

# 가을-겨울철 황해 북부의 동물플랑크톤 시공분포 특성

임동현\* · 윤원득\*\* · 양준용\*\* · 이 윤\*\*

\*, \*\* 서해수산연구소, 국립수산과학원

## The Spatio-temporal Distribution of Zooplankton Communities in the Northern Yellow Sea During Autumn and Winter

Dong-Hyun Lim\* · Won-Duk Yoon\*\* · Joon-Yong Yang\*\* · Yoon Lee\*\*

\* West Sea Fisheries Research Institute, Incheon, 400-420, Korea

\*\* National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-705, Korea

**요 약 :** 본 연구는 우리나라와 중국 간의 황해 환경에 대한 조사 필요성에 의하여 공동으로 수행한 결과 중 일부이다. 계절에 따른 황해 동물플랑크톤 군집의 변동을 보기 위하여 1998년부터 2003년까지 6년에 걸쳐 매년 1회 3개 선 24개 정점에서 동물플랑크톤을 채집하였다. 채집된 동물플랑크톤 시료는 일정 비율로 분할 후 생물량을 측정하였으며, 1998, 2000, 2002년 등 3개년에 걸쳐 주요 분류군의 경우 종수준까지 동정하였고, 1999, 2001, 2003년 등 3개년은 주요 분류군 수준까지 동정하였다. 이러한 결과에서 황해 동물플랑크톤 군집의 계절적 분포 변동에 따른 특성을 파악하였다. 조사시기에 따른 공간적 분포 양상에 있어 반복성은 나타나지 않았다. 가장 중요 분류군인 요각류의 경우 한국측 해역에서 높은 분포를 보였으며, 모악류의 경우 중국측 해역에서 높았다. 현 결과에서 조사시기 동안 황해를 대표하는 요각류는 *Calanus sinicus*, *Paracalanus parvus* s.l., *Oithona atlantica*, *Corycaeus affinis* 등 4종으로 이들 종의 밀도 변화가 수산자원의 양에 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인으로 생각할 수 있다.

**핵심어 :** 황해, 동물플랑크톤, 계절변동, 생물량, 요각류

**Abstract :** The joint cruises of six times between Korea and China were carried out for a better understanding of the environmental and oceanographical characteristics of the Yellow Sea for 6 years from 1998 to 2003. Zooplankton samples were collected one time per year at 24 stations on 3 lines of the Yellow Sea. The aim of this study is to understand the seasonal fluctuation of zooplankton community in the Yellow Sea. There is no trend on the spatio-temporal distribution of zooplankton. Copepoda, the major taxon of the Yellow Sea, was high in distribution in the eastern part and Chaetognatha in the western part of the Yellow Sea. In this results, the dominant copepods were *Calanus sinicus*, *Paracalanus parvus* s.l., *Oithona atlantica*, and *Corycaeus affinis* during the study periods. The density fluctuation of these dominant species may be an important factor in determining the fisheries resource of the Yellow Sea.

**Key Words :** The Yellow Sea, Zooplankton, Seasonal fluctuation, Biomass, Copepoda

### 1. 서 론

황해는 중국대륙과 한반도에 의해서 둘러싸여 있는 반폐쇄적 해역으로, 한국과 중국, 북한 등 3개국이 접해 있다. 북쪽으로는 발해와 연결되어 있으며, 남쪽은 제주도와 중국의 상해(양자강 하구의 남단)를 잇는 선에 의해 동중국해와 경계되어 있다. 황해의 평균 수심은 44m이며, 60~80m의 비교적 깊은 해역은 황해의 중심에서 우리나라 쪽에 치우쳐져 남북으로 길게 뻗어 있으며, 양 가장자리는 육지를 향하여 서서히 알아지는 형태

이다(이, 1992).

황해의 연안인 한국의 서해안과 중국의 동해안은 대도시와 대규모의 산업 단지, 농지, 축산농가 등이 밀집되어 있어 여기에서 배출되는 생활하수, 산업폐수, 농업용 살충제, 축산 분뇨 등의 육상 기원 오염원에 심각하게 노출되어 있는 상황이다.

