

영산강 하구역 주변해역의 난자치어 분포

김진구* · 최정일 · 장대수¹ · 나종태² · 김용억³

국립수산과학원 남해수산연구소 목포분소, ¹국립수산과학원 제주수산연구소, ²목포대학교 해양자원학과
³부경대학교 해양생물학과

Distribution of Fish Eggs, Larvae and Juveniles around the Youngsan River Estuary

Jin Koo KIM*, Jeong Il CHOI, Dae Soo CHANG¹, Jong Tae NA² and Yong Uk KIM³

Mokpo Laboratory, National Fisheries Research and Development Institute, Mokpo 530-140, Korea

¹Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Jeju 690-192, Korea

²Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

³Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Distribution of ichthyoplanktons and its relation to environmental factors (temperature, salinity, chlorophyll *a*) around the Youngsan River Estuary of Mokpo, southwest coast of Korea were investigated based on the samples collected bimonthly from February to December, 2001. Unidentified fish eggs were most abundant 1,345 eggs/100 m³ in August, while eggs of *Engraulis japonicus* were most abundant 63 eggs/100 m³ in June. A total of forty species of fish larvae and juveniles belonging to the twenty families under six orders were caught, with six gobiids, four icefishes, four croakers and three herrings being represented. Fish larvae and juveniles peaked 17,757 inds./100 m³ in August, which consisted of 91.02% of gobiids, 3.69% of gunnels and 3.67% of icefishes, and they were most abundant 7,467 inds./100 m³ at St. 7. Cluster analysis based on the individuals of fish larvae and juveniles showed that six months were classified into two groups at the dissimilarity 70, the first was composed of June and August and the second was February and December and April and October were not clustered with any other months. In August when species diversity index was the highest, eight stations were classified into two groups at the dissimilarity 70, the first was composed of St. 1, 3, 4, 5 and 8 and the second was St. 6, 7 and 2. As a result from correspondence analysis, there is no effect of the environmental factors with a density of fish eggs and larvae, but correlation could be found between a density of fish eggs and chlorophyll *a*.

Key words: Ichthyoplankton, Environment, Community structure, Mokpo, Youngsan River, Estuary

서 론

서해남부 연안해역에는 예로부터 강한 조류의 힘을 이용한 갯새우 어업이 성행해 왔으며 갯새우와 함께 뱀어, 황강달이, 반지, 양태, 갈치, 서대 등이 혼획되는데 모두 소형개체들이다 (NFRDA, 1997). 그외 이 해역을 산란장으로 이용하는 수산생물로 갈치, 민어, 병어, 보구치, 삼치, 준치, 참조기, 홍어, 꽃게, 대하, 갑오징어 등 11종이 보고되어 있다 (NFRDA, 2000). 이처럼 상업어종의 주산란장 및 성육장으로 이용되는 이 해역에서 비록 양은 적으나 소형개체가 혼획된다는 점에서 부화에서 어장 가입까지의 과정을 과학적으로 구명할 필요가 있다.

서해남부 연안해역에서 수행된 난자치어 분포 연구는 최근 임자도 (Jeon et al., 2000a), 우이도 (Jeon et al., 2000b), 함평만 (Jeon et al., 2001)을 대상으로 수행된 것이 전부이고 서해남부 연안의 중앙에 위치한 영산강 하구역과 그 주변 해역에 대한 연구는 거의 수행되지 않았다. 목포 인근해역은 1980년대 말

영산강 하구둑 건설 이후 담수 유입이 감소되고 조석류가 차단됨으로써 하구역 고유의 생태적 특성이 소멸되기 시작하였으며 생산력 감소가 초래되는 등 반폐쇄적 만의 특성을 띠게 되었다 (Park, 2001). 이에 따라 영산강 하구둑 건설 전·후의 생물상 변화 (Park, 1987), 영산호 하구둑 건설 전·후의 환경변화 (Park, 1987), 저서동물 군집 변동 (Lim and Park, 1998a, b), 이매패류 군집변동과 유생의 분포 (Park, 2001) 등 다수의 연구보고가 있지만, 이 해역의 난자치어의 종조성, 출현량 등 군집분석과 해양환경이 미치는 영향에 대한 연구보고는 미비하다.

연안 성육장 (estuary nursery)은 어류, 갑각류의 초기 성장시 중요한 해역으로 알려져 있으며 (McHugh, 1967), 연안 해역을 산란 및 성육장으로 이용하는 수산생물의 난자치어 정보를 통해 분포, 생체량, 가입, 중간 상호작용, 양식, 어업 등의 연구가 진행되었다 (Lasker, 1987). 국내에서는 1980년대부터 자치어 형태발달 및 해역별 난자치어 분포 연구에서 시작하여 최근 광양만 해역 부유성 난자치어의 종조성 및 초기 섭식생태 (Park, 1999), 자연산 및 인공산 조피볼락 (*Sebastes schlegelii*)

*Corresponding author: taengko@hanmail.net

종묘의 생물학적 특성 비교 (Park, 1999), 수괴 구조에 따른 자치어의 분포 특성 (Kim, 1999), 망목에 따른 난 및 자치어의 출현량 비교 (Cha, 2002), 멸치 초기 성장에 있어 체측근과 지느러미의 발달 (Lee and Go, 2003) 등 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 어류는 부화자어가 치어기로 이르는 동안 사망률이 높아 (Kim, 1993), 이 초기발생시의 사망률이 어류의 연급군 강도를 결정짓는 주요원인으로 알려지고 있다 (Ahlstrom, 1954; Kim, 1991). 이러한 이유로 가입 이전의 초기자원에 대한 관심이 크지만 국내의 경우 난생산의 계절변동 및 산란생체량 (Kim and Lo, 2001)만 있고, 국외의 경우 초기성장 및 사망 (Nakata and Zenitani, 1996; Oozeki and Zenitani, 1996; Watanabe et al., 1996), 난자어의 수송과 생존 (Haedrich, 1983; Kasai et al., 1992; Nakata, 1996) 등 다양한 연구보고가 있다.

본 연구는 영산강 하구역-신안군 해역의 난자치어 분포특성을 분석하고 분포에 영향을 미치는 수온, 염분, 클로로필 *a*와의 상관성에 대하여 분석하였다.

재료 및 방법

난자치어 분포와 해양환경과의 상관성을 분석하기 위하여 조사지역에서 채수기로 표층 해수 1.0 L를 채수하여 수온 및 염분을 측정하였으며, 목포주변해역 조류특성과 영산강 하구 독 수문개방시 염분분포의 변화는 Park (1987)의 결과를 참고하였다. 해양생물환경인자인 클로로필 *a*는 현장에서 표층해수 500 mL 해수를 여과지 (pore size: 0.45 μ m)로 걸러 은박지에 싸서 냉동상태로 실험실로 운반하여 분석하였다. 서해남부 연안의 8개 정점 (Fig. 1) 에서 2001년 2, 4, 6, 8, 10, 12월의 6회에 걸쳐 유량계가 부착된 UNESCO WP-2 Net (망구 60 cm, 망목 200 μ m)를 이용하여 10분간 표층에서 2-3 m 수층을 2 kn 속도로 수평 인망한 후 5% 포르말린으로 고정시킨 다음, 실험실로 운반하였다.

