

## 남해 연안 멸치 난자치어 채집방법간 비교

황선도\* · 최일수<sup>1</sup> · 추은경<sup>2</sup>

국립수산과학원, <sup>1</sup>전남대학교 응용수학과, <sup>2</sup>국립수산과학원 남해수산연구소

**Comparison of Sampling Methods for Anchovy Eggs and Larvae in Coastal Waters of the South Sea of Korea by Sun-Do Hwang\*, Il-Su Choi<sup>1</sup> and Eun-Kyeong Chu<sup>2</sup>** (National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI), Busan 619-705, Korea; <sup>1</sup>Department of Applied Mathematics, Chonnam Nat'l Univ., Yeosu 540-749, Korea; <sup>2</sup>South Sea Fisheries Re-search Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea)

**ABSTRACT** To investigate a proper sampling method for anchovy eggs and larvae in coastal waters of the South Sea, replicated samplings were made by different towing methods with different sampling gears and compared in terms of abundance and length composition. There was no significant difference in abundance in samples from vertical and oblique tows with a ring net. The abundance by replicated vertical tows with a ring net was not significantly different, but significant difference in abundance among sampling stations were found. The ring net sampled anchovy eggs in significantly greater numbers than collected by a NORPAC net, but both gears were not effective in obtaining quantitative samples of anchovy larvae larger than 3 mm. Therefore, samples by vertical tows with a ring net during the day at various stations is more efficient at estimating the density of anchovy eggs in an area compared to replicated sampling at a single station.

**Key words** : Sampling method, anchovy egg and larvae, replicated samplings, towing methods, sampling gears

일반적으로 어류는 초기 감모가 크기 때문에 가입량은 사망률이 줄어드는 미성어의 양과 관계가 있다고 알려져 있다(김과 장, 1994). 그러나 우리나라에서 멸치는 치어 때부터 어획되고, 대부분 어린 멸치가 어획 대상이다. 따라서 멸치 어획량을 예측하기 위해서는 치어 이전 단계인 알과 자어의 밀도 변동을 조사해야 하는데, 이를 위해서 정량채집 방법의 정립이 요구된다.

자치어는 일주수직운동으로 낮·밤에 따라 수직분포가 다르고 해역에 따라 차이를 보일 수 있다. 따라서 수평채집은 자어의 수직분포 차이에 의해 출현량이 잘못 평가될 우려가 있어, 차와 박(1995)은 서해 연안에서 적정채집 방법을 검토하여 주간과 야간의 정량채집을 제안하였다.

멸치 알의 분포양상은 수심이 깊어 성층이 형성되는 동해에서 낮과 밤이 다르게 나타났다(김과 최, 1988). 그러나, Hwang *et al.* (2007)은 수심이 얕고 조석에 의한 수직혼합이

강한 서해에서 멸치 알은 표·저층간 일정한 분포양상을 보이지 않음으로써 낮 동안 표층수평채집은 전 수층의 밀도를 대표할 수 없고, 수직 반복채집을 제안하였다. 이와 같이 해양환경조건이 다른 해역에서 알의 분포양상이 다른데, 멸치의 주 어장이며, 주 산란장인 남해에서(Kim and Lo, 2001) 아직까지 멸치 난자치어의 적정 채집방법이 제안되지 않은 상태에서 연구가 수행되어 왔다.

본 연구의 목적은 남해 연안에서 멸치 난자치어의 신뢰도 높은 분포밀도 추정을 위해 기존에 수행되고 있는 예인 방법, 반복채집 및 채집시기에 따른 멸치 난자치어의 출현량을 비교하여 적정채집 방법을 마련하고자 하였다.

2006년 5월~7월 동안 매일 조금 때 여수 연안의 13개 정점에서 국립수산과학원 시험조사선 탐구 11호(16GTs)를 이용하여 멸치 난자치어를 채집하였다(Fig. 1).

