

## 우포늪 저서성 대형무척추동물의 계절별 군집구조 변화

이준철 · 구분윤 · 윤춘식 · 이동준 · 정선우\*

창원대학교 생물학과

(2010년 11월 17일 접수; 2010년 12월 14일 수정; 2011년 1월 6일 채택)

### Seasonal Changes on Community Structures of Benthic Macroinvertebrates in Wetland Upo

Jun-Cheol Lee, Bon-Yoon Koo, Chun-Sik Yoon, Dong-Jun Lee, Seon-Woo Cheong\*

Department of Biology, Changwon National University, Changwon Kyungnam 641-773, Korea

(Manuscript received 17 November, 2010; revised 14 December, 2010; accepted 6 January, 2011)

#### Abstract

The studies on community structure of benthic macroinvertebrates and environmental survey in selected four sites were performed on wetland Upo from 2008 to 2009. The lowest water temperature was measured at Upo and Mokpo showing 7°C in February of 2008 and 2009 respectively. The highest water temperature was measured at Upo showing 32°C in August of 2009. The lowest pH was measured at Topyeong with 5.3 in August of 2009, and the highest pH was measured at Mokpo with 10.1 in August of 2008. Generally the levels pH of 2008 were higher than those of 2009. The range of electric conductivity to the sites was big. Overall, the higher electric conductivity was seen at Sajipo and the lower one was seen at Mokpo. The level of Dissolved oxygen was lowest at Upo with 5.53mg/ℓ in August 2008, and it was highest at Upo with 14.76mg/ℓ in February of 2008. The investigation was performed with both quantitative and qualitative collecting methods from four surveying sites, Upo, Mokpo, Sajipo and Topyeong. Through the eight times of seasonal survey, 6 classes, 17 orders, 59 families, 131 species and 5460 individuals of benthic macroinvertebrates were collected. 6 classes, 17 orders, 53 families 106 species and 2439 individuals were identified in 2008, and 6 classes, 16 orders, 44 families, 93 species and 3021 individuals were collected in 2009. The number of species was decreased in 2009 comparing that of 2008, however, the number of individuals were increased in 2009. The dominant species and the subdominant species was *Plea (Paraplea) indistinguenda* and *Diplonychus esakii* with 20.16% and 11.90% of dominant indices respectively. From the community analysis, both the species diversity index and the species richness index were highest in Topyeong showing 4.743 and 9.054 respectively. The similarity evaluation to the investigation sites with the species in there showed very high similarity among Upo, Mokpo and Sajipo showing 5 or lower levels of distance cluster combine.

**Key Words** : Benthic macroinvertebrates, Seasonal changes, Wetland Woopo

#### 1. 서론

습지는 대부분 좁은 의미의 습원(濕原)으로 인식되며, 일 년 중 일정기간 동안 얇은 물에 잠겨 토양이 물로 포화되어 있는 땅으로 정의되기도 하여, 학자에 따

\*Corresponding author : Seon-Woo Cheong, Department of Biology, Changwon National University, Changwon Kyungnam 641-773, Korea  
Phone: +82-55-213-3454  
E-mail: swcheong@changwon.ac.kr

라서 그 정의를 조금씩 달리하고 있다. 람사르협약(Ramsar Convention)에서는 습지를 “자연적 또는 인공적, 영구적 또는 일시적, 정수 또는 유수, 담수 및 기수 또는 염수가 간조시 수심 또는 m를 넘지 않는 곳을 포함하는 늪, 습원, 이탄지(泥炭地), 물에 잠긴 지점”으로 정의하고 있다. 일반적으로 습지는 영구적 또는 계절적으로 습윤 상태를 유지하면서 특별히 그 상태에 적응된 식생이 분포된 곳을 뜻하며, 육상생태계와 수생태계 사이의 이행대(移行帶, ecotone)로서 두 생태계의 가장자리에 위치한 공간으로도 정의되고 있다(Navid, 1989). 습지에 대한 정의나 범위는 습지가 갖는 역동적인 변화상으로 인해 다소 불분명하지만, 영구적으로 습한 지점과 건조한 환경 사이를 이행하며 일정기간 물에 잠기면서 호수와 달리 수심이 얕으며, 식생을 가진다는 공통적인 특성을 갖는다.

습지의 주요 기능으로는 다양한 생물의 서식처 제공, 물 저장, 홍수 억제, 호안의 안정성 확보 및 침식 조절, 지하수 보충 및 유지, 수질정화, 영양물질의 순환, 퇴적물과 오염물질 등의 정화, 기후환경의 안정화 등을 들 수 있으며(방 등, 2006) 지구 전체에서 습지 생태계의 생산력은 평균  $3000 \text{ g/m}^2/\text{yr}$  이상으로 알려져 있고 이는 열대우림의 생산력과 유사하다고 알려져 있다(박 등, 2000).

습지는 다양한 기능과 생태적 중요성에도 불구하고 지금까지는 보호의 대상이기보다는 개발의 대상으로 인식되어 1900년 이후 지구상 습지의 50%가 사라졌으며, 1950년대 이후부터는 매우 빠르게 습지가 사라지고 있다. 다양한 생물이 서식하는 공간으로 중요한 습지를 보호하는 일은 곧 생태계를 보호하는 것으로 람사르협약에서는 매년 2월 2일을 ‘습지의 날’로 지정하여 각국의 습지 보전에 대한 이해와 관심을 유도하고 있으며(배 등, 2004), 이에 관련하여 우리나라에서는 1999년 습지보전법을 제정하여 습지보전을 위해 노력하고 있다.

본 연구에서 조사대상지인 우포늪은 경상남도 창원군에 위치하고 있으며 낙동강의 완만한 경사와 남해의 해수면 상승으로 인한 낙동강의 역류로 자연제방이 형성되고 물이 막히어 주위에서 흘러 온 토사가 쌓여 만들어진 배후습지이며 유어면, 대지면, 이방면, 대합면 일원에 분포하는 내륙습지이다. 우포늪은 우

리나라에서 가장 오래되고 거의 유일하게 남아있는 대규모의 자연습지로서 우포늪, 목포늪, 사지포늪, 쪽지벌 등의 4개의 늪으로 이루어져 있으며 수면의 면적이 230 ha에 달하는 국내 최대의 늪지로 그 생태적 가치와 보전의 필요성이 인정되어 1997년 7월 26일 생태계보전지역 중 생태계특별보호구역(환경부고시, 1997-66호)으로 지정되었다. 국제적으로도 1998년 3월 2일 람사르협약에 의한 물새의 서식지로 등록되었고 1999년 8월 9일 환경부에 의하여 습지면적 약 8.54  $\text{km}^2$ 를 습지보호지점으로 지정되어 관리되고 있다. 그럼에도 불구하고 우포늪의 면적은 지난 세기 동안 농업지확보와 산업시설 건립을 위한 매립, 홍수방지를 위한 제방건설 등으로 지속적으로 감소해 왔다(경남발전연구원, 2007). 1990년대 중반이후 지속적으로 탐방객이 증가하여 탐방압의 증가, 도로개설 등의 인위적인 압력이 가해지면서 생태계의 단절성 등이 새로운 문제점으로 대두되고 있으며, 우포늪을 보전하기 위해서 종합적인 관리 대책수립이 필요한 실정이다.

