

광양만 멸치(*Engraulis japonica*) 후기자어의 먹이생물

박광재 · 차성식
전남대학교 해양학과

Food Organisms of Postlarvae of Japanese Anchovy (*Engraulis japonica*) in Kwangyang Bay

Kwang Jae PARK and Seong Sig CHA

Department of Oceanography, Chonnam National University,
Kwangju, 500-757, Korea

To investigate the food organisms of the Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) during the first feeding stage, the gut contents of anchovy, captured in Kwangyang Bay at June 1990, were observed. Anchovies started to eat from 3.0mm (NL) after finishing to absorb the yolk. The food organisms were composed of copepod eggs and nauplii, tintinnids, and etc. The major food organisms of the anchovy larvae of 3.0~3.8mm (NL) were copepod eggs and nauplii, whereas those of larvae longer than 3.8mm (NL) were only copepod nauplii.

Key words : post larvae, anchovy, *Engraulis japonicus*, food, first feeding, Kwangyang Bay

서 론

어류는 초기에 적절한 먹이 섭취를 실패하면 대량 사망으로 인한 초기 감소의 증가 때문에 성어의 가입량에 영향을 미친다(May, 1974; Lasker, 1975; Hunter, 1976). 그러므로 어류가 부화하여 난황을 흡수한 후 처음 섭식을 시작하는 후기자어의 섭식 생태에 대한 연구는 초기 감소의 원인 규명과 가입량을 예측하는데 매우 중요하다. 이에 따라 정어리류, 멸치류, 전갱이류(Arthur, 1976)와 가자미류(Jenkins, 1987), 참다랭이류(Young and Davis, 1990) 등에서 초기 섭식 생태에 관한 연구가 이루어져 왔다.

멸치는 연안회유성 어류로서 우리 나라 전 연안에 분포하는 중요한 수산자원이며, 여름철에 우리 나라 연안역에서 출현하는 자치어 중 중요한 어종의 하나이다(Cha et al., 1990, 1991). 광양만에서 멸치는 자치어 총 출현량의 34.5%를 차지하였으며, 6월에 최대

출현량을 보였다(Cha and Park, 1994).

우리 나라에서 멸치의 초기 생활사에 대한 연구로는 연령과 초기성장(Cha, 1990), 산란생태(Kim and Kang, 1992) 및 분포(Kim and Choi, 1988)에 관한 연구 등이 있었을 뿐 섭식 생태에 관한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 일본 연안역에서는 멸치 자치어의 장내용물에 관해 연구된 바 있으며(Uotani et al., 1978; Matsushita et al., 1988), 세계적으로는 같은 속에 속하는 *Engraulis mordax* (Lasker and Zweifel, 1978; Arthur, 1976)와 *E. ringens* (Rojas de Mendiola, 1974), *E. encrasicolus maeoticus* (Duka, 1969)의 초기 섭식 생태에 대한 연구가 이루어졌다.

우리 나라에서 성어의 먹이 분석에 대한 연구로는 풀망둑을 비롯한 망둑어과 어류(Paik, 1969; Chung et al., 1990), 까나리(Kim and Kang, 1991a), 노래미(Kim and Kang, 1991b) 등에 대한 연구가 있었다. 자치어기에 대해서는 흰베도라치(Kim et al., 1985)와 미끈

이 연구는 1994년도 교육부 기초과학육성연구비의 지원 (BSRI-94-5416)에 의한 것임.

날망둑(Lee and Huh, 1989)에 관한 연구가 있을 뿐이다. 어류의 섭식 생태에 관한 연구는 아직 미약한 실정이며 특히 초기 섭식 생태에 관한 연구는 초기 단계에 있다.

본 연구에서는 광양만에 출현하는 자치어 중에서 출현량이 가장 많은 멸치의 섭식참여율을 조사하고, 장내용물로부터 섭식 초기의 먹이생물의 종류와 조성, 어체의 크기에 따른 먹이생물의 변화를 알아보고자 한다.

재료 및 방법

장내용물 분석은 1990년 6월 광양만에서 채집된 멸치 자어 중 난황의 흡수가 끝난 후기자어 113마리를 사용하였다. 채집된 표본은 선상에서 중성 포르말린(약 6%)으로 고정하였다(Cha and Park, 1994).