조사선박은 남해수산연구소 목포분소 조사선 (탐구14호, 16톤)을 이용하였으며, 네트를 통과한 물의 양은 무망테스트를 3-4회 반복 실시하여 유량계에 나타난 평균값 및 네트의 지름 자료를 이용하여 단위부피당 개체수로 환산하였다. 난자치어 분류는 Yoo and Kim (1985), Okiyama (1988), Matarese et al. (1989), Kim and Han (1990), Lee (1992), Nakabo (1993), Youn and Kim (1998), Kim (1997) 등을 참고하였으며, 분류체계는 Kim and Kim (1997) 및 Froese and Pauly (2002)를 따랐다. 자치어 채장은 영상분석장비 (image analysis system)를 이용하여 0.01 mm 단위까지 측정하였고, 외부형태는 입체해부현미경으로 관찰, 스케치하였다. 자치어의 시기별, 지역별 군집분석을 위하여 Shannon and Wiener (1963)의 방법으로 종다양도 지수(H')를 구하였고, 자치어의 종별 출현 개체수에 의한 시기별, 지역별 집괴 분석을 위하여 Primer (ver. 5.2.4)를 이용하여 Bray-Curtis dissimilarity를 구한 후 수지도 (dendrogram)를 작성하였다 (Pielou, 1984). 난자치어 출현량과 수온, 염분,

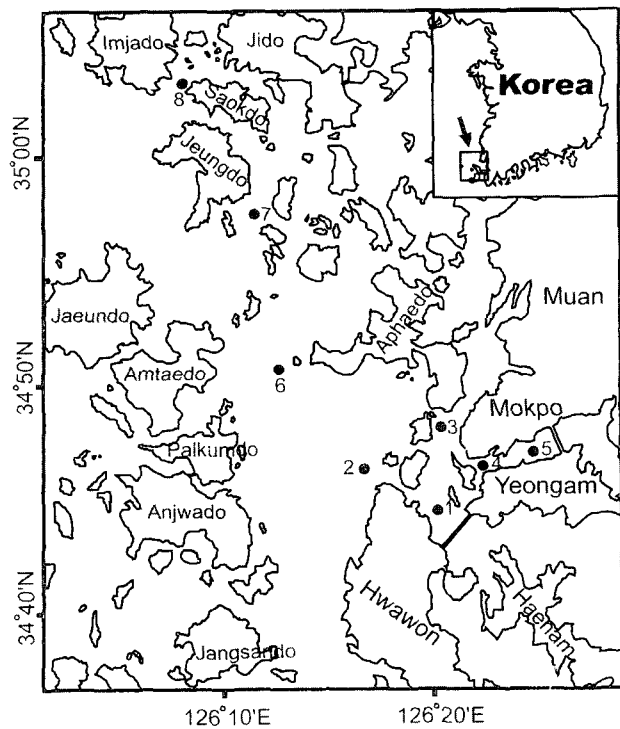


Fig. 1. Map showing the sampling stations in the Youngsan River Estuary, Korea.

클로로필 *a*와의 상관성은 SYSTAT (ver. 9.0)에서 대응일치분석 (ANACOR)을 실시하여 추정하였다.

결 과

해양환경

표층수온의 월변동은 2월 3.8-5.7 $^{\circ}$ C (평균 5.2 $^{\circ}$ C), 4월 11.7-14.0 $^{\circ}$ C (평균 13.0 $^{\circ}$ C), 6월 19.8-22.4 $^{\circ}$ C (평균 21.1 $^{\circ}$ C), 8월 24.6-27.3 $^{\circ}$ C (평균 25.8 $^{\circ}$ C), 10월 20.0-23.0 $^{\circ}$ C (평균 20.5 $^{\circ}$ C), 12월 7.2-9.7 $^{\circ}$ C (평균 8.5 $^{\circ}$ C)로 6-10월이 20 $^{\circ}$ C 이상을 유지하였고, 8월이 25.8 $^{\circ}$ C로 최대였다 (Fig. 2).

표층염분은 2월에 29.8-34.2 psu (평균 31.9), 4월 29.3-31.5 psu (평균 30.38), 6월 16.7-35.6 psu (평균 28.75), 8월 12.3-31.9 psu (평균 25.17), 10월 23.3-30.9 psu (평균 28.90), 12월 31.0-32.4 psu (평균 32.0)로, 6월과 8월에 변동폭이 큰 이유는 영산강 하구독의 잦은 수문개방 때문이며, 정점별로는 St. 1, St. 3, St. 4, St. 5 등 대체로 영산강 하구역 주변에서 저염분 현상을 나타내었다 (Fig. 2). 한편, St. 2는 수문 개방시 유입되는 담수가 고하도 및 달리도에 막혀 직접적인 영향을 받지 않는 지리적 특성상 염분 변동폭이 적었다.

클로로필 *a*는 2월 1.49-4.12 μ g/L (평균 1.62), 4월 1.56-9.95 μ g/L (평균 3.49), 6월 0.46-6.79 μ g/L (평균 3.21), 8월 1.53-3.84 μ g/L (평균 2.74), 10월 1.07-2.0 μ g/L (평균 1.26), 12월 2.55-4.28 μ g/L (평균 3.02)로 4월이 최대였으며, 정점별로는 금호방 조제 앞쪽인 St. 1이 최대를 보이는 동시에 심한 변동폭을

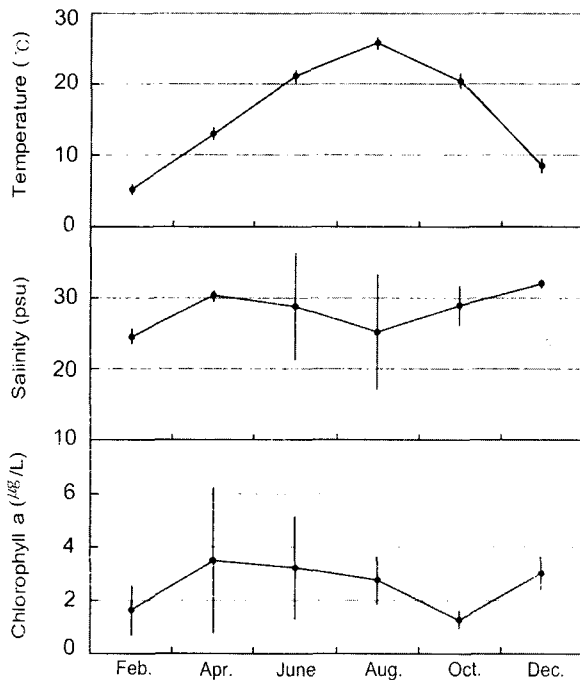


Fig. 2. Variation of temperature (upper), salinity (middle) and chlorophyll a (lower). Black circles indicate average value and bars indicate standard deviation.

