

우포습지의 저서성 대형무척추동물 다양성과 군집 특성¹

배연재^{2*} · 조신일³ · 황득휘³ · 이황구³ · 나국본³

Biodiversity and Community Composition of Benthic Macroinvertebrates from Upo Wetlands in Korea¹

Yeon Jae Bae^{2*}, Shin Il Jo³, Duc Huy Hoang³, Hwang Goo Lee³, Kuk Bon Na³

요약

본 조사는 경남 우포습지 일대의 우포(4개 지점), 목포(2개 지점), 사지포(1개 지점), 쪽지벌(1개 지점), 여벌(1개 지점), 그리고 토평천 본류(2개 지점)를 대상으로 2002년 10월부터 2003년 8월까지 사계절에 걸친 저서성 대형무척추동물(저서무척추동물)의 다양성과 계절적 군집 특성을 규명하고자 실시되었다. 조사의 결과 우포습지는 연안대가 잘 발달하여 저서무척추동물의 서식에 양호한 환경을 지니고 있었지만, 홍수시 범람으로 인한 잦은 연안대의 교란이 저서무척추동물의 생존과 분포에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 본 조사기간 동안 채집된 저서무척추동물은 총 3문 7강 15목 59과 105속 135종으로 밝혀져서 우포습지가 지금까지 우리나라에서 알려진 습지 가운데 가장 높은 저서무척추동물 다양성을 나타냈다. 그 중에서 절지동물인 수서곤충류가 103종(파리목 27종, 잠자리목 24종, 딱정벌레목 19종, 노린재목 16종, 하루살이목 9종, 날도래목 7종, 툴토기목 1종)으로 가장 많았고, 갑각류가 2종, 연체동물이 19종(복족류 12종, 이매패류 7종), 그리고 환형동물이 11종(빈모류 1종, 거머리류 10종) 채집되었다. 조사지점별 저서무척추동물상은 사지포(St. G)와 쪽지벌(St. H)에서 각각 54종과 53종이 출현하여 가장 높은 다양성을 나타냈고, 그 외의 거의 모든 지점도 40종이 넘게 출현하여 비교적 높은 다양성을 나타냈다. 정량채집(0.5m×2m) 자료에 의한 저서무척추동물 분류군의 개체수 구성비는 연체동물(5.3%), 환형동물(3.5%), 갑각류(3.2%)를 제외한 거의 모두가 수서곤충류(88.0%)로서 특히 파리목(61.0%)에 속하는 깔따구과의 개체수 현존량이 높았다. 개체수에 따른 우점종의 경우 정수역에서는 깔따구류, 잠자리류, 노린재류, 딱정벌레류, 갑각류, 복족류 등 우점종의 종류가 다양하였고, 유수역의 경우 깔따구류와 꼬마하루살이류가 대체로 우점하였다. 그러나 생체량을 고려할 때 복족류(논우렁이류)가 대체로 우점하는 저서무척추동물이었다. 우점도지수는 가을 0.22~0.51(평균±표준편차 0.42±0.09), 겨울 0.31~0.96(0.62±0.23), 여름 0.30~0.89(0.57±0.18)였고, 다양도지수는 가을 3.50~4.26(3.80±0.24), 겨울 1.55~4.50(3.10±1.01), 여름 1.35~3.77(2.55±0.69)였다. 홍수 후의 조사에서 노린재류, 딱정벌레류, 복족류 등 이동성이 높거나 완전히 수중생활에 적응한 종류의 회복이 빠른 것으로 나타났다. 전체 조사지점 중에서 우포와 사지포의 평균 다양도지수가 가장 높게 나타나서 그 지역이 양호한 저서무척추동물의 서식처를 형성하고 있음을 시사하였다.

주요어 : 저서무척추동물, 수서곤충, 동물상, 보전

ABSTRACT

Biodiversity and seasonal community composition of benthic macroinvertebrates were studied

1 접수 12월 27일 Received on Dec. 27, 2003

2 서울여자대학교 생물학과 Dept. of Biology, Seoul Women's Univ., Seoul (139-774), Korea (yjbae@swu.ac.kr)

3 서울여자대학교 생물학과 대학원 Dept. of Biology Graduate School, Seoul Women's Univ., Seoul (139-774), Korea

* 교신저자 Corresponding author

from Upo wetlands in Gyeongsangnam-do, Korea, comprising Upo (4 sites), Mokpo (2 sites), Sajipo (1 site), Jjokjibeol (1 site), Yeobeol (1 site), and Topyeongcheon (2 sites) areas from October 2002 to August 2003. As a result, it was known that Upo wetlands retained relatively well-preserved littoral zones which may provide good habitats for benthic macroinvertebrates; however, frequent disturbances of littoral zones caused by flood were the major factor affecting on the survival and distribution of benthic macroinvertebrates in the areas. During the study period, a total of 135 species of benthic macroinvertebrates in 10 genera, 59 families, 16 orders, 7 classes, and 3 phyla were collected those of which are the highest degree of diversity of the taxa ever known in Korean wetlands: aquatic insects 103 spp. (Diptera 27 spp., Odonata 24 spp., Coleoptera 19 spp., Hemiptera 16 spp., Ephemeroptera 9 spp., Trichoptera 7 spp., and Collembola 1 sp.), Crustacea 2 spp., Mollusca 19 spp. (Gastropoda 12 spp. and Bivalvia 7 spp.), and Annelida 11 spp. (Oligochaeta 1 sp. and Hirudinea 10 spp.). Sajipo (St. G) and Jjokjibeol (St. H) areas yielded relatively larger numbers of species, 54 spp. and 53 spp., respectively, while more than 40 species occurred at most other sites. Based on quantitative sampling (0.5m × 2m), aquatic insects (88.0%), particularly chironomids in Diptera (61.0%), occupied major proportion of the total individuals of benthic macroinvertebrates, while Mollusca (5.3%), Annelida (3.5%), and Crustacea (3.2%) occupied minor proportions. In standing water areas, diverse groups of benthic macroinvertebrates such as chironomids, demselfies, aquatic bugs, aquatic beetles, crustaceans, and gastropods were dominant in terms of individual number; in the running water areas, on the other hand, chironomids and baetid mayflies were dominant. However, gastropods, i.e. viviparids, were the dominant group of benthic macroinvertebrates in most study areas in terms of biomass. Dominance indices were 0.22-0.51 (mean ± sd 0.42 ± 0.09) in autumn, 0.31-0.96 (0.62 ± 0.23) in winter, and 0.30-0.89 (0.57 ± 0.18) in summer; diversity indices were 3.50-4.26 (3.80 ± 0.24) in autumn, 1.55-4.50 (3.10 ± 1.01) in winter, and 1.35-3.77 (2.55 ± 0.69) in summer. Highly movable or true aquatic benthic macroinvertebrates such as aquatic bugs, aquatic beetles, and gastropods recovered earlier after flood. In the study sites of Upo wetlands, Upo and Sajipo areas showed relatively higher values of average diversity index which may indicate a good habitat condition for benthic macroinvertebrates.

KEY WORDS : BENTHIC MACROINVERTEBRATES, AQUATIC INSECTS, FAUNA, CONSERVATION

서론

저서성 대형무척추동물(저서무척추동물)은 담수생태계의 생물 중에서 가장 높은 종다양성과 개체수 현존량을 나타내고 있으며, 담수생태계의 저차 소비자로서 영양단계의 중추적 위치에 있다(Pennak, 1989; 윤일병, 1995; 배연재, 1996). 특히 그들은 정수와 유수생태계의 다양한 서식처에 적응하고 있을 뿐만 아니라 생활사가 짧으며 정량채집이 용이하기 때문에 생태학적 연구 재료로 많이 이용된다(Ward, 1992). 뿐만 아니라 많은 종류의 저서무척추동물이 환경 변화에 민감하게 반응하여 분포를 달리하므로 수질과 환경 변화의 지표생물로서 많이 이용된다(배연재와 이병훈, 2001). 따라서 어느 생태계의 생태적 특성을 파

악하기 위해서 그 지역의 저서무척추동물에 대한 개체군의 출현 양상과 군집의 특성을 분석하는 것이 필요하다.

경상남도 창녕군에 위치한 토평천의 중, 하류 유역에 걸쳐 형성된 우포습지(우포, 목포, 사지포, 쪽지벌 및 기타 인근 습지 지역을 지칭)는 우리나라에서는 거의 유일하게 남아있는 대규모의 자연 습지로서 그 생태적 가치와 보전의 필요성이 인정되어 1997년 환경부에 의하여 그 일대의 약 5.4km²가 '생태계보전지역'으로 지정되어 관리되고 있으며, 1998년 람사협약에 의한 물새의 서식지로 등록되어 보호되고 있다(우포 국립자연사박물관 유치위원회, 1999). 그러나 이러한 생태적 중요성에도 불구하고 우포습지 일대에서 이루어진 저서무척추동물에 대한 연구는 윤일병 등(1987; 1989)에 의하여 실시된 단편적인 연구가 거

의 전부이므로 그 지역에서의 저서무척추동물에 대한 종합적인 조사 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 우포습지 일대의 생태계를 망라할 수 있는 우포, 목포, 사지포, 쪽지벌, 여벌, 그리고 토평천 본류를 포함하여 보다 광범위한 지역에서 4계절에 걸친 조사를 실시함으로써 우포습지 일대의 저서무척추동물상과 계절적 군집 특성을 규명함과 동시에 낙동강 유역에 발생하는 홍수에 따른 우포습지의 수위변동이 저서무척추동물의 생태와 분포에 미치는 영향을 규명하는 데에 초점을 맞추어 실시되었다.

재료 및 방법

1. 조사 지역

조사지점은 아래와 같이 우포습지 중에서 가장 면적이 넓은 우포에서 4개 지점, 두번째로 면적이 넓은 목포에서 2개 지점, 상대적으로 면적이 좁은 사지포와

쪽지벌에서 1개 지점씩, 쪽지벌 하류에 위치하여 토평천 제방의 설치로 농경지화 되어 사라진 여벌 습지의 남은 수로 구간에서 1개 지점, 그리고 토평천 본류의 구간에서 2개 지점을 포함하여 총 11개 지점을 선정하여 조사하였다(Figure 1).

2. 조사 기간

저서무척추동물의 조사는 저서무척추동물의 종류에 따라 계절별로 서로 다른 생활사와 군집특성을 나타내는 점을 고려하여 다음과 같이 계절별 조사를 실시하였다. 2003년 4월의 홍수로 인한 서식처 교란으로 봄철 조사(2003. 4. 26~27 실시)가 충분히 이루어지지 못하였기 때문에 2003년 5월 30~31일에 추가 조사를 실시하였으나 조사 직전에 또다시 남부지역에 내린 폭우로 수위가 상승하여 더 이상의 정량채집이 불가능하였다.