멸치 자어의 크기는 척색장(NL: Notochord length)으로 나타내었으며, 0.1mm까지 측정하였고, 입의 폭은 25 μ m 단위로 측정하였다. 측정이 끝난 자어는 날카로운 편을 이용하여 장을 분리하였다. 분리된 장은 10% KOH 용액에 넣고 70 $^{\circ}$ C에서 30분간 증탕하여 투명하게 만들었다. 투명해진 장은 슬라이드 글라스 위에 놓고 생물현미경(Nikon Optiphot)을 이용하여 섭식 여부를 판정하였으며 장내의 먹이생물을 동정하였다. 먹이생물의 동정에는 Yamaji (1984)를 참고하였다. 유충류는 속까지 요각류는 난과 유생으로 구분하였다. 동정된 먹이생물의 크기는 장축과 단축을 2.5 μ m 단위로 측정하였다.

섭식참여율은 총 실험 개체수에 대한 섭식 자어의 비로써 계산하였다. 섭식 자어별로 먹이생물을 분류군별로 계수하여 먹이생물의 개체수 조성(N)을 조사하였으며, 각 먹이생물이 출현한 자어의 수로부터 먹이생물의 출현율(F)을 조사하였다. 각 먹이생물의 중요도를 알아보기 위하여 먹이생물의 개체수 조성(N)과 출현율(F)의 곱으로부터 상대중요성지수(IRI: Index of Relative Importance)를 계산하였다(Jenkins, 1987).

난황의 흡수가 끝난 직후의 후기자어의 척색장은 3.0mm이었으며, 입의 폭은 200 μ m였다. 또한 관찰된 최대 크기의 자어는 척색장이 5.0mm이었으며, 입의 폭은 275 μ m였다. 멸치는 척색장이 증가함에 따라 입의 폭이 증가하고 있으나, 조사된 자어의 척색장 범위가 작아 척색장에 따른 입의 폭의 차이가 작았다.

장내용물 분석이 이루어진 113마리의 멸치 자어 중에서 장내용물을 가진 섭식 자어는 70마리로 전체의 61.9%를 차지하였다(Table 1). 척색장에 따른 섭식참여율을 보면, 척색장 3.0~3.2mm에서 섭식참여율은 48.6%에 불과하였으나, 척색장 3.2~3.4mm에서는 77.4%, 3.4~3.6mm에서는 80.0%로 높은 비율을 보였다. 척색장 3.6~3.8mm에서 섭식참여율은 53.8%로 감소하였고, 3.8~4.0mm에서는 66.7%, 4.0~5.0mm에서는 37.5%였다.

채집 시간에 따른 섭식참여율을 살펴보면, 오전에 65% 수준을 보였으며, 정오 무렵에 50%까지 감소하였다가 오후에 70%정도로 증가하였다. 오후 3시에 90%로 최대를 보였으며, 저녁에 다시 감소하였다(Fig. 1).

멸치 후기자어의 장에서 관찰된 먹이생물의 종류는 요각류의 난과 nauplius 유생, 유충류의 *Tintinnopsis*, 식물플랑크톤인 *Navicula*, *Fragilaria*, *Pleurosigma* 등이었다(Table 2). 먹이생물의 크기를 보면, 요각류 난의 직경은 67.5 μ m였으며, 요각류 nauplius 유생은 단축 50.0~100.0 μ m, 장축 125.0~225.0 μ m였다. *Tintinnopsis*는 단축 25.0~62.5 μ m, 장축 50.0~67.5 μ m였으며, *Navicula*는 단축 10.0 μ m, 장축 25.0 μ m, *Fragilaria*는 단축

Table 1. Feeding incidence of *Engraulis japonica* larvae captured in Kwangyang Bay, 1990

Size range of NL* (mm)	Number of Guts	
	Examined	Filled
3.0~3.2	37	18 (48.6%)
3.2~3.4	31	24 (77.4%)
3.4~3.6	15	12 (80.0%)
3.6~3.8	13	7 (53.8%)
3.8~4.0	9	6 (66.7%)
4.0~5.0	8	3 (37.5%)
Total	113	70 (61.9%)

* Notochord length

결 과

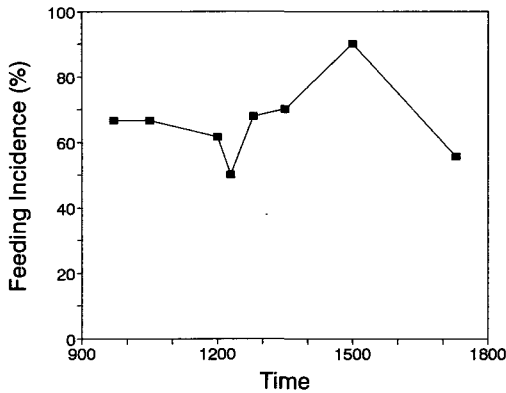


Fig. 1. Variation of feeding incidence of *Engraulis japonica* larvae according to the captured time

7.5 μ m, 장축 10.0 μ m, *Pleurosigma*는 단축 30.0 μ m, 장축 75.0 μ m였다.

