J. Korean Fish. Soc. 35(1), 77~85 한수지, 35(1), 77~85, 2002

하계 한국 남해의 해황 변동과 멸치 초기 생활기 분포특성

추 효 상
여수대학교 해양시스템학부 해양시스템보전전공

The Variations of Oceanic Conditions and the Distributions of Eggs and Larvae of Anchovy in the Southern Sea of Korea in Summer

Hyo-Sang CHOO
Division of Ocean System/Ocean Environment System Program, Yosu National University, Yeosu, 550-749, Korea

In the southern sea of Korea and the areas of Tsushima warm currents the relationship between the distributions of eggs and larvae of anchovy (*Engraulis japonica*) and oceanic conditions was examined on July and August 1997. The south Korean coastal waters, the water temperature of below 20~23℃ and the salinity of above 33.0 (PSU), the mixed waters between the south Korean coastal waters and the Tsushima warm currents, 21~25℃ and 32.0~32.5 and the Tsushima warm currents, above 26℃ and below 31.5 were distributed at the surface layer. The Tsushima warm currents were distributed at the northeast of Jeju Is. and off the southern sea of Korea. As an appearance of warm streamer, the mixed waters were intruded into the coastal areas of Komun Is.~Sori Is. and Sori Is.~Yokji Is.. Approximate paths of surface water by the drift card experiments were similar with the intrusions of the warm water identified from the water temperature and salinity distributions. The distributions of chlorophyll concentration were consistent with the distributions of water temperature and salinity. Anchovy eggs and larvae were mostly distributed at Komun Is., Yokji Is. and the southwest of Koje Is. where chlorophyll concentrations were high and cyclonic circulations by the warm water intrusions (warm streamers) were formed.

Key words: Tsusima warm current, Coastal cold water, Warm streamer, Front, Anchovy eggs, Larvae, SST, Drift card, Transport, Chlorophyll

서 론

40~100 m의 수심을 가지는 한국 남해는 황해, 동중국해, 동해와 연결되는 해역으로 대마난류수, 황해 난류수, 중국대륙 연안수, 한국 남해 연안수 등의 수괴가 공존하고 (Lim, 1971), 따라서 유용 상업 어종인 멸치, 고등어, 전갱이, 삼치와 같은 어족이 서식하고 번식하기에 최적의 해양 환경을 갖는다 (中田, 1987). 하계 한국 남해는 쿠로시오로부터 분리되어 동중국해로 확장하는 대륙 연안수와 혼합되어 제주도 남쪽을 거쳐 대한해협을 통과하여 동해로 유입되는 고온 저염 (표층)의 대마난류수 (Tsushima warm current water)가 존재하고 연안 가까이는 이들 난류계 표층수보다 수온은 낮고 염분이 높은 비교적 고밀도의 남해 연안수가 존재한다 (Huh, 1974; Noh, 1990). 한편, 이 두 수괴사이는 이들 수온, 염분의 중간적 특성을 가지는 중간수가 존재하고, 이 수역에서 수온과 염분의 경도가 크다.

한국 남해에서 가장 많이 어획되는 멸치 (*Engraulis japonica*)는 연안성 난류성 부어류로 하계 대마난류 세력의 확장과 함께 남해 연안쪽으로 접안 회유하여 산란을 시작하고 남해 전역, 특히 여수~남해~거제도 남부 및 통영~욕지도 주변에 주로 분포한다. 우리나라 주변의 해황 변동과 멸치 난 및 자·치어 분포에 관한 연구는 Chang et al. (1980), Kim (1983), Kim et al. (1994) 등이 수온, 염분과 같은 해양 환경 요인이 멸치 난과 자·치어의 분포와 어떤 관계를 가지는지에 대해 조사하여 멸치의 회유와 분포에 대마난류와 한국 남해 연안수의 분포가 큰 영향을 주고, 특히 이 두 수괴의 접촉으로 형성되는 전선의 위치가 멸치의 생활사에 대단히 중요함을 지적하였다. 한편, Choo and Kim (1998)은 하계와 추계 한국 남해안에 분포하는 멸치 난과 자·치어의 분포가 남해의 대마난류 변동에 어떠한 영향을 받고 있는지 해양물리, 화학, 생물학적 환경요인을 조사하여 밝힌 바 있다.

본 연구는 한국 남해의 해황 변동에 따른 멸치 난과 자·치어의 수송 기구를 규명하기 위하여, 1997년 7월과 8월 (하계) 한국 남해 연안 및 대마난류 횡단 관측을 통해 멸치 초기 생활기 분포와 남해의 수온, 염분, 클로로필 및 해수 유동의 단주기적 변동과의 관계를 조사하였다.

자료 및 방법

대마난류가 한국 남해 연안 가까이 분포하는 1997년 7월 24~29일과 8월 6~7일 (하계) 한국 남해 연안과 여수~일본 이끼시마 섬 남서 해역의 대마난류역에서 해양 관측을 실시하였다 (Fig. 1). 한국 남해 연안역은 조사선 청경호 (300톤)로 44개 정점에서 수온, 염분 및 표류 엽서 조사를 실시하였고, 기초 생산력을 조사하기 위해 클로로필 양을 측정하였다. 여수~이끼시마의 대마난류 횡단 관측에서는 조사선 동백호 (1,070톤)로 표층수 (수심 3 m)에 대한

+Corresponding author: choo@yosu.ac.kr

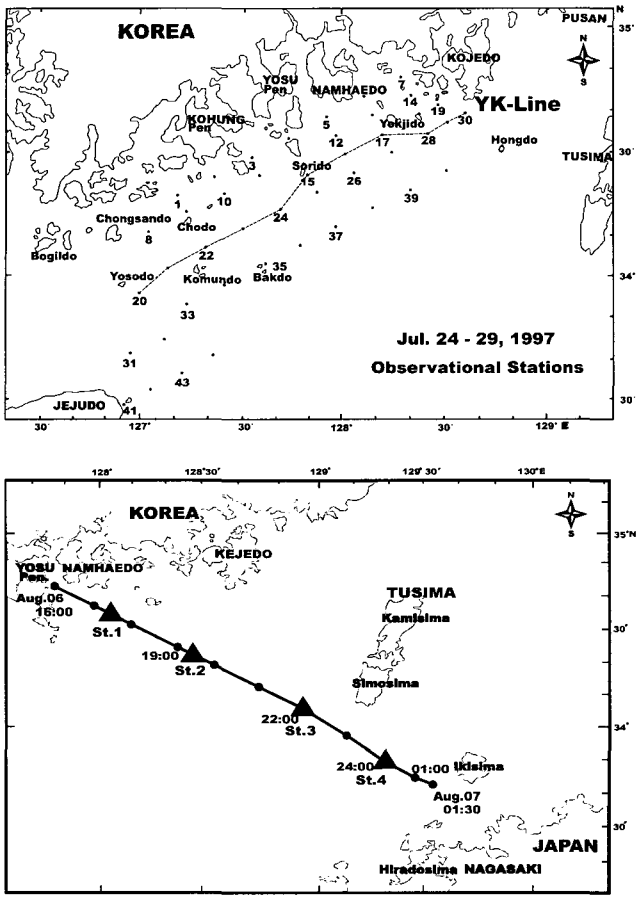

Fig. 1. Locations of hydrographic observation and sampling station. The upper and the lower show those during 24~29 July and 6~7 August 1997, respectively.

