환경위생공학, 제23권 4호(2008)
Journal of Environmental and Sanitary Engineering, Vol. 23, No. 4, pp.45~54 (2008)

# 진양호 환경요인과 동물플랑크톤 군집 동태

**윤종수 · 정현기* · 권영호 · 신찬기 · 황동진**
국립환경과학원 낙동강물환경연구소

# Seasonal Changes of Zooplankton Distribution with Environmetnal Factors in Lake Jinyang

**Jong-su Yoon · Hyun-Gi Jeong* · Young-Ho Kwon · Chan-ki Shin · Dong-jin Hwang**
*Nakdong River Environment Research Center*
*National Institute of Environmental Research*
*Pyeong-ri, Dasan-myeon, Goryeong-gun, Gyeongsangbuk-do, 717-873, Korea*

## Abstract

Our study indicates the zooplankton abundance with characteristics of water column and the vertical distribution in Lake Jinyang, South Korea. Seasonal changes of zooplankton community are determined by environmental parameters like water temperature, pH, dissolved oxygen, suspended solids and chlorophyll a. In lake Jinyang, this study showed that the zooplankton abundance in transition zone(St.1, St.2) was higher density than in lacustrine zone(St.3). Rotifers were dominant zooplankton and among them, *Polyarthra* spp., *Keratella* spp. and Nauplli(Copepoda) were common. But Cladoceran showed the low density.

During survey period, zooplankton abundance with vertical distribution in surface layer(epilimnion) was higher than in bottom layer(hypolimninon). Zooplankton densities in Surface and middle layer showed positive relationship with water temperature and the densities in bottom layer(hypolimnion) showed positive relationship with chlorophyll a.

Our assumption in spite of the short term study are supported by the facts that increase of temperature driven by climate change more maintains the thermocline duration by the summer temperature stratification. Thus the results suggest that the climate changes are an important source of changing zooplankton community feeding phytoplankton. So the zooplankton should be monitoring by the ecological management of Lake Jinyang to cope with climate changes like flood plain or drought.

**Key words** : environmental parameter, zooplankton, vertical distribution, water circulation.

* Corresponding author E-mail : sigagnes@hotmail.com, jhgpl@me.go.kr

# Ⅰ. 서 론

호소생태계의 수질환경은 기상요인이나인, 질소와 같은 영양염류의 농도에 따라 변화한다. 특히 갈수기에는 식물플랑크톤의 개체수가 증가하고 이와 더불어 동물플랑크톤, 저서생물, 어류 등 2, 3차 생산자가 이상 증식되는 생태계 분류군들의 군집변화가 초래된다[1,2].

이와 같은 부영양화현상은 국내에 산재한 대부분의 댐이나 저수지에서 계절적으로 나타나고 있으며, 점차 발생빈도가 많아지고 지속기간이 길어지는 추세이다.

진양호는 홍수조절, 관개, 상수도, 및 발전 등의 목적으로 낙동강 지류 남강에 1970년에 설치된 다목적댐으로서 상류유역에 심각한 오염원이 없어서 수질이 비교적 양호하고 주변 풍치가 수려하여 관광객이 많은 곳이다.

진양호 사용연한이 40년 가까이 되고, 최근 기상이변(heat wave and drought)으로 인하여 수질 및 동식물플랑크톤의 군집변화가 관찰되는 등 생태계가 점차 변화하는 징후가 포착되고 있다.

본 연구에서는 진양호 내 2개 주요 하천의 유입부와 댐 앞에서 수질 및 동물플랑크톤을 조사함으로써 하천형 인공호수의 수리생태학적 특성을 이해하고, 강수량 감소에 따른 환경요인을 분석하여 이화학요인과 동물플랑크톤 군집의 상호관계를 파악하고자 한다.

# Ⅱ. 조사 방법 및 내용

## 1. 조사 방법

연구조사 대상호수는 지주시와 경남 3개군 9개면에 걸쳐있는 진양호이며, 조사지점은 주요 하천유입부인 경호강 합류지점, 덕천강 합류지점 2개소와 댐 앞 등 3개 지점을 선정하였고, 조사기간은 2008년 2월부터 12월까지이며, 매월 1회 조사하였다.

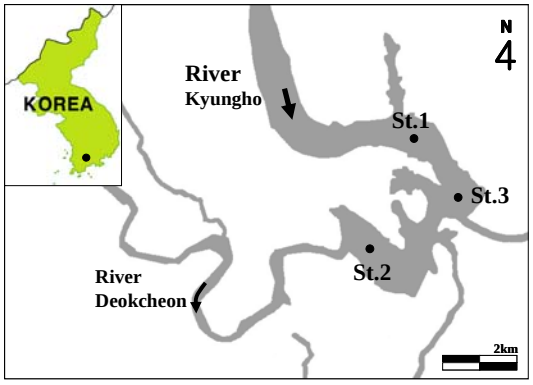


Fig. 1. Map of Lake Jinyang and location of sampling station(St.1, 2; river transition zone, St.3; lacustrine zone).