요각류 nauplius 유생은 개체수 조성에서 총 먹이생물의 66.2%를 차지하였다(Table 3). 요각류 난은 21.6%를 차지하였으며, *Tintinnopsis*는 5.0%를 차지하였고, 식물플랑크톤인 *Navicula*, *Fragilaria*, *Pleurosigma*는 각각 0.7%로 소량이 관찰되었다. 5.0%는 형태가 불분명하여 동정할 수 없었다.

척색장에 따른 먹이생물의 개체수 조성을 보면, 척색장 3.0~3.2mm 자어의 먹이생물 중에서 요각류 난은 13.6%, 요각류 nauplius 유생은 68.2%였다(Fig. 2). 척색장 3.2~3.8mm의 자어에서 요각류 난의 조성은 25.0~27.3%였고, 요각류 nauplius 유생의 조성은 59.1~66.7%였다. 유충류의 *Tintinnopsis*는 6.0~9.1%를 차지하였다. 식물플랑크톤은 3.2~3.6mm에서 3.0%와 4.5%를 차지하였다. 3.8~5.0mm의 자어에서는 다른 먹이생물은 관찰되지 않고 요각류 nauplius 유생만이 관찰되었다.

먹이생물의 출현율을 보면, 요각류 난은 섭식 자어의 27.1%에서 관찰되었으며, 요각류 nauplius 유생은 80.0%에서 관찰되었다. 유충류의 *Tintinnopsis*는 7.1%에서 관찰되었으며, *Navicula*, *Fragilaria*, *Pleurosigma*는 각각 1.4%의 자어에서 관찰되었다.

요각류 nauplius 유생은 먹이생물의 개체수 조성이 높고 출현율도 높아 상대중요성지수는 5,296.0으로 먹이생물 중 가장 높은 지수를 보여 멸치 후기자어의 먹이로서 가장 중요한 것으로 나타났다. 요각류 난의 상대중요성지수는 585.4이었으며, *Tintinnopsis*의 상대

Table 2. Dimensions of the diet items found in the gut of *Engraulis japonica* larvae in June 1990

Diet items	Short axis (μ m)	Long axis (μ m)
Copepods		
Eggs	67.5	67.5
Nauplii	50.0~87.5	125.0~225.0
Tintinnids		
<i>Tintinnopsis</i>	25.0~62.5	50.0~67.5
Phytoplankton		
<i>Navicula</i>	10.0	25.0
<i>Fragilaria</i>	7.5	10.0
<i>Pleurosigma</i>	30.0	75.0
Unidentifiel	12.5~62.5	12.5~62.5

Table 3. Diet items of *Engraulis japonica* larvae expressed as percent frequency of occurrence (F) in larvae guts, percent of the total number (N) of items in the diet, and the product (N×F) which was taken as an index of relative importance

Diet items	N	F	N×F
Copepods			
Eggs	21.6	27.1	585.4
Nauplii	66.2	80.0	5,296.0
Tintinnids			
<i>Tintinnopsis</i>	5.0	7.1	35.5
Phytoplankton			
<i>Navicula</i>	0.7	1.4	1.0
<i>Fragilaria</i>	0.7	1.4	1.0
<i>Pleurosigma</i>	0.7	1.4	1.0
Unidentified	5.0	7.1	35.5

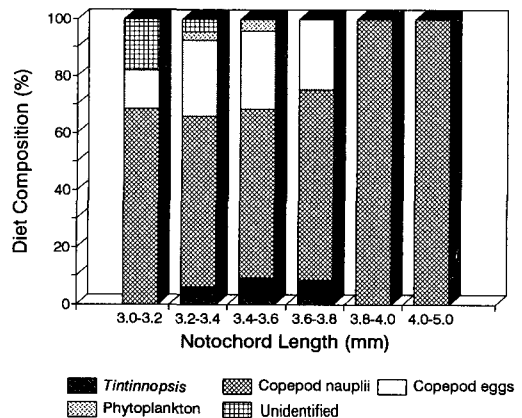


Fig. 2. Diet composition in the gut of *Engraulis japonica* larvae with respect to notochord length

중요성지수는 35.5로 낮은 값을 보여 멸치의 먹이로서 중요도가 낮게 나타났으며, *Navicula*, *Fragilaria*, *Pleurosigma*는 각각 1.0으로 멸치 후기자어의 먹이생물로서 중요하지 않았다.