수온, 염분, 클로로필 시계열 조사와 4개 정점에서 연직 수온, 염분 관측과 표류 엽서 조사를 실시하였다.

수온과 염분은 CTD로, 표류엽서 조사는 세로 14.5 cm, 가로 9.7 cm의 耐水紙에 무게 약 0.3 g의 금속제 weight (추)를 장착한 표류 엽서를 각 정점에서 25매씩 투하한 후, 회수된 엽서의 표착 상황을 조사하였다. 클로로필 양은 클로로필 메터 (Alec, Model-Clorotec)를 사용하여 측정하였다. 한편, 멸치 난과 자·치어 채집은 한국 남해 연안 해황조사 44개 정점 중 연안 가까운 곳과 제주도 주변을 제외한 21개 정점에서 실시하였다. 채집에는 망구직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.54 mm의 채집망을 사용하였고 정량적 분석을 위하여 네트의 입구에 여수계 (Hydrobios Kier)를 부착하였으며 약 1 Knot의 속도로 10분간 예망하여 수평인망하였다. 자·치어 채집 및 분석에 관한 일반 사항은 Smith and Richardson (1977)의 방법을 따랐으며, 채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정하였다. 고정한 표본은 실험실에서 해부 현미경을 이용하여 난과 자·치어만 분리한 후 동정하였다. 동정된 멸치 알과 자·치어는 각각 계수한 후 1,000 m^3 당 개체수로 환산하였으며, 자·치어의 체장은 전장을 0.1 mm 단위까지 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 해황변동

1) 수온·염분 분포

7월 말 한국 남해 연안에서 관측된 표층 (1 m와 10 m) 수온과 염분의 수평 분포를 Fig. 2에 나타내었다. 수온은 1 m 층이 20~27℃, 10 m 층이 19~26℃의 분포로 연안의 수온이 낮았고 외해가 높았다. 대마난류수로 추정되는 표층수는 26℃ 이상으로, 1 m 수심은 제주 북동 31, 32, 42~44 정점 및 외해의 37, 38 정점에 분포하였다. 남해 연안수는 1 m 층 23℃ 이하, 10 m 층 20℃ 이하로 거문도와 소리도 주변, 욕지도~거제도 남서 해역 주변에 나타났다. 한편, 연안수와 대마난류수 사이에 존재하는 중간수 (혼합수)는 1 m 층 24~26℃, 10 m 층 21~24℃의 분포로 연안수역을 제외한 남해 연안 전 해역에 분포하였다. 이러한 수온 분포는 8월 중순 (Choo and Kim, 1998)에 비해 연안수 수온이 4~5℃ 낮으나 전체적으로 8월 중순과 유사하였다.

본 연구에서는 중간수 중 대마난류수와 인접한 1 m 층 약 25℃, 10 m 층 약 21℃ 등온선 부근을 대마난류계수 (The mixed waters of the Tsushima warm currents)라 간주하였다. 1 m 층 25℃ 등온선은 제주 북동해역에서 남해안을 북동으로 진행하여 소리도~욕지도 해역에서 폭이 좁고 긴 혀모양 난수 (warm streamer) 형태로 연안으로 유입되었다. 또 소리도 서쪽 고흥반도 남쪽 연안에 25℃ 등온선이 분포했다. 이곳 등온선은 제주 북동에서 북동쪽으로 분포하던 25℃ 등온선의 대마난류계수가 소리도 서쪽에서 연안을 향해 반 시계 방향으로 고흥반도 남쪽까지 유입되고, 이후 청산도~거문도 주변의 찬 연안수가 점차 북동으로 확장되어져 나타난 결과로 생각된다. 이러한 형태는 10 m 층에서 더 잘 나타난다. 10 m 층의 21℃ 등온선은 소리도 남동쪽에서 연안을 향해 유입되고 고흥반도 남쪽까지 분포했다. 이 유입된 난수 중앙에 20℃ 이하의 연안수 기원의 저온수가 분포했다. 또 소리도~욕지도 해역은 욕지도 서쪽을 따라 난수가 반시계 방향으로 유입되고, 이 난수 중앙에도 20℃ 이하의 저온수가 존재했다. 대마난류계수의 이러한 분포는 하계 대마난류가 한국 남해 연안에 접근하여 나타나는 warm streamer의 연안 유입 형태와 동일하였다 (Choo and Kim, 1998).

대마난류계수와 연안수의 연직 분포를 보기 위한 YK-line (Fig. 1)의 수온, 염분 분포를 Fig. 3에 나타내었다. 수온은 여서도 남동쪽 정점 20과 백도 북쪽 정점 23, 소리도와 욕지도 사이 정점 16~17, 그리고 거제도 서쪽 정점 29에서 24℃ 이상을 나타냈다. 수온이 높은 정점들은 표층에 대마난류계수가 분포하는 지점으로 깊이는 정점 20이 약 10 m로 가장 깊었고, 그 이외의 지점은 약 5 m 정도였다. 정점 21은 서쪽의 정점 20에 비해 수온이 4~5℃ 낮아 두 정점사이에 대마난류계수와 연안수의 전선이 형성되어 있었다. 이러한 전선은 정점 29와 30사이에도 존재하였다. 따라서 대마난류수가 분포하는 것으로 보이는 정점 20을 제외하면 대마난류계수가 분포하는 수심은 대략 5 m 정도로 추정된다. 한편, 전선 안쪽인 정점 21과 30 주변의 저온수는 난류 유입에 따른 섬 주변 연안수의 이류 혹은 와류 (wake)로 인한 것으로 보인다 (Tomosada, 1984).