가을 (1차조사): 2002년 10월 12~13일

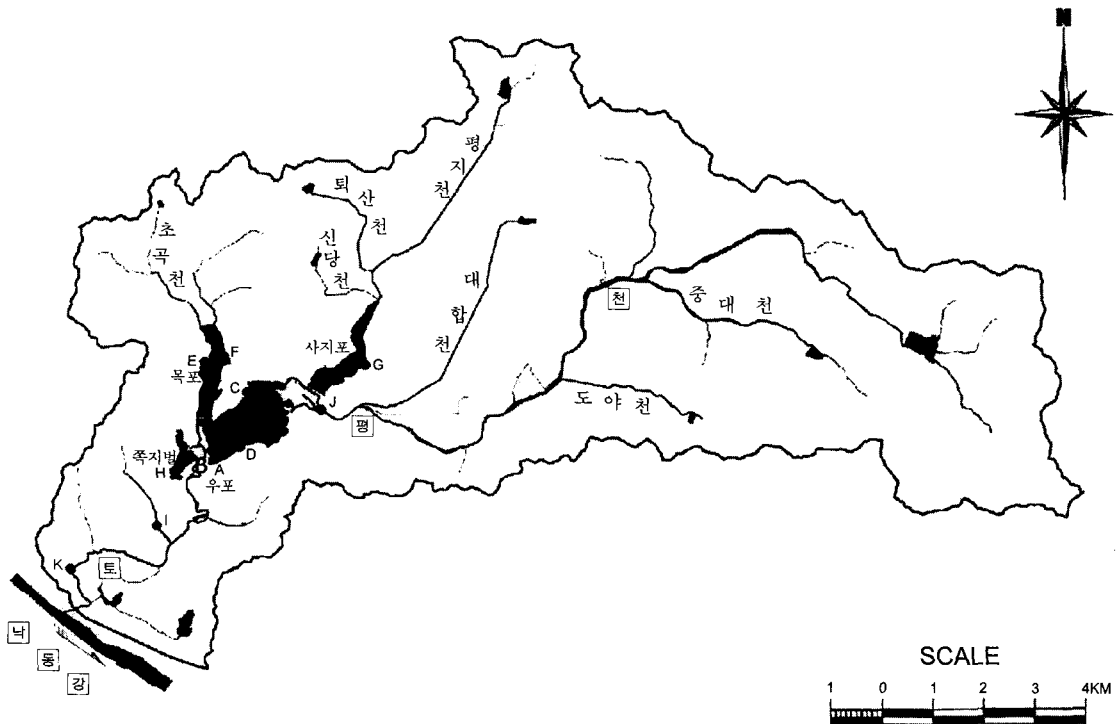


Figure 1. Upo wetlands area in Gyeongsangnam-do, Korea, and survey sites. A. Upo South (view house), B. Upo West (wetlands path), C. Upo North (Somok), D. Upo East (Daedae bank), E. Mokpo West (Nodong), F. Mokpo East (Jangjae), G. Sajipo, H. Jjokjibeol, I. Yeobeol, J. Topyeong stream upper (Jamsu Br.), K. Topyeong stream lower (Seongsan-ri)

겨울 (2차조사): 2003년 1월 11~12일
 봄 (3차조사): 2003년 4월 26~27일 (홍수로 일
 부 지점에서만 정량채집 실시)
 여름 (4차조사): 2003년 8월 9~10일

3. 조사 방법

저서무척추동물의 정량채집은 정수역의 습지에서는 수초가 있는 연안대의 대표적 미소서식처를 선정하여 뜰채(폭 50cm, 높이 30cm, 망목 0.25mm)를 사용하여 30~50cm 깊이에서 2m 길이로 바닥을 긁으며 동일 채집 면적의 바닥을 2회 반복하여 채집하였다(폭 0.5m × 길이 2m = 1m² 면적에 해당). 정성채집은 뜰채, Dip net, 원형 뜰채, Hass sampler 등으로 가능한 다양한 서식처(바닥, 수초 있는 곳, 낙엽 쌓인 곳 등)를 선택하여 채집하였다. 토평천 본류의 유수역에서는 Surber sampler (50 × 50cm, 망목 0.25mm)를 사용하여 급류대(riffle)에서 1회, 완류대(run)로부터 체수대(pool)에 해당하는 지점에서 1회 채집하였다. 유수역에서는 hand net, 원형 뜰채 등으로 추가 정성채집을 실시하였다. 환경조사 및 채집은 경험이 풍부한 동일 조사원 3~4명이 역할을 분담하여 한 지점에서 약 30~60분간 조사하였다. 그 외의 채집, 서식처의 환경조사 방법은 일반적인 조사 방법(McCafferty, 1981; Ward, 1992; Williams and Feltnate, 1992; Allan, 1995; 윤일병, 1995; Merritt and Cummins, 1996; 배연재, 1999)을 따랐다.

조사기간 동안 낙동강 유역 주요도시 6곳(밀양, 대구, 구미, 문경, 안동, 영주)의 강수량에 대한 월별 평균치를 기상청으로부터 입수하여 제시하였다. 수온의 측정에는 조사 당시 봉상온도계에 의한 측정뿐만 아니라 연속수온기록기(ARC System)를 사용하여 현지의 수온을 2시간 간격으로 연간 모니터링하였다. 연속수온기록기는 수면으로부터 30cm 아래에 위치하도록 부표에 매달아 충분히 깊은 수로에 설치하였고, 장마시 분실되지 않도록 주변의 나무 등 고정물에 끈으로 매어 두었다. 연속수온기록기는 분실을 고려하여 현지 조사 시 3개월 마다 자료를 회수하였다. 각 조사지점의 전경과 출현 생물의 생태 사진을 SLR camera 및 디지털 카메라와 video로 촬영하여 생물종의 분포와 서식처 분석의 보조자료로 이용하였다.

채집한 정량 및 정성채집물은 Kahle's 용액에 2~3일간 고정된 후 80% Ethanol에 보관하였고, 실험실에서 저서무척추동물을 고른 후 80% Ethanol이 든 표본병에 영구보존하였다. 저서무척추동물의 동정과 분류는 기존의 검색표(Pennak, 1989; McCafferty, 1981;

Wiederholm, 1983; 川畚, 1985; 윤일병, 1988; 1995; Merritt and Cummins, 1996)를 이용하였다.

군집의 분석은 정량채집 자료를 이용하여 각 조사지점의 출현 개체수에서 제 1우점종과 제 2우점종을 선정하였고, 우점도지수는 McNaughton의 dominance index(DI)를 이용하여 산출하였으며, 다양도지수는 Margalef의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(H')을 Lloyd와 Gheraldi가 변형한 공식을 이용하였다(배연재, 1999).

결 과

1. 조사지역 서식환경

우포는 전체 우포습지에서 가장 큰 면적을 차지하고 있다. 조사기간의 갈수기에는 수심이 수십cm를 넘지 않을 정도로 얇았고, 전반적으로 가장자리에 폭 2~5m, 깊이 1~2m 정도의 수로가 나있었다. 전체 습지가 마름, 가시연, 노랑어리연, 개구리밥, 생이가래, 자라풀 등의 수생식물로 거의 메워져 있었으며, 연안대에는 갈대, 부들, 창포, 매자기, 줄, 버드나무 등의 식생이 잘 발달하여 있었다. 바닥은 유기물이 풍부한 검은색 찰흙(mud)으로 되어 있었다. 그러나 봄, 여름철에 발생하는 낙동강 유역의 크고 작은 홍수로 수위 변동이 잦아 연안대의 서식처 교란이 심하였으며, 겨울철에는 초본류의 수생식물이 죽었고, 전체 구간이 결빙되어 있었다. 우포의 동북쪽에 위치하여 남북으로 길게 형성된 목포는 중간 부분과 우포와 접한 남쪽 끝 부분이 댐으로 막혀 있었으며, 수심이 우포에 비하여 깊었으나 일반적인 서식환경은 우포와 유사하였다. 우포의 동북쪽 및 서남쪽에 각각 위치한 사지포와 쪽지벌은 상대적으로 면적이 적었으며, 역시 양호한 저서무척추동물의 서식환경이 형성되어 있었다. 사지포는 제방에 의하여 우포와 격리되어 있기 때문에 홍수시 물의 역류가 차단되어서 홍수로 인한 수위변동이 상대적으로 적어 보다 안정적인 서식환경이 유지되고 있었다. 평소의 수위는 사지포는 매우 얇았고, 쪽지벌은 다소 깊었다. 생태계보전지역 내의 우포습지는 상주하는 감시원에 의하여 생태계 훼손 행위가 감시되고 있었으며, 허가를 받은 현지 주민을 제외하고는 낚시 등 어획이 금지되어 있었다.

여벌은 1980년대 후반 토평천 하류의 본류를 따라 제방이 축조된 후 그 일대의 습지가 논으로 바뀌었고, 일부 수로 부분만이 습지로 남아 있었다. 수로는 폭 5~10m, 깊이 1~2m 정도로서 연안대가 수생식물

로 거의 매워져 있었다. 그 지역은 생태계보전지역이 아니기 때문에 주말에는 낚시꾼이 붐볐다.

토평천 본류의 유수구간 중에서 우포로 유입되는 상류지점(잠수교)은 여울부분이 적었고, 수로의 정수역에 해당하는 습지가 대부분을 차지하였다. 수로에는 검정말, 나사말 등의 수생식물이 풍부하였고, 홍수시 제방에 의하여 범람이 차단되므로 홍수의 영향을 하류 지점보다 적게 받았다. 하류지점(성산리)은 깊게 파여진 계곡 형태의 수로를 형성하고 있었으며, 홍수시 수로가 거의 찰 정도(높이 10m 정도)로 수위 변동이 컸다. 평소에는 유기물 오염이 심하였고, 바닥에 두텁게 부착조류가 덮여있었다.

각 조사지점에서 가을~여름(1~4차조사)에 걸쳐서 조사된 서식환경 상황은 Appendix 1에 수록하였다.

2. 강수량 및 수온 변화

조사기간 동안 낙동강 유역에는 2003년 4월, 5월 및 6월에 걸쳐 수차례의 작은 홍수가 있어서 우포 습지가 범람하였고, 7월과 8월에도 비교적 많은 양의 비가 내렸다(Figure 2). 그러나 2003년도에는 4월과 5월의 범람 횟수가 다소 많았으나 전반적인 범람 양상은 평년과 유사하였다.