황해는 많은 수산 자원의 산란장 및 회유지로 잘 알려져 있으며, 이러한 이유로 이들의 먹이생물인 동물플랑크톤 전반에 대한 연구는 가장 기본이 되는 동시에 필수적이라고 할 수 있다(임 등, 2003). 우리나라에서 황해의 동물플랑크톤 연구로는 많은 연구(노, 1982; Shim and Park, 1982; 김과 허, 1983; 김, 1987; 심 등, 1988; Park, 1990; Shim and Yun, 1990; 강과 이, 1991; 서 등, 1991; Park et al, 1991; 박 등 1992; 황과 최, 1993; 명 등, 1994; Kim and Lee, 1994; 임, 1995; Shim and Choi,

\* 대표저자 : oithona@nfrdi.go.kr 032-745-0652  
\*\* 공동저자 : wdyoon@nfrdi.go.kr 051-720-2243  
\*\* 공동저자 : yangjy@nfrdi.go.kr 051-720-2223  
\*\* 공동저자 : yoonlee@nfrdi.go.kr 051-720-2200

1996; 임 등, 2003)가 수행되었으나, 대부분 황해의 한국측 일부 해역에서 수행된 결과이며, 그 중 Kim(1985), 김(1987), 강과 이(1991), 임(1995) 및 임 등(2003)만이 그나마 황해의 한국측 전체 해역에 대한 연구를 수행하고 있을 뿐이다. 특히 임 등(2003)의 결과는 비슷한 시기에 황해의 한국측 해역만을 대상으로 수행되었다는 점에서 현 연구와 좋은 비교가 될 수 있을 것으로 생각된다. 현 연구는 한국측과 중국측 모두를 동시에 포함하는 전체 황해 해역에 대한 결과로서 매우 중요한 가치가 있다고 볼 수 있다.

현 조사 결과는 “한·중 황해환경공동조사”의 일부이며, 이 연구는 1993년 11월 한·중 환경협력에 기초하여 1995년 5월 한·중 환경협력공동위원회에서 채택된 이후 1997년부터 현재까지 매년 1회씩 한국과 중국이 황해에 대한 공동 조사와 분석을 격년별로 주관하여 실시하고 있다(허 등, 2009). 현 연구는 1997년부터 2008년까지 총 12 차례 수행된 조사 중에서 1998년부터 2003년까지의 동물플랑크톤 자료를 분석한 결과로, 연구의 목적은 황해 전반에 걸친 동물플랑크톤의 시공분포 및 우점분류군 조성 및 분포의 변동을 파악하기 위한 것이다.

## 2. 재료 및 방법

조사시기는 일정하지 않았으나 주로 가을이나 겨울에 수행되었다(Table 1). 동물플랑크톤은 총 3개 선, 24개 정점에서 채집하였으며(Fig. 1), 직경 45cm, 망목 330 $\mu$ m의 NORPAC 네트를 사용하여 각 정점의 수심에 따라 바닥까지 네트를 내린 후 수직으로 초당 0.5m의 속도로 끌어 올렸다. 네트는 끌어 올린 후 잔류물이 남아있지 않도록 3회 이상 세척하여 시료를 시료병에 옮겼고 Sodium Borate로 중화한 포르말린 원액을 넣어 시료와의 최종농도가 5%가 되도록 현장에서 즉시 고정하였다.

시료는 실험실에서 Motoda식 분할기를 사용하여 분할하였으며, 양이 적은 시료의 경우는 4분할, 양이 많은 시료는 8~16분할까지 나누었다. 분할한 시료의 일부(1/4~1/16)는 습중량에 측정에 이용하였고, 나머지 시료(3/4~15/16)의 경우 분류군 수준 또는 종 수준의 동정에 사용한 후 보관하였다.

습중량은 60 $^{\circ}$ C에서 24시간 동안 건조한 GF/C(Whatman,  $\phi$  47mm) 필터를 각각의 무게를 측정된 후 사용하였으며, 핸드펌프를 사용하여 여과시 큰 압력이 걸리지 않도록 조절하며 시료를 여과하였다. 동물플랑크톤 시료 사이의 간극수가 어느 정도 남아있는 상태에서 핸드펌프에 걸린 압력을 제거하고 여과한 필터를 흡습지 위에 1분 동안 건조시켜 남아있는 수분을 제거하였다. 필터는 정밀저울을 사용하여 0.1mg 단위까지 측정하였고, 측정치에서 앞서 측정된 여과지의 무게를 뺀 값을 습중량으로 환산하였다.

동물플랑크톤은 요각류와 지각류 등의 우점 분류군에 대해서는 종수준까지 동정하였으며, 그 외의 분류군에 대해서는 목수준까지 동정하였다. 동물플랑크톤의 동정에는 실체현미경(Leica, MZ12)과 광학현미경(Leica, DMRE)를 사용하였다. 동

정 및 계수에는 개량한 Bogorov chamber를 사용하였으며, 우점종의 개체가 100개체 이상이 되도록 시료의 양에 따라 적당량을 분할하여 사용하였다.

