

# 1994-1997년 봄철 동중국해 및 황해 자치어 분포

김진구\* · 강총배<sup>1</sup> · 안 건<sup>2</sup> · Daiju OKI<sup>3</sup> · 김용익<sup>1</sup> · Osame TABETA<sup>4</sup>  
국립수산과학원 남해수산연구소, <sup>1</sup>부경대학교 해양생물학과, <sup>2</sup>미중부침례신학대학,  
<sup>3</sup>미에현과학기술진흥센터, <sup>4</sup>나가사키대학

## Distribution of Fish Larvae and Juveniles in the East China Sea and the Yellow Sea in Spring during 1994-1997

Jin Koo KIM\*, Chung Bae KANG<sup>1</sup>, Geon AHN<sup>2</sup>, Daiju OKI<sup>3</sup>, Yong Uk KIM<sup>1</sup>  
and Osame TABETA<sup>4</sup>

South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research  
and Development Institute, Anpori, Hwayangmyon, Yosu, 556-823, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

<sup>2</sup>Mid-America Baptist Theological Seminary, 2216 Germantown Rd, South Gemantown, TN 38138, USA

<sup>3</sup>Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center, 517-0404, Japan

<sup>4</sup>Faculty of fisheries, Nagasaki University, Nagasaki, 852-8521, Japan

The distributions of fish larvae and juveniles from the East China Sea, Yellow Sea and near Tsushima Island were investigated in Spring using the Maruchi (1994-1995) and Unagi (1996-1997) nets. A total of 94 species of fish larvae and juveniles belonging to 49 families under 17 orders were identified, of which *Engraulis japonicus* was dominant in every year except 1995 where *Trachurus japonicus* was dominant. Cluster analysis based on abundance and species composition by sampling stations (St.) revealed that the similar stations formed an arcuate group from Tsushima Island to southern Jeju Island in 1994, and from the Yellow Sea to southern Jeju Island in 1996. We concluded that these patterns resulted from the influence of the Tsushima Current prevailing in the east, and the Chinese Continental Waters and/or Hwanghae Cold Waters prevailing in the west, with Jeju Island exerting an influence in the centre. The diversity and composition of St. 97-3 and St. 97-5, both located where the Tsushima Current splits from the Kuroshio Current, was greatly different despite their close proximity. However, the former is located on the continental shelf, with the latter on the continental slope. This suggested that both topography and the Kuroshio Current have the most influence on the distribution of fish larvae and juveniles in this region. Furthermore, the weak Hwanghae Cold Waters of 1997 may have also limited the mixing of fish larvae and juveniles between the two stations.

Key words: Larvae, Juveniles, East China Sea, Yellow Sea, Community structure

### 서론

동중국해 및 황해에서의 어업은 쿠로시오 해류, 중국대륙 연안수, 황해 냉수, 대마 난류 그리고 중국대륙 연안수의 보상 작용으로 형성되는 황해 난류 등 다양한 수괴의 영향을 받는다 (Yamashita, 1971). 이들 중 쿠로시오 해류는 큰 변동이 없지만 나머지 해류는 계절에 따라 세력의 크기가 달라지며 결과적으로 어업에 큰 영향을 미친다 (Kondo, 1985). 따라서, 수산생물의 분포특성과 해류와의 관계에 대한 연구가 동중국해 (Yang et al., 1999; Cho and Kim, 2000; Choi et al, 2004), 동중국해 및 황해 (Lee, 2002; Jin et al., 2003)에서 수행된 바 있으나, 가입 이전의 미이용 자원에 대한 연구는 부족한 편이었다.

자치어의 초기발생시 사망률이 어류의 연급군 강도를 결정 짓는 주요원인으로 알려져 있다 (Ahlstrom, 1954). 국내에서는

자치어의 연안 성육장의 중요성 측면에서 주로 연안 중심의 연구가 수행되어 오다가 (Cha, 2002), 최근에는 제주도 주변해역 (Yoo et al., 1998; Lee and Go, 2003; Kim et al., 2004), 대한해협 (Kim and Yoo, 1999), 동중국해 (Yoo et al., 2002; 2003) 등 조사해역이 확장되고 있다. 동중국해 자치어의 수송 경로와 관련하여 Yoo et al. (2002)은 4가지 type을 제시하였는데 그중 3 type은 쿠로시오 수역에서 산란, 부화된 자치어가 그 지류인 대마난류수에 편승하여 우리나라 남해로, 1 type은 대마난류가 시작되는 해역에서 출현하여 우리나라 남해로 각각 북상한다고 보고하였다 (Fig. 1). 흥미로운 점은 3 type의 수송경로가 29°N, 128-129°E 부근에서 당초 큐슈 남부로 향하던 것이 제주도로 크게 꺾인다는 점이다. 이와 관련하여, 큐슈 서부 수역에서 수행된 해류병 투입 결과에 의하면, 쿠로시오 해류는 4가지 방향으로 향하며 그 중 80%가 대마난류에 편승되어 큐슈 서안, 제주도 및 대한해협으로 향하고 그 외 큐슈 서안에서 형성되는 반류역에 투입되어 아마미, 오키나와 등으

\*Corresponding author: ichthy@nfrdi.re.kr

로 되돌아오는 것 등이 존재한다고 하였다 (Lim and Fujimoto, 1972). Yoo et al. (2002)의 자치어 수송경로는 Lim and Fujimoto (1972)와 부분적으로 일치하지만, 대마난류수에 편승되어 북상하는 자치어가 일본 큐슈로 향할 것인지, 한국 남해로 향할 것인지, 어떤 해황 조건과 관계가 있는지에 대한 검토가 필요하다.