연중 수온의 모니터링은 처음에 8개 조사지점에서 연속수온기록기를 설치하여 실시하였으나 홍수시 또는 탐방객에 의하여 일부 조사지점에 설치된 연속수온 측정기가 분실되어 자료를 회수하지 못하였다. 보다 완전한 자료의 상태로 회수된 조사지점(우포 남, 우포

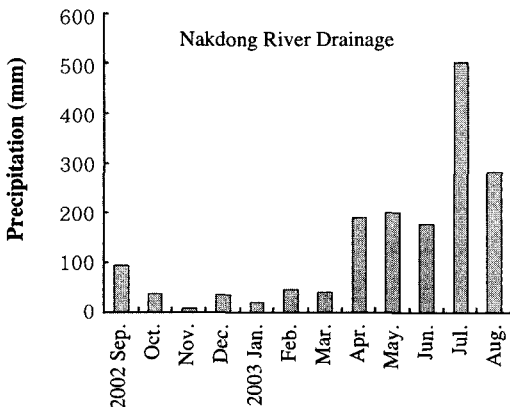


Figure 2. Monthly average precipitation of six cities in Nakdong river drainage in Korea during the study period (October 2002 - August 2003)

서, 목포 서, 사지포, 쪽지벌, 여벌, 토평천 하)의 수온을 종합하여 볼 때 우포습지의 수온은 전형적인 온대 기후대에 속하는 우리나라의 기온 변화 양상을 잘 반영하였다(Figure 3). 가을철 이후 수온이 점진적으로 하강하여 겨울철(12~2월)에는 4~6℃의 수온이 유지되었고, 3월 이후에는 수온이 점진적으로 상승하였으나 일변동 폭이 상대적으로 컸으며, 갈수기에 일부 지점에서 수온의 일변동 폭이 매우 크게 나타났다. 또한 물이 얇거나 정체된 정수역의 수온이 물이 깊거나 지속적으로 흐르는 지점보다 상대적으로 수온의 일변동 폭이 컸다.

3. 저서무척추동물상

본 조사기간 동안 정량채집 및 정성채집으로 우포습지에서 채집된 저서무척추동물은 총 3문 7강 15목 59과 105속 135종으로 밝혀졌다(Table 1). 그 중에서 절지동물인 곤충류가 103종으로 가장 많았고, 갑각류가 2종, 연체동물이 19종, 환형동물이 11종 채집되었다(Table 1).

저서무척추동물 중에서 가장 높은 다양성을 나타낸 수서곤충의 경우 파리목 27종(갈따구과 12종), 잠자리목 24종, 딱정벌레목 19종, 노린재목 16종, 하루살이목 9종, 날도래목 7종, 톱토기목 1종의 순으로 나타났다. 연체동물은 복족류가 12종, 이매패류가 7종이었고, 환형동물은 빈도류가 1종, 거머리류 10종이었다.

조사지점별 저서무척추동물상은 정수역의 경우 사지포(St. G)와 쪽지벌(St. H)이 각각 54종과 53종이 출현하여 가장 높은 종다양성을 나타냈고, 그 외의 거의 모든 지점도 40종이 넘게 출현하여 비교적 높은 다양성을 나타냈다(Table 2). 유수역인 토평천 본류의 구간에서는 37~49종이 출현하였고, 특히 유기물 오염이 심한 토평천 하류에서는 붉은색 갈따구류가 많이 출현하였다.

4. 군집 조성

정량채집(0.5m × 2m) 자료를 이용한 저서무척추동물의 군집 조성을 살펴보면(Figure 4; Appendix 2) 분류군별 개체수 구성비는 연체동물(5.3%), 환형동물(3.5%), 갑각류(3.2%)를 제외한 거의 모두가 수서곤충류(88.0%)로서 특히 파리목(61.0%)에 속하는 갈따구과의 개체수 현존량이 높았다. 다른 곤충류 중에서는 하루살이목(13.3%), 잠자리목(6.0%), 노린재목(6.0%)이 비교적 개체수 현존량이 높았다.

개체수에 따른 우점종의 경우 정수역에서는 갈따구

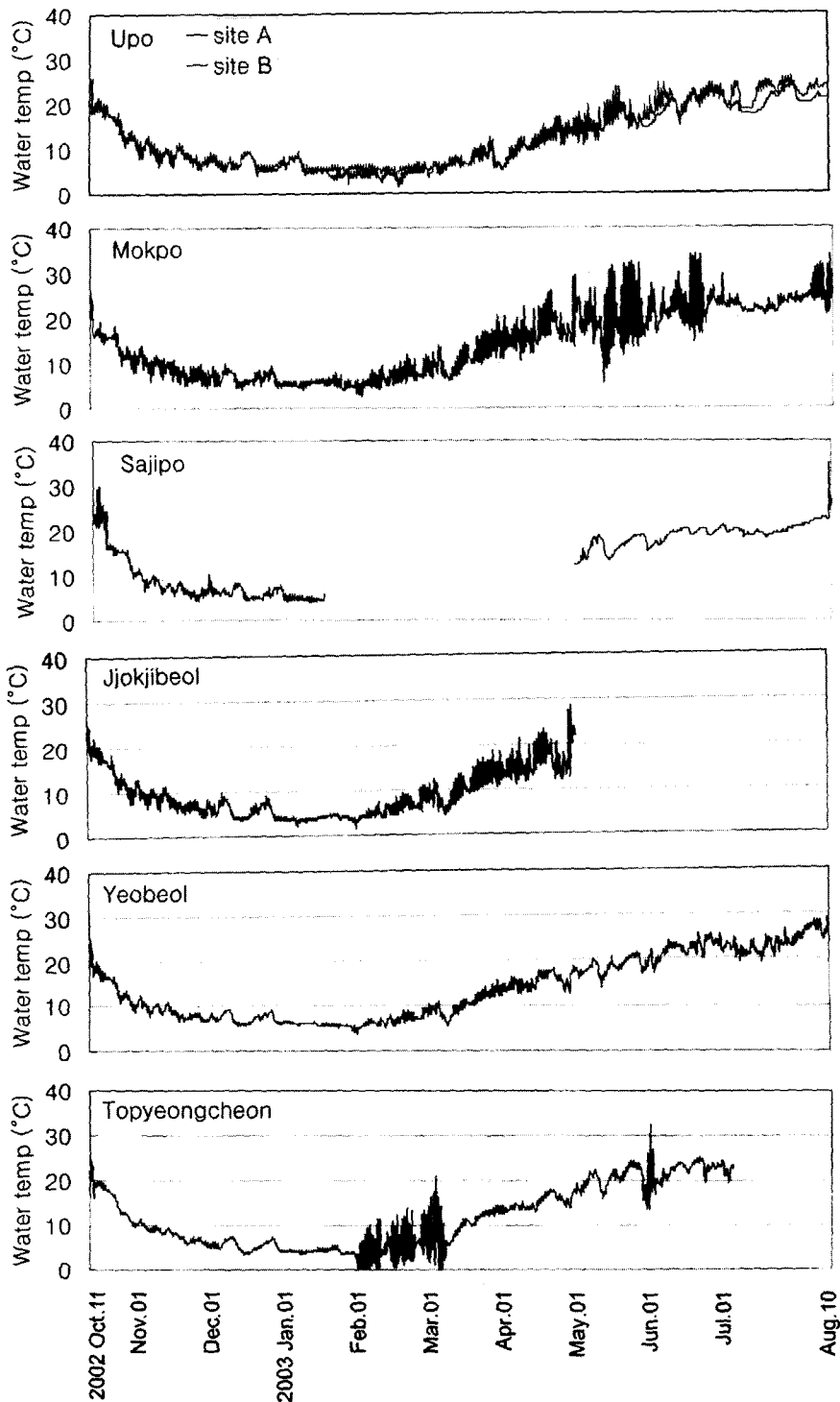


Figure 3. Changes of water temperature at each study area of Upo wetlands during the study period (October 2002- August 2003)

Table 1. Taxonomist list of benthic macroinvertebrates with their distribution from the study sites of Upo wetlands during whole study period (October 2002 - August 2003)

Phylum Arthropoda		38. <i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	(K)
Class Insecta		39. <i>Hydropsyche orientalis</i>	(J)
Order Ephemeroptera		40. <i>Hydropsyche valvata</i>	(K)
Family Baetidae		Order Hemiptera	
1. <i>Baetis fuscatus</i>	(J, K)	Family Corixidae	
2. <i>Baetis silvaticus</i>	(J, K)	41. <i>Hesperocorixa kolthoffi</i>	(H, I)
3. <i>Baetis ursinus</i>	(G)	42. <i>Micronecta sedule</i>	(A, B, C, D, E, H, I, J)
4. <i>Cloeon dipterum</i>	(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)	43. <i>Sigara substriata</i>	(C, G, H, J)
5. <i>Labiobaetis atrebatinus</i>	(J, K)	Family Pleidae	
6. <i>Nigrobaetis bacillus</i>	(J, K)	44. <i>Paraplea</i> sp.	(H)
Family Caenidae		45. <i>Plea indistinguenda</i>	(F)
7. <i>Caenis nishinoae</i>	(B, C, G, J)	46. <i>Plea japonica</i>	(H)
Family Heptageniidae		Family Belostomatidae	
8. <i>Cinygmula grandifolia</i>	(J)	47. <i>Diplonychus japonicus</i>	(A, B, C, D, E, F, G, H)
Family Potamanthidae		Family Gerridae	
9. <i>Rhoenanthus coreanus</i>	(K)	48. <i>Asclepios</i> sp.	(B, D, H)
Order Odonata		49. <i>Gerris latiabdominis</i>	(H, J)
Family Calopterygidae		50. <i>Gerris</i> sp.	(A, B, E, H)
10. <i>Calopteryx atrata</i>	(J)	Family Hebridae	
Family Coenagrionidae		51. <i>Hebrus</i> sp.	(H)
11. <i>Cercion calamorum</i>	(G)	Family Mesoveliidae	
12. <i>Cercion hieroglyphicum</i>	(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)	52. <i>Mesovelia orientalis</i>	(A, B, E, I)
13. <i>Coenagrion concinnum</i>	(J)	Family Naucoridae	
14. <i>Ischnura asiatica</i>	(A, C, F, G, I, J, K)	53. <i>Ilycoris exclamationis</i>	(D, G)
15. <i>Ischnura elegans</i>	(A, D, E, F, G, K)	Family Nepidae	
16. <i>Ischnura senegalensis</i>	(A, D, E, F, G, K)	54. <i>Ranatra chinensis</i>	(B)
Family Platycnemididae		55. <i>Ranatra unicolor</i>	(G)
17. <i>Platycnemis phillopoda</i>	(H, K)	Family Veliidae	
Family Aeshnidae		56. <i>Pseudovelgia tibialis</i>	(H)
18. <i>Aeshna juncea</i>	(B, D, G, H)	Order Coleoptera	
19. <i>Anax partheope julius</i>	(A, B, C, G, H, I, J)	Family Dytiscidae	
20. <i>Boyeria maclachlani</i>	(G, I)	57. <i>Agabus browni</i>	(C, E, H, J)
21. <i>Gynacantha japonica</i>	(G, I)	58. <i>Copelatus</i> sp.	(D, E, H, I)
Family Gomphidae		59. <i>Guignotus japonicus</i>	(E)
22. <i>Nihonogomphus KUa</i>	(B)	60. <i>Guignotus</i> sp.	(E, H, I)
23. <i>Trigomphus citimus</i>	(K)	61. <i>Hyphydrus</i> sp.	(G)
24. <i>Trigomphus melampus</i>	(H)	62. <i>Hydaticus grammicus</i>	(E)
Family Libellulidae		63. <i>Ilybius apicalis</i>	(F, H)
25. <i>Crocothemis servilia</i>	(B, G)	64. <i>Platambus</i> sp.	(G)
26. <i>Deiella phaon</i>	(A, B)	65. <i>Potamonectes hostilis</i>	(H)
27. <i>Orthetrum albistylum</i>	(A, C, D, G, I, J)	66. <i>Rhantus</i> sp.	(A)
28. <i>Orthetrum lineostigma</i>	(G, H)	67. <i>Sternolophus rufipes</i>	(B)
29. <i>Pseudothemis zonata</i>	(A, B, G, J, K)	Family Elmidae	
30. <i>Rhyothemis fuliginosa</i>	(H)	68. <i>Stenelmis vulgaris</i>	(J)
31. <i>Sympetrum eroticum</i>	(G)	Family Haliplidae	
32. <i>Tramea virginia</i>	(G)	69. <i>Peltodytes sinensis</i>	(A, C, D, E, G, H)
Family Corduliidae		Family Hydrophilidae	
33. <i>Somatochlora graeseri</i>	(H)	70. <i>Helochaeres striatus</i>	(A, D, G, H, I)
Order Trichoptera		71. <i>Laccobius bedeli</i>	(A, D)
Family Ecnomiidae		72. <i>Hydrophilus accuminatus</i>	(D)
34. <i>Ecnomus tenellus</i>	(K)	73. <i>Sternolophus rutipes</i>	(C, D, E, G, I)
Family Goeridae		Family Noteridae	
35. <i>Goera japonica</i>	(J)	74. <i>Noterus japonicus</i>	(D, F, I)
Family Hydropsychidae		Family Scirtidae	
36. <i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	(J, K)	75. <i>Scirtes</i> sp.	(H)
37. <i>Cheumatopsyche KUa</i>	(K)		

