

여름철 광양만 소형동물플랑크톤의 출현량과 종조성

차성식 · 박광재*

전남대학교 해양학과 해양연구소, *국립수산진흥원 서해수산연구소

Abundances and Species Composition of Microzooplankton during Summer in Kwangyang Bay, Korea

Seong-Sig CHA and Kwang-Jae PARK*

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

*West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Incheon 400-201, Korea

To study the abundances and species composition of microzooplankton during summer, microzooplankton were sampled fortnightly from 22 May to 3 August in Kwangyang Bay, Korea. The dominant species were *Tintinnopsis* spp. and *Codonellopsis* sp. of tintinnids, and eggs and nauplii of copepods. They occupied 83.8% of the total microzooplankton. The abundance of microzooplankton on 22 May was 374.6 ind./ℓ. It increased to 1,276.0 ind./ℓ and 1,234.9 ind./ℓ in June, and then reduced to 528.2~609.8 ind./ℓ in July and August. The abundances and species composition of microzooplankton were affected by the predation of fish larvae.

Key words: Species composition, Microzooplankton, Kwangyang Bay

서 론

표영 생태계에서 동물플랑크톤은 식물플랑크톤에 의한 1차 생산을 어류에게 연결하는 중요한 역할을 하고 있다. 동물플랑크톤은 크기에 따라 소형동물플랑크톤 (20~200 μm)과 중형동물플랑크톤, 대형동물플랑크톤으로 구분되며 채집방법도 다르다. 대부분의 동물플랑크톤 연구는 망목 200 μm인 네트로 채집되는 중형동물플랑크톤에 대해 이루어지고 있으며, 크기가 작은 소형동물플랑크톤에 대한 연구는 활발한 편이 아니다. 그러나 해양 생태계의 먹이망에서 소형플랑크톤의 역할은 과거에 생각했던 것보다 더 중요함이 밝혀지고 있다 (Beers and Stewart, 1971; Park and Choi, 1997).

어류의 생활사에서 난 (卵)에서 부화된 자어 (仔魚)는 난황의 흡수가 끝나면서 먹이를 먹기 시작한다. 자어는 입의 크기가 작기 때문에 먹이를 선택하는데 있어서 먹이 생물의 크기가 중요한 요인이 된다. 자어는 대부분 소형동물플랑크톤 중에서도 50~100 μm의 먹이를 섭식하는 것으로 알려져 있다 (Arthur, 1977; Houde and Lovdal, 1984). 광양만에서 멸치와 전어 자어의장에서 출현하는 먹이생물의 크기는 단축이 25~100 μm이었으며, 유종섬모충류와 요각류 난과 유생이 대부분을 차지하고 있었다 (Park and Cha, 1995; Park et al., 1996).

어류의 초기 섭식생태를 이해하기 위해서는 자어의 섭식 대상이 되는 소형동물플랑크톤의 종조성과 출현량에 관한 자료가 필요하다. 우리나라에서 소형동물플랑크톤에 대한 연구를 보면, 유종섬모충류에 대한 분류학적 연구와 (Yoo et al., 1988; Yoo and Kim, 1990), 유종섬모충류와 외편모조류의 상관 관계 (Yoo and Lee, 1987; Jeong, 1988)에 대한 연구가 있을 뿐 다른 종류의 소형동물플랑크톤에 대해서는 연구가 이루어지지 않았으며, 소형동물플랑크톤의 종조성 및 출현량에 대한 연구가 아직 이루어지지 않고 있다.

여름철은 광양만에서 자어의 출현량이 매우 높은 시기로 많은 어종이 번식에 참여하는 시기이다 (Cha and Park, 1994). 먹이생물의 종류와 분포는 자어의 성장과 생존에 영향을 미쳐 어류의 자원량을 결정짓는 중요한 요인이 된다 (Hjort, 1926; Cushing, 1975). 그러므로 우리 나라 연안역에서 섭식하는 어류에게 여름철은 다른 계절에 비하여 소형동물플랑크톤의 종류와 출현량이 매우 중요한 시기이다.

본 연구에서는 여름철 광양만에 분포하는 소형동물플랑크톤 조사를 통하여 후기 자어의 먹이생물인 소형동물플랑크톤의 종류와 출현량, 종조성을 알아보고, 자어의 출현량이 소형동물플랑크톤의 출현량과 종조성에 미치는 영향을 알아보며, 자어의 먹이생물에 대한 선택성을 파악하기 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 소형동물플랑크톤은 1995년 5월 22일부터 8월 3일까지 6회에 걸쳐 채집되었다. 시료의 채집은 조류의 영향을 최소화하기 위하여 소조기를 택하여 2주일 간격으로 실시하였다. 조사 정점은 묘도 북쪽에서 5개의 정점을 선택하였다 (Fig. 1). 정점 1은 수심이 1m이었으며, 정점 2는 10m, 정점 3과 4는 20m, 정점 5는 30m로 정점 1에서 정점 5로 갈수록 수심이 증가하였다. 본 조사 해역의 수온과 염분의 분포를 파악하기 위하여 CTD (Otronix, SBE 19)를 사용하여 각 정점에서 수온과 염분을 측정하였다.