Table 1. Site location in Lake Jinyang.

| 호소명 | 조사지점 | 위 치 | 좌 표 |
|---|---|---|---|
| 진양호 | St.1 | 경남 진주시 대평면 신풍리 신풍나루앞 | N 35° 11′10″ E 128° 00′49″ |
| | St.2 | 경남 진주시 내동면 내평리 진수대교앞 | N 35° 09′34″ E 128° 00′19″ |
| | St.3 | 경남 진주시 판문동 댐앞 | N 35° 10′02″ E 128° 01′49″ |

## 2. 조사 내용

### 2.1. 수환경조사

진양호 기상현황은 가장 인접한 진주기상대의 기후자료를 이용하고, 유역의 강수량, 수위, 유입량 및 유출량은 한국수자원관리종합정보[3] 자료를 이용하였다.

### 2.2. 기초 수질

진양호 3개 조사지점에서 기초 수질 및 플랑크톤 조사를 실시하였다. 기초 수질조사는 자동수질분석기(YSI-554MPS)를 사용하여 수온, pH, DO, 전기전도도, 투과도 등의 항목을 측정하였다. 또 chlorophyll-a는

수질오염공정시험방법[4]에 의하여 분석하였다.

2.3. 동물플랑크톤

플랑크톤시료는 조사지점의 상(surface)·중(middle)·저층(bottom)에서 Vandorm채수기를 이용하여 망목 64 μM 플랑크톤 네트(구경 60 cm)를 통해 채취하였다. 수집된 시료는 5% sucrose-formalin solution[5]으로 현장에서 즉시 고정한 후 실험실로 옮겨와 종 수준의 동정을 실시하였다.

동물플랑크톤 시료의 정량분석 및 종 동정은 해부 현미경(SMZ-U ZEISS)과 광학 현미경(ZEISS)을 이용하여 동정 및 계수하였고, 이화학요인과 동물플랑크톤 군집의 상관성 분석은 *SPSS*(Ver.12.0)프로그램을 이용하여 다중회귀분석(*Multiple-Regression* Analysis)을 실시하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 기초 수환경 현황

진양호의 유역면적은 2,285.0 $km^2$이며, 주요 유입하천은 경남 함양군 서상면의 덕유산(1,503 m)에서 발원하여 함양군, 산청군을 통과하는 경호강과 경남 산청군 삼장면 지리산(1,915 m)에서 발원하여 유입되는 덕천강 등 2개 하천이다.

2008년 진양호의 유역평균 강수량, 저수위 및 유입/유출량을 조사한 결과 강우는 6, 7월에 집중되었고 최대강우는 6월 18일의 99.9 mm이었다. 저수위는 35.6 ~ 41.3 m로 유지되고, 평균 유입량은 27.1 CMS, 최대 유입량은 6월 19일 531.5 CMS이었으며, 평균유출량은 31.0 CMS이었다.

기상자료의 평년값은 1971년부터 30년 동안의 월 평균값이며, 이 값을 2008년 월별자료와 비교하였다. 2008년 2월부터 11월까지 진주호의 평균기온은 15 ℃로서 평년에 비해 1.0 ℃정도 높게 나타났다.

강수량은 882.7 mm로서 평년에 비해 586.7 mm정도 적었으며, 특히 7, 8, 9월의 강수량은 예년보다 각각 197.4 mm, 185.4 mm 및 119.7 mm가 적었다. 평균 상대습도는 66.3%로서 평년에 비해 5.4 %정도 낮고, 일조시간은 2,040.8 hr로서 평년보다 14.1 hr정도 길었다.

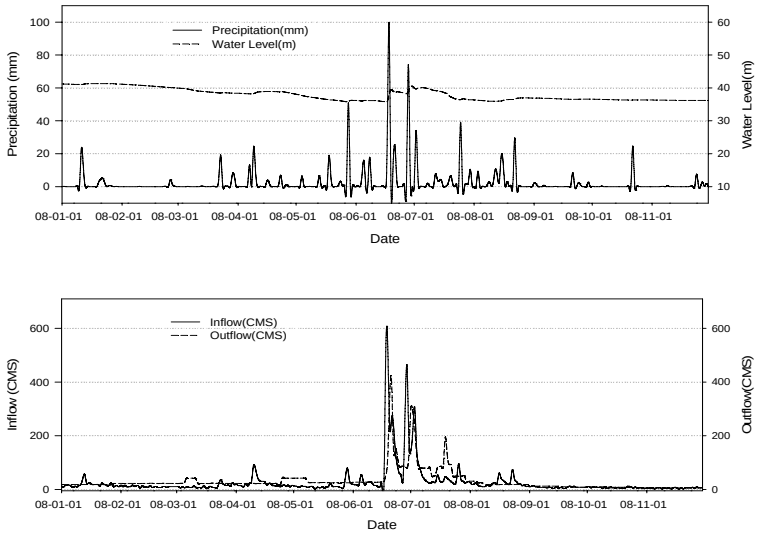


Fig. 2. Mean variation of precipitation and waterflow in Lake Jinyang.