Table 1. (Continued)

Order Diptera		106. <i>Assimineae lutea</i>	(D)
Family Chaoboridae		107. <i>Paludinella japonica</i>	(A, B, G, J)
76. <i>Chaoborus</i> sp.	(C, I, H)	108. <i>Pseudomphala latericea</i>	(B, D, E, G, H)
Family Ceratopogonidae		Family Bithynidae	
77. Ceratopogonidae sp.	(B, C, E)	109. <i>Gabbia misella</i>	(C)
Family Chironomidae		110. <i>Parafossarulus manchouricus</i>	(A, C, E, F, G, H, I, J)
78. <i>Chironomus nipponensis</i>	(A, B, C, D, E, G, H, I, J)	Family Hydrobiidae	
79. <i>Chironomus yoshimatsui</i>	(H)	111. <i>Akiyoshia</i> sp.	(K)
80. Chironominae sp.1	(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)	Family Viviparidae	
81. Chironominae sp.2	(A, B, C, D, G, H, I, J, K)	112. <i>Cipangopaludina japonica</i>	(A, B, C, D, E, F, G, I, J)
82. Chironominae sp.3	(A, B, E, G, J, K)	113. <i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J)
83. Chironominae sp.4	(A, B, E, G, H, I, J)	Order Archaeopulmonata	
84. Chironominae sp.5	(B, C, E, H, I, J, K)	Family Lymnaeidae	
85. Chironominae sp.6	(A, C, D, E, F, G, H, I, J, K)	114. <i>Radix auricularia coreana</i>	(A, C, D, E, F, G, I, J)
86. Chironominae sp.7	(A, C, E, G, H, I, K)	Family Physidae	
87. Chironominae sp.8	(A, B, C, D, E, H, I)	115. <i>Physa (Physella) acuta</i>	(F, I)
88. Chironominae sp.9	(A, G, H, I)	Family Planorbidae	
89. Chironominae sp.10	(A, C, E, F, G, H, I, J, K)	116. <i>Hipeutis (Segnitilia) cantori</i>	(A, B, C, D, E, F, G, H, I)
90. Tanypodinae sp.	(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K)	117. <i>Segmentina (Polypylis) hemisphaerula</i>	(C)
Family Culicidae		Class Bivalvia	
91. <i>Anopheles</i> sp.	(A, B, C, D, E, G, H, I, K)	Order Veneroida	
92. <i>Culex</i> sp.	(A, B, C, D, E, G, I)	Family Corbiculidae	
Family Empididae		118. <i>Corbicula papyracea</i>	(J, K)
93. <i>Phyllodromia</i> sp.	(I)	119. <i>Corbicula portentosa</i>	(J)
Family Ephydriidae		Family Sphaeriidae	
94. Ephydriidae sp.	(K)	120. <i>Musculium japonicum</i>	(E)
Family Muscidae		121. <i>Pisidium</i> sp.	(E, J)
95. Muscidae sp.	(A, G)	Order Unionoida	
Family Sciomyzidae		Family Unionidae	
96. <i>Sepedon</i> sp.	(G)	122. <i>Unio douglasiae</i>	(D)
Family Stratiomyidae		123. <i>Anodonta arcaeformis</i>	(D)
97. <i>Euparyphus</i> sp.	(D, G)	124. <i>Anodonta woodiana</i>	(D)
Family Simuliidae		Phylum Annelida	
98. <i>Simulium</i> sp.	(J, K)	Class Oligochaeta	
Family Tabanidae		Order unknown	
99. <i>Chrysops suavis</i>	(C, I)	Family unknown	
Family Tipulidae		125. Oligochaeta sp.	(A, B, C, E, F, G, H, I, J, K)
100. <i>Tipula</i> KUd	(K)	Class Hirudinea	
101. <i>Tipula</i> sp.	(D)	Order Rhynchobdellida	
Family Thaumaleidae		Family Erpobdellidae	
102. <i>Thaumalea</i> sp.	(D)	126. <i>Erpobdella lineat</i>	(D, E, J)
Order Collembola		Family Glossiphoniidae	
Family unknown		127. <i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	(A, B, C, D, E, G, H, I, J, K)
103. Collembola sp.	(I)	128. <i>Alboglossiphonia lata</i>	(C, J)
Class Branchiopoda		129. <i>Bactracobdella paludosa</i>	(B, J)
Order Decapoda		130. <i>Glossiphonia complanata</i>	(B, C, D, E, J)
Family Palaemonidae		131. <i>Helobdella stagnalis</i>	(A, C, G)
104. <i>Palaemon (Palaemon) miyadai</i>	(A, B, C, D, E, F, G, H, J, K)	132. <i>Hemiclepsis japonica</i>	(D, G, H)
Class Malacostraca		133. <i>Hemiclepsis marginata</i>	(B, K)
Order Isopoda		134. <i>Torix tagoi</i>	(B)
Family unknown		Family Haemopidae	
105. <i>Asellus</i> sp.	(A, B, C, E, F, G, H, J, K)	135. <i>Whitmania acranulata</i>	(A, B, H, J)
Phylum Mollusca		Total taxa	3 phyla, 7 classes, 15 orders, 59 families, 105 genera, 135 species
Class Gastropoda			
Order Archaeogastropoda			
Family Assimineidae			

Table 2. Summary of the number of benthic macroinvertebrate taxa from the study sites of Upo wetlands during whole study period (October 2002 - August 2003)

Taxa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Phylum	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Class	6	6	6	5	7	5	6	6	4	7	7
Order	11	11	11	10	12	10	11	11	10	13	9
Family	24	23	23	25	23	15	26	29	22	27	19
Genus	32	35	32	36	32	17	41	43	31	37	26
Species	42	42	41	41	41	20	54	53	41	49	37

류, 잠자리류, 노린재류, 딱정벌레류, 갑각류, 복족류 등 우점종의 종류가 다양하였고, 유수역의 경우 깔따구류와 꼬마하루살이류가 대체로 우점하였다(Table 3). 그러나 생체량을 고려할 때 복족류(논우렁이)가 중요한 저서무척추동물이었다.

우점도지수는 가을 0.22~0.51(평균±표준편차 0.42±0.09), 겨울 0.31~0.96(0.62±0.23), 여름 0.30~0.89(0.57±0.18)였고, 다양도지수는 가을 3.50~4.26(3.80±0.24), 겨울 1.55~4.50(3.10±1.01), 여름 1.35~3.77(2.55±0.69)였다(Table 3). 홍수 기간이었던 봄의 군집지수는 일부 지점에서만 정량 채집이 가능하여 전체 군집의 특성을 반영하여 주지 못하였고, 홍수 후 여름의 다양도지수는 가을과 겨울의 수치보다 낮게 나타났다. 홍수 후의 조사에서 노린재류, 딱정벌레류, 복족류 등 이동성이 높거나 완전히 수

중생활에 적합한 종류의 회복이 빠른 것으로 나타났다. 전체 조사지점 중에서 우포와 사지포의 다양도지수가 상대적으로 높게 나타났다(Figure 5).

고찰

이번에 밝혀진 우포습지의 저서무척추동물 분류군 수는 지금까지 우리나라에서 알려진 정수역의 저서무척추동물로서는 가장 많은 분류군 수이며, 전반적인 지점에서의 다양도지수 또한 매우 높다(배연재와 이병훈, 2001). 또한 이번에 밝혀진 저서무척추동물 분류군 수는 윤일병 등(1987; 1989)이 우포습지의 3개 지점에서 겨울철(2월) 조사로 밝힌 분류군 수(수서곤충류 7목 22과 31속 35종)보다 훨씬 많다. 그 이유는 이번의 조사가 사계절에 걸쳐 보다 많은 조사지점을 대상으로 하였기 때문으로 생각된다.

저서무척추동물의 생존과 분포에 영향을 미치는 주요 환경요인으로서 빛, 수온, 바닥물질, 수위변동과 물의 흐름, 용존산소 등을 들 수 있다(Ward, 1992; Allan, 1995). 특히 정수생태계의 저서생물은 이들 환경요인이 적합하게 제공되는 연안대(littoral zone)에 풍부하게 서식한다(Thorp and Covich, 2001). 우포습지는 비교적 넓은 면적에 비하여 수심이 얇고, 주변의 농경지로부터 영양물질이 풍부하게 공급되기 때문에 전체 지역에 걸쳐서 수생식물이 번성하여 있다. 이러한 상황은 저서무척추동물의 이상적인 서식환경이 될 수 있다. 이러한 조건에서 우포습지의 저서생물 분포와 생존에 가장 큰 영향을 미치는 환경요인은 홍수시 발생하는 수위 변동에 따른 연안대의 교란이라 할 수 있다. 잦은 수위 변동은 연안대의 바닥물질과 수생식물을 교란하여 저서생물의 생존에 악영향을 미칠 것이기 때문이다.