Table 1. Cruise period for the zooplankton investigation

Cruise	Period	Nation	Ship
2 <sup>nd</sup>	1998.10.31~1998.11.09	Korea	Tamgu 8
3 <sup>rd</sup>	1999.11.18~1999.11.22	China	Zhejianghuanjian
4 <sup>th</sup>	2000.12.30~2001.01.18	Korea	Tamgu 8
5 <sup>th</sup>	2002.01.10~2002.01.21	Korea	Tamgu 8
6 <sup>th</sup>	2002.11.03~2002.11.15	China	Zhejianghuanjian
7 <sup>th</sup>	2003.10.15~2003.10.31	Korea	Tamgu 8

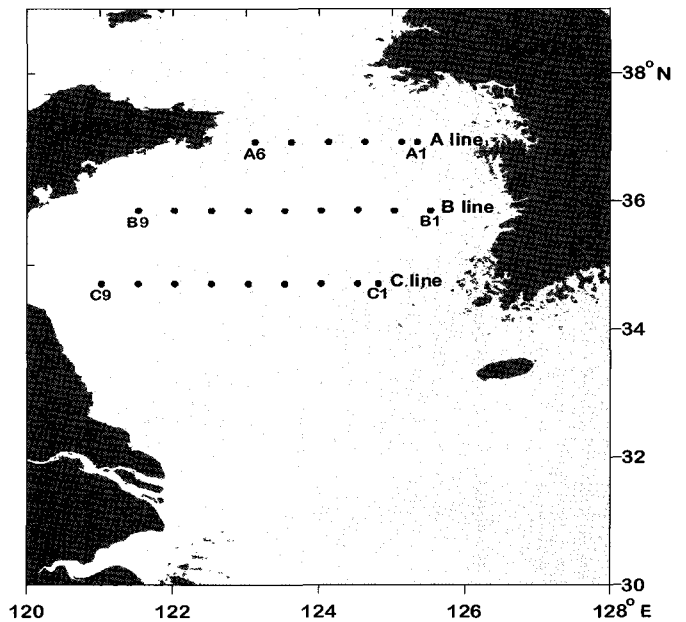


Fig. 1. Sampling sites in the Yellow Sea.

## 3. 결과 및 토의

동물플랑크톤의 생물량과 분류군별 시공분포는 전체 조사 결과를 사용하였으며, 요각류 우점종의 시공분포는 2, 4, 6차의 결과만을 사용하였다.

### 2.1 동물플랑크톤 생물량

동물플랑크톤의 생물량은 년평균 118.3~299.5mg  $\cdot$  m<sup>-3</sup>(평균 218.1mg  $\cdot$  m<sup>-3</sup>)범위에서 변동하였다(Fig. 2). 황해의 한국측 해역에서 현 조사와 동일한 방법으로 1997년부터 1999년까지 3년 동안 격월별로 조사한 임 등(2003)의 동물플랑크톤 생물량 자료에는 10월에는 대략 평균 150~420mg  $\cdot$  m<sup>-3</sup>, 12월에는 75~150mg  $\cdot$  m<sup>-3</sup>, 2월에는 70mg  $\cdot$  m<sup>-3</sup> 내외로 현 조사 결과와 차이를 보이지 않았다.

조사시기별 공간적 분포를 보면, 해역에 따른 생물량의 분포에 있어 규칙적인 양상은 보이지 않았으나 한국측 해역에서 비교적 높았다(Fig. 3). 임 등(2003)은 황해의 한국측 해역에 대한 조사 결과에서 동물플랑크톤의 공간분포에 있어 계절적 반복성이 보이지 않았다고 하였으며, 한국측 해역 만을 고려할 때 어느 정도 일치한 결과를 보였다.

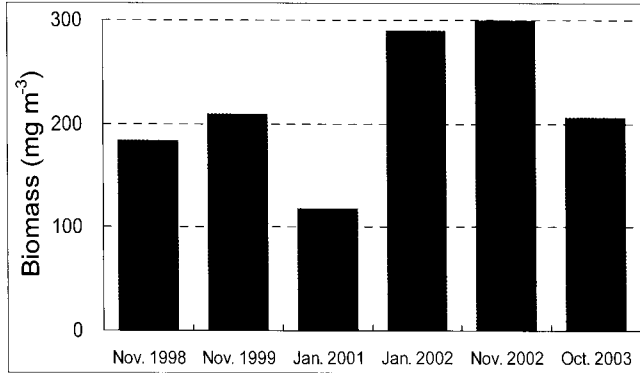


Fig. 2. Variations of biomass for the survey period.