본 연구는 춘계 동중국해 및 황해 자치어의 분포 및 환경요인 (표층수온, 수심)과의 관계를 파악하고, 나아가 자치어 출현종을 중심으로 쿠로시오 해류에서 대마난류가 갈라지는 수역에서 자치어 수송기작을 면밀히 비교, 검토하였다.

### 재료 및 방법

본 연구는 1994-1997년 (4년간) 매년 봄철 (4-5월) 동중국해 11개 정점, 황해 8개 정점 및 대마도 서남부 4개 정점 (Fig. 1)에서 Nagasaki 대학 조사선에 승선하여 자치어 샘플용 net를 이용하여 자치어를 채집하였다. 1994년 4월 14일-4월 19일에는 4개 정점에서, 1995년 4월 11일-4월 17일에는 7개 정점에서 일몰 직후 Maruchi net (망구직경 1.2 m, 망목 505  $\mu$ m)를 사용하여 불을 밝힌 상태에서 10분간 2.5-3.0 knot 속도로 표층을 인망하였다. 한편, 1996년 5월 13일-5월 19일에는 7개 정점에서, 1997년 5월 11일-5월 17일에는 6개 정점에서 일몰 직후 Unagi net (망구직경 2 m, 망목 505  $\mu$ m)를 사용하여 10분간 중층을, 이후 10분간 상층을 2.5-3.0 knot 속도로 인망하여 자치어를 채집하였다. 단, 1996년 5월 14일 (St. 96-2)과 1997년 5월 15일 (St. 97-4)은 특정 수심대의 어군 확인을 위하여 중층만을 인망하였다 (Table 1). 매 채집시 정량 분석을 위하여 net의 입구에 유량계를 부착하였다. 각 조사 정점에서 수온은 CTD (Neil Brown, Mark III) 장비를 이용하여 측정하였으며, 인망수심은 로프의 길이와 입사각을 이용하여 추정하였다 (Table 1). 채집 후 자치어는 현장에서 5% 해수 포르말린에

고정 후 실험실로 운반하여 분류하였고 자치어 표본은 부경대학교 해양생물학과 (Department of Marine Biology, Pukyong National University) 에 보관하였다. 자치어는 Kim et al. (1986), Okiyama (1988), Matarese et al. (1989)를 참고하여 분류하였으며, 형태 정보가 없는 경우는 입체해부현미경에 장착된 Camera lucida를 이용하여 형태를 스케치한 후 Nakabo (2002)를 참고하여 성어의 계수형질과 비교 검토하여 종 수준까지 분류하였다. 지느러미 계수가 어려운 자어는 항문의 위치, 두부극의 모양 등 형태 특징에 의해 과 혹은 속 수준까지 분류하였다. 학명사용 및 분류체계는 대부분 Nakabo (2002)를 따랐으나, 날치과 어류에 한해서만 Parin (1996)을 따랐다. 자치어의 정점별 군집 특성을 파악하기 위하여 Shannon and Wiener (1963)의 방법으로 종다양도지수 ( $H'$ )를 구하였다. 또한, 자치어 종별 출현량에 근거한 정점간 유사 정도는 연도별로 군집분석 (Cluster analysis)을 실시하여 추정하였다. 이 때 통계분석을 위한 자료변환은 실시하지 않았으며, 분석에 사용된 연도별 자료는 다음과 같다. 2정점 이상 출현종수 비율이 전체의 14%, 21%로 낮았던 1994년 및 1995년에는 전종을 군집분석에 포함시켰으며, 31%로 다소 높았던 1996년에는 1정점 출현종 중 기여도가 낮은 6종 (*Repomucenus* sp., *Psenes cyanophrys*, *Sebastes marmoratus*, *Tridentiger* sp., *Tridentiger obscurus*, *Lepidotrigla* sp.)만을 군집분석에서 제외시켰다. 한편, 출현종수가 59종으로 많은 반면 2정점 이상 출현종수가 6종으로 현저히 적었던 1997년에는 2정점 이상 출현종만으로는 정점별 유사 정도를 추정하는 것이 어렵다고 판단되어 통계 분석을 수행하지 않았다. 군집수는 Pseudo Hotelling's  $T^2$ 를 이용하여 결정하였다 (SAS, ver. 8.01). 동중국해 및 황해의 해역 구분은 Jin et al. (2003)을 따랐으며, 동중국해에서의 세분화는 임의로 위도에 따라 26°-27.9°N를 남부, 28°-29.9°N를 중부, 30°-31.9°N를 북부, 32°-33°N를 제주도 수역으로 구분하여 사용하였다.

