

韓國 東海岸에 出現하는 冷水塊의 特性과 起源

김 철 호 · 김 구

서울대학교 자연과학대학 해양학과

요 약

동해안에 출현하는 냉수괴의 특성과 기원을 규명하기 위하여 해수의 물리적 특성을 검토하였다. 동해 서남 해역에서 북한한류계수는 동한난류계수와 만나 전신을 형성하며, 난류계수의 밑으로 침강하여 동해고유수의 위에 위치한다. 침강한 북한한류계수의 염분은 낮고 용존산소량은 매우 높아 동해고유수와 구별이 가능함이 발견되었고, 이와 같은 염분과 용존산소의 특성치로써 하계 측면-축산 연안 해역의 냉수괴는 용승한 동해고유수가 아니라 남하한 북한한류계수임이 밝혀졌다. 북한한류계수는 동계보다 하계에 우세하게 남하하며 남하 하한은 축산-장기갑 해역으로 보인다. 국립수산진흥원이 정밀관측을 실시한 1973년에는 이보다 남쪽인 감포 해역에서도 북한한류계수의 특성이 발견되었다.

서 론

동해는 북태평양의 연해로서 1°C 이하의 찬 물이 전 해수의 약 90%를 차지한다. 동해의 주된 해류는 대한해협을 통하여 유입하는 대마난류이다. 이 해류는 북동 방향으로 흘러 쓰가루해협과 소야해협을 통하여 북태평양으로 유출하는 것으로 알려져 있다(Yasui et al., 1967; Moriyasu, 1972).

고온의 대마난류가 흐르는 동해 남동 해역에 때로는 주위보다 현저히 찬 물이 출현하여 냉수역(冷水域; Cold Water Region or Low Temperature Region)을 이루며 시공간적으로 다양한 변동을 보임으로써 냉수역의 생성과 발달, 소멸 현상이 크게 주목되어 왔다(Shimomura and Miyata, 1957; Fukuoka, 1965; Tanioka, 1968).

동해의 한국측 연안 해역도 주문진 이북 연안, 측면-축산 연안, 장기갑 연안, 울기 연안, 대한해협 서수도 저층 등이 냉수괴(冷水塊; Cold Water Mass)의 출현 해역으로 알려져 있으며(그림 1) 이에 대하여 梁·高(1963), 孔·朴(1969), Lim and Chang(1969), Seung(1973), An(1974), Lee(1978), 朴(1978) 등의 연구 결과가 있다.

그림 2는 동해에서 1973년 8월에 관측된 100m 층의 수온 분포도와 목호(105선), 축산(103선),

감포(209-1선) 해역의 수온 단면 분포도이다. 냉수는 목호 이북 해역과 축산 근해에서 뚜렷이 나타난다. 계절적 수온약층의 밑부분을 대표하는 5°C 등온선의 분포를 보면 목호 연안에서는 75m층에, 축산 연안에서는 150m층에, 감포 연안에서는 75m층에 분포하여, 찬 물이 연안에서 표층 가까이에 출현함을 알 수 있다. 孔·朴

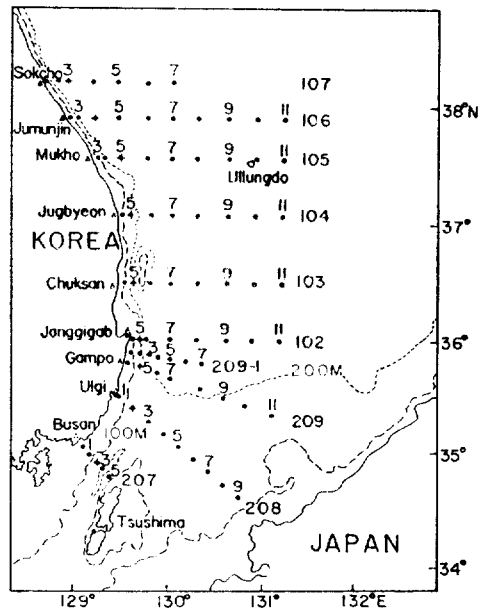


Fig. 1. Study area and location of stations. The broken and dotted lines indicate the 100m and 200m contour lines of ottom topography.

(1969)에 의하면 죽변-축산 연안의 냉수괴는 동한난류계수(東韓暖流水; East Korean Warm Water, 東韓暖流가 輸送하는 海水)와 주로 북한한류계수(北韓寒流系水; North Korean Cold Water, 北韓寒流가 輸送하는 海水)의 혼합(混合)으로 형성되며 두 수괴의 세력 변동에 의해 냉수괴의 출현 위치와 규모가 변한다고 한다. 또한 죽변-축산 냉수역에 연안 용승의 경향이 있고, 북한한류계수의 밑에 위치하는 동해고유수(東海固有水; Japan Sea Proper Water)가 동(同)해역에서 용승하는 경향이 있다고 하였다(孔·朴, 1969).

이제까지의 많은 연구 결과는 동해안 중남부 연안 해역에서 동해고유수가 용승하여 냉수괴가 형성된다는 보고였고(西田, 1940, 1942; 해양조사요보, 14-31호; 한국해양편람, 1964), 孔·吳(1977)도 동(同)해역에 호어장이 형성되는 이유가 동해고유수의 용승 때문이라 하여 동해안 연안 해역에 출현하는 냉수괴의 기원을 밝히는 일은 중요한 연구 과제이다.

이에 대해 朴(1978)은 인산염과 용존산소의

관계를 분석한 결과 동해안 중부 연안 해역의 냉수괴는 용승한 동해고유수가 아니라 북한한류계수의 수괴이며 감포 해역에서만 미약한 용승현상을 인정할 수 있었다고 주장했다. 특히 동해고유수와 북한한류계수의 수온, 염분의 특성치 범위가 서로 비슷하기 때문에 수온과 염분으로는 두 수괴를 구별하는데 어려움이 있음을 보였다(朴, 1978).

그러나 수온과 염분 특성치는 해수 순환을 연구하는데 중요한 지표가 되므로 지금까지의 동해안 냉수괴에 관한 연구에서 제시된 수괴 정의를 재검토하였으며 그 결과, 특성치에 이견(異見)이 있음을 찾아볼 수 있었다.