소형동물플랑크톤의 채집은 표층과 중층, 저층에서 이루어졌다. 표층은 수심 1m에서, 저층은 바닥에서 1m 수심에서 채집되었고, 중층은 10m 단위로 실시하였다. 소형동물플랑크톤의 채집은 니스킨 채수기를 이용하여 원하는 수층에서 4ℓ의 해수를 채수한 후 망목 50 μm의 망지가 부착된 원추형의 용기를 이용하여 여과한 후, 표본병에 담고 중성 포르말린을 이용하여 3%로 고정하였다.

고정된 시료는 실험실에서 침전시킨 후 상등액을 제거하여 40 ml로 농축하였다. 농축된 시료 1 ml를 취하여 Sedgwick-Rafter counting cell에 넣고 현미경으로 관찰하여 소형동물플랑크톤을 동정하였다. 소형동물플랑크톤은 속수준까지 동정하였으며, 각 분류군별로 계수한 후 ind./l로 환산하였다. 소형동물플랑크톤의 동정에는 Yamaji (1984)와 Yoo et al. (1988), Yoo and Kim (1990)을 참고하였다. 자어의 출현량은 본 연구와 동시에 조사가 이루어진 Park (1999)의 자료를 이용하였다.

결 과

조사기간 동안 광양만에서 측정된 표층 수온은 시간이 경과할수록 증가하는 양상을 보였다 (Fig. 2). 조사가 시작된 5월 22일에는 20.4°C이었으며, 6월과 7월에 계속 증가하여 8월 3일에는 28.0°C까지 상승하였다. 표층 수온은 수심이 얇은 정점에서 높았고 수심이 증가할수록 낮았다. 수직적으로 모든 정점에서 수심이 증가할수록 수온이 감소하는 양상을 보였다.

표층 염분은 5월 22일에 31.7 psu이었으며, 6월에 계속 증가하여 7월 4일에 32.5 psu로 가장 높았다 (Fig. 2). 7월 19일에는 약간 감소하였고, 8월 3일에는 31.1 psu로 조사기간 중 가장 낮았다.

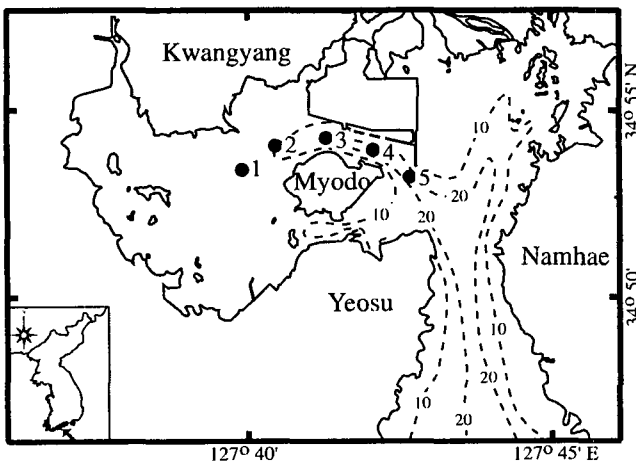


Fig. 1. Map showing the sampling stations.

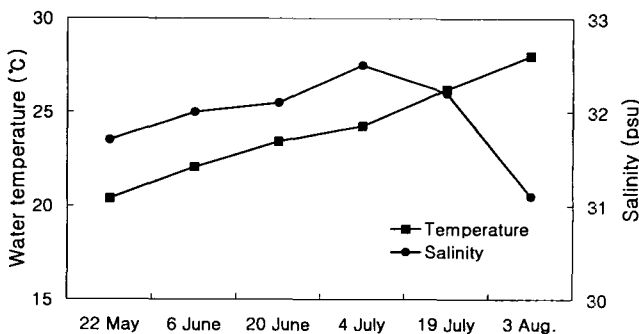


Fig. 2. Variation of surface water temperature and salinity in Kwangyang Bay in 1995.

염분은 수온의 수평·수직 구조와 반대 양상을 보여, 표층 염분은 수심이 얇은 정점에서 낮았고, 수심이 증가할수록 염분이 증가하는 양상을 보였다.