나타내었다 (Fig. 2).

어란의 출현양상

멸치 (*Engraulis japonicus*) 어란은 6월과 8월에만 출현하였으며 월별 출현량 (eggs/100 m³)은 6월에 63개로 최대였고 정점별 출현량은 영산강 하구역에서 가장 외해에 위치한 St. 2 (외달도)에서 37개로 최대, 목포와 신안해역의 경계인 St. 6 (압해도)에서 24개로 높았다 (Fig. 3).

미동정 어란의 월별 출현량 (eggs/100 m³)은 4월부터 출현하기 시작하여 8월에 1,345개로 최대를 나타내었고, 정점별 출현량은 St. 1 (477개), St. 4 (449개), St. 5 (360개), St. 2 (345개) 등으로 영산강 하구역 인근해역의 어란 출현량이 전체의 79.7%를 차지하였다 (Fig. 3).

자치어 출현양상

종조성

목포-신안해역에서 출현한 자치어는 총 6목 20과 40여종으로 이중 8종은 미동정 처리하였다. 목별 출현 과수는 농어목 12과, 솜뱅이목 2과, 청어목 2과, 가자미목 2과였으며, 과별 출현 종수는 망둑어과 6종, 뱀어과 4종, 민어과 4종, 청어과 3종 등으로 우점하였다. 출현 자치어의 종조성은 91.02%가 망둑어과 어류이며, 그중 두줄망둑이 65.9%로 극우점하였고, 그외 황줄베도라치과 어류가 3.69%, 뱀어과 어류가 3.67%로 출현량에서 우점하였다. 상업어종의 출현양상을 보면 민어과는 8월, 청어과는 6월, 흰베도라치와 뱀어과 어류는 4월에

최대 출현량을 나타내었다. 민어과에는 보구치 (8월), 민어 (10월), 수조기 (6-8월) 등, 청어과에는 전어 (8월), 준치 (6월), 뱀잉이 (6월), 황줄베도라치과에는 흰베도라치 (12-4월), 뱀어과에는 도화뱀어 (10-12월), 짓뱀어 (8월), 국수뱀어 (10월) 등이 출현하였다. 10-12월에 출현한 도화뱀어는 체장이 48.3-68.8 mm의 미성어 단계의 개체들로 탁도가 최대인 임자도 근방에서 많이 채집되었다 (Appendix 1).

자치어의 시·공간적 분포특성

자치어의 출현량 (inds./100 m³)은 시기적으로 8월에 17,757마리로 최대였으며 이어 6월에 2,220마리로 높았는데, 8월 출현량이 전체 출현량의 80.6%를 차지하였다. 정점별 자치어 출현량은 St. 7 (증도)에서 7,467마리로 최대였으며, 이어 St. 6 (압해도)에서 6,262마리, St. 2 (외달도)에서 4,014마리의 순으로 고밀도 출현하였다 (Fig. 4).

주요 자치어의 시·공간적 체장변동

두줄망둑 (*Tridentiger trigonocephalus*)은 6월과 8월에 전 지역에서 출현하였으며, 체장은 6월에 1.5-8.2 mm, 8월에 1.5-17.1 mm로 6월보다 8월에 대형개체의 출현빈도가 높았다. 지역별로는 St. 8에서 대형개체가 출현한 반면 나머지 지역에서는 평균 3.0 mm 이하의 소형개체가 대부분을 차지하여 지역 간 두줄망둑 자치어의 크기에서 차이를 보였다.

흰베도라치 (*Pholis fangi*)는 2월, 4월, 12월에 출현하였으며, 12월에는 St. 2와 St. 5 그리고 St. 7에서 평균체장 9.0 mm 이하의 소형개체들이 대부분이었다. 2월에는 St. 2를 제외한 지역에서 출현하였고 4월에는 St. 8에서만 출현하였다. 체장 변동은 2월에는 St. 3, St. 7, St. 8에서 평균체장 19.0 mm 이상의 대형개체가 출현하였고, 4월에는 St. 8에서 평균 32.0 mm 이상의 큰 개체들이 출현하는 양상을 나타내었다.

군집분석

다양성

시기별 출현 종수는 8월에 22종으로 최대, 12월에 2종으로 최소, 출현 개체수 (inds./100 m³)는 8월에 17,757마리로 최대, 12월에 7마리로 최소, 종다양도지수 (H')는 10월에 1.982로 최대, 2월에 0.157로 최소를 나타내었다 (Fig. 5). 자치어 출현 종수와 출현량에서 최대를 보인 8월의 정점별 출현 종수는 St. 6 (압해도)에서 10종으로 최대, St. 5 (영산강 하구역)에서 6종으로 최소, 출현 개체수는 St. 8 (임자도)에서 7,032마리로 최대, St. 4 (목포항)에서 57마리로 최소를 나타내었다. 이 시기 출현종 가운데 두줄망둑이 68%로 극우점하였으며 이어 망둑어류 (30%), 감성돔 (0.3%), 짓뱀어 (0.3%) 등의 순으로 우점하였다. 자치어 종다양도지수가 최대였던 10월의 정점별 출현 종수는 St. 7 (자은도)에서 4종으로 최대였으며, 이 시기 출현종 가운데 점농어와 국수뱀어가 각각 19.3%로 우점하였고 이어 개서대 (15.4%), 웅어 (13.6%) 등의 순으로 우점하였다.

