

<Note>

강원도 현천리 습지의 동식물플랑크톤

김 세 화*

용인대학교 환경과학대학 생명과학과

Zooplankton and Phytoplankton in the Hyuncheon Wetland, Gangwon-do, Korea

Saywa Kim*

Department of Life Science, College of Environmental Sciences, Yong In University,
Yongin 449-714, Korea

Abstract - A Study on zooplankton fauna and phytoplankton flora was carried out three times in June, August and September 2012 at the Hyuncheon wetland in Gangwon-do, Korea. A total of 14 taxa of zooplankton were distributed, which consisted of six rotifers, four cladocerans, two copepods, one nematode and one aquatic insect larvae. Occurrence of *Simulium japonicum* supports that studied water is the first grade clear water. It was observed that the abundance of zooplankton was never exceeded over 55 ind.L⁻¹. Rotifers dominated in the months of June and August, whereas cladocerans in September, respectively. The phytoplankton flora was consisted of 26 species. The standing crops varied between 4,080~10,120 cell.L⁻¹. *Docidium undulatum* is the typical species distributed in muddy wetland and *Closterium acerosum* is distributed widely from wetlands through lakes. *Navicula* spp. and *Nitzschia* spp. were recorded to be distributed in lentic waters of big lakes such as Paldang Lake. Species diversity indices decreased gradually from June to September between 1.3~1.9 in zooplankton but lowest in August between 0.9~1.6 in phytoplankton, respectively. Based on my study observation, I anticipate that the poor distribution of zooplankton, phytoplankton, and low values of species diversity index are likely to be a cause of narrow area with shallowness of waters during the short period.

Key words : zooplankton, phytoplankton, lentic water, wetland

서 론

담수생태계에서 동물플랑크톤은 조류와 박테리아를 섭식하여 식물플랑크톤의 1차생산과 박테리아들이 외부 유입 용존유기물을 분해한 에너지를 어류 및 수서곤충 등과 같은 상위 포식자로 전달하는 역할을 담당하고 있다. 각기 다른 생태적 지위(niche)를 가지고 있지만 피

식자와 포식자로서 동식물플랑크톤 군집은 밀접한 상관 관계를 가지고 있는데(Kim and Onbe 1989) 우리나라 호소생태계에서의 식물플랑크톤에 의한 1차생산량은 박테리아와 수변식물 등을 포함하는 전체 생산량의 1% 전후로 추정되며 동물플랑크톤의 2차생산량도 비교적 낮은 것으로 보고되어 있다(Gong 1992). 한강과 같이 강수량에 의한 수위가 계절별로 크게 변하는 수역에서는 갈수기에 동식물플랑크톤의 대량 출현이 보고되어 있다(Lim 1992; Kim and Lee 1999; Kim *et al.* 2002). 그러나 현천리 습지와 같이 수십 cm의 수심을 갖는 내륙 습지

* Corresponding author: Saywa Kim, Tel. 031-8020-2778,
Fax. 031-8020-2886, E-mail. swkim@yongin.ac.kr

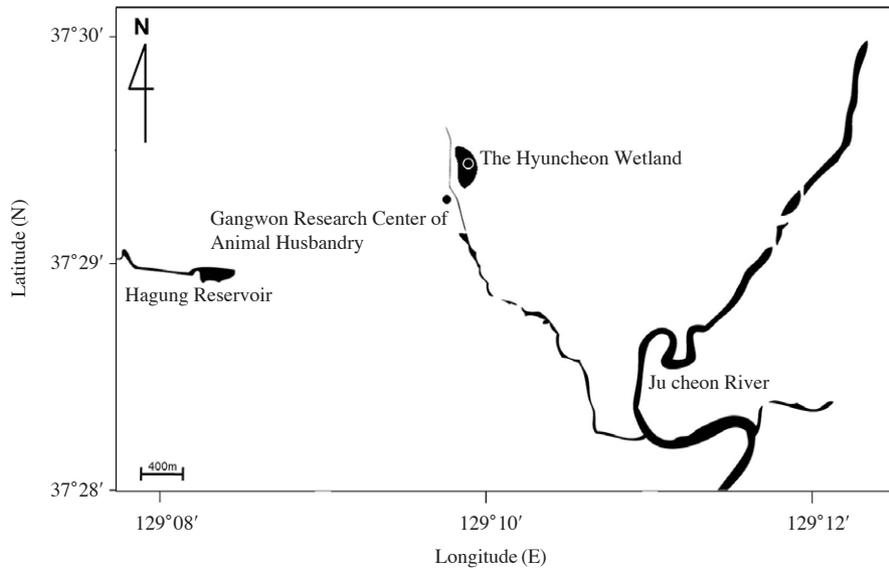


Fig. 1. Map of invested waters in Hyuncheon wetland, Korea.

