

엘통이 (*Maurolicus muelleri*) 난 · 자치어 분포와 수온전선

김 성 · 유 재 명

한국해양연구소 해양생물연구단

Distribution of Eggs and Larvae of *Maurolicus muelleri* in the Thermal Front of the Korea Strait

Sung Kim and Jae Myung Yoo

Biological Oceanography Laboratory, Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan, P.O. Box 29, Kyenggi 425-600, Korea

The seasonal distribution of *Maurolicus muelleri* eggs and larvae were determined using samples collected from the Korea Strait and the southern part of the East Sea in May and November, 1992, August, 1993, and January, 1994. The eggs were most abundant in summer and the larvae in spring, while, their abundance was low in winter. The eggs were mainly found from in all season around sea of the front area of latitude 35~36°N and the West Channel of the Korea Strait found the middle or bottom water lower than 15°C. The seasonal distribution of the eggs in the western Korea Strait varied according to the structure of the bottom cold water of the Korea Strait. The *M. muelleri* larvae in different stage were most abundant in the front area of latitude 35~36°N. The spawning and hatching area of the *M. muelleri* was considered to be the front area located in the shelf break, and some eggs can be transported into the Korea Strait by westward cold bottom current in summer. The Korea Strait would be the southern margin of the distribution of *Maurolicus muelleri* eggs and larvae of the East Sea.

Key words : *Maurolicus muelleri*, eggs, larvae, thermal front, Korea Strait

서 론

엘통이 (*Maurolicus muelleri*)는 엘통이과 (Sternoptychidae)에 속하는 중층성 어류로 동해(임 등, 1970; Okiyama, 1981; 김과 강, 1995; 차 등, 1998), 동중국해 (Uchida *et al.*, 1986), 호주 (Clarke, 1982), 대서양, 태평양, 남아프리카 그리고 지중해 등 전 세계의 해양에 광범위하게 서식하는데 (Lopes, 1979; John and Kloppmann, 1993), 주로 대륙붕단 주변해역에 밀도가 높다 (Okiyama, 1971; Uchida *et al.*, 1986; Boehlert *et al.*, 1994; Ohshimo,

1998).

엘통이는 동해에서 자원량이 3.3×10^6 MT에 달하는 (Okiyama, 1971) 미 이용 수산 자원의 하나로 (김과 강, 1998), 이 종은 동물플랑크톤과 고등어, 전갱이, 참돔 그리고 해양포유동물 사이를 연결해주는 중요한 먹이 역할을 한다 (Clarke, 1982; Yuuki, 1982; Suzuki and Kuwahara, 1983; Ohshimo, 1998). 엘통이는 연중 산란을 하는데 (Yuuki, 1982; 차 등, 1998), 주 산란기는 봄철과 가을철이다 (Yuuki, 1982; Yuuki, 1984). 동해에서 엘통이 난은 계절에 따라 분포 범위가 다르지만 북위 40° 이남해역의 연근해, 대륙붕단해역, 그리고 난류수역 등에

서 많으며, 산란강도는 대마난류수의 발달 정도와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Okiyama, 1981).

대한해협에는 쿠로시오 해류에서 분지된 대마난류수가 이 해협을 통하여 동해로 유입되어 (Pang *et al.*, 1993; Hsueh *et al.*, 1996), 동해남부 대륙붕단 주변해역에서 동해저층수와 만나 전선을 형성한다 (공과 손, 1982). 뿐만 아니라 동해의 저염수가 대한해협으로 유입되어 대한해협층저층수를 형성하는 등 (Cho and Kim, 1998) 물리적으로 아주 복잡한 해양환경을 형성한다. 이러한 해양환경은 엘통이의 지리적인 분포 뿐만 아니라 수직분포에 매우 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 지금까지 동해에 서식하는 엘통이에 관한 연구는 수직분포 (Nishimura, 1957; Kim, 1984; 김과 강, 1995), 초기생활사 (Okiyama, 1971; Ikeda, 1994), 산란생태와 먹이생물 (Yuuki, 1982; 차 등, 1998; Ohshimo, 1998) 등 많은 연구가 수행되었으나 대한해협의 수괴 특성과 연관한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구는 동해남부해역을 포함한 대한해협을 대상으로 계절별 해수의 물리적 특성을 통하여 엘통이 난·자치어의 분포 특징을 연구하였다.

재료 및 방법

엘통이 어란과 자치어의 분포 특성에 관한 조사는 북위 33~36°, 동경 129~133°의 동해남부해역을 포함하여 대한해협을 중심으로 설정된 50개의 정점 (Fig. 1)을 대상으로 봄 (1992년 5월 25일~6월 9일), 여름 (1993년 8월 1~19일), 가을 (1992년 11월 13~29일) 그리고 겨울 (1994년 1월 20일~2월 3일)에 실시되었다. 시료는 bongo net (망구직경 60 cm, 망목 0.505 mm)를 사용하여 1.5~2.0 knot의 속도로 저층부터 표층까지 전 수층을 대상으로 경사채집하였다. Bongo net를 통과한 물의 양은 네트 입구에 부착된 유량계를 이용하여 측정하였다. 채집된 표본은 현장에서 중성포르말린 (최종 농도 7%)으로 고정하여 실험실로 옮겨 해부현미경으로 어란과 자치어를 골라내어 동정하였다. 시료의 동정은 Okiyama (1988)를 참고하였다. 동정된 시료는 단위 체적당 개체수로 환산한 후 정점간 출현량 비교를 위해 채집수심 (40~1300 m)을 고려하여 단위 면적 (10m²) 당 개체수로 표준화하였다. 엘통이 자치어의 척색장 (NL : notochord length)은 현미경에 부착된 ocular micrometer를 이용하여 0.1 mm까지 측정하였다. 대한해협의 동수도와 서수도에 각각 1개의 정점을 설정하여 어란과 자치어의 분포특징을 비교하였다.

