[UCI]I804:24011-200000233196

Collection @ chosun

2006년 2월

교육학석사(생물교육)학위논문

지리산 국립공원에 서식하는 수서무척추동물의 생물다양성 및 군집구조

조선대학교 교육대학원

생 물 교 육 전 공

임 수 연

Collection @ chosun

지리산 국립공원에 서식하는 수서무척추동물의 생물다양성 및 군집구조

A Study on the Biodiversity and Community Structure of Freshwater Invertebrates in the Mt. Girisan National Park

2006년 2월

조선대학교 교육대학원

생 물 교 육 전 공

임 수 연

Collection @ chosun

지리산 국립공원에 서식하는 수서무척추동물의 생물다양성 및 군집구조

지도교수 윤 성 명

이 논문을 교육학석사(생물교육)학위
청구논문으로 제출합니다.

2005년 10월

조선대학교 교육대학원

생 물 교 육 전 공

임 수 연

Collection @ chosun

임수연의 교육학 석사학위 논문을 인준합니다.

심사위원장 조선대학교 교수 인

심사위원 조선대학교 교수 인

심사위원 조선대학교 교수 인

2005년 12월

조선대학교 교육대학원

Collection @ chosun

목 차

Table Contents····· ii

Figure Contents····· iii

ABSTRACT····· iv

Ⅰ. 서 론····· 1

Ⅱ. 조사 및 분석

1. 현지조사····· 4

2. 분석방법····· 5

3. 조사시기 및 조사지역····· 6

Ⅲ. 결 과

1. 저서성대형무척추동물 출현종 분포····· 11

2. 분류군별 구성비····· 21

3. 생태지수 및 우점종····· 37

4. 기능군 구조····· 41

Ⅳ. 고 찰····· 44

참고문헌····· 49

Appendix····· 40

Collection @ chosun

Table contents

Table 1. Dates and survey times of the present study. 7

Table 2. Taxonomic list of invertebrate species occurred from Mt. Girisan National Park Area. 12

Table 3. Number of invertebrate taxa occurred in 2004. 19

Table 4. Number of invertebrate taxa occurred in 2005. 20

Table 5. Dominant species and ecological indices of invertebrate community in 2004 39

Table 6. Dominant species and ecological indices of invertebrate community in 2005 40

Collection @ chosun

Figure Contents

Fig. 1. Localities of the study stations. 11

Fig. 2. Species composition of invertebrate community in 2004. 22

Fig. 3. Species composition of invertebrate community in 2005. 22

Fig. 4. Species composition of invertebrate community at each study sites in 2004. 25

Fig. 5. Species composition of invertebrate community at each study sites in 2005. 26

Fig. 6. Biomass composition of invertebrate community in 2004. 28

Fig. 7. Biomass composition of invertebrate community in 2005. 28

Fig. 8. Biomass composition of invertebrate community at each sites in 2004. 31

Fig. 9. Biomass composition of invertebrate community at each sites in 2005. 32

Fig. 10.Number of species and biomass of invertebrate community at each study stations in 2004. 34

Fig. 11. Number of species and biomass of invertebrate community at each study stations in 2005. 34

Fig. 12. Change of the biomass of invertebrate community at each study sites in 2004. 36

Fig. 13. Change of the biomass of invertebrate community at each study sites in 2005. 36

Fig. 14. Composition of the biomass of invertebrate community according to functional group in 2004. 43

Fig. 15. 2Composition of the biomass of invertebrate community according to functional group in 2005. 43

Collection @ chosun

ABSTRACT

A Study on the Biodiversity and Community Structure of Freshwater Mt. Girisan National Park

Lim, Su Yeon
Advisor : Prof. Yoon, Seong Myeong
Major in Biology Education
Graduate School of Education, Chosun University

지리산 주요 4개 계곡의 12개 조사정점에 대하여 2004년 5월부터 9월까지 3회에 걸쳐 현지에서 조사한 결과 총 3문 5강 9목 38과 87종, 2005년 5월부터 10월까지 3회에 걸쳐 조사한 결과 총 3문 5강 13목 44과 100종이 확인되었다.

2004년 조사 결과 총 87종의 출현종 가운데 하루살이목이 26종으로 29.9%, 날도래목이 21종 24.1%, 파리목이 17종 19.5%, 강도래목이 13종 14.9%, 곤충이외의 분류군이 6종 6.9%, 잠자리목이 4종 4.6%를 각각 차지하는 것으로 나타났다. 2005년 조사 결과 총 100종의 출현종 가운데 하루살이목이 29종으로 30.0%, 날도래목이 22종 22.0%, 파리목이 17종 17.0%, 강도래목이 13종 13.0%, 곤충이외의 분류군이 12종 12.0%, 잠자리목이 3종 3.0%, 딱정벌레목이 2종 2.0%, 뱀잠자리목이 1종 1.0%를 각각 차지하는 것으로 나타났다.

2004년 저서성대형무척추동물의 평균생물량($0.5m^2$ 당 개체수)은 하루살이목의 출현종들이 29.3개체로 76.3%, 날도래목이 4.0개체 10.4%, 강도래목이 2.6개체 6.8%, 파리목이 2.0개체 5.2%, 곤충 이외의 분류군이 0.4개체 1.0%, 잠자리목이 0.1개체 0.2%의 순으로 많은 생물량을 보였다. 2005년 조사 결과 하루살이목의 출현종들이 563.6개체로 77.7%, 파리목이 75.8개체 10.5%, 날도래목이 34.5개체 4.8%, 곤충 이외의 분류군이 28.6개체 3.9%, 강도래목이 21.4개체

dCollection @ chosun

2.9%, 잠자리목이 0.9개체 0.1%, 딱정벌레목이 0.3개체 0.03%, 뱀잠자리목이 0.1개체 0.01%의 순으로 많은 생물량을 보였다.

2004년 조사 결과 저서성대형무척추동물 군집의 생물량은 뱀사골계곡과 칠선계곡의 경우 1차조사 이후 여름철 장마와 태풍들에 동반한 강우의 영향이 뚜렷하여 2차시기와 3차시기에서 모두 생물량이 급감한 결과를 나타냈다. 2005년 조사 결과 저서성대형무척추동물 군집의 생물량은 칠선계곡을 제외한 대부분의 조사지역에서 봄철조사(1차조사)로부터 소규모의 강우가 빈번하였던 장마기 전의 여름철 조사(2차조사)로 가면서 생물량이 감소하였다가 장마기 이후 계곡생태계가 안정된 시기의 여름철 조사(3차조사)에서 다시 생물량이 증가하는 경향을 나타냈다. 2005년 조사에서는 거의 모든 조사정점에서 여름철 장마기를 지나면서 오히려 군집 생물량이 증가하였는데, 이는 2005년의 장마기를 포함한 여름철 동안 조사지역에 집중호우 등의 큰 규모의 강우가 없었기 때문인 것으로 판단된다.

대부분의 조사지역에서 우점종은 하루살이류(*Ecdyonurus* spp.)로 나타났으며 풍부도지수, 균등도지수, 다양도지수 및 우점도지수를 2004년과 2005년 조사를 비교할 때, 2004년의 조사에서 그 변화의 폭이 큰 편으로서 이는 2004년 조사시 여름철 장마 및 태풍에 동반된 강우의 영향이 조사지역에 컸기 때문인 것으로 여겨진다.

본 조사지역은 대부분이 상류역에 위치하고 있으나 기능군의 구조는 상류역에서 중요성이 높은 뜯어먹는 무리보다 긁어먹는 무리와 걸러먹는 무리가 차지하는 비율이 높게 나타나 조사지역이 계류생태계임을 보여주었다.

dCollection @ chosun

Ⅰ. 서 론

오늘날 인구증가와 산업의 발달과 함께 방출되는 각종 산업폐기물과 쓰레기, 생활하수 등 오염물질의 양이 날로 증가하고 있으며, 이에 따라 담수의 오염은 날로 심각해지고 있는 실정이다. 이에 맞추어 생태적 지위와 복합성을 포괄하는 생물 다양성의 문제가 금세기 최대의 관심사가 되면서 우리나라에서도 개발위주의 시각에서 생태계를 위한 시각으로 전환되고 있다. 최근 “환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발” 즉, 개발과 자연 생태계의 조화를 추구하는 ESSD (Environmentally Sound and Sustainable Development)의 개념이 등장하게 되었다(신, 2001). 이는 개발이 주변 환경에 미칠 수 있는 부정적인 영향을 최소화하고 주변 환경에 미치는 영향범위를 예측, 평가하여 환경에 대한 영향을 합리적으로 저감할 수 있는 관리 방안과 생물다양성의 증가를 가져올 수 있는 방법을 강구하고자 하는 것이다.

하천은 생태계 전반에 있어서 중요한 역할을 담당하고 있을 뿐 아니라 담수생물자원의 생산, 농·공업용수, 휴식공간의 제공 등 인류가 살아가는데 필요한 수자원을 상당량 보유하고 있어 예로부터 인간생활과 밀접한 공존관계를 유지해 왔다. 때문에 내수개발에 있어 하천은 높은 비중을 차지하며, 육수학적인 연구대상으로도 중요한 위치를 차지한다.

하천의 관리에 있어서 수질오염 정도를 조사하는 방법은 이화학적 방법에 의한 것이 보다 정확하지만, 이러한 방법으로는 각각의 오염물질의 함유량을 알 수 있어도 그 오염이 생물에 대해 어떤 영향을 미치고 있는가에 관해서는 알기 힘들다. 특히, 장기간에 걸쳐 환경의 변화가 생물에 어떤 영향을 미치는 가를 파악하는 데에는 생물지표가 크게 도움이 되며, 생물상의 변동을 통하여 환경의 변화를 체크할 수 있다.

생태계 연구에서 장기관측 연구는 다음 4가지의 생태학적 특성을 파악할 수

dCollection @ chosun

있다는 점에서 그 가치와 필요성을 인정받고 있다(Spellerberg, 1991). 첫째, 점진적인 생태계 변화의 과정과 기작을 파악할 수 있다(삼림의 천이나 많은 종류의 동물 개체군의 변동주기와 같은 것들은 2, 3년간의 단기적 생태계 연구에 의해서는 파악될 수 없다). 둘째, 예기치 못한 생태계의 변화(산불의 발생이나 각종 사고에 의한 생태계파괴, 질병발생의 파악과 그 영향 등)를 파악할 수 있다. 셋째, 생태계 변화의 미묘한 과정 및 기작을 파악하며 생태계 평가의 오류를 줄일 수 있다(단기간 연구에서 드러나는 변화의 양상들은 장기적으로 볼 때 과대평가되는 경우가 많으며 따라서 생태계의 합리적 파악에 장애가 될 수 있다). 넷째, 복잡한 생태계 변화의 양상을 파악할 수 있다(생물군집과 같이 복잡한 구조를 갖는 생태계 내에서 생물적 및 비생물적 요인들 사이의 생태학적 상호관계의 파악은 단기적 연구를 통하여 이루어질 수 없다).

수중생태계에서 저서성대형무척추동물은 일반적으로 물고기와 조류들의 먹이원으로서 생태계의 먹이 연쇄에서 핵심적인 위치를 차지하고 있으며, 어류에 비해 이동성이 낮고 채집하기에 용이하며 스스로 서식지를 선택할 수 있고 수질에 민감한 반응을 보이기 때문에 수질을 대변하는 가장 뚜렷한 분류군으로 인정되고 있다(Hynes, 1971; Wilhm, 1972; 남 등, 2003). 특히 계류 생태계에서 수서곤충류는 생태계 구성원의 약 95%를 접하여 가장 많은 종수를 차지하고 있고, 수환경에 따른 특정 종의 유무, 종수와 개체수의 분포 등 군집구조 등의 차이가 뚜렷하기 때문에 생물학적 지표로 중요하다(Hynes, 1963; 윤 등, 1992).

국내 담수생태계 저서성 대형무척추동물에 관한 연구는 김(1968), 위 등(1974, 1991), 김 등(1979, 1980), 윤 등(1992a, 1992b, 1992c), 배(1997), 최(1989), 진(1991), 정(2003), 나 등(1986), 신(2001), 홍 등(1968), 곽 등(2004), 윤(1979), 서(1992), 김(1990), 차 등(1997), 송(2000), 권(2004) 등에 의해 전국의 주요 하천에 걸쳐 진행되어 생물상이 비교적 자세히 조사되었다. 그러나 본 조사지역인 지리산국립공원 지역에 서식하는 저서무척추동물 군집에 대한 과거의 종합

dCollection @ chosun

적 연구는 거의 찾아볼 수 없는데, 2001년부터 시작된 자원 모니터링연구(심 등, 2003) 외에 1997년도에 수행된 환경부 전국자연환경조사(남원-구례편)의 자료가 거의 유일하다.

지리산국립공원은 태백산맥에서 갈라진 소백산맥이 서남쪽으로 뻗으면서 빚어진 명산으로서, 주변경관이 수려하여 시민들의 휴양지로 널리 이용되고 있기 때문에 계곡천을 따라 곳곳에 휴양지 및 식당 등이 산재해 있음에도 불구하고 환경과 수질이 비교적 잘 보존되어 있다. 최근에 들어 지리산을 찾는 사람들의 증가와 함께 환경보존에 대한 관심이 대두되고 있는 지역이며, 수계보호를 위해 산림과 하천의 보존이 절대적으로 중요하므로, 하천생태에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 지역이다.

본 연구는 생태계 장기관측 연구의 필요성에 따라 지리산 국립공원내의 주요 수계에 서식하는 저서무척추동물의 종류상과 분포상을 명확히 밝히고, 나아가 환경의 변화와 관련된 군집구조의 변동양상을 파악하여 지리산 자연생태계의 효과적인 관리와 생물다양성 보존에 도움을 주는 정보를 제공하고자 한다.

dCollection @ chosun

Ⅱ. 조사 및 분석

1. 현지조사

(1) 채집방법 및 동정분류

저서성대형무척추동물의 정량채집은 수심에 따라 Surber's net (30×30cm, 또는 50×50cm)과 D-frame Dipnet (지름 30cm)를 이용, 조사지점 당 유속이 다른 3곳을 선정하여 실시하였다. 이와 더불어 체와 D-frame Dipnet 등을 이용하여 정성채집을 실시하였다. 채집된 표본은 현지에서 5% formalin에 고정한 후 실험실로 운반하였으며, 실험실에서는 해부현미경(×10～×120) 하에서 표본을 관찰, 동정하고 각 종에 따른 개체수를 조사하였다.

동정 및 분류는 연체동물의 경우 유(1976) 및 권 등(1993)을, 수서곤충류의 경우 윤(1988, 1995)과 Merritt와 Cummins(1978)를, 그리고 기타 전반적인 무척추동물 분류군에 대하여 岡田要 등(1981)을 주로 참고하였다.

(2) 수환경조사

저서성대형무척추동물의 분포특성을 밝히고자 지점별로 수온, 수소이온농도, 전기전도도 등을 Multi-Parameter Environmental Monitor (YSI 610-DM)를 이용하여 측정하였다. 수심, 유폭, 하상구조, 하천형태 등의 하천구조를 측정하였는데, 수심과 유폭의 측정에는 귄척(Miyake, 5m)을 사용하였고 하천구조는 직접 관찰하였으며 하천형태는 계곡천과 평지천으로 구분하였다.

dCollection @ chosun

2. 분석방법

(1) 우점도지수

각 지점별로 개체수현존량을 기준으로 하여 2종씩 선정하였으며, 지수의 산출은 McNaughton's dominance index에 의하였다(McNaughton, 1967).

$$\partial_2 = (n1 + n2)/N$$ 이며

N : 총개체수
n1 : 제 1 우점종의 개체수
n2 : 제 2 우점종의 개체수 이다.

(2) 다양도지수

Margalef (1958)의 정보이론에 의해서 유도된 Shannon-Wiever Function (Pielou, 1969)을 이용하여 산출하였다.

$$H' = - \Sigma Pi (\ln Pi)$$

H′ : 다양도
Pi : i번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며 (ni/N)으로 계산
(N:군집내의 전 개체수, ni:각 종의 개체수)

(3) 균등도지수

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제 치의 비로써 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou (1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E = H' / \ln(S)$$

E : 균등도
H′ : 다양도
S : 전체 종수

dCollection @ chosun

(4) 풍부도지수

종풍부도지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 Margalef (1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$RI = (S-1) / \ln(N)$$

RI : 풍부도
S : 전체종수
N : 총개체수

3. 조사시기 및 조사지역

현지조사는 조사대상 지역인 뱀사골과 칠선계곡, 피아골 및 대성리계곡의 조사정점들에 대하여 1차(춘계)조사, 2차(하계-우기 후)조사, 3차(추계)조사로 구분하여 2004년과 2005년의 2년도에 걸쳐 총 6회 실시하였다.