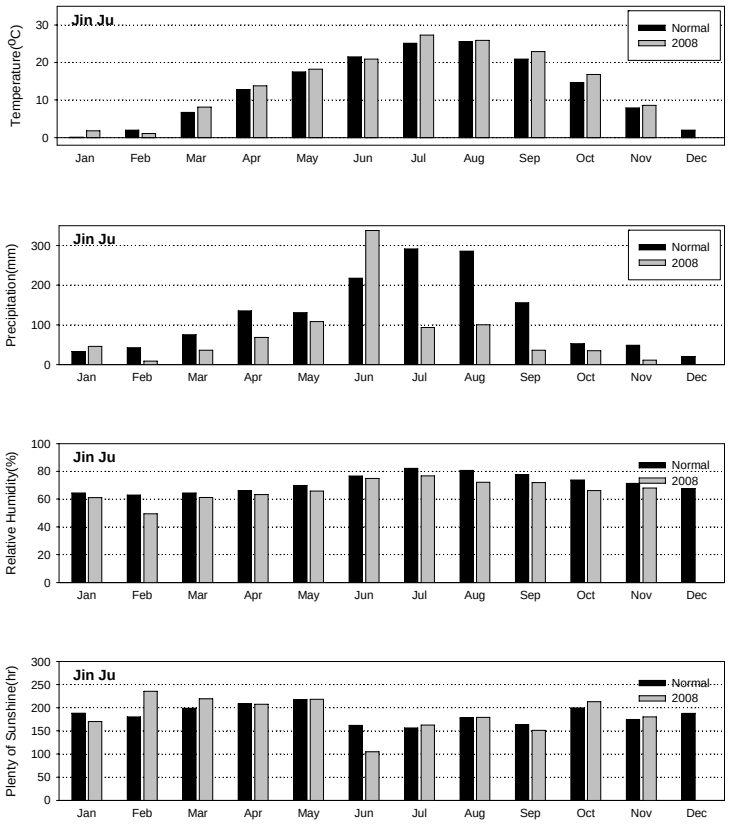


Fig. 3. Seasonal variation of environmental factors in Lake Jinyang.

## 2. 이화학적 요인

담수와 해양의 동물플랑크톤 조사과정에서 수심은 pH, DO, light, food gradient 등 여러 가지 이화학적 요인을 해석하는 주요 인자이다. 특히 동물플랑크톤의 주기 수직 분포를 조사하는 경우 수심은 동물플랑크톤 현존량에 큰 영향을 미친다.

진양호의 월별 수심은 2월부터 11월까지 St.1(경호강유입부)이 4.5~10.0m, St.2(덕천강유입부)가 4.0~10.8m, St.3(댐앞지점)이 8.0~14.0 m이었으며 경호강과 덕천강 유입부는 연중 낮은 수심을 유지한 반면 St.3는 평균 10m이상을 유지하였다. 2008년 강수량이 평년보다 적었기 때문에 2월 이후 지속적으로 저수위를 나타내었다.

투명도(transparency)는 St.1에서 0.2~4.5m, St.2에서 1.0~3.3m, St.3에서 0.7~3.5 m의 범위로 나타났으며 다른 지점에 비해 St.3의 투명도가 높았고, St.1이 가장 낮았다. 조사지점별로 투명도가 가장 낮은 달은 St.1은 8월, St.2는 9월이고, St.3는 6월이었다. 세 지점 모두 투명도가 가장 낮을 때, 클로로필 a 농도가 표층에서 최고치를 나타내었다.

수온은 표층에서 4.7~30.6℃의 범위로 계절에 따라 수온편차가 크고, 수심이 깊은 St.3이 St.1, 2보다 큰 편차를 보였다. 특히 호소내 성층화에 의한 수층분포는 계절적으로 여름철 7, 8월에 더욱 뚜렷하게 나타났다(Fig. 6).

3개 조사지점의 pH는 표층에서 7.5~9.3, 중층에서 7.1~9.2, 저층에서 7.0~9.2의 범위로 나타났다. 모든 지점에서 클로로필 a 농도가 가장 높을 때 pH가 8.5 이상으로 높고 수심에 따른 월별 pH변화는 표

층과 유사하였다.

3개 조사지점의 DO는 표층에서 6.0~13.4mg/L, 중층에서 4.8~13.1mg/L, 저층에서 2.1~13.3 mg/L의 범위로서 저층의 변화폭이 가장 컸다. 이러한 결과는 호소 내 수온약층 발생에 의한 것이며 성층이 뚜렷하게 발생되는 7~9월에 변화폭이 컸다. DO의 월별 변화는 3개 지점 모두 가을철로 접어드는 10월에 다소 감소하였으며, St.3의 저층(bottom layer)은 7월 이후 DO농도가 3mg/L 이하로 가장 낮아졌다.

