

신불산 고산습지의 저서성 대형무척추동물 군집구조의 특성

이동한 · 황종우 · 성성훈 · 윤춘식 · 정선우

창원대학교 생물학과

(2009년 2월 13일 접수; 2009년 3월 16일 수정; 2009년 4월 20일 채택)

A Characteristic on Community Structure of Benthic Macroinvertebrates of the Shinbulsan Wetland

Dong-Han Lee, Jong-Woo Hwang, Sung-Hoon Sung,
Chun-Sik Yoon and Seon-Woo Cheong

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

(Manuscript received 13 February, 2009; revised 16 March, 2009; accepted 20 April, 2009)

Abstract

The distribution of benthic macroinvertebrates of Shinbulsan wetland was investigated. This study was focused on the degree of recovery of habitat by comparing the community structure of benthic macroinvertebrates of zone D to that of zone A, intact habitat. The zone D was destructed due to the construction of a golf club and the survey was performed in zone A and zone D of Shinbulsan wetland. The seasonal survey was performed in April, July and September from 2006 to 2007. From the sampling, 2 phyla, 3 classes, 9 orders, 31 families, 69 species and 1155 individuals of benthic macroinvertebrates were collected. From zone A, 2 phyla, 3 classes, 9 orders, 23 families, 54 species and 678 individuals were identified. From zone D, 2 phyla, 3 classes, 9 orders, 23 families, 43 species and 477 individuals were identified. Species diversity and species richness were higher in zone A than in zone D. The recovery of zone D was inefficient as humidity of soil was not enough to live macroinvertebrates. Also, an endangered species of macroinvertebrates, *Nannophya pygmaea* was found during this investigation.

Key Words : Benthic macroinvertebrates, Community structure, Shinbulsan wetland

1. 서 론

고산습지는 고산지대라는 특수한 환경에 적응하고 진화된 특이한 생물들이 살고 있는 특수한 생태계로 사소한 환경의 변화에 의해서도 쉽게 변질되는 경향이 있다. 이 생태계가 파괴되거나 훼손되면

이곳에 분포하는 생물들은 멸종하게 되고 그렇게 되면 앞으로 개발의 가능성이 무궁한 생물 종 즉 생물의 유전자 자원을 영원히 잃게 되고 우리 인류의 생활에도 많은 피해와 손실을 가져올 것이다. 따라서 고산습지의 보전은 멸종되어 가는 생물들의 보존에 의한 종 다양성 유지와 앞으로 개발의 가능성이 무궁한 유전자 자원의 보존 및 습성 천이 계열의 유지, 파괴되어 가는 고산습지 생태계의 보존 차원에서 꼭 필요한 과제라¹⁾ 할 수 있다.

저서성 대형무척추동물은 담수생태계의 생물 중

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

에서 가장 높은 종 다양성과 개체수 현존량을 나타내고 있으며, 담수생태계의 낮은 단계의 소비자로서 영양단계의 중추적 위치에^{2,3)} 있다. 특히 이들은 정수와 유수생태계의 다양한 서식처에 적응하고 있을 뿐만 아니라 생활사가 짧으며 정성채집이 용이하고 환경변화에 민감하여 생태학적 연구 재료로 많이 이용된다. 따라서 어느 담수생태계의 특성을 파악하기 위해서는 그 지역의 저서무척추동물에 대한 개체군의 출현 양상과 군집의 특성을 분석하는 것이 매우 중요한 과제이다.

경남 양산시 원동면 대리 해발 730~750 m 지역에 위치하고 있는 신불산 고산습지는 한반도 남동부 내륙 지방에 분포하고 있는 전형적인 고산습지로서 자연환경이 우수하고 주변지역의 경관도 빼어나며 보전지역 내에 소규모 습지가 다수 산재하는 특성이 있는 등 생태학적 보전가치가 높은 지역이다. 신불산 고산습지는 2002년 양산 녹색연합에 의해 발견되어 환경부에서 현장조사를 거쳐 2004년 2월 원동면 대리 산 92-2일대 0.308 km²를 습지보호지역으로 지정·관리하고 있다. 이 습지는 크게 A, B, C, D 4개의 습지로 구분되며 그 중 A습지는 고여 있는 물의 양이 가장 많고 저서성 대형무척추동물이 살기에 가장 적합한 환경이고 B습지와 C습지는 보전은 잘 되어 있으나 물이 고여 있는 곳이 거의 없고 산발적으로 약간 폐인 웅덩이가 있을 뿐 저서성 대형무척추동물이 살아가기에는 열악한 환경이다. 한편 D습지는 컨트리클럽의 건설로 인해서 훼손된 지역으로 현재는 복원이 진행 중인 곳이다.