그러나 다른 한편으로 생각할 때, 홍수와 같은 자연적인 교란은 담수생태계의 영양물질의 순환에 있어서 순기능을 하는 측면도 있는 것으로 알려져 있다(Ward,

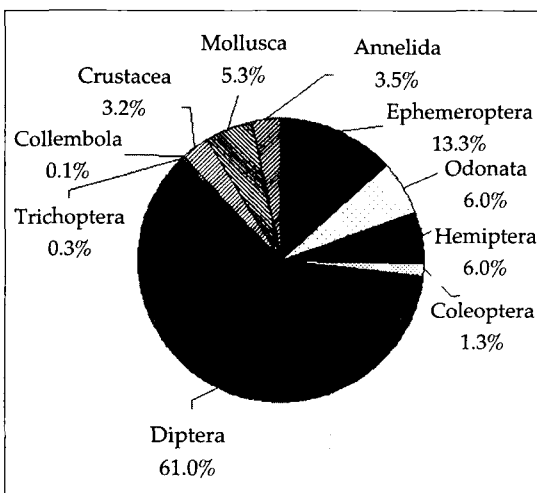


Figure 4. Individual number composition of major benthic macroinvertebrate taxa from Upo wetlands during whole study period (October 2002 - August 2003)

Table 3. First and second dominant species, individual number proportion (%), dominance indices (DI), and diversity indices (H') from the study sites of Upo wetlands

Site	1st Dominant species	2nd Dominant species	DI	H'
(October 2002)				
A	<i>Palaemon (Palaemon) miyadai</i> (20.5%)	Chironominae sp.4 (18.0%)	0.39	3.92
B	<i>Cercion hieroglyphicum</i> (12.5%)	Chironominae sp.5 (9.4%)	0.22	4.26
C	<i>Micronecta sedule</i> (17.3%)	<i>Cloeon dipterum</i> (13.2%)	0.31	3.77
D	<i>Culex</i> sp. (35.8%)	Chironominae sp.6 (12.2%)	0.48	3.50
E	<i>Cloeon dipterum</i> (19.0%)	Chironominae sp.7 (18.3%)	0.37	3.64
F				
G	<i>Chironomus nipponensis</i> (18.1%)	Tanypodinae sp. (13.5%)	0.32	4.03
H	<i>Micronecta sedule</i> (31.6%)	<i>Cloeon dipterum</i> (14.6%)	0.46	3.67
I	Chironominae sp.8 (23.7%)	Chironominae sp.9 (14.2%)	0.38	3.89
J	<i>Baetis silvaticus</i> (26.8%)	<i>Labiobaetis atrebatinus</i> (24.6%)	0.51	3.53
K	<i>Baetis fuscatus</i> (16.7%)	Chironominae sp.1 (15.2%)	0.32	4.02
Mean \pm sd			0.42 \pm 0.09	3.80 \pm 0.24
(January 2003)				
A	<i>Cipangopaludina japonica</i> (22.0%)	<i>Parafossarulus manchouricus</i> (13.5%)	0.35	4.50
B	<i>Micronecta sedule</i> (21.6%)	<i>Pseudomphala latericea</i> (21.6%)	0.43	3.56
C	Chironominae sp.1 (44.6%)	Ceratopogonidae sp. (20.9%)	0.66	2.62
D	Chironominae sp.1 (34.4%)	Tanypodinae sp. (34.4%)	0.69	2.82
E	<i>Chironomus nipponensis</i> (40.3%)	Ceratopogonidae sp. (25.4%)	0.41	3.02
F	Oligochaeta sp. (18.8%)	<i>Plea indistinguenda</i> (12.5%)	0.31	3.15
G	<i>Chironomus nipponensis</i> (17.9%)	<i>Pseudomphala latericea</i> (14.3%)	0.32	4.48
H	<i>Chironomus nipponensis</i> (45.3%)	Chironominae sp.1 (30.2%)	0.76	2.35
I	<i>Chironomus nipponensis</i> (63.2%)	Chironominae sp.1 (23.4%)	0.87	1.71
J	<i>Asellus</i> sp. (21.6%)	Chironominae sp.1 (20.6%)	0.42	4.05
K	Chironominae sp.1 (68.1%)	Chironominae sp.2 (27.4%)	0.96	1.55
Mean \pm sd			0.62 \pm 0.23	3.10 \pm 1.01
(April 2003)				
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G	<i>Cercion hieroglyphicum</i> (26.7%)	<i>Ischnura asiatica</i> (10.0%)	0.37	3.91
H	<i>Paraplea</i> sp. (19.2%)	<i>Micronecta sedule</i> (18.5%)	0.38	3.60
I	Chironominae sp.1 (24.4%)	<i>Ischnura asiatica</i> (14.4%)	0.39	3.73
J				
K				
Mean \pm sd			0.38 \pm 0.01	3.73 \pm 0.16
(August 2003)				
A	<i>Paludinella japonica</i> (28.0%)	<i>Helobdella stagnalis</i> (25.0%)	0.53	2.49
B	Chironominae sp.6 (15.0%)	Chironominae sp.10 (15.0%)	0.30	3.77
C	Chironominae sp.10 (22.7%)	<i>Cipangopaludina japonica</i> (16.7%)	0.39	3.37
D	Chironominae sp.6 (35.9%)	<i>Cloeon dipterum</i> (28.8%)	0.65	2.62
E	Oligochaeta sp. (33.3%)	Tanypodinae sp. (20.8%)	0.54	2.65
F	Oligochaeta sp. (21.2%)	<i>Hipeutis (Segnitilia) cantori</i> (15.2%)	0.36	3.02
G	Chironominae sp.10 (33.3%)	<i>Cloeon dipterum</i> (16.7%)	0.50	2.25
H	Chironominae sp.6 (33.3%)	Oligochaeta sp. (33.3%)	0.67	2.23
I	Chironominae sp.10 (64.9%)	Chironominae sp.5 (14.0%)	0.79	1.72
J	Chironominae sp.6 (51.2%)	Tanypodinae sp. (14.9%)	0.66	2.59
K	Chironominae sp.6 (75.2%)	<i>Simulium</i> sp. (13.9%)	0.89	1.35
Mean \pm sd			0.57 \pm 0.18	2.55 \pm 0.69

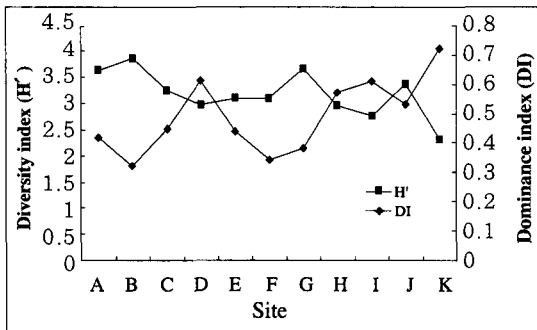


Figure 5. Average diversity indices (H') and dominance indices (DI) from the study sites of Upo wetlands during whole study period (October 2002 - August 2003)

1992; Allan, 1995). 특히 인위적 환경영향을 많이 받고 있고, 부영양화가 심한 담수생태계일수록 홍수시 발생하는 물의 흐름에 힘입어 적체된 영양물질이 제거되어 서식처 기능을 정상적으로 회복시켜 줌으로써 저서무척추동물의 서식환경 회복에 기여하는 것으로 보고되었다(배연재 등, 1996).

우포습지에 있어서 저서무척추동물 군집은 빈번히 발생하는 홍수에 따른 서식처 교란에 비교적 잘 적응하여 그 군집 기능을 유지하고 있는 것으로 보인다. 즉 낙동강 유역에서 빈번히 발생하는 홍수로 말미암아 우포습지 일대가 연간 수회의 대규모 침수와 10회 이상의 소규모 침수가 일상적으로 일어나고 있는 것을 고려하여 볼 때, 그곳에서 서식하는 저서무척추동물은 홍수 전후의 상황에 비교적 빠른 적응과 회복 능력을 가진 것으로 생각된다. 예를 들면 금번 조사기간에 있었던 홍수기간(봄) 중에서 일부 조사 가능했던 지점의 저서무척추동물 다양성이 홍수 전(가을, 겨울)의 다양성과 큰 차이를 나타내지 않았고, 또한 홍수 직후(8월) 저서무척추동물 군집이 비교적 빠르게 회복되는 것을 볼 수 있었다(Table 3; Appendix 2).

그러나 서식처 교란후 저서무척추동물의 회복은 종류에 따라 다른 양상을 나타냈는데, 이동성이 강하며 도피 능력이 높은 노린재류, 물방개류 등과 완전 수서 생활을 하는 연체동물 등은 비교적 빠르게 회복되었으나 실잠자리류와 같이 수생식물과 연관되어 특이한 서식조건을 필요로 하는 종류는 회복이 늦었다. 즉, 자연적 또는 인위적 서식처 교란에 따른 저서무척추동물의 회복은 종류별 특성에 따라 차이가 난다고 할 수 있다.

우포습지에서 나타난 연중 수온의 변동 양상은 경기도 가평천과 같은 우수역에서의 수온변동(Lee et al.,

1999)보다는 안정적이었으나 갈수기에 나타난 일부 지점에서의 매우 큰 일변화 폭은 대기 온도의 영향을 보다 많이 받았기 때문인 것으로 보인다. 따라서 갈수기와 홍수기의 수위 변동이 수온 변동과도 연관되어 있으며, 이들 요인이 복합적으로 저서무척추동물의 분포에 영향을 끼치는 것으로 사료된다. 그러나 이번에 조사된 계절별 조사로는 저서무척추동물의 홍수에 따른 적응과 회복 양상 및 온도 연관성을 자세히 밝히기는 어렵고 월별 조사에 의한 주요 종의 생활사와 개체군 수준의 동태 연구가 필요한 것으로 사료된다.

우리나라의 저서무척추동물을 대상으로 위기종, 희귀종, 생태환경학적으로 중요시되는 종을 선별한 목록(배연재와 이병훈, 2001) 중에서 개미허리왕잠자리, 고추잠자리, 나비잠자리, 물둥우리 등이 우포습지에서 대량 서식하고 있는 것이 금번 조사를 통하여 확인되었다. 또한 금번 조사에서 아직 우리나라에서는 연구되지 않은 미기록종과 특산종이 다수 우포습지에서 출현하였으며, 갈다구과는 아직 우리나라에서 종수준까지 동정하기 어려운 분류군으로서 여러종의 미기록종이 포함되어 있으리라 생각된다.

감사의 글

본 연구의 야외조사시 현지 조사지점의 안내, 관련 자료 제공 등으로 도움을 주신 창녕군 환경위생과, 창녕환경운동연합, 우포생태학습원, (사)푸른우포사람들, (주)삼안건설, 우포늪 감시원 일동 등 관계자 여러분께 감사드립니다.