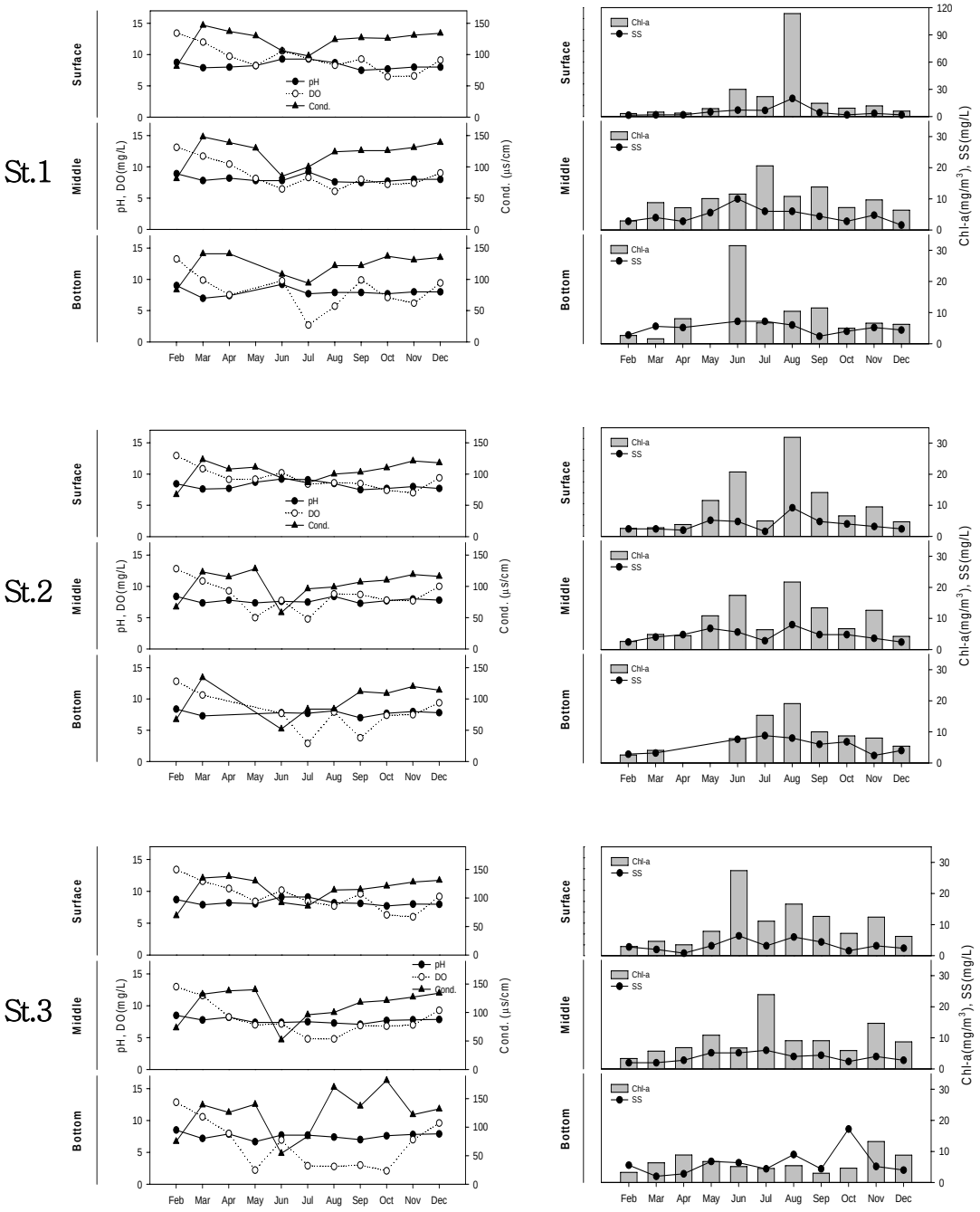


Fig. 4. Seasonal variation of abiotic parameters in the study sites.

3개 조사지점의 전기전도도는 표층에서 67~147μS/㎝, 중층에서 67~148μS/㎝, 저층에서 52~182μS/㎝의 범위이었으며, 전 지점의 패턴이 유사하였으나 St.3의 저층은 8~10월에 높은 값을 보였다(Fig. 4).

SS와 클로로필 a의 경우 지점별, 수층별 모두 패턴이 유사하였다. SS는 표층에서 0.8~20.0mg/L, 중층에서 1.6~10.0mg/L, 저층에서 2.0~17.2mg/L의 범위이었으며 모든 조사지점이 표층에서 가장 높게 나타났다.