본 논문에서는 동해 남부 해역의 제반 수괴들을 고찰하여 동해고유수와 북한한류계수간의 특성치의 차이를 발견하였다. 이로써 수온과 염분 특성치로부터 위의 두 수괴를 구별할 수 있는 가능성을 제시하였으며 동해안 연안 해역에 출현하는 냉수괴의 기원 및 출현 범위를 규명하였다.

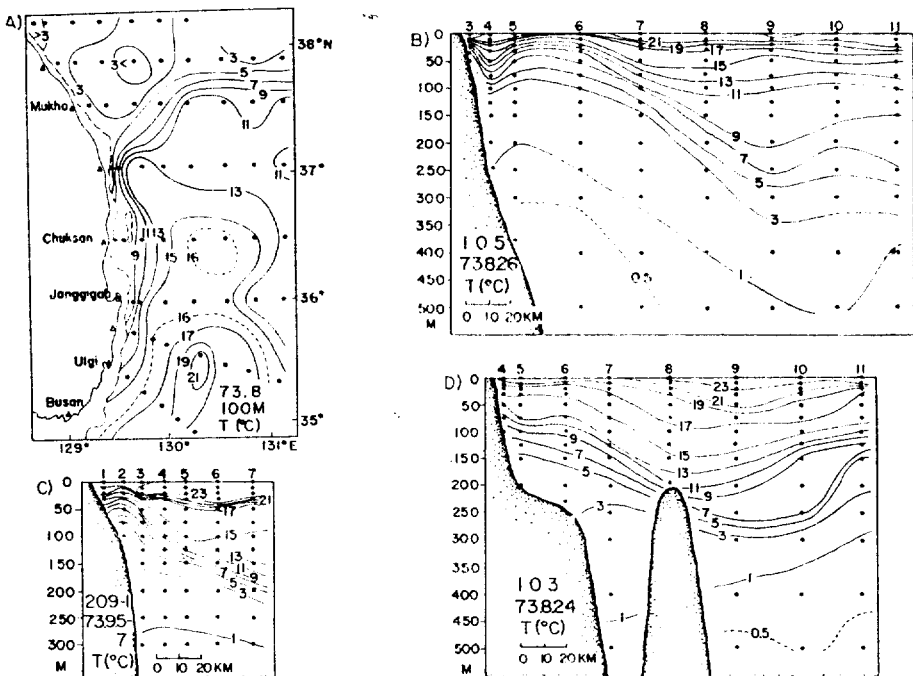


Fig. 2. Horizontal temperature distribution at 100m depth and vertical sections of temperature along 105, 209-1 and 103 lines off the east coast of Korea in August, 1973.

동해 남부 해역의 수괴 특성

동해 남부 해역의 수괴 분석으로는 Kajiura et al.(1958), Miyazaki and Abe(1960), Lim and Chang(1969), 孔·朴(1969), An(1974), 朴(1978) 등의 연구 결과가 있다. 앞서 제기된 수괴 특성치의 정의 상의 문제점을 고찰하기 위하여 과거의 수괴 정의를 요약하여 표 1에 정리하였다.

孔·朴(1969)이 정의한 북한한류하층수(Lower Water of the North Korean Cold Water)의 수온과 염분은 1°C, 33.96~34.10‰로서 이 값은 孔·朴(1969) 및 朴(1978)이 정의한 동해고유수의 수온과 염분의 범위와 중복되며 Lim and Chang(1969)이 정의한 동해고유수의 수온, 염분의 범위(0~1°C, 34.00~34.05‰)를 포함한다. 또한 孔·朴(1969)은 동해고유수의 수온을 1°C 내외, 염분의 범위를 33.96~34.10‰로 정의하고 수괴의 위치는 孔·吳(1977)에 따르면 300m 이심(以深), 朴(1978)은 200m 이심으로 보았는데 이상의 특성치는 북한한류계수에 대한 An(1974)의 정의(수온 0.5~4°C, 염분 34.00~34.05‰) 및 朴(1978)의 정의(수온 0.2~4°C, 염분 34.00~34.05‰)와 비교하여 볼 때 An(1974)과 朴(1978)의 북한한류계수의 염분의 범위를 포함하는 것이다.

그러므로 해수 특성치에 대한 연구자들의 관점의 차이와 이 해역으로 수송되는 해수의 특성치들의 연변동(年變動)을 고려하더라도(洪, 1967; Nan-niti and Fujiki, 1967) 표 1의 정의로는 냉수괴가 출현했을 때 이 수괴가 북한한류계수인지 동해고유수인지 구별할 수 없다.

Kajiura et al.(1958)이 수온 1~4°C, 염분 33.90‰로 정의한 수괴는 동해안 연안 해역에서 북한한류계수에 해당된다고 사료되나 그 특성치가 비교적 동해 중앙부 및 일본쪽의 해역에서 고찰된 관계로 본 연구에서는 북한한류계수로 간주하지 않았다.

표 1에서 3~10°C, 34.00~34.30‰로 정의된 대한해협저층수(Bottom Cold Water in the Korea Strait)는 동해고유수와 대마난류중층수와와의 혼합으로 형성된 수괴로 설명되었으며(Lim and Chang, 1969), 한류역(寒流域; Cold Current Region)의 수괴에는 속하지 않는다.

동해고유수와 북한한류계수가 표 1에 보인 바와 같이 여러 값을 가질 수 있는지 아니면 새롭게 정의될 수 있는지 알아보기 위하여 1972년부터 1977년까지의 동계 및 하계의 C.S.K. 자료(Japan Oceanographic Data Center, 1972~1977)를 이용하여 각 수괴의 특성치를 고찰해 보기로 한다.

그림 3은 75년 7월~8월의 동해 서남 해역의 수온, 염분 및 용존산소량의 수직 분포도이다.

Table 1. Definitions of water masses in the southern part of the Japan Sea in summer.

	Gong & Park (1969)	Lim & Chang (1969)	An (1974)	Park (1978)	Kajiura et al. (1958)
Tsushima Surface Water	higher than 20°C less than 33.80‰	18~29°C 32.00~34.00‰	+	higher than 20°C less than 33.80‰	+
Tsushima Middle Water	14~17°C 34.30~34.60‰	14~18°C 34.40~34.80‰	13~17°C 34.20~34.70‰	14~17°C 34.30~34.60‰	+
North Korean Cold Water	Middle water 5~7°C 33.95‰	+ *Bottom Cold Water in the Korea Strait 3~10°C 34.00~34.30‰	0.5~4°C 34.00~34.05‰	0.2~4°C 34.00~34.05‰	1~4°C 33.90‰
	Lower water 1°C 33.96~34.10‰				
Japan Sea Proper Water	approx. 1°C 33.96~34.10‰	0~1°C 34.00~34.05‰ below 200m	+	approx. 1°C 33.96~34.10‰ below 200m	0.0~0.5°C 34.0~34.1‰ 5.5~6.0ml/l

Remarks; + denotes that the corresponding water mass was not defined.