본 연구에서 출현한 소형동물플랑크톤은 15개 분류군으로 구분되었다. 속 수준까지 동정된 종류는 7개 분류군이었으며, 난이나 유생으로 구분된 종류는 7개 분류군이었고, 1.1%는 동정되지 못하였다 (Table 1). 유충섭모충류 (tintinnids)는 전체 소형동물플랑크톤의 60.9%를 차지하였는데, *Leptotintinnus* sp., *Tintinnopsis* spp., *Stenosemella* spp., *Codonellopsis* sp., *Favella* sp.의 5개 속이 출현하였다. 그 중에서 *Tintinnopsis* spp.는 전체의 39.2%, *Codonellopsis* sp.는 16.6%로 조성이 높은 반면, *Stenosemella* spp., *Leptotintinnus* sp., *Favella* sp.는 조성이 낮았다. 요각류는 전체의 28.0%를 차지하였다. 요각류 난은 전체의 5.6%, nauplius 유생은 22.4%를 차지하였다.

이때패류 veliger 유생은 4.2%를 차지하였으며, 미색동물의 *Oikopleura* sp.가 3.2%를 차지하였다. 따개비 nauplius 유생이 0.9%, 극피동물의 유생이 0.8%, 다모류의 유생이 0.4%, 지각류의 *Evadne* sp.이 0.2%, 개의 zoea 유생이 0.1%를 차지하였다. 조사기간 동안 전체 소형동물플랑크톤 중에서 5% 이상을 차지하는 우점종은 *Tintinnopsis* spp., *Codonellopsis* sp., 요각류 난과 nauplius 유생으로 전체 소형동물플랑크톤의 83.8%를 차지하였다.

조사기간 동안 소형동물플랑크톤은 평균 762.4 ind./l의 출현량을 보였다. 조사가 시작된 5월 22일에 374.6 ind./l가 출현하였다 (Fig. 3). 6월 6일과 20일에는 1,276.0 ind./l와 1,234.9 ind./l의 높은 출현량을 보였다. 7월 4일부터는 감소하여 8월 3일까지 528.2~609.8 ind./l의 출현량을 보였다.

채집시기에 따른 우점종과 그 출현량을 보면 (Table 1), 5월 22일에 *Tintinnopsis* spp.는 166.8 ind./l가 출현하여 44.5%를 차지하였으며, *Stenosemella* spp.는 67.2 ind./l가 출현하여 17.9%를 차지하였다. 요각류 nauplius 유생은 54.6 ind./l가 출현하여 14.6%를 차지하였으며, *Codonellopsis* sp.는 39.8 ind./l가 출현하여 10.6%를 차지하였다. 나머지 7개 분류군은 소량이 출현하였다.

6월 6일에 *Tintinnopsis* spp.는 870.3 ind./l가 출현하여 68.2%를 차지하였다. 요각류 nauplius 유생은 138.8 ind./l가 출현하여 10.9%를 차지하였다. *Oikopleura* sp.는 90.7 ind./l가 출현하여 7.1%를

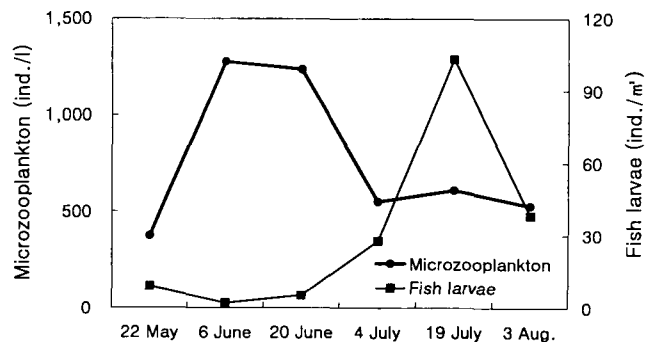


Fig. 3. Variation of abundances of microzooplankton and fish larvae in Kwangyang Bay.

Table 1. Abundances of microzooplankton in Kwangyang Bay in 1995 (ind./ℓ)

Taxa	22 May	6 June	20 June	4 July	19 July	3 Aug.	Mean	Dominance
Tintinnids								
<i>Leprotintinnus</i> sp.	17.5	4.2	49.8	4.2	6.2	5.0	14.5	1.9%
<i>Tintinnopsis</i> spp.	166.8	870.3	265.0	135.8	281.5	75.5	299.2	39.2%
<i>Stenosemella</i> spp.	67.2	2.7		6.7	20.3	9.0	17.7	2.3%
<i>Codonellopsis</i> sp.	39.8	52.7	595.0	33.0	7.0	34.0	126.9	16.6%
<i>Favella</i> sp.		8.3		33.5		1.2	7.2	0.9%
Polychaete larvae	5.2	0.8	3.8	4.8	0.7	4.7	3.3	0.4%
Cladocerans								
<i>Evadne</i> sp.						11.2	1.9	0.2%
Copepods								
eggs	3.3	48.9	25.7	36.7	32.3	110.8	43.0	5.6%
nauplii	54.6	138.8	175.5	236.9	172.1	251.3	171.4	22.4%
Barnacle nauplii	7.9	11.8	3.3	12.7	2.7	0.7	6.5	0.9%
Decapods								
Crab zoea	2.5						0.4	0.1%
Bivalve veligers	6.9	37.8	74.3	29.3	21.7	21.8	32.0	4.2%
Echinoderm larvae		9.0	14.3	9.7	2.0	0.5	5.9	0.8%
Urochordates								
<i>Oikopleura</i> sp.	2.9	90.7	28.2	7.7	12.8	3.5	24.3	3.2%
Unidentified					50.5		8.4	1.1%
Total	374.6	1,276.0	1,234.9	551.0	609.8	528.2	762.4	100.0%