난·자치어 채집 때 각 정점의 수온과 염분을 Sea-

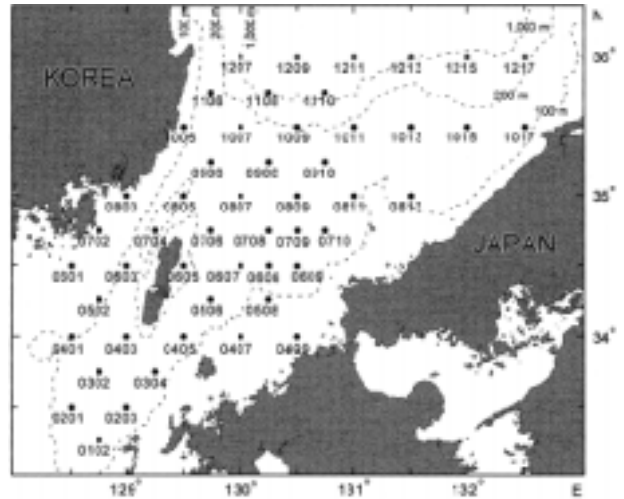


Fig. 1. Map showing the sampling stations. The lines represented the transect of East and West Channel of the Korea Strait depicted the vertical distribution of T-S in Figs. 2~5.

bird CTD (SBE-19와 SBE-25)와 Neil Brown사의 CTD (MK-IIIB와 MK-V)로 측정하였다 (곽 등, 1993; 곽 등, 1994). 이 결과 중 대한해협을 중심으로 동수도와 서수도에 각각 1개의 정점을 설정하여 수온과 염분의 수직분포도를 작성하였다.

결 과

1. 수온과 염분

대한해협의 동수도와 서수도의 수온과 염분의 수직분포는 Figs. 2~5와 같다. 수온은 4계절 모두 동수도가 서수도보다 높았으며 남서해역에서 북동해역으로 갈수록 수온이 낮아졌다. 북위 35~36°의 대륙붕단 주변 해역에 형성된 수온전선은 봄, 여름, 겨울철에는 수심 40~100 m 부근에, 가을철에는 수심 100~160 m 부근에 나타났다. 그 세기는 봄과 가을철에는 동수도에서, 여름철에는 서수도에서 강하였다. 계절 수온약층은 봄과 여름철에 형성되었는데 봄철은 그 세기가 매우 약하였으나 여름철에는 강하였다. 계절수온약층이 형성되지 않은 가을과 겨울철에는 수직적으로 비교적 균일한 분포를 보였다. 그리고 겨울철에 서수도의 정점 0502 부근 해역은 주변 해역보다 수온이 낮았다.

대한해협에서 동수도와 서수도의 계절별 염분전선, 봄과 여름철의 계절 염분약층, 그리고 가을철과 겨울철의 염분의 수직구조 등은 동수도와 서수도의 계절별 수온의 수직구조와 비슷하였다 (Figs. 2~5).

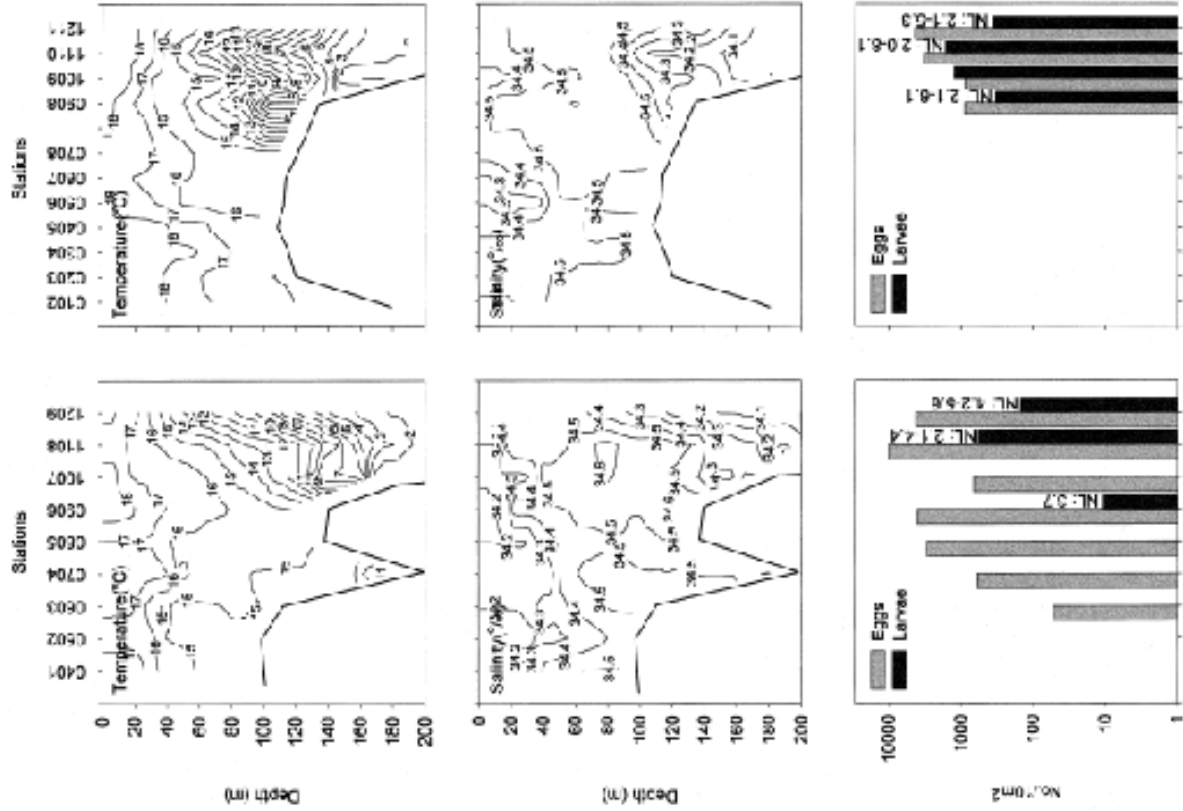


Fig. 2. Vertical distribution of temperature (°C) and salinity (‰), and abundance of *Maurolicus muelleri* eggs and larvae in May, 1992. NL represented the notochord length (mm).