진양호의 클로로필 a 농도는 St.1에서 2.6~113.5㎎/$m^3$이고, 표층은 8월, 중층은 7월, 저층은 6월에 가장 높았다. St.2의 클로로필 a 농도는 2.6~23.9mg/$m^3$이고 표층, 중층, 저층 모두 8월에 가장 높았다.

St.3의 클로로필 a 농도는 1.6~31.5mg/$m^3$의 범위로 St.1, 2와 달리 6월에 가장 높았으며, 저층은 차이가 없었다(Fig. 4). 월별 클로로필 a 농도가 높은 달은 남조류가 번성하는 6~8월에 가장 높게 나타났다[6].

## 3. 동물플랑크톤 군집

### 3.1. 표층의 동물플랑크톤 군집 조성

진양호는 북쪽에서 남쪽으로 유입되는 경호강과 서쪽에서 동쪽으로 유입되는 덕천강의 강성향 수계에 각각 1개 조사지점을 선정하고 정체성 호수성향 지점인 댐 앞 수계에 1개 지점을 선정함으로써 동물플랑크톤 수계 특성에 따른 군집구조를 조사하였다.

각 지점의 총 출현 종은 St.1은 윤충류(Rotifera) 33종, 지각류(Cladocera) 5종, 요각류(Copepoda) 4 종 등 총 42종이고 St.2는 윤충류 27종, 지각류 6종, 요각류 3종 등 총 36종이었으며, St.3는 윤충류 33종, 지각류 6종, 요각류 4종 등 총 43종으로써 가장 많았다.

3개지점 표층의 동물플랑크톤은 2월부터 가장 많은 현존량을 보인 7~8월까지 지속적으로 증가하였다(Fig. 5).

3개 조사지점의 분류군별 평균 현존량의 상대분포는 윤충류 67.9 %, 지각류 10.7 % 및 요각류 21.3 %로서 윤충류가 전반적으로 우점하였다. 현존량이 가장 많은 곳은 여름철 St.2지점이고, 가장 적은 곳은 St.3이었다.

진양호 동물플랑크톤의 주요 종 출현 현황은 3개 지점 모두 전반적으로 윤충류가 우점하고, 요각류는 4월 이후에 출현량이 증가하고, 지각류의 현존량은 매우 적었다.

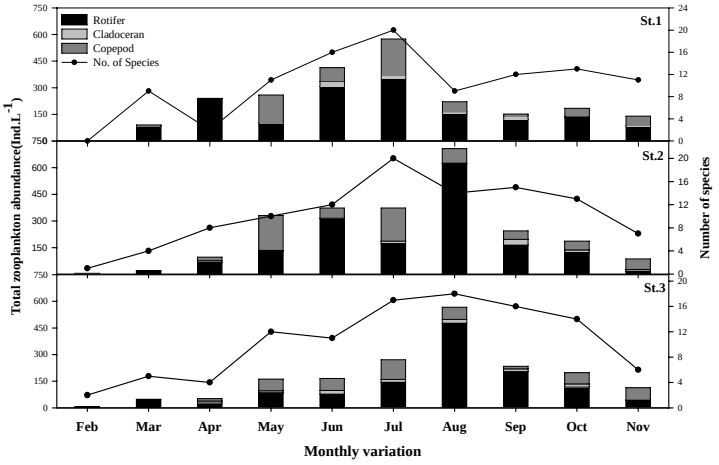


Fig. 5. Seasonal variation of zooplankton community in surface layer.

St.1의 시기별 우점종 현황은 2월에는 거의 출현하지 않고 3월에 소형 윤충류 *Pompholyx complananta*의 개체수가 증가하기 시작하여 4월에 총 현존량의 96 %(230.7 ind./L)로서 우점하였다.

요각류의 출현과 같은 시기에 윤충류도 전체 현존량의 46.7 %가 나타났고 현존량이 가장 많은 7월에는 윤충류 *Pompholyx complananta*와 요각류 Nauplli가 크게 우점한 반면, 지각류의 현존량은 매우 적었다. 7 ~ 9월에 *Bosmina longirostris*는 17.7 %, *Ceriodaphnia cornuta*는 31.1%이었다.

St.2 의 시기별 우점종 현황은 주로 윤충류가 우점하고 요각류는 5월에 다수 출현하였다. 윤충류와 요각류의 개체수가 다소 감소한 9월에 조사기간 지각류의 최대 현존량(32.7 ind./L)이 나타났고 소형 지각류인 *Ceriodpahnia cornuta*가 우점하였다.

최대 현존량(707.7 ind./L)이 나타난 8월에는 윤충류 *Keratella cochlearis*(442.3 ind./L, 87.8 %)이 우점하고, 요각류 Nauplii 유생(165.4 ind./L)은 5월에 최대 개체수가 나타났다.

