

제주도 주변 해역의 치자어 군집에 관한 연구—가을철

유재명 · 김 성 · 이은경 · 김용억¹

한국해양연구소 생물연구부

¹부경대학교 해양생물학과

Studies on the Fish Larvae Community in the Sea Around Cheju Island in November, 1986

JAE MYUNG YOO, SUNG KIM, EUN KYUNG LEE AND YONG UK KIM¹

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

¹Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

1986년 11월 제주도 주변해역의 총 44 개 정점에서 치자어 자료와 환경자료가 수집되었다. 치자어는 43 개 정점에서 출현하였으며 출현량 범위는 3~259 개체/10³ m³(평균 50 개체/10³ m³)였다. 우점종은 멸치(*Engraulis japonicus*), *Champsodon snyderi*, 망둥어과(Gobiidae), 썸배이(*Sebastes marmoratus*), *Synagrops philippinensis*이며 이 종들은 전체 출현량의 56.6%였다. 치자어 군집은 분류군별 출현량 자료를 사용한 집괴분석 결과 2 개의 군집으로 구분되었다. 치자어 군집 I은 전형적인 대마난류수역에 위치하였으며 분류군의 수와 출현량 등 종 다양성이 군집 II(대마난류수역의 일부와 한국연안수역, 중국대륙연안수역)에 비해 매우 높다. 군집 I의 우점종은 멸치(*E. japonicus*), 망둥어과(Gobiidae), *S. philippinensis*, *Aulops japonicus*, *Bregmaceros* spp., *Benthosema pterotum*, *Lampanctus* spp. 등 대부분 난류수역에 출현하는 종으로 이들의 출현은 대마난류수의 영향이 가장 큰 것으로 판단된다. 치자어 종 조성자료와 출현량 자료를 이용한 집괴분석 결과는 환경변수(수온, 염분, 용존산소)를 이용한 정준판별분석결과와 11.6% 정도의 적은 차이를 보였다. 따라서 본 조사해역에서 치자어 군집구조를 이용하면 해양환경의 특성 변화를 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

Fish larvae and environmental variables were collected in the sea around Cheju Island of Korea in November, 1986. Fish larvae were found at the 43 of 44 stations. Abundance of fish larvae ranged from 3 to 259 indiv./10³ m³ (average 50 indiv./10³ m³). Dominant species were *Engraulis japonicus*, *Champsodon snyderi*, Gobiidae, *Sebastes marmoratus*, and *Synagrops philippinensis*, which comprised 56.6% of total fish larvae abundance. 43 stations were classified into two groups by cluster analysis based on the abundance of fish taxa. Most stations of Group I were located in the middle reach of Tsushima Current and had higher number of species and abundance than the sites of Group II which cover the marginal areas of Tsushima Current, Korean Coastal Waters, and coastal water of China. The dominant taxa in the sites of the Group I were *E. japonicus*, Gobiidae, *S. philippinensis*, *Aulops japonicus*, *Bregmaceros* spp., *Benthosema pterotum*, *Lampanctus* spp., etc., all of which are typical warm-water species. Therefore, Tsushima Current seems to be the most critical factor regulating the structure of fish larvae community in the study area. The discriminant analysis using the environmental variables (temperature, salinity, and dissolved oxygen) produced result with a difference only of 11.6% from that of cluster analysis using the taxa composition and abundance data. Consequently, the structural type of fish larvae community can be used for predicting the changes of environmental conditions in the study area.

서 론

제주도 주변 해역은 대부분 수심 200 m 미만의 천해로 다양한 종류의 생물이 서식하고 있는 천해의 어장이며 이 해역은 대마난류수, 중국대륙 연안수, 황해중앙냉수, 한국연안수 등 다양한 수괴가 분포하고 있다(Kondo, 1985). 이 해역은 고온 고염의 대마난류수의 영향이 매우 큰 것으로 알려져 있으며(Hidaka,

1966), 약 400여 종의 어류가 서식하는 것으로 밝혀져 있다(Chung, 1977; Kim and Lee, 1994). 특히 대마난류수는 어업생산성에 크게 기여하는 것으로 알려져 있어서(Japan Fisheries Agency, 1958; Hattori, 1964; Senta, 1964; Cho, 1984), 대마난류수역을 중심으로 치자어에 관한 많은 연구가 수행되었다(Shimomura and Fukataki, 1957; Uchida and Dotsu, 1958; Imai, 1958; Takaryu, 1959; Senta, 1962a, 1962b; Senata, 1964; Ok-

iyama, 1965; Lim *et al.*, 1970; Kim, 1984). 이들 연구는 수온과 염분의 분포 양상에 따른 치자어의 종 조성과 출현량 분포 연구가 대부분이다. 그러나 제주도 주변해역에는 다양한 수괴가 분포하고 있으며, 이 수괴의 분포양상과 그 세력의 크기는 치자어 종조성과 분포양상 등 치자어 군집구조에 큰 영향을 줄 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 제주도 주변해역에서 가을철에 출현한 치자어의 종 조성과 출현량 자료를 이용한 집괴 분석과 해양 환경 자료를 이용한 정준상관분석과 정준판별분석 등을 통하여 치자어 군집의 종조성과 특징, 우점종의 생태적인 특징, 치자어 군집과 환경과의 관계 그리고 치자어 군집의 지리적인 분포 등을 연구하였다.

재료 및 방법

본 연구를 위해 1986년 11월 제주도 주변해역의 총 44 개 정점(Fig. 1)에서 치자어 자료와 환경자료가 수집되었다.

치자어는 대부분은 0~50 m 사이에 주로 분포하고 있으므로 (Sette, 1943; Ahlstrom, 1959; Oliver, 1990) 수심 0~50 m 수층에서 경사채집되었다. 사용된 기기는 망구직경 60 cm, 망목 333 μm인 Bongo net를 이용하였으며 네트를 통과한 물의 양을 파악하기 위하여 네트 입구에 유량계(General Oceanics Inc.)를 부착하였고, 네트가 들어간 수심을 파악하기 위하여 수심계(Benthos Inc.)를 부착하였다. 채집 깊이는 수심 기록지를 참고하여 줄의 길이와 추의 무게를 이용하여 조절하였다. 채집된 표본은 현장에서 중성포르말린으로 최종 농도가 7%되게 고정된 후 실험실로 옮겨 시료 전량에서 치자어를 분리한 후 동정하였다. 동정된 치자어는 종별로 계수한 후 1,000 m³당 개체수로 환산하였다. 치자어의 동정에는 Okiyama(1988), Russell(1976), Chyung(1977), Lee *et al.*(1981), Moser *et al.*(1984), Kim *et al.*(1986) 등을 참고하였다.

