

NOTE

## 서해 연안역에서 자어의 적정 채집 방법\*

차성식 · 박명정  
전남대 해양학과

### Proper Sampling Method for Larval Fish in the Western Coastal Waters

CHA SEONG SIG AND PARK MYOUNG JEONG

Dept. of Oceanography, Chonnam National University, Kwangju, 500-757 Korea

수심이 얇고 조류가 강한 서해 연안역에 출현하는 자어의 적정 채집 방법을 검토하기 위하여 아산만에서 채집된 자어를 대상으로 주야간 층별 출현량을 비교하였다.

자어는 층별 출현량이 다를 뿐만 아니라 일주기 수직 이동에 의하여 수직 분포 양상이 변한다. 주간 상층 채집 자료만을 이용하면 출현종수와 출현량이 과소 평가될 위험이 있다. 전수층에 대한 주간 채집량이 야간보다 유의하게 작지 않으므로, 주간경사 채집도 유용한 자어 채집 방법으로 판단된다.

To investigate a proper sampling method for larval fish in the western coastal waters, the abundances of larval fish sampled at upper and lower layers during the day and nighttime were compared.

The difference in the abundances at upper and lower layers seems to be related to the diurnal vertical migration of larval fish. Therefore, samples at upper layer during the day causes an underestimation of the number of species and the abundance. As the abundances through whole water column during the day is not significantly smaller than during the nighttime, samples obtained by oblique tow through whole water column during the day can be used to estimate the abundance of fish larvae.

#### 서 론

자어는 해류의 이동과 먹이에 따라 생존율이 영향을 받으며, 자어의 생존율은 성어 연급군의 강도를 결정한다는 발표가 있는 후(Hjort, 1926), 수산 자원 변동을 예측하기 위하여 자어의 분포에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 자어의 분포를 정확히 파악하기 위해서는 정량적인 채집이 요구되지만, 자어의 분포는 시공간적으로 변화를 보이기 때문에 적정 채집 방법의 정립이 필요하다.

자어는 일주기 수직 이동에 의하여 수직 분포가 바뀌며, 이는 어종과 성장 시기, 해역에 따라 차이를

보인다(Kendall and Naplin, 1981; Yamashita et al., 1985; 유 등, 1990). 따라서 수평 채집 방법은 자어의 수직 분포의 차이와 주야간 수직 이동에 의하여 출현량이 잘못 평가될 우려가 있다.

지금까지 우리 나라에서 자어에 대한 연구는 수심이 깊은 해역에서는 경사 채집이 된 경우도 있었으나(허와 유, 1984; 허 등, 1984; 유 등, 1987; 김과 최, 1988), 수심이 얇은 연안역에서는 경사 채집이 어렵기 때문에, 강한 조류가 해수의 수직 혼합을 촉진하여 자어가 수직적으로 균일하게 분포하도록 한다는 가정 하에 대부분 표층 채집이 이루어져 왔다(유와 차, 1988; 차와 심, 1988; 차 등, 1991;

\*이 연구는 1993년도 교육부 기초과학육성연구비의 지원(BSRI-93-554)에 의한 것임

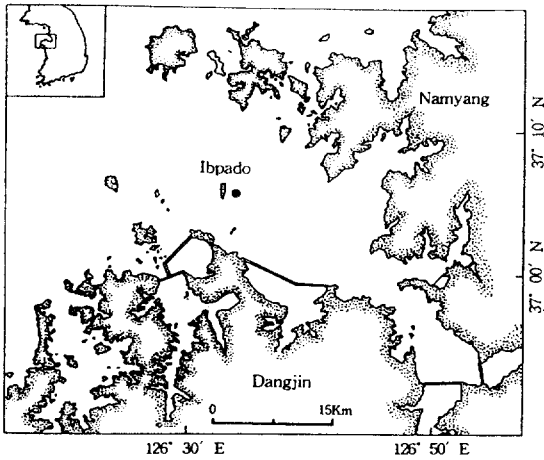


Fig. 1. Sampling station for larval fish in Asan Bay.