2004년 조사에서는 4월부터 5월 초순에 이르는 기간동안 잦은 강우로 인하여 계곡생태계의 교란이 발생하였으므로 현지 조사가 불가능하여 1차조사는 5월 25일부터 6월 1일에 걸쳐서 대성리계곡(5. 25-26), 피아골(5. 27-28), 뱀사골(5. 29-30), 칠선계곡(5. 31 - 6. 1)의 순으로 실시하였다. 2차조사는 6월 말부터 시작된 장마가 끝난 7월 중순 이후 강우가 거의 없었으므로 8월 4일부터 11일까지 대성리계곡(8. 4-5), 피아골(8. 6-7), 뱀사골(8. 8-9), 칠선계곡(8. 10-11)의 순으로 수행하였다. 2004년 8월 중순 태풍 메기와 송다에 동반된 호우 이후 강우가 거의 없는 상태에서 9월 4일부터 19일까지 대성리계곡(9. 4-5), 피아골(9. 10-11), 뱀사골(9. 12-13), 칠선계곡(9. 18-19)의 순으로 3차조사를 수행하였는데, 피아골 및 칠선계곡의 조사시에는 현장에서 소규모 강우의 영향을 받았다.

2005년의 1차조사는 5월 23일부터 23일까지 뱀사골(5. 13-14), 칠선계곡(5. 15-16), 피아골(5. 20-21), 대성리계곡(5. 22-23)의 순으로 실시하였다. 2차조사는 6월 말부터 시작된 장마와 장마 이후 8월 초까지 큰 규모의 강우는 없었으

dCollection @ chosun

나 잦은 소규모의 강우가 이어졌으므로 강우 이후 계곡생태계의 안정을 고려하여 8월 16일부터 24일까지 뱀사골(8. 16-17), 칠선계곡(8. 18-19), 피아골(8. 21-22), 대성리계곡(8. 23-24)의 순으로 수행하였다. 9월에도 큰 규모의 강우는 없었으나 소규모의 강우가 빈번하였으므로 3차조사는 시기를 늦추어 9월 25일부터 10월 3일까지 피아골(9. 25-26), 대성리계곡(9. 27-28), 뱀사골(9. 30 - 10. 1), 칠선계곡(10. 2-3)의 순으로 수행하였다(Table 1).

조사지점은 뱀사골, 칠선계곡, 피아골, 대성리 4개 계곡을 상류, 중류, 하류의 3개 부분으로 나누어 설정한 총 12개의 정점(Fig. 1, Table 1)이었으며, 각 조사정점의 환경적 특성을 요약하면 다음과 같다.

Table 1. Dates and survey times of the present study.

Year	Station/ Site	Survey time		
		1st	2nd	3rd
2004	Baemsagol Valley(st.1 ~ 3)	May, 29 ~ 30	Aug, 8 ~ 9	Sep, 12 ~ 13
	Chilsun Valley(st.4 ~ 6)	May, 31 ~ Jun, 1	Aug, 10 ~ 11	Sep, 18 ~ 19
	Piagol Valley(st.7 ~ 9)	May, 27 ~ 28	Aug, 6 ~ 7	Sep, 10 ~ 11
	Daesungri Valley(st.10~12)	May, 25 ~ 26	Aug, 4 ~ 5	Sep, 4 ~ 5
2005	Baemsagol Valley(st.1 ~ 3)	May, 13 ~ 14	Aug, 16 ~ 17	Sep, 30 ~ Oct, 1
	Chilsun Valley(st.4 ~ 6)	May, 15 ~ 16	Aug, 18 ~ 19	Oct, 2 ~ 3
	Piagol Valley(st.7 ~ 9)	May, 20 ~ 21	Aug, 21 ~ 22	Sep, 25 ~ 26
	Daesungri Valley(st.10~12)	May, 22 ~ 23	Aug, 23~ 24	Sep, 27 ~ 28

dCollection @ chosun

전라북도 남원시 산내면 부운리 병풍소(St. 1). 뱀사골계곡의 상류로 하폭은 10-15m, 유폭은 5-10m, 수심은 10-50cm로 매우 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다.

전라북도 남원시 산내면 부운리 요룡대(와운교, St. 2). 뱀사골계곡의 중류로 하폭은 20-30m, 유폭은 10-15m, 수심은 10-50cm로 매우 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다.

전라북도 남원시 산내면 부운리 폭포가든(St. 3). 뱀사골계곡의 하류로 하폭은 40-50m, 유폭은 20-30m, 수심은 20-80cm로 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다. 주변에 상가와 민박집이 있어 유기물의 유입이 소량 있다.

경남 함양군 마천면 추성리 선녀탕(St. 4). 칠선계곡의 상류로 하폭은 15-30m, 유폭은 10-13m, 수심은 20-50cm로 매우 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다.

경남 함양군 마천면 추성리 두지동철교(St. 5). 칠선계곡의 중류로 하폭은 20-30m, 유폭은 10-15m, 수심은 20-50cm로 매우 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다.

Collection @ chosun

경남 함양군 마천면 추성리 칠선계곡 매표소(St. 6). 칠선계곡의 하류로 하폭은 30-40m, 유폭은 20-25m, 수심은 20-70cm로 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다. 주변에 상가 및 가옥과 숙박시설이 산재해 있었으며, 소량의 유기물 유입이 있다.

전남 구례군 토지면 내서리 삼홍소 하(St. 7). 피아골계곡의 상류로 하폭은 20-25m, 유폭은 10-15m, 수심은 10-50cm로 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다.

전남 구례군 토지면 내서리 직전(St. 8). 피아골계곡의 중류로 하폭은 30-40m, 유폭은 10-20m, 수심은 10-50cm로 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다. 하천으로 들어가는 길이 나있어 행락인파에 의해 휴식공간으로 이용되고 있다.

전남 구례군 토지면 내서리 연곡사 앞(St. 9). 피아골계곡의 하류로 하폭은 30-40m, 유폭은 10-25m, 수심은 10-50cm로 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 도로가 있으며,계곡의 경사도가 높고 넓어진 하폭에 의하여 하천바닥이 직사광선에 노출되어 있다. 절과 인근에 산재한 숙박업소에서 소량의 유기물이 유입되고 있었다.

경남 하동군 화개면 대성리 대성교 상(St. 10). 대성리계곡의 상류로 하폭은 10-15m, 유폭은 5-10m, 수심은 10-50cm로 낮다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 등산로가 있으며, 계곡의 경사도가 높다.

경남 하동군 화개면 대성리 단천교(St. 11). 대성리계곡의 중류로 하폭은

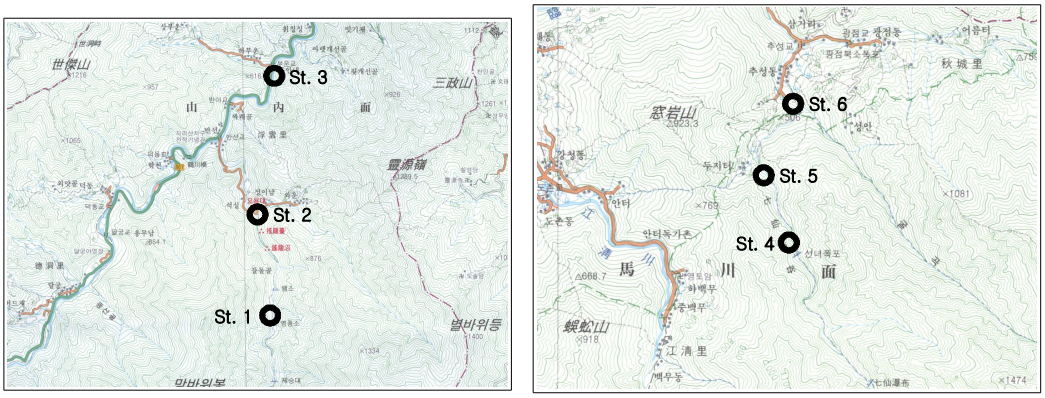
dCollection @ chosun

15-20m, 유폭은 15-20m, 수심은 10-100cm 정도 였다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 도로와 등산로가 있으며 휴식년제에 의해 폐쇄된 상태이나 소규모 야영장이 있어 행락인파로 인해 하상이 교란되고 있었다.

경남 하동군 화개면 대성리 왕성초교(St. 12). 대성리계곡의 하류로 하폭은 70-100m, 유폭은 30-60m, 수심은 10-100cm 정도 였다. 하상은 암반과 호박돌, 자갈, 모래로 되어있고 하천형은 Aa형이다. 하천의 주변에 도로와 숙박업소 및 초등학교가 있으며, 소규모 유기물이 유입되고 있었으며, 행락인파로 인해 하상이 교란되고 있었다.

Collection @ chosun

(a) (b)



(c) (d)

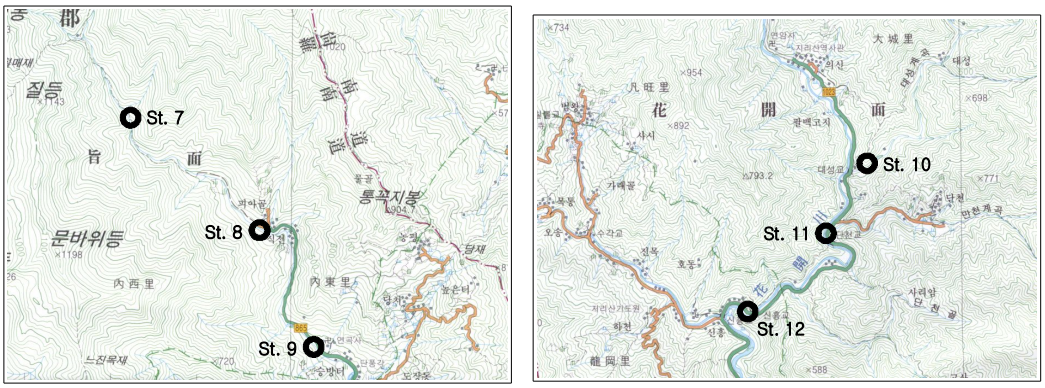


Fig. 1. Localities of the study stations: (a) Baemsagol, (b) Chilsun valley, (c) Piagol, (d) Daesungri.

dCollection @ chosun

Ⅲ. 결과

1. 저서성대형무척추동물 출현종 분포

지리산 주요 4개 계곡의 12개 조사정점에 대한 2004년의 조사 결과 총 3문 5강 9목 38과 87종이 확인되었으며, 2005년의 조사에서는 총 3문 5강 13목 44과 100종이 확인되었다. 과거 본 조사지역에서 심 등(2003)이 2001년의 3회 조사와 2002년의 하계 1회 조사를 합하여 기록한 4문 6강 11목 40과 111종과 비교할 때, 본 연구의 2004년 조사의 결과는 전체적으로 출현종수가 24종이 감소한 결과이다. 그러나 심 등(2003)의 보고에 따르면 2001년에 3회에 걸쳐 조사하여 총 3문 4강 9목 32과 91종의 저서성대형무척추동물을 확인하였고, 2002년에는 1회(하계조사)조사로 총 4문 6강 11목 34과 61종을 확인하였으므로, 2004년 3회에 걸친 조사에서 확인된 87종의 출현종수는 심 등(2003)의 2001년 3회의 걸친 조사에서 확인된 91종과 거의 비슷한 수치임을 알 수 있다. 2005년의 조사에서 확인된 100종의 출현종수도 심 등(2003)의 2001년 3회의 걸친 조사에서 확인된 91종보다 오히려 높은 수치임을 알 수 있다. 또한 2005년 조사에서는 2004년조사와 심 등(2003)의 조사에서 기록되지 않았던 가재를 비롯한 총 19종이 새로이 확인되었다(Table 2).

dCollection @ chosun

Table 2. Taxonomic list of invertebrate species occurred from Mt. Girisan National Park Area.

Taxa	Survey time(Year)		
	2001/2002*	2004	2005
TURBELLARIA 편형동물문			
Turbellaria 와충강			
Tricladida 삼기장목			
Planariidae 플라나리아과			
Phagocata sp. 플라나리아	○		
MOLUSCA 연체동물문			
GASTROPODA 복족강			
MESOGASTROPODA 중복족목			
Pleuroceridae 다슬기과			
Semisulcospira libertina 다슬기	○	○	○
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기		○	○
ANNELIDA 환형동물문			
OLIGOCHAETA 빈모강			
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목			
Naididae 물지렁이과			
Chaetogaster limnaei 물지렁이	○		
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이		○	○
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이		○	○
Pristina sp. 주둥이물지렁이류			○
Slavina appendiculata 긴털껍질물지렁이			○
Tubificidae 실지렁이과			
Aulodrilus sp.			○
Limnodrilus sp.			○
HIRUNDINEA 거머리강			
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목			
Hirudinidae 거머리과			
Hirudo nipponica 참거머리	○		
Erpobdellidae 돌거머리과			
Eepobdella sp. 돌거머리류		○	○
ATHROPODA 절지동물문			
CRUSTACEA 갑각강			
ISOPODA 등각목			
Asellidae 물벌레과			
Asellus hilgendorfii 물벌레			○
AMPHIPODA 단각목			
Gammaridae 옆새우과			
Gammarus sobaegensis 보통옆새우		○	○
Gammarus sp. 옆새우류	○		
DECAPODA 십각목			
Cambaridae 가재과			
Cambaroides similis 가재			○
INSECTA 곤충강			
EPHEMEROPTERA 하루살이목			
Siphlonuridae 옛하루살이과			
Siphlonurus chankae 옛하루살이		○	
Ameletidae 피라미하루살이과			
Ameletus montanus 멧피라미하루살이		○	○
Baetidae 꼬마하루살이과			
Baetis thermicus 꼬마하루살이	○	○	○
Baetis nla 꼬마하루살이 nla	○	○	○

Collection @ chosun

Table 2. Continued.

Taxa	Survey time(Year)		
	2001/2002*	2004	2005
Baetiella turberculata 애호랑하루살이	○	○	○
Baetiella japonica 애하루살이	○	○	○
Isonychiidae 빗자루하루살이과			
Isonychia sp. 빗자루하루살이류		○	
Heptageniidae 납작하루살이과			
Epeorus latifolium 부채하루살이	○	○	○
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이	○	○	○
Iron maculatus 긴부채하루살이	○	○	○
Iron aesculus 중부채하루살이	○	○	○
Rithrogena na 산납작하루살이 na	○	○	○
Ecdyonurus levis 네점하루살이	○	○	○
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	○	○	○
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이	○	○	○
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이	○	○	○
Ecdyonurus bajkovae 몽똑하루살이	○	○	○
Ecdyonurus KUb 참납작하루살이 KUb	○		
Heptagenia kyotoensis 총채하루살이	○		○
Bleptus fasciatus 맵시하루살이			○
Leptophlebiidae 밤색하루살이과			
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이	○	○	○
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이	○	○	○
Ephemeridae 하루살이과			
Ephemera strigata 무늬하루살이	○	○	○
Ephemera separigata 가는무늬하루살이	○		
Ephemera orientalis 동양하루살이	○	○	○
Ephemerellidae 알락하루살이과			
Drunella triacantha 삼지창하루살이	○	○	○
Drunella cryptomeria 알통하루살이	○	○	○
Drunella lepnevae 쌍혹하루살이	○		
Cincticostella castanea 민하루살이	○		
Serratella setigera 범꼬리하루살이	○	○	○
Ephemerella imanishii 칠성하루살이	○	○	
Ephemerella notofascia 흰등하루살이	○		
Drunella aculea 뿔하루살이	○		○
Ephemerella keijoensis 알락하루살이	○		○
Cincticostella tshernovae 먹하루살이			○
Uracanthella rufa 등줄하루살이			○
ODONATA 잠자리목			
Gomphidae 부채장수잠자리과			
Davidius lunatus 쇠측범잠자리	○	○	○
Onychogompus ringens 노란측범잠자리		○	○
Burmagompus KUa 자루측범잠자리		○	○
Aeshnidae 왕잠자리과			
Aeshna juncea 별박이왕잠자리		○	
PLECOPTERA 강도래목			
Nemouridae 민강도래과			
Nemoura tau 토우민강도래	○	○	○
Nemoura KUa 민강도래 KUa	○	○	○
Amphinemura coreana 총채민강도래	○	○	○
Capniidae 흰배민강도래과			
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa	○	○	○

dCollection @ chosun

Table 2. Continued.

Taxa	Survey time(Year)		
	2001/2002*	2004	2005
Leuctridae 꼬마강도래과			
Rhopalopsole mahunkai 꼬마강도래			○
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과			
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa	○	○	○
Pteronarcidae 큰그물강도래과			
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래	○	○	○
Perlodidae 그물강도래과			
Megarcys occhracea 그물강도래	○	○	○
Stavsolus KUa 그물강도래붙이		○	○
Perlidae 강도래과			
Oyamia coreana 진강도래	○	○	○
Paragnetina flavotincta 강도래붙이	○	○	○
Kamimuria KUa 강도래 KUa	○	○	○
Kiotina decorata 무늬강도래	○	○	○
Chloroperlidae 녹색강도래과			
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래	○	○	○
MEGALOPTERA 뱀잠자리목			
Corydalidae 뱀잠자리과			
Protohermes sp. 뱀잠자리류			○
COLEOPTERA 딱정벌레목			
Noteridae 자색물방개과			
Noterus sp. 자색물방개류			○
Dytiscidae 물방개과			
Neonectes natrix 노란무늬물방개	○		
Elmidae 여울벌레과			
Zaitzevia nitida 애여울벌레	○		
Psephenidae 물삿갓벌레과			
Mataeopsephus KUa 넓은물삿갓벌레			○
DIPTERA 파리목			
Tipulidae 각다귀과			
Tipula KUa 각다귀 KUa	○		
Tipula KUb 각다귀 KUb	○		
Tipula KUd 각다귀 KUd	○	○	
Tipula KUe 각다귀 KUe	○	○	
Tipula KUh 각다귀 KUh	○		
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa	○	○	○
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa	○	○	○
Eriocera KUb 검정날개각다귀 KUb	○	○	
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc		○	○
Antocha KUa 명주각다귀 KUa	○		○
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa	○	○	○
Dixidae 애모기과			
Dixidae KUa 애모기 KUa			○
Culicidae 모기과			
Culicidae sp.	○		
Simuliidae 먹파리과			
Simulium sp. 먹파리류	○	○	○
Ceratopogonidae 등에모기과			
Ceratopogonidae sp.			○
Chironomidae 깔다구과			
Chironomidae sp.1	○	○	○

dCollection @ chosun

Table 2. Continued.