인용문헌

- 배연재(1996) 한국 수서곤충 연구의 현황과 과제. (한국육수학회편, '96한국육수학회 심포지움 강연록' 63~71쪽.
- 배연재(1999) 한국산 수서곤충의 연구현황과 조사방법의 정량화(한국곤충학회편, '한국곤충학회 심포지움 강연록 - 21세기의 자연환경 보전과 곤충학', 67-105쪽).
- 배연재, 박선영, 윤일병, 박재홍, 배경석(1996) 왕숙천 준설구간의 저서성 대형무척추동물 군집변동. 한국육수학회지 29(4): 251-261.
- 배연재, 이병훈(2001) 한국 하천생태계의 환경 훼손과 담수 절지동물의 생물다양성 피해 및 보전. 한국곤충학회지 31(2): 63-76.
- 우포 국립자연사박물관 유치위원회(1999) 랍사지역으

- 로서의 우포습지의 생태학적 가치와 보전 방법. 심포지엄 프로시딩, 129쪽.
- 윤일병(1988) 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부, 840쪽.
- 윤일병(1995) 수서곤충검색도설. 정행사, 260쪽.
- 윤일병, 공동수, 송미영(1987) 우포 늪지 및 주남저수지 일대의 수서곤충상에 관한 연구. 우포늪·주남저수지 생태계조사, 환경청.
- 윤일병, 어성준, 김종인(1989) 경상남도 소재 5개 늪지의 수서곤충 군집 구조에 관한 연구. 한국환경생물학회지 7: 19-32.
- 川合禎次(編)(1985) 日本産水生昆蟲檢索圖説. 東海大學出版會, 409pp.
- Allan, J.D.(1995) Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters. Chapman & Hall, London, 388pp.
- Lee, S.J., Y.J. Bae, I.B. Yoon and N.C. Watanabe(1999) Comparisons of temperature-related life histories in two ephemeropterid mayflies (*Ephemera separigata* and *E. strigata*: Ephemeroidea, Ephemeroptera, Insecta) from a mountain stream in Korea. Kor. J. Limnol. 32(3): 253-260.
- McCafferty, W.P.(1981) Aquatic Entomology. John & Bartlett, Boston, 448pp.
- Merritt, R.W. and K.W. Cummins(1996) An Introduction to the Aquatic Insects of North America(3rd ed.). Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa, 862pp.
- Pennak, R.W.(1989) Fresh-water Invertebrates of the United States(3rd ed.). John Wiley & Sons, New York, 628pp.
- Thorp, J.H. and A.P. Covich(ed.)(2001) Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates(2nd ed.). Academic Press, San Diego, 1056pp.
- Ward, J.V.(1992) Aquatic Insect Ecology. John Wiley & Sons, 438pp.
- Wiederholm, T.(ed.)(1983) Chironomidae of the Holarctic Region. Part 1. Larvae. Entomol. Scand. Suppl. No. 19.
- Williams, D.D. and B.W. Feltmate(1992) Aquatic Insects. CBA International, Oxon, UK, 358pp.

Appendix 1. Habitat environment conditions from each site of Upo wetlands during the study period (October 2002 - August 2003)

가을 (1차조사: 2002. 10. 12~13)

- St. A 우포 남(전망대): 우포 전망대 앞 수로 지점: 2002-X-12 11:10-12:10. 맑음: 기온 18.7℃, 수온 18.0℃, 수심 100cm, 물 조금 탁함: 바닥 silt와 mud, 연안대 갈대: 제방에 버드나무 2그루 있음: 버드나무 아래 수로에 수온연속기록기 설치.
- St. B 우포 서(늪길): 우포 서안에서 목포 남안으로 이어지는 늪길 중간 지점의 수로: 2002-X-12 16:30-17:10. 맑음: 기온 18.5℃, 수온 20.0℃, 수심 50-150cm, 농수로 수폭 2m, 물 조금 탁함: 바닥 검은색 mud, 연안대 갈대: 제방에 버드나무 있음: 버드나무 아래 수로에 수온연속 기록기 설치.
- St. C 우포 북(소목): 우포 북안의 소목 마을 앞 부두 주변 수로 지점: 2002-X-13 13:50-14:30. 맑음: 기온 24.0℃, 수온 22.0℃, 수심 50-100cm, 물 조금 탁함: 바닥 검은색 mud, 연안대 갈대: 논우렁이 다수, 제방에 버드나무 있음: 버드나무 아래 수로에 수온연속기록기 설치.
- St. D 우포 동(생태체험장): 우포 대대제방 밖의 생태학습장 옆 농수로 지점: 2002-X-12 13:00-13:20. 맑음: 기온 21.0℃, 수온 17.0℃, 수심 100-150cm, 물이 느리게 흐름, 물 맑은 편: 바닥 silt와 mud, 연안대 갈대: 수면 개구리밥, 생이가래 등 수생식물 풍부.
- St. E 목포 서(노동): 목포 서안의 노동 마을입구 다리 주변 수로 지점: 2002-X-12 18:00-18:20. 맑음: 기온 15.3℃, 수온 18.0℃, 수심 50-150cm, 물 맑은 편: 바닥 mud, 연안대는 생이가래, 자라풀, 개구리밥 등의 수생식물로 매워져 있음, 연안대 갈대: 논우렁이, 물자라 등 다수: 수로에 수온연속기록기 설치.
- St. F 목포 동(장제): 목포 동안의 '푸른우포사람들' 앞쪽으로 우측 연안대 지점: 채집 안함.
- St. G 사지포: 사지포 남안의 작은 부두 주변 수로 지점: 2002-X-12 13:30-14:10. 맑음: 기온 23.0℃, 수온 18.7℃, 수심 50-100cm, 물 맑은 편: 바닥 검은색 mud, 연안대는 생이가래, 자라풀, 개구리밥 등의 수생식물로 두텁게 덮힘, 연안대 갈대: 논우렁이, 물자라 다수: 수로에 수온연속기록기 설치.
- St. H 쪽지벌: 쪽지벌 남안의 수로 지점: 2002-X-12 17:30-17:50. 맑음: 기온 18.0℃, 수온 19.5℃, 수심 50-150cm, 물 조금 탁함: 바닥 mud, 연안대 갈대, 버드나무: 주민이 빨 훑을 손으로 더듬어 불고기(붕어, 잉어 가물치 등), 논우렁이 등을 채취: 버드나무 아래 수로에 수온연속기록기 설치.
- St. I 여벌: 여벌 마을 앞 농수로의 시멘트 다리 상류 지점. 여벌 습지는 1988년 토평천 제방 축조 후 논으로 바뀜: 2002-X-13 11:00-11:50. 맑음: 기온 23.5℃, 수온 18.3℃, 하폭 10m, 수폭 8m, 수심 10-50cm, 물 조금 탁함: 바닥 검은색 mud, 연안대는 갈대, 생이

Appendix 1. (Continued)

- 가래, 자라풀, 개구리밥 등 수생식물로 매워져 있음; 낚시꾼이 많음; 수로에 수온연속기록기 설치.
- St. J 토평천 상(잠수교): 사지포와 우포의 중간 지점을 흐르는 토평천의 본류 지점, 작은 시멘트 잠수교 부근; 2002-X-12 14:20-15:00, 맑음; 기온 24.0℃, 수온 18.0℃, 하폭 5-10m, 유수역 수심 10-20cm, 정수역 수심 50cm, 물 맑은 편; 바닥 자갈, 왕모래, 모래, silt; 검정말, 나사말, 수련 등 수생식물, 유수역에서는 꼬마하루살이류, 정수역에서는 잠자리류 풍부.
- St. K 토평천 하(성산리): 토평천 하류의 성산리 마을 앞 다리 지점; 2002-X-13 12:00-12:30, 맑음; 기온 23.0℃, 수온 18.0℃, 하폭 20m, 수폭 5-10m, 수심 10-20cm, 물 탁함, 유속이 빠름, 부영양화 심함; 바닥 자갈, 왕모래, 모래, silt; 지난해 여름 홍수 때 수위 측정담 위 까지 범람한 흔적; 하천의 여울부분에 수온연속 기록기 설치.

겨울 (2차조사; 2003. 1. 11~12)

- St. A 우포 남(전망대): 동일 지점; 2003-I-11 11:35-12:30, 맑음; 기온 4.8℃, 수온 4.0℃, 수심 30-70cm, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 수 m 너이의 빙판 제거 후 조사, 물 탁함, 바닥 검은색 mud; 수 명의 탐조객, 왜가리와 기러기류 십여 마리 관찰됨.
- St. B 우포 서(늘길): 동일 지점; 2003-I-11 10:30-11:30, 맑음; 기온 9.0℃, 수온 3.8℃, 수심 60-70cm, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사, 물 탁함; 바닥에 부식된 갈대와 부들 등 수생식물 다량 쌓여 있음, mud; 십여 마리의 기러기류 관찰됨.
- St. C 우포 북(소목): 동일 지점; 2003-I-11 16:50-17:30, 맑음; 기온 2.0℃, 수온 1.2℃, 수심 40-50cm, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사, 물 조금 탁함; 바닥 검은색 mud, 연안대에 부식된 부들 줄기 있음; 오리류와 기러기류 백여 마리 관찰됨, 탐조객 있음.
- St. D 우포 동(대대제방): 이번 조사부터 대대제방 안쪽의 우포늪 동안으로 조사지점 변경; 2003-I-11 12:40-13:40, 맑음; 기온 6.8℃, 수온 3.8℃, 수심 30cm, 물 맑은 편; 바닥 mud, 부식된 부들줄기, 연안대는 갈대와 버드나무; 지름 40cm의 돌로 제방 하단축조, 물이 외 부로부터 유입되는 지점으로 물이 얼지 않은 (물 흐르는) 지점; 4-5종의 철새(큰부리큰기러기, 청둥오리 등 오리류)가 이삼백여 마리 서식, 매자기의 둥근 뿌리와 논우렁이 껍질 다량.
- St. E 목포 서(노동): 동일 지점; 2003-I-12 11:40-12:30, 맑음; 기온 9.2℃, 수온 2.8℃, 수심 30-40cm, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사, 물 탁함; 바닥 mud, 연안대는 붉은 생이가래 폐사체 다수, 생이가래의 갈색 종자가 수북이 쌓여 있음, 부식된 부들줄기, 매자기의 둥근 뿌리; 조사지점에서 남쪽으로 인접한 곳에 잘 발달된 습원 식생이 있음.
- St. F 목포 동(장재): 동일 지점; 2003-I-12 11:00-11:30, 맑음; 기온 4.0℃, 수온 4.2℃, 수심 1m, 얼음두께 10cm, 특히 그늘이 지는 반대편 연안대는 얼음두께 20cm이상, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사; 바닥 mud; 전체 수면이 얼어있어 겨울철새 보이지 않음, 탐조객 십여 명, 수온기록기 신규 설치.
- St. G 사지포: 동일 지점; 2003-I-11 15:15-15:55, 맑음; 기온 10.5℃, 수온 4.5℃, 수심 70-80cm, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사, 물 탁함; 바닥 검은색 mud, 조사지점 생이가래의 종자가 진한 갈색으로 연안대를 매움; 사지포 중앙에는 얼음이 얼지 않은 지역이 있어 기러기류, 오리류 관찰 됨, 대형 갈다구류 다수 채집.
- St. H 쪽지벌: 동일 지점; 2003-I-12 12:40-13:10, 맑음; 기온 4.2℃, 수온 3.5℃, 수심 60cm, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사, 물 조금 탁함; 바닥 mud; 큰부리큰기러기 30여 마리, 2002년 10월 조사보다 수위가 낮아짐.
- St. I 여벌: 동일 지점; 2003-I-12 13:50-14:30, 맑음; 기온 10.0℃, 수온 2.0℃, 하폭 10m, 수폭 8m, 수심 1m, 얼음두께 10cm, 파쇄봉으로 빙판 제거 후 조사, 물 조금 탁함; 바닥 mud, 연안대는 부들, 버드나무; 낚시꾼 없음, 수면에 툽토기, 거미류 관찰.
- St. J 토평천 상(잠수교): 동일 지점; 2003-I-11 16:00-16:40, 맑음; 기온 7.5℃, 수온 4.0℃, 유수역 수심 10-20cm, 정수역 수심 20-40 cm, 빠른 유속으로 물이 얼지 않은 곳이 많음, 물 맑은 편; 바닥 자갈, 왕모래, 모래, silt; 말조개, 나사말 등 관찰, 주변에 버드나무.
- St. K 토평천 하(성산리): 동일 지점; 2003-I-12 14:40-15:10, 맑음; 기온 5.5℃, 수온 6.0℃, 하폭 20m, 수폭 5-10m, 수심 10-60cm, 빠른 유속으로 물이 얼지 않음, 물 조금 탁함, 수온이 따뜻하고 영양물질의 유입이 많음; 바닥 자갈, 왕모래, 모래, silt, 부착조류 덮여 있음; 플라나리아, 줄날도래, 꼬마줄날도래 관찰.