에서는 큰 호수와 같은 수피에서 부유하는 생활 특성을 가진 동식물플랑크톤이 서식하기에 적합하지 않아 현천리 습지 생태계의 에너지 흐름에 기여하는 바는 극히 적을 것으로 추정된다. 즉 산간 습지의 동물플랑크톤 군집은 조사수역의 수리학적 특징과 조사 시기에 따라 크게 변하지만 (Tavernini *et al.* 2009) 좁은 수로와 얇은 습지로 형성된 현천리 습지에서의 생태적 역할은 제한적일 것이다.

산간 습지 조성을 이용한 농축산 오염 물질 제거 등 (Nakwanit *et al.* 2011; Vymazal and Brezinova 2014) 습지가 생태계에 미치는 긍정적 역할에 대한 연구가 활발한 현실에서 (Bassi *et al.* 2014) 습지 생태계의 구성원에 대한 연구는 적극적인 접근이 필요하다. 따라서 목논의 특징을 가지고 있는 현천리 습지의 (Natuhara 2013) 생태계 구성원으로서 동식물플랑크톤상을 파악하고 이들의 생태학적 특성을 파악하는 것은 우리나라 내륙 습지의 장기적 생태 변화를 추적하는 기초자료로서 큰 활용 가치를 가질 것으로 생각된다 (Cardo *et al.* 2012).

본 조사에서는 내륙 습지인 현천리 습지에서 하계 동식물플랑크톤의 출현양상을 살피고자 하였다.

조사지역 및 방법

1. 조사지 개황

현천리 습지는 강원도 횡성군 둔내면 현천리 1065번

지 일대에 위치하고 있으며 강원도 축산기술연구센터 동쪽에 위치하고 있다 (Fig. 1).

조사지역은 북위 37°29'38"~37°30'30", 동경 128°09'35"~128°10'06" 범위 내에 크게 3개의 습지로 나누어져 있다. 둔내 일반산업단지 조성의 계획 과정에서 멸종위기 2급 식물인 독미나리의 국내 최대 자생지가 발견됨으로써 내륙 습지로서의 가치를 인정받은 곳이기도 하다. 주변에 뚜렷한 급수원이 위치하지 않고 1990년대 후반까지 경작되었던 논이 휴경과 물길의 변경을 통하여 오목한 지형과 주변보다 낮은 지형적 특성이 더해져 습지화된 목논 습지로 볼 수 있다. 유역 전체의 평균 고도는 566 m이며 평균경사도는 15° 가량이다. 현재 습지 보호지역이나 탐사협약 습지 등으로 지정된 지역은 아니지만 내륙 습지로서의 생태적 가치와 그 특성을 밝히고자 2012년에 전국내륙습지 정밀조사를 통하여 동식물플랑크톤의 생태에 관한 조사가 처음으로 실시된 지역이다.

2. 조사방법

2012년 전국내륙습지 정밀조사의 일환으로 현천리 습지에서 6월, 8월, 9월 등 3회에 걸쳐 동식물플랑크톤 채집을 실시하였다.

현천리 습지와 같이 수심이 낮은 정수역에서는 기존의 동식물플랑크톤 네트를 사용한 정량채집이 불가능하며 소하천에서 실시하는 여수계 (flow-meter)를 이용한 정량채집도 어려워 현천리 습지를 가로지르는 개울에서

일정량을 (2L×5회=총 10L) 채수하여 망목 0.063 mm의 담수 동물플랑크톤 채집용 네트로 걸러 동물플랑크톤의 정량채집을 실시하였다.

채집된 동물플랑크톤의 시료는 300 mL 폴리에틸렌 병에 담은 후 포르말린을 첨가하여 시료의 최종농도가 4%가 되도록 고정하여 실험실로 옮겼다.