* The Bottom Cold Water in the Korea Strait does not belong to the water masses of cold current region, but is included here to compare with other water masses.

St. 15를 제외한 전 관측점에서 표층에는 고온 저염(高溫低鹽)의 대마난류표층수가 나타나고 50~100m층에는 염분(34.20~34.40‰)이 높으며 용존산소량(5.0~5.5ml/l)이 비교적 낮은 대마난류중층수가 나타난다. St. 13의 100~250m층에 분포하는 염분이 33.90~34.00‰, 용존산소량이 6.8~7.0ml/l인 수괴는 대기와의 접촉으로 높은 용존산소량을 갖게 된 북한한류계수가 대마난류계수의 밑으로 흘러 들어온 것이라 사료된다. 동해고유수는 St. 13의 300m 이심, St. 8~St. 12와 St. 14의 200m 이심에서 34.02~34.07‰, 5.5~6.5ml/l의 염분과 용존산소량의 특성치를 나타낸다. 이 특성치는 북한한류계수의 특성치와 비교할 때 염분은 높고, 용존산소량은 낮음이 특징이다.

St. 15에서 St. 20까지의 수온 분포도를 보면 St. 15는 한류역에 위치하며 St. 15와 St. 16사이 즉 38°N~39°N 사이에 전선이 형성되어 있음을 알 수 있다. 북한한류계수는 33.95~34.00‰의 염분이고 7.0~8.0ml/l의 높은 용존산소량을 지니며 대마난류계수의 밑으로 침강한다. 또한 St. 19의 125~200m에 위치하는 약 4°C이하의 수괴도 34.00~34.02‰의 저염분과 6.59ml/l의 비교적 높은 용존산소량을 지니는 점으로 보아 역시 전선 이북에서 형성된 한류계수의 수괴라 볼 수 있다.

그림 3D 및 3G의 용존산소 분포도를 보면 북한한류계수는 동해고유수나 대마난류계수에 비해 용존산소량이 높은 것을 알 수 있다. 예를 들어 보면 74년 7월~8월의 관측에서 북한한류계수

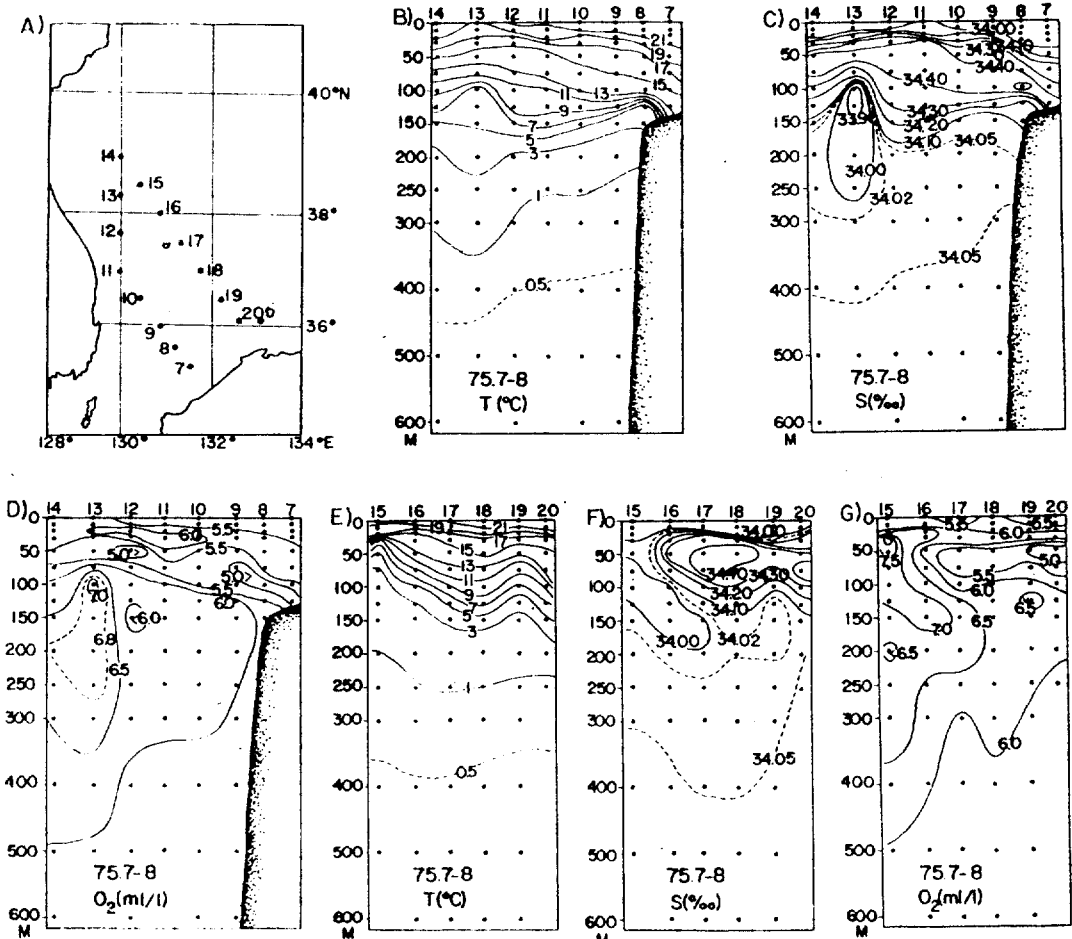


Fig. 3. Vertical sections of temperature, salinity and dissolved oxygen content in the southwestern part of the Japan Sea in July~August, 1975.

는 용존산소량이 7.0ml/l이상이었고, 동해고유수는 그보다 낮은 5.5~6.8ml/l이었다(金, 1979).