봄 (3차조사; 2003. 4. 26~27)

- St. A 우포 남(전망대): 동일 지점; 2003-IV-26 10:40-10:50, 맑음; 전망대 앞 도로변에서 측정한 기온 21.0℃, 수온 13.0℃, 수심 2-3m로 추정, 물 탁함; 물닭 등 조류 관찰, 물이 불어 조사 못함; 2003-IV-27 12:00 조사 재시도; 기온 23.0℃, 수온 21.0℃; 잉어, 피라미, 끄리 등 관찰; 물이 불어 채집 못함.
- St. B 우포 서(늘길): 동일 지점; 2003-IV-26 10:20-10:40, 맑음; 둔터마을 입구에서 측정한 기온 21.0℃, 수온 13.0℃, 수심 3-4m로 추정, 물 탁함; 2003-IV-24~25 양일간 지속된 폭우로 26일 아침 둔터마을 입구까지 수위가 상승하여 채집지점 접근 불가, 채집지점의

Appendix 1. (Continued)

버드나무 상단만 조금 보임; 2003-IV-27 11:30 조사 채시도: 둔터마을 입구 기온 24.0℃, 수온 20.0℃; 물닭, 논병아리, 가창오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 백로, 왜가리 관찰; 물이 불어 채집 못함.

- St. C 우포 북(소목): 동일 지점; 2003-IV-26 13:40-14:30, 맑음; 기온 25.0℃, 수온 17.5℃, 수심 2-3m로 추정, 수위가 많이 상승, 물 탁함; 어부의 배를 이용하여 채집지점까지 접근 후 수온연속기록기 수거 및 교환; 물이 불어 채집 못함.
- St. D 우포 동(대대제방): 동일 지점; 2003-IV-26 10:50-11:20, 맑음; 기온 21.5℃, 수온 14.5℃, 수심 2-3m로 추정, 물 탁함; 바닥 mud, 연안대는 갈대; 물이 불어 채집 못함.
- St. E 목포 서(노동): 동일 지점; 2003-IV-26 15:20-16:00, 맑음; 기온 25.0℃, 수온 21.0℃, 수심 2m로 추정, 수위가 많이 상승, 물 탁함; 바닥 mud; 물자라, 소형 물방개류 다수; 채집을 위해 채집지점까지 접근하였으나 목까지 물이 올라와 다시 나눔, 정량채집 못함.
- St. F 목포 동(장재): 동일 지점; 2003-IV-26 14:40-15:10, 맑음; 기온 25.0℃, 수온 18.0℃, 수심 2m로 추정, 수위가 많이 상승, 물 탁함; 물자라, 소금쟁이 관찰; 목포 제방 보강공사, 수온연속기록기 수거 및 교환, 정량채집 못함.
- St. G 사지포: 동일 지점; 2003-IV-26 11:50-12:40, 맑음; 기온 21.0℃, 수온 17.0℃, 수심 80-90cm, 수위가 많이 상승, 물 탁함; 바닥 silt & mud, 부식된 부들 줄기, 연안대는 갈대; 어부가 브루길, 끄리, 치리, 가물치, 붕어 등 민물고기 잡은 것 관찰, 육상에는 실잠자리류, 소금쟁이류 다수, 사지포 제방 보강공사, 수온연속기록기 분실로 재설치.
- St. H 쪽지벌: 동일 지점; 2003-IV-26 16:10-16:50, 맑음; 기온 23℃, 수온 21.5℃, 수심 130cm, 수위가 많이 상승, 물 탁함; 바닥 mud, 상류에서 떠내려 온 오물, 나무토막 등이 수면에 많이 부유.
- St. I 여벌: 동일 지점; 2003-IV-26 17:10-17:50, 맑음; 기온 23℃, 수온 19.5℃, 수심 1m, 하폭 10m, 수폭 8m, 물 탁함; 바닥 mud; 황소개구리, 물총새 관찰, 갈다구류 20여 마리 채집, 수면에 수련, 말즘이 대부분을 차지, 낚시꾼 없음.
- St. J 토평천 상(잠수교): 동일 지점, 시멘트 잠수교 부근; 2003-IV-26 12:45-13:30, 맑음; 기온 21℃, 수온 17℃, 하폭 100-200m, 수폭 100m, 수심 1-2m, 수위가 많이 상승, 잠수교 상판 높이 50cm 정도 위로 유속이 빠른 물이 흐름, 물 탁함; 물이 불어 채집 못함.
- St. K 토평천 하(성산리): 동일 지점; 2003-IV-26 17:15-18:20, 맑음; 기온 19.5℃, 수온 17.0℃, 수심 1-2m, 하폭 20m, 수폭 10m, 유속이 매우 빠르고 다리 위 50cm 정도까지 물이 범람, 물 탁함; 바닥 자갈, 왕모래, 모래, silt; 수온연속기록기 교체 불가, 마을 주민들이 잉어 등 물고기 잡음, 물이 불어 채집 못함.

여름 (4차 조사: 2003. 8. 9~10)

- St. A 우포 남(전망대): 동일 지점; 2003-VIII-9 11:00-11:45, 맑음; 기온 28.0℃, 수온 28.0℃, 수심 100cm, 홍수 영향에서 회복됨; 수생식물(개구리밥 등)으로 완전히 덮여 있음; 노린재류(물벌레, 물자라 등), 논우렁이 풍부.
- St. B 우포 서(늘길): 동일 지점; 2003-VIII-9 9:30-10:50, 맑음; 기온 29.0℃, 수온 29.0℃, 수로의 평균수심 120cm, 홍수 영향에서 회복됨; 수생식물(마름, 말류, 개구리밥 등) 번성; 물방개류, 잠자리 유충 풍부.
- St. C 우포 북(소목): 부두 좌측의 수로 지점; 2003-VIII-9 15:30-16:00, 맑음; 기온 28.0℃, 수온 32.0℃, 수심 100cm; 수생식물 풍부; 노린재류, 물방개류, 논우렁이 풍부; 고추잠자리, 노란허리잠자리 성충 확인.
- St. D 우포 동(대대제방): 동일 지점; 2003-VIII-9 9:30-10:50, 맑음; 기온 30.0℃, 수온 32.0℃, 수심 20cm; 침수흔적 있으나 홍수 영향에서 회복됨; 수생식물(개구리밥) 풍부; 노린재류, 잠자리 유충 풍부; 제방에 갈대숲이 무성하여 연안대로 접근 어려움, 물새 때 많음.
- St. E 목포 서(노동): 동일 지점; 2003-VIII-9 17:50-18:20, 구름 50%; 기온 27.0℃, 수온 30.0℃, 수심 10cm; 바닥 상태 동일, 수생식물(마름, 개구리밥 등)로 완전히 덮여 있음; 노린재류(물자라, 물등구리 등), 물방개류 풍부.
- St. F 목포 동(장재): 동일 지점; 2003-VIII-9 16:10-16:50, 맑음; 기온 28.0℃, 수온 32.0℃, 수심 30-100cm; 바닥 검은색 mud, 수생식물(개구리밥 등)로 완전히 덮여 있음; 노린재류(물자라, 물등구리 등), 물방개류 풍부.
- St. G 사지포: 동일 지점; 2003-VIII-9 14:15-15:10, 맑음; 기온 29.0℃, 수온 27.0℃, 수심 100cm; 수생식물(생이가래, 자라풀, 개구리밥 등)로 두텁게 덮여 있음; 노린재류(물자라, 물등구리, 물진드기 등), 물방개류, 논우렁이 풍부.
- St. H 쪽지벌: 동일 지점; 2003-VIII-9 18:30-18:50, 구름 30%; 기온 25.0℃, 수온 28.0℃, 수심 100-200cm; 바닥 상태 동일; 수생식물(개구리밥, 마름, 생이가래 등)로 완전히 덮여 있음; 노린재류 풍부, 마름을 갉아먹는 잎벌레류 성충 확인.
- St. I 여벌: 동일 지점; 2003-VIII-9 19:00-19:20, 구름 80%; 기온 24.0℃, 수온 29.0℃, 하폭 10m, 수폭 8m, 수심 50-150cm; 바닥 상태 동일, 검정색 mud; 연안대는 거의 수생식물로 매워져 있음; 노린재류 채집.
- St. J 토평천 상(잠수교): 동일 지점; 2003-VIII-9 13:30-14:00, 맑음; 기온 28.0℃, 수온 27.0℃, 하폭 3-5-10m, 수폭 2-3m, 수심 40cm; 바닥 자갈, 왕모래, 모래; 말류가 번성하여 바닥을 덮고 있음; 실잠자리 유충, 꼬마하루살이 유충 풍부.
- St. K 토평천 하(성산리): 동일 지점; 2003-VIII-9 19:20-19:40, 구름 80%; 기온 25.0℃, 수온 28.0℃, 하폭 20m, 수폭 5-10m, 수심 10-20cm; 바닥 상태 동일, 침수흔적 있음; 꼬마하루살이류 채집.