### 결 과

#### 1994년도

총 14종이 출현하였으며, 정점별 출현종수 (종다양도지수,  $H'$ )는 St. 94-1, 5종 (1.35), St. 94-2, 1종 (0), St. 94-3, 3종 (0.46), St. 94-4, 9종 (0.68)으로 St. 94-4가 중수에서, St. 94-1이 H'에서 각각 최대였다. 출현량은 총 1,103 inds./1,000  $m^3$ 으로 정점별로는 St. 94-1 (25.6), St. 94-2 (13.2), St. 94-3 (255), St. 94-4 (809)으로 St. 94-4가 높은 출현량을 나타내었다. 출현종 중 멸치가 출현량 (출현 정점수)에서 83.6% (4)로 우점하였으며, 이어 전갱이 6.4% (1), 용가자미 2.8% (1), 콩치 2.6% (2), 기타 4.6% 순이었다 (Appendix I). 군집분석 결과, 대마난류가 시작되는 부근의 St. 94-4를 제외한 St. 94-1, 2, 3이 활상으로 하나의 군집을 형성하였으며, St. 94-1과 St. 94-4는 콩치가 함께 출현한 점에서 유사하였으나 1994년 출현종수의 50%가 St. 94-4에서만 출현한 점에서 유집되지 않았다 (Fig. 2).

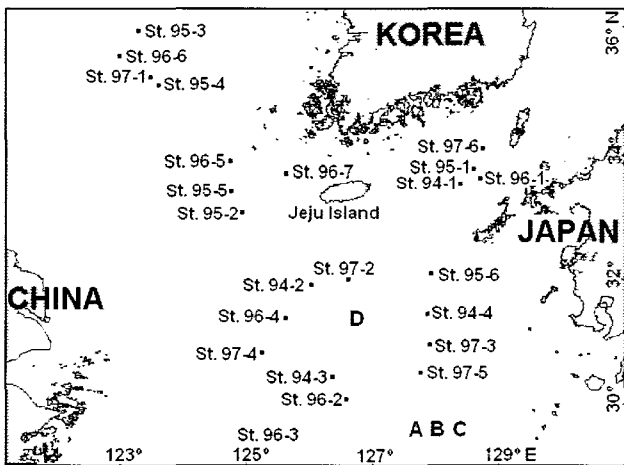


Fig. 1. The sampling stations from the East China Sea and the Yellow Sea in spring during 1994-1997. Curved lines represent the four migrate patterns (A-D) of commercial fishes (cited by Yoo et al., 2002). The detailed data for each station are presented in Table 1.

Table 1. Locality, sea surface temperature, water depth and towing depth at each sampling station

Year / Date	Station	Locality		Temperature (°C)	Depth (m)	Towing time (min.)	Towing depth (m)
		Long. (E)	Lat. (N)				
1994 / Apr. 14	94-1	128°21.5'	33°30.0'	15.6	128	10	0
1994 / Apr. 15	94-2	126°00.3'	31°56.3'	11.4	85	10	0
1994 / Apr. 16	94-3	126°23.0'	30°25.1'	14.5	82	10	0
1994 / Apr. 19	94-4	127°53.0'	31°21.9'	18.8	142	10	0
1995 / Apr. 11	95-1	128°33.9'	33°45.3'	15.1	128	10	0
1995 / Apr. 12	95-2	124°54.4'	33°03.5'	11.1	78	10	0
1995 / Apr. 14	95-3	123°17.3'	35°56.0'	8.0	82	10	0
1995 / Apr. 15	95-4	123°33.5'	35°07.5'	9.1	79	10	0
1995 / Apr. 16	95-5	124°45.7'	33°20.6'	11.5	85	10	0
1995 / Apr. 17	95-6	127°59.3'	32°00.1'	18.6	160	10	0
1996 / May 13	96-1	128°35.5'	33°43.2'	16.1	121	20	35→17
1996 / May 14	96-2	126°35.1'	30°01.6'	17.2	95	20	45
1996 / May 15	96-3	125°25.7'	29°24.2'	16.9	99	20	45→22
1996 / May 16	96-4	125°35.1'	31°27.3'	16.5	76	20	52→26
1996 / May 17	96-5	124°45.0'	33°48.2'	14.2	82	20	32→16
1996 / May 18	96-6	123°00.4'	35°31.4'	17.4	71	20	23→11
1996 / May 19	96-7	125°41.1'	33°43.7'	16.7	74	20	26→13
1997 / May 11	97-1	123°33.5'	35°14.0'	13.6	79	20	35→17
1997 / May 13	97-2	126°46.6'	31°59.5'	15.4	87	20	52→26
1997 / May 14	97-3	127°54.9'	30°59.3'	20.7	152	20	35→17
1997 / May 15	97-4	125°14.1'	30°49.4'	19.4	60	10	54
1997 / May 16	97-5	127°43.4'	30°31.2'	24.9	200	20	35→17
1997 / May 17	97-6	128°43.8'	34°01.3'	15.1	122	20	28→14