St.3의 시기별 우점종 현황은 St.1, 2에 비해 현존량이 다소 적었으며, 8월에 개체수(567.3 ind./L)가 가장 많았고, 소형 윤충류 *Polyarthra vulgaris*(196.2 ind./L), *Pompholyx complananta*(125 ind./L)가 전체 현존량의 56.6%로서 우점하였다.

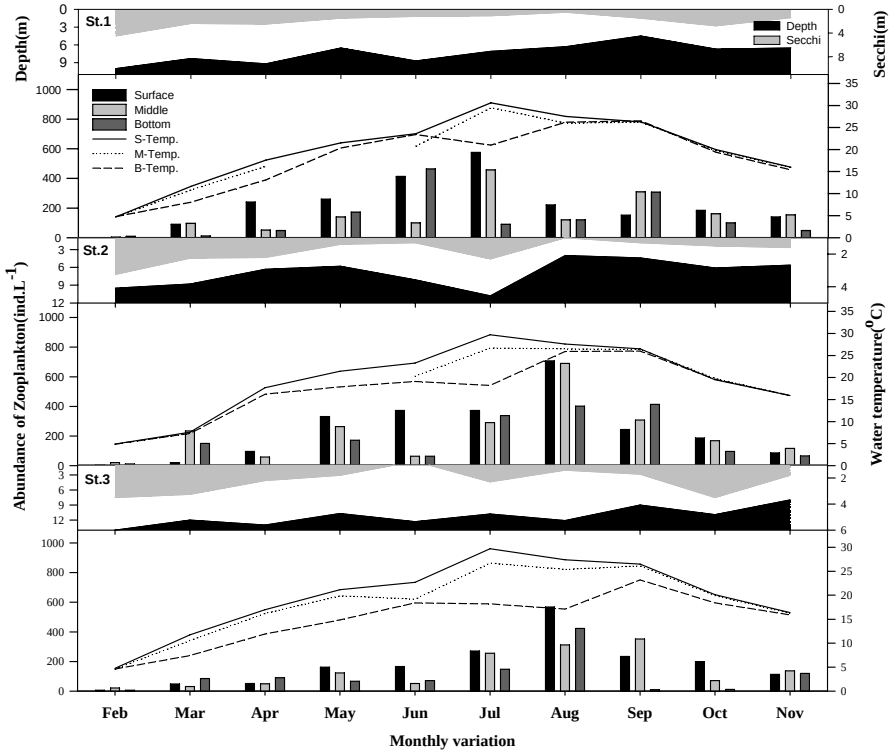


Fig. 6. Horizontal distribution of zooplankton papulation.

3.2. 동물플랑크톤의 수층 분포

진양호와 같은 수심이 깊은 대형 댐은 수질 환경요인과 포식자·피식자의 관계에 의한 일주기 수직이동, 수평이동기작이 수층별 군집분포에 큰 영향을 미친다.[7] 따라서 수질 환경에 따른 수층별 군집분포현황

을 조사할 때 종적 구배현황이 포함되어야 한다.

대형 댐의 경우, 여름철 성층현상으로 생성된 수온약층이 수심별 현존량을 다르게 하여 심층의 현존량은 가장 적어진다[8]. 진양호는 7, 8월에 성층현상이 나타났으며, 3개 조사지점 모두 여름철 심층의 현존량이 적게 나타났다.

성층현상이 소멸된 9월에 표층의 현존량이 중·심층에 비해 적었으나, 수심이 깊고 정체성 수계인 St.3은 성층현상이 지속되어 St.1, 2보다 개체수가 적게 나타났다.

St.1은 평균수심이 7.47±1.71 m이고, 동물플랑크톤 군집은 계절에 따른 수층별 현존량의 편차가 컸다. 2월 이후 표층에서 크게 증감을 보인 후 점차 증가하여 7월에 최대 현존량(575.0 ind./L)을 나타내었다. 7월에 표층과 중층의 기초수질은 비슷하였으나, 저층과는  큰 차이가 있었다.

7월에는 수심이 7.1 m, 투명도 1.1 m로써 다소 낮고, 저층의 DO농도가 2.7mg/L로써 동물플랑크톤 증식에 불리하게 작용하고, 8월에는 수심이 6.3 m로 낮아서 수층별 수온, DO 등 이화학적 요인의 편차는 크지 않았으나 SS와 클로로필 a가 급격히 증가하여 동물플랑크톤 개체수가 일시적으로 감소한 것으로 사료된다.

클로로필 a농도가 증가함에도 불구하고 동물플랑크톤 현존량이 감소한 것은 독성을 갖는 남조류의 급격한 증식[9] 및 수온 하강으로 소형 동물플랑크톤 윤충류의 개체수가 감소한 데 원인이 있다고 사료된다[6].

이러한 결과는 정체성 수계에 우점하는 분류군에 큰 영향을 미치며 소형 윤충류의 생장주기가 타 분류군에 비해 상대적으로 짧고 환경요인 변화에 민감하여 식물플랑크톤 섭식에 크게 영향을 받는 것으로 사료된다[10,11].