집괴분석

자치어의 종별 출현 개체수에 근거한 수지도 작성 결과

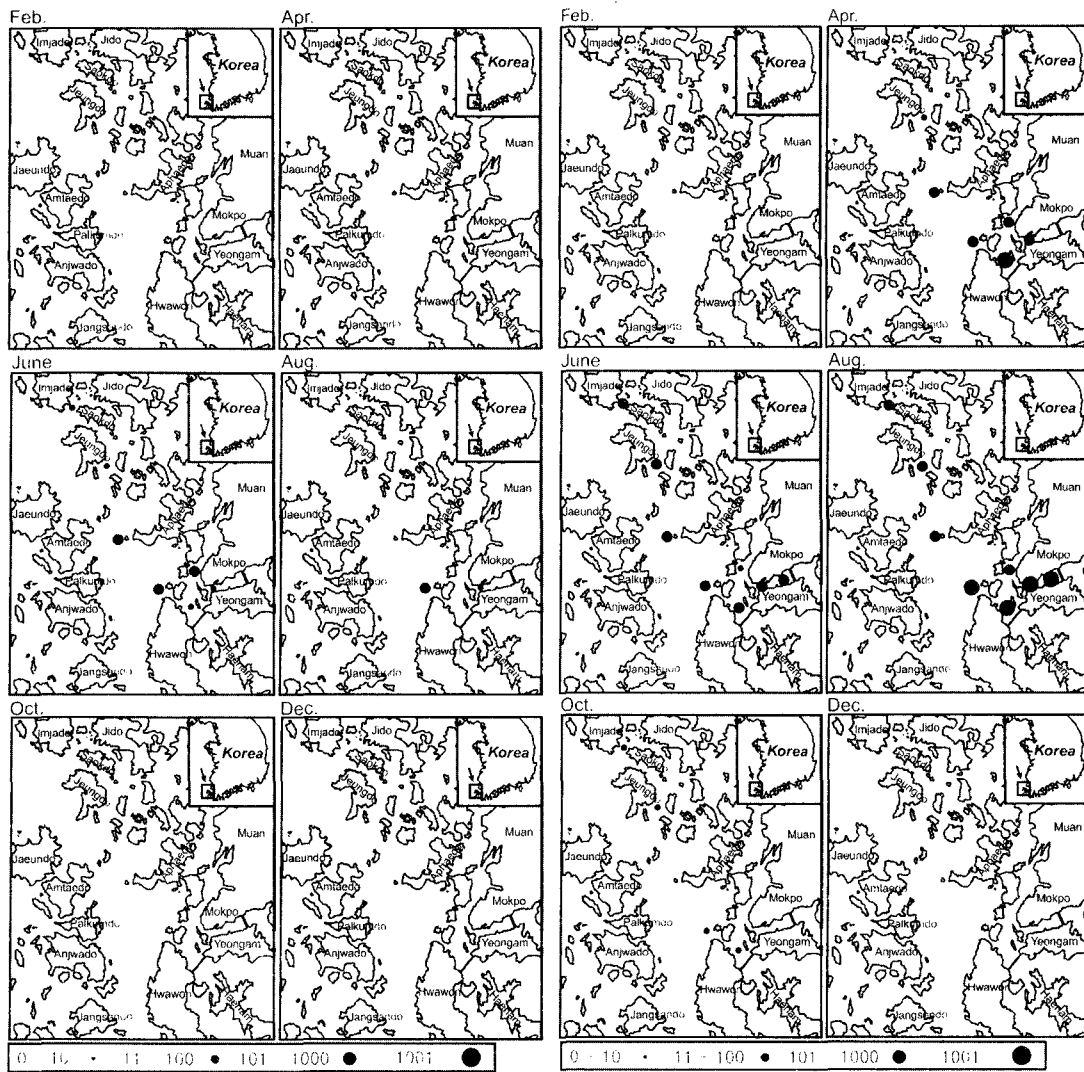


Fig. 3. Abundance of anchovy eggs (Left) and unidentified fish eggs (Right) in the Youngsan River Estuary, Korea, 2001.

시기별로는 dissimilarity (이하 D) 70을 기준으로 2개의 그룹으로 나눌 수 있었는데 춘계인 6월과 하계인 8월이 D 58.5에서 집괴되어 I group을 형성하였고 동계인 12월과 2월이 D 60에서 집괴되어 II group을 형성하였다. 한편, D 98을 기준으로 I group이 10월과 집괴되며, II group은 4월과 집괴되어 수온 20°C 이상인 6, 8, 10월이 하나로 묶어지고 그외 시기가 하나로 묶어지는 양상을 나타내었다.

정점별로는 출현량 및 출현종수에서 최대를 보인 6월과 8월을 대상으로 집괴분석을 실시하였다. 정점별 집괴분석 결과 6월은 D 70을 기준으로 1개의 그룹을 형성하였고 이때 St. 2는 그룹에서 제외되었으며, 8월은 D 70을 기준으로 I group (St. 1, 3, 4, 5, 8)과 II group (St. 2, 6, 7)으로 나누어졌다. 6월과 8월 정점별 집괴분석 결과에서 St. 2가 영산강 하구역에 위치하는 St. 1-5 중 유일하게 다른 그룹에 속하는 것으로 나타났다 (Fig. 6).

난자치어 출현량과 해양환경과의 상관성

난 및 자치어 출현량과 표층수온, 저층수온, 염분, 클로로필 a와의 관계를 구명하기 위하여 대응일치분석 (Correspondence analysis)을 실시한 결과는 Table 1과 같다. 제일 큰 비정칙값인 0.6665는 제1축의 행 수량화 값과 열 수량화 값 사이의 상관이고 그 다음 비정칙값 0.20281는 제2축의 상관이다. 제1축을 고려하였을 때 설명되는 부분은 총 χ^2 값의 86.1%, 제2축은 8.0%로 2차원 공간상에서 94.1%를 설명하고 있다. 또한, 제1축의 χ^2 값 2071.94는 자유도 25(5×5)인 χ^2 값보다 크므로 의미가 있다고 볼 수 있다 (Table 1).

제1축에 대하여 행범주인 자치어는 나머지 행범주 (난, 표층수온, 저층수온, 염분, 클로로필 a)와 상대적으로 다른 방향으로 떨어져 있으며, 제2축에 대하여 행범주인 난은 클로로필 a와 대응하고 있지만 나머지 행범주와는 상대적으로 다른 방향으로 떨어져 있었다. 열범주인 8월은 자치어 방향으로