고 찰

후기자어의 초기인 척색장 3.0~3.2mm의 자어의 섭식참여율은 48.6%로 멸치는 후기자어로 이행하면서 바로 섭식을 시작하는 것으로 나타났다. 그러나 섭식참여율이 낮아 아직 포식 성공률이 낮은 것으로 보인다. 멸치 후기자어의 섭식참여율이 61.9%로 낮고, 먹이생물의 수도 섭식 자어 당 1.2개체로 적게 나타났다. 이는 자어가 섭식을 하지 않았기 때문이 아니라 소화가 이루어졌거나(Ellertsen et al., 1981; Jenkins, 1987), 직선형 장을 가진 멸치의 자치어를 채집, 고정할 때 장내용물을 배설하였거나 토하였기 때문으로 판단된다(Hay, 1981; Yamashita, 1990).

해양 어류의 대부분은 시각 포식자로서 낮 동안에만 섭식이 이루어지며, 달빛이 밝은 경우에도 섭식이 이루어진다(Arthur, 1976). Young and Davis (1990)에 의하면 섭식참여율은 이른 아침과 오후 3시경에 높게 나타났다. 본 연구에서 시간에 따른 섭식참여율은 오전 중에 감소의 경향을 보이다가 오후 3시에 높게 나타났다. 이른 아침에 조사가 이루어지지 않아 알 수 없으나, 이른 아침에도 조사가 이루어졌다면 섭식참여율이 높게 나타났을 것으로 예상된다.

본 연구에서 관찰된 먹이생물의 종류는 요각류의 난과 nauplius 유생, 유충류, 식물플랑크톤 등이었다. Lasker (1975)에 의하면 북미산 멸치인 *Engraulis mordax*는 식물플랑크톤 중에서도 크기가 작은 규조류는 먹지 않고, 주로 직경이 50 μ m인 와편모조류를 먹는다. 본 연구에서도 식물플랑크톤이 소량 관찰되었는데 단축 7.5~30.0 μ m, 장축 10.0~75.0 μ m로 크기가 작아서 멸치가 섭식 과정 중에 식물플랑크톤이 우연히 들어간 것으로 생각되며 양으로 보아도 멸치 후기자어의 먹이로서 중요하지 않았다. 요각류 난과 nauplius 유생은 같은 속의 *E. japonica* (Ochiai and Tanaka, 1986), *E. mordax* (Arthur, 1976), *E. ringens* (Rojas de Mendiola, 1974) 자치어에서도 먹이생물로서 중요한

것으로 나타났으며, 본 연구에서도 요각류 난과 nauplius 유생이 중요한 먹이생물로 나타났다.

먹이생물의 종류에 따라서는 포식이 이루어졌지만 소화속도가 빨라 먹이로서 중요도가 낮게 나타날 우려도 있다. 본 연구에서 주로 출현한 요각류의 난은 난막을 가지고 있으며 유생은 갑각을 가지고 있고, 유충류도 피막(lorica)을 가지고 있기 때문에 장에서 소화되더라도 흔적을 남기는 종류들이었다. 그러나 소화 후에 흔적이 남지 않는 종류는 본 연구에서 먹이생물로 나타나지 않았을 가능성을 배제할 수 없지만 장내용물을 통한 각 먹이생물의 중요도는 실제와 잘 부합될 것으로 판단된다.

어류에 있어서 먹이의 선택은 먹이의 크기, 유영능력, 먹이생물의 색깔과 명확한 관계가 있으며(Govony et al., 1986), 치어는 일반적으로 성장하면서 입의 크기가 커짐에 따라 먹이생물의 크기도 커지고 종류도 선별해서 잡아먹는다(Kim and Zhang, 1994). 본 연구에서 먹이생물의 크기는 모두 먹이를 삼키는데 어려움이 없는 입의 폭의 절반 이하이었다. 본 연구는 척색장 3.0~5.0mm의 후기자어에 대하여 연구되었기 때문에 척색장에 따른 입의 폭의 차이가 크지 않아 먹이생물의 크기 차이는 뚜렷이 나타나지 않았다.

