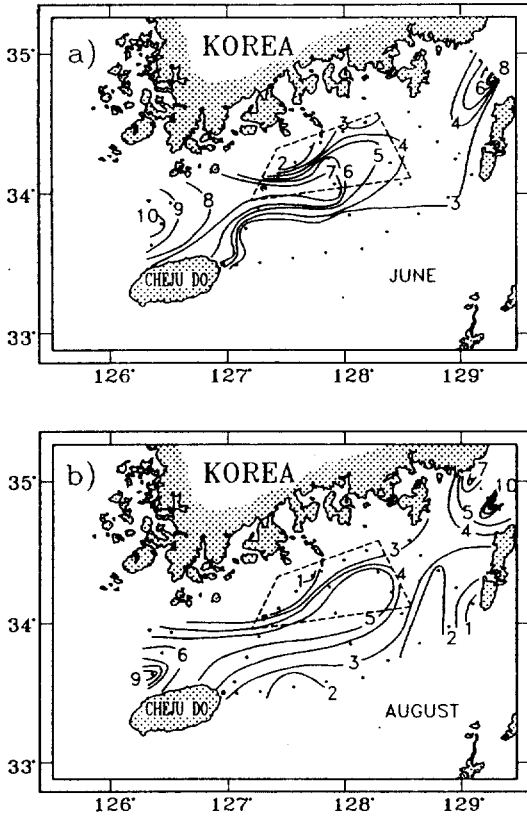


Fig. 5. The number of year when waters colder than 14°C appeared in June (a) and August (b) during 1976~1985.

해의 중앙해역보다 훨씬 적은 2~3년이 된다. 그리고 남해 중앙해역의 남쪽해역에서는 6월과 8월 모두 1~2년의 매우 낮은 출현연수를 보인다. 제주해협과 203선에서는 6월과 8월 각각 10회, 9회씩 출현하며, 6월의 경우 남부의 깊은 골보다 수심이 얇은 북부에 저온수의 출현연수가 많고 8월의 경우는 깊은 골이 존재하는 남부쪽이 많다. 제주해협과 남해의 중앙해역 사이인 204선에서의 출현연수는 203선보다는 줄어들지만 최고 5~7년을 보이고 있어 남해 중앙해역의 출현연수와 같다. 특히 6월의 경우 204선의 3번째 정점은 50 m 미만의 천해임에도 불구하고 출현연수가 6년이고 8월의 경우 204선의 네 번째 정점에서 5년이다. 그러므로 남해 중앙해역의 남쪽해역이나 대한해협보다는 제주해협으로부터 저온수가 유입될 가능성이 크고 그 경로는 거문도 주위일 가능성이 매우 높다.

장(1984)은 이 저온수가 제주해협에서 유입할 가능성이 있음을 보여주었다. 제주해협을 가로지르는 (Fig. 1의 ○으로 표시한 정점들) 1983년 4월과 5월의 수온 염분 단면도(Fig. 6)에 의하면 제주해협의 남쪽(6번 정점)에서는 15°C, 34.5% 이상의 고온고염의 해수가 4월보다 약 2주일 후인 5월에 더 많이 나타나는 반면 제주해협의 북쪽(남해안쪽, 1번 정점)에 나타나는 14°C 이하의 해수는 4월보다 5월에 더