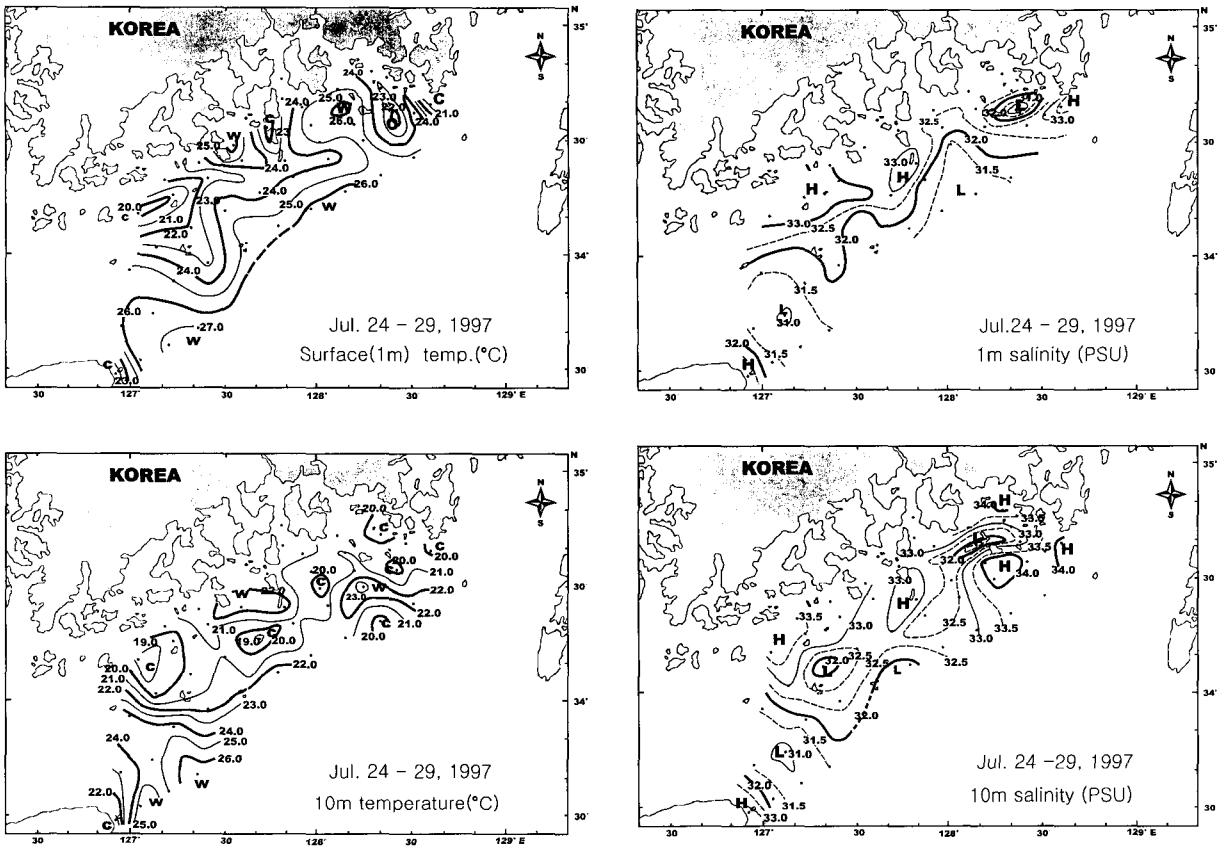

Fig. 2. Horizontal distributions of water temperature and salinity at surface and 10 m depth during 24~29 July 1997.

염분은 1 m 층 31.0~33.0, 10 m 층 31.0~34.0의 분포 (Fig. 2)를 나타냈다. 염분은 대마난류수역이 31.5 이하로 낮고 연안수역은 33.0 이상으로 높았다. 중간수인 대마난류계수의 염분은 대략 32.0~32.5 정도로 추측된다. 수심 1 m에서 염분은 수온 분포와 같이 32.0 등염분선이 제주에서 북동 방향으로 분포했고 소리도~욕지도 해역에서 연안으로 유입하였다. 33.0 이상의 염분은 초도 주변과 소리도, 거제도 남쪽해역이었다. 한편, 제주도 동쪽 연안도 수온은 낮고 염분이 높아 연안수 특성을 나타냈다. 또 대마난류수가 제주 북동~거문도에서 북서쪽으로 분포하여 제주도 동쪽은 연안수와 대마난류수의 전선이 형성되었다. 제주도 동쪽 연안의 저온 고염분수는 대마난류수 유입으로 인한 섬 주변 연안수의 이류나 와류의 영향으로 보인다. 수심 10 m에서는 32.5의 등염분선이 거문도~소리도, 소리도~욕지도에서 연안으로 유입된 분포를 나타내었다.

YK-line의 연직단면 (Fig. 3)은 32.0 이하의 저염분이 정점 20, 정점 22~23, 정점 16의 약 10 m 이하의 수심까지 분포했다. 이러한 저 염분역의 깊이는 수온 분포의 고수온역 깊이보다 약 5 m 이상 깊다. 한편, 연안수와 전선이 형성된 정점 20과 거제도 남쪽 29 정점은 연직 방향으로 염분 역전도 나타났다. 이는 전선역의 수렴이나 이류, 와류 등의 연직 혼합에 의한 영향으로 보인다 (Lee et al., 1981).

수온, 염분 관측이 이루어진 시기의 인공위성 적외선 이미지에 의한 해양 표면 수온 분포도 (국립수산진흥원, 1998)를 Fig. 4(a)에 나타냈다. 제주 동쪽 해역에 27~28℃의 대마난류수가 분포하고 대마난류계수로 추정되는 25℃ 등온선은 고흥반도 남쪽 거문도~소리도와 소리도~욕지도 해역에서 혀모양의 좁고 긴 난수 (warm streamer) 형태로 연안 유입되고 있었다. 저수온역은 청산도 주변과 거제도 남서해역에 분포하였다. Fig. 4(a)에 나타난 표면수온은 해양 관측에 의한 1 m 수심의 수온보다 전체적으로 약 1℃ 높으나 등온선의 분포 형태는 거의 유사하였다.

한편, 7월 24~29일 기간 중 남해의 적외선 이미지가 이용 가능한 23일, 25일, 26일 자료 (국립수산진흥원, 1998)로부터 대마난류계수로 추정되는 24℃와 25℃ 등온선의 변화를 Fig. 4(b)에 나타냈다. 24℃ 등온선은 23일 연안 가까이 분포하다가 25일 여서도와 거문도 해역까지 남하하고 거문도~소리도와 소리도~욕지도에서 warm streamer 형태로 연안에 유입하였다. 26일 24℃ 등온선은 더욱 연안까지 진행했다. 25℃ 등온선은 24℃ 보다 다소 외해에 분포하나 대체로 여서도와 거문도 부근까지 내려오고 소리도~욕지도 해역에서 연안 유입되었다. 등온선의 일 이동거리로 본 등온선의 연안 유입 최대 속도는 약 0.4 m/sec 정도였다.

8월 6~7일 여수~이끼시마의 대마난류 해역에서 조사된 표층 (3 m) 수온 및 염분의 시계열 분포를 Fig. 5에 나타냈다. 수온은 7월 말에 비해 연안수가 약 24℃, 정점 1 부근의 대마난류계수가 26℃, 대마난류수로 추정되는 정점 3~4가 약 28℃였다. 염분은 대마난류계수가 약 32.0, 대마난류수는 약 30.0 정도였다. 정점 1~4

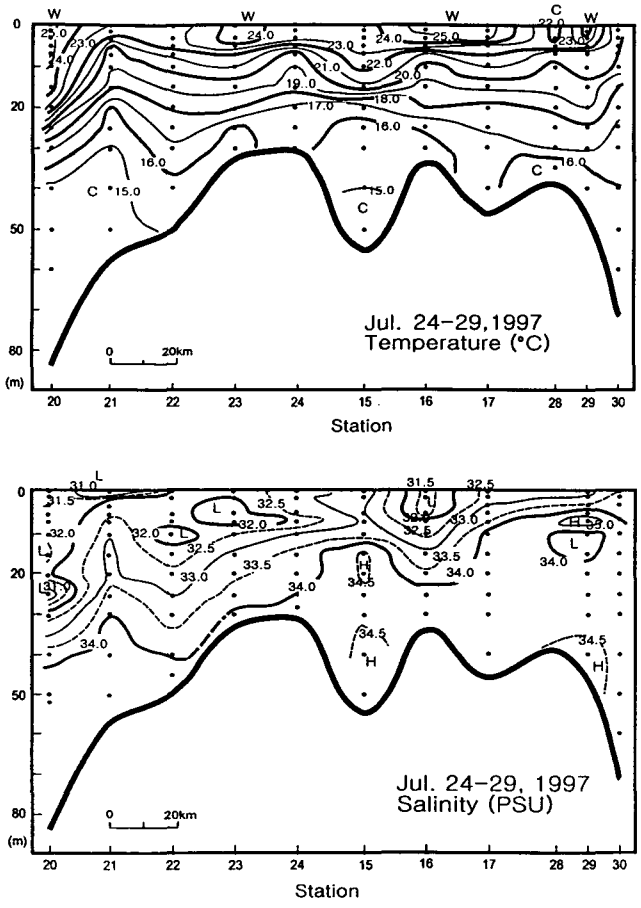

Fig. 3. Vertical sections of water temperature and salinity during 24~29 July 1997 at YK-line.