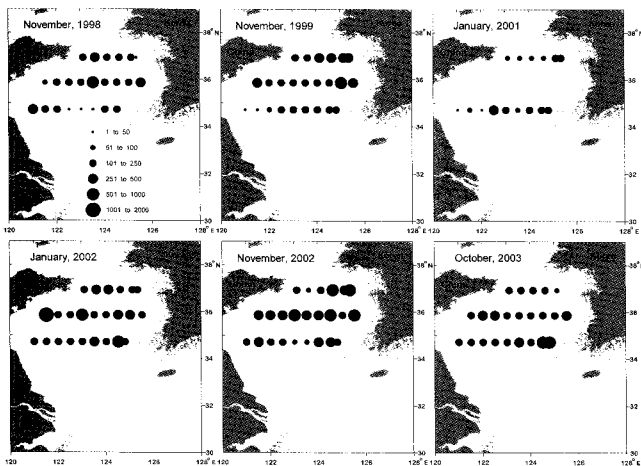


Fig. 3. Spatio-temporal distribution of zooplankton biomass.

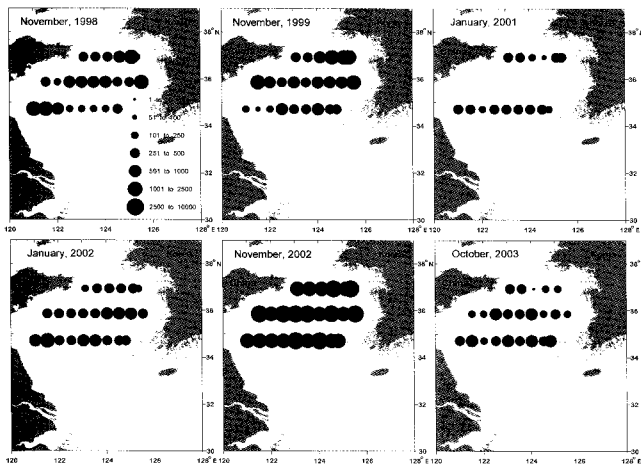


Fig. 4. Spatio-temporal distribution of zooplankton abundance.

동물플랑크톤의 총 개체수는 평균 304~2,412개체  $m^{-3}$ 의 범위에서 변동하였으나 2002년 11월을 제외하고는 최대 밀도가 624개체  $m^{-3}$ 에 불과할 정도로 낮았으며(Table 2), 해역에 따른 분포의 경우 생물량의 분포와 어느 정도 일치하였다(Fig. 4). 황과 최(1993)의 결과에 따르면 1987년 황해 중동부 해역에서 10월에는 2,349개체  $m^{-3}$ , 12월에는 761개체  $m^{-3}$ 의 평균 밀도로 분포한다고 하였으며, 해양 동물플랑크톤 채집시 발생 가능한 오차를 고려할 때 현 조사의 결과와 큰 차이를 보이지 않은 것으로 판단된다.

Table 2. Abundance(inds.  $m^{-3}$ ) of major zooplankton taxa

Taxa	Nov. 1998	Nov. 1999	Jan. 2001	Jan. 2002	Nov. 2002	Oct. 2003	Avg.
Siphonophora	14	24	6	2	30	14	15
Chaetognatha	87	93	41	87	100	67	7
Copepoda	266	357	193	274	1692	197	497
Amphipoda	11	30	11	11	12	5	14
Appendicularia	40	51	3	10	217	7	55
Thaliacea	102	21	0	0	127	55	51
Other Zooplankton	25	48	50	75	235	23	76
Total	547	624	304	460	2412	370	768

## 2.1 동물플랑크톤 군집의 구성

동물플랑크톤의 우점 분류군은 시기에 따라 약간의 차이는 있었지만 비슷한 양상을 보였다(Fig 5). 전 조사시기를 통틀어 요각류(Copepoda)가 59.19%로 가장 우점하였고, 모악류(Chaetognatha)가 17.00%로 비교적 높은 점유율을 보였다(표 2). 황해에서 그 외의 주요 분류군으로는 피낭류(Thaliacea) 5.20%, 미충류(Appendicularia) 4.52%, 단각류(Amphipoda) 2.82% 및 관해파리류(Siphonophora) 2.52% 등이었다. 이들 6개 분류군을 제외한 나머지 동물플랑크톤이 전체 동물플랑크톤 군집에서 차지하는 비중은 8.72%에 불과하였다.

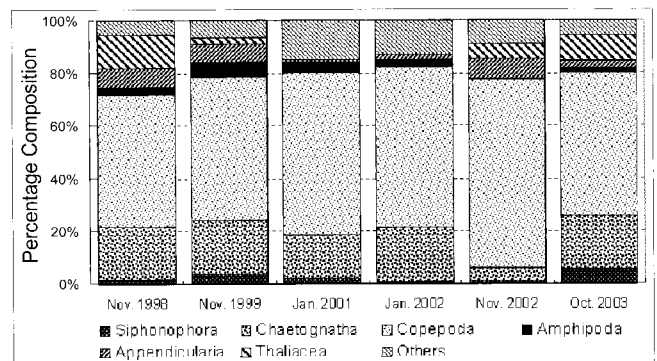


Fig. 5. Composition of major zooplankton taxa.