동물플랑크톤의 분석은 실험실내에서 24시간 이상 방치하여 동물플랑크톤이 갈아 앉은 폴리에틸렌병의 바닥에서 5 mL 이상을 페트리디쉬에 넣고 해부현미경 (Zeiss SV11, Mag. ×165) 하에서 종 준위 검경을 실시하였으며 소형종은 hollow slide로 옮긴 후 광학현미경 (Zeiss Auxiolab, Mag. ×400) 하에서 고배율로 검경하여 동정하였다 (Mizuno and Takahashi 1999; Yoon 2010; Chang 2010, 2012). 동정이 끝난 시료는 다시 폴리에틸렌병에 넣고 균일하게 섞은 후 10 mL의 subsample을 취하여 UNESCO 계수반에 넣고 해부현미경 하에서 각 종별 출현량을 계수하는 작업을 3회 반복하여 정량분석을 위해서는 항상 시료의 1/10 (현장수 1 L) 이상을 검경하였다. 해부현미경 하에서 계수된 각 종의 출현량은 네트를 통과한 수량인 현장수 10리터를 참조하여 1 L당 출현개체수로 환산하였다.

동물플랑크톤 출현량 자료를 근거로 컴퓨터 프로그램 (Primer)을 이용하여 3개월에 걸친 동물플랑크톤 종다양성지수 (Shannon and Weaver 1963)를 계산하여 시간에 따른 변화를 보았다.

식물플랑크톤의 채집은 채수기를 (Van Dorn water sampler) 이용하여 1리터의 현장수를 채수하였다. 채집된 식물플랑크톤 시료는 1 L 폴리에틸렌 암병 (amber)에 담아 Lugol's solution을 6 mL 첨가하여 고정한 후 실험실로 옮겼다.

세포수 계수에 의한 현존량 측정을 위하여 시료를 24 시간 이상 방치하여 식물플랑크톤이 갈아 앉은 폴리에틸렌병의 상등액을 제거하고 남은 시료를 균일하게 섞은 후 1 mL의 subsample을 Sedwick-Rafter Chamber에 넣고 계수하는 작업을 5회 이상 반복하여 항상 시료의 1/40 (현장수 25 mL) 이상을 검경하였다. 현존량은 중 수 준의 동정을 위하여 (Hirose 1981; The Shiga prefectural institute of public health and environmental science 1982; Yamagishi and Akiyama 1984; Fukuyo *et al.* 1990; Han River Environ. Res. Center 2002; Cho 2012a, b) 검경한 시료의 양을 참조하여 현장수 1리터당 현존량으로 환산하였다.

식물플랑크톤 출현량 자료를 근거로 컴퓨터 프로그램 (Primer)을 이용하여 3개월에 걸친 동식물플랑크톤 생태

지수 (종다양성지수)를 계산하여 시간에 따른 변화를 확인하였다 (Shannon and Weaver 1963).

결 과

동물플랑크톤은 윤충류 6종, 지각류 4종, 요각류 유생 2종류, 선충류 1종과 수서곤충 유생 1종 등 총 14분류군이 출현하였으며 (Table 1) 6월에 8분류군이 출현하였고 8월과 9월에는 5~6분류군이 출현하였다. 동물플랑크톤

Table 1. List of zooplankton species occurred in the Hyuncheon Wetland

Species	Abundance (ind.L ⁻¹)			
	June	August	September	
Rotifera	<i>Brachionus agularis</i>	20		
	<i>Brachionus dimidiatus</i>	12	10	
	<i>Brachionus leydigii</i>	2		
	<i>Lecane leontana</i>	10		
	<i>Lepadella patella f. smilis</i>			3
Cladocera	<i>Alona costata</i>	1		
	<i>Alona quadrangularis</i>		4	
	<i>Chydorus ovalis</i>	8		8
	<i>Monospius dispar</i>			2
Copepoda	Copepodite		2	
	Nauplius	1		2
Insecta	<i>Simulium japonicum</i>	1	4	
Nematoda sp.			1	
Total	55	21	15	