멸치의 난자치어를 채집하기 위하여 2006년에는 유량계를 부착한 NORPAC 네트(망구 45 cm, 망목 315 µm, 정점당 1회)와 링 네트(망구 80 cm, 망목 315 µm, 정점당 3회

\*교신저자: 황선도 Tel: 82-51-720-2334, Fax: 82-51-720-2337, E-mail: sdhwang@nfrdi.go.kr

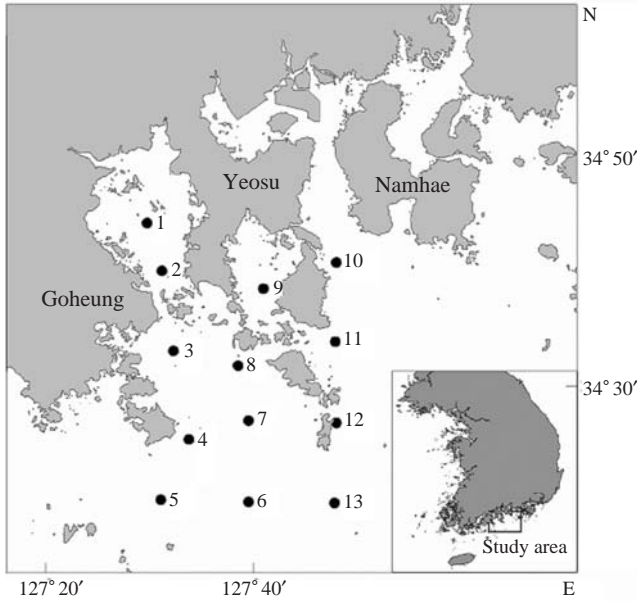


Fig. 1. Map showing the sampling stations in the South Coast of Korea from May to July in 2006.

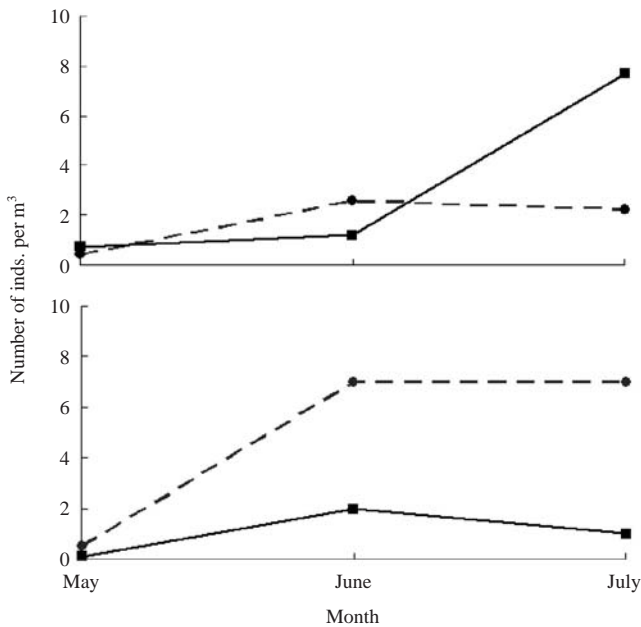


Fig. 2. Monthly variation of mean number of eggs and larvae (individual/m<sup>3</sup>) sampled by a NORPAC net (upper) and by a ring net (lower) in the coastal water off Yeosu in 2006. Closed circle and closed square represent mean density of eggs and larvae, respectively.

반복채집)로 낮 동안에 수직채집을 하였다. 이와 더불어, 여수 해역의 두 정점(St. 4 and St. 5)에서 링 네트로 3회 반복 경사 채집을 병행하였다.

Table 1. Variation of mean number of eggs and larvae (individual/m<sup>2</sup>) sampled by a NORPAC net and by a ring net in the coastal water off Yeosu in June and July, 2006

Type of net		June			July		
		Number of sample	Mean	STD	Number of sample	Mean	STD
NORPAC net	Egg	13	2.61	4.42	8	2.17	1.50
	Larva	13	1.23	2.03	8	7.71	12.38
Ring net	Egg	39	6.50	10.58	39	7.43	11.49
	Larva	39	2.07	5.88	39	1.23	3.16

Table 2. Multivariate analysis of variance test criteria and exact F statistics for the hypothesis of no overall net effect using anchovy eggs and larvae caught by a NORPAC net and a ring net off Yeosu in June (upper) and July (lower)

Statistic	Value	F Value	Num DF	Den DF	Pr>F
Wilks' Lambda	0.7699	5.53	2	37	0.0079

Statistic	Value	F Value	Num DF	Den DF	Pr>F
Wilks' Lambda	0.5790	13.45	2	37	<0.001

채집된 시료는 선상에서 5% Formalin으로 고정하여 실험실로 운반, 멸치 난자치어 동정하고 계수하였다. 밀도는 각 정점별로 채집된 개체수를 여과량 m<sup>3</sup>당 개체수로 환산하였다. 멸치 난과 자치어의 동정에는 Moser *et al.* (1984)와 Okiyama (1988)의 분류기준을 따랐다.