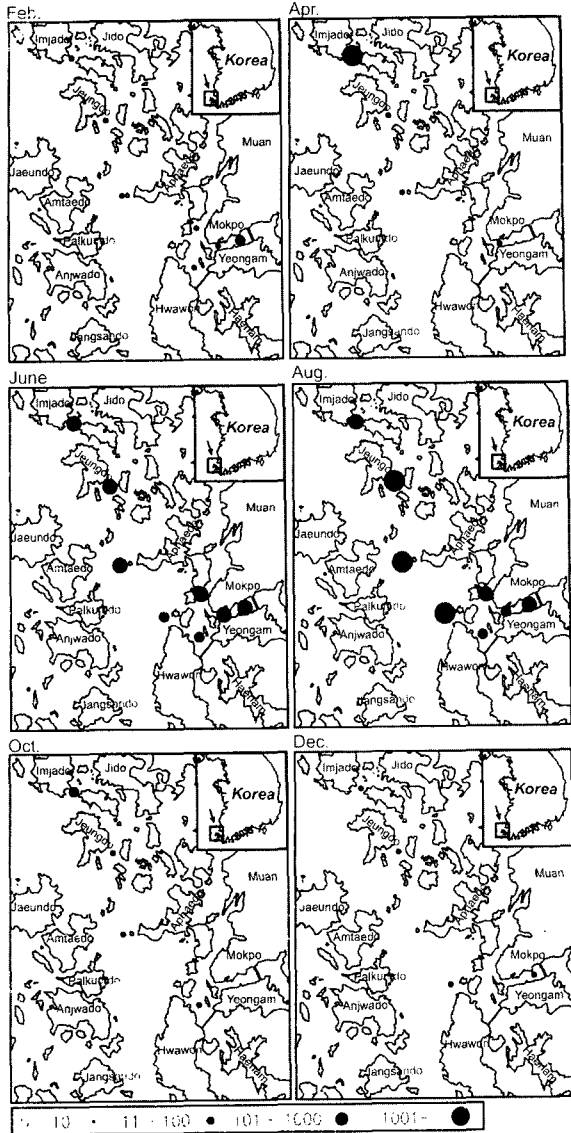


Fig. 4. Abundance of fish larvae and juveniles in the Youngsan River Estuary, Korea, 2001.

대응하고 있으며 4월과 6월은 클로로필 *a* 및 난과 대응하고 있고 2월, 10월 및 12월은 표층수온, 저층수온, 염분과 대응하고 있었다 (Fig. 7).

고찰

본 연구해역에서 출현한 자치어는 40여종으로 인근해역의 임자도 36개 분류군 (Jeon et al., 2000a), 우이도 17개 분류군 (Jeon et al., 2000b), 함평만 21개 분류군 (Jeon et al., 2001)보다 많았으며 이는 Jeon et al. (2000a, b; 2001)이 망둑어과 어류를 종 수준까지 분류하지 않았으며 우이도는 조사 지점이 4개에 불과하고 함평만은 모든 지역이 만내에 위치하고 있다는 점에서 이러한 차이가 비롯된 것으로 추정된다.

출현 자치어의 종조성에서는 임자도가 망둑어류 59.2%, 풀

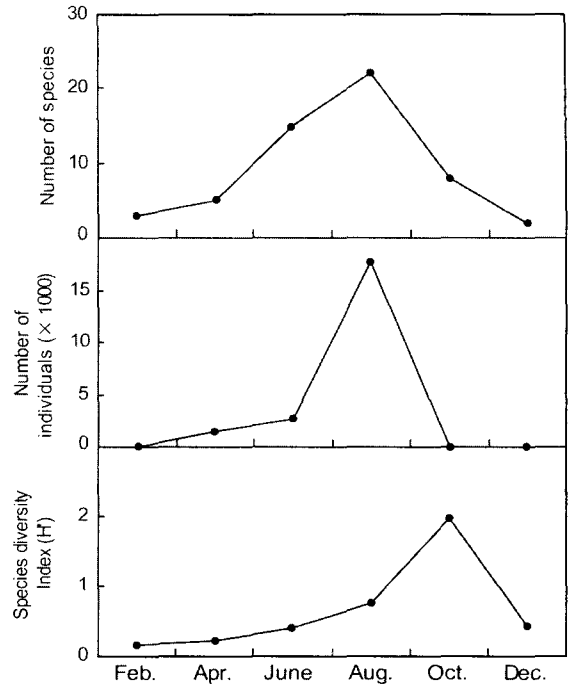


Fig. 5. Bimonthly variation in number of species, number of individuals and index of species diversity of the larvae and juveniles collected from the southwest coast of Korea, 2001.

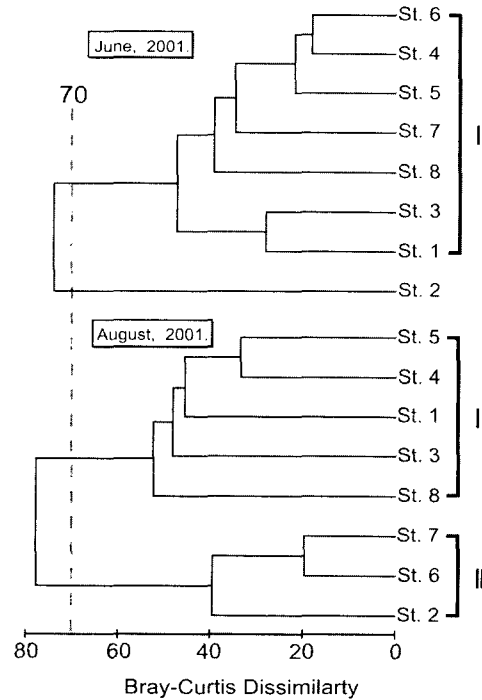


Fig. 6. Dendrogram illustrating the sampling stations using the species composition of fish larvae and juveniles collected in June and August, 2001.

Table 1. Test of chi-square of the six factors by correspondence analysis

Singular value	Principal inertia	Chi-square	Percent (%)	Cumulative percent (%)
0.66650	0.44423	2071.94	86.13	86.13
0.20281	0.04113	191.84	7.98	94.11
0.17393	0.03025	141.10	5.87	99.97
0.01137	0.00013	0.60	0.03	100.00
0.00032	0.00000	0.00	0.00	100.00
Total	0.51574	2405.49	100	

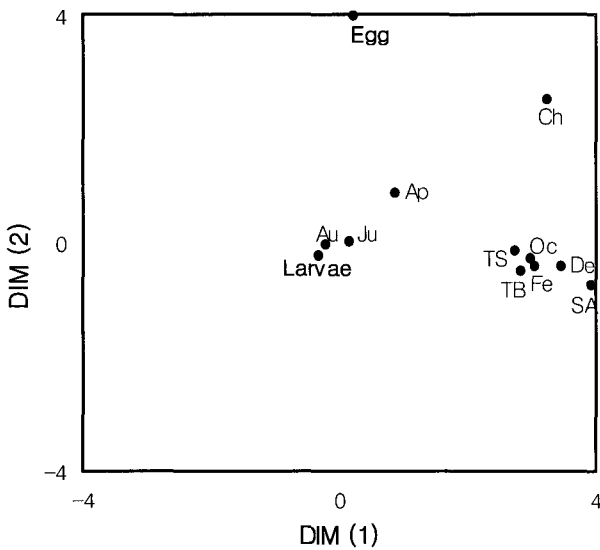


Fig. 7. Correspondence analysis of the six factors. Ap, April; Au, August; Ch, Chlorophyll *a*; De, December; Fe, February; Ju, June; Oc, October; SA, Salinity; TB, Temperature of bottom; TS, Temperature of surface.