차지하였다. *Codonellopsis* sp.는 52.7 ind./ℓ가 출현하여 4.2%를 차지하였으며, 이때패류 veliger 유생은 48.9 ind./ℓ가 출현하여 3.0%를 차지하였다.

6월 20일에는 *Codonellopsis* sp.가 595.0 ind./ℓ가 출현하여 47.2%를 차지하였으며, *Tintinnopsis* spp.는 265.0 ind./ℓ가 출현하여 21.0%를 차지하였다. 요각류 nauplius 유생은 149.5 ind./ℓ가 출현하여 11.8%를 차지하였다. 이때패류 veliger 유생은 74.3 ind./ℓ가 출현하여 5.9%를 차지하였으며, *Leprotintinnus* sp.는 49.8 ind./ℓ가 출현하여 3.9%를 차지하였다.

7월 4일에는 요각류 nauplius 유생이 236.9 ind./ℓ가 출현하여 38.4%를 차지하였다. *Tintinnopsis* spp.는 135.8 ind./ℓ가 출현하여 22.1%를 차지하였다. 요각류 난은 36.7 ind./ℓ가 출현하여 6.0%를 차지하였다. *Favella* sp.는 33.5 ind./ℓ가 출현하여, 5.4%를 차지하였다. *Codonellopsis* sp.는 33.0 ind./ℓ로 감소하여 5.4%를 차지하였다. 이때패류 veliger 유생은 29.3 ind./ℓ가 출현하여 4.8%를 차지하였다.

7월 19일에는 *Tintinnopsis* spp.가 281.5 ind./ℓ가 출현하여 41.9%를 차지하였다. 요각류 nauplius 유생은 147.8 ind./ℓ가 출현하여 22.0%를 차지하였으며, 요각류 난은 32.3 ind./ℓ가 출현하여 4.8%를 차지하였다.

8월 3일에는 요각류 nauplius 유생이 251.3 ind./ℓ가 출현하여 45.4%를 차지하였으며, 요각류 난은 110.8 ind./ℓ가 출현하여 20.1%를 차지하였다. *Tintinnopsis* spp.는 75.5 ind./ℓ가 출현하여 13.7%를 차지하였으며, *Codonellopsis* sp.는 34.0 ind./ℓ가 출현하여 6.2%를 차지하였다. 이때패류 veliger 유생은 21.8 ind./ℓ가 출현하여 4.0%를 차지하였다.

Tintinnopsis spp.는 조사기간 동안 평균 299.2 ind./ℓ가 출현하여 전체 소형동물플랑크톤 출현량의 39.2%를 차지하였는데, 5월 22일에 166.8 ind./ℓ가 출현하였으며, 6월 6일에는 870.3 ind./ℓ로 급격히 증가하여 조사기간 중 가장 많은 출현량을 보였다 (Fig. 4). 6월 20일부터 7월 19일 사이에 135.8~281.5 ind./ℓ의 출현량을 보였고, 8월 3일에는 75.5 ind./ℓ로 감소하여 조사기간 중 가장 적은 출현량을 보였다. *Codonellopsis* sp.는 평균 12.6 ind./ℓ가 출현하여 전체 출현량의 16.6%를 차지하였는데, 5월 22일에 39.8 ind./ℓ이 출현하였으며, 6월 6일에는 52.7 ind./ℓ로 약간 증가하였다. 6월 20일에는 595.0 ind./ℓ로 급격히 증가하여 조사기간 중 가장 많은 출현량을 보였다. 7월 4일에는 33.0 ind./ℓ로 감소하였으며, 7월 19일에는 7.0 ind./ℓ로 더욱 감소하여 조사기간 중 가장 적었다. 8월 3일에는 34.0 ind./ℓ로 약간 증가하였다.

요각류 nauplius 유생은 평균 171.4 ind./ℓ가 출현하여 전체 출현량의 22.4%를 차지하였는데, 5월 22일의 출현량은 54.6 ind./ℓ로 조사기간 중 가장 적었다. 6월 6일에는 138.8 ind./ℓ로 증가하였으며, 6월 20일에는 175.5 ind./ℓ로, 7월 4일에는 236.9 ind./ℓ로 증가하였다. 7월 19일에는 172.1 ind./ℓ로 약간 감소하였으나, 8월 3일에는 251.3 ind./ℓ까지 증가하여 조사기간 중 가장 많은 출현량을 보였다.