각 정점에서 출현한 치자어의 출현량과 분류군 자료를 이용하여 집괴분석(FASTCLUS rocedure: SAS 1996)을 실시하였다. 이때 사용된 치자어의 분류군(종 단위까지 분석이 되지 않은 분류군은 속이나 과단위를 사용함) 자료를 대수변환하여 사용하였다. 이때 2 개 정점 이상 출현한 41 개 분류군이 분석에 사용되었다. 집괴분석에 의한 군집의 수는 FASTCLUS Procedure

(SAS 1996)에서 계산된 CCC(Cubic Clustering Criterion)를 이용하였다. 또한 각각의 치자어 군집간 유의한 차이가 있는가를 분석하기 위하여 분산분석(GLM Procedure: SAS 1996)을 실시하였다.

수온, 염분, 용존산소, 그리고 클로로필 *a* 환경자료는 치자어 채집과 동시에 측정되었다. 이들 환경 자료를 이용하여 정준판별 분석(DISCRIM Procedure: SAS 1996), 정준상관분석(CANDIC Procedure: SAS 1996)을 실시하였다. 이때 사용된 환경자료는 수심 0 m, 10 m, 20 m, 그리고 30 m 수층별 자료를 이용하여 후진적 단계적판별분석(STEPDISC Procedure: SAS 1996)을 통하여 선택된 자료만 정준상관분석과 정준판별분석에 사용되었다. 정준상관계수의 검정은 likelihood ratio를 이용하였다. 이들 모든 환경자료는 프로그램내의 계산과정에서 표준화되었으며 분석을 위한 자료변환은 하지 않았다.

결 과

치자어의 종 조성

치자어는 총 44 개의 조사 정점중 정점 0103을 제외한 43 개의 정점에서 총 81 종이 채집되었으며 종별 평균 출현량과 출현 빈도는 Table 1과 같다. 평균 출현량과 출현빈도가 높은 종은 멸치(*Engraulis japonicus*), *Champsodon snyderi*, 망둥어과(Gobiidae),

Table 1. Mean abundance (A: no./1000 m³), relative percentage (P: %), and frequency (F: %) of occurrence of larval fish at each station group

Species/Group	Group I			Group II		
	A	P	F	A	P	F
Clupeiformes						
Clupeidae						
<i>*Etrumeus teres</i>	0.8	0.8	7.7			
Engraulidae						
<i>Engraulis japonicus</i>	10.6	10.5	61.5	10.2	35.1	56.7
Anguilliformes						
Congridae						
<i>*Ariosoma</i> spp.	0.6	0.6	7.7			
<i>*Conger myriaster</i>				0.5	1.7	3.3
<i>Gnathophis nystromi</i>	1.2	1.2	23.1			
Muraenesocidae						
<i>*Muraenesox</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
Nettastomatidae						
<i>*Saurenhelys stylurus</i>				0.2	0.7	3.3
Ophichthidae						
<i>*Myrophinae</i> spp.				0.4	1.4	3.3
Ophichthinae spp.	1.0	1.0	23.1	0.7	2.4	13.3
Salmoniformes						
Gonostomatidae						
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	0.9	0.9	15.4			
<i>Gonostoma gracile</i>	2.8	2.8	23.1			
<i>*Gonostomatidae</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
Myctophiformes						
Synodontidae						
<i>Synodus fuscus</i>	0.5	0.5	15.4			
<i>Synodus macrops</i>	1.2	1.2	38.5			
<i>*Trachinocephalus myops</i>	0.2	0.2	7.7			
<i>Aulopus japonicus</i>	4.7	4.7	69.2			

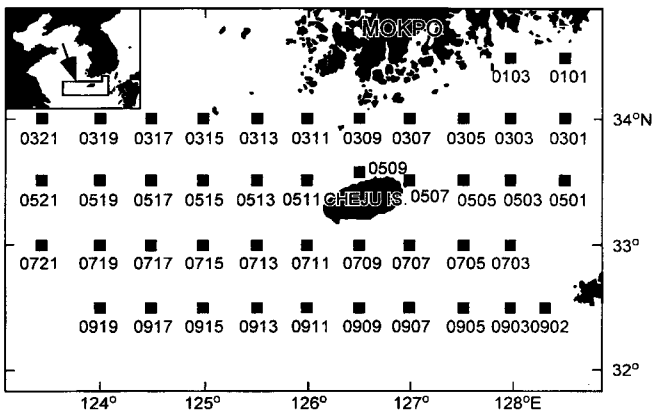


Fig. 1. Map showing the sampling stations in the study area.

Table 1. Continued

Species/Group	Group I			Group II		
	A	P	F	A	P	F
Myctophidae						
<i>*Protomyctophum thompsoni</i>	0.5	0.5	7.7			
<i>Benthoosema pterotum</i>	2.7	2.7	46.2	0.5	1.7	10.0
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	0.5	0.5	15.4			
<i>*Ceratoscopelus warmingi</i>	0.2	0.2	7.7			
<i>Lampanyctus</i> spp.	3.2	3.2	46.2			
<i>*Diaphus pacificus</i>	0.2	0.2	7.7			
<i>Diaphus</i> spp.	0.9	0.9	15.4			
<i>*Diaphus theta</i>	0.5	0.5	7.7			
Paralepididae						
<i>*Paralepididae</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
<i>*Lestrolepis intermedia</i>	0.2	0.2	7.7			
<i>*Stemonosudis</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
Syngnathiformes						
Macrorhamphosidae						
<i>Macrorhamphosus scolopax</i>	0.5	0.5	15.4			
Gadiformes						
Moridae						
<i>Laemonema nana</i>	0.5	0.5	7.7	0.4	1.4	6.7
Bregmacerotidae						
<i>Bregmaceros atlanticus</i>	0.5	0.5	15.4			
<i>Bregmaceros nectabanus</i>	3.3	3.3	30.8	0.1	0.3	3.3
<i>Bregmaceros neonectabanus</i>	0.9	0.9	15.4			
<i>Bregmaceros japonicus</i>	0.7	0.7	15.4	0.2	0.7	3.3
Ophidiiformes						
Carapodidae						
<i>*Encheliophis sagamianus</i>	0.5	0.5	7.7			
<i>*Pyramodon ventralis</i>	0.5	0.5	7.7			
Ophidiidae						
<i>Neobythites sivicola</i>	0.5	0.5	15.4			
<i>*Sirembo imberbis</i>				0.1	0.3	3.3
Beryciformes						
Berycidae						
<i>*Beryx splendens</i>	0.2	0.2	7.7			
Perciformes						
Percichthyidae						
<i>Doederleinia berycoides</i>	0.5	0.5	7.7	0.2	0.7	3.3
<i>Synagrops philippinensis</i>	6.6	6.6	84.6	1.0	3.4	20.0
Serranidae						
<i>Serranidae</i> spp.	1.9	1.9	38.5			
<i>Callanthiinae</i> spp.				0.4	1.4	6.7
<i>*Epinephelus akaara</i>	0.2	0.2	7.7			
<i>Plectranthias japonicus</i>	0.7	0.7	15.4			
<i>*Plectranthias</i> spp.	0.9	0.9	7.7			
<i>Sacura margaritacea</i>	1.2	1.2	15.4			
Branchiostegidae						
<i>*Branchiostegus japonicus</i>	0.2	0.2	7.7			
Labracoglossidae						
<i>*Labracoglossa argentiventris</i>	0.2	0.2	7.7			
Carangidae						
<i>*Caranx equula</i>	0.2	0.2	7.7			
Sciaenidae						
<i>*Argyrosomus argentatus</i>	0.5	0.5	7.7			
<i>Pseudosciaena crocea</i>	0.2	0.2	7.7	0.6	2.1	3.3
Girellidae						
<i>*Girella melanichthys</i>	0.2	0.2	7.7			