반지류 18.2%, 강달이류 7.1%, 붕통뱅어 5.7% 등으로 우점한 반면 (Jeon et al., 2000a), 본 연구해역은 망둑어류 91.02%, 황줄베도라치류 3.69%, 뱀어류 3.67% 등의 순으로 망둑어류가 극우점한 점을 제외하면 대부분의 분류군에서 차이를 보였고 이는 지역간 차이로 사료된다. 또한, Jeon et al. (2000a)은 입자도 자치어 출현량이 6월에 최대였다고 보고하였으나, 본 연구에서는 8월이었고 본 연구에서는 강달이류가 출현하지 않았으나 Jeon et al. (2000a)은 6월에 집중적으로 출현한다고 보고하였다. 이러한 종조성의 차이는 서해남부 연안해역에 2000년에 나타났던 진도냉수대 기원의 저수온현상 (Kim et al., 2002)과 연관이 있을 것으로 추정된다.

난자치어 분포와 해양환경과의 관계에 대한 고찰에서 Leiby (2000)는 연안 (estuary)의 서식장 혹은 성육장 (nursery ground)으로의 기능, 외양에서 산란, 부화된 난자어의 연안해류에 의한 연안으로의 수송, 수온과 염분이 배발생, 부화, 자어 발육에 미치는 영향 등에 대한 연구결과를 소개하였고 최근 Nakata (1996)는 난자어가 연안전선과 eddy (소용돌이 해류)에 의해 연안 보육장 내에 머무르게 되고 이것이 자어의 성공적

인 가입을 가능케 한다고 언급하였다. 국내에서도 난자어의 해류 수송설에 대한 연구가 진행 중이며, Choo and Kim (1998)은 남해 멸치 난자어가 warm streamer에 의해 외양에서 연안으로 수송되며 그로 인하여 생존율이 높아진다고 보고하였다.

본 연구해역에서 수온, 염분, 클로로필 *a*의 환경인자가 난자치어 분포에 영향을 미치는가를 구명하기 위하여 대응일치분석을 실시한 결과 환경인자는 어란 및 자치어 출현량에 유의한 영향을 미치지 못하였고 다만 클로로필 *a*가 어란 출현량과 상관이 있는 것으로 나타났다. 따라서, 영산강 하구역 주변 수역의 난자치어 분포는 환경인자보다 인위적인 요인 즉, 영산강 수문 개방에 따른 담수유입의 영향이 크며 클로로필 *a*와 어란의 상관은 계절적인 영향 때문으로 사료된다.

본 연구해역에서는 멸치 어란은 6월과 8월에만 출현하였고 자어는 전혀 출현하지 않았는데 이러한 점에서 멸치 어란이 발생 도중에 사망하거나 부화직후 모두 사망하는 것으로 추정된다. 최근 Lee and Go (2002)는 제주해협 멸치 자치어 채급별 모드 이행을 통하여 멸치 자치어가 제주도 북부연안에서 제주도 서부해역 및 남해 연안으로 이동하면서 성장하는 것을 밝힌 바 있고, Kim et al. (2002)은 완도연안 멸치 어황이 제주해협에 출현하는 조석전선의 크기에 좌우된다고 언급한 바 있다. 이와 달리 본 조사해역인 영산강 하구역 주변해역은 멸치 산란장 및 성육장으로 부적합하며 이는 Jeon et al. (2000a)과 잘 일치하는 결과이다. 반면, 영산강 하구역과 대흑산도 사이에 위치하는 우이도(34.62°N, 125.84°E)에서는 멸치 자치어가 5-10월에 출현하며 7월에 최대 8마리/100 m³이고 (Jeon et al., 2000b) 함평만에서는 멸치 자치어가 6-7월 동안 24마리/100 m³가 출현하는데 (Jeon et al., 2001) 이는 우이도 및 함평만의 해황이 영산강 하구역 주변해역이나 입자도 (Jeon et al., 2000a)보다 다소 안정적 (Jo et al., 2001)인 것 때문으로 추정된다.

조류가 난자치어의 수송에 영향을 미치는가를 살펴보기 위하여 조사해역의 조류도를 분석한 결과, 영산강 하구역 St. 4와 St. 5는 0.2 kn로 최저치를 나타내었고, St. 1은 0.4 kn, St. 2는 1.1-1.6 kn, St. 3은 2.2-3.1 kn로 최대였으며, 신안해역 St. 6은 1.7-1.9 kn, St. 7은 1.8-2.3 kn, St. 8은 2.3 kn를 나타내었다. 또한, 지형의 특성상 와류가 형성되는 수역 또는 정체 수역으로 분류되는 지역은 St. 2, St. 4, St. 5, St. 7, St. 8로 이들 지역은 난자치어 분포특성과 어떠한 유사성도 발견할 수 없었다. 따라서, 조사해역의 경우 조류의 속도나 방향, 그리고 정체

등이 난자치어 분포에 미치는 영향은 없거나 미약하며 대신 영산강 하구역 수문개방에 따른 담수 유입이 난자치어 분산과 생존에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이러한 수문 개방에 따른 저염분 현상이 수산생물에 미치는 영향에 대하여 Park (2001)은 영산강 하구역 이매패류 유생은 염분 감소로 생존율이 1.5-4.1%로 희박하다고 언급한 바 있다. 자치어 종별 출현량에 근거한 집괴분석에서 영산강 하구역인 St. 1-St. 5 중 St. 2만 다른 그룹에 속하는 분석결과는 수문 개방시 담수 유입이 자치어 분포에 영향을 주는 것으로 판단할 수 있고 이는 조사 기간 동안 표층염분의 변동폭에서 잘 나타나며 Park (1987)의 결과와도 잘 일치하는 것이다.

조사점점 가운데 신안해역에서 해저지형의 특성상 용승이 유발되는 St. 8은 타정점과 출현종의 체장조성에서 유의한 차이를 보였다. 전정점에서 출현한 두줄망둑 자치어의 체장조성에서 St. 8이 타정점과 뚜렷한 차이를 나타내었고 흰배도라치도 St. 8에서만 대형개체들이 출현하는 양상을 보였는데 이는 St. 8이 타정점과 달리 수심이 30 m에서 15 m로 갑자기 낮아지면서 비롯된 용승의 결과로 사료된다.

최근 멸치 대응으로 선호하는 뱀어류는 본 연구결과 자치어 출현량이 4월에 742마리로 최대, 지역별로 St. 8에서 736마리로 최대를 보였고 임자도는 3월에 170.5마리로 최대 (Jeon et al., 2000a), 우이도는 3월에 13마리로 최대 (Jeon et al., 2000b), 함평만은 4월에 117.7마리로 최대 (Jeon et al., 2001)를 나타내어 뱀어류는 조류가 강하고 탁도가 높은 해역에 잘 적응된 분류군인 것으로 판단된다.