1995년도

총 14종이 출현하였으며, 정점별 출현종수 (H')는 St. 95-1, 2종 (1.04), St. 95-2, 3종 (1.24), St. 95-3, 1종 (0), St. 95-4, 1종 (0), St. 95-5, 0종 (0), St. 95-6, 10종 (1.61)으로 St. 95-6이 출현종수 및 H'에서 최대였다. 출현량은 총 176 inds./1,000 m<sup>3</sup>으로 정점별로는 St. 95-1 (9.6), St. 95-2 (22.8), St. 95-3 (8.1), St. 95-4 (8.8), St. 95-5 (0), St. 95-6 (127)으로 St. 95-6이 높은 출현량을 나타내었다. 출현종 중 전갱이가 출현량 (출현 정점수)에서 39.9% (2)로 우점하였으며, 이어 멸치 15.8% (2), 까나리 9.6% (2), *Leuroglossus schmidti* 6.6% (1), 기타 28.1% 순이었다 (Appendix I). 군집분석 결과, 황해에 위치한 St. 95-3과 St. 95-4만 까나리 1종의 공통 출현에 의해 하나의 군집을 형성하였으며 두 정점의 표층수온은 8.0°C, 9.1°C로 매우 낮았다. 반면, St. 95-1과 St. 95-6은 멸치, 전갱이 2종의 공통 출현으로 유사해 보이거나 St. 95-6에서 7종이 고유하게 출현하는 특성상 유집되지 않았다. 한편, 제주도 수역에 위치한 St. 95-2와 St. 95-5는 지리적으로 매우 가까이 위치함에도 불구하고 유집되지 않았는데, 그 이유는 St. 95-2에서 갈치, 애꼬치, *Vinciguerria nimbaria* 3종이 고유하게 출현한 반면 St. 95-5에서는 어떤 종도 출현하지 않았기 때문이다 (Fig. 2).

1996년도

총 31종이 출현하였으며, 정점별 출현종수 (H')는 St. 96-1, 10종 (0.43), St. 96-2, 12종 (0.33), St. 96-3, 13종 (0.15), St. 96-4, 4종 (0.70), St. 96-5, 2종 (0.68), St. 96-6, 2종 (0.33), St. 96-7, 4종 (0.26)으로 St. 96-3이 종수에서, St. 96-4가 H'에서 각각 최대를 나타내었다. 출현량은 총 6,890 inds./1,000 m<sup>3</sup>으

로 정점별로는 St. 96-1 (973), St. 96-2 (2,618), St. 96-3 (2,855), St. 96-4 (234), St. 96-5 (6.3), St. 96-6 (17.3), St. 96-7 (186)으로 St. 96-2, 3이 높은 출현량을 나타내었다. 출현종 중 멸치가 출현량 (출현 정점수)에서 94.1% (6)로 우점하였으며, 이어 망둑어류 1.3% (2), 고등어 0.9% (2), 달강어 0.5% (1), 기타 3.2% 순이었다 (Appendix I). 군집분석 결과, 황해 (St. 96-5, 6, 7) 및 동중국해 북부 (St. 96-4)의 총 4개 정점이 하나로 유집되었으며, 나머지는 유집되지 않았다. 다양한 종이 출현했던 동중국해 (St. 96-2, 3)와 달리 황해 및 동중국해 북부에 형성된 군집 (St. 96-4, 5, 6, 7)은 출현종수가 2-4종으로 현저히 적고 조피볼락이 공통으로 출현한 점에서 유집된 것으로 생각된다. 한편, St. 96-2와 St. 96-3은 황아귀 등 5종의 공통 출현으로 유사해 보이거나 St. 96-3에서 썸뱅이 등 6종이 고유하게 출현하여 유집되지 않았으며, 대마도 서남부에 위치한 St. 96-1은 가라지 등 8종이 고유하게 출현하여 역시 유집되지 않았다 (Fig. 2).