습지의 건전성을 평가하고 보전대책을 마련하기 위해서는 그 습지에 서식하고 있는 동식물상의 파악이 매우 중요하다. 그 중 저서성 대형무척추동물은 그들이 수환경의 영향을 직접적으로 받으면서 담수생태계의 동물 중 가장 높은 종다양성과 개체수 현존량을 나타내고 있으며, 담수생태계의 저차소비자로서 영양단계의 중추적 위치를 차지하기 때문에 그 환경을 대표하는 생물군이라 할 수 있다. 뿐만 아니라 많은 종류의 저서성 대형무척추동물들은 환경 변화에 민감하게 반응하여 분포를 달리 하므로 수질과 환경변화의 지표생물로서 많이 이용된다(배와 이, 2001). 따라서 어느 지역의 생태계의 특성을 파악하기 위해서는 저서성 대형무척추동물의 개체군의 출현 양상과 군집의 특성을 분석하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 우포늪의 저서성 대형무척추동물에 대한 계절별 군집구조 변화상을 조사하였다. 우포늪의 생태학적 중요성에도 불구하고 이 지역을 대상으로 이루어진 저서성 대형무척추동물에 대한 연구는 대부분 단기적이거나 오래 전에 이루어져(윤 등, 1987; 윤 등, 1989; 경남개발연구원, 1997; 배 등, 2004; 국립환경과학원, 2006) 우포늪의 저서성 대형

무척추동물 군집의 특성에 대한 충분한 자료를 얻을 수 없는 실정이었다. 그러나 최근 우포늪에 대한 장기적인 생태계조사가 시작되고 있으며 이중 저서성 대형 무척추동물군집에 대한 연구는 이 등(2006) 및 이 등(2009)에 의하여 모니터링 초기단계의 분포자료가 나온 바 있다. 그러한 장기적인 생태조사에 대한 지속적인 연구의 일환으로 본 연구에서 우포늪의 우포, 목포, 사지포, 토평천 4개 지점에 대하여 이화학적 서식환경 조사와 함께 저서성 대형무척추동물 군집을 2년간 계절별로 조사하여 종다양성과 계절적 군집 특성을 규명하고 출현종에 의한 조사지점별 유사도를 평가하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 조사지점 및 개황

우포늪 일대의 4개 조사지점을 대상으로 조사였으며(Fig. 1), 조사지점의 행정구역은 다음과 같다.

- 우포(St. 1): 경상남도 창원군 유어면 세진리(N 35° 33' 00", E 128° 24' 30")
- 목포(St. 2): 경상남도 창원군 이방면 옥천리(N 35° 33' 36", E 128° 24' 23")
- 사지포(St. 3): 경상남도 창원군 대합면 주매리(N 35° 33' 35", E 128° 26' 103")
- 토평천유입부(St. 4): 경상남도 창원군 대합면 주매리(N 35° 33' 05", E 128° 25' 54")

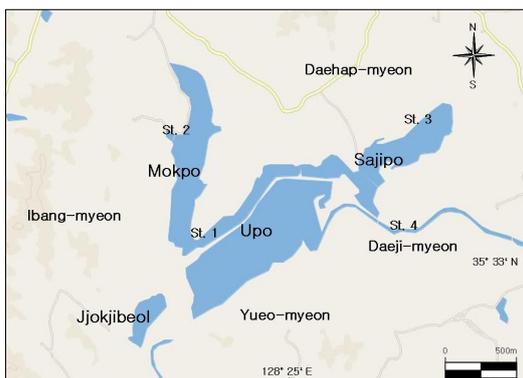


Fig. 1. Surveyed sites of benthic macroinvertebrate in Wetland Upo. St. 1: Upo, St. 2: Mokpo, St. 3: Sajipo, St. 4: Topyeong

우포지점은 우포습지 중에서 가장 면적이 넓은 곳으로 토평천 이외에도 초곡천과 평지천, 대합천, 도야천, 중대천 등이 합류되어 우포늪으로 유입되고 있다. 조사지점은 목포제방과 인접한 곳으로 접근이 비교적 쉬운 곳이다. 이곳은 정수구역이므로 물의 흐름은 거의 없고 통행차량 및 관광객의 왕래가 주된 교란요인이며, 늪지 내 수질변화요인은 철새들의 분변과 둔터 마을에서 유입되는 오염물질들로 보였다. 갈수기와 수량차가 확연히 드러나는 지점으로 하계를 제외한 계절에는 저수구역 내의 수초분포가 빈약하였고 기질은 점토로 이루어져 있었다.

목포의 조사지점은 목포의 북쪽일대이며 목포의 서편으로 비포장도로로 접근하였다. 조사지점의 서쪽으로는 과수원과 마늘밭이 있어 많은 농약사용이 예상된다. 기질은 점토와 사질토양이었으며, 갈수기에는 저수지역에서 부패로 인한 악취가 발생하였다. 도로 서편의 산지에서 초곡천이 유입되고 있으며 하계에는 수면의 대부분이 수생식물로 덮이는 곳이다.

사지포의 조사지점은 사지포의 동쪽지점이며 도로에서 멀어 접근에 비교적 불리하였으며 기질은 점토와 사질 토양이었다. 호안의 형태가 복잡하여 다양한 미소서식처를 갖춘 곳으로 생각되며 저서성 대형무척추동물의 서식에 유리한 곳으로 판단된다. 그러나 본 조사지점은 갈수기에 기질이 드러날 정도로 수량차가 극심한 지점으로 이로 인한 교란과 조사지점 주변의 농지이용에 따른 농약사용으로 인한 교란 발생이 예상된다.

토평천유입부의 조사지점은 토평천이 우포의 동쪽으로 유입되는 곳이며 동계 조사와 춘계 조사 시는 하천의 물이 줄어 기질이 노출된 곳이 많았다. 하계와 추계에 유속이 빠르나 일부 정수 지역도 있어 다양한 서식처를 제공하고 있었다. 하상은 주로 모래와 점토로 구성되어 있으며 자갈과 호박돌도 혼재하는 곳이다 (Fig. 1).

### 2.2. 조사시기

2008년부터 2009년까지 2년간 걸쳐 총 8회의 현지 조사가 수행되었으며 2월(동계), 4월(춘계), 8월(하계), 10월(하계)의 20일을 전후하여 4계절 조사를 행하였다.

## 2.3. 조사방법

### 2.3.1. 계절별 이화학적 특성조사

각 지점별로 수온, 용존산소량(DO), 전기전도도(EC), pH를 Multi\_parameter analyser (CONSORT C535)를 이용하여 현장에서 측정·기록하였다.

### 2.3.2. 정량조사

유수지역의 정량채집은 Surber\_net을 이용한 방법이 일반적이거나 본 조사지점은 정수역이 대부분으로 제2차 전국자연환경조사지침(환경부, 2001)의 정수지역의 정량 채집법에 따라 폭이 50cm인 D frame\_net을 사용하여 조사지점별로 수초가 풍부한 연안대의 서식처를 대표하는 2개 지점을 선정하여 1m 거리의 동일한 지점의 바닥을 2회 훑어서 2m<sup>2</sup>씩 조사하였다.

### 2.3.3. 정성조사

폭이 30cm인 hand net과 원형틀채 등을 이용하여 수초가 있는 곳, 가장자리, 낙엽 쌓인 곳, 모래 등 다양한 미소서식처에서 한 지점 당 30분 이상 보충 채집하였다. 그 외의 채집 및 서식처의 환경조사 방법은 일반적인 조사 방법을 따랐다(McCafferty, 1981; Ward, 1992; Williams and Feltnate, 1992; Allan, 1995; Merritt and Cummins, 1996; 배, 1999).

## 2.4. 표본의 동정 및 정리

채집된 저서성 대형무척추동물은 윤(1988; 1995),

이 등(1988; 1992), 이 등(1971), 조(1969), 川合禎次(1985), 丸山傳紀(2003) 등을 이용하여 실체현미경하에서 동정 분류하였고, 이 외 상기한 자료의 분류방법으로 동정이 어려운 종은 sp.로 하였다. 분류된 저서성 대형무척추동물은 한국곤충학회와 한국응용곤충학회(1994) 및 한국동물분류학회(1997)에 따라 정리하여 목록을 작성하였으며 이들 자료를 기초로 군집구조를 분석하였다.

## 2.5. 군집분석

정량채집으로 조사된 저서성 대형무척추동물들을 대상으로 종다양도(Pielou, 1966), 종풍부도(Margalef, 1957) 그리고 우점도(McNaughton, 1967)를 산출하였다.