본 연구에서 멸치 후기자어의 장에서 관찰된 먹이생물은 척색장 3.0~3.8mm에 요각류 난과 nauplius 유생, 유충류 등이었으나, 척색장 3.8mm부터 다른 먹이생물은 관찰되지 않고 요각류 nauplius 유생만이 관찰되었다. 이와 같은 결과는 멸치가 성장함에 따라 먹이의 선택성이 생기고(Mitani, 1988), 멸치 후기자어의 장에서 관찰된 가장 중요한 먹이가 요각류 nauplius라는 결과(Ochiai and Tanaka, 1986)와 일치하였다. *E. mordax*에서도 성장함에 따라 요각류 nauplius 유생의 중요도가 증가하였다(Arthur, 1976). 본 연구에서 요각류 nauplius 유생은 80%의 자어가 선호하는 중요한 먹이생물이며, 상대중요성지수도 매우 높아 멸치 후기자어의 먹이로 매우 중요하며 성장함에 따라 먹이 선택성이 증가하여 척색장 3.8mm부터는 요각류 nauplius 유생만을 선택적으로 섭식하는 것으로 나타났다.

멸치 자어의 각 먹이생물에 대한 선택도는 자어가 생육하는 주변 환경에 출현하는 먹이생물의 조성과 장내용물의 조성을 비교함으로써 알 수 있을 것이다.

그런데 광양만에서는 물론 우리 나라 연안역의 미소 동물플랑크톤(microzooplankton)에 대한 조사가 이루어지지 않아 멸치 자어의 각 먹이생물에 대한 선택도를 알 수 없었다. 각 먹이생물에 대한 선택도를 파악하고, 먹이생물의 출현량 변동에 따라 장내용물의 변화를 파악하기 위해서는 앞으로 어류의 초기 먹이생물이 되는 미소동물플랑크톤의 조성 및 출현량에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

요 약

멸치의 초기 먹이생물을 조사하기 위하여 1990년 6월 광양만에서 채집된 멸치의 장내용물을 조사하였다. 멸치는 난황의 흡수를 끝낸 척색장 3.0mm부터 먹이를 먹기 시작하였다. 멸치 자어의 먹이는 요각류의 난과 nauplius 유생, 유충류 등으로 구성되어 있었다. 척색장 3.0~3.8mm의 자어에서는 요각류 난과 요각류 nauplius 유생이 주요 먹이생물이었으나, 척색장 3.8mm 이상에서는 요각류 nauplius 유생만이 관찰되었다.

참 고 문 헌

- Arthur, D. K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California Current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax*, and *Trachurus symmetricus*. Fish. Bull. U.S., 74(3), 517~530.
- Cha, S. S. 1990. Age and growth of anchovy (*Engraulis japonica*) juvenile in the coastal waters of Chonnam, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 23(5), 385~393 (in Korean).
- Cha, S. S. and K. J. Park. 1994. Distribution of the ichthyoplankton in Kwangyang Bay. Korean J. Ichthyol., 6(1), 60~70 (in Korean).
- Cha, S. S., J. M. Yoo and J. M. Kim. 1990. Seasonal variation of the fish larval community in the coastal waters of the Mid-east Yellow Sea. J. Oceanogr. Soc. Kor., 25(2), 96~105 (in Korean).
- Cha, S. S., K. J. Park, J. M. Yoo and Y. U. Kim. 1991. Distribution of ichthyoplankton in the adjacent waters of Wolsong, Korea. Korean J. Ichthyol., 26(1), 47~58 (in Korean).
- Chung, E. Y., I. S. Kim and Y. Choi. 1990. Studies on the food organisms and the distribution patterns of gobiid fishes (Gobiidae) according to the bottom sediments at the intertidal zone of Naecho-do. Mar. Develop. Res. Kunsan Nat'l Univ., 2(1), 19~35 (in Korean).
- Duka, L. A. 1969. Feeding of larvae of the anchovy (*Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov) in the Azov Sea. Trans. Amer. Fish. Soc., 9(2), 223~230.
- Ellertsen, B., P. Solemdal, S. Sunbay, S. Tilseth, T. Westgard and V. Oiestad. 1981. Feeding and vertical distribution of cod larvae in relation to availability of prey organisms. Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 178, 317~319.
- Govony, J. J., P. B. Ortner, F. Al-Yamani and L. C. Hill. 1986. Selective feeding of spot, *Leiostomus xanthurus*, and Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, larvae in the northern Gulf of Mexico. Mar. Ecol. Prog. Ser., 28, 175~183.
- Hay, D. E. 1981. Effects of capture and fixation on gut contents and body size of Pacific herring larvae. Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 178, 395~400.
- Hunter, J. R. 1976. Report of a colloquium on larval fish mortality studies and their relation to fishery research, January, 1975. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRS-395, 1~5.
- Jenkins, G. P. 1987. Comparative diets, prey selection, and predatory impact of co-occurring larvae of two flounder species. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 110, 147~170.
- Kim, C. K. and Y. J. Kang. 1991b. Mathematical approaches related to daily feeding activities of rock trout, *Agrammus agrammus*. Bull. Korean Fish. Soc., 24(5), 315~326 (in Korean).