Taxa	Survey time(Year)		
	2001/2002*	2004	2005
Chironomidae sp.2	○	○	○
Chironomidae sp.3	○	○	○
Chironomidae sp.4	○	○	○
Chironomidae sp.5	○	○	○
Athericidae 개울등에과			
Atherix KUa 개울등에 KUa	○	○	○
Suragina KUa 긴개울등에 KUa	○	○	○
Empididae 춤파리과			
Empididae sp.1			○
Empididae sp.2			○
Dolichopodidae 장다리파리과			
Dolichopodidae sp.	○	○	
Blepharoceridae 멧모기과			
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa	○	○	○
TRICHOPTERA 날도래목			
Stenopsychidae 각날도래과			
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래	○	○	○
Stenopsyche bergeri 연날개수염치레각날도래	○		○
Philopotamidae 입술날도래과			
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa	○	○	○
Polycentropodidae 깃날도래과			
Plectrocnemia KUa 깃날도래 KUa	○		○
Ecnomidae 별날도래과			
Ecnomus tenellus 별날도래			○
Hydropsychidae 줄날도래과			
Arctopsyche ladogensis 곰줄날도래	○	○	
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래	○	○	○
Hydropsyche valvata	○	○	
Hydropsyche orientalis 동양줄날도래	○	○	
Cheumatopsyche brevilineata 꼬마줄날도래	○		
Cheumatopsyche KUa 꼬마줄날도래 KUa	○		○
Cheumatopsyche KUb 꼬마줄날도래 KUb			
Rhyacophilidae 물날도래과			
Apsiochorema KUa 긴발톱물날도래 KUa	○		○
Rhyacophila narvae 무늬물날도래	○	○	○
Rhyacophila articulata 주름물날도래	○		
Rhyacophila brevicephala 넓은머리물날도래	○	○	
Rhyacophila bilobata 두잎물날도래	○		
Rhyacophila shikotsuensis 민무늬물날도래	○		
Rhyacophila nigrocephala 검은머리물날도래	○		
Rhyacophila clemens 크레멘스물날도래	○		○
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa	○	○	○
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb	○	○	○
Rhyacophila sp.	○		
Glossosomatidae 광택날도래과			
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa	○	○	○
Agapetus KUa 큰광택날도래 KUa	○		
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과			
Phryganopsyche latipennis 둥근날개날도래	○		
Hydroptilidae 애날도래과			
Hydroptila KUa 애날도래 KUa	○	○	○

dCollection @ chosun

Table 2. Continued.

Taxa	Survey time(Year)		
	2001/2002*	2004	2005
Limnephilidae 우묵날도래과			
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래	○	○	○
Asynarchus KUa 검은날개우묵날도래 KUa	○		
Hydatophylax sp.	○		
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa	○	○	○
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb	○	○	○
Neophylax sp.	○		
Nemotaulis sp.	○		
Goera parvula	○		
Geora interrogationis	○		
Geora japonica 가시날도래			○
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과			
Phryganopsyche latipennis 둥근날개날도래	○	○	
Lepidostomatidae 네모집날도래과			
Georodes KUa 네모집날도래 KUa	○	○	○
Georodes KUb 네모집날도래 KUb	○	○	○
Sericostomatidae 털날도래과			
Gumaga KUa 털날도래 KUa	○	○	
Odontoceridae 바수염날도래과			
Psilotreta kisoensis 바수염날도래	○	○	○
Tatal	**4Phyla** **6Classes** **11Orders** **40Families** **111Species**	**3Phyla** **5Classes** **9Orders** **38Families** **87Species**	**3Phyla** **5Classes** **13Orders** **44Families** **100Species**

*Data from Shim et al.(2003)

dCollection @ chosun

조사지역별 출현종수는 2004년 조사결과 뱀사골에서 2문 4강 8목 22과 53종으로 가장 많았으며, 칠선계곡에서는 1문 1강 4목 17과 33종을, 피아골에서는 1문 1강 5목 21과 41종을, 대성리계곡에서는 3문 4강 7목 26과 51종을 각각 확인하였다(Table 3). 2005년 조사에서는 대성리계곡에서 3문 4강 8목 30과 72종으로 가장 많았으며, 뱀사골에서는 3문 4강 8목 32과 68종을, 칠선계곡에서는 2문 3강 8목 31과 64종을, 피아골에서는 3문 4강 9목 33과 67종을 각각 확인하였다(Table 4). 이는 2004년에 비해 크게 증가한 결과로서 이는 2005년 조사기간 중 장마를 포함한 우기 동안의 강우량이 예년에 비해 적은 편이었으며 집중호우가 거의 없었기에 강우에 의한 계곡 생태계의 교란 정도가 심하지 않았기 때문인 것으로 여겨진다.

조사시기별 출현종수는 2004년 조사 결과 대성리계곡에 대한 1차조사에서 3문 4강 7목 22과 42종으로 가장 많은 출현종수를 보였고, 칠선계곡에서의 2차조사에서 1문 1강 3목 4과 8종이 출현하여 가장 단순한 종류상을 나타냈다. 2005년에는 피아골과 대성리계곡에 대한 1차조사에서 각각 3문 4강 8목 26과 53종 및 3문 3강 7목 26과 53종으로 가장 많은 출현종수를 보였고, 피아골에서의 2차조사에서 3문 3강 6목 15과 30종이 출현하여 가장 단순한 종류상을 나타냈다.

2년에 걸친 조사를 통하여 대부분의 조사지역에서 1차조사시 가장 많은 출현종을 나타냈으며, 2차조사에서 출현종이 급감하였다가 3차조사시 다시 회복되는 양상을 나타냈는데, 이는 2차조사가 장마기의 강우로 인해 계곡생태계의 교란이 발생한 이후에 진행되었기 때문인 것으로 판단된다. 아울러 저서무척추동물 가운데 가장 큰 분류군인 수서곤충이 하절기에 집중적으로 우화를 하는 특성을 보이기 때문에 하절기 조사인 2차조사 및 하절기를 막 지난 3차조사에서 작은 출현종수를 나타낸 것으로 볼 수 있다. 한편 2004년 뱀사골 조사 결과 2차조사에 비해 3차조사에서 오히려 감소한 결과를 보이는 등 3차조사에서의 출

Collection @ chosun

현종의 회복 정도는 그리 크지 않은 것으로 나타났는데, 이는 2004년 2차조사 이후 태풍 메기와 송다에 동반된 호우의 영향이 있었기 때문인 것으로 여겨진다. 또한 2005년 뱀사골 조사에서는 1차조사로부터 2차조사 및 3차조사로 가면서 39종, 43종 및 49종의 출현종수를 나타내어 출현종수가 점점 증가한 결과를 보였는데 이는 2005년의 조사시기 동안 큰 규모의 강우가 없어 과거에 비해 강우에 의한 계곡생태계의 교란이 심하지 않았기 때문인 것으로 여겨진다 (Appendix 1, 2, 3, 4, 5, 6).

dCollection @ chosun

Table 3. Number of invertebrate taxa occurred in 2004.

Study site and Survey time \ Taxa		Phylum	Class	Order	Family	Species
Baemsagol	1st	2	2	6	18	35
	2nd	2	3	6	15	30
	3rd	1	1	4	9	15
	Sum	2	4	8	22	53
Chilsun valley	1st	1	1	4	15	27
	2nd	1	1	3	4	8
	3rd	1	1	3	10	15
	Sum	1	1	4	17	33
Piagol	1st	1	1	5	16	21
	2nd	1	1	4	8	16
	3rd	1	1	4	14	21
	Sum	1	1	5	21	41
Daesungri	1st	3	4	7	22	42
	2nd	2	2	5	12	16
	3rd	2	2	5	13	22
	Sum	3	4	7	26	51
Total		3	5	9	38	87

Collection @ chosun

Table 4. Number of invertebrate taxa occurred in 2005.

Study site and Survey time \ Taxa		Phylum	Class	Order	Family	Species
Baemsagol	1st	2	2	6	21	39
	2nd	2	3	6	23	43
	3rd	3	3	7	23	49
	Sum	3	4	8	32	68
Chilsun valley	1st	2	3	6	24	45
	2nd	1	1	4	16	33
	3rd	2	2	6	22	38
	Sum	2	3	8	31	64
Piagol	1st	3	4	8	26	53
	2nd	3	3	6	15	30
	3rd	3	4	8	26	45
	Sum	3	4	9	33	67
Daesungri	1st	3	3	7	26	53
	2nd	3	4	7	17	32
	3rd	3	3	7	21	45
	Sum	3	4	8	30	72
Total		3	5	13	44	100

dCollection @ chosun

2. 분류군별 구성비

(1) 출현분류군 및 출현종 구성

2004년 채집된 종수는 총 87종이 이였으며, 이중 하루살이목이 26종으로 29.9%를 차지하여 가장 많은 출현분류군으로 나타났고, 이어서 날도래목이 21종 24.1%, 파리목이 17종 19.5%, 강도래목이 13종 14.9%, 복족류 연체동물과 빈모류 환형동물, 갑각류 절지동물을 포함하는 곤충 이외의 분류군이 6종 6.9%, 잠자리목이 4종 4.6%를 각각 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 2005년 조사에서는 총 100종이 출현하였으며, 이중 하루살이목이 29종으로 29.0%를 차지하여 가장 많은 출현분류군으로 나타났고, 이어서 날도래목이 22종 22.0%, 파리목이 17종 17.0%, 강도래목이 14종 14.0%, 복족류 연체동물과 빈모류 환형동물, 갑각류 절지동물을 포함하는 곤충 이외의 분류군이 12종 12.0%, 잠자리목이 3종 3.0%, 딱정벌레목이 2종 2,0%, 뱀잠자리목이 1종 1.0%를 각각 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 3).

조사 결과를 심 등(2003)의 2001년 조사결과와 비교하면, 2001년의 조사에서는 총 91종이 출현하였는데 그중 날도래목이 32종 35.2%, 하루살이목 29종 31.9%, 파리목 14종 15.4%, 강도래목 11종 12.1%, 곤충이외의 분류군 3종 3.3%, 딱정벌레목과 잠자리목이 각각 1종 1.1%를 차지하는 것으로 나타나 출현종들의 분류군 구성이 본 연구 결과와 아주 비슷하였다. 한편 2001년의 조사에서 1종의 분포가 확인되었던 딱정벌레목의 종들은 2004년 조사에서는 분포가 확인되지 않았으나 2005년의 조사에서는 2종의 분포가 확인되었다.

전체적인 출현종 구성을 볼 때 심 등(2003)의 조사 결과와 마찬가지로 유기물 오염에 대하여 내성이 강한 나비목의 종들은 확인되지 않았으며, 비교적 정수역을 선호하는 노린재목 종들의 분포 또한 확인되지 않았다. 이와 같은 결과는 조사지역이 유기오염의 영향이 적은 전형적인 계류형 수계임을 나타내주는 것이다(Table 4).

Collection @ chosun

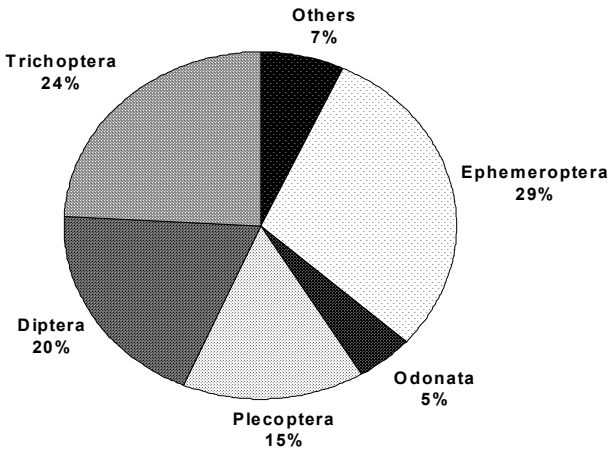


Fig. 2. Species composition of invertebrate community in 2004.

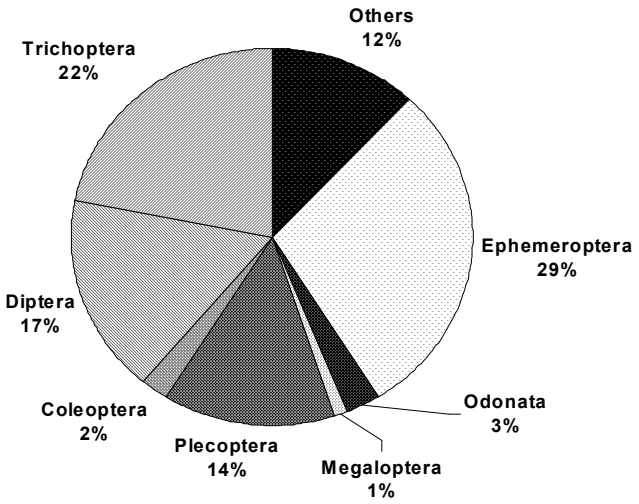


Fig. 3. Species composition of invertebrate community in 2005.

dCollection @ chosun

2004년 조사지역별 출현종들의 분류군 구성은, 뱀사골 조사에서 총 53종의 출현종 가운데 하루살이목이 22종으로 41.5%를 차지하였고, 이어서 날도래목이 14종으로 26.3%, 강도래목이 8종 15.1%, 파리목이 7종 13.2%, 곤충이외의 분류군이 2종 3.8%, 잠자리목이 1종 1.9%의 순을 보이는 것으로 나타났다(Fig. 4-a). 칠선계곡에서는 총 33종의 출현종 가운데 하루살이목이 12종으로 36.4%로 가장 많은 부분을 차지하였고, 이어서 파리목 8종 24.2%, 강도래목 7종 21.2%, 날도래목 6종으로 18.2%의 순으로 나타났다(Fig. 4-b). 피아골에서는 총 41종의 출현종 가운데 하루살이목이 16종으로 39.0%를 차지하여 가장 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났고, 이어서 날도래목 10종으로 24.4%, 강도래목 9종 22.0%, 잠자리목과 파리목이 각각 3종 7.3%의 순으로 많은 것으로 나타났다(Fig. 4-c). 대성리계곡에서는 총 51종의 출현종 가운데 하루살이목이 17종으로 33.3%를 차지하여 가장 많은 종수를 보이는 것으로 나타났고, 이어서 날도래목 12종으로 23.5%, 파리목 9종으로 17.6%, 강도래목 8종 15.7%, 곤충이외의 분류군이 5종 9.8%의 순으로 많은 것으로 나타났다(Fig. 4-d).

2005년에는 뱀사골에서 총 68종의 출현종 가운데 하루살이목이 24종으로 35.3%를 차지하였고, 이어서 날도래목이 14종으로 20.6%, 강도래목이 12종 17.6%, 파리목이 11종 16.2%, 곤충이외의 분류군이 6종 8.8%, 잠자리목이 1종 1.5%의 순을 보이는 것으로 나타났다(Fig. 5-a). 칠선계곡에서는 총 64종의 출현종 가운데 하루살이목이 20종으로 31.3%로 가장 많은 부분을 차지하였고, 이어서 날도래목 15종으로 23.4%, 파리목 13종 20.3%, 강도래목 10종 15.9%, 곤충류이외의 분류군 4종 6.3%, 잠자리목과 뱀잠자리목 이 각각 1종 1.6%의 순으로 나타났다(Fig. 5-b). 피아골에서는 총 67종의 출현종 가운데 하루살이목이 22종으로 32.8%를 차지하여 가장 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났고, 이어서 파리목 14종으로 20.9%, 날도래목 12종 17.9%, 강도래목 9종 13.4%, 곤충류이외의 분류군 8종 11.9%, 잠자리목 2종 3.0%의 순으로 많은 것으로 나타났다

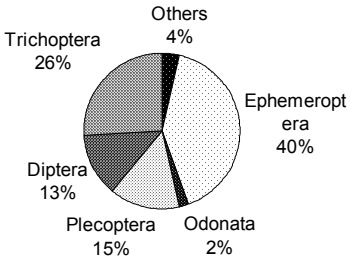
dCollection @ chosun

(Fig. 5-c). 대성리계곡에서는 총 72종의 출현종 가운데 하루살이목이 26종으로 36.1%를 차지하여 가장 많은 종수를 보이는 것으로 나타났고, 이어서 날도래목과 파리목이 각각 13종으로 18.1%, 곤충이외의 분류군이 9종 12.5%, 강도래목 8종 11.1%, 딱정벌레목 2종 2.8%, 잠자리목 1종 1.4%의 순으로 많은 것으로 나타났다(Fig. 5-d).