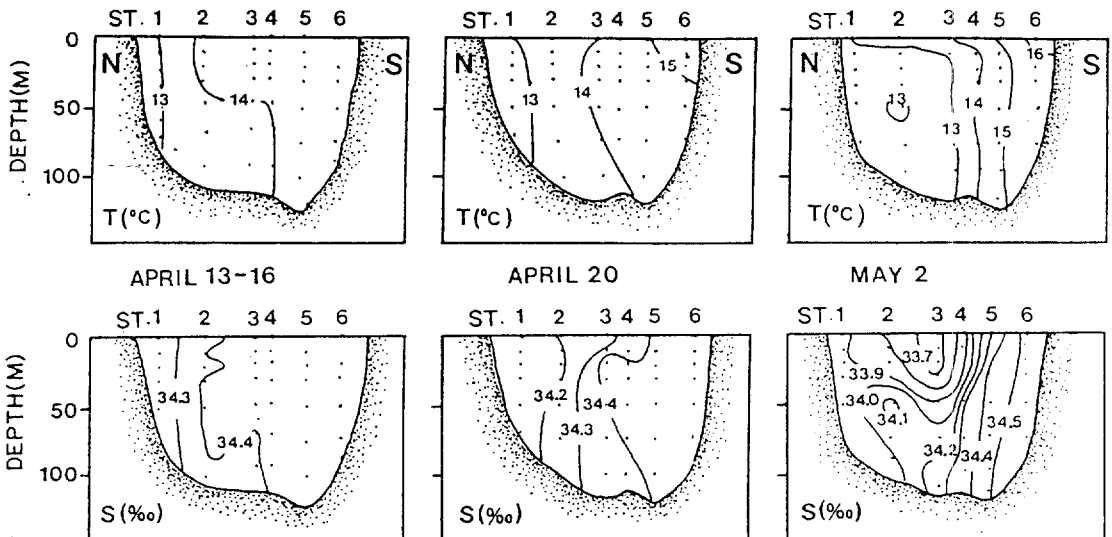


Fig. 6. Vertical sections of temperature and salinity in the Cheju Strait along ○ mark stations in Fig. 1 after Jang (1984).

많이 나타난다. 5월의 14°C 이하 해수는 대부분 34.0% 이하임은 매우 흥미로운 사실이다. 이는 앞에서 (Fig. 3) 살펴본 6월과 8월에 남해 저온수의 염분과 비슷한 값이다. 장(1984)의 관심은 해협 남쪽의 고온고염수였기 때문에 이 저온수의 확장과 저염화에 대한 자세한 언급은 없었다. 해협 내에서 이 저온수가 더 많이 나타날 수 있는 원인은 해수가 대기로 열을 잃거나, 주위에서 저온수가 유입되는 것이다. 동해와 황해에서 열 수지를 계산한 Kang(1984)과 이(1987)에 의하면 4월과 5월의 경우 해수가 오히려 대기로부터 열을 공급받으며, 봉(1976)에 의하면 남해에서도 같은 현상이 나타난다. 그러므로 대기에 의한 저온화 현상은 아니며 주위 해역으로부터 저온저염수가 제주해협으로 들어온 것이다. 고온고염의 대마난류수와 저온저염의 황해저층냉수가 접하고 있는 제주해협 서편해역(김, 1980; 김, 1982; 김 등, 1991; Kim and Lee, 1982; Rho, 1985; Lie, 1986)에 이와 비슷한 성질의 해수가 유일하게 존재하므로 그곳에서 제주해협으로 저온저염수가 유입된 것으로 해석되어야 한다.

제주해협 동편에서 14°C 이하의 해수가 동쪽으로 흐름을 보이는 관측결과가 해양연구소(1987)에 의해 얻어졌다. 1986년 7월 20일부터 8월 12일까지 거문도에서 북쪽으로 약 3 km 떨어진 수심 57 m 지점 (34°04'44"N, 127°18'51"E)에서 유속을 관측하였는데, 이 곳은 이미 지적인 바와 같이 저온수가 제주해협으로부터 유입하는 경로일 가능성이 매우 큰 곳이다. 시간이 지남에 따라 유속계의 위치가 50 m에서 보다 상층인 30 m로 오르고 있음에도 불구하고 14°C 이하 저온의 해수가 더 빈번히 기록됨을 보여주었고, 관측기간 동안의 향류는 동북동쪽으로 약 16 cm/sec (동쪽성분 14.5 cm/sec, 북쪽성분 7.5 cm/sec)로 제주해협쪽인 서쪽에서 동쪽으로 해수가 흐르고 있음을 보여주었다.