조사기간 St.1의 평균 현존량은 표층 227.7±164.1 ind./L, 중층 159.6±131.9 ind./L 및 저층 137.3±144.8 ind./L로써 표층이 가장 높게 나타났다. 수층별 군집우점종의 차이는 있으나, 윤충류가 수층별 전체평균 63.2 %로서 많고, 지각류가 6.8%로서 가장 적었다.

특히 소형 윤충류 *Polyarthra* spp., *Pompholyx complananta*, *keratella* spp.와 요각류 Nauplii가 지속적으로 우점하였고, 지각류 *Bosmina longirostris*가 6월에 일시적으로 19.2 ind./L 출현하였다.

조사기간 St.2의 평균수심은. 7.1±2.3 m로서 St.1과 비슷하지만 수층별 군집은 다소 차이가 있었다. 수층별 동물플랑크톤 군집은 2월 이후 표층, 중층, 저층 모두 증가하는 양상을 보였고, 수심이 8.1 m로써 낮고, 투명도가 1.3 m로 낮아 수층별 현존량은 큰 편차가 없었다.

성층현상이 가장 두드러진 7월에 수온은 최고 29.7 ℃, 최저 18.2℃이고, 저층의 DO농도는2.9 mg/L로서 매우 낮았으나, 전체적인 현존량 감소에 따라 동물플랑크톤의 수층별 현존량은 큰 차이가 없었다. 8월에는 강수량이 적어 수심이 낮아짐에 따라 성층화가 소멸되어 동물플랑크톤 현존량이 일시적으로 증가하는 양상을 보였다.

조사기간 St.2의 평균 현존량은 표층 242.5±214.0 ind./L, 중층 221.5±194.2 ind./L 및 저층 171.2±157.6 ind./L로서 표층이 가장 많았다. 수층별 군집 우점종의 차이는 있으나 윤충류가 64.8 %로 수적으로 많고 지각류가 7.6 %로 적었다.

특히 소형 윤충류 *Polyarthra* spp., *keratella* spp.와 요각류 Nauplii가 지속적으로 우점하였고, 지각류는 7월에 중층에서 86.5 ind./L로서 최대 개체수를 나타내었는데, 대형 지각류 *Diaphanosoma brachyurum*의 일시적인 출현으로 분석된다.

St.3의 평균수심은 11.6±1.5 m로서 St.1, 2와 비교해 상대적으로 깊지만, 현존량은 다소 적었으며, 여름철 성층현상발생 시 다른 조사지점과 달리 저층 현존량이 급격히 감소하지 않았다. 저층은 표층 및 중층에 비해 현존량이

적고, 2월 이후 현존량은 지속적으로 증가하여 7월에 338.5 ind./L, 8월에 401.9 ind./L이었다. 최대 현존량은 수온약층이 지속된 8월 표층의 567.3 ind./L이었고, 이 때 저층의 현존량은 423.1 ind./L로서 중층보다 많았다.

조사기간 St.3의 평균 현존량은 표층 181.7±160.1 ind./L, 중층 140.4±122.3 ind./L 및 저층 103.1±122.1 ind./L로서 표층이 가장 많았다. 수층별 군집 우점종의 차이는 있으나 소형 윤충류와 요각류는 표층에 많이 분포하고 지각류는 중층에서 18.5±17.1 ind./L로서 상대적으로 높은 현존량을 나타내었다.

윤충류가 67.3 %로 수적으로 많고 지각류가 6.5 %로 적었으며, 소형 윤충류 *Polyarthra* spp.과 요각류 Nauplii가 지속적으로 우점하였다. 지각류의 개체수는 매우 적었고 *Bosmina longirostris*와 *Ceriodaphnia cornuta*가 봄철에 일시 출현하였다[12].

동물플랑크톤 전체 현존량을 회귀분석한 결과 수층별 동물플랑크톤 군집변화는 이화학적 요인과 상관성을 보였다. 동물플랑크톤 현존량은 표층과 중층에서는 수온과 높은 유의성을 보이고[표층($r^2$=0.59, p<0.01, n=30), 중층($r^2$=0.44, p<0.01), n=30], 저층에서는 클로로필 a와 높은 유의성을 보였다($r^2$=0.52, p<0.01, n=27).

표층과 중층의 동물플랑크톤 현존량은 수온이 높은 여름에 최대로 나타났는데, 이는 동물플랑크톤 군집의 우점종인 윤충류의 증식에 따른 결과로 사료된다.

저층의 동물플랑크톤 현존량은 수온과 DO농도가 낮아서 동물플랑크톤의 서식이 불리한 먹이조건(클로로필 a)이 큰 영향을 미친 것으로 사료된다[13].