본 연구에서는 A, B, C, D 4개의 습지 중 보전이 가장 잘 되어있고 습지 내 고여 있는 물의 양도 가장 많은 A습지와 훼손된 D습지의 저서성 대형무척추동물을 각각 조사하여 그곳에 서식하는 저서성 대형무척추동물의 군집구조를 서로 비교함으로써 보전상태가 우수한 신불산 고산습지의 저서성 대형무척추동물 군집구조의 특성을 파악하고 나아가 훼손된 습지의 현재 복원정도를 알아보고 보전방안을 모색하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사지점 및 개황

신불산 고산습지 내 2개 습지(A습지, D습지)를

대상으로 조사하였다(Fig. 1).

• A습지

A습지는 규모도 클 뿐만 아니라 강우 시 물이 일시적으로 고이는 습지경계지역까지 포함한다면 상당히 큰 규모의 습지로 습지 주위에 두꺼운 밧줄을 쳐서 사람의 출입을 통제하고 있다. 습지 주변에는 떡갈나무 숲이 우거져 있었으며 습지 내부에는 진퍼리새 군락이 우점하고 있었다. 그리고 A습지 주변에는 나무들이 뺨뺨이 들어서 있어서 사람의 출입이 곤란하기 때문에 보전이 잘 되어 있었다. 습지 중앙부분으로부터 가장자리 방향으로 향하면 물이 고여 있는 2개의 웅덩이가 나오는데 하나는 규모가 20 m 정도로 비교적 크고 수심은 30 cm 정도였으며 물이 매우 맑아 보였다. 다른 하나는 규모가 3~4 m 정도로 작지만 수심은 마찬가지로 무릎에까지 이르며 물은 맑아 보이고 이 지점 하부로 물이 계속 따라 흐르고 있었다. 그리고 습지 내 기질은 부식질이 풍부한 가운데 소금쟁이류와 물방개와 같은 수서갑충류들과 양서류의 유생이 풍부하였다.

• D습지

현재 D습지는 컨트리클럽의 개발로 인해 훼손된 이후 복원이 진행되고 있으나 토양 등의 기질이 아직 안정되지 못하여 식물의 착생정도가 안정적이지 못하며 하절기 우기에도 우수가 거의 저수되지 못하고 하부로 흐르는 상황이다. D습지의 식생은 습지 내부에 억새와 호장근, 골풀 그리고 진퍼리새 군락이 우점하고 있었다. 바닥은 습기가 매우 많아 측

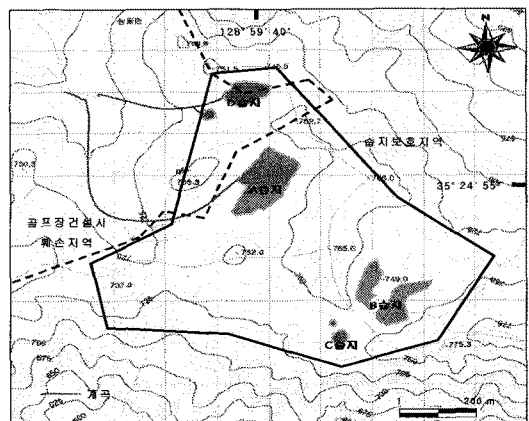


Fig. 1. Map showing surveyed sites of Shinbulsan wetland.

축하게 젖어 있으며 바위가 산재하여 있고 습지 경계부에 활엽수를 벌목하여 잘라서 쌓아둔 곳이 있고 이것은 습지 원래의 주변 환경과는 다른 요인이기는 하나 다양한 동물의 서식 및 은신처가 될 수 있는 것처럼 보였다. 2007년은 전년보다 복원지역에 초본류들이 많이 번성하여 습지 바닥이 나지로드러나 있던 곳이 거의 없어진 상태였다. 하지만 여전히 D습지는 저수구역이 없어 서식지의 다양화 현상이 일어나지 못하여 동물의 서식환경으로서는 불리해 보였다. 그러나 D습지 하부의 소습지는 습지 바닥이 낙엽층으로 쌓여져 있었으며 저서성 동물의 서식이 가능한 상태였다.