이상의 결과들은 6월과 8월에 남해 중앙해역에서 발견되는 14°C 이하의 저온수가 제주해협에서 거문도 주위 해역을 통과하여 유입될 가능성이 매우 높음을 보여주는 좋은 예들이다. Fig. 7은 1984년 6월의 50 m층 수온의 수평분포도와 X표로 표시한 점들을 축으로 한 동서방향의 수온단면도이다. 50 m층 수온수평도를 살펴보면(Fig. 7a), 남해 중앙해역의 남쪽 해수는 대부분 15°C 이상인 반면 남해

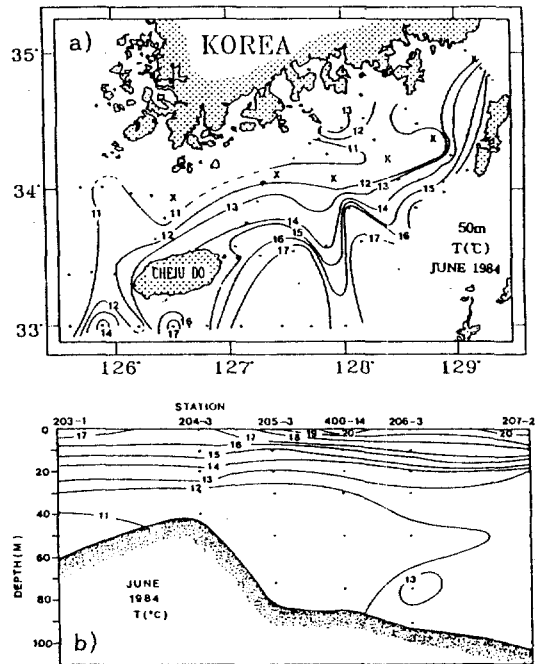


Fig. 7. Horizontal temperature distribution at 50 m depth (a) and vertical temperature section (b) along the axis of cold water (X marks in upper panel) in June 1984.

연안에는 14°C 이하의 해수가 제주해협에서부터 대한해협까지 넓게 분포하고 있다. 수온이 더 낮은 12°C 이하의 해수는 대한해협 북부에는 나타나지 않고 남해연안과 제주해협에만 나타남으로 냉수가 서쪽해역에서 유입됨을 시사한다.

수온의 수평분포 뿐만 아니라, 동서방향의 수온 단면도에서도 동진하는 저온수의 흐름을 파악할 수 있다(Fig. 7b). 표층수온은 대기의 영향으로 20°C 이상이나, 수온약층 아래에 12°C 이하로 거의 일정한 약 50 m 두께의 두꺼운 층이 205-3 정점과 400-14 정점에 존재한다. 이와 같은 저온수는 제주해협 서쪽의 전 해역에서 나타남으로 저온수의 기원을 서쪽에 둘 수 있다. 가장 저온인 11°C 이하의 해수는 제주해협 서쪽해역과 제주해협내 203-1정점, 그리고 소리도 남쪽에서 나타나나, 203선의 첫 번째 정점과 204선의 세 번째 정점 사이의 거리가 멀어 저온수의 연결이 불확실하다. 그러나 이보다 정점 간격이 가까운 관측결과들은 저온수가 연속적으로 존재하고 있음을 보여준다. 예를 들어 Rho(1985)는 1980년 6

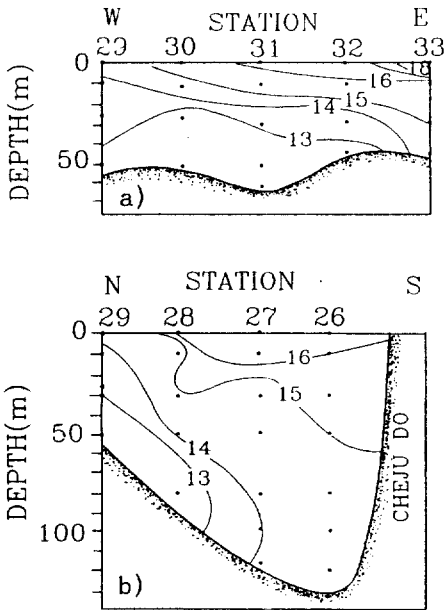


Fig. 8. Vertical sections of temperature in the east-west direction (a) and the north-south direction (b) along  $\Delta$  mark stations in Fig. 1.