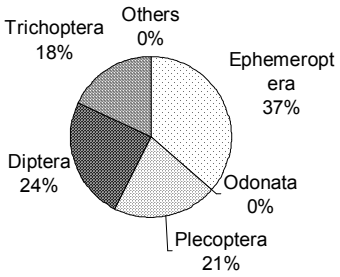
2004년과 2005년도 조사의 분류군별 구성을 분석한 결과는 심 등(2003)의 2001년 및 2002년 하계조사의 결과와 크게 다르지 않은 것으로 드러났는데, 조사년도에 따라 출현종들의 분류군별 구성비의 변동은 다소 존재하였지만 하루살이목 종들이 우세한 전체적인 구성비 양상은 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 또한 거의 모든 조사시기에서 조사지역별 출현종수의 차이는 있었으나 조사지역에 따른 분류군별 구성비의 차이는 크지 않았다(Fig. 4, 5; Table 3, 4).

dCollection @ chosun

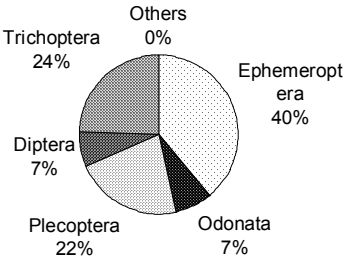
(a)



(b)



(c)



(d)

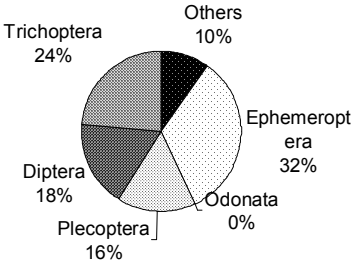
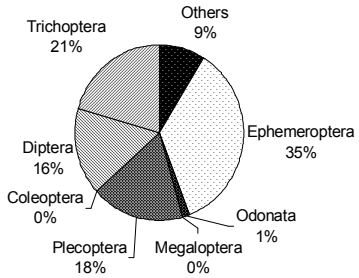


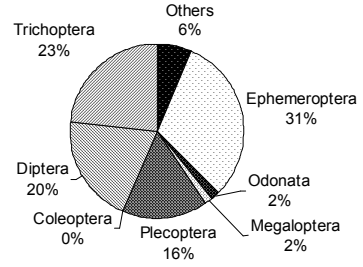
Fig. 4. Species composition of invertebrate community at each study sites in 2004: (a) Baemsagol, (b) Chilsun valley, (c) Piagol, (d) Daesungri.

dCollection @ chosun

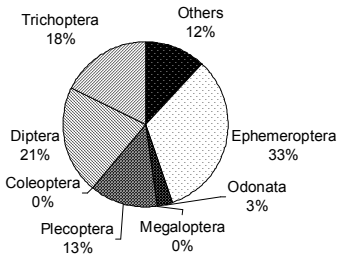
(a)



(b)



(c)



(d)

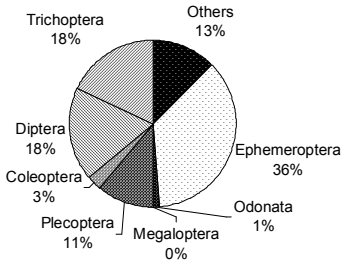


Fig. 5. Species composition of invertebrate community at each study sites in 2005: (a) Baemsagol, (b) Chilsun valley, (c) Piagol, (d) Daesungri.

dCollection @ chosun

(2) 생물량(개체수) 분포

2004년 각 조사정점들에서 채집된 저서성대형무척추동물의 평균생물량(0.5m^2 당 개체수)은 하루살이목의 출현종들이 29.3개체로 76.3%를 차지하여 가장 많았다. 이어 날도래목의 출현종들이 4.0개체 10.4%, 강도래목이 2.6개체 6.8%, 파리목이 2.0개체 5.2%, 곤충 이외의 분류군이 0.4개체 1.0%, 잠자리목이 0.1개체 0.2%의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다(Fig. 6).

2005년 조사에서는 하루살이목의 출현종들이 563.6개체로 77.7%를 차지하여 가장 많았다. 이어 파리목이 75.8개체 10.5%, 날도래목이 34.5개체 4.8%, 곤충 이외의 분류군이 28.6개체 3.9%, 강도래목이 21.4개체 2.9%, 잠자리목이 0.9개체 0.1%, 딱정벌레목이 0.3개체 0.03%, 뱀잠자리목이 0.1개체 0.01%의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다(Fig. 7).

과거의 조사에서 심 등(2003)의 보고의 경우 전체 조사에서 채집된 총 개체수만을 언급하였을 뿐으로서 출현종들의 평균생물량을 밝히지 않아 직접적인 비교는 불가능하지만, 본 조사의 결과를 과거 조사와 비교하면, 출현종들의 생물량 분포에서 볼 때 전체 분류군 구성에서 모두 하루살이목 종들이 전체 출현종의 약 2/3 이상을 차지하는 등 거의 동일한 양상을 보이는 것으로 나타났다. 이들 생물량에 따른 분류군 구성을 전술한 출현종수에 따른 분류군 구성과 비교하였을 때, 하루살이목과 날도래목, 그중 특히 하루살이목이 전체분류군에서 차지하는 비중이 출현종수에 비해 생물량에서 크게 상승한 결과로 나타나, 본 조사에서 하루살이목의 종들이 다른 분류군의 종들에 비해 아주 높은 생물량을 보이며 채집되었음을 보여주고 있다(Fig. 2, 3, 6, 7; Appendix 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Collection @ chosun

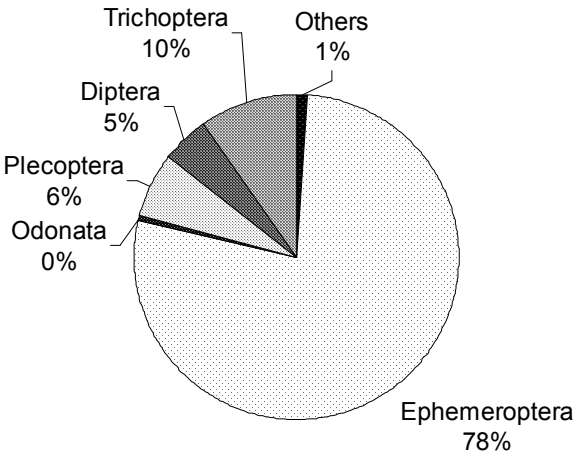


Fig. 6. Biomass composition of invertebrate community in 2004.

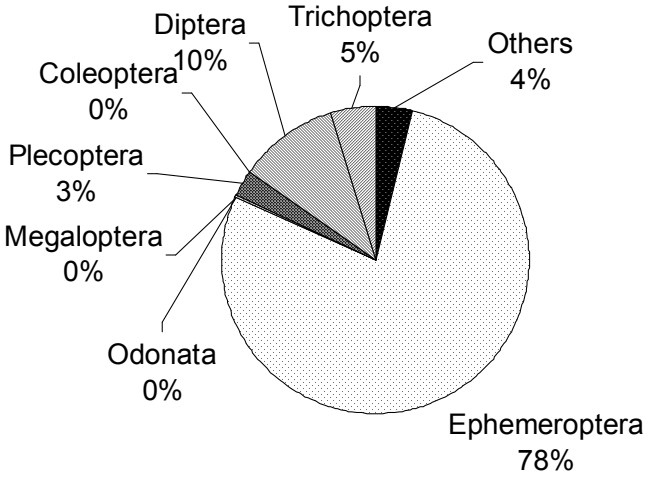


Fig. 7. Biomass composition of invertebrate community in 2005.

dCollection @ chosun

2004년 각 조사지역의 상류 및 중류, 하류의 3개 조사정점들에서 채집된 출현종들의 평균생물량을 합산한 결과에서 볼 때, 뱀사골에서는 하루살이목이 171.3개체 85.1%로 가장 많았으며, 이어서 파리목이 10.7개체 5.3%, 날도래목이 9.3개체 4.6%, 강도래목이 8.7개체 4.3%, 곤충 이외의 분류군이 1.0개체 0.5%, 잠자리목이 0.3개체 0.1%의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다(Fig. 8-a). 칠선계곡에서는 하루살이목이 75.7개체 65.9%로 가장 많았고, 이어서 날도래목이 24.7개체 21.5%, 파리목이 7.7개체 6.7%, 강도래목이 6.7개체 5.8%의 순으로 나타났다(Fig. 8-b). 피아골은 하루살이목이 80.0개체 80.6%로 가장 많은 개체를 차지하였고, 이어서 강도래목이 9.3개체 9.4%, 날도래목이 8.0개체 8.1%, 잠자리목이 1.3개체 1.3%, 파리목이 0.7개체 0.7%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 8-c). 대성리는 하루살이목이 55.0개체 72.1%로 가장 많고, 이어서 강도래목이 6.7개체 8.8%, 날도래목이 6.3개체 8.3%, 파리목이 4.3개체 5.6%, 곤충 이외의 분류군이 4.0개체 5.2%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 8-d).

2005년 조사에서의 뱀사골은 하루살이목이 445.6개체 72.1%로 가장 많았으며, 이어서 파리목이 86.3개체 13.9%, 날도래목이 43.6개체 7.0%, 강도래목이 25.6개체 4.1%, 곤충 이외의 분류군이 16.3개체 2.6%, 잠자리목이 0.6개체 0.1%의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다(Fig. 9-a). 칠선계곡에서는 하루살이목이 377.6개체 79.7%로 가장 많았고, 이어서 파리목이 47.6개체 10.0%, 날도래목이 24.0개체 5.1%, 강도래목이 18.6개체 3.9%, 곤충류이외의 분류군이 5.3개체 1.1%, 잠자리목과 뱀잠자리목 및 딱정벌레목이 각각 0.3개체 0.06%의 순으로 나타났다(Fig. 9-b). 피아골은 하루살이목이 680.0개체 73.3%로 가장 많은 개체를 차지하였고, 이어서 파리목이 122.3개체 13.2%, 곤충류이외의 분류군이 82.6개체 8.9%, 강도래목이 22.0개체 2.4%, 날도래목이 19.3개체 2.1%, 잠자리목이 1.6개체 0.02%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 9-c). 대성리는 하루살이목이 751.3개체 85.3로 가장 많았고, 이어서 날도래목이 51.0개체 5.8%, 파리

Collection @ chosun

목이 47.0개체 5.3%, 강도래목이 19.3개체 2.2%, 곤충류이외의 분류군이 10.3개체 1.2%, 잠자리목과 딱정벌레목이 각각 1.0개체 0.01%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 9-d).

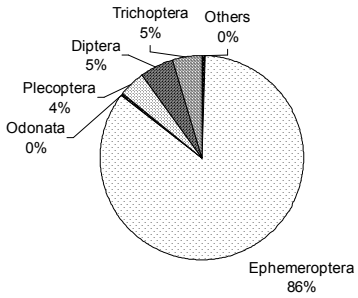
2004년 조사지역별 평균생물량은 뱀사골에서 201.3개체로 가장 많았고, 이어서 칠선계곡 114.8개체, 피아골 99.3개체, 대성리계곡 76.3개체의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다. 이를 전술한 바의 조사지역별 출현종수와 비교하였을 때(Table 3), 4개 조사지역 가운데 뱀사골에서 가장 많은 출현종수와 평균생물량을 보였음을 알 수 있으며, 칠선계곡의 경우 출현종수는 적으나 평균생물량이 많은 것으로 나타나 이곳의 출현종들이 대부분 서식밀도가 높은 하루살이목의 종들임을 보여주었다. 대성리계곡의 경우 출현종수는 뱀사골과 더불어 상당히 많은 편이었으나 평균생물량이 조사지역 가운데 가장 낮은 것으로 나타나, 대성리계곡에서의 출현종들 가운데 하루살이목 종들의 비중이 다른 조사지역에 비해 상대적으로 낮은 편임을 나타내주고 있다(Table 3; Appendix 1, 2, 3).

2005년 조사에서는 피아골에서 927.8개체로서 평균생물량이 가장 많았고, 이어서 대성리계곡 880.9개체, 뱀사골에서 618.0개체, 칠선계곡 474.0개체의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다. 이를 전술한 바의 조사지역별 출현종수와 함께 비교하였을 때(Table 4), 4개 조사지역 가운데 칠선계곡의 경우 그 차이가 큰 편은 아니지만 다른 조사지역에 비해 적은 출현종수 생물량을 나타냈음을 알 수 있다. 이는 칠선계곡의 계곡이 좁고 경사가 급하여 다른 조사지역에 비해 강수에 따른 계류의 수량 변화가 많은 곳이었기 때문으로 판단된다(Table 4; Appendix 4, 5, 6).

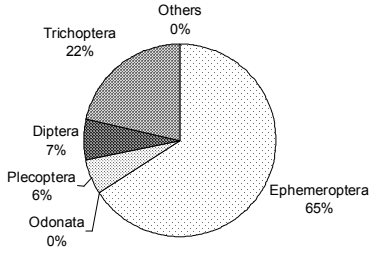
본 조사 결과를 심 등(2003)의 과거 기록과 비교하였을 때, 생물량 면에서는 분류군별 구성의 전체적인 양상이 크게 달라지지 않았으나, 모든 조사정점에서 생물량은 2004년에 비해 2005년 조사에서 큰 폭으로 증가하였다.

dCollection @ chosun

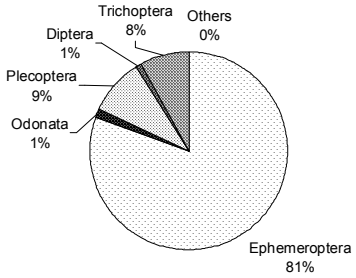
(a)



(b)



(c)



(d)

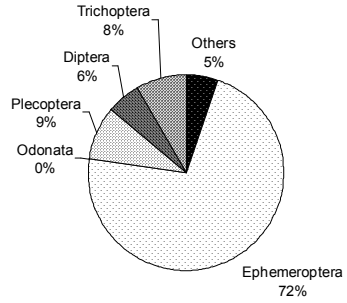
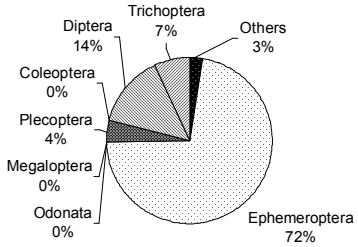


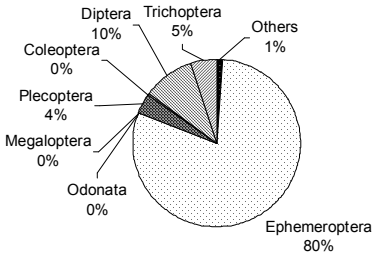
Fig. 8. Biomass composition of invertebrate community at each sites in 2004: (a) Baemsagol, (b) Chilsun valley, (c) Piagol, (d) Daesungri.

Collection @ chosun

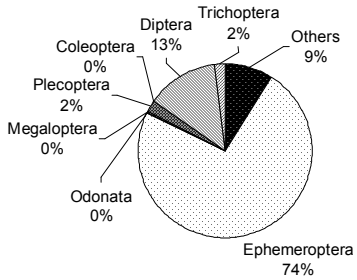
(a)



(b)



(c)



(d)

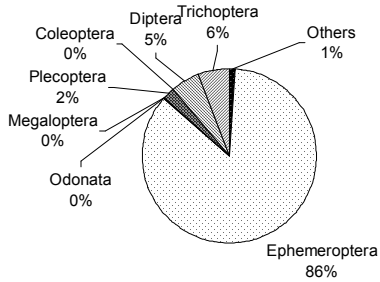


Fig. 9. Biomass composition of invertebrate community at each sites in 2005: (a) Baemsagol, (b) Chilsun valley, (c) Piagol, (d) Daesungri.

Collection @ chosun

(3) 조사지역별 출현종수 및 생물량 변화

2004년 조사 결과 뱀사골계곡의 상류역인 병풍소 지점에서 31종의 분포가 확인되어 가장 많은 출현종수를 나타냈으며, 가장 적은 출현종수는 칠선계곡의 상류 및 중류역인 선녀탕과 두지동철교에서 각각 18종으로 나타났다. 뱀사골계곡과 대성리계곡에서 대체적으로 상류 및 중류, 하류역의 조사정점에 걸쳐 출현종수가 많았으며, 칠선계곡의 경우 모든 조사정점들에서 출현종수가 적은 편이었다(Fig. 10). 출현종들의 $0.5m^2$ 당 평균개체수는 뱀사골 하류역인 선녀탕에서 80.0개체로 가장 많았으며, 대성리계곡의 상류역인 대성교 상부에서 18.7개체로 가장 적었다. 뱀사골지역의 조사정점들에서 많은 생물량을, 대성리지역의 상류, 중류 및 하류역의 조사정점들에서 모두 적은 생물량을 보였다(Fig. 10; Appendix 1, 2, 3).