1997년도

총 59종이 출현하였으며, 정점별 출현종수 (H')는 St. 97-1, 1종 (0), St. 97-2, 17종 (0.61), St. 97-3, 10종 (0.1), St. 97-4, 4종 (0.92), St. 97-5, 28종 (2.58), St. 97-6, 9종 (1.42)으로 St. 97-5가 종수 및 H'에서 최대였다. 출현량은 총 1,336 inds./1,000 m<sup>3</sup>으로 정점별로는 St. 97-1 (3.2), St. 97-2 (300), St. 97-3 (830), St. 97-4 (77.7), St. 97-5 (89.2), St. 97-6 (36.5)으로 St. 97-3이 높은 출현량을 나타내었다. 출현종 중 멸치가 출현량 (출현 정점수)에서 86.0% (5)로 우점하였으며, 이어 도화망둑 2.3% (1), *Synodus* sp. 1.9% (1), 황매둥이 0.8% (1), 기타 9.0% 순이었

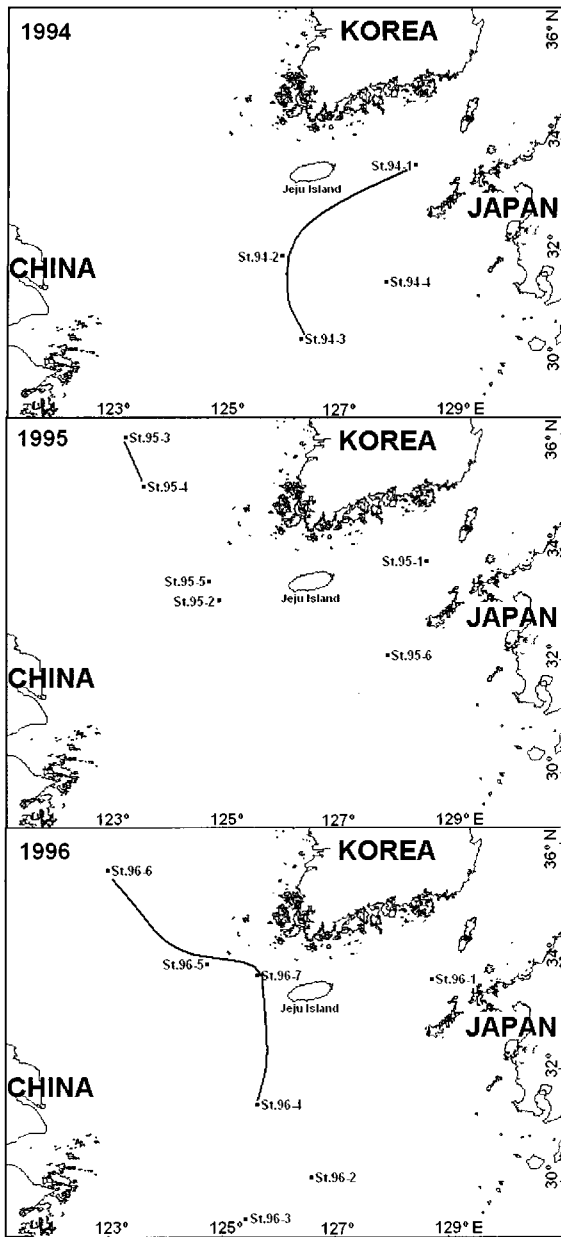


Fig. 2. Result of cluster analysis by stations illustrating the community structure in 1994, 1995 and 1996. Stations connected by curved line indicate one group.

다 (Appendix I). 출현종의 분포양상을 보면 멸치가 황해 St. 97-1을 제외한 5개 정점에서 광범위하게 출현한 점을 제외하면 2정점 이상에서 출현한 종은 전체 59종 가운데 5종에 불과하여 정점간 유사 정도가 매우 낮을 것으로 추정된다. 흥미로운 점으로는 St. 97-3과 St. 97-5가 지리적으로 매우 가까이 위치함에도 불구하고 출현 종조성에서 현저한 차이를 보이는 점이다. 두 정점간 환경요인 (표층수온, 수심)을 비교하면 St. 97-3 (20.7°C, 152 m), St. 97-5 (24.9°C, 338 m)로 상당한 차이가 확인되었다 (Table 1).

## 고찰

본 연구는 1994-1997년 (4년간) 동중국해-황해의 총 23개 정점을 대상으로 수행된 순계 자치어 분포밀도 및 이에 근거한 연도별 군집분석 그리고 표층수온, 수심과의 연관성을 비교, 검토하였다.