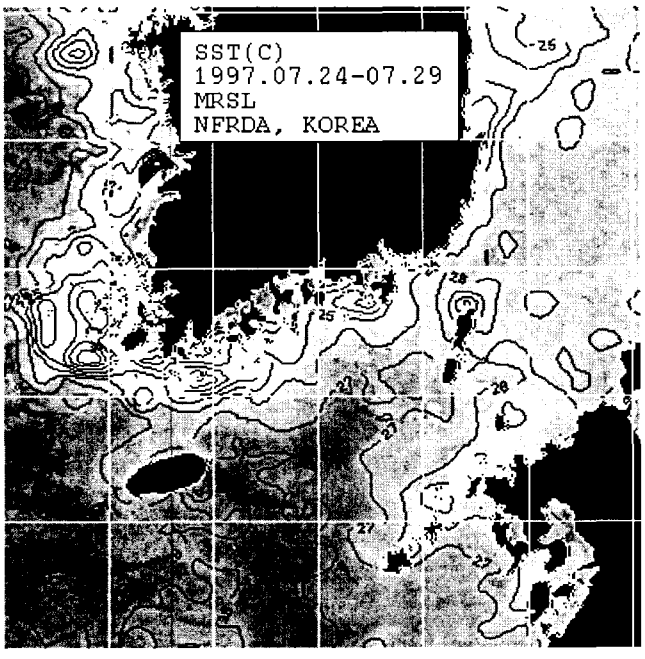

Fig. 4(a). Sea surface temperature from satellite thermal images during 24~29 July 1997 (NFRDA, 1998).

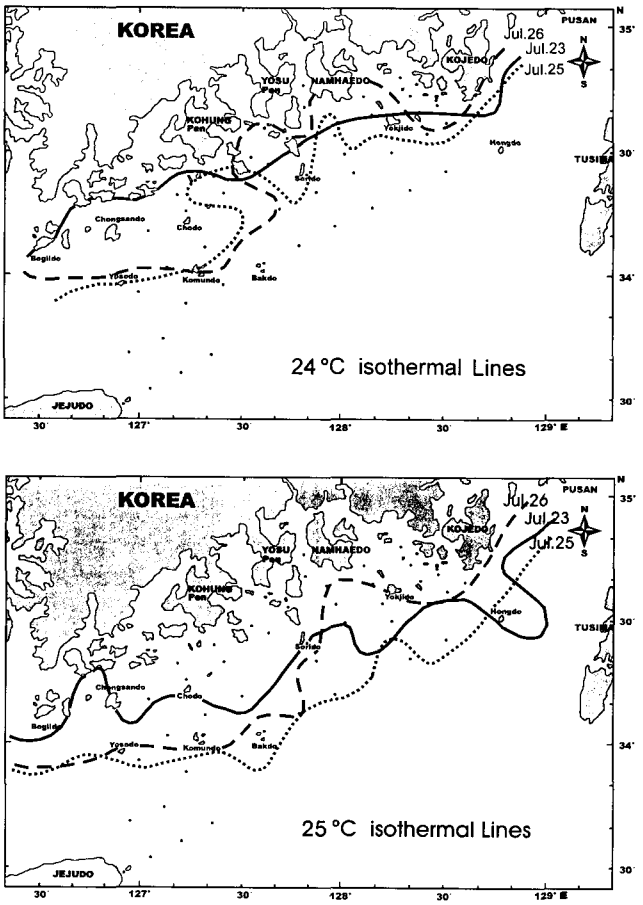

Fig. 4(b). Changes of 24℃ and 25℃ isothermal lines at sea surface from satellite images during 24~29 July 1997.

의 수온, 염분 연직 단면을 Fig. 6에 나타냈다. 그림에서 정점 3~4를 중심으로 약 20 m 수심까지 27℃ 이상의 고온의 대마난류수가 존재하였다. 이 수괴는 정점 1의 표면에도 약간 분포했다. 또한 정점 1~2와 정점 2~3의 등온선 경사가 서로 반대로 나타나, 북동쪽으로 흐르는 대마난류 (정점 3~4)와 대마난류의 일부 (대마난류계수)가 반시계 방향으로 연안 (정점 1)을 향해 유입되어졌음이 추측된다. 염분은 정점 1의 표층이 32.0 이하이고 정점 4는 수심 20 m까지 약 32.5로 수온의 연직 구조와 대체로 유사하였다. 정점 2~3, 정점 3~4의 20~50 m 수심에는 연직방향으로 염분 역전이 부분적으로 나타났다.

여수~이끼시마 대마난류 횡단관측이 이루어진 다음날 8월 8일 오전 7시의 위성 자료에 의한 표면 수온 분포를 Fig. 7에 나타냈다 (국립수산진흥원, 1998). 정점 1의 대마난류계수는 약 25℃, 대마난류수는 약 26℃~27℃로, 수온 연속관측에 의한 수온보다 약 1℃ 낮았다. 수온은 정점 2가 가장 낮았고, 이 저온수는 초도에서 동쪽으로 길게 확장되어진 것이다.