차와 박, 1994). 그러나, 아직까지 연안역에서 자어의 수직 분포에 대한 연구나 적정 채집방법에 관한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 반면에 동물플랑크톤이나 저어류의 경우는, 연안역에서 동물 플랑크톤의 반복 채집 및 시간별 채집의 필요성과 채집량의 주야 차이에 관한 연구가 있었으며(박, 1989; Park, 1990), 저어류의 적정 채집 회수에 관해 보고된 바 있다(이, 1991).

황해의 중부 연안에 위치한 아산만은 서해 연안역의 특징을 잘 갖추고 있으며, 인위적 환경 변화가 큰 해역 중의 하나로 최근 많은 생태연구가 수행되어 오고 있는 중요한 해역이다(이와 김, 1992; 문 등, 1993; 이, 1993; Park et al., 1991; Choi and Park, 1993).

본 연구에서는 아산만의 자어의 분포와 변동을 연구하기에 앞서, 아산만에서 채집된 자어의 주야간 층별 채집량을 비교하여 수심이 얇고 조류가 강한 서해 연안역에서 자어의 적정 채집 방법을 검토하고자 한다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 어류 플랑크톤은 1990년 8월에 수심이 약 15 m인 입파도(37° 06'N, 126° 34'E)에서 동쪽으로 3 km 떨어진 지점에서 채집하였다(Fig. 1). 채집 기기는 망구 직경 60 cm, 망목 333  $\mu$ m인 붕고네트를 사용하였으며, 층별 출현량을 비교하기 위

하여 상층과 전수층에서 채집하였다. 상층은 표층에서 수심 5 m까지, 전수층은 표층에서 채집이 가능한 수심 10 m까지 각각 3회씩 경사 채집하였다.

또한 주야간 채집량의 차이를 비교하기 위하여 야간에도 주간과 같은 방법으로 채집이 이루어졌다. 예인 속도는 1 m/sec 정도로 7~8분 정도 예상하였다. 여과량을 측정하기 위하여 네트의 입구에 유속계를 부착하였으며, 채집된 표본은 선상에서 중성 포르말린(약 4%)으로 고정하였다. 고정된 표본은 실험실로 옮겨 자어만을 분리한 후 동정하였다.

동정된 자어는 각 분류군별로 계수한 후 1,000 m<sup>3</sup> 당의 개체수로 환산하였다. 자어의 동정에는 차 등(1987)의 검색표와 Okiyama(1988) 등을 참고하였으며, 분류 체계와 학명은 Masuda et al. (1984)을 따랐다. 층별 출현량의 비교에는 전체 자어와 우점종인 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 망둑어류(*Gobiidae*), 멸치(*Engraulis japonicus*)를 대상으로 분석하였다. 본 연구에 사용된 t-test와 Chi-square test에는 SYSTAT (Wilkinson, 1990)을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

1990년 8월에 출현한 자어는 총 15개 분류군이 있었다(Table 1). 주간에는 13개 분류군의 자어가 출현하였고, 야간에는 14개 분류군의 자어가 출현하였다. 주간에 상층에서는 8개 분류군이 출현하였으며, 전수층에서는 12개 분류군이 출현하였다. 야간에 상층과 전수층에서는 각각 13개 분류군이 출현하였다. 따라서 주간에 상층에서는 주간 전수층이나 야간에 비하여 출현 분류군수가 작게 나타났다.

상층에서 자어는 야간에 9,592 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였으며, 주간에 836 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하여 야간의 출현량이 주간의 11.5배 정도였다(Table 2). 주요 출현종인 밴댕이, 망둑어류, 멸치의 출현량도 야간이 주간의 10.5~19.8배였다. 상층의 주간과 야간의 출현량을 비교한 결과 자어의 출현량은 유의수준 0.05에서 주간이 야간보다 작았다(Table 2). 밴댕이와 망둑어류의 출현량도 유의수준 0.05에서 주간에 야간보다 작았다. 멸치의 경우도 확률  $P < 0.05$ 로, 대체적으로 유의한 차이를 보인다고 볼 수 있다. 따라서 상층에서 자어의 출현량은 주간에 야간보다 유의하게 적으므로, 주간에 표층에서 채집된

Table 1. Mean abundances of fish larvae in August, 1990.