월에 제주해협을 14°C 이하의 저온수가 거문도 부근까지 유입됨을 보여주었고, 김 등(1991)은 1981년 8월에 황해냉수계의 저온수가 제주해협으로 유입됨을 보여주었다. 조선총독부수산시험장 보고서 중 1932년 6월의 자료(Fig. 1의  $\blacktriangle$  정점들)를 이용한 동서단면은 이 해역에 14°C 이하의 해수가 제주해협에서 거문도 동북쪽까지 서에서 동으로 썩기모양으로 존재함(Fig. 8)을 보여준다. 또한 남북단면에서는 제주해협에서 저온수가 장(1984)의 자료에서와 같이 해협의 깊은 골에 존재하지 않고 해협의 북부에 치우쳐 있어 저온수의 유입이 이 시기에 해협의 북부에서 주로 일어남을 알 수 있다.

앞서 Fig. 7b에서 제주해협의 북부를 통과하여 동진하는 저온수는 중앙해역인 205관측선 부근의 수심이 깊어지는 곳에 이르게 된다(Fig. 1, 2 참조). 수심이 깊어지면 동진하는 저온수의 유속은 작아지게 될 것이다. 남해 퇴적물 분포는 이러한 해석과 일관성을 보인다. 최와 박(1993: Fig. 5D)은 본 연구해역과 일치하는 해역에 세립한 실트 퇴적물의 구성비율이 60% 이상으로 주위해역보다 훨씬 높음을 보여주었고, 이 퇴적물의 기원이 서쪽해역이라고

하였다. 세립한 광물은 유속이 작은 환경에서 상대적으로 잘 퇴적된다고 알려져 있으므로, 남해 중앙해역에 세립한 퇴적물이 많이 분포하는 이유는 실트가 포함된 서쪽기원의 해수가 동쪽으로 향하면서 수심증가로 인한 유속감소 때문에 많이 퇴적되어 나타난 현상이라고 생각된다.

## 결론

6월과 8월 남해 중앙해역의 14°C 이하 저온수는 염분이 33.4~34.0‰로 4월의 저온수 염분 34.0~34.6‰보다 훨씬 낮아, 4월의 저온수와 특성이 다른 해수이다. 1983년 같은 해에는 여름철에 남해에서 6월보다 8월에 이 저온수의 분포 면적이 더 넓다. 이러한 관측결과는 겨울철에 이 해역에서 형성된 저온수가 여름철까지 계속 남아 있으면 나타날 수 있는 현상이 아니며, 주변해역으로부터 저온저염수의 유입이 있어야만 설명이 가능하다. 남해에서 기존에 관측된 수온과 염분 자료의 특성변화는 이 저온저염수가 제주해협으로부터 거문도부근을 거쳐 남해로 유입될 가능성이 가장 큼을 시사한다. 남해에서 관측된 해류자료들(김, 1979; 장, 1984; 해양연구소, 1987)도 이와 같은 흐름의 방향을 뒷받침한다.

남해로 유입된 저층의 저온저염수는 제주도과 대마도사이로 북상하는(Uda, 1934) 고온고염의 대마난류수와 혼합되어 그 특성이 다소 변하여(공, 1971; 강, 1974) 동해로 유출되리라고 생각된다. 이와 같은 저온수 흐름의 방향은 남해에서 양자강 저염수의 분포(김, 1986)와 인공위성으로 추적한 부표의 이동 경로에 의해서 제시된 상층수의 이동경로와도 일치한다(Beardsely *et al.*, 1992). 이러한 사실에서 남해의 저층수를 포함한 모든 해수들은 정체되어 있는 해수가 아니라 제주해협에서 대한해협쪽으로 흐르는 과정에 있음을 알 수 있다.