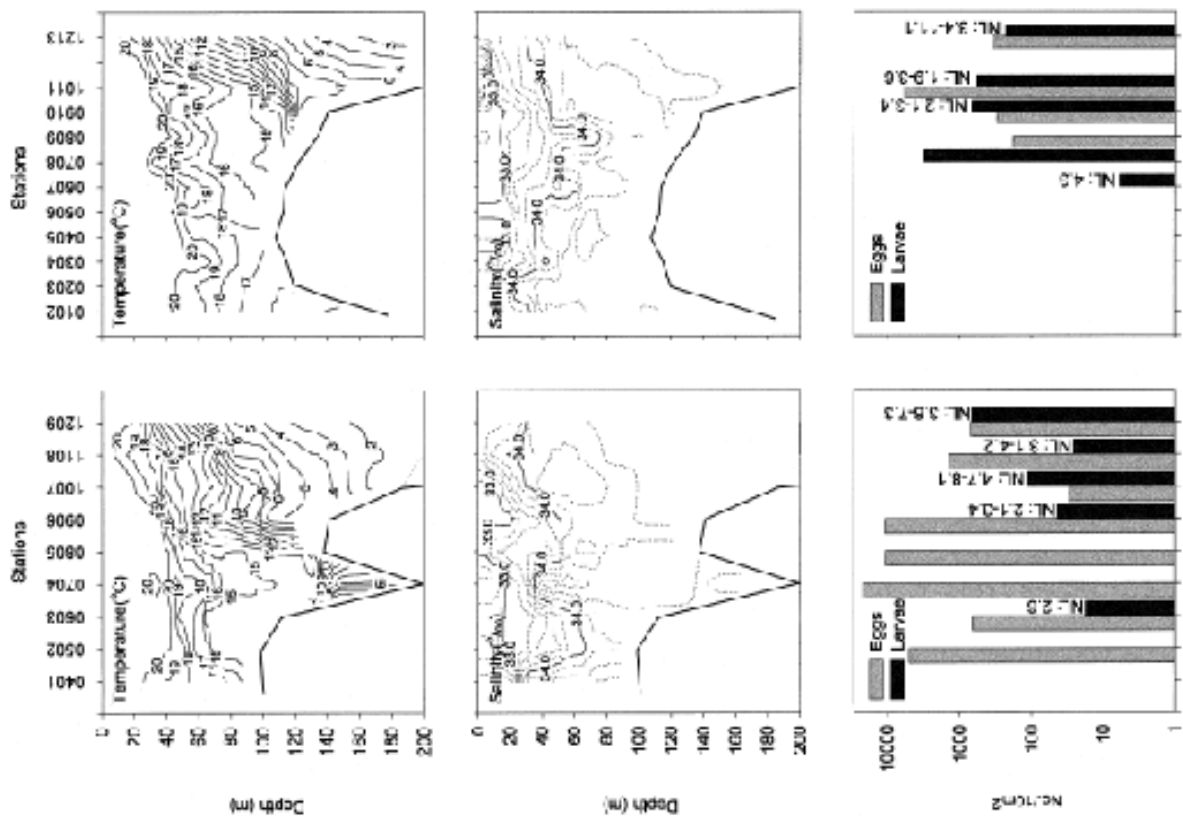


Fig. 3. Vertical distribution of temperature (°C) and salinity (‰), and abundance of *Maurolicus muelleri* eggs and larvae in August, 1993. NL represented the notochord length (mm).

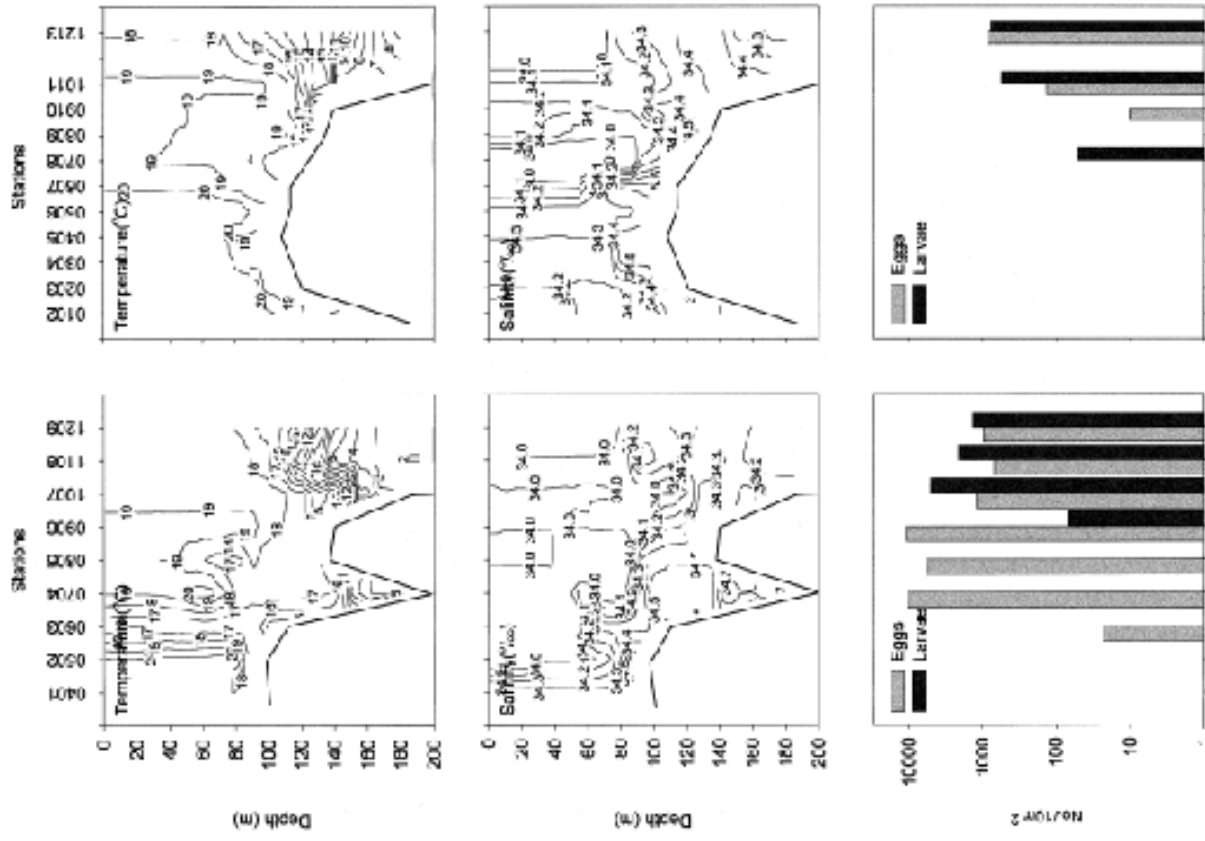


Fig. 4. Vertical distribution of temperature (°C) and salinity (‰), and abundance of *Maurollicus muelleri* eggs and larvae in November, 1992.