2005년에는 대성리계곡의 하류역인 왕성초교 앞 지점에서 50종의 분포가 확인되어 가장 많은 출현종수를 나타냈으며, 가장 적은 출현종수는 피아골계곡의 중류역인 토지면 내서리 직전에서 31종으로 나타났다. 뱀사골계곡과 대성리계곡에서 상류 및 중류, 하류역의 조사정점에 걸쳐 출현종수가 많았다(Fig. 11). 출현종들의 $0.5m^2$ 당 평균개체수는 피아골계곡 하류역인 연곡사 앞 지점에서 412.0개체로 가장 많았으며, 칠선계곡의 상류역인 선녀탕 근처에서 120.0개체로 가장 적었다. 칠선계곡을 제외한 대부분의 지역의 조사정점들에서 비교적 큰 차이 없이 많은 생물량 값을 나타냈으며, 칠선계곡에서는 상대적으로 상류, 중류 및 하류역의 모든 조사정점에 걸쳐 낮은 생물량 값을 보였다. 대체적으로 대부분의 조사지역에서 상류역의 조사정점보다는 하류역의 조사정점에서 많은 출현종수와 생물량을 보였다(Fig. 11; Appendix 4, 5, 6).

dCollection @ chosun

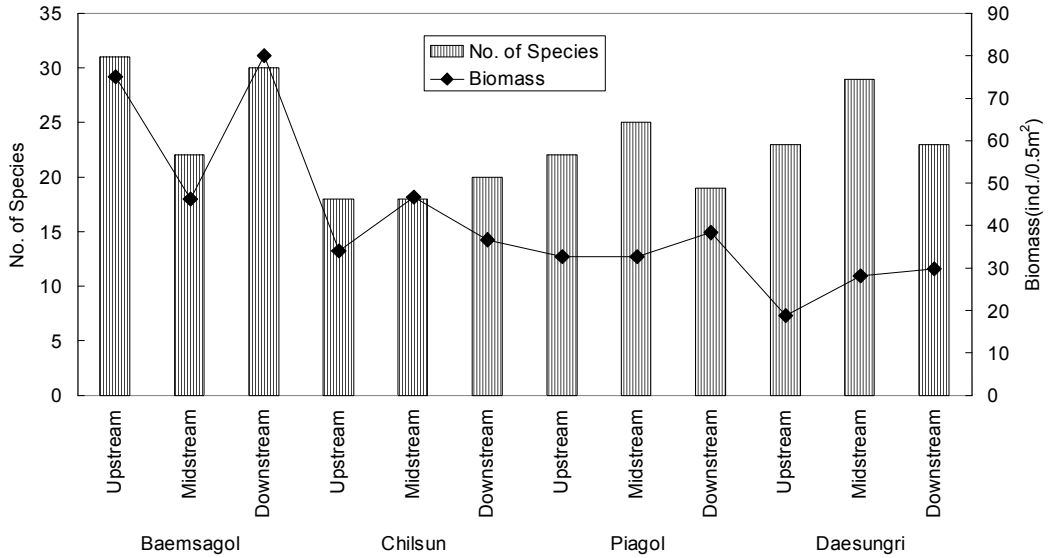


Fig. 10. Number of species and biomass of invertebrate community at each study stations in 2004.

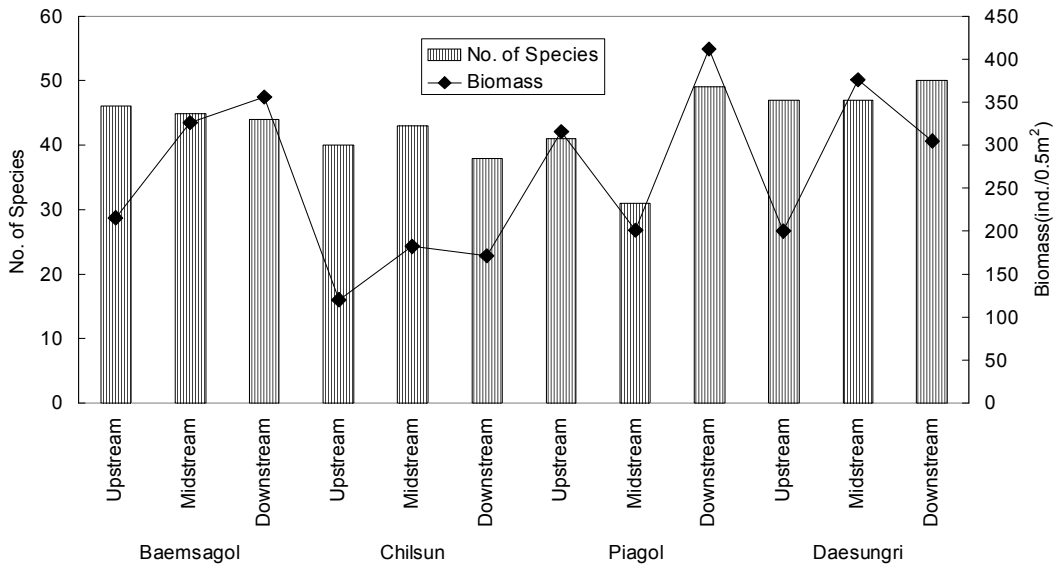


Fig. 11. Number of species and biomass of invertebrate community at each study stations in 2005.

Collection @ chosun

조사시기에 따른 저서성대형무척추동물 군집의 생물량 변화를 살펴보았을 때, 2004년 조사에서는 뱀사골계곡과 칠선계곡의 경우 1차조사 이후 여름철 장마와 태풍들에 동반한 강우의 영향이 뚜렷하여 2차시기와 3차시기에서 모두 생물량이 급감한 결과를 나타냈다. 대성리계곡 조사지역에서는 1차조사에서의 군집 생물량이 적은 것으로 나타나 2차 및 3차조사에서의 군집생물량 감소의 폭이 크지 않았다. 이에 비해 1차조사에서 적은 군집 생물량을 보였던 피아골계곡 조사지역에서는 2차 및 3차조사에서 생물량의 감소가 뚜렷하지 않았고 오히려 3차조사에서 작은 폭으로 생물량이 증가한 것으로 나타났다(Fig. 12; Appendix 1, 2, 3).

2005년에는 칠선계곡을 제외한 대부분의 조사지역에서 1차조사로부터 소규모의 강우가 빈번하였던 장마기 전의 2차조사로 가면서 생물량이 감소하였다가 장마기 이후 계곡생태계가 안정된 시기의 3차조사에서 다시 생물량이 증가하는 경향을 나타냈다. 뱀사골 계곡에서는 1차조사 이후 2차조사에서 비슷한 생물량을 유지하다가 3차조사에서 급격한 생물량의 증가를 보인 것으로 나타났다. 계류생태계의 경우, 장마기의 강우에 의해 발생된 생태계 교란의 영향이 저서성대형무척추동물 군집 생물량의 감소를 가져오는 것이 일반적인 현상임에 반해 이와 같이 2005년 조사에서 여름철 장마기를 지나면서도 오히려 군집 생물량이 증가한 것은 장마기를 포함한 여름철 동안 조사지역에 집중호우 등의 큰 규모의 강우가 없었기 때문인 것으로 판단된다(Fig. 13; Appendix 4, 5, 6).

dCollection @ chosun

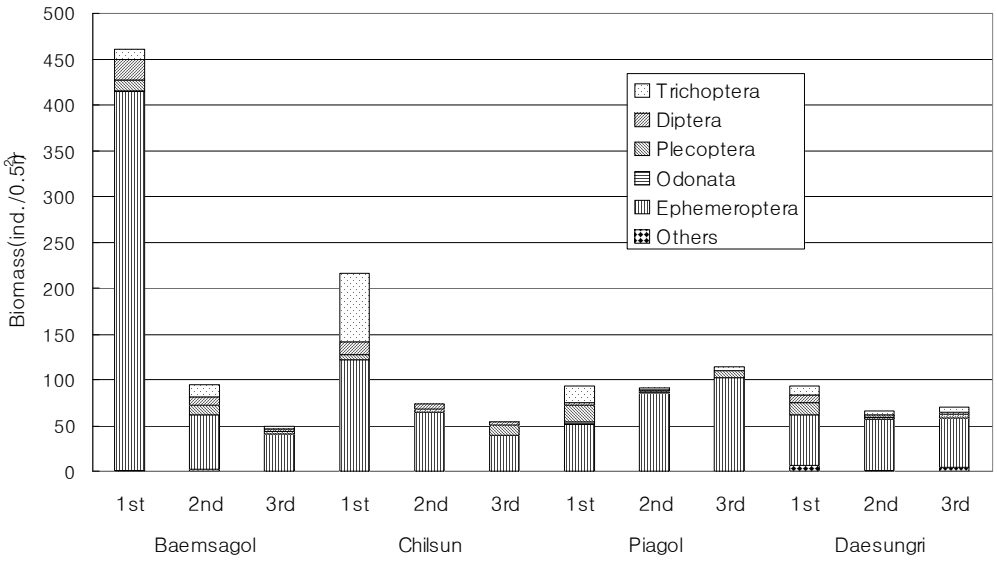


Fig. 12. Change of the biomass of invertebrate community at each study sites in 2004.

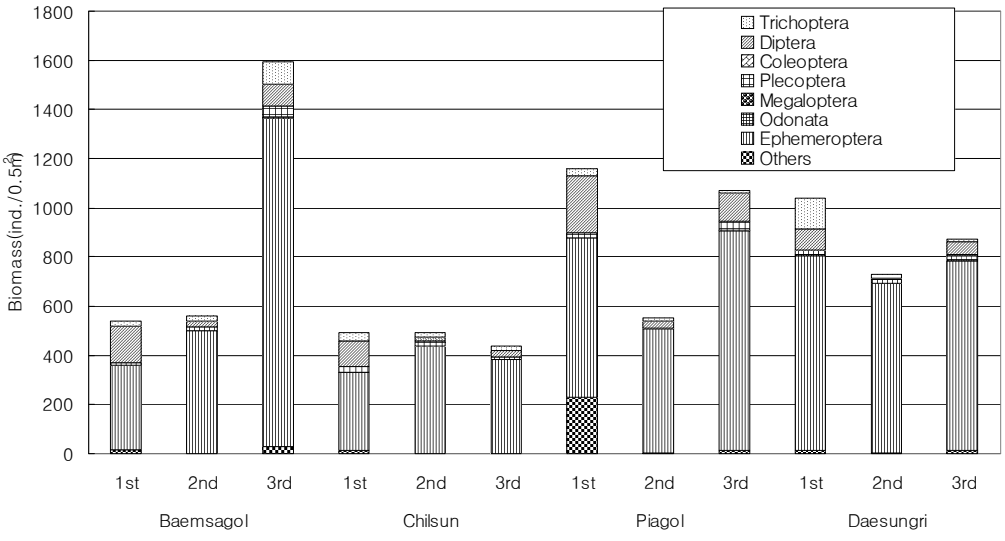


Fig. 13. Change of the biomass of invertebrate community at each study sites in 2005.

Collection @ chosun

3. 생태지수 및 우점종

본 연구의 각 조사정점에 대한 조사시기별 다양도지수, 풍부도지수, 균등도지수, 우점도지수 및 우점종 현황을 연도별로 Table 5 및 Table 6에 제시하였다.

군집의 종풍부도 정도와 개체수의 상대적인 균형성을 의미하며 또한 군집의 복잡성을 나타내는 지수인 종 다양도지수는 낮으면 오염되었음을 의미한다는 보고가 있은 후 종 다양도지수에 의한 수질 판정이 많이 시도되어 왔다. 산출값이 클수록 군집의 종 구성이 복잡함을 나타내며 산출값이 낮을수록 종구성이 단순함을 나타낸다. 2004년 조사에서 다양도지수는 최소 0.53(피아골 상류 조사정점에서의 2차조사)에서 최대 2.63(대성리 상류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었다. 2005년에서는 최소 1.01(피아골 중류 조사정점에서의 2차조사), 최대 2.54(칠선계곡 하류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었다. 2005년 조사는 2001년의 결과와 비슷한 수준이었으며 2004년의 조사에 비해서는 그 변화의 폭이 작은 편이었다. 이는 2005년 조사시 여름철 장마 및 태풍에 동반된 강우의 영향이 조사지역에 작았기 때문인 것으로 여겨진다.

총 개체수와 총 종수를 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있는 지수인 풍부도지수는 2004년 조사에서 최소 0.88(피아골 상류 조사정점에서의 2차조사)에서 최대 4.88(뱀사골 상류 정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었다. 2005년에는 최소 2.36(칠선계곡 하류 정점에서의 2차조사)에서 최대 6.60(대성리계곡 상류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었다. 심 등(2003)의 2001년 조사와 비교할 때, 다양도지수의 결과와 마찬가지로 2005년 조사는 2001년의 조사와 비슷한 수준이었으며 2004년의 조사에 비해서는 그 변화의 폭이 작은 편이었다. 이는 2005년 조사시 여름철 장마 및 태풍에 동반된 강우의 영향이 조사지역에 작았기 때문인 것으로 여겨진다.

군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 균등도지수는 2004년 조사시 최소

Collection @ chosun

0.41(뱀사골 중류 조사정점에서의 1차조사)에서 최대 0.95(칠선계곡 상류 조사정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었다. 2005년에는 최소 0.26(칠선계곡 중류 조사정점에서의 2차조사)에서 최대 0.75(칠선계곡 하류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었다.

대부분의 조사지역에서 우점종은 하루살이류(*Ecdyonurus* spp.)로 나타났으며, 군집의 안정성을 나타내는 지수인 우점도지수는 2004년 조사에서 최소 0.37(대성리 상류 조사정점에서의 1차조사)에서 최대 0.93(피아골 상류 조사정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었다. 2005년에도 최소 0.39(칠선계곡 하류 조사정점에서의 1차조사)에서 최대 0.87(피아골 중류 조사정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었다.

균등도지수 및 우점도지수 또한 전술한 다른 생태지수와 마찬가지로 심 등(2003)의 2001년 조사 및 2005년 조사와 비교할 때, 2004년의 조사가 그 변화의 폭이 큰 편으로서 이는 2004년 조사시 여름철 장마 및 태풍에 동반된 강우의 영향이 조사지역에 컸기 때문인 것으로 여겨진다.

2004년 조사에서 하루살이목의 *Baetis thermicus, Baetis* nla, *Baetis* KUa, *Ecdyonurus kibunensis, Epeorus latifolium, Epeorus curvatulus, Paraleptophlebia chocorata,* 강도래목의 *Oyamia coreana, Kamimuria* KUa, 날도래목에 *Hydatophylax nigrovittatus* 등이 우점 및 아우점종으로 나타났다. 2005년에도 하루살이목의 *Baetis* nla, *Baetis* KUa, *Ecdyonurus kibunensis, Epeorus curvatulus, Paraleptophlebia chocorata,* 날도래목의 *Apatania* KUa, *Glossosoma* KUa, 파리목의 *Chironomidae* sp.1 등이 우점 및 아우점종으로 나타났다. 과거 심 등(2003)의 조사와 비교하였을 때, 우점종 및 아우점종은 큰 변동이 없었으나 조사지역과 조사시기에 관계없이 상대적으로 단순화된 경향을 보였다. 확인된 우점종들은 대부분 오염에 대하여 내성이 없는 비내성군들로서 본 조사지역이 청정 계류지역임을 나타내고 있다(Table 5, 6).

dCollection @ chosun

Table 5. Dominant species and ecological indices of invertebrate community in 2004(DI, dominance index; H′,diversity index; E, equitability; RI, richness index).

Time & Station				Dominant species	Subdominant species	DI	H′	E	RI
2004	1st	Baemsagol	st.1	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.82	1.26	2.73	0.47
			st.2	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.83	1.09	2.79	0.41
			st.3	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.71	1.71	3.64	0.57
		Chilsun	st.4	*Hydatophylax nigrovittatus*	*Ecdyonurus kibunensis*	0.87	1.59	3.00	0.60
			st.5	*Ecdyonurus kibunensis*	*Hydatophylax nigrovittatus*	0.55	2.01	3.24	0.74
			st.6	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.53	1.94	3.26	0.72
		Piagol	st.7	*Ecdyonurus kibunensis*	*Hydatophylax nigrovittatus*	0.73	1.57	2.26	0.76
			st.8	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.46	2.19	3.50	0.83
			st.9	*Ecdyonurus kibunensis*	*Oyamia coreana*	0.76	1.43	1.72	0.73
		Daesungri	st.10	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.37	2.63	5.34	0.88
			st.11	*Ecdyonurus kibunensis*	*Kamimuria* KUa	0.55	2.08	4.00	0.77
			st.12	*Baetis* nla	*Ecdyonurus kibunensis*	0.44	2.36	4.04	0.89
	2nd	Baemsagol	st.1	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.43	2.50	4.88	0.85
			st.2	*Baetis* nla	*Ecdyonurus kibunensis*	0.47	1.89	2.47	0.91
			st.3	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.49	2.22	3.60	0.84
		Chilsun	st.4	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.50	1.84	2.61	0.95
			st.5	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.80	1.17	1.35	0.65
			st.6	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.65	1.52	1.59	0.85
		Piagol	st.7	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.93	0.53	0.88	0.38
			st.8	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.72	1.40	2.38	0.64
			st.9	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.73	1.35	2.57	0.59
		Daesungri	st.10	*Baetis* KUa	*Ecdyonurus kibunensis*	0.56	1.68	2.28	0.94
			st.11	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.48	2.09	3.19	0.87
			st.12	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.79	1.06	1.42	0.59
	3rd	Baemsagol	st.1	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.50	1.93	2.89	0.88
			st.2	*Epeorus curvatulus*	*Epeorus latifolium*	0.38	2.17	3.25	0.94
			st.3	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus latifolium*	0.67	1.43	2.42	0.69
		Chilsun	st.4	*Ecdyonurus kibunensis*	*Oyamia coreana*	0.50	1.93	2.89	0.88
			st.5	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.63	1.56	2.20	0.75
			st.6	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.57	1.67	2.27	0.86
		Piagol	st.7	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.65	1.67	3.66	0.62
			st.8	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.46	2.16	3.30	0.87
			st.9	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.61	1.74	2.57	0.73
		Daesungri	st.10	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.50	1.68	2.01	0.94
			st.11	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis thermicus*	0.54	2.08	3.30	0.84
			st.12	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus latifolium*	0.50	2.15	3.82	0.81

dCollection @ chosun

Table 6. Dominant species and ecological indices of invertebrate community in 2005(DI, dominance index; H´,diversity index; E, equitability; RI, richness index).