링 네트에 의한 수직채집과 경사채집간, 링 네트를 이용한 3회 반복 수직채집간, NORPAC 네트와 링 네트의 채집 기간별 멸치 알 채집량을 비교하기 위해 대수변환하여 이원분산분석법(two-way ANOVA)을 이용한 통계처리를 하였다. 또한, NORPAC 네트와 링 네트를 이용한 멸치 난자치어 적정채집 가능 여부를 파악하기 위하여 다변량분산분석(multivariate analysis of variance)을 하였다.

통계분석은 여수 해역에서 링 네트와 NORPAC 네트로 채집된 멸치 알과 치어가 단위 체적(m<sup>3</sup>)당 1개체 이하의 밀도를 보이는 5월은 제외하고, 6월과 7월의 자료만을 SAS (1989)를 이용하여 처리하였다(Fig. 2).

### NORPAC 네트와 링 네트를 사용한 멸치 난자치어 적정채집 여부

여수해역에서 6~7월에 NORPAC 네트와 링 네트를 이용하여 멸치 난자치어 수직 채집한 결과, NORPAC 네트에 의해 7월에 채집된 멸치 치어(mean=7.71/m<sup>3</sup>)가 알(mean=2.17/m<sup>3</sup>)보다 많았던 것을 제외하고, 두 네트에 의해서 멸치 알이 치어보다 더 많이 채집되었다(Table 1). NORPAC

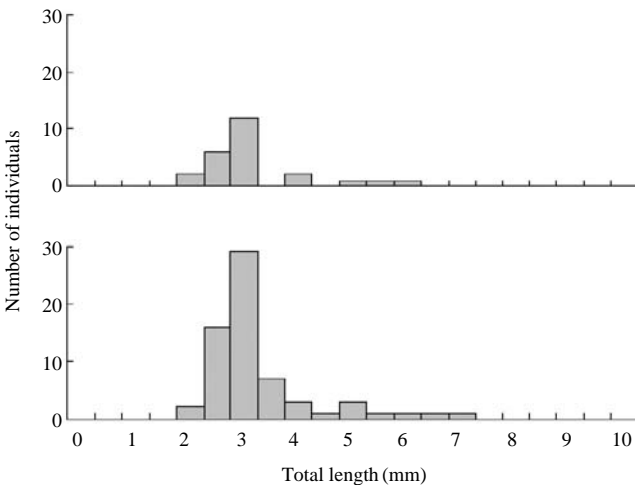
네트와 링 네트를 이용하여 멸치 난자치어 적정채집 가능성 여부를 알아보기 위해 다변량분산분석을 한 결과, NORPAC 네트와 링 네트간 유의한 차이가 있었고 (Table 2), 그 차이는 멸치 알에 의해 주로 영향을 받았다 (Table 3). 이는 Fig. 2와 같이 멸치 알은 링 네트에 의해서 충분히 채집되지만,

**Table 3.** Characteristic root and vector using anchovy eggs and larvae caught by a NORPAC net and a ring net off Yeosu in June (upper: effect=0.4148\*egg-0.1069\*larva) and July (lower: effect=0.2422\*egg-0.1069\* larva)

Characteristic root	Percent	Characteristic vector	
		Egg	Larva
0.2988	100	0.4148	-0.1069

Characteristic root	Percent	Characteristic vector	
		Egg	Larva
0.7269	100	0.2422	-0.1069



**Fig. 3.** Length frequency distribution of anchovy larvae sampled by a NORPAC net (upper) and by a ring net (lower) in the coastal waters off Yeosu from June to July 2006.

자치어는 채집량이 적었다. 또한, NORPAC 네트에 의해 채집된 결과는 변이가 크게 나타나 그들간 차이를 볼 수가 없었다. 따라서 수심이 얇은 연안에서는 망구가 상대적으로 큰 링 네트가 NORPAC 네트보다 멸치 알을 채집하기에 유용하다. 그러나, NORPAC 네트뿐 아니라 링 네트도 자치어 채집에는 적합하지 않는 것으로 판단된다.

여수 해역에서 2006년 6~7월에 NORPAC 네트와 링 네트에 채집된 멸치 자치어의 체장분포를 보면, 전장이 각각 2.0~5.9 mm과 1.9~6.9 mm이었다 (Fig. 3). 이는 유영력이 약한 초기단계의 자어 수준의 어린 개체만이 채집가능하고, 3.0 mm 이상 치어의 출현량은 급격히 감소하는 선택성을 보임을 의미한다. 이 시기에 우리나라 연안에서 출현하는 멸치는 20 mm 성장하는데 10여 일 걸리는 것을 감안하면 (Hwang *et al.*, 2006), 본 연구에서 채집된 멸치는 유영능력이 거의 없는 자어들이다.