해상에 있어 일반적인 현상으로 계절 혹은 해역에 따라 일부 생물의 유생 등 특정 분류군의 대량발생으로 전체 동물플랑크톤 군집의 조성이 크게 달라지는 경우가 빈번하게 발생한다. 현

연구에서는 조사 기간 동안 대부분 우점을 했던 상위 6개 분류군 외에는 전체 동물플랑크톤 군집의 구성을 바꿀만한 분류군은 출현하지 않았다.

요각류의 분포는 대부분의 조사 시기에 있어 일반적으로 우리나라 쪽에 치우쳐 높았으며, 동물플랑크톤 밀도의 시공분포와 일치하였다(Fig. 6). 임 등(2003)은 황해의 한국측 해역에서의 조사 결과에서 계절에 따라 차이는 있지만, 전체 동물플랑크톤 군집에서 요각류가 차지하는 비중은 70.10%였으며, 늦가을부터 초봄까지 83.33%의 높은 비중을 차지한다고 하였다. 이는 59.19%를 차지한 현 조사에 비해 매우 높은 비중으로, 그림 5에서 요각류의 분포가 한국측에 치우쳐 나타난 것으로 볼 때 상당한 일치를 보일 것으로 생각된다. 요각류는 2002년 11월의 경우 다른 조사시기의 결과에 비해 5배 정도의 높은 밀도로 분포하였으며, 위도에 상관없이 황해 중심부에서 높은 밀도를 나타냈다.

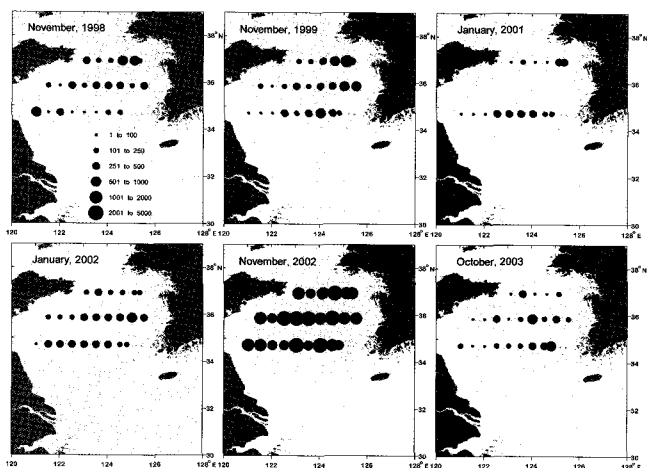


Fig. 6. Spatio-temporal distribution of copepoda.

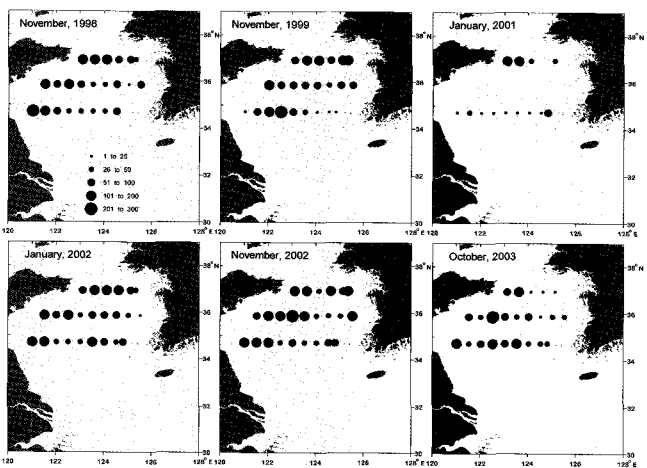


Fig. 7. Spatio-temporal distribution of chaetognatha.

모악류의 경우도 조사시기에 따라 같은 양상을 보이지는 않았지만 황해의 우리쪽 해역보다는 중국측 해역에서 높게 분포하였다(Fig. 7). 요각류의 경우와는 달리 모악류는 밀도에 있어

시기에 따른 차이를 보이지 않았다.

2002년 11월의 경우 육식성인 관해파리류, 모악류, 단각류 등은 평년에 비해 밀도의 변화가 없는데 반해 주로 초식성종이 대부분을 차지했던 요각류와 미충류 및 피낭류의 밀도가 급증한 것은 먹이가 되는 식물플랑크톤의 양적 변화에 기인할 것으로 생각되나 Chlorophyll-*a*의 양이나 식물플랑크톤의 밀도를 비교하였을 때 상관성은 보이지 않았다(Table 3).