동계에는 대류의 발달로 인하여 표층부터 150~200m의 수심에 이르기까지 수괴 특성치들이 수직적으로 거의 균일한 분포를 보여서 북한한류계수의 분포는 하계만큼 명료하지 않다. 그러나 북한한류계수가 뚜렷하게 나타난 1973년 동계의 관측 결과를 특성치의 수직 분포도(그림 4)에서 고찰하자. St. 4는 대한해협 내의 관측점이다. 하계에 표층에 나타났던 저염분의 대마난류표층수는 존재하지 않으며 수온, 염분 및 용존산소량이 각각 14.70°C, 34.36‰, 5.80ml/l 인 수직적으로 균일한 대마난류중층수가 표층부터 해저면까지 존재한다. 동해에 유입된 대마난류계수의 염분은 혼합에 의해 계속 낮아져 St. 7, St. 8, St. 9에서 표층으로부터 150m에 이르기까지 34.06~34.16‰의 낮은 값을 나타낸다. 하계에 대마난류중층수에서 발견되었던 염분의 극대, 용존산소량의 극소는 동계에는 나타나지 않았다. 그러나 St. 7의 100~150m층에 위치하는 염분이 33.80‰이고, 용존산소량이 6.90ml/l 정도인 수괴는 저염분, 고용존산소량의 특성으로 보아 북한한류계수의 침강에 의해 형성된 수괴임을 알 수 있다.

St. 7, St. 8, St. 9의 200m 이십부터는 염분과 용존산소량이 34.00~34.05‰, 5.30~6.10ml/l 정도로 균일한 동해고유수가 존재한다.

북한한류계수는 침강하면서 상하층의 해수와

계속 혼합이 이루어질 것으로 추측되므로, 동해고유수와 특성치 한계를 명확히 구분짓기는 어려우나 조사 기간중 동해고유수의 염분은 34.05±0.05‰의 값을 보였고, 침강한 북한한류계수의 염분은 동해고유수보다 항상 값이 낮았으므로 이 두 수괴를 34.00‰의 등염분선으로써 구별할 수 있을 것이다(金, 1979). 그러나 林(1982)은 북한한류계수가 염분 극소층을 유지하면서 한 달 이내에도 염분의 값이 변화할 수 있음을 보였다. 그러므로 북한한류계수 특성치의 시간에 따른 변화 및 주변 해수와 혼합을 고려하여 특성치의 값 자체보다는 고용존산소량, 저염분의 해수 특성을 북한한류계수의 수괴 지표로 삼는 것이 타당하다고 사료된다.

동해 중부 및 북부 해역의 극전선에서 한류계수의 침강 현상은 전부터 계속 관찰되어왔고(Uda, 1934; Akagawa, 1954; Kolpack, 1982) 중간수(中間水; Middle Water or Intermediate Water)로 명명되었는데(Shimomura and Miyata, 1957; Kajiura et al., 1958; Miyazaki and Abe, 1960; Nishimura, 1969), 한국 동해안 연안 해역에서는 梁·高(1963) 및 Seung(1973)이 저염분의 수괴가 존재함을 지적했을 뿐 냉수괴의 기원과 관련하여 주목하진 않았고, 孔·朴(1969), An(1974), 朴(1978) 등은 전술(前述)한 대로 이 수괴와 동해고유수의 특성치를 표 1과 같이 보았다.

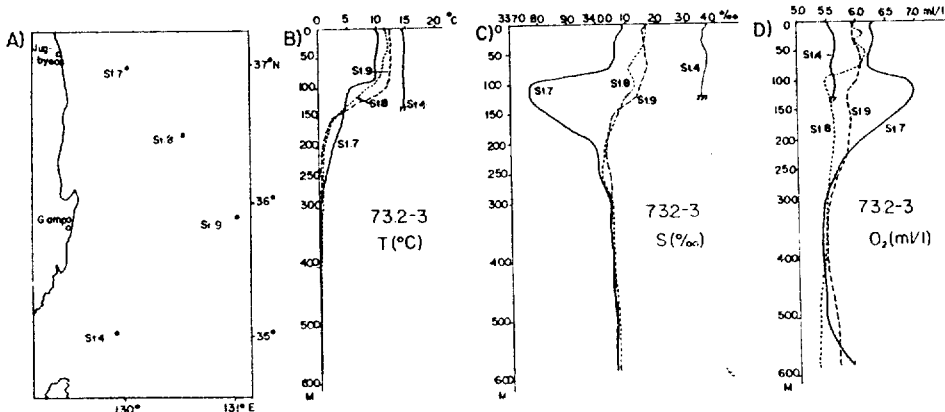


Fig. 4. Temperature, salinity and dissolved oxygen content distribution with depth in the southwestern part of the Japan Sea in February~March, 1973.

동해안 냉수역의 수괴 분석

앞서 고찰한 북한한류계수와 동해고유수의 특성치 관계가 동해안 연안 해역을 따라서는 어떠한가를 중앙수산시험장과 국립수산진흥원의 정기 해양 관측 자료를 이용하여 고찰하기로 하자. 그림 5B~5F는 1925년부터 1960년까지의 누년 평균값으로 작성한 8월의 T-S diagram이다 (한국해양편람, 1964).

A₃, A₆, A₁₀(그림 5B)은 함경북도 근해의 관측점으로서 표층은 수온이 21°C, 염분이 33.00~33.60‰로 고온 저염이나, 25m층은 수온 10°C 내외, 염분은 표층보다 조금 높은 33.60~34.00‰이다. 즉 하계에 태양의 강한 복사열로 인하여 표면 수온이 높아졌으며, 수온 약층은 0~20m에 형성됐고, 표층에서부터 100m층까지 33.00~34.00‰인 저염의 해수가 존재함을 보여 준다.

그림 5C의 B₅, B₈, B₁₀, B₁₁, B₁₃의 관측점들도 함경남도 근해의 넓은 해역에 걸쳐 33.00~

34.00‰의 저염의 해수가 표층에서부터 150m층에 이르기까지 존재함을 나타낸다. C₉의 50m층의 수괴와 비교해 볼 때 고온, 고염으로서 대마난류계수에 속하는 수괴임을 알 수 있다(그림 5D).