링 네트와 NORPAC 네트는 그물 입구에 있는 삼발줄 (bridle)이 물결을 일으켜 치어의 도피율이 높아져 (김과 장, 1994), 유영력이 큰 치어 채집을 위해서는 다른 형태의 채집기 사용이 요구된다.

### NORPAC 네트와 링 네트의 채집기간 비교

여수 해역에서 6~7월 동안 13개 전 정점에서 링 네트(3회 반복 수직채집)와 NORPAC 네트(1회 수직채집)를 이용하여 멸치 알을 채집한 결과, NORPAC 네트에 의해 채집된 평균 멸치알은 6, 7월에 각각 2.61/m<sup>3</sup>, 2.17/m<sup>3</sup>이었고, 링 네트에 의해 채집된 멸치 알은 각각 6.50/m<sup>3</sup>, 7.43/m<sup>3</sup>이었으며 (Table 4), 링 네트와 NORPAC 네트간 알의 밀도가 유의한 차이가 있었다 (Table 5). 상대적으로 망구가 큰 링 네트에 의해 채집된 알의 양이 NORPAC 네트보다 더 많았다. 수심이 깊은 근해에서는 NORPAC 네트도 보편적으로 사용하고 있으나 수심이 얇아 여과되는 물의 양이 상대적으로 적은 연안에서는 사용에 주의가 요망된다.

**Table 4.** Variation of mean number of eggs and larvae (individual/m<sup>3</sup>) sampled repeatedly by different towing methods with different sampling gear in the coastal water off Yeosu in June and July, 2006

		June			July		
		Number of sample	Mean	STD	Number of sample	Mean	STD
Type of net	NORPAC	13	2.61	4.42	8	2.17	1.50
	Ring	39	6.50	10.58	39	7.43	11.49
Tow method	Vertical	6	2.78	1.83	6	1.73	1.56
	Oblique	6	4.93	4.53	6	2.85	3.14
Replicated sample	Replicated 1	13	7.81	12.68	13	6.00	7.12
	Replicated 2	13	5.87	10.22	13	8.62	16.65
	Replicated 3	13	5.84	9.32	13	7.68	9.29

**Table 5.** Two-way ANOVA with log-transformation between egg samples by a NORPAC net and those by a ring net

June	DF	SS	MS	F value	Pr>F
net	1	1.69	1.69	9.89	0.0032
st	12	56.02	4.66	27.31	<.0001
Error	38	6.49	0.17		

July	DF	SS	MS	F value	Pr>F
net	1	8.20	8.20	19.59	<.0001
st	12	30.77	30.77	6.12	<.0001
Error	38	15.91	0.42		

**Table 6.** Two-way ANOVA with log-transformation between vertical and oblique egg samples by a ring net

June	DF	SS	MS	F value	Pr>F
st	12	2.98	2.98	28.49	0.0005
tow	1	0.27	0.27	2.61	0.14
Error	9	0.94	0.10		

July	DF	SS	MS	F value	Pr>F
st	12	4.00	4.00	37.60	0.0002
tow	1	0.12	0.13	1.25	0.29
Error	9	0.96	0.11		

**Table 7.** Two-way ANOVA with log-transformation among the replicated egg samples by a ring net

June	DF	SS	MS	F value	Pr>F
st	12	50.31	4.19	41.47	<.0001
re	2	0.50	0.25	2.50	0.10
Error	24	2.43	0.10		

July	DF	SS	MS	F value	Pr>F
st	12	33.56	2.79	9.30	<.0001
re	2	0.41	0.21	0.69	0.51
Error	24	7.22	0.30		

**링 네트에 의한 수직채집과 경사채집간 비교**

여수 해역에서 6~7월 동안 2개 정점(Sts. 4 and 5)에서 링 네트를 이용하여 경사와 수직 채집을 각각 3회 반복채집을 하여 두 채집 방법에 따른 알 밀도 차이를 분석한 결과, 수직채집 된 평균 멸치알은 6, 7월에 각각 2.78/m<sup>3</sup>, 1.73/m<sup>3</sup>이었고, 경사채집에 의해 채집된 멸치 알은 각각 4.93/m<sup>3</sup>, 2.85/m<sup>3</sup>이었으며 (Table 4), 유의한 차이가 없었다 (p>0.05) (Table 6). 조사선박의 예인장비 여부에 따라 경사 채집이 용이하지 않고 수평예인이 되기 쉬워 오히려 전 수층을 대표할 수 없게 되므로 만약 수심이 일정 정도 깊어

여과 수량이 어느 정도 충분하다면 수직채집이 현실적으로 유용할 수 있는 것으로 판단된다. 수직채집은 주야간 수층별 분포가 다를지라도 전 수층을 포함할 수 있어 그 해역의 멸치 알 밀도를 추정하는데 유용한 예인방법이 될 것이다.