## Ⅳ. 결 론

강, 하천 등 유수생태계의 환경인자들은 자체적으로 완충성을 가짐으로써 환경인자들 간에 상호 보완적이다[14]. 하지만 최근 점차 달라지고 있는 기후변화는 2008년의 경우 평년에 비해 강수량이 매우 적었고 매년 강우를 통한 상호 보완적인 역할이 중요한 정체성 수계내 부영양화 및 수질 변화의 자정능력 저하를 심화시킴으로써 저수량 감소 및 식물플랑크톤 다량발생을 지속시키고 있다.

2008년 2월부터 11월까지 진행된 진양호 수질 및 동물플랑크톤 현존량 조사결과, 계절 에 따른 군집 분포가 나타났고, 특히 물 순환이 활발한 강유수성 전이지점(St.1, St.2)이 정체성 수계(St.3)보다 현존량 및 소형 동물플랑크톤 군집이 높게 나타났다.

동물플랑크톤의 수층별 분포는 수심이 낮은 봄에는 현존량의 편차가 없었으나, 2월 이후 수온 상승에 따른 여름철 성층현상이 발생한 8, 9월까지 지속적으로 증가하였다. 가을철 성층현상이 소멸됨으로써 표층보다 중·저층의 현존량이 증가하여 수심별 편차가 없어지고 중·저층의 개체수가 표층보다 많아졌다.

댐 앞 지점의 수심은 다른 지점보다 깊지만, 현존량이 적었으며, 여름철 성층현상이 1개월가량 길게 지속되고 다른 조사지점과 달리 저층 현존량이 급격히 감소하지 않았으며, 저층은 표층 및 중층에 비해 현존량이 적었다.

여름철 성층현상은 일반적으로 강우와 같은 환경변화에 의해 소멸되는데, 2008년의 성층현상은 기후변화가 수온상승 시기를 앞당김으로써 기간이 연장되고 이로 인하여 식물플랑크톤을 섭식하는 동물플랑크톤의 군집변화에 영향을 미친 것으로 사료된다.

위에서 논의한 진양호의 2008년 수질 및 동물플랑크톤 현존량 조사결과는 단기간의 수질 및 동물플랑크톤 군집변화에 대한 것이고, 수리자료를 기후변화에 따른 자료로 활용하는 데는 부족한 면이 많다. 앞으로 진양호 수질변화에 따른 체계적인 관리를 위해서는 지속적인 동식물플랑크톤의 모니터링이 요구된다.

## 참고 문헌


1. Hunter, M.D and Price, P.W. : Playing chutes and laders: Heterogenetic and the relative roles of bottom-up and top down forces in natural communities. *Ecology*, 73, 724-732, 1992.
2. Large, A.R.G and Petts, G.E. : Historical channer-floodplain dynamics along the river Trent - Implications for river rehabilitation. Geography, Volume 16(3), 191-209(19), 1996.
3. 국토해양부, 한국수자원관리종합정보홈페이지, 2008.
4. 환경부, 수질오염공정시험법, 2007.
5. Prepas, E. : Sugar-frosted *Daphnia*: An improved fixation technique for Cladocera. *Limnol. Oceanogr.,* 557-559, 1978.
6. 김호섭, 김범철, 최은미, 황순진 : 부영양 호수에서 남조류 bloom이 동물플랑크톤 군집 변화에 미치는 영향, 한국하천 호수학회. 33(4); 366-373, 2000.
7. Calaban, M. J. and Makarewicz, J. C. : The effect of temperature and density on the amplitude of vertical migration of *Daphnia magna. Limnol. Oceanogr*., 27: 262-271, 1982.
8. Dagg, M. J. : The effects of food limitation on diel migratory behavior in marine zooplankton. *Ergeb. Limnol*. 21, 247-255, 1985.
9. 김호섭, 황순진, 공동수, : 부영양 저수지에서 남조류의 발달과 천이 및 영향 요인, 한국하천 호수학회. 40(1):1221-129, 2007.
10. Fulton and Paerl : Toxic and inhibitory effects of the blue-green alga *Microcystics aeruginosa* in herbivorous zooplankton. *J. Plankton Res*. 9:837-855, 1987.
11. Sanders, R.W. and Wickham, S.A. : Planktonic protozoa and metazoa: predation, food quality and population control. *Mar. Microbiol. Food Webs*, 7:197-223, 1993.
12. Smirnov, N. N. and Timms, B. V. : A revision of the Australian Cladocera (Crustacea). Records of the Australian Museum Supplement, 1: 1-132, 1983.
13. Carrick, H.J., Fahnentiel ,G.L., Taylor, W.D. : Growth and production of plankton protozoa in lake Michigan-*in situ* versus *in vitro* comparison and importance to food web dynamics. *Limnol. Oceanogr.,* 37, 1221-1235, 1992.
14. Lampert, W. and Sommer, U. : Limnology-The Ecology of Lake and Streams. Oxford University Press, Oxford, 1997.