## 3. 결과

### 3.1. 계절별 이화학적 특성

#### 3.1.1. 수온의 변화

우포늪 일대에서 측정된 수온은 2008년 2월의 우포지점과 2009년 2월의 목포지점에서 7℃로 최저치를 나타내었고 2009년 8월에 우포지점에서 32℃로 가장 높게 나타났다. 2008년 우포지점의 평균수온은 20℃, 목포지점은 18℃, 사지포지점은 20℃, 토평천지점은 18℃로 나타났고, 2009년의 평균수온은 우포지점 22℃, 목포지점 21℃, 사지포지점 22℃, 토평천지점 20℃로

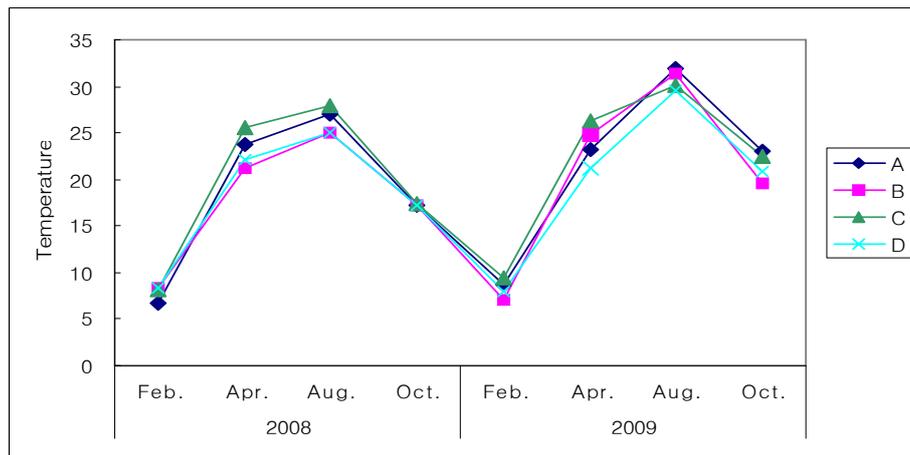


Fig. 2. Seasonal changes of average water temperature in wetland Upo from February 2008 to October 2009. (A) Upo (B) Mokpo (C) Sajipo (D) Topyeong

2008년에 비해 2009년의 평균수온이 약간 높았다. 그리고 전반적으로 모든 조사지점에서 2월까지 10℃이하의 수온을 유지하다가 점진적으로 상승하여 8월까지 25℃~32℃사이를 유지하였고, 이후 다시 수온이 하강하였다(Fig. 2).

3.1.2. pH의 변화

우포늪 일대에서 측정된 pH는 2009년 8월 토평천에서 5.3으로 가장 낮았으며 2008년 8월 목포에서 10.1로 가장 높았다. 평균 pH의 경우 2008년은 우포

지점에서 8.7, 목포지점 8.5, 사지포지점 8.9, 토평천지점 9.0으로 나타났으며 2009년은 우포지점 7.9, 목포지점 8.4, 사지포지점 7.8, 토평천지점 7.5로 나타나 대체로 2008년의 pH가 더 높았던 것으로 나타났다(Fig. 3).

3.1.3. 전기전도도(Electric Conductivity)의 변화

우포늪 일대에서 측정된 전기전도도는 각 조사지점별로 변화의 폭이 크게 나타났다. 2009년 8월에 우포지점에서 240 $\mu$ s/cm로 가장 낮았으며 2008년 2월

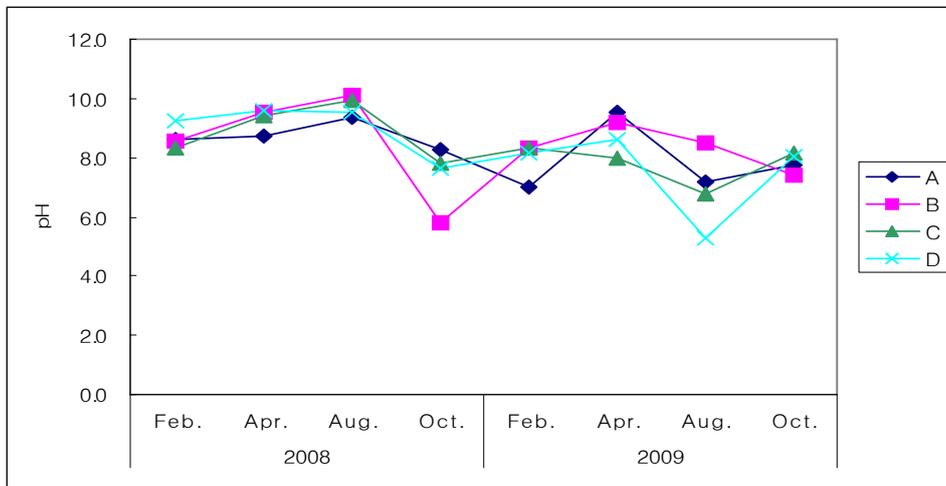


Fig. 3. Seasonal changes of pH in wetland Upo from February 2008 to October 2009. (A) Upo (B) Mokpo (C) Sajipo (D) Topyeong

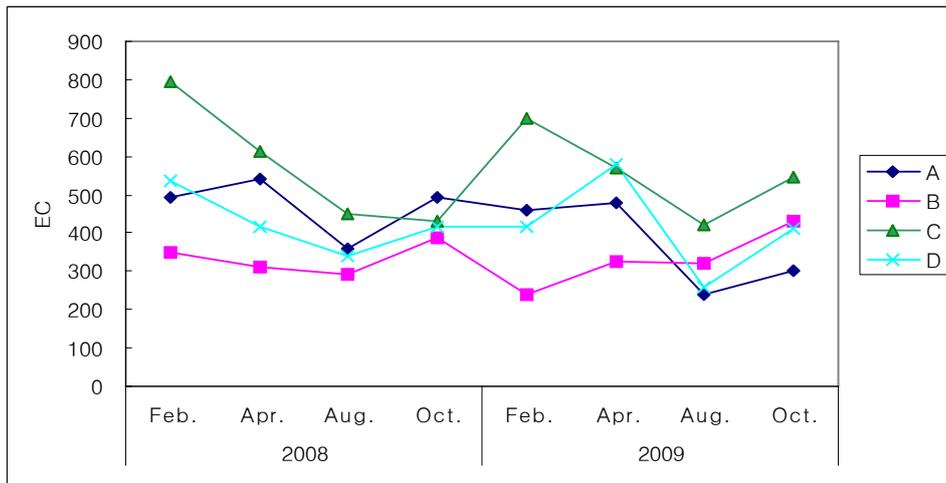


Fig. 4. Seasonal changes of EC in wetland Upo from February 2008 to October 2009. (A) Upo (B) Mokpo (C) Sajipo (D) Topyeong

사지포지점에서 797  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 가장 높았다. 2008년 평균 전기전도도는 우포지점에서 471  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 목포지점 334  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 사지포 573  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 토평천 427  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 나타났고, 2009년에는 우포지점 330  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 목포지점 329  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 사지포지점 559  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 토평천지점 417  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 나타났다. 전반적으로 사지포지점에서 전기전도도가 높았으며 목포지점은 낮았다(Fig. 4).

#### 3.1.4. 용존산소량(Dissolved Oxygen)의 변화

우포늪 일대에서 측정된 용존산소량은 2008년 8월에 우포지점에서 5.53  $\text{mg}/\ell$  로 가장 낮았고 2008년 2월에 우포지점에서 14.76  $\text{mg}/\ell$  로 측정치가 가장 높았다. 평균 용존산소량은 2008년 우포지점에서 10.42  $\text{mg}/\ell$ , 목포지점 10.53  $\text{mg}/\ell$ , 사지포지점 10.37  $\text{mg}/\ell$ , 토평천지점 10.41  $\text{mg}/\ell$  로 나타났으며 2009년은 우포지점에서 8.10  $\text{mg}/\ell$ , 목포지점 8.75  $\text{mg}/\ell$ , 사지포지점 9.42  $\text{mg}/\ell$ , 토평천지점 8.74  $\text{mg}/\ell$  로 나타났다. 용존산소량의 조사지점간 변화 양상은 서로 유사하게 나타났다(Fig. 5).