2.2. 조사시기

본 조사는 2006년부터 2007년까지 2년에 걸쳐 총 6번의 조사가 이루어졌으며 그 시기는 각각 춘계(4월), 하계(7월), 추계(9월)로 동계를 제외한 계절별로 한 번씩 조사가 이루어졌다.

2.3. 채집 및 분석

채집은 조사지역의 환경을 대표할 만한 곳에 대하여 정량적으로 하였으며 직경이 30 cm인 D-frame net (망목 1x1 mm)으로 바닥을 1 m 씩 2회 긁는 방법을 사용하였다. 그 외의 채집 및 서식처의 환경조사 방법은 일반적인 조사 방법을²⁻⁸⁾ 따랐다.

현장에서 채집된 표본은 500 ml 수집병에 넣고 고정액(Kahle's Solution; 에틸 알콜 28%, 포르말린 11%, 초산 2%, 증류수 59%)으로 고정하였다. 실험실로 옮겨진 표본을 하루 정도 고정한 후 80% 에틸 알콜 용액으로 옮겨 보관하였다. 동정 및 분류는 윤^{2,9)}, 윤과 안^{10,11)}, 이 등^{12,13)}, 이 등¹⁴⁾, 조¹⁵⁾, 川合禎次¹⁶⁾, 丸山傳紀¹⁷⁾ Merritt와 Cummins⁸⁾을 이용하여 동정 분류하고, 수서곤충류 중 깔따구과(Chironomidae)의 경우 체장, 체색, 구기의 형태, abdominal tubules의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 분류하였다. 이 외 미동정 종은 sp. 처리하였다. 분류된 저서성 대형무척추동물은 한국곤충명집¹⁸⁾ 및 한국동물명집¹⁹⁾에 따라 정리하여 목록을 작성하였으며 이들 자료를 기초로 출현종, 분포상황, 주요 종과 특기할 만한 종 등을 파악하였고, 종다양도²⁰⁾, 종풍부도²¹⁾, 우점도, 상대밀도 등의 개체군분석을 하였다. 종다양도(Diversity index)는 Shanon-Weaner의 공식을 사용

하였다. 이 지수의 의미는 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 말하며 어떤 개체군으로부터 무작위로 개체를 추출하였을 때 어떤 종이 나타날 불확실성의 정도를 뜻한다. 종풍부도(Richness Index)는 종수와 개체수의 군집의 상태를 평가하여 이 지수가 높을수록 종이 풍부하며 환경의 상태가 양호하다고 생각되는 지수이다. 상대밀도(Relative Density, RD)는 각종의 총 개체수를 채집된 총 개체수 중 최우점종의 개체수를 나누어 백분율(%²²⁾)로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 목별 서식현황

신불산 고산습지의 2006년부터 2007년까지 A습지와 D습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 2문 3강 9목 31과 69종 1155개체로 나타났으며 십각목(Decapoda)에서 1과 1종 4개체, 하루살이목(Ephemeroptera)에서 2과 3종 25개체, 잠자리목(Odonata)에서 5과 21종 281개체, 강도래목(Plecoptera)에서 3과 4종 34개체, 노린재목(Hemiptera)에서 9과 16종 327개체, 딱정벌레목(Coleoptera)에서 5과 17종 309개체, 파리목(Diptera)에서 2과 2종 164개체, 날도래목(Trichoptera)에서 3과 4종 9개체, 물지렁이목(Archilogochaeta)에서 1과 1종 2개체가 조사되었다(Fig. 2).

3.2. 조사지점별 출현종 현황

2006년부터 2007년까지 A습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 2문 3강 9목 23과 54종 678개체로 나타났으며 십각목에서 1과 1종 2개체, 하루살이목에서 1과 1종 7개체, 잠자리목에서 4과 18종

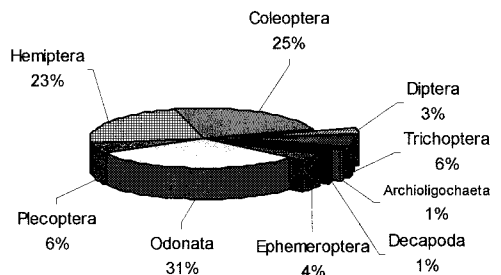


Fig. 2. Species composition to the order in Shinbulsan wet land.