정점별 자치어 출현량에 의한 군집분석 결과 1994년에는 126°-128° E 부근에 서쪽으로 휘는 활상 군집이 형성되었으며, 1996년에는 123°-126° E 부근에 동쪽으로 휘는 활상 군집이 형성되었다 (Fig. 2). 이는 제주도를 중심으로 동부는 대마난류, 서부는 중국 대륙연안수 또는 황해냉수의 영향이 우세하기 때문으로 추정된다. 본 연구결과는 가을철 제주도 주변 자치어 군집 (Yoo et al., 1998) 및 동중국해 저서수생생물의 집괴분석 (Choi et al., 2004) 결과와 잘 일치하였으며, 이를 통해 근해/연안 자치어 분포나 성어 분포는 해류에 지배적임을 알 수 있다. 한편, 4월이 조사시기였던 1995년에는 황해 및 제주도 서부 해역이 유집되지 않았으나 5월이 조사시기였던 1996년에는 황해부터 제주도 서부를 거쳐 동중국해 북부 수역까지 길게 유집되는 형태를 띠어 주목되었다 (Fig. 2). 이러한 차이는 인망방법의 차이에서 비롯된 것이지만, 시기별 전선역의 변동과도 상관이 있을 것으로 추정된다. Yang et al. (1998)에 의하면 제주도를 둘러싼 연안형 전선대가 5월부터 외해형 전선대와 연결된다고 하였다. 본 연구에서 동중국해 북부에 위치한 St. 96-4에서만 조피볼락 자치어가 출현한 점, 멸치 자치어 출현량이 St. 96-4 (147 inds./1,000 m<sup>3</sup>)가 그보다 남쪽에 위치한 St. 96-2 (2,472 inds./1,000 m<sup>3</sup>) 및 St. 96-3 (2,788 inds./1,000 m<sup>3</sup>)보다 훨씬 적은 점에서도 St. 96-4가 제주도를 중심으로 형성된 연안형-외해형 전선대의 영향을 받은 것으로 판단된다.

최근, 동중국해에서 한국 남해로의 자치어 수송 경로에 대하여 4가지 type이 제시된 바 있다 (Yoo et al., 2002). 본 연구의 St. 97-3 및 St. 97-5가 200 m 등심선을 따라 한국 남해로 향하는 C type의 자치어 수송경로에 포함된다 (Fig. 1). 그러나, 두 정점은 종조성에서 현저한 차이를 보일 뿐 아니라 수심이 나 수온에서도 큰 차이를 보였다. 특히 St. 97-5 (수심 338 m)에서 다양한 아열대성 어종과 심해성 어종 (황태통이, *Synodus* sp., *Gempylus* sp. 등)의 출현이 주목되었는데 이는 St. 97-5가 지형학적으로 대륙사면에 위치하고 있으며 결과적으로 쿠로시오 해류의 영향을 지배적으로 받았기 때문으로 사료된다 (Hsueh et al., 1996). 쿠로시오 해류는 대륙사면을 따라 최대 1.5-3.0 knot의 속도로 북동하여 29.5° N, 129° E 부근에서 천천히 대륙사면에서 떨어져 나와 동쪽으로 방향을 바꾸어 토가라 해협을 지나 태평양으로 빠져 나오는 것으로 알려져 있다 (Yamashita, 1971). 쿠로시오 축을 중심으로 진행 방향의 우측으로는 중심해성 자치어의 출현빈도가 높은 것으로 보고된 바 있는데 (Sassa et al., 2004), 본 연구에서는 St. 97-5에서 중심해성 어종인 얼비늘치 *Myctophum asperum* 1종만 출현한 점으로 보아 쿠로시오 해류의 진행방향의 좌측에

위치하였을 가능성이 높다. 쿠로시오 해류의 수송경로는 과거 해류병 투입방법으로 조사된 바 있으며 (Lim and Fujimoto, 1972), 그들에 의하면 쿠로시오 해류는 큐슈 서안에서 4가지 방향으로 향하는데 그 중 80%가 대마난류에 편승되어 큐슈 서안, 제주도 및 대한해협으로 향하고 나머지는 큐슈 서안에서 형성되는 반류역에 투입되어 아마미, 오키나와로 되돌아 오거나 태평양으로 빠져 나간다고 하였다. 큐슈 서안에서 볼 수 있는 반류역은 지형학적으로는 200 m 등심선과, 해양학적으로는 황해 냉수와 연관이 있는 것으로 알려져 있다 (Cho and Kim, 2000). 그들에 의하면 황해 냉수가 발달했던 1996년에는 큐슈 서안에 뚜렷하게 반류가 형성된 반면, 황해 냉수가 약했던 1997년에는 반류가 거의 형성되지 않았다고 한다. 즉, 쿠로시오 해류에서 대마난류가 갈라지는 수역에 위치한 두 정점 (St. 97-3, St. 97-5) 사이에서 볼 수 있는 자치어 종조성의 현저한 차이는 지형학적 원인과 그로 인한 쿠로시오 해류의 영향도 크겠지만, 황해 냉수의 확장에 따른 반류의 형성과도 연관이 있을 것으로 사료된다. 특히 자치어는 유영능력이 미약하여 초기생활기 보육장으로의 이동을 해류에만 의존해야 하므로 황해 냉수의 확장 및 반류의 형성은 그들에게 치명적일 수 있다. 황해 냉수가 발달했던 2000년 완도 연안 멸치 생산량은 평년의 30% 이상 감소하였으며 완도 연안 자치어 출현 종조성도 크게 달랐다 (Kim et al., 2002). 이는 황해 냉수가 멸치와 같은 소형 표층성 어종이나 유영능력이 약한 자치어의 수송을 차단시킨 사례이다. 그러나, 전갱이 자어의 수송에 대한 최근 연구에 의하면, 1996년 큐슈 서안에서 확인된 소용돌이 환류가 전갱이 자어를 보육장으로 수송하는데 기여한다고 밝힌 바 있다 (Kim and Sugimoto, 2002). 본 연구에서 전갱이 자치어는 대마도 서남부의 St. 95-1 (4.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>), St. 97-6 (0.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>)에서 소량 출현한 반면, 동중국해 중-북부에 위치한 St. 94-4 (71.1 inds./1,000 m<sup>3</sup>), St. 95-6 (65.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>)에서는 대량 출현하여 전갱이 자치어가 한국 남해로 수송되는 도중 대부분 사망하거나, 큐슈 서안으로 수송 방향이 전환되는 것으로 추정된다. 이처럼 황해 냉수가 동중국해상에서 자치어 수송에 미치는 영향은 크며 본 연구에서 확인된 St. 97-3 및 St. 97-5의 현저한 종조성 차이는 황해 냉수가 발달하지 않은 시기에 볼 수 있는 특징이다. 즉, 소용돌이 모양의 환류가 형성되지 않았기 때문에 결과적으로 두 정점간 자치어의 혼합도 일어나기 어려웠을 것이다. 이와는 달리 고등어의 산란성공은 표층수온과 반비례 관계에 있다는 연구결과 (Hiyama et al., 2002)는 황해 냉수가 자치어 생존에 미치는 영향에 대한 연구의 필요성을 제시하는 것이라 사료된다.