2) 표층류 수송

7월 24~29일 관측 중 표류 엽서 조사에 의한 엽서의 표착 상

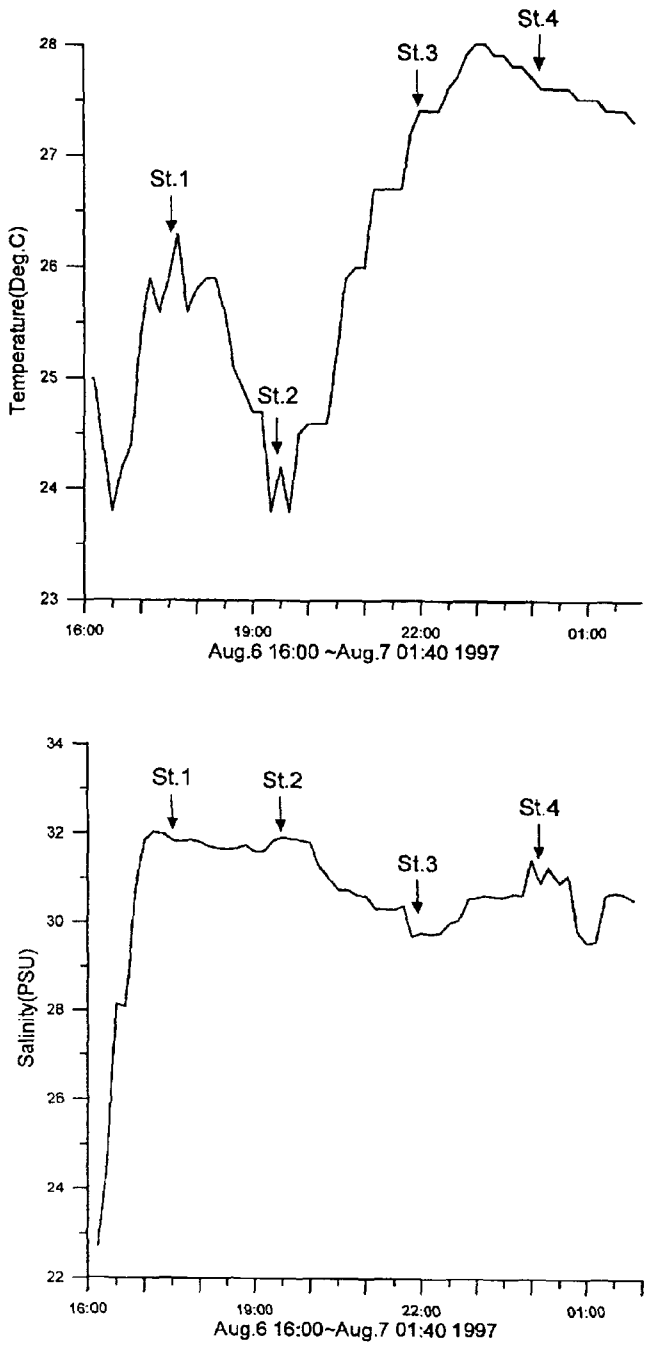

Fig. 5. Time series of water temperature and salinity at 3 m depth of the observational areas from Yeosu to Ikishima Is. during 6~7 August 1997.

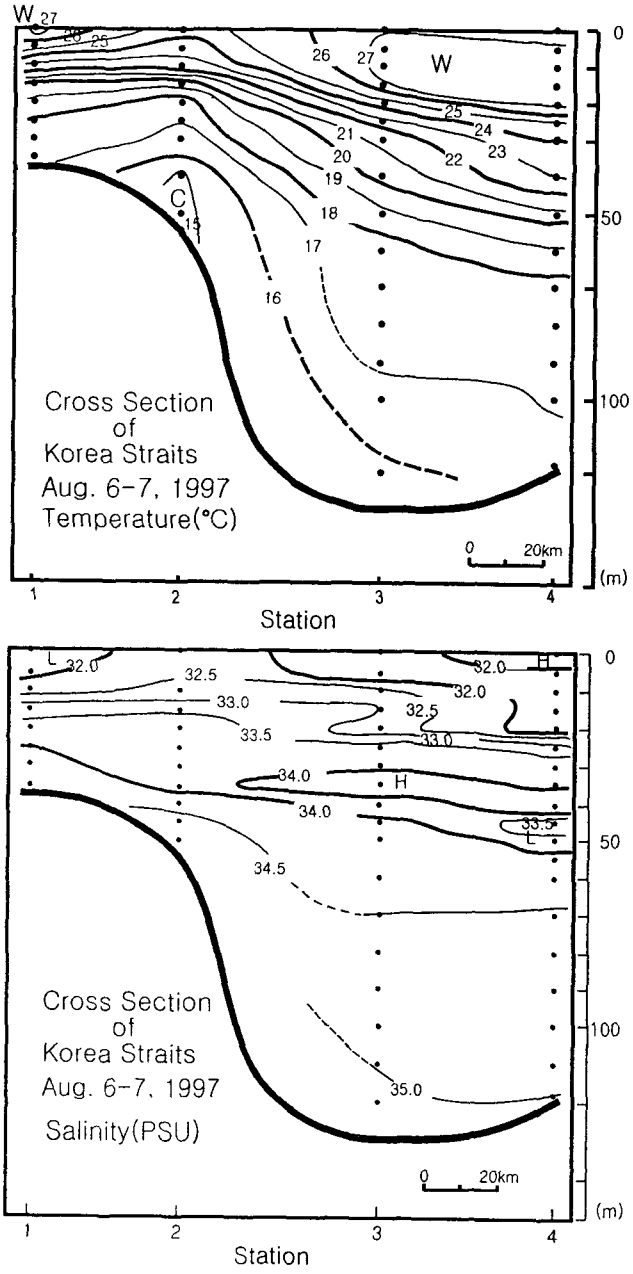

Fig. 6. Vertical sections of water temperature and salinity on the observational areas from Yeosu to Ikishima Is. during 6~7 August 1997.

황을 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 8의 윗 그림은 연안 가까운 정점에 투하된 엽서의 표착상황이고 아래의 그림은 다소 외해쪽 정점에서 투하된 엽서 표착상황이다. Fig. 8의 윗 그림 중, 고흥반도 남쪽~소리도 해역은 주로 북서~서쪽으로 엽서가 표착되어 소리도 서쪽에서 북서쪽으로 유입되는 흐름에 의한 것으로 보여진다. 청산도~초도사이는 초도에서 북동으로 확장하는 찬 연안수를 따라 표류되어 수온 구조에 나타난 수괴분포와 유사한 수송 형태를 나타냈다. 한편, 연안수가 발달한 소리도 주변의 엽서는 외해를 거쳐 부산주변으로 수송된 듯 하다. 소리도~욕지도는 연안으로 유입되는 흐름을 따라 엽서는 남해도와 주변 연안역에 골고루 표착되었다. 특히 Fig. 8의 아래 그림에서 욕지도 서쪽 정점은 엽서가 가장 많이 회수되었고 북동~북서쪽으로 골고루 수송되었다. 초도~소리도 주변은 북동 방향으로 수송되어 거제도와 부산 부근에서 회수되었다. 백도~홍도를 연결하는 제일 외해쪽 정점들에 투하된 엽서는 거의 회수되지 않았고, 외해쪽 정점 중 제주 북동 해역의 32와 41정점에 투하된 엽서가 일본 톳토리 현에서 회수되었다. 따

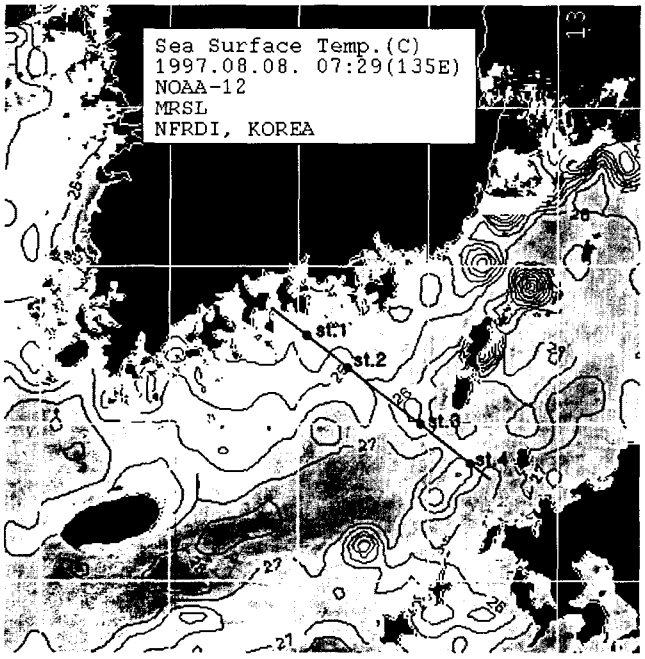

Fig. 7. Sea surface temperature from satellite thermal images on 8 August 1997 (NFRDA, 1998).