176개체, 강도래목에서 2과 2종 20개체, 노린재목에서 7과 12종 219개체, 딱정벌레목에서 5과 16종 231개체, 파리목에서 1과 1종 15개체, 날도래목에서 1과 2종 7개체, 물지렁이목에서 1과 1종 1개체가 조사되었다(Fig. 3).

한편, 2006년부터 2007년까지 D습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 2문 3강 9목 23과 43종 477개체로 나타났으며 십각목에서 1과 1종 2개체, 하루살이목에서 2과 3종 18개체, 잠자리목에서 5과 14종 105개체, 강도래목에서 2과 3종 14개체, 노린재목에서 6과 9종 108개체, 딱정벌레목에서 2과 8종 78개체, 파리목에서 2과 2종 149개체, 날도래목에서 2과 2종 2개체, 물지렁이목에서 1과 1종 1개체가 조사되었다(Fig. 4).

3.3. 조사지점별 조사시기에 따른 저서동물의 출현동향

2006년 A습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 2문 2강 6목 17과 31종 317개체였으며 십각목에서 1과 1종 1개체, 잠자리목에서 4과 10종 91개체, 노린재목에서 6과 7종 106개체, 딱정벌레목에서

4과 11종 106개체, 파리목에서 1과 1종 7개체, 날도래목에서 1과 1종 6개체가 조사되었다(Fig. 5). 2006년 D습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 1문 1강 7목 17과 28종 231개체였으며 하루살이목에서 1과 1종 1개체, 잠자리목에서 5과 11종 71개체, 강도래목에서 2과 2종 8개체, 노린재목에서 6과 8종 58개체, 딱정벌레목에서 1과 4종 53개체, 파리목에서 1과 1종 39개체, 날도래목에서 1과 1종 1개체가 조사되었다(Fig. 6). 2007년 A습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 2문 3강 9목 22과 45종 361개체로 나타났으며 십각목에서 1과 1종 1개체, 하루살이목에서 1과 1종 7개체, 잠자리목에서 4과 16종 85개체, 강도래목에서 2과 2종 20개체, 노린재목에서 6과 9종 113개체, 딱정벌레목에서 5과 13종 125개체, 파리목에서 1과 1종 8개체, 날도래목에서 1과 1종 1개체, 물지렁이목에서 1과 1종 1개체가 조사되

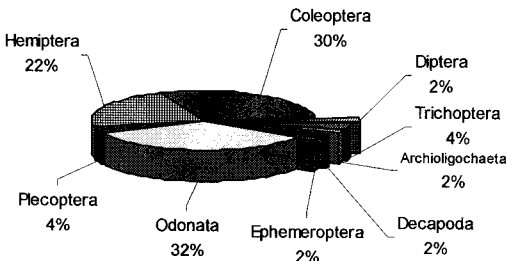


Fig. 3. Species composition to the order of zone A in Shinbulsan wetland.

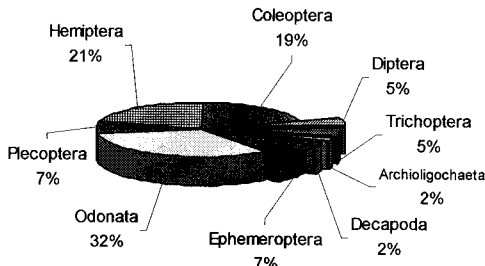


Fig. 4. Species composition to the order of zone D in Shinbulsan wetland.

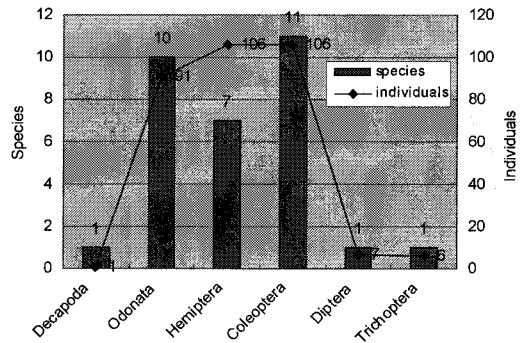


Fig. 5. The number of Species and individuals to the order of zone A in 2006.