Cha (2002)는 자어 채집방법에 대해서 전 수층을 대상으로 야간에 채집하는 것이 가장 바람직하다는 결론을 제시한 바 있으며, 본 연구에서도 그와 잘 일치하는 결과가 도출되었다. 즉, Maruchi net (망구직경 1.2 m, 망목 505 μm)로 표층을 인망한 1994년과 1995년에는 총 25종, 1,279 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 채집

된 반면, Unagi net (망구직경 2 m, 망목 505 μm)로 표-중층을 인망한 1996년과 1997년에는 총 78종, 8,226 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 채집되어 비록 본 연구가 동일시기, 동일장소에서 이루어지지 않아 어떠한 추정도 내리기 어렵지만, 채집방법이나 사용된 어구에 따라 출현종수 및 출현량에 차이가 있음을 짐작케 한다. 쿠로시오 해류 및 대마난류 수역에서 수행된 소형중층 트롤 (IKMT, Issacs-Kidd Midwater Trawl, 입구면적 8.76 m<sup>2</sup>, 망목 417 μm)에 의한 경사채집 결과 (Yoo et al., 2002)와 비교해 보아도 수평채집보다 경사채집시 많은 종의 채집이 용이한 것으로 나타났다. 그러나, 본 연구에서처럼 어탐기를 통해 목표 수층을 정한 후 인망하는 경우 원하는 수층의 자치어 종조성이나 밀도 추정이 가능하리라 사료된다. 반면 특정 해역의 자치어 출현 종조성을 알고자 할 경우에는 전 수층을 대상으로 하는 경사채집이 보다 적절할 것으로 판단된다.

### 사 사

이 연구는 국립수산물과학원 (남해연안어업자원관리연구, RP-05-FR-1)의 지원에 의해 운영되었습니다. 논문을 세심하게 검토해 주신 심사위원께 감사드리고, 문헌수집에 도움으로 주신 한국해양연구원 박정호님께 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

Ahlstrom, E.H. 1954. Distribution and abundance of egg and larval populations of the Pacific sardine. *Fish. Bull.*, 56, 83-140.

Cha, S.S. 2002. Review of the studies of ecology of fish in their early life stages off Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 14(1), 76-82.

Cho, K.D. and H.Y. Kim. 2000. Relationship between the distribution of water masses and that of demersal fishes in the East China Sea in spring. *J. Fish. Sci. Technol.*, 3(1), 14-22.

Choi, K.H., Y.S. Kim and Y.M. Choi. 2004. Oceanographic conditions on the East China Sea and distribution of demersal organisms caught by bottom trawl in spring and autumn in 1998. *J. Kor. Soc. Fish. Res.*, 6(2), 112-125.

Hiyama, Y., M. Yoda and S. Ohshimo. 2002. Stock size fluctuations in chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the East China Sea and the Japan/East Sea. *Fish. Oceanogr.*, 11(6), 347-353.

Hsueh, Y., H.J. Lie and H. Ichikawa. 1996. On the branching of the Kuroshio west of Kyushu. *J. Geophys. Res.*, 101, 3851-3857.

Jin, X., B. Xu and Q. Tang. 2003. Fish assemblage structure in the East China Sea and southern Yellow Sea during autumn and spring. *J. Fish Biol.*, 62, 1194-1205.