라서 외해쪽 정점의 엽서는 대마난류를 타고 북동 방향으로 수송되었을 것으로 추정된다 (Choo and Kim, 1998). 한편, 여서도와 거문도사이 정점은 북동으로 표류하다가 소리도에서 북쪽으로 연안 유입되는 흐름에 의해 여수 반도 아래까지 수송된 것으로 추정된다. 제주도 동쪽 연안 정점은 북동 방향의 일본 톳토리현에 표착된 것과 북북동쪽 남해도에 표착된 것이 있다. 이 중 남해도에 표착된 것은 엽서가 표류 중 작업 어선에 의해 수거되어 이동되어진 것으로 추정된다.

8월 6~7일 관측시 투하한 표류 엽서의 표착상황을 Fig. 9에 나타냈다. 홍도 남서쪽 정점은 북북동 방향의 부산에서, 욕지도 남동 정점은 남해 연안으로 유입되는 흐름을 타고 북쪽으로, 욕지도 남서 정점은 북서의 남해도에 표착하였다. 여수 돌산도 동쪽에서는 서~남쪽 연안에 수송되었다.

2. 클로로필 및 멸치 난과 자·치어 분포

1) 클로로필의 분포

7월 24~29일 조사된 클로로필의 수평 분포와 YK-line의 연직 단면을 Fig. 10에 나타냈다. 클로로필은 1 m 층 0.5~5.0 μg/L, 10 m 층 1.0~8.0 μg/L의 분포로 대마난류역인 외해가 낮고, 연안역이 높았다. 클로로필 등농도선도 수온, 염분에서와 같이 제주 북동해역과 거문도~소리도, 소리도~욕지도에서 연안으로 유입되어 나타났다. 특히 1 m 층의 소리도~욕지도 사이 해역은 0.5 μg/L의 저클로로필 농도가 욕지도 서쪽 해역을 따라 반시계 방향으로 연안 유입되어 분포했다. 2.0 μg/L 이상의 농도는 연안수가 존재하는 청산도~초도, 소리도 주변, 거제도 서~남서 해역에 분포했다. 클로로필 농도가 가장 높은 해역은 욕지도~거제도 남서쪽으로 1 m 층 약 5.0 μg/L, 10 m 층 8.0 μg/L의 분포였다. 클로로필 농도가 큰

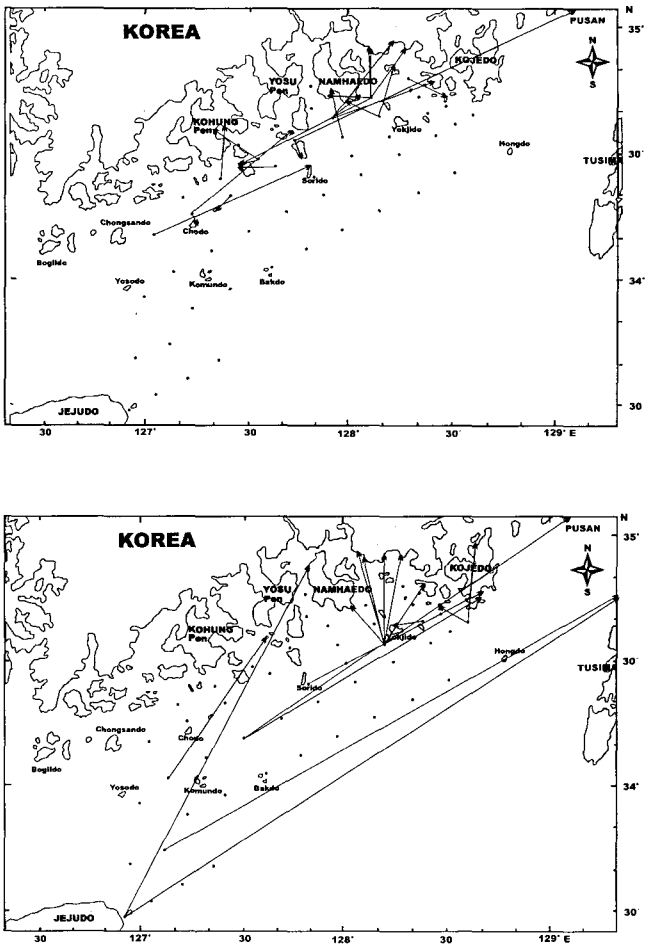

Fig. 8. Approximate paths of drift cards on July 1997. The upper and the lower show those at the inner stations and the outer stations, respectively.

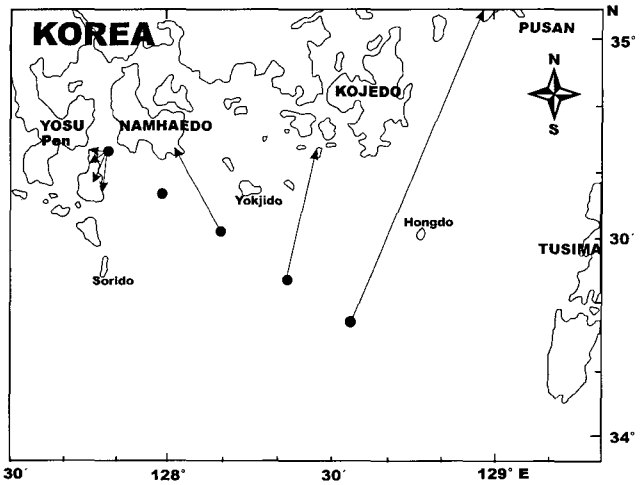

Fig. 9. Approximate paths of drift cards in August 1997.