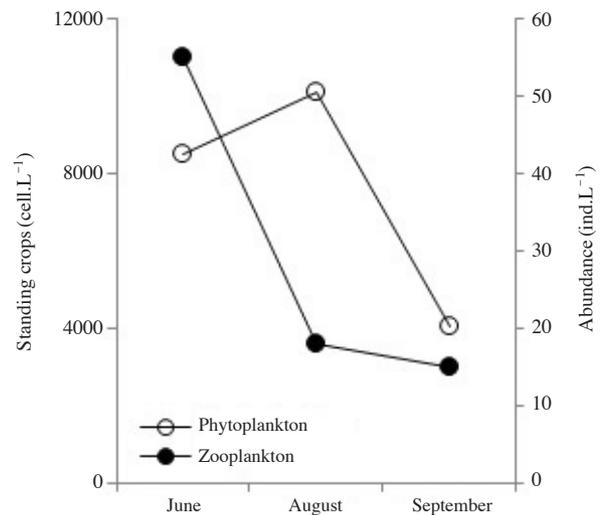


Fig. 2. Variation in zooplankton abundance and phytoplankton standing crops in the Hyuncheon Wetland in June~September 2012.

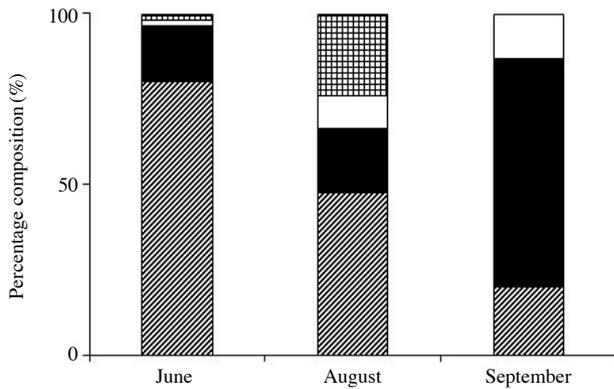


Fig. 3. Percentage composition of zooplankton taxa in the Hyuncheon Wetland in June~September 2012. Hatched: rotifers, solid: cladocerans, open: copepods, cross: others including aquatic insect larvae.

Table 2. List of phytoplankton species occurred in the Hyuncheon Wetland.

Species	Standing crops (cell.L ⁻¹)		
	June	August	September
<i>Asterionella formosa</i>	200		120
<i>Aulacoseira ambigua</i>			1,000
<i>Aulacoseira distans</i>	2,000		
<i>Aulacoseira granulata</i>			2,000
<i>Ceratium</i> sp.		40	
<i>Closterium acerosum</i>	40		
<i>Closterium intermedium</i>			40
<i>Closterium ralfsii</i>	40		
<i>Cymbella gracilas</i>	200		
<i>Cymbella naviculiformis</i>	40		
<i>Diatoma vulgare</i>	2,400	2,000	
<i>Docidium undulatum</i>		4,000	
<i>Fragilaria crotonensis</i>		1,000	800
<i>Gonatozygon kinahani</i>	40		
<i>Hormidium</i> sp.		2,000	
<i>Navicula cryptocephala</i>	40		
<i>Navicula</i> sp.		40	40
<i>Nitzschia</i> sp.	40		
<i>Pinnularia major</i>		40	
<i>Planotaenium interruptum</i>	160		
<i>Pleurotaenium excelsum</i>	40		
<i>Scenedesmus bijuga</i>	1,000		
<i>Spondylosium moniliforme</i>	1,600		
<i>Spirogyra</i> sp.		1,000	
<i>Synedra ulna</i>	400		80
<i>Tabellaria fenestrata</i>	200		
Total	8,440	10,120	4,080

의 출현량은 전 조사기간 중 55 ind.L⁻¹ 이하를 기록하여 빈약한 출현 양상을 보였는데 6월의 출현량이 높고 8월과 9월로 가면서 감소하였다(Fig. 2).

동물플랑크톤 분류군별 군집 동태의 변화는 6월에 줄

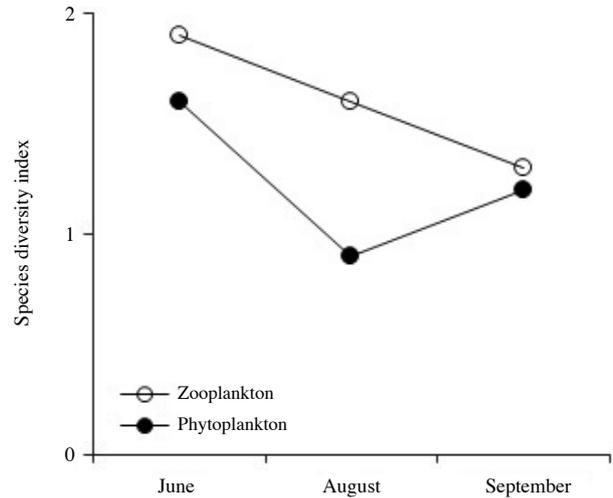


Fig. 4. Variation in species diversity indices of zooplankton and phytoplankton in Hyuncheon Wetland in June~September 2012.