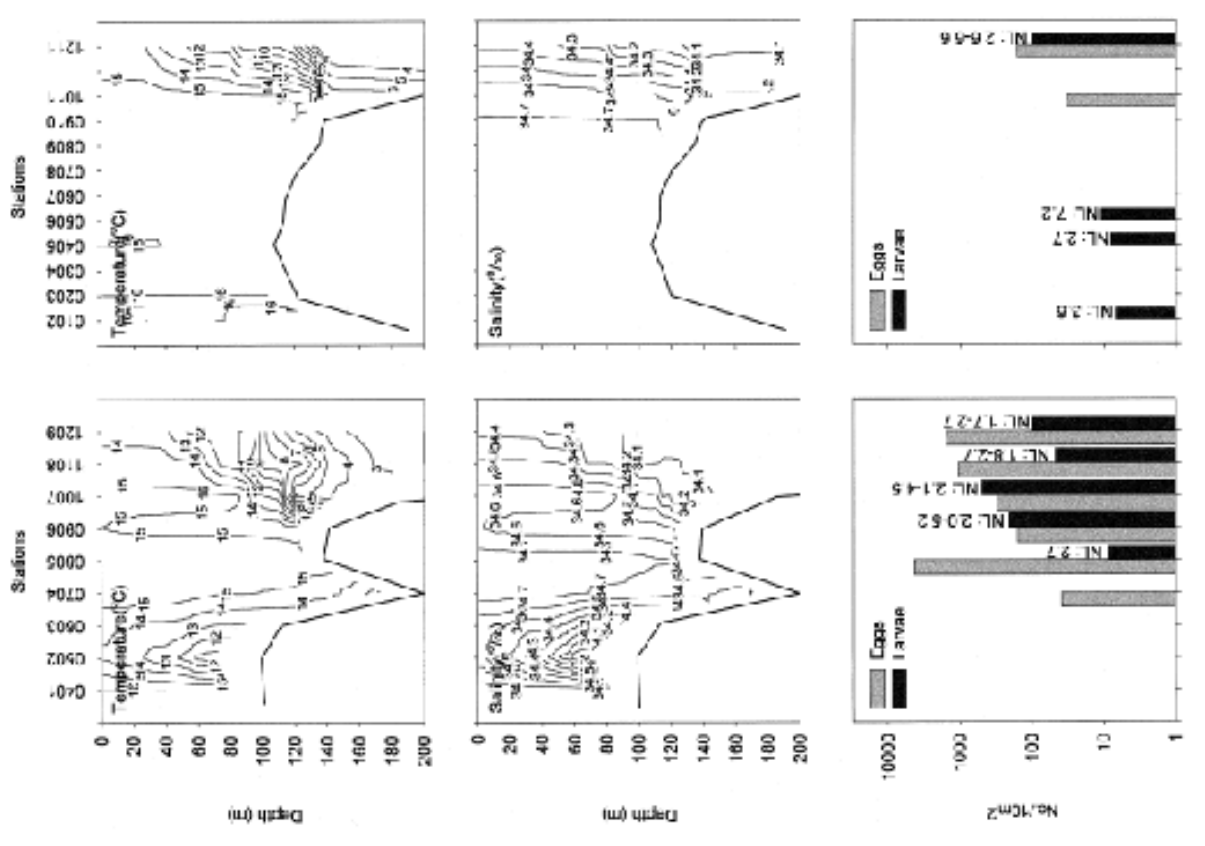


Fig. 5. Vertical distribution of temperature (°C) and salinity (‰), and abundance of *Maurollicus muelleri* eggs and larvae in January, 1994. NL represented the notochord length (mm).

2. 계절별 평균 출현량과 수평분포

앨통이 난과 자치어는 4계절 모두 출현하였다. 계절별 평균 출현량과 출현빈도는 Table 1과 같다. 어란의 평균 출현량은 봄에서 가을 사이에 1,011~1,961 ind./10 m²

Table 1. Abundance of *Maurolicus muelleri* eggs and larvae from the study area in the Korea Strait (ind./10 m²)

Sampling Time	May, 1992	Aug., 1993	Nov., 1992	Jan., 1994	
Eggs	Range	0~18,908	0~22,406	0~11,007	0~4,310
	(Freq.)	(24/48)	(26/47)	(24/48)	(18/45)
	Mean	1,538	1,961	1,011	321
Larvae	Range	0~18,908	6~3,114	0~5,072	0~550
	(Freq.)	(18/48)	(22/47)	(17/48)	(23/45)
	Mean	574	280	260	75

로 비교적 많았고, 겨울에는 321 ind./10 m²로 적었다. 자치어는 어란과 달리 평균 출현량은 봄철에 가장 많았고, 다음은 여름과 가을철이었으며 겨울철에 가장 적었다. 출현빈도는 겨울철이 가장 높았고, 다음은 여름철, 봄철 그리고 가을철이었다.

앨통이 어란과 자치어의 계절별 수평 분포는 Figs. 6, 7과 같다. 어란은 4계절 모두 북위 35~36° 해역의 대륙붕단 주변에 형성된 전선역 부근해역과 대한해협을 서수도에 주로 분포하였으며 계절에 따라 분포경향에 큰 차이는 없었다. 그러나 대한해협을 서수도에서 어란은 여름철에 대마도의 남쪽해역까지 폭넓게 분포하였고, 봄과 가을철은 대마도의 서부해역으로 분포 범위는 비슷하였지만 여름철보다는 감소하였다. 그리고 겨울철에는 다른 계절보다 분포 범위가 가장 좁았으며 대마도의 북서해역으로 갈수록 분포범위가 감소하였다.