Table 1. Continued

Species/Group	Group I			Group II		
	A	P	F	A	P	F
Sparidae						
<i>*Dentex tumifrons</i>	0.2	0.2	7.7			
Pomacentridae						
<i>*Plectroglyphidodon leucozonus</i>	0.2	0.2	7.7			
Cepolidae						
<i>Cepola schlegeli</i>	0.5	0.5	15.4			
Labridae						
<i>*Cheilinus</i> spp.	0.3	0.3	7.7			
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	0.7	0.7	23.1	1.6	5.5	10.0
<i>*Xyrichthys</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
Champsodontidae						
<i>Champsodon snyderi</i>	16.7	16.6	92.3	2.4	8.2	23.3
Gempylidae						
<i>*Nealotus tripes</i>	0.3	0.3	7.7			
Trichiuridae						
<i>Benthodesmus elognatus</i>	0.8	0.8	15.4			
<i>Trichiurus lepturus</i>	2.1	2.1	38.5			
Centrolophidae						
<i>*Psenes pellucidus</i>	0.2	0.2	7.7			
Gobiidae						
<i>Gobiidae</i> spp.	11.3	11.2	92.3	3.4	11.7	36.7
Percophidae						
<i>Spinapsaron</i> spp.	3.0	3.0	30.8	0.1	0.3	3.3
Uranoscopidae						
<i>Gnathagnus elongatus</i>	0.5	0.5	15.4			
Zoarcidae						
<i>*Zoarcidae</i> spp.	0.3	0.3	7.7			
Scorpaeniformes						
Scorpaenidae						
<i>Sebastes</i> spp.	0.7	0.7	15.4			
<i>Sebastes marmoratus</i>	1.4	1.4	23.1	4.1	14.1	16.7
<i>Scorpaenidae</i> spp.	0.5	0.5	15.4			
Aploactinidae						
<i>Erisphex potti</i>				1.2	4.1	10.0
Hexagrammidae						
<i>*Hexagrammos agrammus</i>				0.2	0.7	3.3
Platycephalidae						
<i>*Platycephalidae</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
Triglidae						
<i>Lepidotrigla</i> spp.	0.9	0.9	15.4			
Gobiesociformes						
Callionymidae						
<i>Callionymidae</i> spp.	1.5	1.5	38.5	0.6	2.1	13.3
Pleuronectiformes						
Bothidae						
<i>Tosarhombus</i> spp.	1.0	1.0	23.1			
<i>*Crossorhombus kobensis</i>	0.2	0.2	7.7			
<i>*Engyprosodon</i> spp.	0.2	0.2	7.7			
Pleuronectidae						
<i>*Tanakius kitaharai</i>	0.2	0.2	7.7			
Soleidae						
<i>*Soleidae</i> spp.	0.5	0.5	7.7			
Cynoglossidae						
<i>*Cynoglossus joyneri</i>	0.2	0.2	7.7			
Total	100.6	100.0		29.1	100.0	
Number of species		74			22	
Number of stations		13			30	

*Excluded for statistical analysis.

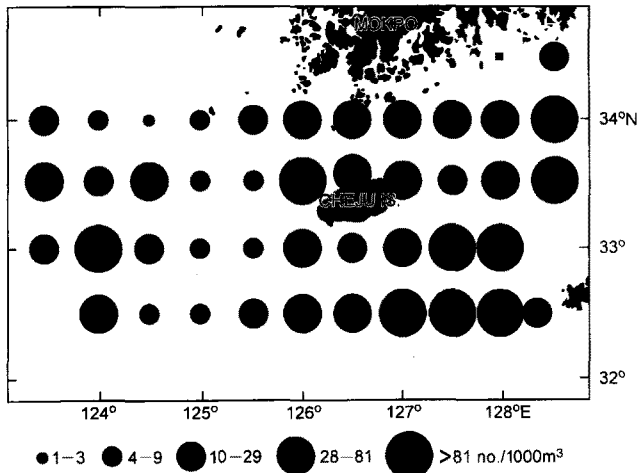


Fig. 2. Distribution of the total abundance of fish larvae in the study area.

쏨뱅이(*Sebastes marmoratus*), *Synagrops philippinensis*이었으며, 이 종들은 전체 출현량의 56.6%였다. 치자어의 출현량 분포는 Fig. 2와 같으며 각 정점당 출현량 개체수는 3~259 개체/10³ m³(평균 50 개체/10³ m³)였다. 치자어는 주로 제주도를 중심으로 동부해역과 남부해역에서 출현량이 비교적 높게 나타났고 제주도의 서부해역에서는 출현량이 비교적 낮게 나타났다(Fig. 2).

군집분석

정점간 집괴분석을 위해 81 개 분류군의 치자어 중 2 개 정점 이상 출현한 41 분류군의 출현량 자료를 이용한 집괴분석의 결

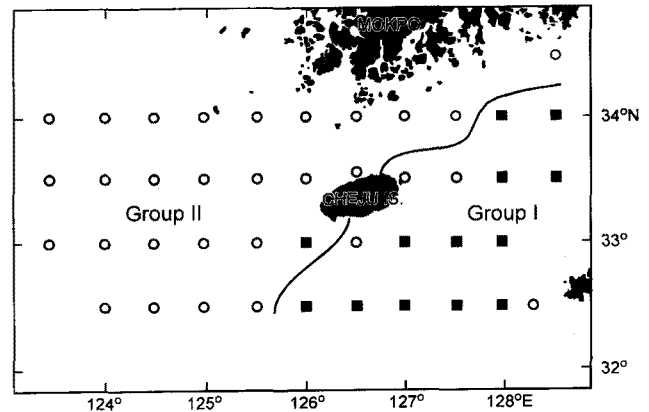


Fig. 3. Geographic boundary between Groups I and II is delineated by discriminant analysis using environmental variables (Table 2). Dark square (Group I) and open circle (Group II) designate the two species assemblages by cluster analysis of 41 fish larvae taxa (Table 1).