Time & Station				Dominant species	Subdominant species	DI	H´	E	RI
2005	1st	Baemsagol	st.1	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.54	2.08	3.92	0.71
			st.2	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.76	1.67	4.22	0.55
			st.3	*Chironomidae* sp.1	*Ecdyonurus kibunensis*	0.47	2.39	4.15	0.74
		Chilsun	st.4	*Paraleptophlebia chocorata*	*Ecdyonurus kibunensis*	0.55	2.36	5.54	0.72
			st.5	*Ecdyonurus kibunensis*	*Chironomidae* sp.1	0.53	2.22	4.88	0.68
			st.6	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.39	2.54	5.21	0.75
		Piagol	st.7	*Slavina appendiculata*	*Chironomidae* sp.1	0.63	1.87	5.48	0.53
			st.8	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.57	1.95	3.98	0.62
			st.9	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.62	2.02	5.31	0.58
		Daesungri	st.10	*Glossosoma* KUa	*Ecdyonurus kibunensis*	0.59	2.25	6.60	0.62
			st.11	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.64	2.04	6.04	0.57
			st.12	*Epeorus curvatulus*	*Ecdyonurus kibunensis*	0.75	1.64	5.26	0.47
	2nd	Baemsagol	st.1	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.79	1.57	5.07	0.47
			st.2	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.73	1.69	4.54	0.55
			st.3	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.86	1.00	4.34	0.31
		Chilsun	st.4	*Ecdyonurus kibunensis*	*Chironomidae* sp.1	0.80	1.17	2.96	0.42
			st.5	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.80	1.23	4.03	0.26
			st.6	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.81	1.19	2.36	0.48
		Piagol	st.7	*Ecdyonurus kibunensis*	*Chironomidae* sp.1	0.82	1.11	3.05	0.39
			st.8	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.87	1.01	2.97	0.36
			st.9	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.82	1.46	3.20	0.51
		Daesungri	st.10	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* KUa	0.72	1.40	2.81	0.55
			st.11	*Ecdyonurus kibunensis*	*Baetis* nla	0.75	1.48	3.94	0.46
			st.12	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.77	1.34	3.15	0.46
	3rd	Baemsagol	st.1	*Ecdyonurus kibunensis*	*Apatania* KUa	0.64	1.84	4.62	0.55
			st.2	*Ecdyonurus kibunensis*	*Drunella cryptomeria*	0.72	1.58	4.67	0.46
			st.3	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.52	2.21	4.68	0.65
		Chilsun	st.4	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.66	1.82	3.92	0.62
			st.5	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.80	1.39	3.62	0.47
			st.6	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.72	1.74	3.80	0.57
		Piagol	st.7	*Ecdyonurus kibunensis*	*Paraleptophlebia chocorata*	0.53	2.13	3.95	0.68
			st.8	*Ecdyonurus kibunensis*	*Chironomidae* sp.1	0.65	1.77	3.03	0.62
			st.9	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.74	1.64	5.14	0.47
		Daesungri	st.10	*Ecdyonurus kibunensis*	*Chironomidae* sp.1	0.68	1.68	4.15	0.53
			st.11	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.77	1.48	3.90	0.47
			st.12	*Ecdyonurus kibunensis*	*Epeorus curvatulus*	0.60	2.20	5.40	0.64

Collection @ chosun

4. 기능군 구조

본 조사수계는 지리산에서 발원하여 섬진강으로 합수되는 지류로서 대부분의 조사지점이 3차지류 이상에 해당하는 상류수계이다. 각 조사지역별로 기능군별 평균생물량(개체수)을 살펴본 결과, 상류역에서 우세하게 출현하는 갉아먹는 무리의 경우 대부분 조사지역의 상류역에서 하류역으로 내려갈수록 감소하는 경향을 나타내었다. 긁어먹는 무리는 전 조사정점에 걸쳐 높은 비율을 차지하고 있었으며, 주워먹는 무리와 걸러먹는 무리, 잡아먹는 무리는 조사지점별로 증감하는 경향을 나타내었다(Fig. 14, 15). 본 조사 결과는 과거 심 등(2003)의 조사결과와 큰 차이 없이 거의 비슷하였다.

River continum concept에 따르면 하천이 주변의 숲으로 가려져 있는 최상류 구간에는 주변의 식생에서 유입되는 낙엽, 나뭇가지 등을 뜯어먹고 사는 무리(shredder)가 가장 많은 비중을 차지하고 하천 바닥에서 조류나 유기물을 주워먹는 무리(collector), 혹은 그물을 이용하여 먹이를 걸러먹는 무리(filterer)와 돌 표면의 부착조류 혹은 물이끼를 서식하는 긁어먹는 무리(scraper)는 상대적으로 적다. 그러나 하천이 숲에 가려져 있지 않는 구간에는 낙엽 등의 유기물이 유입되지 않고, 일사량이 충분하여 하천의 바위에 물이끼 혹은 부착조류가 번성하므로 이것들을 긁어먹는 무리가 그 구간의 수서곤충의 대부분을 차지한다. 한편 걸러먹는 무리와 주워먹는 무리는 하류로 갈수록 점점 그 중요성이 더해간다고 한다. 따라서 상류역은 상대적으로 뜯어먹는 무리의 중요도가 높으며, 중류역은 긁어먹는 무리, 하류역은 주워먹는 무리의 중요도가 높다. 이러한 점에서 볼 때 본 조사지역은 대부분이 상류역에 위치하고 있으나 기능군의 구조는 상류역에서 중요성이 높은 뜯어먹는 무리보다 긁어먹는 무리와 걸러먹는 무리가 차지하는 비율이 높게 나타났다. 이는 외부에서 기원된 나뭇잎 등의 유기물이 수체 내에 쌓여 있기보다는 하천의 경사가 급해 수류에 의해 하류로 내려갔기 때문이라 생각된다. 또한 조사지역 대부분의 조사정점에서 하천바닥이 태양광선에 직접 노출되어 있

Collection @ chosun

기 때문에 이곳에 부착조류가 번성하여 이를 먹이원으로 하는 긁어먹는 무리가 우세하게 출현하는 것으로 생각된다. 따라서 본 연구의 대부분의 조사정점들은 상류임에도 불구하고 중류역의 기능군 구조를 갖고 있다고 평가 할 수 있는데 이는 과거 심 등(2003)의 조사에서도 밝혀진 바 있다.

dCollection @ chosun

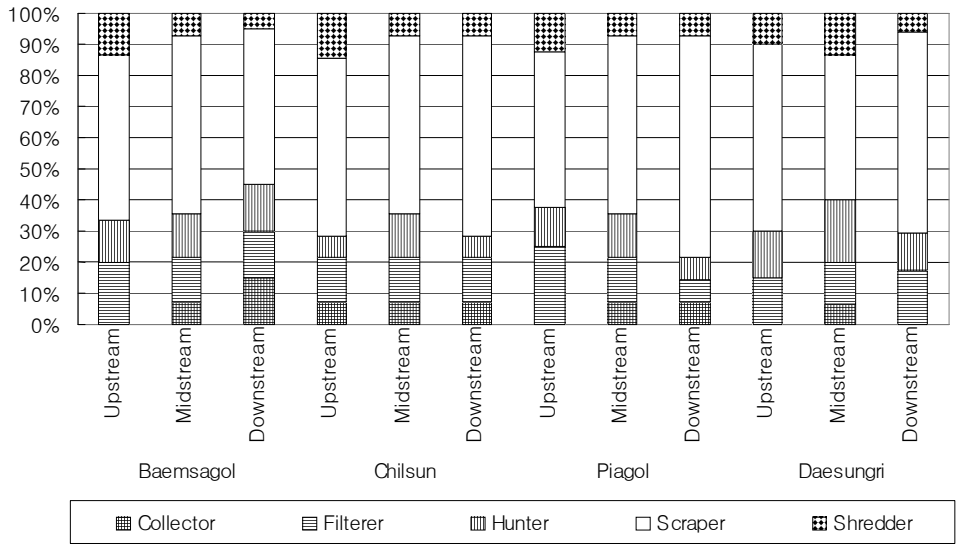


Fig. 14. Composition of the biomass of invertebrate community according to functional group in 2004.

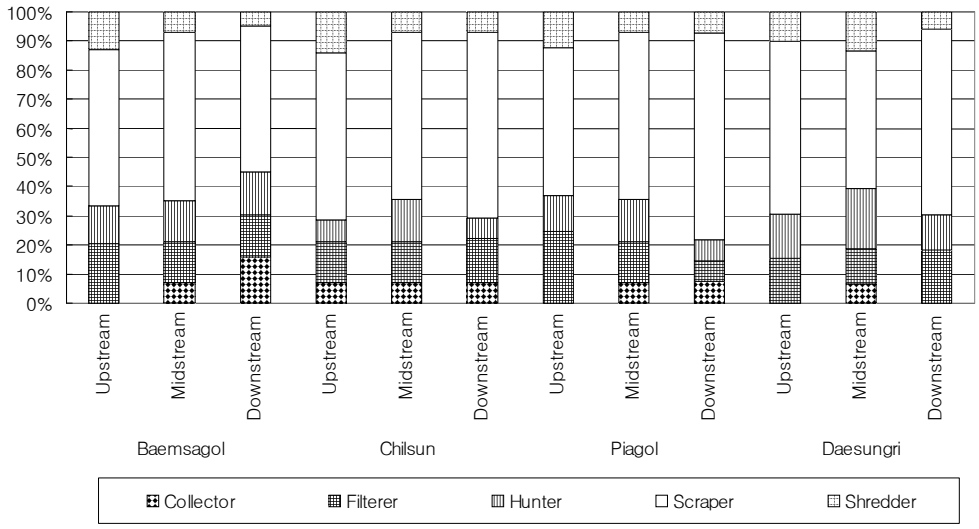


Fig. 15. Composition of the biomass of invertebrate community according to functional group in 2005.

dCollection @ chosun

Ⅳ. 고 찰

지리산 주요 4개 계곡의 12개 조사정점에 대하여 2004년 5월부터 2005년 10월까지 총 6회에 걸쳐 현지 조사를 실시하였다. 2004년 조사에서는 총 3문 5강 9목 38과 87종이 확인되었고, 2005년에는 총 3문 5강 13목 44과 100종이 확인되었다.

조사지역별 출현종수는 2004년 조사 결과 뱀사골에서 2문 4강 8목 22과 53종으로 가장 많았으며, 칠선계곡에서는 1문 1강 4목 17과 33종이, 피아골에서는 1문 1강 5목 21과 41종이, 대성리계곡에서는 3문 4강 7목 26과 51종이 확인되었다. 2005년 조사에서는 대성리계곡에서 3문 4강 8목 30과 72종으로 가장 많았으며, 뱀사골에서는 3문 4강 8목 32과 68종이, 칠선계곡에서는 2문 3강 7목 30과 63종이, 피아골에서는 3문 4강 9목 33과 67종이 확인되었다.

조사시기별 출현종수는 2004년에는 대성리계곡의 1차조사에서 3문 4강 7목 22과 42종으로 가장 많은 출현종수를 보였고, 칠선계곡 2차조사에서 1문 1강 3목 4과 8종이 출현하여 가장 단순한 종류상을 나타냈다. 2005년에는 대성리계곡 1차조사에서 3문 3강 7목 26과 53종 및 피아골 1차조사에서 3문 4강 8목 26과 53종으로 가장 많은 출현종수를 보였고, 피아골에서의 2차조사에서 3문 3강 6목 15과 30종이 출현하여 가장 단순한 종류상을 나타냈다. 대부분 1차 조사에서 많은 출현종수와 생물량을 보였다.

2004년에서의 총 87종의 출현종 가운데 하루살이목이 26종으로 29.9%를 차지하여 가장 많은 출현분류군으로 나타났고, 이어서 날도래목이 21종 24.1%, 파리목이 17종 19.5%, 강도래목이 13종 14.9%, 곤충 이외의 분류군이 6종 6.9%, 잠자리목이 4종 4.6%를 각각 차지하는 것으로 나타났다. 2005년에는 총 100종의 출현종 가운데 하루살이목이 29종으로 30.0%를 차지하여 가장 많은 출현분류군으로 나타났고, 이어서 날도래목이 22종 22.0%, 파리목이 17종

dCollection @ chosun

17.0%, 강도래목이 13종 13.0%, 곤충이외의 분류군이 12종 12.0%, 잠자리목이 3종 3.0%, 딱정벌레목이 2종 2.0%, 뱀잠자리목이 1종 1.0%를 각각 차지하는 것으로 나타났다.

2004년 저서성대형무척추동물의 평균생물량(0.5m^2 당 개체수)은 하루살이목의 출현종들이 29.3개체로 76.3%를 차지하여 가장 많았다. 이어 날도래목의 출현종들이 4.0개체 10.4%, 강도래목이 2.6개체 6.8%, 파리목이 2.0개체 5.2%, 곤충 이외의 분류군이 0.4개체 1.0%, 잠자리목이 0.1개체 0.2%의 순으로 많은 생물량을 보였다. 2005년에는 하루살이목의 출현종들이 563.6개체로 77.7%를 차지하여 가장 많았다. 이어 파리목의 출현종들이 75.8개체 10.5%, 날도래목이 34.5개체 4.8%, 곤충 이외의 분류군이 28.6개체 3.9%, 강도래목이 21.4개체 2.9%, 잠자리목이 0.9개체 0.1%, 딱정벌레목이 0.3개체 0.03%, 뱀잠자리목이 0.1개체 0.01%의 순으로 많은 생물량을 보였다.

조사지역별 평균생물량은 2004년 조사 결과 뱀사골에서 201.3개체로서 평균생물량이 가장 많았고, 이어서 칠선계곡 114.8개체, 피아골 99.3개체, 대성리계곡 76.3개체의 순으로 많은 생물량을 보인 것으로 나타났다. 2005년에는 피아골에서 927.8개체로서 평균생물량이 가장 많았고, 이어서 대성리계곡 880.9개체, 뱀사골에서 618.0개체, 칠선계곡 474.0개체의 순으로 많은 생물량을 보였다.

2004년 조사에서 가장 많은 출현종수는 뱀사골계곡의 상류역인 병풍소 지점에서 31종으로 나타났으며, 가장 적은 출현종수는 칠선계곡의 상류 및 중류역인 선녀탕과 두지동철교에서 각각 18종으로 나타났다. 2005년에는 대성리계곡의 하류역인 왕성초교 앞 지점에서 50종이 확인되어 가장 많은 출현종수를 나타냈으며, 가장 적은 출현종수는 피아골계곡의 중류역인 토지면 내서리 직전에서 31종으로 나타났다.

출현종들의 0.5m^2 당 평균개체수는 2004년 조사시 뱀사골 하류역인 선녀탕에서 80.0개체로 가장 많았으며, 대성리계곡의 상류역인 대성교 상부에서 18.7

Collection @ chosun

개체로 가장 적었다. 2005년에는 피아골계곡 하류역인 연곡사 앞 지점에서 412.0개체로 가장 많았으며, 칠선계곡의 상류역인 선녀탕 근처에서 120.0개체로 가장 적었다. 대체적으로 대부분의 조사지역에서 상류역의 조사정점보다는 하류역의 조사정점에서 많은 출현종수와 생물량을 보였다.

저서성대형무척추동물 군집의 생물량은 2004년 조사에서 뱀사골계곡과 칠선계곡의 경우 1차조사 이후 여름철 장마와 태풍에 동반한 강우의 영향이 뚜렷하여 2차시기와 3차시기에서 모두 생물량이 급감한 결과를 나타냈다. 한편 대성리계곡 조사지역에서는 1차조사에서의 군집 생물량이 적은 것으로 나타나 2차 및 3차조사에서의 군집생물량 감소의 폭이 크지 않았다. 이에 비해 1차조사에서 적은 군집 생물량을 보였던 피아골계곡 조사지역에서는 2차 및 3차조사에서 생물량의 감소가 뚜렷하지 않았고 오히려 3차조사에서 작은 폭으로 생물량이 증가한 것으로 나타났다. 2005년에는 칠선계곡을 제외한 대부분의 조사지역에서 1차조사로부터 소규모의 강우가 빈번하였던 장마기 전의 2차조사로 가면서 생물량이 감소하였다가 장마기 이후 계곡생태계가 안정된 시기의 3차조사에서 다시 생물량이 증가하는 경향을 나타냈다. 한편 뱀사골 계곡에서는 1차조사 이후 2차조사에서 비슷한 생물량을 유지하다가 3차조사에서 급격한 생물량의 증가를 보인 것으로 나타났다. 2005년 조사에서는 거의 모든 조사정점에서 여름철 장마기를 지나면서 오히려 군집 생물량이 증가하였는데, 이는 2005년의 장마기를 포함한 여름철 동안 조사지역에 집중호우 등의 큰 규모의 강우가 없었기 때문인 것으로 판단된다.