- Kim, J. M., D. Y. Kim, J. M. Yoo and H. T. Huh. 1985. Food of the larval gunnel, *Enedrias fangi*. Bull. Korean Fish. Soc., 18(5), 484~490 (in Korean).
- Kim, J. Y. and Y. J. Kang. 1992. Spawning ecology of anchovy, *Engraulis japonica*, in the southern waters of Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 25(5), 331~340 (in Korean).
- Kim, J. Y. and Y. M. Choi. 1988. Vertical distribution of anchovy, *Engraulis japonica* eggs and larvae. Bull. Korean Fish. Soc., 21(3), 139~144 (in Korean).
- Kim, S. A. and C. I. Zhang. 1994. Fish Ecology. Seoul Press, Seoul. 273pp. (in Korean).
- Kim, Y. H. and Y. J. Kang. 1991a. Food habits of sand eel, *Ammodytes personatus*. Bull. Korean Fish. Soc. 24(2), 89~98 (in Korean):
- Lasker, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fish. Bull. U.S., 73, 453~462.
- Lasker, R. and J. R. Zweifel. 1978. Growth and survival of first-feeding northern anchovy larvae (*Engraulis mordax*) in patches containing different proportions of large and small prey. In Spatial Pattern in Plankton Communities, ed. J. H. Steele, Plenum, New York. pp. 329~353.
- Lee, T. W. and S. H. Huh. 1989. Early life history of the marine animals, 2. Age, growth and food of *Chaenogobius laevis* (Steindachner) larvae and juveniles. Bull. Korean Fish. Soc., 22(5), 332~341 (in Korean).
- Matsushita, K., M. Shimizu and Y. Nose. 1988. Food density and rate of feeding larvae of anchovy and sardine in patchy distribution. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 54(3), 401~411.
- May, R. C. 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. pp.3-20. In The Early Life History of Fish. ed. Blaxter, J. H. S., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 765pp.
- Mitani, I. 1988. Food habits of Japanese anchovy in the Shirasu fishing ground within Sagami Bay. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 54(11), 1859~1865 (in Japanese).
- Ochiai, A. and M. Tanaka. 1986. Ichthyology (II). Koseisha, Tokyo. 1140pp. (in Japanese).
- Paik E. I. 1969. A study on the food of the goby, *Synechogobius hasta*. Bull. Korean Fish. Soc., 2(1), 47~62 (in Korean).
- Rojas de Mendiola, B. 1974. Food of the larval Anchoveta *Engraulis ringens* J. In The Early Life History of Fish, ed. J. H. S. Blaxter, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 278~285.
- Uotani, I., A. Izuha and K. Asai. 1978. Food habits and selective feeding of anchovy larvae (*Engraulis japonica*). Bull. Jap. Soc. Sic. Fish., 44(5), 427~434 (in Japanese).
- Yamaji, I. 1984. Illustration of the Marine Plankton of Japan. Hoikusa Publ. Tokyo, 537pp. (in Japanese).
- Yamashita, Y. 1990. Defecation of larval Japanese anchovy (*Engraulis japonica*) during net sampling. Bull. Tohoku Nat'l. Fish. Res. Inst., 52, 29~32 (in Japanese).
- Young, J. W. and T. L. O. Davis. 1990. Feeding ecology of larvae of southern bluefin, albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in the eastern Indian Ocean. Mar. Ecol. Pro. Ser., 61, 17~29.

1994년 12월 20일 접수

1995년 5월 6일 수리