해역은 기초 생산력이 커, 동물 플랑크톤과 이들을 먹이로 하는 자·치어들에게 좋은 색이장이 된다. 한편, 이들 해역에서 클로

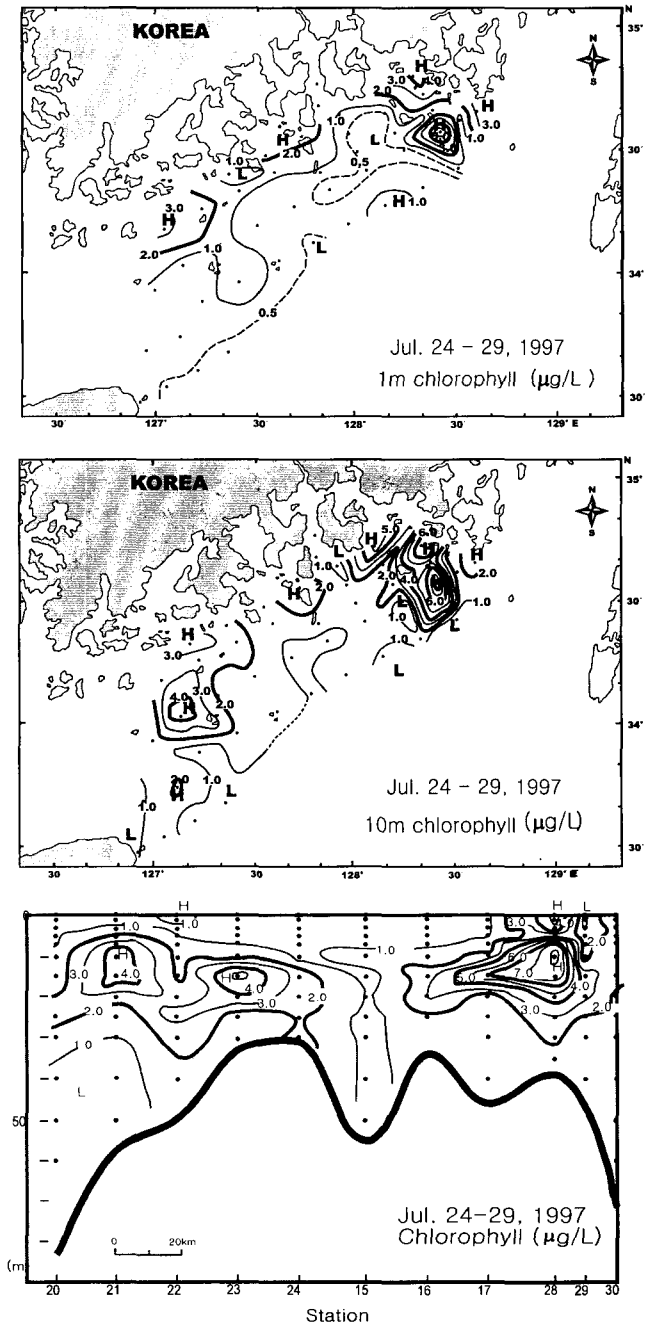

Fig. 10. Horizontal distributions and a vertical secton at YK-line for chlorophyll during 24~29 July 1997.

로필 농도가 큰 이유는 대마난류가 접근하고 난수가 유입됨에 따라 이들 해역에 흐름의 전단 변형역 (shear zone)인 전선이 형성되고 섬 주변에는 전선에 수렴하는 흐름과 이를 보충하기 위해 육지 해안으로부터 영양염이 풍부한 이안류가 존재한다. 이 과정에 섬 하류의 와류 (wake)와 복합되어 저층수의 용승과 표층수의 혼합이 일어나 용존산소, 부유물질, 영양염 등의 농도가 커지고 따라서 기초 생산력도 높아지게 된다 (Choo and Kim, 1998). 클로로필의 연직 분포에서 욕지도~거제도 남서 해역인 정점 28의 수심 10 m가 가장 농도가 높았다. 정점 21과 23의 수심 10~15 m에 나타난 4.0~5.0 μg/L의 농도는 거문도 남쪽에서 유입되는 난수로 인해 청산도와 거문도 부근에서 확장된 연안수의 영향으로 보인다.

8월 6~7일 대마난류 해역내 표층 (3 m) 클로로필의 시계열을 Fig. 11에 나타냈다. 클로로필은 연안 가까운 해역에서 6.0 μg/L 이상으로 높았고 그후 연안에서 멀어져 대마난류 중심역으로 갈수록 2.0 μg/L 이하로 떨어진 후 다시 일본 이끼시마 섬 연안 가까이에서 5.0 μg/L로 높아졌다. 그러나 정점 2는 연안수의 확장으로 6.0 μg/L 이상의 클로로필 농도를 나타냈다. 정점 2~3 사이에서 농도가 다시 올라가는 것은 Fig. 7에 나타난 것과 같이 이 주변 해역에 생성된 소규모의 전선와 (frontal eddy)로 인한 연안수의 영향으로 생각된다.

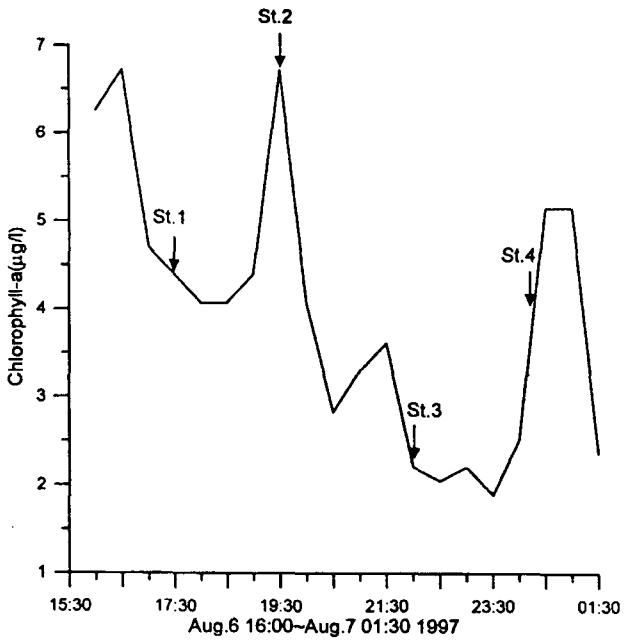

Fig. 11. Time series of chlorophyll at 3 m depth of the observational areas from Yeosu to Ikishima Is. during 6~7 August 1997.

2) 멸치 난과 자·치어 분포

7월 24~29일 한국 남해 연안 21개 정점에서 조사된 멸치 난과 자·치어 개체수의 분포를 Fig. 12에 나타냈다. 멸치 난이 많이 채집된 곳은 거문도 주변과 욕지도 주변이었다. 그리고 멸치 난이 전혀 채집되지 않은 곳은 거문도~소리도, 거문도 남쪽 해역이었다. 자·치어도 멸치 난과 같이 거문도 북쪽과 욕지도 주변에 다량 분포하였으나, 거제도 남서쪽 정점에서도 다량 채집되었다. 채집된 자·치어의 체장은 대체로 5.9~20.3 mm (평균 11.4 mm)로 후기 자어기 단계가 많았다. 한편, 멸치 난의 개체수가 자·치어에 비해 적은 것은 채집에 사용된 채집망의 망목크기가 0.54 mm로 이보다 크기가 작은 난은 망목을 통해 유출되었기 때문인 것으로 생각된다. 자·치어가 채집되지 않은 곳은 멸치 알의 경우처럼 거문도 남쪽, 거문도~소리도 주

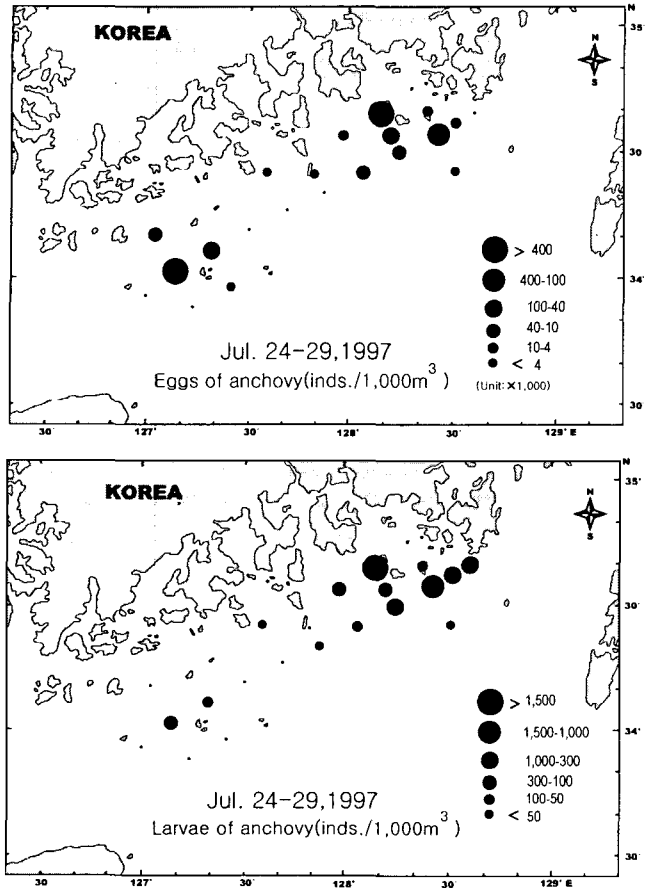

Fig. 12. Distributions of anchovy eggs and larvae during 24~29 July 1997.