자치어는 4계절 모두 출현하였으며 계절에 따라 분포

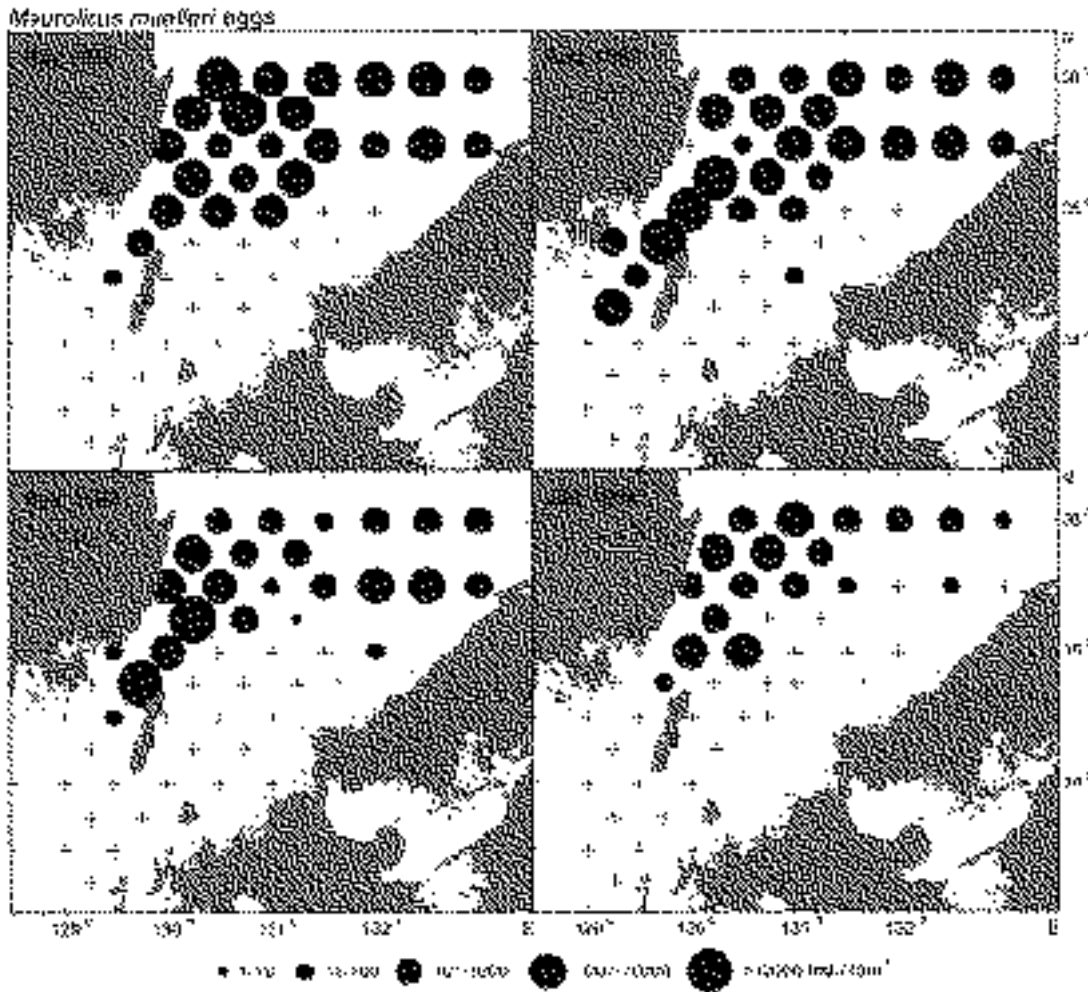


Fig. 6. Horizontal distribution of *Maurolicus muelleri* eggs in the Korea Strait.

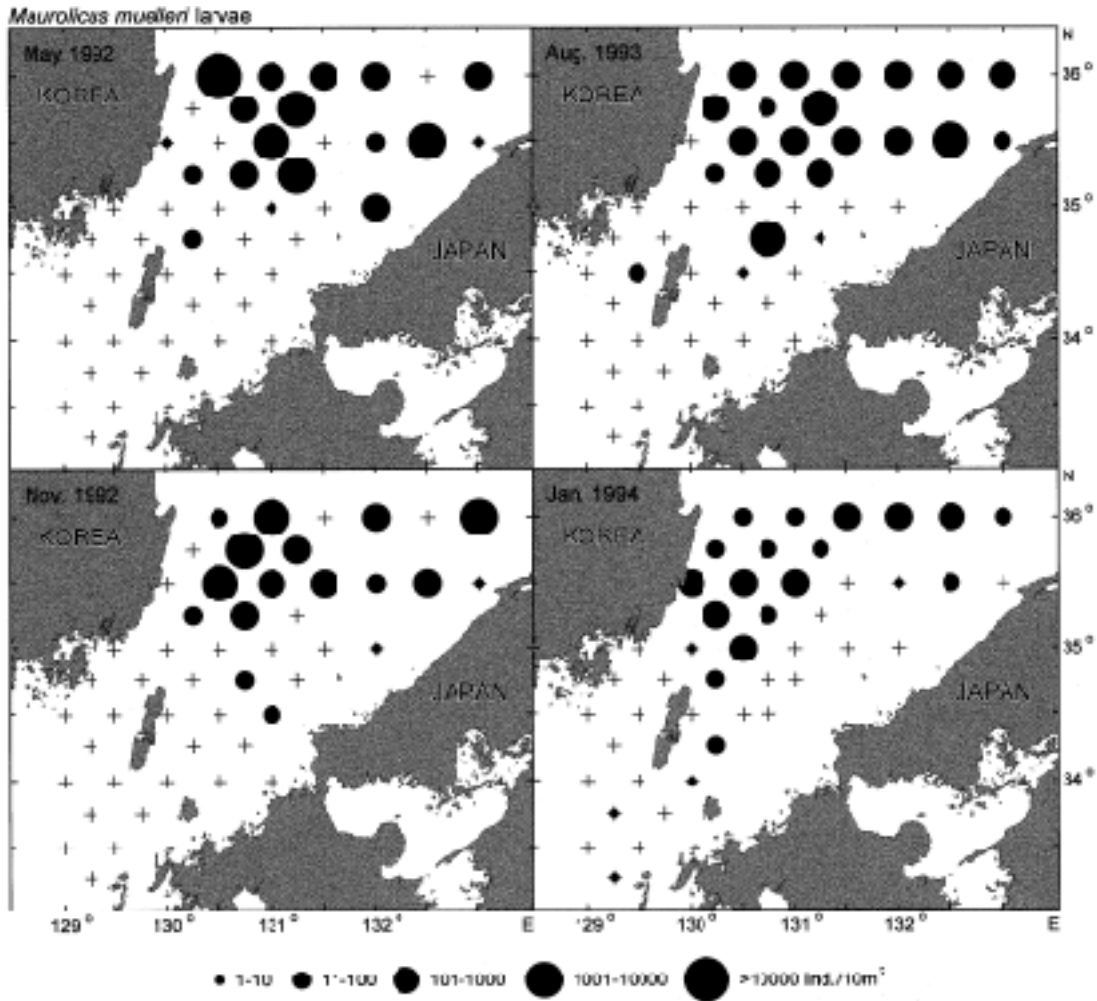


Fig. 7. Horizontal distribution of *Maurolicus muelleri* larvae in the Korea Strait.

경향에 다소 차이는 있지만 어란의 경우와 달리 4계절 모두 북위 35~36° 해역의 대륙붕단 주변에 형성된 전선역 부근해역에 주로 분포하였다. 비록 여름철에는 대마도의 서부해역의 1개 정점에서만 출현하였고, 겨울철에는 대마도의 동부해역과 남부해역에서도 출현하였지만 그 출현량과 출현빈도는 매우 낮았다.

3. 대한해협을 동수도와 서수도의 계절별 출현량 분포

대한해협의 동수도와 서수도에 설정된 두 줄의 정선에서 엘통이 어란과 자치어의 분포 경향은 Figs. 2~5와 같다. 엘통이(어란과 자치어 포함)의 분포 범위는 겨울철을 제외한 나머지 계절에 서수도가 동수도 보다 북동해역에서 남서해역방향으로 분포 범위가 넓었다. 겨울철의 경우 동수도에서 자치어가 대마도의 남서해역까지 분포하여 서수도보다 분포범위가 매우 넓었지만 그 출현량과 출현빈도는 매우 낮았다.