요각류 난은 평균 43.0 ind./ℓ가 출현하여 전체 출현량의 5.6%를 차지하였는데, 5월 22일의 출현량은 3.3 ind./ℓ으로 조사기간 중 가장 적었으며, 6월 6일부터 7월 19일 사이에는 25.7~48.9 ind./ℓ의 출현량을 보였다. 8월 3일에는 110.8 ind./ℓ로 조사기간 중 가장 많은 출현량을 보였다.

우점종의 출현량 변동을 보면, *Tintinnopsis* spp.와 *Codonellop-*

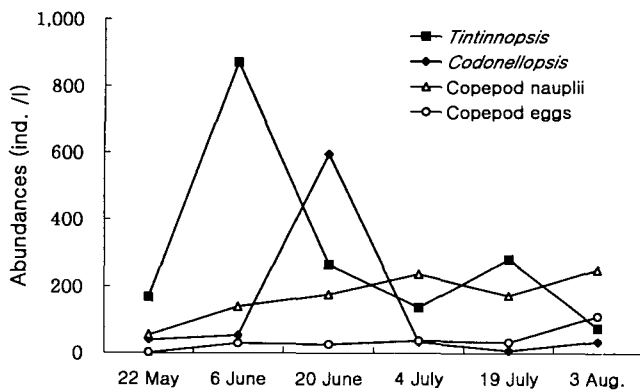


Fig. 4. Variation of abundances of 4 major taxa of microzooplankton in Kwangyang Bay.

sis sp.는 조사시기에 따라 출현량의 변화가 컸다. 그러나 요각류 난과 nauplius 유생은 조사시기에 따른 출현량 변동이 크지 않고, 시간이 경과하여 수온이 상승할수록 출현량이 증가하는 경향을 보였다.

고 찰

본 연구에서 소형동물플랑크톤은 유충섬모충류가 60.9%를 차지하였으며, 요각류가 28.0%를 차지하여 2개의 분류군이 전체 소형동물플랑크톤의 88.9%를 차지하였다. 열대 태평양에서도 망목 35 μm ~103 μm 범위에서 채집된 동물플랑크톤은 유충섬모충류와 요각류 nauplius 유생이 가장 중요한 분류군이었으며 (Beers and Stewart, 1971), 아열대의 대서양 연안역에서도 유충섬모충류와 요각류 nauplius 유생이 가장 중요한 분류군이었다 (Houde and Lovdal, 1984).

定期性 플랑크톤 (meroplankton)은 채집시기에 따라 출현량이 매우 크게 나타날 수 있다. Australia의 Port Phillip Bay (38°S)에서 겨울철인 7월과 8월에 이매패류 veliger 유생이 37.2%를 차지하였고, 유충섬모충류와 요각류 nauplius 유생은 전체 소형동물플랑크톤의 14.1%와 21.3%를 차지하였다 (Jenkins, 1987). 이매패류 veliger 유생은 이매패류의 번식시기에 따라 대량 출현하기 때문에 veliger 유생을 제외하면, 전 세계 해양에서 유충섬모충류와 요각류 nauplius 유생은 소형동물플랑크톤의 중요한 부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 유충섬모충류는 6월 6일과 6월 20일에 938.2 ind./l와 909.8 ind./l로 출현량이 많았으며, 다른 채집시기에는 124.7~315.0 ind./l이었다. 천수만에서는 1년 동안 34종의 유충섬모충류가 출현하였으며, 3월과 6월에 각각 2,485 ind./l와 1,404 ind./l로 두 번의 피크를 보였고, 5월과 8월의 출현량은 106 ind./l과 140 ind./l이었다 (Jeong, 1988). 천수만에서 유충섬모충류의 출현량은 3월을 제외하면, 본 연구와 비슷한 수준을 보이고 있는 것으로 나타났다. 3월에 유충섬모충류의 출현량이 높았던 것은 3월에는 번식하는 어류가 별로 없기 때문에 자어에 의한 포식 압력이 없기 때문으로 판단된다.

유충섬모충류는 수온이 높은 봄과 여름에 출현량이 높으며 (Hargraves, 1981), 이 시기에 낮이 길고, 먹이의 공급이 많으며, 포식자의 출현량도 높다 (Hargraves, 1981; Sanders, 1987). 미국의 Maine estuary (44°N)에서는 5월부터 9월 사이에 101~5,000 ind./l로 출현량이 비교적 많았다 (Sanders, 1987).