### 3.2. 서식현황 및 우점종의 변화

#### 3.2.1. 저서성 대형무척추동물의 전체 서식현황

본 조사기간 2년 동안 우포늪 일대에서 정량조사와 정성조사로 조사된 저서성 대형무척추동물은 모두 6강 17목 59과 131종 5460개체였으며 2008년에는 6강

17목 53과 106종 2439개체, 2009년에는 6강 16목 44과 93종 3021개체로 나타났다. 이 중 2008년과 2009년 조사 시 공통적으로 출현한 종은 68종이며 2008년에만 출현한 종은 38종, 2009년에만 출현한 종은 25종으로 나타났다. 전체 출현 종에 대한 목별 종수 및 개체수를 살펴보면 중복족목(Mesogastropoda)에서 6종 156개체, 기안목(Basommatophora)에서 5종 1178개체, 홍합목(Mytiloidea)에서 1종 6개체, 석패목(Unionidae)에서 2종 4개체, 백합목(Veneroidea)에서 3종 39개체, 물지렁이목(Archiloligochaeta)에서 2종 6개체, 턱지렁이목(Arhynchobdellidae)에서 2종 8개체, 부리머리목(Rhynchobdellida)에서 4종 13개체, 십각목(Decapoda)에서 3종 107개체, 등각목(Isopoda)에서 1종 391개체, 하루살이목(Ephemeroptera)에서 9종 137개체, 잠자리목(Odonata)에서 23종 658개체, 노린재목(Hemiptera)에서 15종 1870개체, 딱정벌레목(Coleoptera)에서 34종 389개체, 파리목(Diptera)에서 14종 446개체, 날도래목(Trichoptera)에서 6종 50개체, 나비목(Lepidoptera)에서 1종 2개체가 조사되었다. 전체 출현 종의 대부분을 차지한 수서곤충류를 제외한 나머지 분류군은 비곤충류(Non-Insecta)로 묶어 나타내었다(Fig. 6).

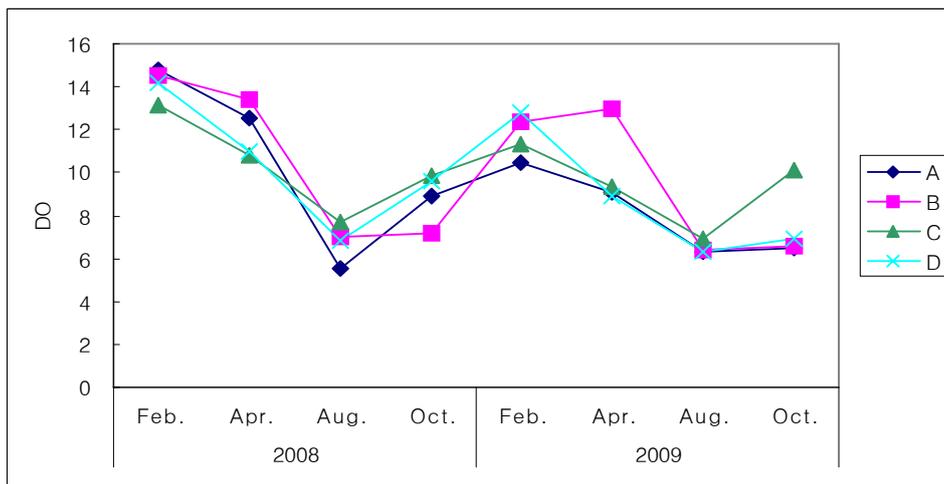


Fig. 5. Seasonal changes of DO in wetland Upo from February 2008 to October 2009. (A) Upo (B) Mokpo (C) Sajipo (D) Topyeong

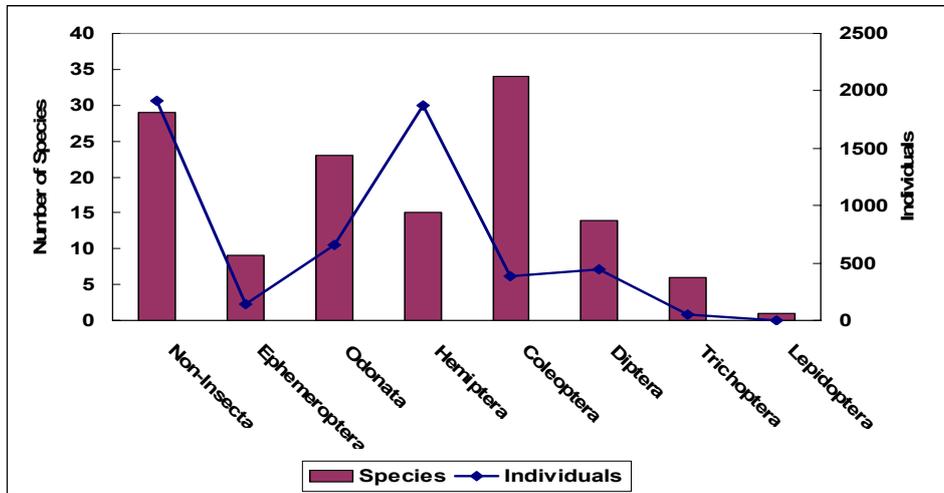


Fig. 6. The number of species and individuals to the order in wetland Upo.

### 3.2.2. 조사지점별 및 계절별 서식현황

우포지점에서 계절에 의한 출현종과 개체수의 변화를 살펴보면 2008년 2월(동계) 조사 시 10종 83개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 24종 119개체, 8월(하계) 조사 시 19종 126개체, 10월(추계) 조사 시 13종 213개체가 조사되어 출현 종수는 4월이 가장 많은 것으로 나타났고 개체수는 10월이 가장 많은 것으로 확인 되었다. 2월 조사에서는 가장 적은 수의 종과 개체가 출현하였다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 6종 57개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 16종 276개체, 8월(하계) 조사 시 18종 145개체, 10월(추계) 조사 시 19종 173개체가 조사되어 출현 종수는 10월이 가장 많은 것으로 나타났고 개체수는 4월이 가장 많은 것으로 확인 되었다. 2월 조사에서는 가장 적은 수의 종과 개체가 출현하였다.

목포지점에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 16종 86개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 19종 220개체, 8월(하계) 조사 시 24종 102개체, 10월(추계) 조사 시 22종 311개체가 조사되어 출현 종수는 8월에, 개체수는 10월에 가장 많은 것으로 확인 되었다. 2월 조사에서는 가장 적은 수의 종과 개체가 출현하였다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 12종 74개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 19종 495개체, 8월(하계) 조사 시 23종 188개체, 10월(추계) 조사 시 15종 194개체가 확

인되어 출현 종수는 8월에, 개체수는 4월에 가장 많은 것으로 확인 되었다. 2월 조사에서는 가장 적은 수의 종과 개체가 출현하였다.

사지포지점에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 10종 48개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 18종 164개체, 8월(하계) 조사 시 16종 90개체, 10월(추계) 조사 시 18종 265개체가 조사되어 출현 종수는 4월과 10월에, 개체수는 10월에 가장 많은 것으로 각각 확인 되었다. 2월 조사에서는 가장 적은 수의 종과 개체가 출현하였다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 20종 109개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 25종 232개체, 8월(하계) 조사 시 13종 125개체, 10월(추계) 조사 시 21종 195개체가 확인되어 출현 종수와 개체수는 4월이 가장 많은 것으로 나타났다. 8월 조사에서 가장 적은 수의 종이 확인되었고 2월 조사에서 가장 적은 수의 개체가 출현하였다.

토평천지점에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 19종 145개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 33종 209개체, 8월(하계) 조사 시 30종 99개체, 10월(추계) 조사 시 28종 159개체가 조사되어 출현 종수와 개체수는 4월이 가장 많은 것으로 나타났다. 2월 조사에서는 가장 적은 수의 종이 확인되었고 4월 조사에서 가장 적은 수의 개체가 출현하였다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 24종 175개체가 확인되었고 4월(춘계) 조사

시 33종 243개체, 8월(하계) 조사 시 22종 88개체, 10월(추계) 조사 시 30종 252개체가 조사되어 출현 종수는 4월, 개체수는 10월에 가장 많았던 것으로 나타났다. 8월 조사에서는 가장 적은 수의 종과 개체가 출현하였다.