과는 Fig. 3과 같이 2 개의 치자어 군집(Group I, II)으로 구분되었다. 이 군집의 수는 CCC에 의해 2 개가 적절한 것으로 나타났다. 이 두 군집내의 모든 분류군의 평균 출현량과 출현량 비율, 출현 빈도는 Table 1과 같다. 군집 I(13 개 정점)이 군집 II(30 개 정점) 보다 정점수는 적지만 분류군의 수와 평균출현량이 높게 나타났다. 그리고 군집간에 차이가 있는가를 분석하기 위해 분산분석을 실시한 결과 두 군집간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.0001$).

각 군집에 포함된 분류군의 수는 군집 I이 74, 군집 II는 22로

Table 2. Descriptive statistics for environmental variables of the 43 sampling stations in the study area, and the results of canonical correlation analysis of species association obtained by cluster analysis. Pooled within canonical structure between the canonical variables and the environmental variables selected by STEPDISC Procedure in SAS 1996

Variables (depth)	Ranges		Mean		Pooled within canonical structure	Standardized canonical coefficients
	Group I	Group II	Group I	Group II		
Temperature (°C)						
(0 m)	18.77—20.91	13.89—20.11	20.01±0.53	16.90±1.64		
(10 m)	18.78—20.93	13.85—20.11	20.02±0.54	16.98±1.61	0.857168	5.30363
(20 m)	18.78—20.94	13.79—20.10	20.02±0.54	17.12±1.60		
(30 m)	18.77—20.95	13.41—20.11	19.95±0.51	17.24±1.70	0.725397	-3.31909
Salinity (‰)						
(0 m)	33.94—34.58	31.28—34.50	34.43±0.16	32.83±1.15	0.643765	-3.11648
(10 m)	34.35—34.57	31.27—34.50	34.48±0.06	32.88±1.12		
(20 m)	34.36—34.57	31.31—34.50	34.48±0.06	33.00±1.09	0.627380	1.94729
(30 m)	34.31—34.57	31.59—34.51	34.47±0.08	33.14±1.06		
Dissolved oxygen (mg/l)						
(0 m)	5.00—5.20	4.90—5.90	5.09±0.08	5.48±0.31		
(10 m)	5.00—5.20	5.00—5.90	5.07±0.06	5.47±0.29		
(20 m)	5.00—5.20	4.90—6.10	5.08±0.08	5.38±0.31		
(30 m)	4.90—5.20	4.90—5.80	5.06±0.08	5.32±0.31	-0.389850	-0.71057
Chlorophyll a (µg/l)						
(0 m)	0.65—1.44	0.58—2.49	0.89±0.21	1.44±0.63		
(10 m)	0.64—1.08	0.66—2.49	0.87±0.15	1.37±0.52		
(20 m)	0.62—1.13	0.69—2.49	0.84±0.16	1.31±0.57		
(30 m)	0.66—1.12	0.40—2.70	0.87±0.16	1.22±0.60		
Canonical correlation			0.770216			
Likelihood ratio					0.406767 (p≤0.0001)	

군집 I이 군집 II에 비하여 출현 분류군의 수가 매우 많았다. 또한 두 군집의 평균 출현량은 군집 I(100.6 개체/10³ m³)이 군집 II(29.1 개체/10³ m³)보다 많고 분류군의 출현빈도는 출현량이 비교적 적은 분류군도 군집 I이 군집 II보다 상대적으로 높게 나타났다.

주요 분류군의 출현량 분포

출현량 빈도와 출현량 비율이 가장 높은 분류군은 멸치(*Engraulis japonicus*), *Champsodon snyderi*, 망둥어과(Gobiidae), 양볼락과(Scorapenidae)와 셋비늘치과(Myctophidae) 등이다(Table 1). 이 중에서 망둥어과는 모두 미분류된 종으로 구성되어 있고, 양볼락과(Scorpaenidae)는 미분류된 양볼락과어류를 포함하여 *Sebastes* sp., *Sebastiscus marmoratus*로 구성되어 있다. 그리고

셋비늘치과(Myctophidae)에는 *Protomyctophum thompsoni*, *Benthosema pterotum*, *Diogenichthys atlanticus*, *Ceratoscopelus warmingi*, *Lampanyctus* sp., *Diaphus* sp., *Diaphus pacificus*, *Diaphus theta*로 구성되어 있다(Table 1). 이들 분류군 역시 정점군 I이 정점군 II보다 출현량과 출현빈도가 높았다.

멸치(*Engraulis japonicus*) 치자어는 25 개 정점에서 출현하였으며 출현량 분포는 Fig. 4와 같다. 이 종은 출현량 범위가 3~74 개체/10³ m³(평균 10.1 개체/10³ m³)였으며 주로 제주도의 북부해역, 동부해역, 그리고 서부해역에 출현하였다. 제주도 동부해역의 일부 정점에서는 출현하지 않았으며 제주도 남서부해역에서는 거의 출현하지 않았다.