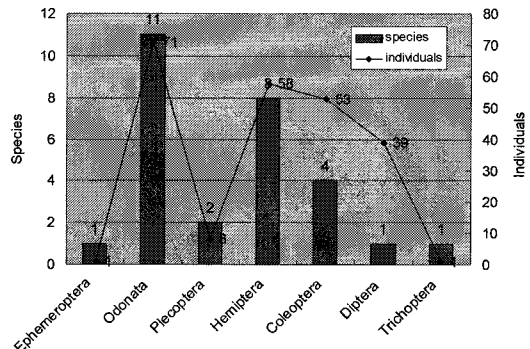


Fig. 6. The number of Species and individuals to the order of zone D in 2006.

었다(Fig. 7). 2007년 D습지에서 조사된 저서성 대형무척추동물은 총 2문 3강 9목 17과 28종 246개체로 나타났으며 십각목에서 1과 1종 2개체, 하루살이목에서 2과 2종 17개체, 잠자리목에서 4과 8종 34개체, 강도래목에서 1과 1종 6개체, 노린재목에서 3과 5종 50개체, 딱정벌레목에서 2과 7종 25개체, 파리목에서 2과 2종 110개체, 날도래목에서 1과 1종 1개체, 물지렁이목에서 1과 1종 1개체가 조사되었다(Fig. 8).

3.4. 군집구조의 비교

저서성 무척추동물의 출현동향으로 A습지와 D습지를 비교해 보았을 때 전반적으로 인간의 간섭 없이 보전 상태가 양호한 A습지가 골프장 건설로 인해 훼손된 D습지보다 종수와 개체수가 훨씬 많이 조사되었고 종다양도 및 종풍부도도 높게 나타났다. 그리고 A습지와 D습지에서 조사된 분류군을 서로 비교하여 보면 A습지에서는 딱정벌레류가 가장 많은 개체수를 나타내고 있으며 D습지에서는 깔따구류가 가장 많은 개체수를 나타내고 있다. 이는 A습지가 D습지에 비해 규모도 클 뿐만 아니라 습지 바닥이 이탄층으로 이루어져 있어 부식질이 풍부하고 또 먹이가 될 수 있는 곤충들이 다양하게 서식하고 있기 때문으로 사료된다.

조사시기별 자료로 고려했을 때, 2006년 A습지에서는 추계(9월)조사 시 종다양도 및 종풍부도가 가장 높게 나타났으며 하계(7월)조사 시 종다양도 및 종풍부도가 가장 낮게 나타났다. D습지에서도 마찬가지로 추계(9월)조사 시 종다양도 및 종풍부도가

가장 높게 나타났으며 하계(7월)조사 시 종다양도 및 종풍부도가 가장 낮게 나타났다. 2007년의 결과에서, A습지에서는 하계(7월)조사 시 종다양도가 가장 높게 나타났고 춘계(4월)조사 시 가장 낮게 나타났으며 종풍부도는 추계(9월)조사 시 가장 높게 나타났고 춘계(4월)조사 시 가장 낮게 나타났다. 그리고 D습지에서는 추계(9월)조사 시 종다양도 및 종풍부도가 가장 높게 나타났으며 하계(7월)조사 시 종다양도 및 종풍부도가 가장 낮게 나타났다. A습지의 2006년 조사결과와 2007년 조사결과를 비교하였을 때 A습지는 뚜렷한 외부교란 없이 종수와 개체수가 점차적으로 증가하는 추세이므로 2006년의 계절별 조사결과에 비해 2007년의 계절별 조사결과에서 종다양도 및 종풍부도가 높게 나타났다. 반면 D습지는 2006년 조사결과에 비해 2007년 조사결과에서 종다양도는 낮아진 반면 종풍부도는 높게 나타났다. 이는 2007년 조사결과와 2006년 조사결과를 비교해 보았을 때 춘계조사를 제외하고는 하계 조사와 추계조사 모두 출현종수는 비슷한 반면 개체수가 2007년 조사에서 적게 나타났기 때문으로 사료된다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, D습지가 아직까지는 훼손으로부터 안정화 되지 못하여 저서성 대형무척추동물이 서식하기에는 여전히 불리한 상황이라고 짐작할 수가 있다. A습지의 우점종은 2006년에는 게아재비(*Ranatra chinensis*), 2007년에는 큰땅콩물방개(*Agabus browni*)로 나타났으며 D습지는 2006년과 2007년 모두 깔따구류 sp. (*Chironomidae* sp.)로 나타났다 (Table 1).