2004년의 생태지수를 보면 다양도지수는 최소 0.53(피아골 상류 조사정점에서의 2차조사)에서 최대 2.63(대성리 상류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었고, 풍부도지수는 최소 0.88(피아골 상류 조사정점에서의 2차조사)에서 최대 4.88(뱀사골 상류 정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었다. 균등도지수는 최소 0.41(뱀사골 중류 조사정점에서의 1차조사)에서 최대 0.95(칠선계곡 상류 조사정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었고, 우점도지수는 최소 0.37(대성리

dCollection @ chosun

상류 조사정점에서의 1차조사)5에서 최대 0.93(피아골 상류 조사정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었다. 2005년 생태지수는 다양도지수 최소 1.01(피아골 중류 조사정점에서의 2차조사), 최대 2.54(칠선계곡 하류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었고, 풍부도지수는 최소 2.36(칠선계곡 하류 정점에서의 2차조사)에서 최대 6.60(대성리계곡 상류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었다. 균등도지수는 최소 0.26(칠선계곡 중류 조사정점에서의 2차조사)에서 최대 0.75(칠선계곡 하류 조사정점에서의 1차조사)의 값을 나타내었다. 우점도지수는 최소 0.39(칠선계곡 하류 조사정점에서의 1차조사)에서 최대 0.87(피아골 중류 조사정점에서의 2차조사)의 값을 나타내었는데, 2005년의 생태지수들은 2004년의 조사에 비해 그 변화의 폭이 작은 편인 것으로 나타나 2005년 조사시 조사지역에 여름철 장마 및 태풍에 동반된 강우의 영향이 작았음을 시사해주었다.

2004년 조사에서 하루살이목의 *Baetis thermicus, Baetis* nla, *Baetis* KUa, *Ecdyonurus kibunensis, Epeorus latifolium, Epeorus curvatulus, Paraleptophlebia chocorata,* 강도래목의 *Oyamia coreana, Kamimuria* KUa, 날도래목에 *Hydatophylax nigrovittatus* 등이 우점 및 아우점종으로 나타났다. 2005년에도 하루살이목의 *Baetis* nla, *Baetis* KUa, *Ecdyonurus kibunensis, Epeorus curvatulus, Paraleptophlebia chocorata,* 날도래목의 *Apatania* KUa, *Glossosoma* KUa, 파리목의 *Chironomidae* sp.1 등이 우점 및 아우점종으로 나타났다. 과거 심 등(2003)의 조사와 비교하였을 때, 우점종 및 아우점종은 큰 변동이 없었으나 조사지역과 조사시기에 관계없이 상대적으로 단순화된 경향을 보였다. 확인된 우점종들은 대부분 오염에 대하여 내성이 없는 비내성군들로서 본 조사지역이 청정 계류지역임을 나타내고 있다.

기능군별 평균생물량(개체수)은 2004년 조사와 2005년 조사 결과가 거의 동일한 것으로 나타났는데, 상류역에서 우세하게 출현하는 갉아먹는 무리의 경우 대

dCollection @ chosun

부분 조사지역의 상류역에서 하류역으로 내려갈수록 감소하는 경향을 나타내었다. 긁어먹는 무리는 전 조사정점에 걸쳐 높은 비율을 차지하고 있었으며, 주워먹는 무리와 걸러먹는 무리, 잡아먹는 무리는 조사지점별로 증감하는 경향을 나타내었다.

최근 여름철 장마 이후 태풍에 동반된 호우가 빈번해지고 있으며, 가을장마의 위력또한 강해지면서 남부지역에 위치한 지리산 지역에 잦은 집중호우 현상이 나타나고 있다. 산사면이 급하고 하상이 비교적 큰 돌로 이루어진 지리산 계곡은 집중호우 이후 하상구조가 급격히 변하는 특성이 있는데 이는 하상구조에 서식기반을 둔 저서성대형무척추동물의 입장에서 교란의 의미로 작용할 수 있다. 2005년 조사에서는 다행스럽게도 조사지역 지리산 계류에서 호우에 의한 급격한 생태계 교란이 두드러지지 않았지만, 2004년 조사에서 여름철 이후 집중적인 호우로 인하여 2차조사 및 3차조사에서 출현종수 및 평균생물량이 매우 저조했던 것도 이러한 교란요인이 작용했기 때문인 것으로 판단된다. 기후 변화에 따른 환경 변동이 빈번한 지리산 지역에 대한 지속적인 모니터링 연구가 절실히 필요하다고 하겠다.

Collection @ chosun

참고문헌

권오길·박갑만·이준상(1993). 원색 한국패류도감. 아카데미서적.

권오길(1990). 한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I). 문교부.

곽인실·송미영·전태수(2004). 저서성 대형무척추동물의 자연적 교란에 대한 영향. 한국육수학회지. 37(1). 87-95.

권민철(2004). 덕유산 국립공원 수계의 저서성무척추동물 군집구조 및 생물학적 수질 평가에 관한 연구. 안동대학교.

김재원(1968). 광릉계류의 수서곤충 현존량. 한국육수학회지. 1. 51-54.

김숙자(1990). 섬진강 상류수계의 수서곤충에 관한 생태학적 연구. 조선대학교 교육대학원.

김창환·윤일병·이중규(1979). 한강수계에 있어서 수서곤충의 다양성에 의한 생물학적 수질판정에 관한 연구. 1. 조종천. 자연보존연구보고서. 1. 257-267.

김창환·윤일병·이중규(1980). 한강분류의 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질판정에 관한 연구. 자연보존연구보고. 2. 147-156.

남상호 외3(2003). 민주지산의 수서곤충 군집에 관한 연구. Natural Science. 14. 117-126.

나철호, 조영관(1986). 광양천의 수서곤충에 대한 생태학. 한국육수학회지. 19. 29-49.

배경석(1997). 서울(북한산) 우이천에서 계곡휴식년이 수서동물 분포에 미치는 영향. 한국육수학회지. 30. 55-66.

서미연(1992). 북한산 주요하천의 저서성대형무척추동물 군집분석과 생물학적 수질평가에 관한 연구. 서울시립대학원.

송병용. 2000. 북한산 계곡휴식년제 구간 생태계변화 모니터링(구기계곡・구천계곡・우이계곡을 중심으로). 북한산국립공원.

Collection @ chosun

신재호(2001). 명지산 일대 산간계류의 저서성대형무척추동물 군집구조 및 생물학적 수질판정. 영남대학교 대학원.

심하식, 김태우, 황정훈(2003). 2001, 2002년 지리산국립공원 자원 모니터링. 국립공원관리공단지리산사무소. 121-139.

위인선(1974). 영산강의 저서동물에 의한 생물학적 수질판정. 한국육수학회지. 7. 29-35.

위인선, 나철호(1991). 수질환경오염에 대한 수서곤충 지표종에 관한 연구. Korean J. Environ. Biol. 1. 42-54.

윤일병(1979). 한강수계의 수서곤충군집에 관한 연구. 고대 대학원논문.

윤일병(1988). 한국동식물도감 동물편 (수서곤충류) 문교부.

윤일병(1995). 수서곤충검색도설. 정행사.

윤일병, 공동수, 유재근(1992). 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(Ⅰ). Korean J. Environ. Biol. 10. 24-39.

윤일병, 공동수, 유재근(1992). 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(Ⅱ). Korean J. Environ. Biol. 10. 40-55.

윤일병, 공동수, 유재근(1992). 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가연구(Ⅲ). Korean J. Environ. Biol. 10. 77-84.

유종생(1976). 원색한국패류도감. 일지사.

정헌천(2003). 속리산국립공원 수계의 저서성무척추동물 군집구조 및 생물학적 수질평가에 관한 연구. 안동대.

진재호(1991). 용문산계류 저서성대형무척추동물 군집에 관한 연구. 고려대학교 대학원.

차진열, 윤희남(1997). 제2차 전국자연환경조사(남원·구례), 저서성대형무척추동물편. 환경부.

최기철, 전상린, 김익수, 손영목(1990). 원색한국담수어도감. 향문사. 서울.

Collection @ chosun

최윤선(1989). 우이천 상류수계의 수서동물군집에 관한 연구. 고려대학교.

홍사옥, 임기홍(1968). 해빙기의 조종천의 육수학적 연구. 한국육수학회지. 1. 21-24.

岡田要外 二人(監修)(1981a). 新日本動物圖鑑(上). 北隆館.

Hynes, H. B. N. (1963). The Biology of polluted waters. Liverpool Univ. Press.

Margalef, D.R. (1958). Information theory in ecology, Gen. Syst, 3: 36-71.

McNaughton, S.J. (1967). Relationship among functional properties of California Glassland. Nature, 216: 68-144.

Merritt, R.W. and K.W. Kummins, (1978). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publ.

Spellerberg, I.F., (1991). Monitoring Ecological Change. Cambridge University Press, 334pp.Vannote, R., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell and C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 130-137.

Wilhm, J. I. (1972). Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream, Ann. Rev. Ent., 17: 223-252.

dCollection @ chosun

Appendix 1. Occurrence of invertebrate on each study stations at the 1st time of survey in 2004.(ind./0.5m^2)

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLUSCA 연체동물문												
GASTROPODA 복족강												
MESOGASTROPODA 중복족목												
Pleuroceridae 다슬기과												
Semisulcospira libertina 다슬기			1									1
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기												1
ANNELIDA 환형동물문												
OLIGOCHAETA 빈모강												
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목												
Naididae 물지렁이과												
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이										3		
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이										1		
HIRUNDINEA 거머리강												
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목												
Erpobdellidae 돌거머리과												
Eepobdella sp. 돌거머리류											1	
ATHROPODA 절지동물문												
CRUSTACEA 갑각강												
AMPHIPODA 단각목												
Gammaridae 옆새우과												
Gammarus sobaegensis 보통옆새우												
INSECTA 곤충강												
EPHEMEROPTERA 하루살이목												
Siphlonuridae 옛하루살이과												
Siphlonurus chankae 옛하루살이				1								1
Ameletidae 피라미하루살이과												
Ameletus montanus 멧피라미하루살이	1		6	2	4	1						
Baetidae 꼬마하루살이과												
Baetis thermicus 꼬마하루살이		3	2		1	2		1		1		
Baetis nla 꼬마하루살이 nla	4	2	5		13	7		8	2	3	2	1
Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa				2	4			1		1		6
Baetiella turberculata 애호랑하루살이	1				1							
Baetiella japonica 애하루살이				3						1		
Isonychiidae 빗자루하루살이과												
Isonychia sp. 빗자루하루살이류	1											
Heptageniidae 납작하루살이과												
Epeorus latifolium 부채하루살이		1	11	1						1		2
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이		2										
Iron maculatus 긴부채하루살이												
Iron aesculus 중부채하루살이												
Rithrogena na 산납작하루살이 na			7									
Ecdyonurus levis 네점하루살이			3									
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	117	81	108	12	22	32	9	11	15	10	15	5
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이												1
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이										1		
Ecdyonurus bajkovae 몽뚝하루살이		1				2		1				1

dCollection @ chosun

Appendix 1. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leptophlebiidae 밤색하루살이과												
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이	21	7	23	3	2	11	1	3	1	1	1	
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이		1										
Ephemeridae 하루살이과												
Ephemera strigata 무늬하루살이												
Ephemera orientalis 동양하루살이												
Ephemerellidae 알락하루살이과												
Drunella triacantha 삼지창하루살이	2			1	1	2	1	1				
Drunella cryptomeria 알통하루살이												
Serratella setigera 범꼬리하루살이		1	2									
Ephemerella imanishii 칠성하루살이										1		
ODONATA 잠자리목												
Gomphidae 부채장수잠자리과												
Davidius lunatus 쇠측범잠자리												
Onychogompus ringens 노란측범잠자리							1					
Burmagompus KUa 자루측범잠자리							1					
Aeshnidae 왕잠자리과												
Aeshna juncea 별박이왕잠자리		1										
PLECOPTERA 강도래목												
Nemouridae 민강도래과												
Nemoura tau 토우민강도래												
Nemoura KUa 민강도래 KUa										1		
Amphinemura coreana 총채민강도래			1									
Capniidae 흰배민강도래과												
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa								1		1		
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과												
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa												1
Pteronarcidae 큰그물강도래과												
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래									1			
Perlodidae 그물강도래과												
Megarcys occhracea 그물강도래												
Stavsolus KUa 그물강도래붙이								1		1		
Perlidae 강도래과												
Oyamia coreana 진강도래	2	3	1	1	1	1		5	10	2	1	1
Paragnetina flavotincta 강도래붙이				1						1		1
Kamimuria KUa 강도래 KUa	2		1	2							3	
Kiotina decorata 무늬강도래			1					1				
Chloroperlidae 녹색강도래과												
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래		1										
DIPTERA 파리목												
Tipulidae 각다귀과												
Tipula KUd 각다귀 KUd					1							
Tipula KUe 각다귀 KUe												
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa											1	
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa	1		1								1	
Eriocera KUb 검정날개각다귀 KUb										1		
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc					1							
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa	3											

dCollection @ chosun

Appendix 1. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Simuliidae 먹파리과												
Simulium sp. 먹파리류												
Chironomidae 깔다구과												
Chironomidae sp.1	7		3	2	3	4	1			2		1
Chironomidae sp.2	2	1	1									
Chironomidae sp.3			2			1						
Chironomidae sp.4			1			1						
Chironomidae sp.5					1							
Athericidae 개울등에과												
Atherix KUa 개울등에 KUa								1				
Suragina KUa 긴개울등에 KUa											1	
Dolichopodidae 장다리파리과												
Dolichopodidae sp.												
Blepharoceridae 멧모기과												
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa										1		
TRICHOPTERA 날도래목												
Stenopsychidae 각날도래과												
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래	1				1							
Philopotamidae 입술날도래과												
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa								1				
Hydropsychidae 줄날도래과												
Arctopsyche ladogensis 곰줄날도래											1	
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래											2	
Hydropsyche valvata											1	
Hydropsyche orientalis 동양줄날도래												
Rhyacophilidae 물날도래과												
Rhyacophila narvae 무늬물날도래												
Rhyacophila brevicephala 넓은머리물날도래												
Rhyacophila nigrocephala 검은머리물날도래			2						1			
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa												
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb												
Glossosomatidae 광택날도래과												
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa						1				1		
Hydroptilidae 애날도래과												
Hydroptila KUa 애날도래 KUa							1					
Limnephilidae 우묵날도래과												
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래	4	1		44	19	6	7	5				
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa											1	
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb											1	
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과												
Phryganopsyche latipennis 둥근날개날도래						1						
Lepidostomatidae 네모집날도래과												
Georodes KUa 네모집날도래 KUa						1						
Georodes KUb 네모집날도래 KUb			1									
Sericostomatidae 털날도래과												
Gumaga KUa 털날도래 KUa				1								
Odontoceridae 바수염날도래과												
Psilotreta kisoensis 바수염날도래			2						3		1	2
No. of species occurred	15	14	20	14	15	15	8	14	7	20	15	14
Total number of individuals	169	106	185	76	75	73	22	41	33	35	33	25

dCollection @ chosun

Appendix 2. Occurrence of invertebrate on each study stations at the 2nd time of survey in 2004.(ind./0.5m^2)