(ind./1,000 m<sup>3</sup>)

Species	Day		Nighttime	
	Upper	Whole	Upper	Whole
<i>Sardinella zunasi</i>	360	2,888	3,782	4,749
Gobiidae	164	1,394	3,399	2,751
<i>Engraulis japonicus</i>	74	544	1,467	820
<i>Cynoglossus joyneri</i>	46	717	253	185
<i>Repomucenus</i> spp.	93	468	84	98
Sciaenidae	32	224	111	213
<i>Syngnathus schlegeli</i>	61	211	74	70
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>		49	272	178
<i>Sillago japonica</i>		34	41	36
<i>Sillago sihama</i>		31	33	
<i>Gymnapogon</i> spp.		13	52	7
<i>Platycephalus indicus</i>		9	10	6
<i>Takifugu</i> spp.			14	8
<i>Hippocampus aterrimus</i>				8
<i>Scomberomorus niphonius</i>	6			
Total	836	6,582	9,592	9,128
No. of Taxa	8	12	13	13

Table 2. Comparison of abundances of fish larvae between the day and nighttime samples from the upper layer of Asan Bay.

Species	Day		Nighttime		t-test		
	Mean	SD	Mean	SD	df	t	Prob.
All larvae	836	316	9,592	4,216	2	-3.836	0.031
<i>Sardinella zunasi</i>	360	120	3,782	1,764	2	-3.603	0.035
Gobiidae	164	68	2,872	811	2	-3.840	0.031
<i>Engraulis japonicus</i>	74	39	1,467	890	2	-2.806	0.054

Table 3. Comparison of abundances of fish larvae between the day and nighttime samples through whole water column of Asan Bay.

Species	Day		Nighttime		t-test		
	Mean	SD	Mean	SD	df	t	Prob.
All larvae	6,582	2,807	9,128	2,202	2	-1.013	0.209
<i>Sardinella zunasi</i>	2,888	1,959	4,749	754	2	-1.366	0.153
Gobiidae	1,394	748	2,751	853	2	-1.515	0.135
<i>Engraulis japonicus</i>	544	297	820	550	2	-0.698	0.279

자료를 이용할 경우는 출현량이 과소 평가될 가능성이 있다.

상층에서의 주야간 출현량 차이가 네트에 대한 회피율이 주야간에 차이가 있기 때문인가를 검토하기 위하여, 전수층에서 주간과 야간에 채집된 출현량을 비교하였다. 전수층에서 자어는 주간에 6,582 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였으며, 야간에 9,128 ind./

1,000 m<sup>3</sup>이 출현하여 야간이 주간보다 약 1.4배의 출현량을 보였다(Table 3). 주요 출현종인 밴댕이, 망둑어류, 멸치의 출현량도 야간이 주간의 1.5~2.0배 정도였다.

그러나, 전수층에서 자어의 출현량은 t-test 결과 야간의 출현량이 주간보다 유의하게 많다고 할 수 없었다(Table 3). 전체 자어뿐만 아니라 밴댕이, 망

Table 4. Comparison of vertical distribution pattern of fish larvae between the day and nighttime.

Species	Day		Nighttime		Chi-square test		
	Upper	Lower	Upper	Lower	df	t	Prob.
All larvae	836	12,328	9,592	8,664	1	7358.96	0.000
<i>Sardinella zunasi</i>	360	5,416	3,782	5,716	1	2049.35	0.000
Gobiidae	164	2,040	2,872	2,630	1	1319.65	0.000
<i>Engraulis japonicus</i>	74	1,014	1,467	173	1	1816.40	0.000

Table 5. Comparison of abundances of fish larvae taken between upper layer and whole water column during the day.