### 3.2.3. 우점종의 변화

우포늪 일대에서 출현한 저서성 대형무척추동물 중 전체 우점종은 꼬마둥글물벌레(*Plea (Paraplea) indistinguenda*)로서 우점도 20.16%를 차지하였다. 아우점종은 각시물자라(*Diplonychus esakii*)로서 우점도 11.90%로 확인되었다. 조사년도 별로 우점종을 알아보면 2008년과 2009년 모두 꼬마둥글물벌레가 우점종으로서 각각 17.26%와 22.51%의 우점도를 나타내었다. 각 지점별 우점종을 알아보면 우포지점에서 전체 우점종은 각시물자라였으며 우점도 21.14%로 나타났고, 2008년에는 포아리물달팽이(*Gyraulus chinensis*)로서 우점도 22.55%, 2009년은 각시물자라가 우점도 23.96%로 우점종으로 나타났다. Mokpo지점의 전체 우점종과 2008년, 2009년의 우점종은 꼬마둥글물벌레로 나타났으며 각각 37.31%, 20.31%, 50.16%의 우점도를 보였다. 사지포지점의 전체 우점종은 꼬마둥글물벌레로 23.70%의 우점도를 나타내었으며, 2008년은 꼬마둥글물벌레가 우점종으로 42.50%의 우점도를

나타내었으며 2009년은 각시물자라가 우점종으로서 22.84%의 우점도를 나타내었다. Topyeong지점의 전체 우점종과 2008년, 2009년 모두 물벌레과 sp.(*Asellodae* sp.)로 나타났으며 각각 14.87%, 18.07%, 16.64%의 우점도를 나타내었다(Table 1).

### 3.3. 군집구조의 변화

우포늪 일대에서 정량조사된 저서성 대형무척추동물에 대하여 종다양도와 종풍부도, 우점도 등의 군집구조의 변화를 조사하였다. 우포 전체지역에 대한 종다양도는 2008년에 4.797, 2009년에는 5.038로 2009년의 종다양도가 더 높은 것으로 확인되었다. 종풍부도는 2008년이 9.499이었고 2009년이 10.407로 조사되어 종풍부도 역시 2009년이 더 높은 것으로 확인되었다. 우점도는 2008년이 0.236, 2009년이 0.189로 확인되어 2008년의 우점도가 더 높은 것으로 확인되었다(Table 2).

**Table 2.** A community analysis of benthic macroinvertebrates to the collecting period in wetland Upo

	2008	2009	Total
H'	4.797	5.038	5.126
R	9.499	10.407	12.442
DI	0.236	0.189	0.185

H' : species diversity, R : species richness, DI : dominance index

**Table 1.** Changes of dominant species and subdominant species in wetland Upo

	Upo	Mokpo	Sajipo	Topyeong	Total	
2008	dominant species	<i>Gyraulus chinensis</i> (22.55%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (20.31%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (42.50%)	<i>Asellodae</i> sp. (14.87%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (17.26%)
	subdominant species	<i>Diplonychus esakii</i> (17.74%)	<i>Gyraulus chinensis</i> (12.80%)	<i>Diplonychus esakii</i> (18.52%)	<i>Cercion hieroglyphicum</i> (11.76%)	<i>Gyraulus chinensis</i> (11.69%)
2009	dominant species	<i>Diplonychus esakii</i> (23.96%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (50.16%)	<i>Diplonychus esakii</i> (22.84%)	<i>Asellodae</i> sp. (18.07%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (22.51%)
	subdominant species	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (23.35%)	<i>Polypylis hemisphaerula</i> (8.62%)	<i>Gyraulus chinensis</i> (9.08%)	<i>Cercion calamorum calamorum</i> (7.39%)	<i>Diplonychus esakii</i> (12.35%)
Total	dominant species	<i>Diplonychus esakii</i> (21.14%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (37.31%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (23.70%)	<i>Asellodae</i> sp. (16.64%)	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> (20.16%)
	subdominant species	<i>Gyraulus chinensis</i> (17.03%)	<i>Polypylis hemisphaerula</i> (9.22%)	<i>Diplonychus esakii</i> (20.85%)	<i>Cercion calamorum calamorum</i> (9.27%)	<i>Diplonychus esakii</i> (11.90%)

3.3.1. 우포지점의 군집구조 변화

각 계절별 정량조사 된 저서성 대형무척추동물의 출현종수와 개체수에 대하여 조사지점별로 군집분석하였다. 우포에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 종다양도가 2.573, 종풍부도 1.931, 우점도 0.571로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 3.100, 종풍부도 3.524, 우점도 0.525, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 2.909, 종풍부도 2.896, 우점도 0.524, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 2.729, 종풍부도 2.078, 우점도 0.566로 조사되어 종다양도와 종풍부도는 4월, 우점도는 2월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 2월, 우점도는 8월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 종다양도가 1.748, 종풍부도 1.116, 우점도 0.667로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 2.499, 종풍부도 1.954, 우점도 0.620, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 2.522, 종풍부도 2.126, 우점도 0.623, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 2.447, 종풍부도 2.968, 우점도 0.667로 조사되어 종다양도는 8월, 종풍부도는 10월, 우점도는 2월과 10월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 2월, 우점도는 4월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 우포에서 종다양도와 종풍부도는 2008년 4월에, 우점도는 2009년 2월과 10월에 가장 높았다(Table 3).

**Table 3.** A community analysis of benthic macroinvertebrates to the collecting period in Upo

	February (winter)	April (spring)	August (summer)	October (autumn)
NS	10	24	19	13
Ind.	83	119	126	213
2008 H'	2.573	3.100	2.909	2.729
R	1.931	3.524	2.896	2.078
DI	0.571	0.525	0.524	0.566
NS	6	16	18	19
Ind.	57	276	145	173
2009 H'	1.748	2.499	2.522	2.447
R	1.116	1.954	2.126	2.968
DI	0.667	0.620	0.623	0.667

NS : number of species, Ind. : individuals,  
H' : species diversity, R : species richness, DI : dominance index

3.3.2. 목포지점의 군집구조변화

목포에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 종다양도가 1.623, 종풍부도 1.082, 우점도 0.938로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 2.972, 종풍부도 2.474, 우점도 0.395, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 2.485, 종풍부도 2.484, 우점도 0.643, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 3.195, 종풍부도 2.708, 우점도 0.417로 조사되어 종다양도와 종풍부도는 10월, 우점도는 2월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 2월, 우점도는 4월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 종다양도가 2.060, 종풍부도 1.299, 우점도 0.894로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 2.820, 종풍부도 3.040, 우점도 0.570, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 3.610, 종풍부도 2.525, 우점도 0.679, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 2.638, 종풍부도 2.140, 우점도 0.701으로 조사되어 종다양도는 8월, 종풍부도는 4월, 우점도는 2월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 2월, 우점도는 4월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 목포에서 종다양도와 종풍부도는 2008년 10월에, 우점도는 2008년 2월에 가장 높았다(Table 4).