본 연구에서 출현한 자치어 중 준치, 민어, 덕대, 점농어, 군평선이, 감성돔, 보구치, 수조기, 서대류 등은 고급 어종으로 자치어 출현량이 0.73-44.89마리/100 m³에 불과하고 산란을 위해 연안으로 집안하는 이들 친어 자원을 대상으로 조업이 계속된다면 향후 이 지역 수산자원의 고갈은 가속화될 것이 분명하다. Hjort (1914)는 임계기간 동안 순간사망 (instantaneous mortality)이 가입을 결정짓는 것으로 보았으나 최근 Watanabe et al. (1996)에 의하면 지금은 난에서 어장 가입까지의 누적사망 (cumulative mortality)이 가입을 결정짓는 것으로 보아야 한다고 제시하였다. 따라서, 서해남부 연안해역에서 시급히 연구해야 할 과제는 산란자원량의 파악 및 0세어의 생존전략을 구명하여 친어 자원 및 소형어의 합리적인 관리 및 보호방안 마련이 되겠다.

사 사

본 연구는 국립수산물학원 경상시험연구비로 수행된 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다. 현장에서 시료채집에 협조하여 주신 탐구 14호의 정철수 선장님, 제윤기님, 박근호님, 박수영님, 정순재님, 목포해양대학교 정수동군께 감사드리며, 통계분석에 도움을 주신 목포분소 황미숙 박사님, 자원관리과 이동우 박사님, 부경대학교 나종현군, 목포대학교 임현식 교수님께 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 on the studies of ecology of fish in their early life stages off Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 14(1), 76-82. (in Korean)
- Choo, H.S. and D.S. Kim. 1998. The effect of variations in the Tsushima warm currents on the egg and larval transport of anchovy in the southern sea of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31(2), 226-244.
- Froese, R. and D. Pauly. 2002. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org, 18 September, 2002.
- Haedrich, R.L. 1983. Estuarine fishes. *Ecosys. World*, 26, 183-207.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe. *Rapp. Proc. Reun. Cons. Int. Exp. Mer.*, 20, 1-13.
- Jeon, S.M., Y.C. Jo, D.S. Byun, J.H. Ahn and K.S. Lee. 2000a. Distribution of fish larvae and juveniles in Imjado, Korea. *Rep. Chollanamdo Fish. Res. Inst.*, Gwangju Press, Gwangju, pp. 22-30. (in Korean)
- Jeon, S.M., K.S. Lee, D.S. Byun, J.H. Ahn and Y.C. Jo. 2000b. Distribution of fish larvae and juveniles in Uido, Korea. *Rep. Chollanamdo Fish. Res. Inst.*, Gwangju Press, Gwangju, pp. 31-39. (in Korean)
- Jeon, S.M., K.S. Lee, D.S. Byun, J.H. Ahn, Y.C. Jo and S.H. Lee. 2001. Distribution of fish larvae and juveniles and seasonal variability in Hampyong bay, West sea of Korea. *Rep. Chollanamdo Fish. Res. Inst.*, Gwangju Press, Gwangju, pp. 58-86. (in Korean)
- Jo, Y.C., K.S. Lee, D.S. Byun, S.M. Jeon and S.H. Lee. 2001. Hydrographic survey in Hampyong Bay - Characteristics of tidal current, water temperature and salinity. *Rep. Chollanamdo Fish. Res. Inst.*, Gwangju Press, Gwangju, pp. 87-109. (in Korean)
- Kasai, A., J.K. Kishi and T. Sugimoto. 1992. Modeling the transport and survival of Japanese sardine larvae in and around the Kuroshio current. *Fish. Oceanogr.*, 1, 1-10.
- Kim, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea. Vol. 37. Freshwater Fishes. Ministry of Education, pp. 629. (in Korean)
- 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. (in Korean)
- 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(3), 297-310.
- Kim, S. 1999. Distribution of the fish larvae in relation to the water masses in the Korea Strait. Ph.D. Thesis, Inha Univ., pp. 128. (in Korean)
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1990. Early life history and spawning behavior of the gobiid fish, *Tridentiger trigonocephalus* (Gill) reared in the laboratory. Kor. J. Ichthyol., 2(1), 53-62. (in Korean)
- Lasker, R. 1987. Use of fish eggs and larvae in probing some major problems in fisheries and aquaculture. Ame. Fish. Soc. Sym., 2, 1-16.
- Lee, S.J. and Y.B. Go. 2002. Distribution of eggs and larvae of anchovy, *Engraulis japonica*, and its relationships to environmental factors around Jeju Strait in summer. 1. Distribution of anchovy eggs and larvae. Kor. J. Ichthyol., 14(3), 222-233. (in Korean)
- Lee, S.J. and Y.B. Go. 2003. Development of trunk musculature and fins in the early growth of anchovy, *Engraulis japonica*. Kor. J. Ichthyol., 15(1), 45-52. (in Korean)
- Lee, Y.J. 1992. A taxonomic study of the genera *Acanthogobius* and *Synechogobius* (Pisces: Gobiidae) from Korea. Kor. J. Ichthyol., 4(2), 1-25. (in Korean)
- Lim, H.S. and K.Y. Park. 1998a. Community structure of the macrobenthos in the soft bottom of Youngsan river estuary, Korea. 1. Benthic environment. J. Kor. Fish. Soc., 31(3), 330-342. (in Korean)
- Lim, H.S. and K.Y. Park. 1998b. Community structure of the macrobenthos in the soft bottom of Youngsan river estuary, Korea. 2. The occurrence of summer hypoxia and benthic community. J. Kor. Fish. Soc., 31(3), 343-352. (in Korean)
- 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.
- Nakata, H. 1996. Coastal fronts and eddies: their implications for egg and larval transport and survival process. In: Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources, Watanabe, Y., Y. Yamashita and Y. Oozeki, eds. Balkema Pub. Rotterdam, pp. 227-241.
- Nakata, K. and H. Zenitani. 1996. Did offshore shift of the main spawning ground of Japanese sardine affect the availability of food for the larvae? In: Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources, Watanabe, Y., Y. Yamashita and Y. Oozeki, eds. Balkema Pub., Rotterdam, pp. 115-123.
- NFRDA (National Fisheries Research and Development Agency). 1997. Survey of the Small Scale Fisheries Resources in Sinan. Sinan Gun, Chonnam, pp. 100. (in Korean)
- NFRDA (National Fisheries Research and Development Agency). 2000. Ecology and Fishing ground. Yemun Co., Busan, pp. 317. (in Korean)
- Okiyama, M. 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo, pp. 1154. (in Japanese)
- Oozeki, Y. and H. Zenitani. 1996. Factors affecting the recent growth of Japanese sardine larvae (*Sardinops melanostictus*) in the Kuroshio current. In: Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources, Watanabe, Y., Y. Yamashita and Y. Oozeki, eds. Balkema Pub., Rotterdam, pp. 95-104.
- Park, K.J. 1999. Species composition of the ichthyoplankton and feeding ecology of early stage in Kwangyang Bay, Korea. Ph.D. Thesis, Chonnam Univ., pp. 131. (in Korean)
- Park, K.Y. 2001. Community Structure and larval distribution of bivalves (Mollusca) in the coastal area of Mokpo, Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong Nat'l. Univ., pp. 204. (in Korean)
- Park, M.W. 1999. Comparison of the biological characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. Ph.D. Thesis, Inje Univ., pp. 89. (in Korean)
- Park, Y.J. 1987. Ecological survey on the marine environments in Youngsan river estuary before and after the enclosure of a dam. MS Thesis, Chosun Univ., pp. 68. (in Korean)
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, pp. 177.
- Watanabe, Y., H. Zenitani and R. Kimura. 1996. Causes of population decline in the Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*): Overfishing or early mortality? In: Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources, Watanabe, Y., Y. Yamashita and Y. Oozeki, eds. Balkema Pub., Rotterdam, pp. 83-94.
- Yoo, J.M. and Y.U. Kim. 1985. A study on the morphological and skeletal development of larvae and juveniles of *Enedrias fangi* (Wang and Wang). Bull. Nat'l. Univ. Pusan, 25(2), 29-48. (in Korean)
- Youn, C.H. and I.S. Kim. 1998. Taxonomic revision of the family Clupeidae (Pisces: Clupeiformes) from Korea. Kor. J. Ichthyol., 10(1), 49-60. (in Korean)