어란의 분포 범위는 계절과 조사해역(동수도와 서수도)에 따라 차이가 있지만, 어란은 4계절 모두 동수도와 서수도의 대륙붕단 주변에 형성된 전선역 부근해역과 중층이나 저층의 수온이 15°C 이하의 물이 분포하는 대한해협의 서수도에 주로 출현하였다. 단, 겨울철에 대한해협의 서수도의 정점 0401~0603에서 15°C 이하의 물이 분포하였지만 엘통이 어란은 출현하지 않았다.

자치어는 어란의 분포 경향과 달리 4계절 모두 대륙붕단 주변의 전선역 부근해역에 주로 출현하였다(Figs. 2~5). 비록 겨울철의 경우 대한해협의 동수도에서 16°C 이하인 해역에도 출현하였으나 출현량과 출현빈도는 매우 낮았다.

엘통이 자치어의 척색장(NL) 범위는 Figs. 2, 3, 5와 같이 1.7~11.1 mm 였다. 계절별 엘통이 자치어의 척색장 범위는 봄철에 동수도는 2.0~8.1 mm, 서수도는 2.1~5.6 mm, 여름철 동수도는 1.9~11.1 mm, 서수도는 2.1

~8.1 mm, 그리고 겨울철에 동수도는 2.6~7.2 mm, 서수도는 1.7~5.2 mm였다. 계절별로 동수도와 서수도의 전선역 부근해역에는 모두 부화 직후의 자어가 출현하고 있다. 그러나 겨울철 동수도의 경우 전선역 부근해역 이외의 정점(정점 0203, 0405, 0506)에서 척색장은 2.7~7.2 mm로 부화직후의 어린 자어는 출현하지 않았다.

고 찰

엘통이의 난·자치어의 주 분포 수심은 조사해역에 따라 차이가 있지만 최고 600 m 깊이에서도 발견된다(John and Kloppmann, 1989; John and Kloppmann, 1993). 이러한 종의 분포 특성을 고려하여 본 연구에서는 시료의 채집 수심을 채집장소의 깊이(45~1,583 m)에 따라 표층에서 저층(수심이 200 m 이하인 곳은 해저면 5~10 m 상층, 수심 200 m 이상의 수심에서는 해저면 20~250 m 상층)까지 전 수층을 대상으로 하였다.

엘통이 어란과 자치어는 발생단계와 조사 해역에 따라 주 분포 수심에 차이가 있다(김과 강, 1995; John and Kloppman, 1993). 동해에서 지금까지 조사된 엘통이에 관한 보고는 Table 2와 같다. 즉, 엘통이 어란은 표층에서도 채집이 되지만 주요 분포 수온은 15°C 이하, 수심은 20~100 m의 수층으로 볼 수 있다.

본 조사에서 엘통이 어란은 4계절 모두 대한해협 서수도와 대륙붕단 주변에 형성된 전선역 주변해역(Figs. 2~7)에 주로 분포하였다. 이러한 분포 경향은 Kim (1984)의 가을철(1975~1982년) 조사 결과와 비슷하였다.

본 연구에서 어란의 분포(Fig. 6)는 가을철을 제외하면 수심 100 m의 15°C의 등온선(Figs. 2~5)과 비슷한 경향을 보였다. 또한 어란의 수평 분포 범위는 계절에 따라 다소 차이는 있지만 분포 경향은 4계절 모두 비슷하였다. 그러나 차 등(1998)은 동해 중부 및 남부해역에

서 조사시기에 따라 분포 범위에 큰 차이를 보인다고 하였다. 이러한 상이한 결과는 채집 수심 차이에 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서 시료의 채집 수심은 표층부터 저층까지 이지만, 차 등(1998)은 표층에서 수심 100 m까지 일정한 깊이에서 시료를 채집하였다. 따라서 차 등(1998)의 연구에서는 어란이 수심 100 m 이상의 깊은 곳에만 분포할 경우 채집이 되지 않았을 가능성이 있다. 이러한 가능성은 본 연구의 가을철 결과를 보면 알 수 있다. 즉, 어란은 수온이 15°C 이하의 물이 존재하는 수심 20~100 m의 깊이에서 주로 채집이 되지만(Table 2), 본 연구에서 가을철의 경우 수심 100 m의 수온은 한국연안과 정점 1009 부근을 제외하면 어란이 가장 많이 분포하는 수온(15°C 이하)보다 4~5°C 가 높은 18~20°C 분포를 보여(곽 등, 1993) 이 깊이의 수층에서는 어란이 채집될 가능성은 매우 적다. 그러나 수심 100 m 이상의 깊이에서 엘통이 어란의 주 분포 수온인 15°C 이하(Table 2)의 낮은 물이 분포하였을 뿐만 아니라 대륙붕단 주변 해역에서 수심 100~160 m 깊이에 전선이 형성되었다(Fig. 4). 그리고 엘통이 성어는 동해남부해역의 대륙붕단 주변해역에서 수온이 급격하게 변하는 동해고유수 상층부에 주로 분포하므로(Ohshimo, 1988) Table 2와 본 조사의 수온분포 경향을 고려할 때 가을철에 엘통이 어란은 수온이 15°C 이하의 물이 존재하는 수심 100 m 이상의 전선역 부근해역에서 채집된 것으로 추정된다.

겨울철 대한해협 서수도의 남부해역에 위치한 정점 0401~0603에는 중층이나 저층의 수온이 15°C 이하로 엘통이의 어란이 출현할 수 있는 조건이지만 엘통이 어란은 채집되지 않았다(Fig. 5). 이 해역의 물은 낙동강 하구 및 한국 남해부근이 기원인 저온·저염수(곽 등, 1994)로 엘통이 어란이 분포하지 않는 것으로 판단된다.

본 조사에서 엘통이 자치어의 분포 경향(Fig. 7)은 Kim (1984)의 가을철(1975~1982년) 조사 결과와 비슷

Table 2. Previous data on the distribution of *Maurolicus muelleri* with temperature at the egg maxima

Sources	Sampling depths (m)	Depth (m)		Temperature (°C)	
		Range	Maximum abundance	Range	Maximum abundance
Nishimura, 1957	0~100	30~100	>50	14.0~15.5	
Okiyama, 1971	0~75	0~75	20~50		
Kim, 1984	0~75				
Cha <i>et al.</i> , 1991	0				13~18
Kim and Kang, 1995	0~100	0~100	>50, 50~100	10~15	
Cha <i>et al.</i> , 1998	0~100				4.9~22.4
This study	0~bottom (max 1,300m)				