무늬먹파리의 유충이 (*Simulium japonicum*) 출현하였고 6월과 8월에는 윤충류가 출현량의 80.0%와 47.6%를 차지하며 우점하였으며 9월에는 지각류가 66.7%로 우점하였다(Fig. 3).

식물플랑크톤은 총 26분류군이 출현하였으며(Table 2) 진흙 습지 지표종인 *Docidium undulatum*이(Yamazaki and Akiyama 1984) 8월에 최우점종으로 출현하였으나 나머지 진흙 습지 지표종들의 현존량은 높지 않았다. 6월에 16종이 출현하여 가장 다양한 식물플랑크톤상을 보였으며 8월과 9월에는 10종 이하의 빈약한 출현 양상을 보였다. 하지만 8월과 9월에는 팔당호와 같은 호수에서 출현하는 *Ceratium* sp.와 같은 외편모조류(Fukuyo et al. 1990)와 *Asterionella formosa* 등의 익상목 규조류가 출현하였고 특히 9월에는 *Aulacoseira ambigua*와 *A. granulata*와 같이 체인을 형성하는 중심목 규조류가 우점하였다. 식물플랑크톤의 현존량은 8월에 10,120 cell.L⁻¹의 최대현존량을 기록하였으나 6월과 9월에는 낮았다(Fig. 2).

동식물플랑크톤의 종다양성지수 변동은 동물플랑크톤이 1.3~1.9 사이에서 변동하며 6월부터 9월까지 순차적으로 감소한 반면 식물플랑크톤은 0.9~1.6 사이에서 변동하였는데 8월에 감소하였다가 9월에 다시 증가하였다(Fig. 4).

고 찰

현천리 습지의 동물플랑크톤 출현 양상은 얇은 수심

에도 불구하고 Chydoridae과의 지각류가 우점하는 산간 습지의 특성과 (Jeong 2013) 일반 호수의 특징을 함께 보이고 있었는데 (Kim and Lee 1999) 6월과 8월에 출현한 줄무늬먹파리 유생은 가재나 옆새우와 같이 1급수 지표종으로서 현천리 습지의 수질이 양호함을 나타내고 있다 (Chung 2008; Khamis *et al.* 2014). 6월에는 윤충류가 다양하게 출현하면서 우점하였으나 8월과 9월에는 윤충류의 출현종수가 한 종으로 그쳤고 9월에는 지각류의 출현량이 높아 장마 전의 갈수기와 장마 후의 풍수기 동물플랑크톤 군집 천이를 확인할 수 있었다. 특히 본 조사년도의 6월 조사는 극심한 가뭄이 지속된 후 장마가 시작되기 전에 실시되었는데 동물플랑크톤의 생물량 변동을 보면 춘계에서 추계로 가면서 생물량이 감소한 다기보다는 갈수기에 수심이 낮은 수괴에 응집되어 있던 동물플랑크톤 군집이 풍수기에 많은 수량에 의하여 확산된 결과가 나타난 것으로 추정된다 (Lim 1992; Kim and Lee, 1999; Kim *et al.* 2002).

식물플랑크톤의 출현종 중 6월과 9월에 우점한 *Aulacoseira* 속의 종들은 팔당호나 일본 비와호 등에서도 우점하는 종이지만 (The Shiga prefectural institute of public health and environmental science 1982; Han River environment research center 2002) 8월에 우점한 *Docidium undulatum*은 고산 진흙 습지 분포종이고 (Yamagishi and Akiyama 1984) *Clasterium acerosum*은 고원 진흙 습지부터 평지의 연못까지 폭넓게 분포하는 종으로서 (Yamagishi and Akiyama 1984) 현천리 습지가 갈수기와 풍수기를 가리지 않고 진흙 습지의 특성과 일반 평지 담수계의 생태적 특성을 함께 나타내고 있는 것을 의미한다 (An and Shin 2005).