망둥어과(Gobiidae) 치자어는 23 개 정점에서 출현하였으며 출현량 분포는 Fig. 4와 같다. 이 종은 출현량 범위가 3~48 개체/

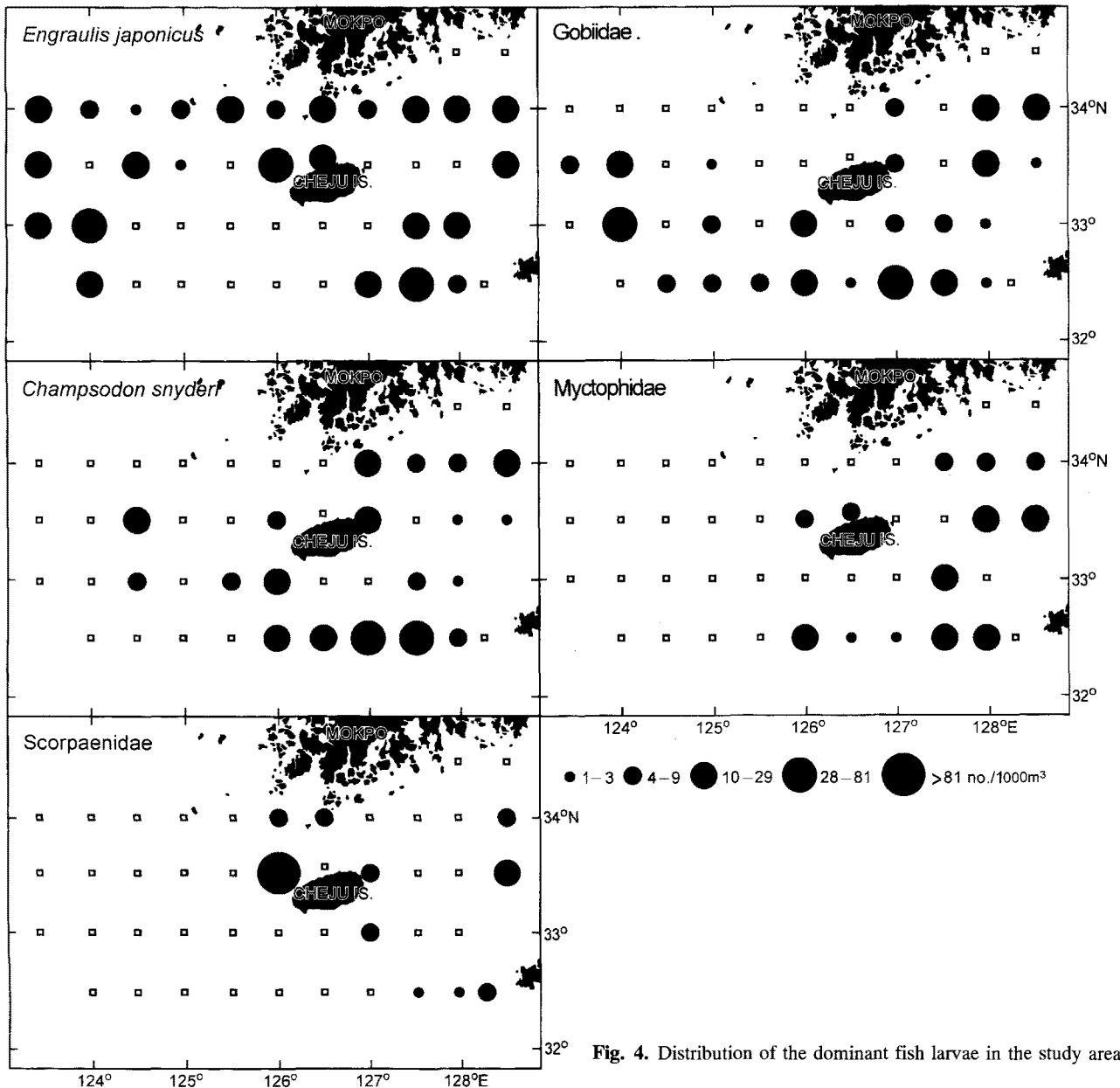


Fig. 4. Distribution of the dominant fish larvae in the study area.

10³ m³(평균 5.7 개체/10³ m³)로 주로 제주도의 동부 및 남부해역에 분포하였으며 제주도의 북서해역에는 출현한 정점수가 매우 적었다.

Champsodon snyderi 치자어는 19 개 정점에서 출현하였으며 출현량 분포는 Fig. 4와 같다. 이 종은 출현량 범위가 3~69 개체/10³ m³(평균 6.5 개체/10³ m³)였으며 주로 제주도 동북부에서 남동부해역까지 분포하였으나 제주도의 서부해역에는 일부 정점만 출현하였다.

그리고 셋비늘치과(Myctophidae)는 8 종(Table 1)으로 이 과의 치자어는 13 개 정점에서 출현하였으며 출현량 분포는 Fig. 4와 같다. 이 분류군의 치자어는 대부분 제주도 동부해역과 남부해역에 분포하고 있으며 제주도 북부 연안에서는 2 개 정점에서만 출현하였다.

양불낙과(Scorpaenidae)는 3 종(Table 1)으로 이 과의 치자어는 10 개 정점에서 출현하였으며 제주도 주변해역과 동부해역이 일부 정점에서 출현하였다(Fig. 4).

군집의 환경특성

43 개 정점에서 측정된 수층별(수심 0 m, 10 m, 20 m, 30 m) 환경자료(수온, 염분, 용존산소, 클로로필 *a* 중 단계적 판별분석을 통하여 선택된 수온(수심 10, 30 m)과 염분자료(수심 0, 20 m) 그리고 용존산소(수심 30 m)를 이용한 정준상관분석 결과는 Table 2와 같다. 군집과 판별함수와의 정준상관계수는 0.77($p \leq 0.0001$)로 유의하였다. 그리고 두 군집을 고려한 각각의 환경변수의 판별함수와의 집단내 정준구조계수(pooled within canonical structure)는 Table 2와 같다. 수온(수심 10, 30 m)과 염분(수심 0, 20 m)의 집단내 정준구조계수는 모두 양의 값이며, 그 계수는 적어도 0.63(군집내의 변이에 39% 이상 기여함) 이상이다. 그리고 용존산소(수심 30 m)의 집단내 정준구조계수는 -0.39로 음의 값(군집내의 변이의 기여도는 15% 정도임)을 보이고 있다.

본 조사해역에서 측정된 각 정점의 수층별(수심 0 m, 10 m, 20 m, 30 m) 환경자료와 각 군집의 환경자료의 범위와 평균은 Table 2와 같다.

조사해역의 각 수층별 수온 범위는 Table 2와 같이 13.41~20.95°C로 각 수층의 수온 변화폭은 군집 II가 군집 I보다 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 군집 I의 수층별 평균 수온은 19.95~20.02°C로 수층간 평균 수온은 비슷하였다. 군집 II는 수층별 평균 수온은 16.90~17.24°C로 수층간 평균 수온은 비슷하였으나 수심이 증가함에 따라 수온이 상승하였다. 군집 I과 II사이의 수층별 평균 수온의 차이는 약 2.71~3.11°C였으며, 모든 수층의 평균 수온은 군집 I이 II보다 높았다.

염분의 수층별 범위는 Table 2와 같이 31.27~34.58‰로 각 수층의 염분 변화폭은 군집 II가 군집 I보다 큰 것으로 나타났다. 군집 I의 수층별 평균 염분은 34.43~34.48‰로 수층별 평균 염분도의 차이는 매우 적었다. 군집 II는 수층별 평균 염분은 32.83~33.14‰로 수층간 평균 염분은 다소 차이가 있었으며 수심이 증가함에 따라 평균 염분도는 상승하였다. 그리고 군집 I과 II사이의 수층별 평균 염분 차이는 약 1.33~1.16‰였으며, 모든 수층의 평균 염분은 군집 I이 II보다 높았다.