Appendix I. The list, size and abundance of fish larvae and juveniles at each month in the southwest coast of Korea, 2001

Species	Standard length (mm)	Abundance (Number of individuals/100 m ³)						Total	Percentage (%)
		Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.		
Engraulidae									
<i>Setipinna taty</i>	4.2-17.0	-	-	-	26.46	-	-	26.46	0.12
<i>Coilia mystus</i>	5.3-15.2	-	-	-	4.18	4.53	-	8.71	0.04
Clupeidae									
<i>Konosirus punctatus</i>	2.2-11.9	-	-	-	11.74	-	-	11.74	0.05
<i>Ilisha elongata</i>	4.2-9.9	-	-	17.99	-	-	-	17.99	0.08
<i>Sardinella zunasi</i>	2.9-4.0	-	-	4.07	-	-	-	4.07	0.02
Salangidae									
<i>Neosalanx andersoni</i>	48.3-68.8	-	-	-	-	4.53	1.04	5.58	0.03
<i>Neosalanx jordani</i>	3.8-13.7	-	-	-	50.31	-	-	50.31	0.23
<i>Salanx ariakensis</i>	5.8-6.9	-	-	-	-	6.46	-	6.46	0.03
<i>Salangidae</i> sp.	5.7-77.4	0.68	741.9	-	-	-	-	742.61	3.37
Syngnathidae									
<i>Syngnathus schlegeli</i>	10.0-31.1	-	-	2.64	1.25	-	-	3.89	0.02
<i>Hippocampus</i> sp.	-	-	-	2.62	0.80	-	-	3.42	0.01
Liparidae									
<i>Liparis</i> sp.	30.3-35.7	-	20.63	-	-	-	-	20.63	0.09
Scorpaenidae									
<i>Sebastes</i> sp.	3.7	-	-	0.68	-	-	-	0.68	0.001
Moronidae									
<i>Lateolabrax maculatus</i>	4.2-4.9	-	-	-	-	6.46	-	6.46	0.03
Apogonidae									
<i>Gymnapogon</i> sp.	3.3-3.8	-	-	-	1.22	-	-	1.22	0.01
Haemulidae									
<i>Hapalogenys mucronatus</i>	3.7	-	-	-	0.73	-	-	0.73	0.001
<i>Hapalogenys nitens</i>	2.7-3.4	-	-	-	7.17	-	-	7.17	0.03
Sparidae									
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	2.8-3.6	-	-	-	44.89	-	-	44.89	0.20
Sciaenidae									
<i>Pennahia argentatus</i>	2.0-3.8	-	-	-	28.93	-	-	28.93	0.13
<i>Miichthys miiuy</i>	3.7	-	-	-	-	2.16	-	2.16	0.01
<i>Nibea albiflora</i>	1.9-5.0	-	-	1.82	7.88	-	-	9.70	0.04
<i>Sciaenidae</i> sp.	3.4-4.1	-	-	-	6.96	-	-	6.96	0.03
Pomacentridae									
<i>Chromis notata</i>	1.7-8.1	-	-	48.87	-	-	-	48.87	0.22
Stichaeidae									
<i>Ernogrammus hexagrammus</i>	7.2-8.0	3.30	3.30	-	-	-	-	3.30	0.01
Pholididae									
<i>Pholis fangi</i>	8.2-36.1	46.93	759.9	-	-	-	5.60	812.4	3.69
Blenniidae									
<i>Omobranchus elegans</i>	4.0-5.5	-	-	7.30	-	-	-	7.30	0.03
<i>Parablennius yatabei</i>	2.5-2.7	-	-	-	2.26	-	-	2.26	0.01
Callionymidae									
<i>Repomucenus beniteguri</i>	1.5-5.3	-	-	7.68	19.31	2.64	-	29.63	0.13
<i>Repomucenus richardsonii</i>	1.7-2.0	-	-	5.07	-	-	-	5.07	0.02
Gobiidae									
<i>Pterogobius zonoleucus</i>	4.0	-	-	0.82	-	-	-	0.82	0.001
<i>Rhinogobius giurinus</i>	2.6-3.8	-	-	18.86	61.99	-	-	80.86	0.37
<i>Taenioides cirratus</i>	5.8-7.7	-	-	-	2.78	-	-	2.78	0.01
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	1.5-17.1	-	-	2421.1	12099.5	-	-	14521	65.88
<i>Tridentiger barbatus</i>	1.7-3.3	-	-	-	18.66	-	-	18.66	0.08
<i>Gobiidae</i> spp.	1.6-3.9	-	-	107.3	5331.6	-	-	5438.9	24.68
Stromateidae									
<i>Pampus argenteus</i>	3.7-4.9	-	-	3.65	-	-	-	3.65	0.02
Pleuronectidae									
<i>Limanda yokohamae</i>	3.9-6.2	0.79	6.69	-	-	-	-	7.48	0.03
Cynoglossidae									
<i>Cynoglossus joyneri</i>	2.1-3.3	-	-	-	16.39	1.51	-	17.9	0.08
<i>Cynoglossus robustus</i>	1.4-5.3	-	-	-	4.85	5.14	-	9.99	0.05
Unidentified spp.	3.7-10.1	-	-	16.4	7.64	-	-	24.04	0.11