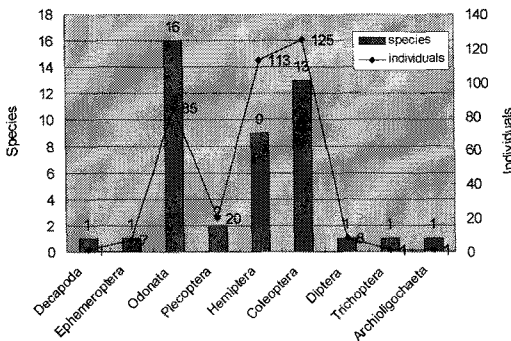


Fig. 7. The number of Species and individuals to the order of zone A in 2007.

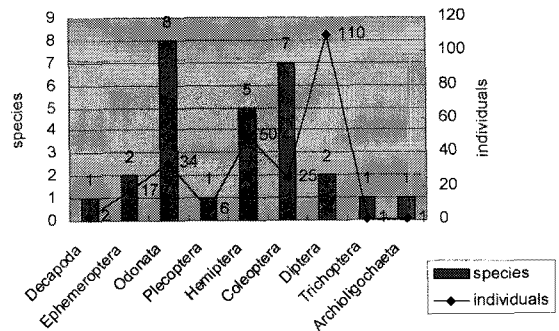


Fig. 8. The number of Species and individuals to the order of zone D in 2007.

Table 1. Community analysis of benthic macroinvertebrates of Shinbulsan wetland in 2006 and 2007

| Year | 2006 | | 2007 | |
|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Zone | A | D | A | D |
| H' | 2.909 | 2.780 | 3.175 | 2.265 |
| RI | 5.209 | 4.961 | 7.472 | 4.904 |
| DI | 0.268 | 0.320 | 0.294 | 0.528 |
| Dominant species | <i>Ranatra chinensis</i> (13.565%) | <i>Chironomidae sp.</i> (16.883%) | <i>Agabus browni</i> (16.898%) | <i>Chironomidae sp.</i> (44.309%) |
| Subdominant species | <i>Notonecta trigguttata</i> (13.249%) | <i>Anax parthenope julius</i> (15.152%) | <i>Ranatra chinensis</i> (12.465%) | <i>Sigara substriata</i> (8.537%) |

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

3.5. 보호종

본 연구에서 저서성 대형무척추동물로 유생시기를 보내는 꼬마잠자리(*Namophya pygmaea*)가 2007년 하계(7월) A습지 조사 시 발견되었다. 꼬마잠자리는 주로 해발 500~900 m의 높은 고산습지에 서식하는 종으로서 세계에서 최소형 잠자리로 우리나라에서는 환경부 지정 멸종위기 야생 동식물Ⅱ급으로 지정되어 있다. 그러나 2006년과 2007년 A습지 및 D습지 조사 시 꼬마잠자리 유충은 발견하지 못하였다. 현재 A습지는 뚜렷한 외부교란 없이 잘 보존되어 지고 있으므로 향후에도 꼬마잠자리가 출현할 것이라고 예상된다.

4. 결 론

본 연구는 신불산 고산습지 내 A습지와 D습지의 저서성 대형무척추동물 조사를 하여 그 곳에 서식하는 저서성 대형무척추동물의 군집구조를 서로 비교함으로써 신불산 고산습지 내 훼손된 D습지의 복원정도를 알아보고 D습지의 보전방안을 모색하고자 하였다. 이를 위하여 2006년부터 2007년까지 2년에 걸쳐 총 6번의 조사가 이루어졌으며 그 시기는 각각 춘계(4월), 하계(7월), 추계(9월)로 한 번씩 조사가 이루어졌다. 본 조사기간 동안 밝혀진 저서성 대형무척추동물은 총 2문 3강 9목 31과 69종 1155개체였으며 A습지에서 총 2문 3강 9목 23과 54종 678개체가 조사되었고, D습지에서 총 2문 3강 9목 23과 43종 477개체가 조사되었다. 종다양도 및 종풍부도는 보전이 잘 되어있는 A습지가 훼손된 D습지보다 높게 나타났다. 그리고 본 연구에서 2007년 하계(7