용존산소의 수층별 범위는 Table 2와 같이 4.90~6.10 µg/l로 각 수층의 용존산소의 변화폭은 군집 II가 군집 I보다 비교적 큰 것으로 나타났다. 군집 I과 II의 수층별 평균 용존산소는 각각 5.06~5.09 µg/l와 5.32~5.48 µg/l였다. 군집 I과 II사이의 수층별 평균 용존산소 차이는 0.26~0.40 µg/l였으며 모든 수층의 평균 용존산소는 군집 II가 I보다 높았다.

클로로필 *a*의 수층별 범위는 Table 2와 같이 약 0.40~2.70 mg/l로 각 수층의 변화폭은 군집 II가 군집 I보다 비교적 큰 것으로 나타났다. 군집 I과 II의 수층별 평균 클로로필 *a*는 각각 0.92~1.07 mg/l와 1.15~1.33 mg/l였으며, 두 군집사이의 수층별 평균 클로로필 *a* 차이는 0.35~0.55 mg/l로 모든 수층에서 클로로필 *a*의 평균 값은 군집 II가 I보다 높았다.

그리고 Table 2의 수층별 환경자료중 수온, 염분, 클로로필 *a*, 용존산소의 표층 분포는 Fig. 5와 같다. 수온은 제주도 동남부해역의 수온이 높고 북서해역 방향으로 갈수록 점차 수온이 낮아졌다. 염분의 경우도 수온의 분포와 같이 제주도를 중심으로 동남해역에서 북서해역으로 가면서 점차 낮아졌다. 그러나 용존산소와 클로로필 *a*는 수온과 염분의 분포와는 반대로 제주도의 북서해역에서부터 동남해역 방향으로 점차 낮아졌다. 특히 군집 I의 위치는 Fig. 3과 같이 수온과 염분이 높고, 용존산소와 클로로필 *a*는 낮은 독특한 환경을 구성하였다.

고 찰

정준상관분석은 생물군집(species association)의 분포와 환경요인과의 관계를 설명하기 위하여 사용되어 왔다(Poore and Mobley, 1980; Dolman, 1990; Mees and Hamerynck, 1992). 본 조사에서 환경요인(수온, 염분, 용존산소)을 이용한 정준상관분석 결과(Table 2) 치자어 군집과 판별함수와의 정준상관계수는 0.77($p \leq 0.0001$)로 유의하였으며, 치자어 군집은 환경요인의 구배에 따라서 치자어 군집이 비교적 잘 구분되는 것으로 생각된다. 특히, 본 연구해역은 대마난류수역(수온 > 15°C, 염분 > 34.5‰), 중국대륙연안수역(수온 15~17°C, 염분 < 32.0‰), 한국연안수역(수온 15~17°C, 염분 32.5~34.0‰) 등으로 구분할 수 있는데(KORDI, 1987), 본 연구해역의 해양 환경 특성(Table 2; Fig. 5)과 정준상관분석결과(Table 2)를 고려할 때 군집 I은 전형적인 대마난류수역으로 볼 수 있고, 군집 II는 대마난류수역의 일부와 한국연안수역, 중국대륙연안수역 등의 다양한 수역으로 구성된 것으로 생각된다.

치자어의 분류군의 수와 출현종수 그리고 우점종의 출현량은 군집 I이 군집 II에 비해 매우 높다. 이러한 주요 분류군 중 멸치(*Engraulis japonicus*), *Champsodon snyderi*, 셋비늘치과(Myctophidae), Percichthyidae, 바리과(Serranidae), 매통이과(Synodontidae), 날개멸과(Bregmacerotidae), 놀래기과(Labridae), Gonostomatidae, 갈치과(Trichiuridae) 등이 있다.

이러한 종류 중에서 멸치(*E. japonicus*) 치자어는 한국의 남해와 황해의 연근해에 여름철과 가을철에 우점하는 종으로 한국의 전 해역에서 공통적으로 나타나고 있다(Lim et al., 1970; Kim, 1993; KORDI, 1987; Cha et al., 1990). 본 연구 해역에서도 역시 출현량이 가장 높은 종이였다.