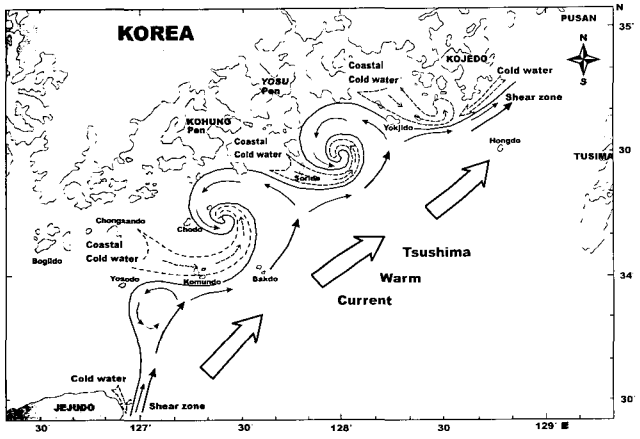

Fig. 13. Schematic views of the surface currents in the southern sea of Korea in summer.

변으로 대체로 소리도를 기준으로 서쪽 해역이었다.

멸치 난과 자·치어의 분포 밀도가 큰 거문도와 욕지도 주변 그리고 거제도 남서해역은 수온·염분 분포나 표층류 수송에서와 같이 하계 대마난류로 인한 흐름의 수렴 (shear)으로 전선이 형성되고 거문도 남쪽, 욕지도와 거제도 주변에 남쪽에서 혀모양의 난수가 유입되어 좌선환류가 형성되는 해역이다. 또한 이들 해역은 클로로필 분포에 나타난 바와 같이 육지로부터 영양염 공급과 와류로 인한 저층수의 용승 작용으로 기초 생산력이 높아 자·치어의 먹이 공급에 좋은 장소가 된다. 그리고 빠르게 북동류하는 대만난류수역보다 난과 자·치어가 해역내 체류할 수 있는 시간이 상대적으로 길어 성육에도 적합하다 (Choo and Kim, 1998). 따라서 이들 해역은 멸치 난의 수렴과 자·치어 성장에 최적의 환경이 조성되어 개체수 출현량이 커지는 것으로 추정된다.

요 약

한국 남해의 대마난류 변동에 따른 멸치 초기 생활기 분포와 해황과의 관계를 7월과 8월 (하계) 한국 남해 연안 및 대마난류 횡단 관측을 통해 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 7월 말~8월 초 한국 남해의 표층은 수온 20~23℃ 이하, 염분 33.0 이상의 남해 연안수와 수온 21~25℃, 염분 32.0~32.5의 중간수 (대마난류계수) 그리고 수온 26℃ 이상, 염분 31.5 이하의 대마난류수가 분포하였다. 해역별로 연안수는 거문도와 소리도 주변, 욕지도~거제도 남서연안에 분포하고 대마난류수는 제주도 북동 일부해역과 외해역에 분포했다. 대마난류계수는 연안수와 대마난류수사이에 존재하고 거문도~소리도, 소리도~욕지도에서 warm streamer 형태로 연안 유입되었다. 수온, 염분의 수평경도가 큰 해역은 청산도~거문도, 거제도 남서해역 주변이었다.

2) 위성자료에 나타난 표면 수온 수평경도가 가장 큰 해역은 청산도와 거제도 남서 해역 주변이었다. 표면 수온의 일 변화에서 거문도~소리도, 소리도~욕지도 해역에서 난수 유입이 일어났다. 표층류는 고흥반도 남쪽~소리도가 북서 방향, 소리도~욕지도는 북동~북서 방향으로 수송되어 수온, 염분 분포에 나타난 표층 warm streamer의 연안 유입 형태와 일치하였다. 연안수나 외해의 대마난류수는 북동~동으로 수송되었다 (Fig. 13).

3) 클로로필 (기초생산력)은 연안수역이 2.0 μg/L 이상으로 높고 외해는 0.5 μg/L 이하로 낮았다. 클로로필 농도 분포는 수온, 염분 분포와 거의 유사하였다. 농도가 가장 큰 해역은 수온, 염분의 수평경도가 가장 큰 거제도 남서해역으로 8.0 μg/L이었다.

4) 멸치 난과 자·치어는 연안수와 대마난류계수간 전선이 형성되는 거문도와 욕지도, 거제도 남서해역 주변에 많이 분포하였다. 이들 해역은 하계 기초 생산력이 타 해역에 비해 크고 남쪽에서 반시계 방향으로 연안을 향해 유입하는 warm streamer가 존재하는 해역이었다.

감사의 글

본 연구는 여수대학교 2000년 학술연구지원비에 의하여 연구되었음. 본 연구를 위한 자료의 제공과 조사에 협조해 주신 여수대학교 수산과학 연구소 및 청경호, 동백호 여러분, 여수대학교 양식학과 한경호 교수 그리고 국립수산진흥원 김진영 박사의 조언에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Chang, S.D., S.Y. Hong, C.K. Park, P. Chin, B.G. Lee, T.Y. Lee, Y.J. Kang and Y. Gong. 1980. Studies on the migration of anchovy *Engraulis japonica* in Korean waters. Publ. Inst. Mar. Sci. N.F.U. B., 12, 1~38 (in Korean).

Choo, H.S. and D.S. Kim. 1998. The effect of variations in the Tsushima warm currents on the egg and laval transport of anchovy in the Southern Sea of Korea. J. Korean Fish. Soc., 31, 226~244 (in Korean).

Huh, O.K. 1974. Coastal oceanographic use of the defense meteological satellite program (DMSP). Naval Oceanographic Office Technical Rept., 241, 1~12.

Kim, J.Y. 1983. Distribution of anchovy eggs and larvae off the western and southern coasts of Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 16, 401~409 (in Korean).

Kim, J.Y., J.I. Kim and G.H. Choi. 1994. Comparisons of egg distribution and mortality rate between anchovy and sardine during spring in the southern waters of Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 27, 299~305 (in Korean).

Lee, T.N., P. Atkinson and R. Legeckis. 1981. Observations of a Gulf Stream frontal eddy on the Georgia continental shelf, April 1977. Deep-Sea Res., 28, 347~378.

Lim, D.B. 1971. On the origin of the Tsushima current water. J. the Oceanog. Soc. Korea, 6, 85~91 (in Korean).

Noh, H.G. 1990. Studies on the Tsushima Current in the South Sea of Korea. KOSEF 870616, 94~103 (in Korean).

Smith, P.E. and S.L. Richardson. 1977. Standard techniques for fish egg and larve surveys. FAO Fisheries Technical Paper No. 175, 100pp.

Tomosada, A. 1984. Fronts accompanying the Kuroshio and a Warm Core Eddy related to fisheries. Bull. Coastal Oceanography, 19, 149~162 (in Japanese).

中田英昭. 1987. 東シナ海のまき網漁場環境. In 水產海洋環境論, 杉本隆成 編, 恒星社厚生閣, pp. 63~79.

국립수산진흥원. 1998. 1997년도 한국근해 수온 분포도, pp. 140~155.

2001년 7월 14일 접수
2002년 1월 22일 수리