**Table 4.** A community analysis of benthic macroinvertebrates to the collecting period in Mokpo

	February (winter)	April (spring)	August (summer)	October (autumn)
NS	16	19	24	22
Ind.	86	220	102	311
2008 H'	1.623	2.972	2.485	3.195
R	1.082	2.474	2.484	2.708
DI	0.938	0.395	0.643	0.417
NS	12	19	23	15
Ind.	74	495	188	194
2009 H'	2.060	2.820	3.610	2.638
R	1.299	3.040	2.525	2.140
DI	0.894	0.570	0.679	0.701

NS : number of species, Ind. : individuals,  
H' : species diversity, R : species richness, DI : dominance index

## 3.3.3. 사지포지점의 군집구조 변화

사지포에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 종다양도가 2.058, 종풍부도 1.384, 우점도 0.667로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 2.261, 종풍부도 2.659, 우점도 0.767, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 2.450, 종풍부도 2.079, 우점도 0.793, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 2.262, 종풍부도 2.035, 우점도 0.725로 조사되어 종다양도는 8월, 종풍부도는 4월, 우점도는 8월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도, 우점도가 가장 낮은 시기는 2월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 종다양도가 2.572, 종풍부도 2.473, 우점도 0.596으로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 3.710, 종풍부도 4.202, 우점도 0.365, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 2.473, 종풍부도 2.362, 우점도 0.652, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 2.758, 종풍부도 3.195, 우점도 0.625로 조사되어 종다양도와 종풍부도는 4월, 우점도는 8월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 8월, 우점도는 4월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 사지포에서 종다양도와 종풍부도는 2009년 4월에, 우점도는 2008년 8월에 가장 높았다(Table 5).

**Table 5.** A community analysis of benthic macroinvertebrates to the collecting period in Sajipo

	February (winter)	April (spring)	August (summer)	October (autumn)
NS	10	18	16	18
Ind.	48	164	90	265
2008 $H'$	2.058	2.261	2.450	2.262
R	1.384	2.659	2.079	2.035
DI	0.667	0.767	0.793	0.725
NS	20	25	13	21
Ind.	109	232	125	195
2009 $H'$	2.572	3.710	2.473	2.758
R	2.473	4.202	2.362	3.195
DI	0.596	0.365	0.652	0.625

NS : number of species, Ind. : individuals,  
 $H'$  : species diversity, R : species richness, DI : dominance index

## 3.3.4. 토평천지점의 군집구조 변화

토평천에서는 2008년 2월(동계) 조사 시 종다양도가 2.088, 종풍부도 1.313, 우점도 0.667로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 3.343, 종풍부도 3.276, 우점도 0.410, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 3.494, 종풍부도 4.077, 우점도 0.387, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 3.676, 종풍부도 3.805, 우점도 0.299로 조사되어 종다양도는 10월, 종풍부도는 8월, 우점도는 2월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 2월, 우점도는 10월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 2009년의 경우 2월(동계) 조사 시 종다양도가 2.756, 종풍부도 3.053, 우점도 0.582로 확인되었고 4월(춘계) 조사 시 종다양도가 3.883, 종풍부도 4.334, 우점도 0.347, 8월(하계) 조사 시 종다양도가 2.754, 종풍부도 2.519, 우점도 0.528, 10월(추계) 조사 시 종다양도가 3.704, 종풍부도 4.485, 우점도 0.389로 조사되어 종다양도는 4월, 종풍부도는 10월, 우점도는 2월이 가장 높은 것으로 확인되었다. 종다양도와 종풍부도가 가장 낮은 시기는 8월, 우점도는 4월이 가장 낮은 것으로 나타났다. 토평천에서 종다양도는 2009년 4월에 종풍부도는 2009년 10월에, 우점도는 2008년 2월에 가장 높았다(Table 6).

**Table 6.** A community analysis of benthic macroinvertebrates to the collecting period in Topyeong

		February (winter)	April (spring)	August (summer)	October (autumn)
2008	NS	19	33	30	28
	Ind.	145	209	99	159
	$H'$	2.088	3.343	3.494	3.676
	R	1.313	3.276	4.077	3.805
	DI	0.667	0.410	0.387	0.299
2009	NS	24	33	22	30
	Ind.	175	243	88	252
	$H'$	2.756	3.883	2.754	3.704
	R	3.053	4.334	2.519	4.485
	DI	0.582	0.347	0.528	0.389

NS : number of species, Ind. : individuals,  
 $H'$  : species diversity, R : species richness, DI : dominance index

### 3.4. 출현종에 따른 조사지점간 유사도

우포늪 일대의 각 조사지점에서 출현한 종구성의 유사성을 토대로 조사지점간 환경의 유사도를 평가하였다. 집단 간 평균연결법(between group method)으로 분석한 결과 우포, 사지포, 목포지점이 서로 높은 유사성을 보이며 결합하고 토평천지점이 이들 세지점과는 낮은 유사성을 보이며 결합되었다. 이는 우포, 사지포, 목포는 조사지점간 서식환경의 유사성이 서로 높다는 의미로 해석된다. 우포, 목포, 사지포지점은 모두 정수지역으로 조사지점간의 거리가 인접하고 정수역 저서성 대형무척추동물의 분포 밀도가 높은 지점이다. 그중에서도 우포와 사지포가 특히 유사성이 서로 더 높은 것으로 나타났다. 토평천지점은 유수역 저서성 대형무척추동물의 분포 밀도가 높은 지점으로 앞서 언급한 3개 지점과는 다른 서식환경을 가지고 있다(Fig. 7).

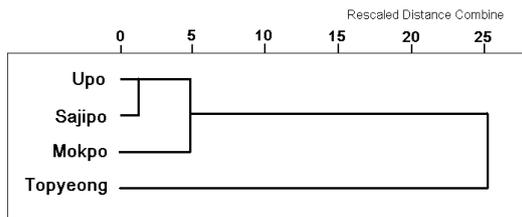


Fig. 7. A dendrogram of cluster analysis by average linkage (between group) method.

## 4. 고찰

본 연구는 우포늪 일대의 이화학적 서식환경조사와 더불어 저서성 대형무척추동물의 기본현황을 파악하여 종다양성과 계절적 군집 특성을 규명하였고 출현종에 의한 유사도 평가를 통해 각 조사 지점간 유사도를 분석하였다.

저서성 이들의 생존과 분포에 영향을 미치는 주요 환경요인은 빛, 수온, 저층 기질, 수위변동과 물의 흐름, 용존산소 등을 들 수 있다(Ward, 1992; Allan, 1995). 특히 정수생태계의 저서성 생물은 이들 환경요인이 적합하게 제공되는 연안대에 풍부하게 서식하며, 이동성이 적고, 종에 따라 수환경의 변화에 민감하게 반응하므로 정수생태계의 환경을 평가하는데 있어

서 수환경조사는 매우 유용하다(Hynes 1970; Wilhm 1972; Macan 1974). 수온은 생물의 대사활동은 물론 화학적 반응에 있어서도 가장 기본적으로 영향을 주는 요인이며(윤 등, 1992) 급격한 수온의 변화는 저서성 대형무척추동물의 서식환경과 밀접한 관계가 있어, 생물 종수와 개체수에 영향을 미친다. 우포늪 일대의 수온은 7~32℃사이로 나타났으며 2월 이후 수온은 상승하다가 8월 이후 점차 하강하여 전형적인 온대 기후의 날씨가 반영되어 나타났다. 우포늪 일대에서 측정된 pH는 평균적으로 7.5~9.0사이로 나타났으며 pH의 차이에 따른 저서성 대형무척추동물의 군집구조의 뚜렷한 변화는 확인되지 않았다. 전기전도도는 물질이나 용액이 전류를 운반할 수 있는 정도를 말하며 우포늪 일대에서 측정된 전기전도도는 240~797  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 나타나 각 조사지점별로 변화의 폭이 큰 것으로 나타났다. 전기전도도의 이러한 변화폭에는 우포늪 일대로 유입되는 하천의 유기물농도 변화가 가장 크게 영향을 미치는 것으로 사료된다. 물 속에 녹아 있는 산소의 양을 나타내는 용존산소량은 하상의 구조, 수생식물의 유무, 유속 및 온도에 의해 많은 영향을 받는다. 우포늪 일대의 용존산소량은 전 지점에서 높은 편으로 나타났는데 이는 우포늪의 걸쳐 번성하고 있는 수생식물의 영향인 것으로 생각된다. 위의 결과로 보아 수환경에 대한 변화는 우포늪 일대의 서식환경의 변화에 의한 영향뿐만 아니라 우포늪으로 유입되는 토평천과 대합천, 초곡천 등 유입하천의 유기물이 상당한 영향을 미칠 것으로 사료되며 앞으로는 이에 대한 조사 역시 수행되어야 할 것으로 여겨진다.