식물플랑크톤의 현존량은 8월에 *Aulacoseira* 속 종들의 현존량 증가에 기인하여 높게 나타났는데 장마에 의한 수량 증가로 하계에는 현천리 습지가 일반 호수의 생태계와 근접한 특성을 나타내는 것으로 생각된다 (The Shiga prefectural institute of public health and environmental science 1982; Han River Environ. Res. Center 2002). 하지만 전반적으로 낮은 동물플랑크톤의 출현량과 (cf. 수백~수만 ind.L⁻¹ in Song *et al.* 2003; Choi *et al.* 2013) 식물플랑크톤의 현존량으로 (cf. 수십만~수백만 cell.L⁻¹ in Shin and Kim 2002; Kim 2012) 인하여 현천리 습지에서 동식물플랑크톤의 생산량이 차지하는 비중은 일반적인 평지의 담수계에 비하여 낮을 것으로 생각된다.

동물플랑크톤의 종다양성지수는 6월에 가장 높고 서서히 감소하는 경향을 보였고 식물플랑크톤은 8월에 감

소하였으나 짧은 조사 기간으로 인하여 특이한 경향을 볼 수 없었다.

적 요

2012년 전국 내륙습지 생태계 조사의 일환으로 강원도 현천리 습지에서 6, 8, 9월 매달 3회에 걸쳐 동식물플랑크톤을 채집하여 분석하였다. 동물플랑크톤은 윤충류 6종, 지각류 4종, 요각류 2종류, 선충류 1종과 수서곤충 유생 1종 등 총 14분류군이 출현하였으며 출현량은 6월에 55 ind.L⁻¹를 기록한 후 점점 감소하였다. 윤충류는 0.1 mm 전후의 소형종들이 출현하였고 지각류는 산간계곡 서식종이 주로 출현하였으며 요각류 성체는 출현하지 않았고 유생만 관찰되었다. 또한 하계에 출현한 줄무늬먹파리의 출현은 현천리 습지가 1급수 지역임을 시사하고 있다. 식물플랑크톤은 총 26분류군이 출현하였으며 8월에 10,120 cells.L⁻¹의 최대현존량을 기록하였고 9월에 최소현존량 (4,080 cells.L⁻¹)를 기록하였다. *Docidium undulatum*과 같은 진흙 습지 서식 종, *Closterium acerosum*은 고원 습지부터 평지의 연못까지 폭넓게 분포하는 종, *Navicula* 및 *Nitzschia* 속의 종들과 같이 팔당호와 같은 평지의 커다란 호수에서도 많이 출현하는 종들이 함께 출현했다. 전반적으로 동식물플랑크톤의 출현량과 현존량이 낮아 현천리 습지에서 동식물플랑크톤의 생산량이 차지하는 비중은 일반적인 평지의 담수계에 비하여 낮을 것으로 생각된다. 동물플랑크톤의 종다양성지수는 6월에 가장 높고 서서히 감소하였고 식물플랑크톤은 8월에 감소하였다 9월에 다시 증가하였으나 짧은 조사 기간으로 인하여 특이한 경향을 볼 수 없었다.

사 사

본 연구는 국립습지센터 2012년 내륙습지 정밀조사 연구비의 지원에 의하여 수행되었다.

REFERENCES

- An KG and IC Shin. 2005. Influence of the Asian monsoon on seasonal fluctuations of water quality in a mountainous stream. Korean J. Limnol. 38:54-62.
- Bassi N, MD Kumar, A Sharma and P Pardha-Saradhi. 2014. Status of wetlands in India: A review of extent, ecosystem