유충섬모충류는 단세포 생물로 이분법에 의하여 번식하기 때문에 세대 기간이 짧은 특성을 가지고 있다. *Tintinnopsis beroidea*의 경우 세대시간은 12.5°C에서 19.2~26.4시간이었으며 (Gold and Pollinger, 1971), 18°C에서는 17.5시간이었다 (Heinbokel, 1978). 본 연구에서 *Tintinnopsis* spp.와 *Codonellopsis* sp.의 출현량이 급격히 증가한 것은 유충섬모충류가 이분법으로 번식하기 때문에 번식에 적합한 환경에서 개체수가 빠른 속도로 증가하였기 때문으로 판단된다.

요각류 nauplius 유생은 외양에서 13~40 ind./l이며, 연안역의 반폐쇄적인 환경에서는 200 ind./l를 초과할 수 있다 (Lasker, 1981). 요각류 nauplius 유생은 일본의 Funaka Bay에서 (42°N) 수심 15 m에서 2월에 평균 3.2 ind./l이었으며, 3월말에 평균 16.4 ind./l로 증가하여 수온이 증가함에 따라 nauplius 유생의 출현량이 증가하였다 (Nakatani, 1991). 본 연구에서도 요각류 nauplius 유생의 출현량은 5월에 적었으나, 수온이 상승하면서 증가하여 8월 3일에 251.3 ind./l로 최대의 출현량을 보였다.

소형동물플랑크톤의 출현량은 자어의 출현량과 음의 상관관계를 보이고 있다 (Fig. 3). 자어는 5월 22일부터 6월 20일 사이에 2,141~9,019 ind./1,000 m³의 출현량을 보였으며, 7월 4일에는 27,792 ind./1,000 m³로 증가하였고, 7월 19일에는 103,038 ind./1,000 m³에 이른 후, 8월 3일에는 38,217 ind./1,000 m³의 출현량을 보였다 (Park, 1999). 소형동물플랑크톤은 수온이 20.4°C이었던 5월 22일에는 출현량이 낮았으나, 수온이 상승함에 따라 출현량이 증가하였다. 그러나 자어의 출현량이 증가하면서 소형동물플랑크톤의 출현량이 감소하는 현상을 보였다. 이것은 소형동물플랑크톤 출현량이 자어의 포식의 영향을 받기 때문으로 판단된다.

유충섬모충류 중에서 우점종이며 자어의 장내용물에서 출현하는 *Tintinnopsis* spp.와 *Codonellopsis* sp.는 출현량 변동이 심하였다. *Tintinnopsis* spp.는 6월 6일에 절정을 이룬 후 감소하였고, *Codonellopsis* sp.는 6월 20일에 절정을 이룬 후 감소하였다. 반면에 요각류 난과 nauplius 유생은 출현량이 계속 증가하는 양상을 보였다.

요각류 난과 nauplius 유생은 요각류의 산란과 난의 부화에 의하여 나타난다. 요각류의 산란은 수온이 상승함에 따라 증가하기 때문에 요각류 난과 nauplius 유생의 공급은 여름이 되면서 계속 증가할 것이다. 그러나 요각류 난과 nauplius 유생은 멸치와 전어를 비롯한 여러 가지 어류에서 초기 먹이 생물로 이용되기 때문에 (Park and Cha, 1995; Park et al., 1996), 자어의 출현량은 요각류 난과 nauplius 유생의 출현량 증가를 제한하는 요인이 될 것이다.

유충섬모충류도 어류에 의한 포식에 의하여 출현량이 제한될 수 있다. 유충섬모충류의 포식자는 요각류 (Robertson, 1983)를 비롯하여 어류의 자어 (Arthur, 1976; Govoni et al., 1983; van der Meeren, 1993; Park and Cha, 1995; Park et al., 1996)와 다른 유

종섬모충류 (Robertson, 1983) 등으로 이들은 유종섬모충류의 출현량과 종조성을 변화시킬 수 있다.

Tintinnopsis spp.는 6월 6일에 절정을 보인 후 감소하였는데 주둥치 자어의 출현량이 증가하면서 감소하는 현상을 보이고 있다 (Fig. 5). *Tintinnopsis* spp.는 주로 주둥치에 의하여 포식되는데 (Park, 1999), *Tintinnopsis* spp.의 감소는 주둥치의 자어가 *Tintinnopsis* spp.를 포식하였기 때문으로 판단된다.