본 조사에서 우포늪 일대에 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물은 총 6강 17목 59과 131종 5460개체로 확인되었다. 이 중 49종은 선행 연구결과(윤 등, 1987; 배 등, 2004; 국립환경과학원, 2006; 이, 2006)에 기록되지 않았던 종으로 본 조사에 의해 우포에서 처음으로 그 분포가 확인되었다. 새로 조사된 종은 중복족목의 둥근입기수우렁이(*Stenothyra glabra*), 주머니알다슬기(*Koreanomelania paucicincta*), 홍합목의 민물담치(*Limnoperna fortunei*), 백합목의 참재첩(*Corbicula leana*), 삼각산골조개(*Sphaerium lacustre japonicum*), 부리거머리목에 연두넙적거머리(*Batrachobdella paludosa*), 갈색넙적거머리(*Glossiphonia complanata*)

등 3종, 하루살이목의 동양하루살이(*Ephemera orientalis*), 옛하루살이(*Sliphonurus chankae*) 등 7종, 잠자리목에 알락실잠자리(*Enallagma cyathigerum*), 어리부채장수잠자리(*Gomphidia confluens*) 등 7종, 노린재목에 실소금쟁이(*Hydrometra albolineata*), 꼭지소금쟁이(*Limnporus esakii*), 딱정벌레목에 땅콩물방개(*Agabus japonicus*), 모래무지물방개(*Ilybius apicalis*) 등 19종, 날도래목에 꼬마출날도래(*Cheumatopsyche brevilineata*), 출날도래 KUb(*Hydropsyche* KUb) 등 5종, 나비목에 얼룩물명나방(*Nymphula enixalis*) 등이 다.

우포늪 일대에서 정량조사와 정성조사로 조사된 저서성 대형무척추동물의 출현 종수와 개체수를 분석한 결과 2008년에는 106종 2439개체, 2009년에는 93종 3021개체가 확인되어 2008년에 비해 종수는 감소하였으나 개체수는 증가한 것을 알 수 있었다. 이는 우포늪의 서식지교란에 의해 특정종의 서식에 유리한 환경이 조성되었음을 의미한다. 이러한 교란에는 홍수시 발생되는 수위 변동이 가장 큰 요인으로 작용하는데(배 등, 2004) 본 연구에서도 이와 같은 의견을 제시하려 한다. 2009년 7월 우포늪 일대의 호우로 인해 2008년 7월에 비해 300mm이상의 강수량 증가가 나타났는데 이에 따른 우포늪의 범람으로 인한 서식지 교란이 종수 감소의 가장 큰 교란요인으로 작용했을 것으로 사료된다. 종수의 감소에도 불구하고 2009년 전체개체수가 증가한 것은 우포, 목포, 사지포지점에서 꼬마등글물벌레(*Plea indistinguenda*)가 적합한 환경조건에 의하여 대량으로 번식하여 그 개체수가 예년에 비해 증가하였기 때문일 것으로 생각된다. 우포늪 전체 군집구조의 변화를 분석해보면 2009년의 종다양도와 종풍부도가 2008년의 결과에 비해 더 높은 것으로 확인되었다. 반면 우점도는 2008년이 더 높은 것으로 확인되었다. 전체 종수의 감소가 있었음에도 이러한 결과가 나타난 것은 정량채집에 의해 조사된 2008년 출현종과 2009년 출현종 사이의 종수 차이는 크지 않으나 개체수 차이로 인해 2009년에 종다양도와 종풍부도가 높게 나타났고 2008년에 우점도가 높게 나타났기 때문인 것으로 생각된다.

조사지점별 군집구조의 변화를 분석해보면 정량조사된 저서성 대형무척추동물의 종다양도와 종풍부도

는 토평천지점에서 가장 높게 나타났는데 이 지점은 유수지역과 정수지역이 모두 존재하는 곳으로 정수역 저서성 대형무척추동물이외에 유수역에서 서식하는 감초하루살이(*Baetis silvaticus*), 방울실잠자리(*Platycnemis phillopoda*), 네모집날도래KUa(*Goerodes* KUa) 등의 저서생물의 서식처로서 좋은 조건을 갖추고 있어 타 지점에 비해 높은 종다양도와 종풍부도를 나타낸 것으로 생각된다. 사지포지점의 경우 출현 개체수에 비해 특정종의 개체수가 차지하는 비율이 높아 우점도가 가장 높게 나타난 것으로 보인다.

조사지점별 군집구조의 변화를 분석해보면 우포지점에서 2008년 추계(10월)조사에서 적은 종수의 출현에도 불구하고 개체수가 가장 많이 나타난 것은 성충으로 월동을 준비하는 각시물자라(*Diplonychus esakii*)의 개체수 증가에 의한 현상으로 사료된다. 2009년이 2008년에 비해 모든 조사시기에 걸쳐 종의 감소가 일어난 것으로 볼 때 우포지점에 현재 서식지 교란이 일어나고 있는 것으로 사료되며 이유에 관해서는 좀 더 장기적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 목포지점에서 종다양도와 종풍부도는 추계(10월)조사에서 가장 높게 나타났으며 우점도는 동계(2월)조사에서 0.938로 가장 높게 나타나 특정종에 의한 우점이 심했던 것으로 나타났다. 목포지점은 타 지점에 비해 비교적 안정적인 군집구조를 나타냈는데 이는 목포의 조사지점이 만의 형태와 같이 움푹 들어간 곳으로 범람으로 인한 서식지 교란을 상대적으로 덜 받았기 때문이라고 사료된다. 사지포지점은 2008년에 비해 2009년에 전체적인 종수는 증가하였으나 2009년 7월에 내린 폭우로 인해 하계(8월)의 종수가 급감하는 현상이 발생하였으나 회복력이 강한 것으로 알려진 각시물자라(*Diplonychus esakii*)의 경우(배 등, 2004)는 개체수에 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 토평천지점은 하계에 범람에 의한 피해를 가장 많이 받는 곳으로 폭우가 내릴시 수위가 급격하게 높아지는 경향을 보였으며 이로 인한 출현종과 개체수의 변화양상이 뚜렷한 것으로 나타났다. 하지만 추계(10월)조사에서 범람 전의 종수와 개체수를 회복하는 것으로 보아 다양한 서식처와 이동성 및 도피능력이 좋은 종들에 의해 뛰어난 회복능력을 가진 지점으로 사료된다. 본 연구를 진행하면서 조사지역별 환경평가를 위해 생태점수를

계산해 보았을 때 갈수기인 동계(2월)의 경우 우포늪, 목포늪, 사지포늪의 하강한 수위로 인한 수질 악화로 환경질점수가 3~4점인 종들의 출현이 거의 나타나지 않아 이들 지역에 대한 전체적인 생태점수가 낮게 나타나지만 본래의 수위로 회복될수록 생태점수도 높아지는 경향을 나타내었다. 하지만 범람이 발생하는 하계(8월)에는 서식지의 교란으로 인한 출현종의 감소로 생태점수가 다시 낮아지는 경향을 보였다.

우포늪 일대의 각 조사지점에서 출현한 종구성의 유사성을 토대로 조사지점별 환경의 유사도를 집단간 평균연결법(Between group method)으로 분석한 결과 크게 우포, 사지포, 목포지점과 토평천지점의 두 그룹으로 구분되었다. 이는 같은 그룹 내의 조사지점간 종 유사성이 높아 지점간의 서식환경이 유사하다는 뜻으로 해석 된다. 같은 그룹으로 나타난 우포, 목포, 사지포지점은 모두 정수지역으로 조사지점간의 거리가 인접하고 정수역 저서성 대형무척추동물의 분포 밀도가 높은 지점이다. 같은 그룹 내에서도 목포지점에 비해 우포지점과 사지포지점이 종 유사성이 더 높은 것으로 나타났는데 이는 우포지점과 사지포지점의 주 수원이 토평천으로 동일하여 초곡천이 주 수원인 목포지점에 비해 서식환경이 더 유사하여 이러한 결과가 나타난 것으로 사료된다. 토평천지점은 우포지점과 사지포지점으로 흘러들어가는 토평천의 유입부로서 유수역 저서성 대형무척추동물의 분포 밀도가 높은 지점으로 다른 서식환경을 가지고 있기 때문에 타 조사지점과의 종 유사성이 낮게 나타난 것으로 사료된다.