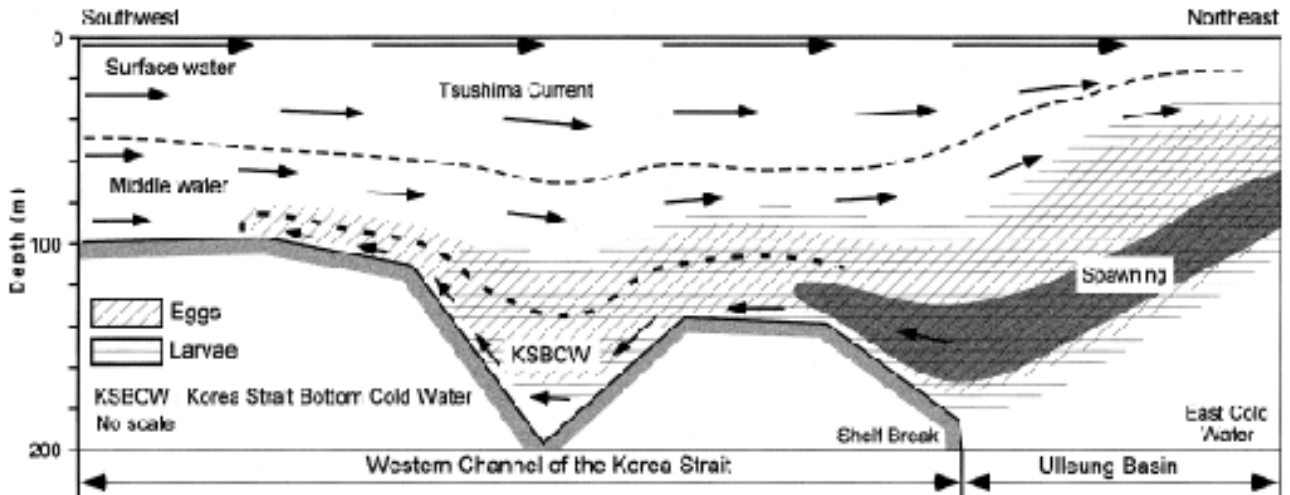


Fig. 8. Hypothetical distribution of *Maurolicus muelleri* eggs and larvae on the water circulation in the Western channel of the Korea Strait and the southern part of the East Sea.

하였다. 자치어는 어란의 분포 경향과 비슷하였지만 분포 범위가 어란보다 상대적으로 좁았다. 자치어의 분포 경향은 대륙붕단 주변해역에 형성된 전선의 위치와 매우 유사하였다 (Figs. 2~5). 비록 전선의 위치는 계절과 조사해역에 따라 전선의 세기와 분포 수심에 차이가 있지만 자치어의 분포는 4계절 모두 전선의 위치와 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

엘통이 자치어의 척색장 구성을 보면 대륙붕단 주변해역에 나타난 전선역 부근해역에서 부화직후의 전기자어(척색장: 1.7 mm) 뿐만 아니라 8~11 mm 크기의 후기자어까지 다양한 크기의 개체가 채집되었다. 반면, 겨울철 동수도의 경우 전선역 부근해역 이외의 정점에서는 출현량이 매우 적지만 체장이 2.7~7.2 mm로 부화직후의 전기자어는 없었으며, 이 해역에서 어란이 출현하지 않았다 (Fig. 5). 이러한 결과는 본 조사해역에서 산란된 알이 본 조사해역에서 부화되었지만 겨울에 대마도의 동부 및 남부해역에 출현한 자치어는 대마난류수에 편승되어 본 조사해역의 유입된 것으로 추정된다.

지금까지의 연구결과를 정리하여 Fig. 8과 같은 가설을 설정하였다. 동해저층수의 상층부에 서식하는 엘통이 성어(Ohshimo, 1988)는 자정 전후의 수심 50~100 m 수층에서 산란을 하며 발생이 진행됨에 따라 30~50 m의 수층으로 부상한다(김과 강, 1995). 주 산란장은 전선역을 포함한 15°C 이하의 저온수가 분포하는 대륙사면 부근해역(북위 35~36°)으로 산란 수심은 전선의 구조에 따라 40~160 m로 변할 수 있다. 산란된 어란은 전선역 부근해역에서 부화하며 부화직후의 전기자어에서 후기자어까지 다양한 크기의 개체가 분포한다. 동해의

염분최소층에서 대한해협으로 유입되는 대한해협저층냉수(Lim and Chang, 1969; Cho and Kim, 1998)에 자치어의 일부와 많은 양의 어란이 대한해협으로 유입된다. 어란은 여름철에 전선역 부근해역에서부터 대마도 남서해역까지 분포 범위가 넓게 분포하지만 겨울철에는 낙동강 하구 및 한국 남해부근이 기원인 저온·저염수(곽등, 1994)의 영향으로 대마도의 북서해역까지 분포 범위가 좁아진다. 따라서 본 연구해역에 출현하는 엘통이 어란과 자치어는 대마난류수와 동해저층수간에 형성되는 전선의 구조와 동해의 염분최소층에서 유래한 대한해협의 저층냉수의 지리적인 분포와 구조에 큰 영향을 받는 것으로 판단된다.

적 요

동해 남부해역과 대한해협에서 1992년 5월과 11월, 1993년 8월 그리고 1994년 1월에 엘통이 난·자치어를 채집하여 계절별 수온전선에 따른 난·자치어의 분포 특성을 분석하였다. 어란은 여름철에, 자치어는 봄철에 출현량이 가장 많았고, 난·자치어의 출현량은 겨울에 가장 적었다. 어란은 4계절 모두 중층이나 저층수의 수온이 15°C 이하인 저층냉수가 분포하는 대한해협의 서수도를 포함하여 대만난류와 동해 저층수 사이의 수온전선역에 주로 출현하였다. 대한해협의 서수도에서 어란의 분포 범위는 계절별 대한해협저층냉수의 구조에 따라 달라진다. 자치어는 어란의 분포 경향과 달리 대륙붕단 주변의 전선역 부근해역에 주로 분포하였으며, 부화직후의 자어부터 후기자어까지 다양한 크기의 개체가

출현하였다. 엘통이는 대륙붕단 주변의 전선역에서 주로 산란하고 부화하며, 대한해협저층냉수의 세력이 강한 여름철에는 많은 양의 어란이 저층냉수와 함께 대한해협으로 유입되는 것으로 판단된다. 대한해협은 엘통이 난과 자치어의 남방분포 한계 해역으로 추정된다.