C₃, C₇, C₉의 150m층에서 공통적으로 표층을 제외한 전 수심에서 염분이 극소가 되는 특징이 나타난다. 이 염분 극소층은 D₂, D₃, D₄(그림 5E)의 150m층에서도 보이는데 E₂, E₃, E₅, E₇에 이르러서는 E₂의 150m층에서만 약간 보일 뿐이 수괴의 존재가 대단히 미약하다(그림 5F). 이것은 저염분의 수괴가 약 38°N에서 36°N에 이르기까지 존재하며 동해안 남부 해역으로 갈수록 혼합에 의해 점차 그 특성을 잃어감을 나타내는 것이라고 사료된다. D선 및 E선의 T-S 곡선에서 50m층에 염분 극대인 대마난류중층수의 존재를 볼 수 있다.

그림 6A~6F는 동해안 연안 해역의 남북 방향의 단면도로서(그림 1의 ◆표시 관측점을 따른 중단면) 1973년 2월과 8월의 수온, 염분 및 용존산소량의 수직 분포도이다. 金(1979)은 1973

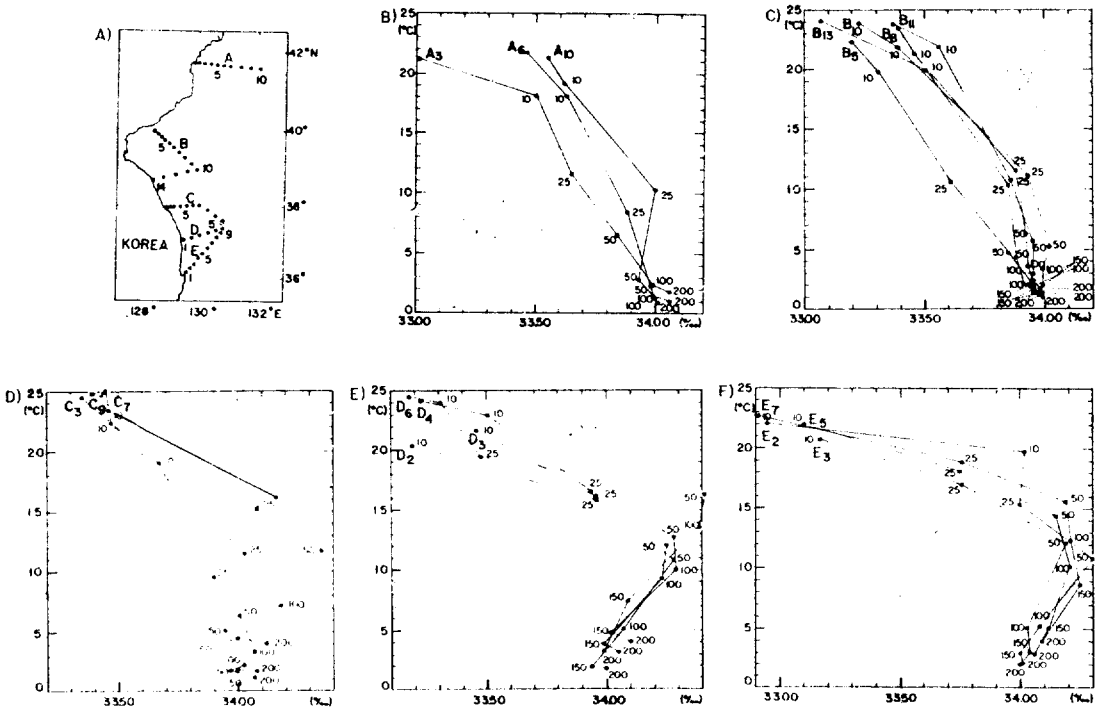


Fig. 5. Locations of oceanographic observation lines A, B, C, D, E. For each line T-S diagrams are constructed using averaged values of temperature and salinity data taken in August from 1925 to 1960. station numbers and measurement depths are indicated.

년 6월, 10월 및 12월의 특성치 분포도 고찰하였다. 속초와 주문진 해역에서 수온이 1~6°C 이고, 염분이 33.00~34.00‰인 북한한류계수가 표층으로부터 약 300m층에 이르기까지 존재하며 이 북한한류계수가 계속하여 목호-축산 해역의 동한난류계수 아래로 침강함을 12월을 제외한 격월의 특성치 분포도로부터 볼 수 있다. 그러나 축산-장기갑 해역에 이르러서는 34.00‰ 이하의 저염분 수괴가 동한난류계수 및 동해고유수와의 혼합으로 인하여 그 특징이 명료히 나타나지는 않는다. 12월에는 104선의 St. 5가 결측되었고 대류가 발달한 까닭에 다른 달에 비하여 위와 같은 현상이 분명하지 않으나, 축산과 목호 해역의 200m층에 침강한 저염분의 수괴를

관찰할 수 있다.

용존산소량은 2월과 8월에 정기 관측되었다(그림 6C, 6F). 결측된 관측점은 인접 관측점으로 대체하였으며 1973년 9월의 특별 관측도 일부 포함하였다(그림 1). 2월의 수직 분포도에서 보면, 동해 남부 해역의 200m 이천(以淺)의 해역은 6.5ml/l 이하의 용존산소량을 나타내며 축산과 주문진 해역은 7.5ml/l 이상의 높은 값을 나타냄으로써 난류역과 한류역의 용존산소량 분포의 대체적인 특징을 알 수 있다. 300m 이심에서는 목호 해역에서 가장 높은 값이 나타났다.

8월~9월의 용존산소량 수직 분포도에서 보면 대한해협 내에서 5.0ml/l 이하의 낮은 용존산소량 분포가 동해 내에서는 7.0ml/l 이상으로 높