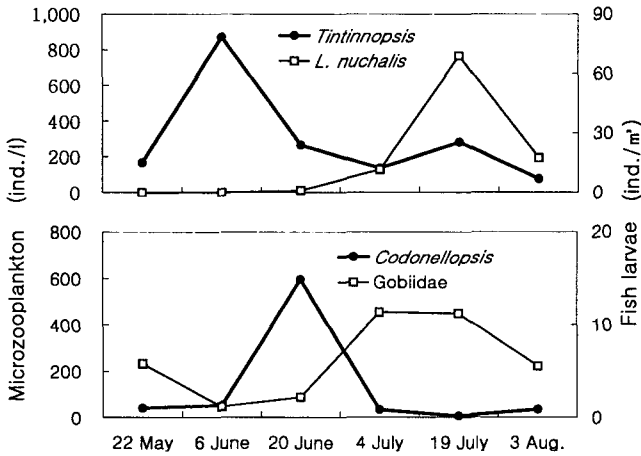


Fig. 5. Variation of abundances of prey and predator in Kwangyang Bay.

Codonellopsis sp.의 출현량은 6월 20일에 최대를 보였으나 7월 4일부터는 출현량이 낮았다. *Codonellopsis* sp.는 망둥어류, 전어, 보구치의 자어에 의해 포식되는데 (Park, 1999), 7월 4일 이후에 망둥어류 자어의 출현량이 10,000 ind./1,000 m³ 이상의 높은 출현량을 보이고 있기 때문에 (Fig. 5), 7월 4일부터는 *Codonellopsis* sp.가 망둥어류 자어의 포식에 의하여 출현량이 낮아진 것으로 판단된다.

멸치, 전어, 보구치 자어의 장내용물에서 관찰된 소형동물플랑크톤은 *Tintinnopsis* spp., *Codonellopsis* sp., 요각류 난과 nauplius 유생 (Park and Cha, 1995; Park et al., 1996; Cha and Park, in press)으로 소형동물플랑크톤 중에서 우점하는 종류이었다. 이 매패류 veliger 유생, *Oikopleura* sp., *Stenosemella* spp., *Leprotintinnus* sp.는 각각 전체 소형동물플랑크톤 중에서 1% 이상의 조성을 보이고 있지만 자어의 장내용물에서 전혀 관찰되지 않았다.

대서양의 아열대 연안역에서 veliger의 조성은 1% 이하이었으나, 조사된 12종의 어류 중에서 10종의 장에서 veliger가 출현하였으며 평균 11.8% 조성을 보였다 (Houde and Lovdal, 1984). Australia의 Port Phillip Bay에서 넙치류인 *Rhombosolea tapirina*와 *Ammotretis rostratus*의 가장 중요한 먹이 생물은 veliger 유생이었다 (Jenkins, 1987). 이매패류 veliger 유생은 경우에 따라 어류 자어의 중요한 먹이생물이 되기도 하지만, 본 연구에서는 이매패류 veliger 유생이 전체 소형동물플랑크톤의 4.2%를 차지함에도 불구하고 자어의 장내용물에서는 전혀 관찰되지 않아 veliger 유생이 자어의 포식 압력을 받고 있지 않는 것으로 나타났다.

Oikopleura sp.와 *Leprotintinnus* sp.는 체장이 길기 때문에 자어가 섭식하기에 곤란한 것으로 생각된다. *Stenosemella* spp.는 크기와 모양에서는 먹이생물로서 적당할 것으로 생각되지만, 자어의 장내용물에서 출현하지 않았다. 그러므로 *Stenosemella* spp.의 출현량 감소는 어류 이외의 다른 생물에 의한 포식에 의하여 일어난 것일 가능성이 높다고 판단된다.

광양만에서 여름철에 소형동물플랑크톤은 *Tintinnopsis* spp.와 *Codonellopsis* sp., 요각류 난과 nauplius 유생이 우점하였다. 수온이 상승하면서 증가하던 소형동물플랑크톤의 출현량은 자어의 출현량이 증가함에 따라 감소하였다. 요각류 난과 nauplius 유생은 멸치와 전어를 비롯한 여러 가지 어종의 자어가 선호하는 먹이지만 자어의 출현량이 증가함에도 불구하고 출현량이 증가하는 양상을 보였다. *Tintinnopsis* spp.는 주둥치 자어의 출현량이 증가함에 따라 출현량이 감소하였고, *Codonellopsis* sp.는 망둥어류의 자어의 출현량이 증가함에 따라 출현량이 감소하였다. 따라서 여름철 광양만에서 소형동물플랑크톤의 출현량과 종조성은 자어에 의한 포식의 영향을 받는 것으로 나타났다.

요 약

광양만에서 여름철 자어의 먹이생물이 되는 소형동물플랑크톤의 출현량과 종조성을 연구하기 위하여 1995년 5월 22일부터 8월 3일까지 2주 간격으로 조사하였다.