Appendix 2. Number of species and individuals of benthic macroinvertebrates per 1m² (0.5 × 2m) from the study sites of Upo wetlands during the study period (October 2002 - August 2003)

(October 2002)													
Species \ Sites	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
<i>Baetis fuscatus</i>												72	90
<i>B. silvaticus</i>													120
<i>B. ursinus</i>								1					
<i>Cloeon dipterum</i>	5	6	36	3	54		7	46	10	4	5		
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>												110	3
<i>Nigrobaetis bacillus</i>												3	4
<i>Cinygmula grandifolia</i>												2	
<i>Calopteryx atrata</i>												2	
<i>Cercion calamorum</i>									1				
<i>C. hieroglyphicum</i>	1	12	10	1	2		1	7	1	4	8		
<i>Coenagrion concinnum</i>												2	
<i>Ischnura asiatica</i>			4				1		8	3	2		
<i>I. elegans</i>	5			2			3					4	
<i>I. senegalensis</i>		4					2	2	9	2	10		
<i>Platycnemia phillopoda</i>									1		2		
<i>Aeshna juncea</i>				1			1	7					
<i>Anax partheope julius</i>	18		5				8	3	2	2			
<i>Boyeria maclachlani</i>												2	
<i>Gynacantha japonica</i>												2	
<i>Trigomphus citimus</i>												5	
<i>T. melampus</i>								1					
<i>Crocothemis servilia</i>		2					4						
<i>Deilelia phaon</i>	1	5											
<i>Orthetrum albistylum</i>	1		1						4	1			
<i>O. lineostigma</i>							1	16			1		
<i>Pseudothemis zonata</i>	6											1	1
<i>Rhyothemis fuliginosa</i>							1						
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>												1	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>												5	
<i>Hesperocorixa kolthoffi</i>										1			
<i>Micronecta sedule</i>	7	2	47	3	5		100	2	1				
<i>Segara</i> sp.			2					5	2				
<i>Plea japonica</i>										2			
<i>Diplonychus japonicus</i>	3	2	10	1	5					4			
<i>Asclepios</i> sp.				1						1			
<i>Gerris latiabdominis</i>												1	
<i>Gerris</i> sp.	3				6					2			
<i>Mesovelia orientalis</i>	1					4					1		
<i>Pseudovelia tibialis</i>												1	
<i>Agabus browni</i>			1							1		2	
<i>Copelatus</i> sp.				1	1						9		
<i>Guignotus</i> sp.					1						2		
<i>Hydaticus grammicus</i>							1						
<i>Stenelmis</i> sp.												13	
<i>Pelodytes sinensis</i>				1	1								
<i>Helochaers striatus</i>	1			1					1				
<i>Sternolophus rutipes</i>				2	1								
<i>Noterus japonicus</i>				3						1			
<i>Scirtes</i> sp.								2					
<i>Chaoborus</i> sp.										7			

(January 2003)													
Species \ Sites	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
<i>Cloeon dipterum</i>				7	3	7	1		4				
<i>Nigrobaetis bacillus</i>												2	
<i>Potamanthus coreanus</i>													1
<i>Cercion hieroglyphicum</i>	1	7						1	1	5	2		
<i>Ischnura asiatica</i>	2							1		2			
<i>I. elegans</i>							1	1					
<i>I. senegalensis</i>					3							2	
<i>Anax partheope julius</i>		7	1										
No. of species	29	22	20	24	26		28	33	28	31	27		
No. of individuals	220	96	272	123	284		155	316	219	448	540		

Species \ Sites	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
<i>Boyeria maclachlani</i>								1			
<i>Gynacantha japonica</i>								1			
<i>Trigomphus citimus</i>										1	
<i>Orthetrum albistylum</i>			1								
<i>Pseudothemis zonata</i>	1										
<i>Goera japonica</i>									1		
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>									6		
<i>Cheumatopsyche KUa</i>										1	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>										1	
<i>H. orientalis</i>									1		
<i>H. valvata</i>										2	
<i>Micronecta sedule</i>	16		1				2		1		
<i>Plea indistinguenda</i>						4					
<i>Diplonychus japonicus</i>							1				
<i>Agabus browni</i>					1						
<i>Guignotus japonicus</i>					1						
<i>Stenelmis vulgaris</i>									1		
<i>Peltodytes sinensis</i>					1						
<i>Sternolophus rutipes</i>					1						
<i>Noterus japonicus</i>						2					
<i>Chaoborus</i> sp.									3		
Ceratopogonidae sp.		1	23		17						
<i>Chironomus nipponensis</i>	2	2			27	10	39	283			
<i>C. yoshimatsui</i>							3				
Chironominae sp.1	1	4	49	11	4	1	8	26	105	21	271
Chironominae sp.2							2			109	
Chironominae sp.3			1								
Chironominae sp.4							3	15	1		
Chironominae sp.5		1								3	
Chironominae sp.7	2		1				1	15			
Chironominae sp.8		1						2			
Chironominae sp. 9							4				
Chironominae sp.10	3										
Tanypodinae sp.				11	1		1	7	9	4	
<i>Simulium</i> sp.									8		
<i>Tipula</i> KUd										1	
<i>Thaumalea</i> sp.				1							
<i>Palaemon (Palaemon) miyadaii</i>	2	5			1	2		2		1	
<i>Asellus</i> sp.	2	5	10		1	4		2		22	3
<i>Assiminea lutea</i>				1							
<i>Pseudomphala latericea</i>		16			1		8				
<i>Parafossarulus manchouricus</i>	5		8			3	2		2	4	
<i>Cipangopaludina japonica</i>	8	2		1		1	2				
<i>C. chinensis</i>				1	2		1			1	
<i>Radix auricularia coreana</i>			1				2	2	1		
<i>Hipeutis (Segnitilia) cantori</i>	1	2	1		1		8		1		
<i>Corbicula papyracea</i>										3	1
<i>Musculium japonicum</i>					2						
<i>Pisidium</i> sp.					1					2	
<i>Unio douglasiae</i>					1						
<i>Anodonta arcaeformis</i>					2						
<i>A. woodiana</i>					1						
<i>Oligochaeta</i> sp.	7		2			6	2	1	1	6	9
<i>Alboglossiphonia heteloclita</i>	1	4	2	1	1		4	3	1	8	14
No. of species	13	14	14	11	18	11	17	12	15	20	15
No. of individuals	37	74	110	32	67	32	56	86	448	102	422

(April 2003)

Species \ Sites	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
<i>Cloeon dipterum</i>										1	3	
<i>Cercion hieroglyphicum</i>										16	3	6
<i>Ischnura asiatica</i>										6	13	
<i>I. elegans</i>											5	
<i>Platynemia phillopoda</i>											2	
<i>Anax partheope julius</i>									1		1	
<i>Boyeria maclachlani</i>										1		
<i>Somatochlora graeseri</i>										1		
<i>Crocothemis servilia</i>									1			
<i>Orthetrum albistylum</i>									1			
<i>Pseudothemis zonata</i>											4	
<i>Sympetrum eroticum</i>									2			
<i>Hesperocorixa kolthoffi</i>											7	
<i>Micronecta sedule</i>											24	
<i>Paraplea</i> sp.											25	
<i>Diplonychus japonicus</i>										1		
<i>Gerris latiabdominis</i>										1		
<i>Hebrus</i> sp.										1		
<i>Mesovelgia orientalis</i>											1	
<i>Ilycoris exclamationis</i>									1			
<i>Ranatra unicolor</i>									1			
<i>Copelatus</i> sp.										4		
<i>Guignotus</i> sp.										2	4	
<i>Hyphydrus</i> sp.									1			
<i>Ilybius</i> sp.										1		
<i>Platambus</i> sp.									1			
<i>Peltodytes sinensis</i>									1	1		
<i>Sternolophus rutipes</i>									1		1	
<i>Noterus japonicus</i>									1			
<i>Chaoborus</i> sp.											3	
<i>Chironomus nipponensis</i>											2	
Chironominae sp.1									1	13	22	
Chironominae sp.3									1			
Chironominae sp.4									4	18	6	
Chironominae sp.5											1	
Chironominae sp.7											1	
Tanypodinae sp.									6		4	
<i>Anopheles</i> sp.										1		
<i>Phyllodromia</i> sp.											1	
Stratiomyiidae sp.									1			
Collembola sp.											3	
<i>Palaemon (Palaemon) miyadaii</i>									5			
<i>Asellus</i> sp.									4	8		
<i>Parafossarulus manchouricus</i>										1	1	
<i>Radix auricularia coreana</i>									1		6	
<i>Hipeutis (Segnitilia) cantori</i>									1	6		
<i>Cipangopaludina japonica</i>									2		1	
<i>C. chinensis</i>									3			
<i>Alboglossiphonia heteloclita</i>									1		5	
No. of species									25	22	21	
No. of individuals									60	130	9	

(August 2003)

Species \ Sites	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
<i>Baetis fuscatus</i>										17	3
<i>B. silvaticus</i>										1	
<i>Cloeon dipterum</i>	2	1	89	1	3	1					
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>										14	8
<i>Caenis nishinoae</i>	1	2								1	
<i>Cercion hieroglyphicum</i>	1	10	5				2				
<i>Pseudothemis zonata</i>	1										
<i>Ecnomus tenellus</i>										1	
<i>Hesperocorixa koltthoffi</i>									3		
<i>Micronecta sedule</i>				11				1			
<i>Sigara substriata</i>								1			
<i>Diplonychus japonicus</i>	1	1	2	1	1	4					
<i>Asclepios</i> sp.				1							
<i>Helochares striatus</i>				2					1		
<i>Hydrophilus accuminatus</i>				1							
<i>Laccobius bedeli</i>				1							
<i>Ilyocoris exclamationis</i>								1			
<i>Chaoborus</i> sp.			3						1		
Chironominae sp.1	1										
Chironominae sp.3										24	12
Chironominae sp.5				3					8	1	
Chironominae sp.6	1	5	3	11	2	3		5	4	151	324
Chironominae sp.7				4							1
Chironominae sp.10		5	15	7	3	2	2			37	47

Species \ Sites	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Tanypodinae sp.		1			5	1					44	11
<i>Anopheles</i> sp.					45							
<i>Culex</i> sp.		1	1	8						1		
<i>Simulium</i> sp.											8	60
<i>Palaemon (Palaemon) miyadai</i>	1					4						
<i>Asellus</i> sp.											4	3
<i>Paludinella japonica</i>	9	1	1									
<i>Cipangopaludina japonica</i>	7	1	11	14		4						
<i>C. chinensis</i>	4		3						1			
<i>Radix auricularia coreana</i>				1								
<i>Hipeutis (Segnitilia) cantori</i>								5				
<i>Corbicula partentosa</i>												6
<i>Oligochaeta</i> sp.		3	6		8	7			5	3	4	
<i>Alboglossip honiaheteloclitia</i>												4
<i>A. lata</i>												2
<i>Bactracobdella paludosa</i>		2										4
<i>Erpobdella lineata</i>					4	2						2
<i>Glossiphonia complanata</i>		2	4	1	2							1
<i>Hemiclepsis marginata</i>			4		1							
<i>Helobdella stagnalis</i>		8		2								
<i>Torix tagoi</i>		1										
<i>Whitmania acranulata</i>		1								1		4
No. of species	8	17	15	18	8	9	5	6	7	18	11	
No. of individuals	32	33	66	309	24	33	6	15	57	295	431	