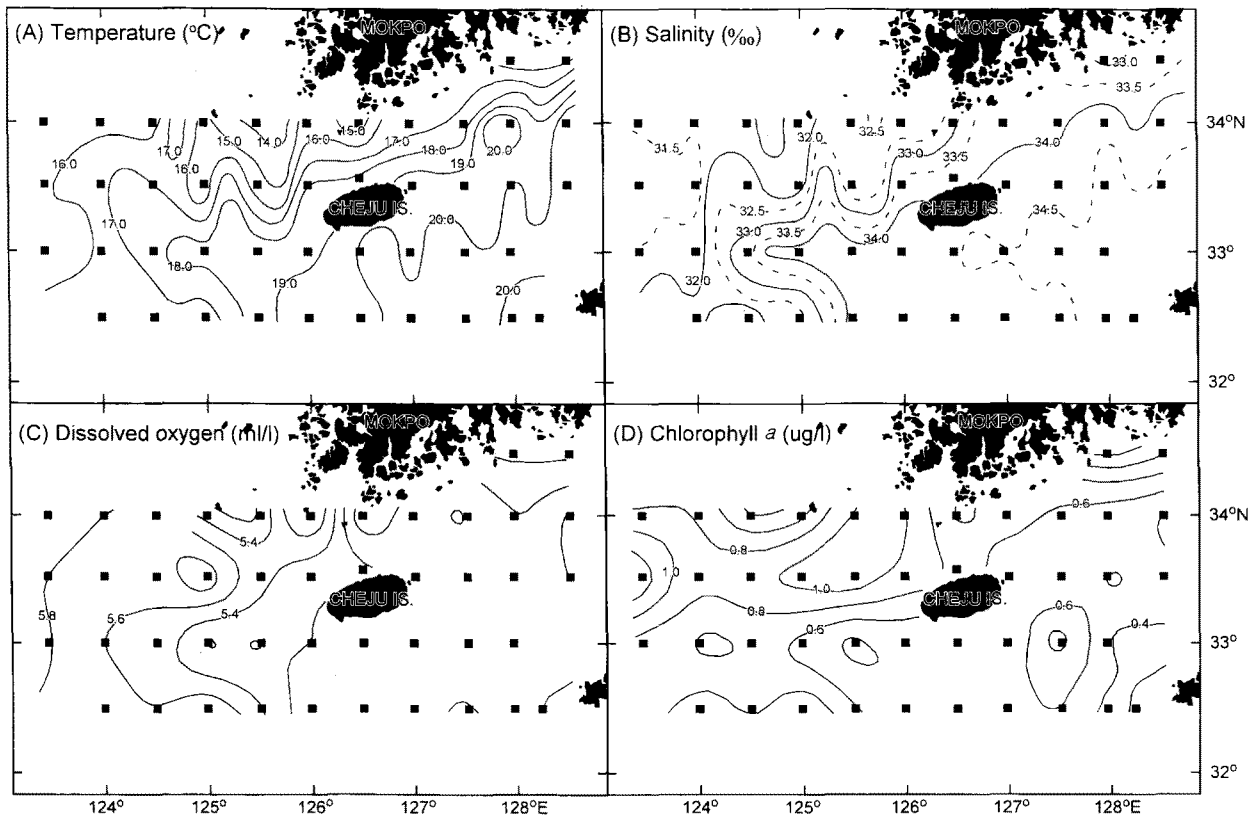


Fig. 5. Environmental conditions (temperature, salinity, dissolved oxygen, and chlorophyll *a*) in the study area (from KORDI, 1987).

*C. snyderi*는 일본의 남부해역과 동경만, 중국해, 오스트레일리아 동북부 해역에 분포하는 종이다(Kim, 1984; Masuda *et al.*, 1984; Memeth, 1994). 이 속의 어류들은 저서성 어류로 수심 50~400 m에 서식하며, 수심 1,100 m의 깊이에서도 채집되는 것으로 알려져 있다(Klausewitz, 1982; Watson, 1989). 이 속에 관한 생물학적인 연구는 빈약한 것으로 알려져 있다(Memeth, 1994).

셋비늘치과(Myctophidae)의 어류는 전세계의 모든 해양에서 발견되는 종으로 230~250여 종이 있다(Moser *et al.*, 1984). 이 과에 속하는 *Lampanyctus*, *Diaphus*, *Benthosema* 등의 성어는 일주기 수직이동이 매우 심한 것으로 알려져 있다(Gartner *et al.*, 1987). *Benthosema pterotum*은 열대와 아열대 해역에서 일년내내 발견되는 종으로(Gopakumar *et al.*, 1983) 알과 치자어는 수심 200~300 m에 분포하며 알은 수심 50 m에 도달하기 전에 부화하는 종이다(Gjøfæter and Tilseth, 1988).

바리과(Serranidae), 매통이과(Synodontidae), 날개멸과(Bregmacrotidae), 놀래기과(Labridae), Gonostomatidae, 갈치과(Trichiuridae) 중 Gonostomatidae와 갈치과(Trichiuridae)는 군집 I에서만 출현하였고, 나머지 분류군들은 군집 II에서도 출현하였으나 이 분류군들의 출현빈도는 Percichthyidae의 *Synagrops philippinensis*(20%)를 제외하면 군집 II에서는 10% 미만이나 군집 I에서의 출현빈도는 상대적으로 높았다(Table 1).

지금까지 언급한 종들은 대부분 수온과 염분이 높은 군집 I에서 출현하고 있는데 이들의 분포양상과 생태적인 특징을 고려할 때 이 종들은 대마난류수역의 특징적인 종들로 생각된다.

그리고 집괴분석과 정준판별분석의 두 종류의 분석결과와의 차이는 군집 I이 7.7%, 군집 II는 13.3%로 두 분석 결과는 총 11.6%의 차이를 보였다(Table 3). 이 두 군집의 위치는 Fig. 3과 같으며 집괴분석결과(Fig. 3)와 매우 비슷하나 정준판별분석에 의한 군집 I은 집괴분석에 의한 군집 I보다 정점수가 상대적으로 증가하였다. 즉 생물자료를 이용한 집괴분석 결과는 대마난류수역을 중심 수역으로 한 군집 I과 기타 수역(대마난류수의 영향권, 한국연안수역, 중국대륙연안수역 등)에 위치한 군집 II의 두 개의 군집으로 본 연구 해역을 구분하고 있는 것으로 생각된다. 환경자료를 이용한 분석은 생물학적인 자료를 이용한 집괴분석과 다소 차이가 있으나 군집 I은 대마난류수의 중심수역과 그 영향권 그리고 군집 II는 기타 수역(한국연안수역, 중국대륙연안수역 등)을 설명하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 적절한

Table 3. Classification summary from cross-validation of the discriminant function model used to predict species association group in the study area, based on environmental variables

Original classification group	Cross-validation classification group		Total	Number correct (%)
	Group I	Group II		
Group I	12	1	13	12 (92.3)
Group II	4	26	30	26 (86.7)
Total	16	27	43	38 (88.4)

해양환경자료를 이용할 경우 치자어의 군집의 크기와 위치를 간접적인 방법으로 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