Table 3. Concentration of chlorophyll-*a* and phytoplankton density

Sampling Periods	Chl- <i>a</i> ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	Density (indiv. $\text{m}^{-3}$ )
Nov. 1998	—	32,870
Nov. 1999	0.471	19,021
Jan. 2001	0.527	16,714
Jan. 2002	0.554	54,408
Nov. 2002	0.402	15,890
Oct. 2003	0.231	—

### 2.3 요각류 우점종의 시공분포

요각류 군집에서는 1998년 11월과 2001년 1월 조사에서는 *Calanus sinicus*가 최우점종이었으며, 2002년 11월에는 *Paracalanus parvus* s. l.가 가장 우점하였다(Fig. 8). 앞의 두 종 외에 *Oithona atlantica*, *Corycaeus affinis* 및 *Oithona similis*가 높은 비중을 차지하였다. 이들 5종을 제외한 나머지 요각류는 평균 7.71%에 불과하였다(Table 4).

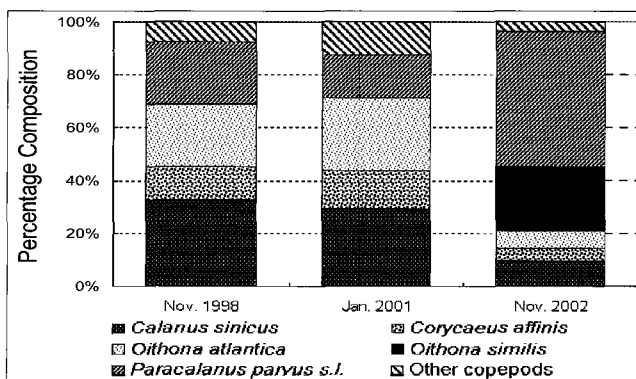


Fig. 8. Composition of copepod community.

Table 4. Density of major copepod community (inds.  $\text{m}^{-3}$ )

Dominant Species	Nov. 1998	Jan. 2001	Nov. 2002	Avg.
<i>Calanus sinicus</i>	80	53	151	94
<i>Corycaeus affinis</i>	31	15	83	43
<i>Oithona atlantica</i>	72	79	169	107
<i>Oithona similis</i>	3	2	398	134
<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	62	39	896	332
Other copepods	35	25	57	39
Total	283	213	1755	750

요각류 대부분의 종이 다른 조사 시기에 비해 2002년 11월에 높은 증가율을 보였으며, 특히 *P. parvus* s. l.와 *O. similis*의 밀도와 증가율이 급증하였다(Table 4). 임 등(2003)은 황해에서 전 계절에 걸친 요각류 우점종은 *C. sinicus*, *P. parvus* s. l., *O. atlantica* 및 *C. affinis* 등 4종으로 이들 4종이 황해의 한국측 해역에 걸쳐 고른 분포를 보였으며, 황해의 전체 요각류 군집에서 평균 75.61%를 차지할 정도로 높은 비중을 차지하여 황해 요각류 군집을 대표할 수 있는 종이라고 한 바 있다. 황해 전체를 대상으로 한 현 조사 결과에서도 4종이 전체 동물플랑크톤 군집에서 차지하는 비중이 1998년 11월, 2001년 1월, 2002년 11월에 각각 92.5, 87.8 및 72.2%(전체 평균 84.1%)로 매우 높게 나타났다.