우점종은 유종섬모충류의 *Tintinnopsis* spp., *Codonellopsis* sp., 요각류의 난과 nauplius 유생으로 전체 소형동물플랑크톤의 83.8%를 차지하였다. 소형동물플랑크톤은 조사가 시작된 5월 22일에 374.6 ind./l가 출현하였다. 6월에는 1,276.0 ind./l와 1,234.9 ind./l로 증가하였다가, 7월과 8월에는 528.2~609.8 ind./l로 감소하였다. 소형동물플랑크톤의 출현량과 종조성은 자어에 의한 포식의 영향을 받는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 연구는 1997년도 교육부 기초과학육성연구비의 지원 (BSRI-97-5416)에 의한 것입니다. 본 연구를 위한 채집과정에 협조하여 주신 전남대 해양학과 김지영, 전송미님께 감사드립니다.

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, 517~530.
 Beers, J.R. and Stewart, G.L. 1971. Microzooplankters in the plankton communities of the waters of the eastern tropical Pacific. Deep Sea Research, 18, 861~883.
 Cha, S.S. and K.J. Park. 1994. Distribution of the ichthyoplankton in Kwangyang Bay. Korean J. Ichthyol., 6, 60~70 (in Korean).

- Cha, S.S. and K.J. Park. (in press). Feeding selectivity of postlarval white croaker (*Argyrosomus argentatus*) in Kwangyang Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc. (in Korean).
- Cushing, D.H. 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press. 278pp.
- Gold, K. and U. Pollinger. 1971. Microgamete formation and growth rate of *Tintinnopsis beroidea*. Mar. Biol., 11, 324~329.
- Govoni, J.J., Hoss, D.E. Chester, A.J. 1983. Comparative feeding of three species of larval fishes in the northern Gulf of Mexico: *Brevoortia patronus*, *Leiostomus xanthurus*, and *Micropogonias undulatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 13, 189~199.
- Hargraves, P.E. 1981. Seasonal variations of tintinnids (Ciliophora; Oligotrichida) in Naragansett Bay. Rhode Island. USA. J. Plankton Res., 13, 81~91.
- Heinbokel, J.F. 1978. Studies on the functional role of tintinnids in the Southern California Bight. I. Grazing and growth rates in laboratory cultures. Mar. Biol., 47, 177~189.
- Hjort, J. 1926. Fluctuations in the year classes of important food fishes. J. Cons. Int. Explor. Mer., 1, 5~38.
- Houde, E.D. and J.A. Lovdal. 1984. Seasonality of occurrence, foods and food preferences of ichthyoplankton in Biscayne Bay, Florida. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 18, 403~419.
- 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.
- Jeong, H.J. 1988. An ecological study on marine tintinnids (ciliated protozoa; Order Tintinnida) in Chonsu Bay, Korea. MS thesis, Seoul Nat'l University, 60pp.
- Nakatani, T. 1991. Copepod nauplii as food of walleye pollock larvae (Pisces: Gadidae) in Funka Bay, Japan. Bull. Plankton Soc. Jap. Spec., 1991, 515~525.
- Lasker, R. 1981. Marine fish larvae. Washington Univ. U.S., 131pp.
- Park, G.S. and J.K. Choi. 1997. Microzooplankton assemblages: Their distribution, trophic role and relationship to the environmental variables. J. Korean Soc. Ocean., 32, 145~155.
- Park, K.J. 1999. Species composition of the ichthyoplankton and feeding ecology of early stage in Kwangyang Bay, Korea. Ph.D. Thesis, Chonnam Nat'l Univ. 131pp.
- Park, K.J. and S.S. Cha. 1995. Food organisms of postlarvae of Japanese anchovy (*Engraulis japonica*) in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 28, 247~252 (in Korean).
- Park, K.J., S.S. Cha and S.H. Huh. 1996. Food organisms of postlarval shad (*Konosirus punctatus*) in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 29, 450~455 (in Korean).
- Roberston, J.R. 1983. Predation by estuarine zooplankton on tintinnid ciliates. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 16, 27~36.
- Sanders, R.W. 1987. Tintinnids and other microzooplankton-seasonal distribution and relationships to resources and hydrography in a Maine estuary. J. Plankton Res., 9, 65~77.
- van der Meer, T. 1993. How does cod (*Gadus morhua*) cope with variability in feeding conditions during early larval stages? Mar. Biol., 116, 637~647.
- Yamaji, I. 1984. Illustration of the marine plankton of Japan. Hoikusa Publ. Tokyo, 537pp (in Japanese).
- Yoo, K.I. and J.B. Lee. 1987. On the trophic correlation between tintinnids and dinoflagellates in Masan Bay, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 20, 230~236.
- Yoo, K.I. and Y.O. Kim. 1990. Taxonomical studies on tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korean coastal waters. 2. Yongil Bay. Korean J. Syst. Zool., 6, 87~122.
- Yoo, K.I., Y.O. Kim and D.Y. Kim. 1988. Taxonomical studies on tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korean coastal waters. 1. Chinhae Bay. Korean J. Syst. Zool., 4, 67~90.

2000년 5월 27일 접수

2000년 7월 26일 수리