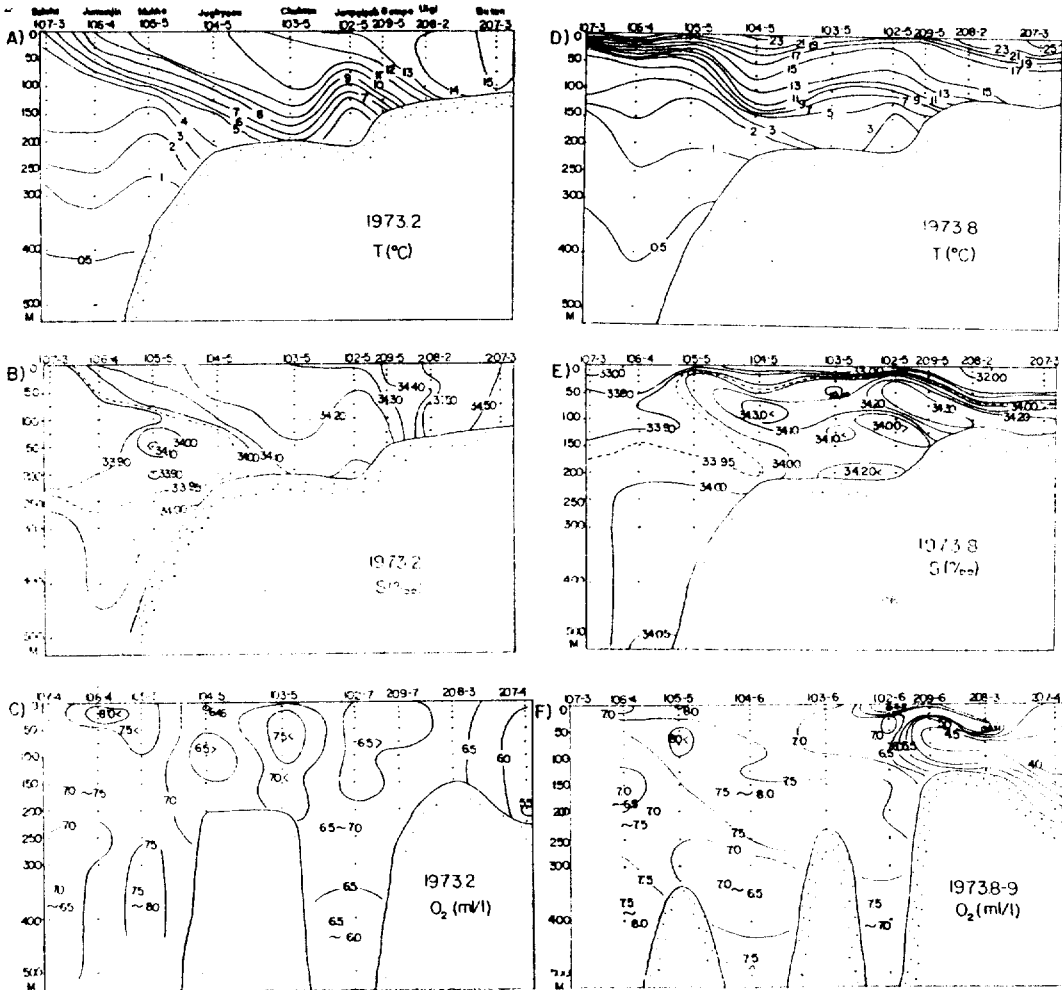


Fig. 6. Vertical sections of temperature, salinity and dissolved oxygen content along the east coast of Korea in February(A-C) and August (D-F), 1973.

아졌기 때문에 낮은 용존산소량을 지니는 대마난류중층수의 특징을 찾아 볼 수 없다. 난류계수가 동해에 유입된 후에 수괴 혼합이 심하게 일어난 것으로 추측된다. 7.5~8.0ml/l의 높은 용존산소량이 주문진 해역에서 50m층, 묵호 해역에서 75m층, 죽변 해역에서 150~200m층, 축산 해역에서 200m층에 분포하는 사실로부터 높은 용존산소량을 갖는 한류역의 수괴의 대체적인 침강 방향을 알 수 있다. 주문진 해역의 300~500m와 죽변 해역의 500m층에도 역시 7.5~8.0ml/l의 높은 값이 나타나는 점으로 보아 한류계수의 혼합에 의한 영향은 200m 이상의 깊이 까지도 미치는 것이 아닌가 추측된다.

6월의 수온 분포도로부터 5°C의 등온선이 축산-감포 해역에서 약 50m층 까지 올라온 모양을 볼 수 있는데 이 해수는 묵호 해역에까지 명료히 보이는 저염분의 북한한류계수가 혼합에 의해 계속 염분이 높아지며 남하하는 현상을 볼 때 특성치가 계속 변해가는 북한한류계수라 사료된다. 8월의 수온, 염분 분포도에서 이 현상을 더욱 분명히 관찰할 수 있다. 축산-감포 해역의 약 100m층에 형성된 제2 수온 약층 이하의 냉수괴는 33.95~34.00‰의 저염분의 북한한류계수이다.

북한한류계수의 남하

그림 7A~7C는 속초, 죽변 및 장기갑 해역의 관측점 107-3, 104-5, 102-5에서 수집된 10m, 50m, 100m, 150m층 수온의 수심별 년 변화도 이다(위치는 그림 1에 표시되었음). 임의로 1973년 2월을 기준월로 택하여 기준월과의 수온 차이를 구하였고, 기준월의 수온을 그림 좌측에 기록했다. 속초와 주문진 해역은 북한한류계수가 연중 지속적으로 존재하는 해역이다. 10m층은 2월~4월에 수온이 연중 가장 낮으며 8월~10월에 가장 높으나, 50m층, 100m층, 150m층은 하계로 가면서 수온이 낮아지기 시작하여 6월~8월에 최저에 도달한다. 이러한 변화의 특징이 속초 해역(그림 7A)에서는 특히 1976년과 1977년에 현저하고, 주문진 해역에서는 1975년과 1977년에 현저하다(金, 1979). 묵호 해역은 1973년, 1974년, 1977년에, 죽변 해역(그림 7B)은 1975년, 1976년, 1977년에 비교적 더욱 분명히 관찰할 수 있다. 축산 해역과 장기갑 해역(그림 7C)에서도 50m층은 표층과 비슷하나 100m 이심층은 표층과는 달리 6월~8월에 최저 수온을 나타낸다. 이러한 수온 변화로부터 북한한