Kim, H.Y. and T. Sugimoto. 2002. Transport of larval

- jack mackerel (*Trachurus japonicus*) estimated from trajectories of satellite-tracked drifters and advective velocity fields obtained from sequential satellite thermal images in the eastern East China Sea. *Fish. Oceanogr.*, 11(6), 329-336.
- Kim, J.K., O.I. Choi, D.S. Chang and J.I. Kim. 2002. Fluctuation of bag-net catches off Wando, Korea and the effect of sea water temperature. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35(3), 497-503.
- Kim, J.M., J.M. Yoo, J.K. Myoung and J.Y. Lim. 1986. Guides to the early stages of marine fishes in the Korean waters. KORDI Report, BSPE00060-98-3, pp. 369.
- Kim, J.Y., Y.J. Lim, S.G. Choi, H.K. Cha, E.L. Kim, J.N. Oh and T.W. Lee. 2004. Distribution of major commercial fish larvae in the southern sea and off Jeju Island of Korea in spring. *Kor. J. Ichthyol.*, 16(2), 141-148.
- Kim, S. and J.M. Yoo. 1999. Distribution of fish larvae and the front structure of the Korea Strait in summer. *Kor. J. Ichthyol.*, 11(1), 72-85.
- Kondo, M. 1985. Oceanographic investigations of fishing grounds in the East China Sea and the Yellow Sea - I. Characteristics of the mean temperature and salinity distributions measured at 50 m and near bottom. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, 62, 19-62.
- Lee, D.J. 2002. Distribution characteristics of fish schools in the Yellow Sea and the East China Sea in the spring of 1997. *Bull. Korean Soc. Fish. Technol.*, 38(3), 241-248.
- Lee, S.J. and Y.B. Go. 2003. Distribution of the eggs and larvae of anchovy, *Engraulis japonicus*, and its relationship with environmental factors around Jeju Strait in summer 2. Relationship with environmental factors. *Kor. J. Ichthyol.*, 15(3), 162-174.
- Lim, G.B. and M. Fujimoto. 1972. Circulation and water masses in the continental shelf break region of the East China Sea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 5(1), 1-10.
- Matarese, A.C., A.W. Kendall, D.M. Blood and B.M. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast Pacific fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS. 80, pp. 625.
- Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, pp. 1749.
- Okiyama, M. 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai Univ. Press. Tokyo, pp. 1154.
- Parin, N.V. 1996. On the species composition of flying-fishes (Exocoetidae) in the west-central part of tropical Pacific. *J. Ichthyol.*, 36(5), 357-643.
- Sassa, C., K. Kawaguchi and K. Mori. 2004. Late winter larval mesopelagic fish assemblage in the Kuroshio waters of the western North Pacific. *Fish. Oceanogr.*, 13(2), 121-133.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, pp. 177.
- Yamashita, H. 1971. The distribution of demersal fish in the East China Sea and the Yellow Sea. *Cont. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, 264, 1-65.
- Yang, Y.J., S.H. Kim and H.K. Rho. 1998. A study on the temperature fronts observed in the South-West Sea of Korea and the northern area of the East China Sea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31(5), 695-706.
- Yang, Y.J., S.H. Kim, H.K. Rho and D.G. Jeong. 1999. Relationship between SST fronts and purse-seine fishing grounds in the South-West Sea of Korea and the northern area of the East China Sea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 32(5), 618-623.
- Yoo, J.M., E.K. Lee and S. Kim. 2002. Multidisciplinary investigation of the Western Pacific (I). KORDI Report, BSPE818-00-1404-7, pp. 200-213.
- Yoo, J.M., E.K. Lee and S. Kim. 2003. Multidisciplinary investigation of the Western Pacific (I). KORDI Report, BSPE824-00-1494-7, pp. 250-262.
- Yoo, J.M., S. Kim, E.K. Lee and Y.U. Kim. 1998. Studies on the first larvae community in the sea around Cheju Island in November, 1986. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 3(2), 71-79.

---

2004년 10월 25일 접수  
2005년 2월 19일 수리









Appendix I. Continued

Species	Abundance (Number of individuals / 1,000 m <sup>3</sup> )																									
	1994						1995						1996						1997							
	Stations	1	2	3	4	6	Stations	1	2	3	4	5	6	Stations	1	2	3	4	5	6	Stations	1	2	3	4	5
Bothidae																										
<i>Tosarhombus octoculatus</i>																										
<i>Parabothus</i> sp.																										
Bothidae sp.																										
Paralichthyidae																										
<i>Paralichthys olivaceus</i>						2.1																				
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>																										
<i>Pseudorhombus</i> sp.						2.1																				
Pleuronectidae																										
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>																										
<i>Pleuronichthys cornutus</i>																										
<i>Limanda yokohamae</i>																										
<i>Lepidopsetta mochigarei</i>																										
Samaridae																										
<i>Samarisucs latus</i>																										
Cynoglossidae																										
<i>Cynoglossus</i> sp.																										
<i>Symphurus</i> sp.																										
Monacanthidae																										
<i>Thamnaconus modestus</i>																										
Tetraodontidae																										
<i>Takifugu rubripes</i>																										
<i>Takifugu</i> sp.																										
<i>Sphoeroides pachygaster</i>																										