사 사

본 연구는 1992~1994년에 실시된 한국해양연구소의 “한국해역 종합해양환경도 작성연구-대한해협(2, 3차년도)”의 과제로 수행되었다(과제번호 BSPN 00185-601-3, BSPN 00227-733-3). 현장조사와 실내분석에 많은 도움을 주신 해양생물연구단의 명철수선생님과 이은경선생님 그리고 물리자료를 정리하여 제공해주신 물리연구단의 전동철박사님, 많은 조언을 해주신 충남대학교 이태원교수님, 전남대학교 차성식교수님 그리고 한국해양연구소의 김철호박사님께 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Boehlert, G.W., C.D. Wilson and K. Mizuno. 1994. Populations of the sternoptychid fish *Maurollicus muelleri* on seamounts in the Central North Pacific. *Pac. Sci.*, 48(1) : 57~69.
- Cho, Y.K. and K. Kim. 1998. Structure of the Korea Strait bottom cold water and its seasonal variation in 1991. *Continental Shelf Res.*, 18 : 791~804.
- Clarke, T.A. 1982. Distribution, growth and reproduction of the lightfish *Maurollicus muelleri* (Sternoptychidae) off south-east Australia. CSIRO Marine Lab. Report 145, 10 pp.
- Hsueh, Y., H.J. Lie and H. Ichikawa. 1996. On the branching of the Kuroshio west of Kyushu. *J. Geophys. Res. C. Oceans.*, 101(2) : 3851~3857.
- Ikedo, T. 1994. Growth and life cycle of the mesopelagic fish *Maurollicus muelleri* (Sternoptychidae) in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Bull. Plankton Soc.*, 40(2) : 127~138.
- Isobe, A., A. Kaneko, S.K. Byun, S.D. Chang and S. Tawara. 1991. On the current structures in the western channel of the Tsushima/Korea Strait—from the result of the ADCP survey in September. *Engineering Science Report. Kyushu Univ.*, 13 : 45~51.
- John, H.C. and M. Kloppmann. 1993. The vertical distribution of eggs of *Maurollicus muelleri*. *S. Afr. J. mar. Sci.*, 13 : 161~174.
- John, H.C. and M. Kloppmann. 1989. Ontogenetic change in the vertical distribution of larval *Maurollicus muelleri* (Gmelin, 1789). *Arch. FischWiss.*, 39(2) : 79~93.
- John, H.C. and M. Kloppmann. 1990. Are stock estimates of *Maurollicus muelleri* valid when based on egg counts in the upper 200 m?. *Meeresforsch.*, 32 : 354~356.
- Kim, J.M. 1984. Studies on the distribution of the ichthyoplankton in the Tsushima Current regions during the autumn seasons. Ph.D. Thesis, Univ. of Tokyo, 258 pp.
- Lim, D.B. and S.D. Chang. 1969. On the cold water mass in the Korea Strait. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 4(2) : 71~82.
- Lopes, P.C. 1979. Eggs and larvae of *Maurollicus muelleri* (Gonostomatidae) and other fish eggs and larvae from two fjords in western Norway. *Sarsia*, 64(3) : 199~210.
- Nishimura, S. 1957. Vertical distribution of the floating eggs of *Maurollicus japonicus* Ishikawa, a gonostomatid fish, in the sea. *Ann. Rep. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. Niigata*, 3 : 13~22.
- Ohshimo, S. 1998. Distribution and stomach content of *Maurollicus muelleri* in the Sea of Japan (East Sea). *J. Korean Soc. Fish. Res.*, 1(1) : 168~175.
- Okiyama, M. 1971. Early life history of the Gonostomatid fish, *Maurollicus muelleri* (Gmelin) in the Japan Sea. *Bull. Japan Sea Reg. Fish. Lab.*, 23 : 21~53.
- Okiyama, M. 1981. Abundance and distribution of eggs and larvae of a sternoptychid fish, *Maurollicus muelleri*, in the Japan Sea, with comments on the strategy for successful larval life. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, 178 : 246~247.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press, 1154 pp.
- Omura, H. and K. Kawatate. 1994. Hydrographic features of the bottom cold water in the west Tsushima Channel. *Bull. Fukuoka Fish. Marine Tech. Res. Center*, 2 : 93~101.
- Pang, I.C., T.H. Kim, T. Matsuno and H.K. Rho. 1993. On the origin of the Tsushima Current (I): Barotropic case. *Bull. Korean. Fish. Soc.*, 26(6) : 580~593.
- Suzuki, S. and A. Kuwahara. 1983. Vertical distribution and feeding habits of red sea bream, *Pagrus major*, larvae in the western Wakasa Bay. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanor.*, 42 : 10~16.
- Uchida, K., A. Hamano, S. Tatsumi, and M. Hirose. 1986. Deep scattering layer of the continental slope in the East China Sea. *J. Shimonoseki Univ. Fish.*, 34(1) : 105~114.
- Yuuki, Y. 1982. Spawning and maturity of a sternoptychid fish *Maurollicus muelleri* in the south western waters of the Sea of Japan. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48(6) : 749~753.
- Yuuki, Y. 1984. Age and growth of a sternoptychid fish *Maurollicus muelleri* in the south western waters of the

- Sea of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50(11) : 1849~1854.
- 공 영 · 손승정. 1982. 한국동해의 해양열전선에 대한 연구. 국립수산진흥원 수진연구보고, 28 : 25~54.
- 곽희상 · 방인권 · 김은수 · 제종길 · 이희준. 1994. 한국해역 종합 해양환경도 작성연구 -대한해협(3차년도). 한국해양연구소 보고서, BSPN 00227-733-3, 715pp.
- 곽희상 · 방인권 · 김은수 · 제종길 · 정대교. 1993. 한국 해역 종합 해양 자원도 작성 연구 -대한해협(2차년도). 한국해양연구소 보고서, BSPN 00185-601-3, 392pp.
- 김수암 · 강수경. 1998. 동해의 수산자원 현황 및 연구 방향. 한국수산자원학회지, 1(1) : 44~58.
- 김진영 · 강영실. 1995. 한국 동해남부해역 엘통이 난 · 자어의 연직분포. 한국어류학회지, 7(1) : 64~70.
- 김철호 · 김 구. 1983. 한국 동해안에 출현하는 냉수어의 특성과 기원. 한국해양학회지, 18(1) : 73~83.
- 임주열 · 조문규 · 이미자. 1970. 한국근해에 있어서 어란 치자어의 출현분포. 국립수산진흥원 자원조사보고, 8 : 7~29.
- 차병일 · 김주일 · 김진영 · 허성희. 1998. 엘통이 (*Maurolicus muelleri*)의 산란생태 및 식성. 한국어류학회지, 10(2) : 176~183.
- 차성식 · 박광재 · 유재명 · 김용역. 1991. 월성주변해역의 부유성 난과 자치어의 분포. 한국어류학회지, 3(1) : 11~23.

Received March 17, 1999

Accepted May 21, 1999