Species	Upper		Whole		t-test		
	Mean	SD	Mean	SD	df	t	Prob.
All larvae	836	316	6,582	2,807	2	-3.952	0.029
<i>Sardinella zunasi</i>	360	120	2,888	1,959	2	-2.290	0.075
Gobiidae	164	68	1,394	748	2	-2.959	0.049
<i>Engraulis japonicus</i>	74	39	544	297	2	-3.139	0.044

독어류, 멸치에서도 야간의 출현량이 주간보다 유의하게 많다고는 할 수 없었다. Murphy and Clutter (1972)에 의하면 밤에도 낮처럼 회피 문제가 발생하기 때문에 회피에 있어서 주야간의 회피율의 차이는 전체 회피 문제의 작은 부분에 지나지 않는다고 하였다. 본 연구에서 전수층에서는 주야간에 유의한 차이가 없으나 상층에서는 주간에 야간에 비하여 출현량이 적은 것은 주간에 야간보다 회피율이 높기 때문에 발생하는 현상이 아니라 주야간에 자어의 수직 분포 양상이 다르기 때문일 것으로 판단된다.

주야간 분포 양상을 비교하기 위하여 전수층의 출현량에서 상층의 출현량 부분을 빼어 하층의 출현량을 추정한 후, 주야간 수직분포 양상을 비교하였다. 전체 자어뿐만 아니라 밴댕이, 망둑어류, 멸치에서도 주야간에 수직분포 양상은 유의한 차이를 보였다(Table 4).

주간에 자어는 상층에서 836 ind./1,000 m<sup>3</sup>, 하층에서 12,328 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였다(Table 4). 밴댕이, 망둑어류, 멸치의 출현량도 상층에서는 각각 360 ind./1,000 m<sup>3</sup>, 164 ind./1,000 m<sup>3</sup>, 74 ind./1,000 m<sup>3</sup>임에 반하여, 하층에서는 각각 5,416 ind./1,000 m<sup>3</sup>, 2,040 ind./1,000 m<sup>3</sup>, 1,014 ind./1,000 m<sup>3</sup>으로 추정되어 상층의 출현량이 하층의 추정량보다 훨씬 적었다.

주간의 상층과 전수층의 출현량에 대하여 t-test를

실시한 결과(Table 5), 유의 수준 0.05에서 자어 출현량은 전수층의 출현량이 상층의 출현량보다 많은 것으로 나타났다. 망둑어류와 멸치에서도 동일한 결과가 나타났으며, 밴댕이는 유의 수준 0.1에서 동일한 결과를 보였다. 본 검정은 상층과 하층의 출현량을 직접 비교하는 대신에 상층과 전수층의 출현량을 비교하였음에도 불구하고, 상층과 전수층간에 유의적인 차이를 보이고 있다. 하층에서 자어를 채집하여 상층과 하층의 출현량을 직접 비교한다면, 상층과 하층의 출현량은 유의한 차이를 보일 것이다. 따라서 주간에는 자어가 상층보다는 주로 하층에 분포하고 있는 것으로 보인다.

야간에 자어의 출현량은 상층에서 9,592 ind./1,000m<sup>3</sup>이 출현하였으며 하층에서는 8,664 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하여 상층과 하층의 출현량이 비슷하였다(Table 4). 망둑어류도 상층에서는 2,872 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였으며 하층에서는 2,630 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하여 상층과 하층의 출현량이 비슷하였다. 반면에 밴댕이는 상층에서 3,782 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였으나, 하층에서는 5,716 ind./1,000 m<sup>3</sup>으로 하층의 출현량이 더 높았다. 멸치는 상층에서 1,467 ind./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였으나 하층에서는 173 ind./1,000 m<sup>3</sup>에 불과하였다. 따라서 야간에 전체 자어의 출현량은 층별로 차이가 없으나, 어종에 따라서는 층별 출현량에 약간의 차이를 보였다.

수심이 얇고 조류가 강한 서해 연안역이라 하더라도, 자어는 층별 출현량이 다를 뿐만 아니라 일주기 수직 이동에 의하여 수직 분포 양상이 변한다. 주간 상층 채집은 출현종수와 출현량이 과소평가될 위험이 있다. 야간의 상층 채집도 어종에 따라 상하층 간에 출현량 차이가 있으므로 자어의 채집은 전수층에서 이루어져야 한다. 전수층에 대한 야간 채집이 가장 바람직한 방법이나, 전수층에 대한 주간 채집량이 야간과 유의한 차이를 보이지 않으므로, 주간 경사 채집도 효율적인 자어 채집 방법으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구에 사용된 시료 채집에 협조해 주신 충남대 해양학과 박철 교수와 채집과정에 참여한 모든 분들께 감사드립니다. 원고를 꼼꼼히 읽어보시고 적절한 충고를 아끼지 않으신 충남대 해양학과 이태원 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