- benefits, threats and management strategies. *J. Hydrol.: Region. Studies* 2:1-19.
- Cardo SJ, F Roland, SM Loverde-Oliveira and VLM Huszar. 2012. Phytoplankton abundance, biomass and diversity within and between Pantanal wetland habitats. *Limnologia* 42:235-241.
- Chang CY. 2010. Continental Harpacticoida. Invertebrate fauna of Korea, Flora and fauna of Korea. 21(4) NIBR, MIE, Seoul.
- Chang CY. 2012. Continental Cyclopoida I. Invertebrate fauna of Korea, Flora and fauna of Korea. 21(19) NIBR, MIE, Seoul.
- Cho KJ. 2012a. Freshwater Diatom V. Algae in Korea. Flora and fauna of Korea. 3(7) NIBR, MIE, Seoul.
- Cho KJ. 2012b. Freshwater Diatom V. Algae in Korea. Flora and fauna of Korea. 3(8) NIBR, MIE, Seoul.
- Choi JY, SK Kim, SW Hong, KS Jeong, GH Na and GJ Joo. 2013. Zooplankton community distribution and food web structure in small reservoir: Influence of land uses around reservoirs and littoral aquatic plant on zooplankton. *Korean J. Limnol.* 46:332-342.
- Chung K. 2008. Body length-mass relationships of aquatic insect of mountain streams in Central Korean peninsula. *Korean J. Limnol.* 41:320-330.
- Fukuyo Y, H Takano, M Chihara and K Matsuoka. 1990. Red tide organisms in Japan-An illustrated taxonomic guide. Uchida Rokakuho Publisher, Tokyo.
- Gong DS. 1992. Limnological studies in Paltang Lake. PhD Dissertation, Korea Univ., Seoul.
- Han River Environ. Res. Center. 2002. Phytoplankton of Lake Paldang. NIER, Seoul.
- Hirose H. 1981. Illustration of the Japanese fresh-water algae. Uchida Rokakuho Publisher, Tokyo.
- Jeong HG. 2013. Diversity of freshwater Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) in the south of Korean Peninsula. PhD Dissertation, Hanyang Univ., Seoul.
- Khamis K, DM Hannah, LE Brown, R Tiberti R and AM Milner. 2014. The use of invertebrates as indicators of environmental change in alpine rivers and lakes. *Sci. Total Environ.* 493:1242-1254.
- Kim HS. 2012. The dynamics of phytoplankton community in Unmun Dam. *Korean J. Limnol.* 45:232-241.
- Kim SW and JH Lee. 1999. Environmental studies of the lower part of Han river IV. Zooplankton. *Korean J. Limnol.* 16:9-21.
- Kim SW and T Onbe. 1989. Feeding habits of marine cladocerans in the Inland Sea of Japan. *Mar. Biol.* 100:313-318.
- Kim S, MS Han, KI Yoo, K Lee, and YK Choi. 2002. Zooplankton and phytoplankton dynamics with the construction of river mouth dam in Kum River estuary, Korea. *Korean J. Limnol.* 35:141-144.
- Lim BJ. 1992. Ecological studies on zooplankton community in the lower part of Han River system, Korea. PhD Dissertation, Hanyang Univ., Seoul.
- Mizuno T and E Takahashi. 1999. An illustrated guide to freshwater zooplankton in Japan. Tokai Univ. Press, Simizu.
- Nakwanit S, P Visoottviseth, S Khokiattiwong and W Sangchoom. 2011. Management of arsenic-accumulated waste from constructed wetland treatment of mountain tap-water. *J. Hazard. Mater.* 185:1081-1085.
- Natuhara Y. 2013. Ecosystem services by paddy fields as substitutes of natural wetlands in Japan. *Ecol. Engin.* 56:97-106.
- Shannon CE and W Weaver. 1963. The mathematical theory of community. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Shin YK and YG Kim. 2002. Ecological studies on the Asan reservoir. 2. Phytoplankton community structure. *Korean J. Limnol.* 35:187-197.
- Song YH, W Lee and IS Kwak. 2003. Study on response-species of zooplankton to the seasonal changes of precipitation and temperature. *Korean J. Limnol.* 36:9-20.
- Tavernini S, R Primicerio and G Rossetti. 2009. Zooplankton assembly in mountain lentic waters is primarily driven by local processes. *Acta Oecol.* 35:22-31.
- The Shiga prefectural institute of public health and environmental science. 1982. The plankton of lake Biwa. pp. 144+ index.
- Vymazal J and T Brezinova. 2014. Long term treatment performance of constructed wetlands for wastewater treatment in mountain area: studies from the Czech Republic. *Ecol. Engin.* 71:578-583.
- Yamagishi T and M Akiyama. 1984. Photomicrographs of the fresh-water algae. vol. 1-10. Uchida Rokakuho Publisher, Tokyo.
- Yoon SM. 2010. Branchiopods. Invertebrate fauna of Korea, Flora and fauna of Korea. 21(2) NIBR, MIE, Seoul.

Received: 19 August 2014

Revised: 1 October 2014

Revision accepted: 7 October 2014