제주해협 서편해역에서 관측된 수온 염분 자료를 분석한 김 등(1991)이 황해저층냉수가 제주해협의 북쪽단면을 통과하여 남해로 유입될 가능성을 제시한 바와 같이, 남해로 유입되는 저층냉수는 황해냉수계일 가능성이 크다. 이 저온저염수 들을 황해와 동중국해에 존재하는 저온저염수 들과 보다 자세하게 관련시켜 연구한다면 남해뿐만 아니라 황해 및

동중국해에서 일어나는 더 큰 규모의 해수순환을 이해하는데 크게 도움이 될 것이다.

### 감사의 글

본 논문을 읽고 유익한 의견을 제시해 주신 제주대학교 노홍길 교수님, 한양대학교 나정열 교수님 그리고 군산대학교 이상호 교수님께 감사드립니다. 국립수산진흥원의 정기적인 해양관측이 있었기에 본 연구가 가능하였습니다.

### 참고문헌

- 강철중, 1974. 한국 남해안 연안수의 계절변동에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 12: 107-121.
- 공영, 1971. 한국 남해안 전선에 관한 연구. 한국해양학회지, 6(1): 25-36.
- 국립수산진흥원, 1976-1985. 해양조사연보. 25-34권. 부산. 한국.
- 김구, 1982. 한국 남서해의 해류분포와 그 영향에 관한 연구. 한국과학재단 연구보고, 29pp.
- 김구, 1987. 제주도 주변해류에 관한 연구의 현재와 미래. 제주도연구, 4: 83-97.
- 김구, 노홍길, 이상호, 1991. 하계 제주도 주변 해역의 수계 및 해수순환. 한국해양학회지, 26(3): 262-277.
- 김복기, 1979. 제주해협내 해류에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 25: 7-16.
- 김인옥, 1986. 제주도주변해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구. 제주대학교 대학원 석사학위논문, 46 pp.
- 노홍길, 김구, 1983. 제주와 목포, 제주와 완도간의 표면수는 변화. 한국해양학회지, 18(1): 64-72.
- 봉종현, 1976. 한국 연안의 표면해수와 대기간의 열교환. 한국해양학회지, 11(2): 43-50.
- 오종신, 1984. 동하절에 있어서 동지나해에 나타나는 수계의 비교 분석. 서울대학교 대학원 석사학위논문, 37 pp.
- 이현철, 1987. 황해 남동해역에서의 열수지에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문, 41pp.
- 장정일, 1984. 제주해협내 해류의 구조와 역학. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 62pp.
- 조선총독부수산시험장, 1933. 조선해양편람 1932.
- 조양기, 1988. 남해의 저층수와 유량에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 55pp.
- 최진용, 박용안, 1993. 한반도 대륙붕 퇴적물의 분포와 조직특성. 한국해양학회지, 28(4): 259-271.
- 해양연구소, 1987. 한국 해역 종합 해양자원도 작성 연구-남해(예비조사). 357pp.
- Beardsely, R. C., R. Limeburner, K. Kim and J. Candela, 1992. Lagrangian flow observations in the East China, Yellow and Japan Seas, *La mer* 30: 297-314.
- Kang, Y. Q., 1984. Atmospheric and oceanic factors affecting the air-sea thermal interaction in the East Sea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 19(2): 163-171.
- Kim, K. and S. H. Lee, 1982. Vertically homogeneous water along the west coast of Jeju Island. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 17(2): 59-68.
- Lie, H. J., 1986. Summertime hydrographic features in the southeastern Hwanghae. *Prog. Oceanog.*, 17: 229-242.
- Lim, D. B., 1976. The movements of the waters off the south coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 11: 77-88.
- Rho, H. G., 1985. Studies on marine environment of fishing grounds in the water around Jeju Island. Ph. D. thesis. Tokyo University. 215pp.
- Uda, M., 1934. The results of simultaneous oceanographical investigations in the Japan Sea and its adjacent waters in May and June, 1932. *Jr. Imp. Fish. Exp. St.*, 5: 57-190.

Accepted November 29, 1994