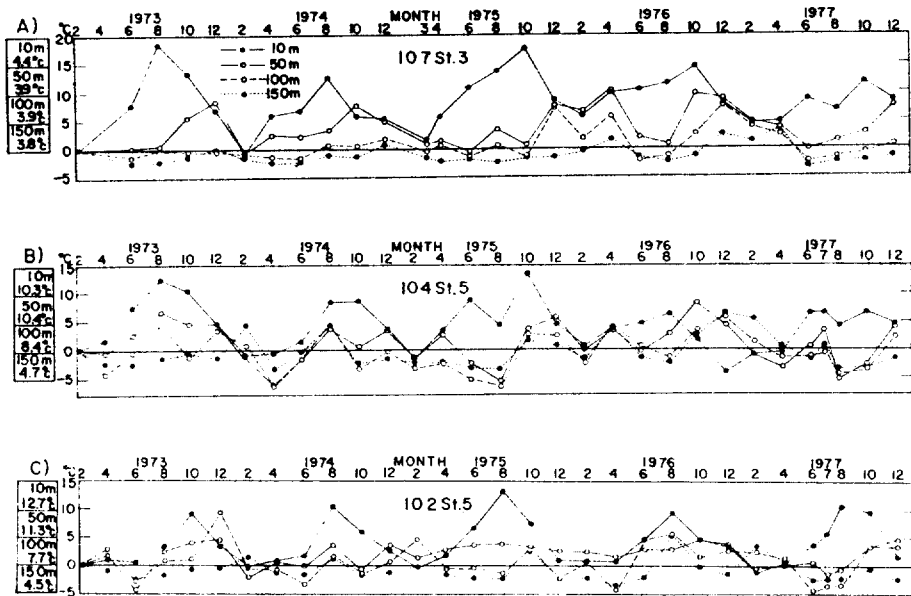


Fig. 7. Annual variations of temperature anomalies for different depths at 107-03, 104-05 and 102-05.

류계수가 동계보다 하계에 더 우세하게 남하함을 알 수 있다.

북한한류계수의 남하 하한은 1973년의 경우 34.00%이하의 저염분의 해수로 추적하였다. 이 수괴의 세력이 각 수심마다 다소 다르게 나타났으나 100m층에서 고찰하면 그림 8과 같다. 속초와 주문진 해역에는 이 수괴가 연중 지속하나 묵호 이남 해역으로 내려 오면서 출현 해역이 급격히 축소되어 8월에는 죽변-장기갑 해역의 극히 연안측에서만 볼 수 있다. 10월과 12월에는 외해에서도 나타났다. 관측점 간의 거리가 비교적 조밀한 1973년도 특별 해양 관측을 참조하여 볼 때(그림 9, 그림 1)이 저염분의 수괴가 감포 해역(209-1선, 209선)까지도 출현함을 알 수 있다. 연안 표층 가까이 출현한 냉수괴의 5°C 등온선과 34.00%의 등염분선이 대체로 일치함이 주목된다.

결론 및 토의

북한한류계수는 동해고유수에 비하여 염분이 낮고 용존산소량이 높은 것이 특징이며 이로써 두 수괴의 구별이 가능하다. 북한한류계수는 주문진 이북의 해역에서는 표층부터 중층까지 연중 지속적으로 존재하며 묵호 이남 해역에서는 동한난류계수와 접하여 전선을 이루고, 난류계수의 밑으로 침강하여 동해고유수의 상층에 위치한다.

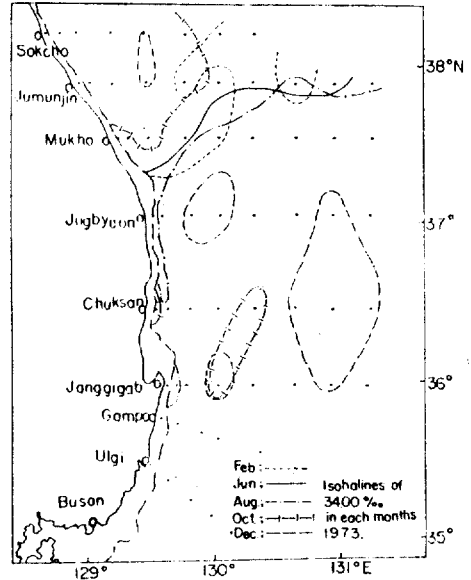


Fig. 8. Horizontal distributions of low salinity water(below 34.00%) at 100m depth in 1973.

하계에 나타나는 죽변-축산 및 감포연안의 냉수괴는 용승한 동해고유수가 아니고 묵호 이남의 해역으로 계속 남하하는 북한한류계수임을 알 수 있었다(그림 5, 그림 6). 북한한류계수는 동계보다 하계에 더욱 우세하게 남하하는 것으로 사료되며, 남하 하한은 염분이 34.00%이하인 해수의 분포에서 추정할 때 대략 축산-장기갑 연안 해역 정도로 보인다(그림 7, 그림 8). 1973년의 정밀한 특별 해양 관측에 의하면 감포 해역까지도 남하하는 것으로 사료된다(그림 9).

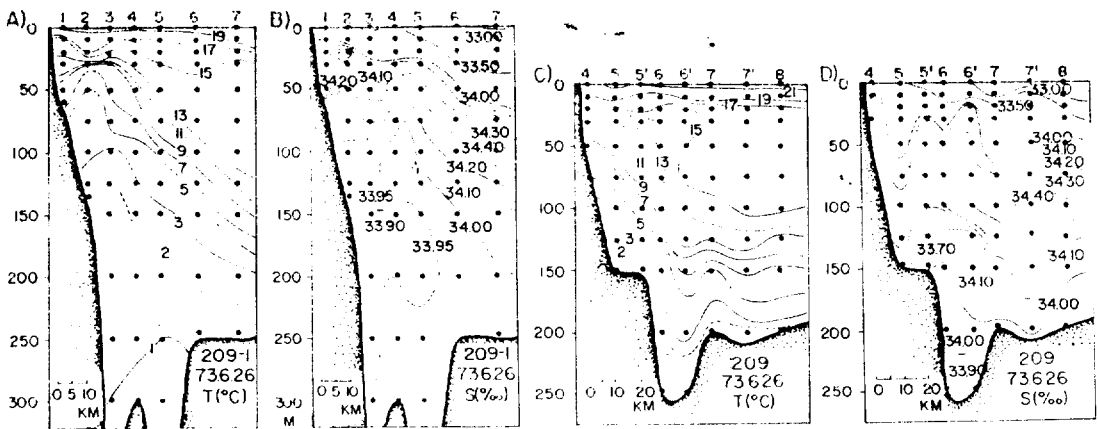


Fig. 9. Vertical sections of temperature and salinity along 209-1 and 209 lines taken on June 26, 1973.

북한한류계수가 남하하는 양상을 입증하기 위해서는 부표 추적을 통한 장기간의 유속 관측의 자료가 요구된다.