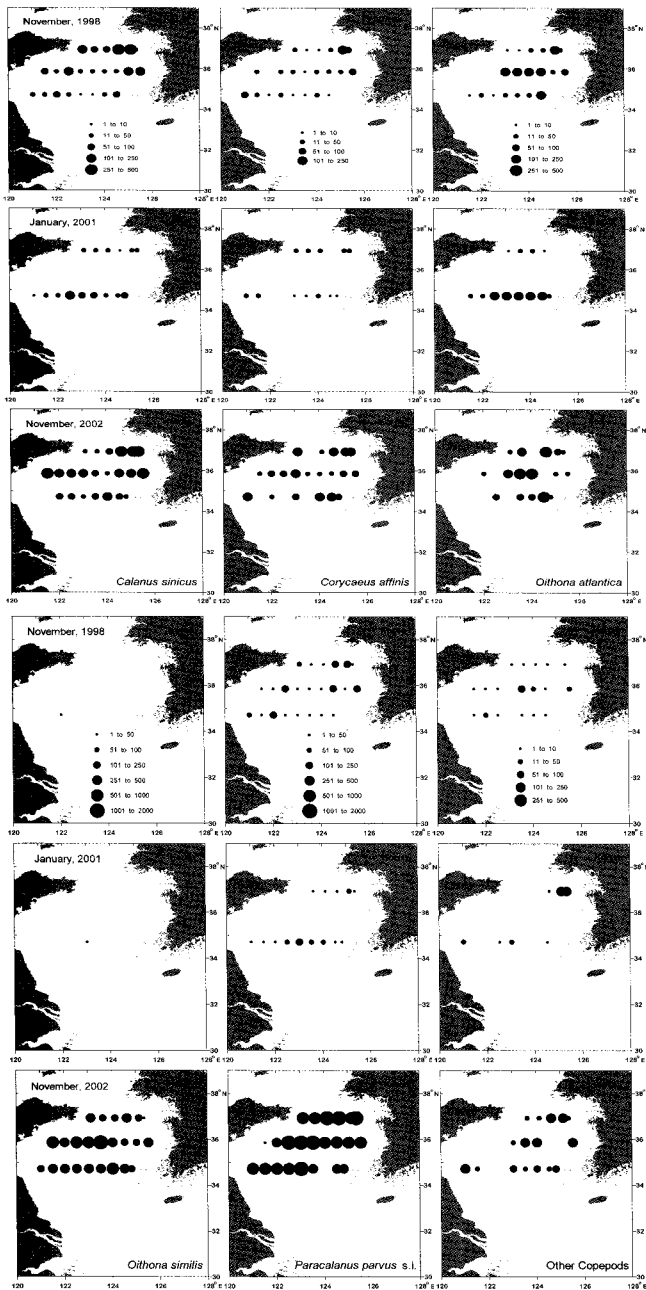


Fig. 9. Spatio-temporal distribution of dominant species of copepod.

이러한 결과로 이들 요각류 4종은 황해 전체에서 우점을 하는 것으로 보이며, 가을부터 겨울까지에 있어 황해의 요각류 군집뿐 만이 아니라 전체 동물플랑크톤을 대표할 수 있다고 할 수 있을 것이다. *C. sinicus* 체장은 3.3mm 내외이며, 나머지 3종은 0.7~1.2mm의 범위로 여과섭식을 하는 많은 어류들은 물론 대부분의 어류의 초기 생활사에서 중요한 먹이원이 된다. 따라서 이들의 밀도 변화는 남획이나 수온 등의 요인과 더불어 수산자원의 양을 조절하는 중요한 요인이라고 생각할 수 있을 것이다.

요각류 우점종의 분포를 살펴보면, *C. sinicus*는 전 해역에 걸쳐 고루 분포하였으며, *C. affinis*는 양국의 연안역에서 비교적 높은 밀도로 분포하였다(Fig. 9). 반면 *O. atlantica*는 연안역 보다는 황해의 중심부에서 비교적 높은 분포를 보였다. *O. similis*는 1998년과 2000년 11월에는 거의 출현하지 않았으나 2002년 11월에는 *P. parvus* s.l.에 이어 제2 우점종이 될 정도로 높은 밀도로 출현하였으며, 황해 전반에 걸쳐 비교적 고르게 분포하였다. 최우점종이었던 *P. parvus* s.l.도 비교적 고른 분포를 보였다. 요각류 우점종의 분포 결과로 볼 때, 2002년 11월에 동물플랑크톤의 높은 밀도는 *P. parvus* s. l.와 *O. similis* 등 요각류 2종에 의해 좌우되었음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

황해 동물플랑크톤 군집의 계절적 분포 변동에 따른 특성을 파악하였다. 조사시기에 따른 공간적 분포 양상에 있어 반복성은 나타나지 않았다. 가장 중요 분류군인 요각류의 경우 한국측 해역에서 높은 분포를 보였으며, 모악류의 경우 중국측 해역에서 높았다. 현 결과에서 조사시기 동안 황해를 대표하는 요각류는 *Calanus sinicus*, *Paracalanus parvus* s.l., *Oithona atlantica*, *Corycaeus affinis* 등 4종이었다.

현 연구 결과는 특정 항목에 대한 장기적인 모니터링을 위해서는 가능한 동일한 시기에 조사가 수행될 필요가 있음을 보여 주고 있다. 현 결과는 동물플랑크톤에 국한된 조사에 불과하지만 이러한 자료의 장기적 축적을 통하여 현재 범지구적인 관심사인 기후 변화에 의한 생태계의 영향이라든가 먹이생물의 양적·질적 변화가 수산자원에 미치는 영향 등의 발전된 연구로의 진행이 가능할 것이다.