**링 네트의 수직 반복 채집간 비교**

여수 해역에서 6~7월 동안 13개 정점에서 링 네트로 수직 3회 반복 채집한 결과, 반복 채집된 알의 밀도간 차이가 유의하지 않았다 (p>0.05) (Table 7). 따라서 그 해역의 멸치 알 밀도를 추정하는데 항해일정과 조사노력을 효율적으로 하기 위해서는 반복채집보다는 정점수를 늘리는 것이 바람직하다고 판단된다.

현재 멸치 알의 분포 밀도를 조사하기 위해서는 현실적으로 소형선박이용과 채집장비 등의 현실적 제한에 따라 봉고네트(Ø 60 cm)보다는 NORPAC 네트(Ø 45 cm)와 링네트(Ø 80 cm)를 주로 사용하고 있다. 이러한 상황에서 수심이 깊은 근해에서 멸치 난 채집을 위해서 NORPAC 네트(Ø 45 cm) 이용이 무리가 없다 할지라도 수심이 얕은 연안에서는 링 네트(Ø 80 cm)를 사용할 것을 제안한다. 그러나 이 두 채집기는 멸치 치어 등 유영력이 있는 단계의 어류를 채집하기에는 적당하지 않은 것으로 판단된다.

또한, 예인 방법은 연구 목적 및 연구 여건에 따라 결정되지만, 그 해역에서 난자치어의 밀도를 조사하기 위해서는 수평채집은 잘못 평가될 우려가 있다. 또한, 경사채집은 예인속도 조절이 어려울 경우 수평채집이 될 가능성이 있기 때문에, 전 수층을 포함할 수 있고 현실적으로 정확한 예인이 가능한 수직채집을 제안한다.

멸치 알의 경우, 한 정점에서의 반복채집간에 유의한 차이를 보이지 않고 정점간의 유의한 차이가 있으므로 (Table 2, 3 and 5) 정점수를 늘리는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

결론적으로 연안에서 한 해역의 멸치 알 밀도를 추정하기 위해서는 링 네트로 낮동안 반복채집보다는 정점의 수를 늘려 수직 채집하는 것이 효율적일 것이다.

**사 사**

국립수산과학원 남해수산연구소 시험조사선 탐구 11호 (16GTs) 선장과 승무원 및 현장조사를 도와준 장선익, 주현, 최문성에게 감사 드립니다. 이 연구는 국립수산과학원 (남해연안어업자원관리연구, RP-2008-FR-018)의 지원에 의

해 수행되었습니다.

### 인 용 문 헌

- 김수암 · 장창익. 1994. 어류생태학. 서울프레스, 서울, 273pp.
- 김진영 · 최영민. 1988. 멸치, *Engraulis japonica* 난 · 치어의 연직 분포. 한국수산학회지, 21: 139-144.
- 차성식 · 박명정. 1995. 서해연안역 자어의 적정 채집 방법. 한국해양학회지, 30: 64-68.
- Hwang, S.D., G.A. McFarlane, O.I. Choi, J.S. Kim and H.J. Hwang. 2007. Spatiotemporal distribution of Pacific anchovy (*Engraulis japonicus*) eggs in the West Sea of Korea. J. Fish. Sci. Technol., 10: 74-85.
- Hwang, S.D., M.H. Song, T.W. Lee, G.A. McFarlane and J.R. King. 2006. Growth of larval Pacific anchovy *Engraulis japonicus* in the Yellow Sea as indicated by otolith microstructure analysis. J. Fish Biol., 69: 1756-1769.
- Kim, J.Y. and N.C.H. Lo. 2001. Temporal variation of seasonality of egg production and the spawning biomass of Pacific anchovy, *Engraulis japonicus*, in the southern waters of Korea in 1983-1994. Fish. Oceanogr., 10: 297-310.
- Moser, H.G., W.S. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardson. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., 760pp.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press. 1154pp.
- SAS. 1989. SAS/STAT User's Guide. Ver. 6. Cary, NC, SAS Institute Inc.