동해의 여러 냉수역은 대마난류의 와류(Eddy)에 의하여 발달하거나(Tanioka, 1968) 또는 해저 지형의 영향을 받음이 이미 고찰된 바 있다(Shimomura and Miyata, 1957). 동해안의 냉수역 범위가 해에 따라 상당히 변동하기는 하나 대체로 죽변-축산 해역을 중심으로 발달함(孔·杓, 1969)은 이 해역에서 북한한류계수와 동한난류계수가 만나 전선을 이룬다는 점과 동해안 북부 해역에 비하여 죽변-축산 해역에 비교적 폭넓게 대륙붕이 발달한 점과 더불어 냉수역의 발달에 있어서 함께 연구되어야 할 문제들이라 생각된다(그림 1; 韓, 1979).

사 사

본 논문의 연구 과정 중에 유익한 비판을 하여 주시고 내용을 면밀하게 검토하여 주신 서울대학교의 정종률 교수님께 깊은 감사를 드린다.

참 고 문 헌

- Akagawa, M., 1954. On the oceanographical conditions of the north Japan Sea (west off the Tsugaru Straits) in summer.
- An, H.S., 1974. On the cold water mass around the southeast coast of Korean Peninsula. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 9(2):10-18.
- Fukuoka, J., 1965. Hydrography of the adjacent sea (1) (The circulation in the Japan Sea). *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 21(3):95-102.
- Japan Oceanographic Data Center, 1972~1977. Data Report of CSK. Hydrographic Department, Maritime Safety Agency, Tokyo, Japan, No. 327, 355, 365, 375, 389, 399, 410, 419, 428, 434, 443.
- Kajiura, K., M. Tsuchiya and K. Hidaka, 1958. The analysis of oceanographical condition in the Japan Sea. *Rep. Develop. Fisher. Resour. in the Tsushima Warm Current*, I, 158-170 (in Japanese).
- Kolpack, R.L., 1982. Temperature and salinity changes in the Tsushima Current, *La mer*, 20:199-209.
- Lee, K.B., 1978. Study on the coastal cold water near Ulsan. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 13(2):5-10.
- Lim, D.B. and S. Chang, 1969. On the cold water mass in the Korea Strait. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 4(2):71-82.
- Miyazaki, M. and S. Abe, 1960. On the water masses in the Tsushima Current area. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 16(2):59-68.
- Moriyasu, S., 1972. The Tsushima Current, in Kuroshio, its physical aspects, ed. H. Stommel & K. Yoshida. Univ. of Tokyo Press. pp.353-369.
- Nan-niti, T. and A. Fujiki, 1967. Secular variation of hydrographic conditions in the east Tsushima Strait. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 23(4):201-212.
- Nishimura, S., 1969. The zoogeographical aspects of the Japan Sea, Part V, *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 17(2):67-142.
- Seung, Y.H., 1973. A dynamic structure of the southwestern part of the Japan Sea. M.S. Thesis. Seoul Nat. Univ., 37 pp.
- Shimomura, T. and K. Miyata, 1957. The oceanographical conditions of the Japan Sea and its water systems, laying stress on the summer of 1955. *日本研研報*, 6:23-97.
- Tanioka, K., 1968. On the East Korean Warm Current (Tosen Warm Current). *Oceanogr. Mag.*, 20(1):31-38.
- Uda, M., 1934. Result of simultaneous oceanographic investigation in the Japan Sea and its adjacent water during May and June, 1932. *Jour. Imp. Fis. Exp. Station* 5:186-235.
- Yasui, M., T. Yasuoka, K. Tanioka and O. Shiota, 1967. Oceanographic studies of the Japan Sea(I). *Oceanogr. Mag.*, 19(2):177-192.
- 孔泳·朴清吉, 1969. 韓國 東海冷水域의 海洋學의 特性. 國立水產振興院 研究報告書, 4號, 69-91.
- 孔泳·吳夢龍, 1977. 韓國東海의 海洋環境과 漁業資源. 水產業協同組合 中央會, 釜山, 韓國, 1-63.
- 國立水產振興院, 1964. 韓國海洋便覽. 釜山, 韓國, 214
- 國立水產振興院, 1964~1966. 海洋調查要報. 14-31號.
- 國立水產振興院, 1973~1978. 海洋調查年報. 22-27號.
- 金哲鎭, 1979. 夏季 韓國 東海岸에 出現하는 冷水塊에 對하여. 서울대학교 大學院 碩士學位 論文, pp.1-51.

- 朴清吉, 1978. 韓國 東海岸 冷水塊의 海洋化學的 考察. 韓國水產學會誌, 11卷 2號, 49-54.
- 西田敬三, 1940. 朝鮮近海의 海況과 漁況(昭和 12年). 水產試驗場報告, 1-5.
- 西田敬三, 1942. 朝鮮近海의 海況과 漁況(昭和 9年). 水產試驗場報告, 193-195.
- 梁在穆·高冠瑞, 1963. 東海의 沿岸水塊에 關하여. 水產大學研究報告, 5卷 1號, 57-61.
- 林根植, 1982. 韓國 東南海域 冷水塊의 特性 및 根源. 서울大學校 大學院 碩士學位論文, 1-40.
- 韓相復, 1979. 韓國 東部海域 海底地形圖. 韓國海洋研究所.
- 洪承明, 1967. 韓國沿海의 表面鹽分의 年變化. 水路年報, 183-192.

CHARACTERISTICS AND ORIGIN OF THE COLD WATER MASS ALONG THE EAST COAST OF KOREA

Cheol Ho Kim and Kuh Kim

Department of Oceanography, College of Natural Sciences, Seoul National University, Seoul 151, Korea.

ABSTRACT

To search the origin of the cold water mass along the east coast of Korea its characteristics are investigated based upon Cooperative Study of Kurcshio and Fisheries Research and Development Agency Data. In the southwestern part of the Japan Sea the North Korean Cold Water sinks at the front and flows southwards on top of the Japan Sea Proper Water. It is found that the sunken North Korean Cold Water is high in the content of dissolved oxygen and less saline compared with the Japan Sea Proper Water. It is highly likely that the cold water mass off the Jugbyeon-Chuksan coast in summer is the North Korean Cold Water and not upwelled Japan Sea Proper Water. It is shown that the North Korean Cold Water flows strongly in summer and its scuthern limit is generally off Chuksan-Janggigab and occasionally off Gampo as observed in 1973.