우포늪일대의 저서성 대형무척추동물 군집구조에 가장 큰 영향을 미치는 요인이 하절기 수위변동으로 인한 서식지교란으로 사료되므로, 향후에도 모니터링 시에는 우포늪 유입하천의 이화학적 특성 변화와 수위변동조사를 병행하여 유입하천이 우포늪일대의 저서성 대형무척추동물 군집구조 변화에 미치는 영향을 파악할 필요가 있을 것으로 사료된다

## 5. 결론

본 연구에서는 2008년부터 2009년까지 우포늪의 4개 지점으로부터 채집된 저서성 대형무척추동물의 군집구조와 서식환경조사를 하였다. 우포늪 일대에서

측정된 수온은 2008년 2월의 우포지점과 2009년 2월의 목포지점에서 7℃로 최저치를 나타내었고 2009년 8월에 우포지점에서 32℃로 가장 높게 나타났다. pH는 2009년 8월 토평천에서 5.3으로 가장 낮았으며 2008년 8월 목포에서 10.1로 가장 높았고 대체로 2009년보다 2008년의 pH가 더 높았던 것으로 나타났다. 전기전도도는 각 조사지점별로 변화의 폭이 크게 나타났다. 전반적으로 사지포지점에서 전기전도도가 높았으며 목포지점은 낮았다. 용존산소량은 2008년 8월에 우포지점에서 5.53 mg/l 로 가장 낮았고 2008년 2월에 우포지점에서 14.76 mg/l 로 측정치가 가장 높았다. 생물조사는 우포늪 일대의 4개 조사지점인 우포, 목포, 사지포, 토평천의 저서성 대형무척추동물을 정량조사와 정성조사를 함으로써 이루어졌다. 8회의 계절별 조사를 통해 6강 17목 59과 131종 5460개체의 저서성 대형무척추동물이 확인되었으며 2008년에는 6강 17목 53과 106종 2439개체가, 2009년에는 6강 16목 44과 93종 3021개체가 확인되었다. 2008년에 비해 2009년의 종수는 감소하였지만 개체수는 증가하였다. 전체 우점종은 꼬마등글물벌레(*Plea (Paraplea) indistinguenda*)로서 우점도 20.16%를 차지하였으며 아우점종은 각시물자라(*Diplonychus esakii*)로서 우점도 11.90%로 확인되었다. 군집분석을 한 결과 종다양도지수와 종풍부도지수는 토평천에서 각각 4.743과 9.054으로 가장 높은 것으로 나타났다. 출현종을 바탕으로 조사지점간 유사도를 평가한 결과 우포, 목포, 사지포가 5이하의 낮은 거리로 서로 결합하여 매우 높은 유사도를 보여주었다.

## 감사의 글

본 연구는 환경부의 “국가장기생태연구과제” 지원으로 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- 경남개발연구원, 1997, 우포목포늪 생태계 보전방향, 창녕군, 85-112.  
 경남발전연구원, 2007, 우포늪 보전 및 복원을 위한 마스터플랜 수립, 경상남도, 3-9.  
 국립환경과학원, 2006, 습지보호지점 정밀조사 : 낙동강

- 하구, 우포늪, 무제치늪, 환경부, 299-441.
- 방상원, 안선영, 박주현, 2006, 습지보전을 위한 정책방안 연구: 습지은행제도(Wetland Banking)를 중심으로. 한국환경정책평가연구원, 2-5.
- 배연재, 1999, 한국산 수서곤충의 연구현황과 조사방법의 정량화, 한국곤충학회지, 67-105.
- 배연재, 이병훈, 2001, 한국 하천생태계의 환경 훼손과 담수 절지동물의 생물다양성 피해 및 보전, 한국곤충학회지, 31(2), 63-76.
- 배연재, 조신일, 황득휘, 이황구, 나국본, 2004, 우포습지의 저서성 대형무척추동물 다양성과 군집특성. 한국환경생태학회지, 18(1), 75-91.
- 윤일병, 1988, 한국 동.식물 도감 제30권(수서곤충류), 문교부, 840.
- 윤일병, 1995, 수서곤충검색도설, 정행사, 1-262.
- 윤일병, 공동수, 류재근, 1992, 底棲性 大型無脊椎動物에 의한 生物學的水質評價研究 II; 生物群集에 대한 環境要因影響을 中心으로 基礎科學論文集, 12, 565-581.
- 윤일병, 공동수, 송미영, 1987, 우포 늪지 및 주남저수지 일대의 수서곤충상에 관한 연구, 우포늪 주남저수지 생태계조사, 환경청, 107-127.
- 윤일병, 이성준, 김종인, 1989, 경상남도 소재 5개 늪지의 수서곤충구조에 관한 연구, 한국환경생물학회지, 7, 19-32.
- 이동준, 전세근, 윤춘식, 정선우, 2006, 장기생태모니터링을 위한 우포의 저서성 대형무척추동물 군집조사, 자연. 자원연구, 6(1), 30-35.
- 이동준, 윤춘식, 이준철, 성성훈, 박다라, 정선우, 2009, 우포늪 저서성 대형무척추동물 군집의 장기생태모니터링을 위한 기반조사, 한국환경과학회지, 18(12), 1399-1410.
- 이창언, 조복성, 이관우, 김창환, 이택중, 박성호, 1971, 한국동식물도감 제12권 동물편(IV), 문교부, 386-448.
- 이승화, 조영복, 이창언, 1988, 한국산 수서 절물명명어아과의 분류(물명명어과, 초시목), Nature & Life, 22(1), 1-7.
- 이승화, 조영복, 이창언, 1992, 물진드기(*Pelodytes intermedius*)에 대한 재기록(초시목, 물진드기과), Nature & Life, 22(2), 59-61.
- 조복성, 1969, 한국동식물도감 동물편(곤충류 II), 문교부, 165-190.
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회, 1994, 한국곤충명집, 건국대학교출판부, 744.
- 한국동물분류학회, 1997, 한국동물명집(곤충제외), 아카데미서적, 489.
- 환경부, 2001, 제 2차 전국자연환경 조사 지침, 환경부, 57-115.
- 川合禎次, 1985, 日本産水生昆蟲檢索圖説, 東海大學出版會, 1-409.
- 丸山傳紀, 高井幹夫, 2003, 原色 川虫圖鑑. 全國農村教育協會, 2-244.
- Allan, J. D., 1995, Stream ecology, Structure and function of running waters, Chapman & Hall, London, 2-388.
- Hynes, H. B. N., 1970, The ecology of running waters, Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K. 1-555.
- Navid, D., 1989, The international law of migratory species, The Ramsar convention. Natural Resources Journal, 29, 1001-1016.
- Macan, T. T., 1974, Freshwater ecology, 2nd ed., Wiley, New York, 1-538.
- Margalef, R., 1957, La teoria de la informacion en ecologia, Mem. Real Acad. Cienc. Artes, Barcelona, 32, 373-449.
- McCafferty, W. P., 1981, Aquatic entomology, John & Bartlett, Boston, 2-448.
- McNaughton, S. J., 196., Relationship among functional properties of California Grassland, Nature, 216, 168-169.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., 1996, An introduction to the aquatic insects of North America, 3rd ed, Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa, 1-862.
- Pielou, E. C., 1998, Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession, J. theor. Biol., 10, 370-383.
- Ward, J. V., 1992, Aquatic insect ecology. John Wiley & Sons, 2-438.
- Wihm, J. L., 1972, Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream, Ann. Rev. Ent., 17, 223-252.
- Williams, D. D., Feltmate, B. W., 1992, Aquatic insects, CBA International, Oxon, UK, 2-358.