또한 한국과 중국이라는 이해당사국 간에 황해라는 하나의 공통된 환경과 자원을 보전하기 위한 목적으로 공동조사를 수행하고 이에 대한 자료를 축적함으로써 국가 간의 육상 기원 오염원에 대한 관리 정책이나 황해의 수산 자원을 회복시키고 보전하기 위한 밑바탕을 마련한다는 차원에서 중요한 가치를 부여할 수 있을 것이다. 이러한 이유에서 황해 해양생태계에 대한 건강성 확보를 위해서는 이해당사국 간의 이해와 협력을 통해 환경 뿐 만이 아니라 수산자원까지도 포함하는 지속적이고도 장기적인 조사가 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

이 논문은 국립수산물과학원의 “서해해양환경연구” 과제와 국토해양부의 “한·중 황해환경공동조사” 용역 과제에 의해 수행된 것으로, 현장조사에 적극 협조해 주신 탐구8호(구 인천888호)의 승무원들께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강영실, 이삼석(1991), 한국 근해 동물 부유생물 현존량의 계절적 변동에 관한 연구, 수진연구보고, 제45권, pp. 13-21.
- [2] 김동엽(1987), 한국 서해안 Calanoida의 분류 및 분포에 관한 연구, 해양연구소, BSPE00096-148-3, p. 153.
- [3] 김동엽, 허형택(1983), 가로림만 요각류의 계절 변화에 대하여, 해양연구소 소보, 제5권, pp. 39-35.
- [4] 노일(1982), 하계 군산 인접 해역에 출현하는 요각류에 관한 연구, 해양학, 충남과학연구지, 제9권, pp. 123-135.
- [5] 명철수, 유재명, 김웅서(1994), 아산만 해역의 동물플랑크톤 분포, 한국해양학회지, 제29권, pp. 366-375.
- [6] 박주석, 이삼석, 강영실, 이병돈, 허성희(1992), 황해 동남해역의 수괴지표성 요각류 및 모악류의 분포와 수괴 특성, 한국수산학회지, 제25권, pp. 251-264.
- [7] 서해립, 서호영, 차성식(1991), 만경 동진강 하구계의 동물플랑크톤의 분포와 염분, 한국해양학회지, 제26권, pp. 181-192.
- [8] 심문보, 최중기, 김동엽(1988), 황해 중동부역의 동물플랑크톤 분포에 대한 연구, 황해연구, 제1권, pp. 1-10.
- [9] 이석우(1992), 한국근해해상지, 서울, 집문당, p. 334.
- [10] 임동현(1995), 한국 근해 요각류 군집의 생태학적 연구, 한양대학교 박사학위논문, p. 168.
- [11] 임동현, 윤원득, 조성환, 이윤(2003), 황해 동물플랑크톤의 시공분포, 한국의 해양생물학, pp. 159-169.
- [12] 황학진, 최중기(1993), 황해 중동부 해역 동물플랑크톤의 계절적 분포 특성, 한국해양학회지, 제28권, pp. 24-36.
- [13] 허승, 안경호, 박승윤, 박종수, 강영실, 손재경, 김평중, 김형철, 황운기, 이승민, 황학진, 최용식, 고병설, 방현우(2009), 해양환경안전학회지, 제15권, 제3호, pp. 263-268.
- [14] Kim, D.Y.(1985), Taxonomical study on calanoid copepod (Crustacea: Copepoda) in Korean waters, Ph D. thesis, Hanyang Univ., p. 187.
- [15] Kim, S.H. and J.H. Lee(1994), Seasonal distribution of zooplankton communities in Incheon Dock, an artificially closed marine embayment facing the Yellow Sea, western Korea, J. Oceanol. Soc. Korea, Vol. 29, pp. 379-382.
- [16] Park, C.(1990), Day-night differences in zooplankton catches in the coastal area of active tidal mixing, J. Oceanol. Soc. Korea, Vol. 25, pp. 151-159.
- [17] Park, C., K.H. Choi and C.H. Moon(1991), Distribution of zooplankton in Asan Bay, Korea with comment on vertical migration, Bull. Korean Fish. Soc., Vol. 24, pp. 472-482.
- [18] Shim, J.H. and C. Park(1982), On the composition and the abundance distribution of zooplankton in the Yellow Sea in April, 1981, J. Oceanol. Soc. Korea, Vol. 17, 95-101.
- [19] Shim, J.H. and K.H. Yun(1990), Seasonal variation and production of zooplankton in Chonsu Bay, Korea, J. Oceanol. Soc. Korea, Vol. 25, pp. 229-239.
- [20] Shim, M.B. and J.K. Choi(1996), A study on the seasonal succession of copepod community in Kyeonggi Bay, Yellow Sea through the short interval surveys, The Yellow Sea, Vol. 2, pp. 65-73.

원고접수일 : 2009년 09월 23일

원고수정일 : 2009년 10월 22일 (1차)

: 2009년 11월 20일 (2차)

게재확정일 : 2009년 12월 24일