지금까지의 결과를 종합하면 본 조사해역에서 치자어의 군집에 가장 큰 영향을 주는 요인은 대마난류수이며 이 수괴의 위치와 그 크기에 따라 치자어의 종 조성 및 다양성이 결정되는 것으로 판단된다. 또한 치자어 군집은 해양 환경요인을 통하여 군집의 크기와 규모를 어느 정도 예측할 수 있는 것으로 판단되므로 선택적인 종별 연구를 수행하는데 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 1986년에 실시된 한국해양연구소의 “한국해역 종합해양자원도 작성연구—남해(예비조사)”의 과제로 수행되었다(과제번호 BSPG 00046-163-7). 현장조사와 실내분석에 많은 도움을 주신 한국해양연구소 생물연구부, 화학연구부 그리고 물리연구부 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- Ahlstrom, E.H., 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. *Fish. Bull.*, **60**: 107—143.
- Cha, S.S., J.M. Yoo and J.M. Kim, 1990. Seasonal variation of fish larval community in the coastal waters of the mid-east Yellow Sea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **25**: 96—105.
- Cho, K.D., 1984. Environment of the Purse-Seiner Fishing ground in the Tsushima Current. National Fisheries University of Pusan, 58 pp.
- Chyung, M.K., 1977. The Fishes of Korea. Iljisa, Seoul, 727 pp.
- D'Ancona, U. and G. Cavinato, 1965. The fishes of the family Bregmacerotidae. *Dana Rept.*, **64**: 3—92.
- Dolman, W.B., 1990. Classification of Texas reservoirs in relation to limnology and fish community associations. *Tran. Am. Fish. Soc.*, **119**: 511—520.
- Gatner J.V., Jr., T.L. Hopkins, R.C. Baird and D.M.L. Milliken, 1987. The lanternfishes (Pisces: Myctophidae) of the eastern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, **85**: 81—89.
- Gjøfæter, J. and S. Tilseth, 1988. Spawning behavior, egg and larval development of the myctophid fish *Benthodema pterotum*. *Mar. Biol.*, **98**: 1—6.
- Gopakumar, K., K.G.R. Nair, P.G.V. Nair, A.L. Nair, A.G. Radhakrishnan and P.R. Nair, 1983. Studies on lantern fish (*Benthosema pterotum*). 1. Biochemical and microbiological investigations. *Fish. Technol. (Kochi)*, **20**: 17—19.
- Hattori, S., 1964. Studies on fish larvae in the Kuroshio and adjacent waters. Bull. Tokai Reg. Fish. Lab., No. 40, 158 pp.
- Hidaka, K., 1966. Japan Sea. In: The Encyclopedia of Oceanography, edited by Fairbridge, R.W., Van Nostrand Co., New York, pp. 417—424.
- Imai, S., 1958. Situation of fish eggs and larvae appeared in the southwestern sea of Kyushu. Report of Development and Research of Tsushima Current Waters (Ichthyoplankton), Vol. 2, pp. 76—78.
- Japan Fisheries Agency, 1958. Report of Development and Research of Tsushima Current Water, Vol. 2, 137 pp.
- Kim, I.S. and W.O. Lee, 1994. Fish Fauna from Cheju Island, Korea. Records of Korea Fish Fauna No. 1, 53 pp.
- Kim, J.M., 1984. Studies on the Ichthyoplankton in the Tsushima Current Regions during the Autumn Seasons. Ph. D. Thesis, University of Tokyo, 258 pp.
- Kim, J.M., J.M. Yoo, J.K. Myoung and J.Y. Lim, 1986. Guide to the Early Stages of Marine Fishes in the Korean Waters. Korea Ocean Research and Development Institute, BSPE 00060-98-3, 369 pp.
- 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.
- Klauswitz, W., 1982. Teifenwasser- und Tiefsee- fische aus dem Roten Meer. V. Über die vertikale Verbreitung von *Champsodon omanesis* Regan (Pisces: Teleostei: Perciformes: Trachinoidei: Champsodontidae). *Senckenb. Marit.*, **14**: 39—45.
- Kondo, M., 1985. Oceanic investigations of fishing grounds in the East China Sea and Yellow Sea—I. Characteristics of the mean temperature salinity distributions measured at 50 m and near the bottom. *Bull. Seikai (Reg. Fish. Res. Lab.)*, **62**: 19—66.
- KORDI (Korea Ocean Research and Development Institute), 1987. A Study on the Atlas of Marine Resources in the Adjacent Sea to Korea—South Sea (Preliminary Study). BSPG 00046-163-7, 357 pp.
- Lee, T.Y., Y.U. Kim, P. Chin and Y.J. Kang, 1981. Fish Eggs and Larvae of the Coastal Waters in Korea. National Fisheries University, 109 pp.
- Lim, J.Y., M.K. Jo, and M.J. Lee, 1970. The occurrence and distribution of the fish eggs and larvae in the Korean adjacent sea. *Rept. Fish. Res.*, **8**: 7—29.
- Mees, J. and O. Hamerynck, 1992. Spatial community structure of the winter hyperbenthos of the Schelde estuary, the Netherlands, and the adjacent coastal waters. *Neth. J. Sea Res.*, **29**: 357—370.
- Moser, H.G., E.H. Ahlstrom and J.R. Paxton, 1984. Myctophidae: Development. In: Ontogeny and Systematics of Fishes, edited by Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardsons. *Am. Soc. Ichthy. Herpet., Spec. Publ.*, **1**: 218—239.
- Nemeth, D., 1994. Systematics and distribution of fishes of the family Champsodontidae (Teleostei: Perciformes), with descriptions of three new species. *Copeia*, **2**: 347—371.
- Okiyama, M., 1965. A preliminary study on the fish eggs and larvae occurring in the Sado Strait, Japan Sea, with some remarks on the vertical distribution of some fishes. *Bull. Japan Sea (Reg. Fish. Res. Lab.)*, **15**: 13—37.
- Okiyama, M., 1984. Myctophiformes: Development. In: Ontogeny and Systematics of Fishes. edited by Moser, H.G., W.

- J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardsons. *Am. Soc. Ichthy. Herpet., Spe. Publ.*, 1: 206—218.
- Okiyama, M., 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai University Press, 1154 pp.
- Oliver, M.P., 1990. Spatial patterns of ichthyoplankton distribution in relation to hydrographic features in the Northern Benguela region. *Mar. Biol.*, 106: 39—48.
- Poore, G.C.B. and M.C. Mobley, 1980. Canonical correlation analysis of marine macrobenthos survey data. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 45: 37—50.
- Richards, W.J., 1981. Kinds and abundance of fish larvae the Caribbean Sea. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 178: 240—241.
- Russell, F.S., 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, London, 524 pp.
- Senta, T., 1962a. Studies on the occurrence of eggs and larvae of fishes in adjacent waters to the Oki Islands. I. The species occurred. *Fish. Exp. St. Tottori Prefecture, Japanses I. Ecol.*, 12: 152—157.
- Senta, T., 1962b. Studies on the occurrence of eggs and larvae of fishes in adjacent waters to the Oki Islands. I. The seasonal abundance. *Fish. Exp. St. Tottori Prefecture, Japanses I. Ecol.*, 12: 163—166.
- Senta, T., 1964. Study on the Distribution of Eggs and Larvae of Fishes in the Adjacent Waters to Western Japan. *Bull. Okayama Reg. Fish. Res. Lab.*, 80 pp.
- Sette, O.E., 1943. Biology of the Atlantic makerel (*Scomber scombrus*) of North America. *Fish. Bull.*, 50: 148—237.
- Shimomura, T. and H. Fukataki, 1957. On the year round occurrence and ecology of egg and larvae of the principal fishes in the Japan Sea. I. *Bull. Japan Sea (Reg. Fish. Res. Lab.)*, 6: 155—290.
- Takaryu, H., 1959. Occurrence and ecology of principal marine fish eggs and larvae occur all the year round in Japan, II. Distribution of fish eggs and larvae of saury in the Tsushima Current Water. *Bull. Japan Sea (Reg. Fish. Res. Lab.)*, 7: 17—42.
- Uchida, K. and Y. Dotsu, 1958. Situations of Fish Eggs and Larvae Appeared in the Surface Layer of Tsushima Current Water. Report of Development and Research of Tsushima Current Waters (Ichthyoplankton), Vol. 2, pp. 1—61.
- Watson, W., 1989. Champsodontidae-gapers. In: The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes, edited by Leis J.M. and T. Trnski, University of Hawaii Press, Honolulu, pp. 245—258.

1997년 8월 14일 원고 접수

1998년 2월 6일 수정본 채택