월) A습지 조사 시 환경부 지정 멸종위기 야생 동식물Ⅱ급으로 지정되어 있는 꼬마잠자리가 발견되었다. 현재 신불산 고산습지는 건조화가 진행되고 있으며 이는 습지 바닥에 물이 고여 있는 곳이 없고 이탄층의 노출이 많은 D습지에서 더욱 심각한 일이다. 따라서 D습지 내에 이탄층의 보수력을 높일 수 있도록 습지 바닥에 저수면적을 넓히는 극히 소규모의 보원을 해야 하고 이탄이 노출된 지역에 대해서는 습지 내의 식물을 예초하여 이탄층을 피복시켜주어야 한다. 그리고 사람들에 인한 답압은 이탄층 훼손의 직접적인 원인이 될 수 있기 때문에 출입을 엄격히 통제하여야 한다. 또 훼손된 습지의 복원은 단기간에 이루어지는 것이 아니므로 지속적인 모니터링 과정을 통하여 복원의 진행양상을 살펴보아야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 윤성윤, 안병영, 2001, 고층습지 관리계획을 위한 고찰: 양산 고층습지를 중심으로, 한국습지학회지, 3(1), 29-38.
- 2) Cowardin L. M., Carter V., Golet F. C., LaRoe E. T., 1979, Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States, U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., USA, 131pp.
- 3) 윤일병, 1995, 수서곤충검색도설, 정행사, 262pp.
- 4) McCafferty W. P., 1981, Aquatic Entomology, John & Bartlett, Boston, 448pp.
- 5) Ward J. V., 1992, Aquatic Insect Ecology, John Wiley & Sons, 438pp.
- 6) Williams D. D., Feltmate B. W., 1992, Aquatic insects, CBA International, Oxford, UK, 358pp.

- 7) Allan J. D., 1995, *Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters*, Chapman & Hall, London, 388pp.
- 8) Merritt R. W., Cummins K. W., 1996, *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, 3rd ed, Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa, 862pp.
- 9) 윤일병, 1988, 한국동·식물 도감 제30권(수서곤충류), 문교부, 840pp.
- 10) 윤일병, 안기정, 1986, 한국산 물방개과의 분류학적 연구 I (알물방개아과), 한국곤충학회지, 16(2), 145-151.
- 11) 윤일병, 안기정, 1988, 한국산 물방개과의 분류학적 연구 III '등줄물방개아과, 물방개붙이아과', 한국곤충학회지, 18(4), 251-268.
- 12) 이승화, 조영복, 이창언, 1988, 한국산 수서 점물팽팽이아과의 분류(물팽팽이과, 초시목), *Nature & Life (Korea)*, 22(1), 1-7.
- 13) 이승화, 조영복, 이창언, 1992, 물진드기(*Pelodytes intermedius*)에 대한 재기록(초시목, 물진드기과), *Nature & Life (Korea)*, 22(2), 59-61.
- 14) 이창언, 조복성, 이관우, 김창환, 이택중, 박성호, 1971, 한국동식물도감 제12권 동물편(IV), 문교부, 448pp.
- 15) 조복성, 1969, 한국동식물도감 동물편(곤충류 II), 문교부, 970pp.
- 16) 川合禎次, 1985, 日本産水生昆蟲檢索圖說, 東海大學出版會, 409pp.
- 17) 丸山傳紀, 高井幹夫. 2003. 原色 川虫圖鑑, 全國農村教育協會, 244pp.
- 18) 한국곤충학회, 한국응용곤충학회, 1994, 한국곤충명집, 건국대학교출판부, 744pp.
- 19) 한국동물분류학회, 1997, 한국동물명집(곤충제외), 아카데미서적, 489pp.
- 20) Pielou E. C., 1998, Species-diversity, and pattern-diversity in the study of ecological succession. *J. theor. Biol.*, 10, 370-383.
- 21) Margalef R., 1957, La teoria de la informacion en ecologia, *Mem. Real Acad. Cienc. Artes.*, Barcelona, 32, 373-449.
- 22) Southwood T. R. E., 1966, *Ecological Methods with Particular Reference to the study of Insect Populations*, Methuen, London, 391pp.