### 참고문헌

- 김진영, 최영민, 1988. 멸치, *Engraulis japonica* 난·치어의 연직분포. 한국수산학회지, 21: 139-144.
- 문창호, 박철, 이승용, 1993. 아산만의 영양염 및 입자성 유기물. 한국수산학회지, 26: 173-181.
- 박철, 1989. 연안역 동물 플랑크톤 시료의 변이: 반복 채집 및 시간별 채집의 필요성. 한국해양학회지, 24: 165-171.
- 유재명, 김용익, 차성식, 1990. 여름철 제주도 연안역의 치자어 표층 출현량의 일주기 변동. 해양연구, 12: 87-96.
- 유재명, 김종만, 허형택, 차성식, 1987. 경기만에 출현하는 치자어의 분포. 해양연구, 9: 15-23.
- 유재명, 차성식, 1988. 광양만 부유성 난·자치어의 출현량 변동. 해양연구, 10: 79-84.
- 이태원, 1991. 아산만 저어류. I. 적정 채집 방법. 한국수산학회지, 24: 248-254.
- 이태원, 1993. 아산만 저어류. III. 정점간 양적 변동과 종조성. 한국수산학회지, 26: 438-445.
- 이태원, 김광천, 1992. 아산만 저어류. II. 종조성의 주야 및 계절변동. 한국수산학회지, 25: 103-114.
- 차성식, 박광재, 유재명, 김용익, 1991. 월성 주변 해역의 부유성 난과 자치어의 분포. 한국수산학회지, 3: 11-23.
- 차성식, 박광재, 1994. 광양만 부유성 난 자치어의 분포. 한국어류학회지, 6: 60-70.
- 차성식, 심재형, 1988. 황해 중동부 연안역의 부유성 어란 군집의 계절 변동. 한국해양학회지, 23: 184-193.
- 차성식, 유재명, 김종만, 허형택, 1987. 황해 중동부 연안역의 부유성 난 자치어의 검색표 작성 연구. 한국해양학회지, 22: 236-245.
- 허성범, 김동엽, 유재명, 1984. 서해안 베도라치류(*Enebras*) 치어 자원. 부산수대연보, 24: 69-79.
- 허성범, 유재명, 1984. 한국 서해안의 어류 난 치어 분포. 한국수산학회지, 17: 536-542.
- Choi, K. H. and C. Park, 1993. Seasonal fluctuation of zooplankton community in Asan Bay, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 26: 424-437.
- Hjort, J., 1926. Fluctuations in the year classes of important food fishes. J. Cons. int. Explor. Mer., 1: 5-38.
- Kendall, A. W. Jr. and N. A. Naplin, 1981. Diel-depth distribution of summer ichthyoplankton in the middle Atlantic Bight. Fish. Bull., 79: 705-726.
- Masuda, H., K. Amoaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino, 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press.
- Murphy, G. I. and R. I. Clutter, 1972. Sampling anchovy larvae with a plankton purse seine. Fish. Bull., 70: 789-798.
- Okiyama, M.(ed), 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press. 1154 pp.
- Park, C., 1990. Day-night differences in zooplankton catches in the coastal area of active tidal mixing. J. Oceanol. Soc. Korea, 25: 151-159.
- Park, C., K. H. Choi and C. H. Moon, 1991. Distribution of zooplankton in Asan Bay, Korea with comments on vertical migration. Bull. Korean Fish. Soc., 24: 472-482.
- Wilkinson, L., 1990. SYSTAT: The system for statistics. SYSTAT. Inc. IL. USA. 676pp.
- Yamashita, Y., D. Kitagawa and T. Aoyama, 1985. Diel vertical migration and feeding rhythm of the larvae of the Japanese sand-eel *Ammodytes personatus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 51: 1-5.

Accepted January 10, 1995