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLUSCA 연체동물문												
GASTROPODA 복족강												
MESOGASTROPODA 중복족목												
Pleuroceridae 다슬기과												
Semisulcospira libertina 다슬기			1								1	
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기												
ANNELIDA 환형동물문												
OLIGOCHAETA 빈모강												
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목												
Naididae 물지렁이과												
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이												
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이												
HIRUNDINEA 거머리강												
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목												
Erpobdellidae 돌거머리과												
Eepobdella sp. 돌거머리류												
ATHROPODA 절지동물문												
CRUSTACEA 갑각강												
AMPHIPODA 단각목												
Gammaridae 옆새우과												
Gammarus sobaegensis 보통옆새우	1											
INSECTA 곤충강												
EPHEMEROPTERA 하루살이목												
Siphlonuridae 옛하루살이과												
Siphlonurus chankae 옛하루살이											1	
Ameletidae 피라미하루살이과												
Ameletus montanus 멧피라미하루살이											2	
Baetidae 꼬마하루살이과												
Baetis thermicus 꼬마하루살이	2	1	4	2	3	2	1	1	2	1	1	3
Baetis nla 꼬마하루살이 nla	4	5	7	1	1	5		2	1			
Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa			3	1	7	3	2	2	2	3	3	2
Baetiella turberculata 애호랑하루살이												
Baetiella japonica 애하루살이		1										
Isonychiidae 빗자루하루살이과												
Isonychia sp. 빗자루하루살이류												
Heptageniidae 납작하루살이과												
Epeorus latifolium 부채하루살이	1			1						1		2
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이									1	1		
Iron maculatus 긴부채하루살이									1			
Iron aesculus 중부채하루살이	1							1				2
Rithrogena na 산납작하루살이 na												
Ecdyonurus levis 네점하루살이								1				
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	13	3	11	3	26	10	26	19	22	2	8	24
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이									1			
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이												
Ecdyonurus bajkovae 몽똑하루살이												

dCollection @ chosun

Appendix 2. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leptophlebiidae 밤색하루살이과												
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이	1											
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이												
Ephemeridae 하루살이과												
Ephemera strigata 무늬하루살이	1											
Ephemera orientalis 동양하루살이			1					1				
Ephemerellidae 알락하루살이과												
Drunella triacantha 삼지창하루살이												
Drunella cryptomeria 알통하루살이												
Serratella setigera 범꼬리하루살이												
Ephemerella imanishii 칠성하루살이			1									
ODONATA 잠자리목												
Gomphidae 부채장수잠자리과												
Davidius lunatus 쇠측범잠자리								1				
Onychogompus ringens 노란측범잠자리									1			
Burmagompus KUa 자루측범잠자리												
Aeshnidae 왕잠자리과												
Aeshna juncea 별박이왕잠자리												
PLECOPTERA 강도래목												
Nemouridae 민강도래과												
Nemoura tau 토우민강도래	1											
Nemoura KUa 민강도래 KUa												
Amphinemura coreana 총채민강도래	1											
Capniidae 흰배민강도래과												
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa	2											
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과												
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa												
Pteronarcidae 큰그물강도래과												
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래												
Perlodidae 그물강도래과												
Megarcys occhracea 그물강도래												
Stavsolus KUa 그물강도래붙이												
Perlidae 강도래과												
Oyamia coreana 진강도래	1	3	2	1	2				1			
Paragnetina flavotincta 강도래붙이	1										1	1
Kamimuria KUa 강도래 KUa												
Kiotina decorata 무늬강도래												
Chloroperlidae 녹색강도래과												
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래												
DIPTERA 파리목												
Tipulidae 각다귀과												
Tipula KUd 각다귀 KUd												
Tipula KUe 각다귀 KUe											1	
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa												
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa												
Eriocera KUb 검정날개각다귀 KUb												
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc												
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa												

dCollection @ chosun

Appendix 2. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Simuliidae 먹파리과												
Simulium sp. 먹파리류												
Chironomidae 깔다구과												
Chironomidae sp.1	3	1	2	1	2	1					1	
Chironomidae sp.2	1					2						
Chironomidae sp.3			1									
Chironomidae sp.4												
Chironomidae sp.5												
Athericidae 개울등에과												
Atherix KUa 개울등에 KUa												
Suragina KUa 긴개울등에 KUa												
Dolichopodidae 장다리파리과												
Dolichopodidae sp.										1		
Blepharoceridae 멧모기과												
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa												
TRICHOPTERA 날도래목												
Stenopsychidae 각날도래과												
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래												
Philopotamidae 입술날도래과												
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa												
Hydropsychidae 줄날도래과												
Arctopsyche ladogensis 곱줄날도래												
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래			1									
Hydropsyche valvata												
Hydropsyche orientalis 동양줄날도래												
Rhyacophilidae 물날도래과												
Rhyacophila narvae 무늬물날도래			1									
Rhyacophila brevicephala 넓은머리물날도래			1									
Rhyacophila nigrocephala 검은머리물날도래	2											
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa	1											
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb	1											
Glossosomatidae 광택날도래과												
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa												
Hydroptilidae 애날도래과												
Hydroptila KUa 애날도래 KUa		1	1									
Limnephilidae 우묵날도래과												
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래							1				2	
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa												
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb												
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과												
Phryganopsyche latipennis 둥근날개날도래												
Lepidostomatidae 네모집날도래과												
Georodes KUa 네모집날도래 KUa	2	2										
Georodes KUb 네모집날도래 KUb								1			2	
Sericostomatidae 털날도래과												
Gumaga KUa 털날도래 KUa												
Odontoceridae 바수염날도래과												
Psilotreta kisoensis 바수염날도래									1			
No. of species occurred	19	8	14	7	6	6	4	9	10	6	11	6
Total number of individuals	40	17	37	10	41	23	30	29	33	9	23	34

dCollection @ chosun

Appendix 3. Occurrence of invertebrate on each study stations at the 3rd time of survey in 2004.(ind./0.5m^2)

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLUSCA 연체동물문												
GASTROPODA 복족강												
MESOGASTROPODA 중복족목												
Pleuroceridae 다슬기과												
Semisulcospira libertina 다슬기											2	1
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기												1
ANNELIDA 환형동물문												
OLIGOCHAETA 빈모강												
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목												
Naididae 물지렁이과												
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이												
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이												
HIRUNDINEA 거머리강												
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목												
Erpobdellidae 돌거머리과												
Eepobdella sp. 돌거머리류												
ATHROPODA 절지동물문												
CRUSTACEA 갑각강												
AMPHIPODA 단각목												
Gammaridae 옆새우과												
Gammarus sobaegensis 보통옆새우												
INSECTA 곤충강												
EPHEMEROPTERA 하루살이목												
Siphlonuridae 옛하루살이과												
Siphlonurus chankae 옛하루살이				1								
Ameletidae 피라미하루살이과												
Ameletus montanus 멧피라미하루살이			1	2				1				
Baetidae 꼬마하루살이과												
Baetis thermicus 꼬마하루살이	2	2	1	1	2	2	2	1	3	2	6	
Baetis nla 꼬마하루살이 nla			1		3	1	2	1			1	
Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa	1	1	1				1	2	4	1	3	
Baetiella turberculata 애호랑하루살이												
Baetiella japonica 애하루살이												
Isonychiidae 빗자루하루살이과												
Isonychia sp. 빗자루하루살이류												
Heptageniidae 납작하루살이과												
Epeorus latifolium 부채하루살이	2	2	1	1		1		4	2	2	1	4
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이	1	4		1	1		1	6	5			4
Iron maculatus 긴부채하루살이		1										
Iron aesculus 중부채하루살이	1								1		1	1
Rithrogena na 산납작하루살이 na												
Ecdyonurus levis 네점하루살이												
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	6	1	11	6	12	6	28	7	25	4	9	11
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이												
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이												
Ecdyonurus bajkovae 몽뚝하루살이												1

dCollection @ chosun

Appendix 3. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leptophlebiidae 밤색하루살이과												
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이	1											
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이												1
Ephemeridae 하루살이과												
Ephemera strigata 무늬하루살이												
Ephemera orientalis 동양하루살이								1	3			
Ephemerellidae 알락하루살이과												
Drunella triacantha 삼지창하루살이												
Drunella cryptomeria 알통하루살이							1	1		1		1
Serratella setigera 범꼬리하루살이												
Ephemerella imanishii 칠성하루살이												
ODONATA 잠자리목												
Gomphidae 부채장수잠자리과												
Davidius lunatus 쇠측범잠자리												
Onychogompus ringens 노란측범잠자리												
Burmagompus KUa 자루측범잠자리												
Aeshnidae 왕잠자리과												
Aeshna juncea 별박이왕잠자리												
PLECOPTERA 강도래목												
Nemouridae 민강도래과												
Nemoura tau 토우민강도래							1					
Nemoura KUa 민강도래 KUa						1						
Amphinemura coreana 총채민강도래								1				
Capniidae 흰배민강도래과												
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa					1							
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과												
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa												
Pteronarcidae 큰그물강도래과												
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래												
Perlodidae 그물강도래과												
Megarcys occhracea 그물강도래					1							
Stavsolus KUa 그물강도래붙이							1					
Perlidae 강도래과												
Oyamia coreana 진강도래	1	1	1	2	2	2	1	1	3	2	1	1
Paragnetina flavotincta 강도래붙이				1								
Kamimuria KUa 강도래 KUa									1			
Kiotina decorata 무늬강도래						1						
Chloroperlidae 녹색강도래과												
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래												1
DIPTERA 파리목												
Tipulidae 각다귀과												
Tipula KUd 각다귀 KUd												
Tipula KUe 각다귀 KUe												
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa												
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa		1					1					
Eriocera KUb 검정날개각다귀 KUb				1								
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc												
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa												

dCollection @ chosun

Appendix 3. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Simuliidae 먹파리과												
Simulium sp. 먹파리류			1									
Chironomidae 깔다구과												
Chironomidae sp.1					2						1	
Chironomidae sp.2											1	
Chironomidae sp.3												
Chironomidae sp.4												
Chironomidae sp.5												
Athericidae 개울등에과												
Atherix KUa 개울등에 KUa												
Suragina KUa 긴개울등에 KUa												
Dolichopodidae 장다리파리과												
Dolichopodidae sp.												
Blepharoceridae 멧모기과												
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa												
TRICHOPTERA 날도래목												
Stenopsychidae 각날도래과												
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래												
Philopotamidae 입술날도래과												
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa												
Hydropsychidae 줄날도래과												
Arctopsyche ladogensis 곱줄날도래												
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래												
Hydropsyche valvata												
Hydropsyche orientalis 동양줄날도래		2					3		1			1
Rhyacophilidae 물날도래과												
Rhyacophila narvae 무늬물날도래							1					
Rhyacophila brevicephala 넓은머리물날도래												
Rhyacophila nigrocephala 검은머리물날도래												
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa												1
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb												
Glossosomatidae 광택날도래과												
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa	1	1					1	2	1		1	1
Hydroptilidae 애날도래과												
Hydroptila KUa 애날도래 KUa												
Limnephilidae 우묵날도래과												
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래												
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa												
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb												
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과												
Phryganopsyche latipennis 둥근날개날도래												
Lepidostomatidae 네모집날도래과												
Georodes KUa 네모집날도래 KUa							1				1	
Georodes KUb 네모집날도래 KUb												
Sericostomatidae 털날도래과												
Gumaga KUa 털날도래 KUa												
Odontoceridae 바수염날도래과												
Psilotreta kisoensis 바수염날도래							1					
No. of species occurred	9	10	8	9	8	7	15	12	11	6	12	14
Total number of individuals	16	16	18	16	24	14	46	28	49	12	28	30

dCollection @ chosun

Appendix 4. Occurrence of invertebrate on each study stations at the 1st time of survey in 2005.(ind./0.5m^2)

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLUSCA 연체동물문												
GASTROPODA 복족강												
MESOGASTROPODA 중복족목												
Pleuroceridae 다슬기과												
Semisulcospira libertina 다슬기									1			
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기										2		
ANNELIDA 환형동물문												
OLIGOCHAETA 빈모강												
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목												
Naididae 물지렁이과												
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이												
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이												2
Pristina sp. 주둥이물지렁이류					3		2	1				
Slavina appendiculata 긴털껍질물지렁이			17		7	3	221	1	1	2	3	4
Tubificidae 실지렁이과												
Aulodrilus sp.												
Limnodrilus sp.									1		1	
HIRUNDINEA 거머리강												
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목												
Erpobdellidae 돌거머리과												
Eepobdella sp. 돌거머리류												
ATHROPODA 절지동물문												
CRUSTACEA 갑각강												
ISOPODA 등각목												
Asellidae 물벌레과												
Asellus hilgendorfii 물벌레						1		1				
AMPHIPODA 단각목												
Gammaridae 옆새우과												
Gammarus sobaegensis 보통옆새우												
DECAPODA 십각목												
Cambaridae 가재과												
Cambaroides similis 가재												
INSECTA 곤충강												
EPHEMEROPTERA 하루살이목												
Ameletidae 피라미하루살이과												
Ameletus montanus 멧피라미하루살이	1			4	4	3	1			1	1	
Baetidae 꼬마하루살이과												
Baetis thermicus 꼬마하루살이	1	1	1	1			1					
Baetis nla 꼬마하루살이 nla	1	2	9	1	1	5	1		40	9	29	10
Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa	1	1	2	1	1	13	1	30	14	1	2	
Baetiella turberculata 애호랑하루살이											1	1
Baetiella japonica 애하루살이		1	1							1	1	
Heptageniidae 납작하루살이과												
Epeorus latifolium 부채하루살이	1						1		1		8	4
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이	17	24	31	6	2	36	8	23	67	30	85	272
Iron maculatus 긴부채하루살이				1			1			1		
Iron aesculus 중부채하루살이	3	1		1	1	1	1			1	1	
Rithrogena na 산납작하루살이 na	2	1	1			7				15	2	2
Ecdyonurus levis 네점하루살이												
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	36	63	65	20	45	49	76	113	192	72	124	55
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이		1		1		1		1	1		1	1

dCollection @ chosun

Appendix 4. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이		1										
Ecdyonurus bajkovae 몽똑하루살이											5	5
Heptagenia kyotoensis 총채하루살이									1			
Bleptus fasciatus 맵시하루살이												
Leptophlebiidae 밤색하루살이과												
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이	16	2	7	40	30	25	32	17	5	1	3	2
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이		2	29	3		2			1	6	9	8
Ephemeridae 하루살이과												
Ephemera strigata 무늬하루살이				1			2					
Ephemera orientalis 동양하루살이												
Ephemerellidae 알락하루살이과												
Drunella triacantha 삼지창하루살이								1	1	1	1	1
Drunella acules 뿔하루살이									1	1	1	1
Drunella cryptomeria 알통하루살이	5	3		2	2	2	1	1	3		1	
Serratella setigera 범꼬리하루살이		1	7				1			2		5
Ephemerella keijoensis 알락하루살이						3	1		6		1	5
Uracanthella rufa 등줄하루살이										1	1	1
Cincticostella tshernovae 먹하루살이												1
ODONATA 잠자리목												
Gomphidae 부채장수잠자리과												
Davidius lunatus 쇠측범잠자리											1	
Onychogompus ringens 노란측범잠자리												
Burmagompus KUa 자루측범잠자리												
PLECOPTERA 강도래목												
Nemouridae 민강도래과												
Nemoura tau 토우민강도래	1			1	6				1	1	1	
Nemoura KUa 민강도래 KUa					1							
Amphinemura coreana 총채민강도래	1		1	3	1	1	1			1		
Capniidae 흰배민강도래과												
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa				1	1	2				1		
Leuctridae 꼬마강도래과												
Rhopalopsole mahunkai 꼬마강도래												
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과												
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa												
Pteronarcidae 큰그물강도래과												
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래									1	1		1
Perlodidae 그물강도래과												
Megarcys occhracea 그물강도래							1					
Stavsolus KUa 그물강도래붙이				1	1	1	2					
Perlidae 강도래과												
Oyamia coreana 진강도래			7				1	1	6	1	2	6
Paragnetina flavotincta 강도래붙이		1				2	1		2	2	1	
Kamimuria KUa 강도래 KUa			3	1		2		3	4	1	1	2
Kiotina decorata 무늬강도래												
Chloroperlidae 녹색강도래과												
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래				1						1		
MEGALOPTERA 뱀잠자리목												
Corydalidae 뱀잠자리과												
Protohermes sp. 뱀잠자리류												
Coleoptera 딱정벌레목												
Noteridae 자색물방개과												
Noterus sp. 자색물방개류												
Psephenidae 물삿갓벌레과												
Mataeopsephus KUa 넓은물삿갓벌레												

dCollection @ chosun

Appendix 4. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIPTERA 파리목												
Tipulidae 각다귀과												
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa							1					
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa						1			1			
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc					1				1			
Antocha KUa 명주각다귀 KUa	1	1			1		3					
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa												
Dixidae 애모기과												
Dixidae sp. 애모기류												
Simuliidae 먹파리과												
Simulium sp. 먹파리류	1			1					1	1		1
Ceratopogonidae 등에모기과												
Ceratopogonidae sp.		2			2		2				1	1
Chironomidae 깔다구과												
Chironomidae sp.1	7		87	7	43	23	89	27	13	8	29	1
Chironomidae sp.2	1	1	7			2	10	4	7	2	1	6
Chironomidae sp.3			21	1	4				5	1	1	19
Chironomidae sp.4			7		1		14	2		1		1
Chironomidae sp.5				1	2							
Athericidae 개울등에과												
Atherix KUa 개울등에 KUa											1	1
Suragina KUa 긴개울등에 KUa												1
Empididae 춤파리과												
Empididae sp.1				2	1	3	1	5	3	1		1
Empididae sp.2		1	9	4	2	1	7	10	24	2	2	
Blepharoceridae 멧모기과												
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa	1											
TRICHOPTERA 날도래목												
Stenopsychidae 각날도래과												
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래												1
Stenopsyche bergeri 연날개수염치레각날도래												
Philopotamidae 입술날도래과												
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa												
Polycentropodidae 깃날도래과												
Plectrocnemia KUa 깃날도래 KUa												1
Ecnomidae 별날도래과												
Ecnomus tenellus 별날도래			1				1	1				
Hydropsychidae 줄날도래과												
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래			1							1		
Cheumatopsyche KUa 꼬마줄날도래 KUa												
Rhyacophilidae 물날도래과												
Apsilochorema KUa 긴발톱물날도래			1							2		
Rhyacophila narvae 뿌뇌물날도래												
Rhyacophila clemens 크레멘스물날도래												
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa						2			1	1		
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb												
Glossosomatidae 광택날도래과												
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa		3	1			19	1		1	88	3	1
Hydroptilidae 애날도래과												
Hydroptila KUa 애날도래 KUa												

dCollection @ chosun

Appendix 4. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limnephilidae 우묵날도래과												
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래	2					1	2					
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa				1				1				
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb							1					
Geora japonica 가시날도래												
Lepidostomatidae 네모집날도래과												
Georodes KUa 네모집날도래 KUa		1		2	3	4	4	3		5	1	
Georodes KUb 네모집날도래 KUb			2					1	1		1	
Sericostomatidae 털날도래과												
Gumaga KUa 털날도래 KUa					1			1				
Odontoceridae 바수염날도래과												
Psilotreta kisoensis 바수염날도래			8			1	1	2	8	3	1	15
No. of species occurred	19	21	25	27	26	29	35	23	33	38	36	33
Total number of individuals	99	114	326	109	167	216	494	250	416	272	328	438

dCollection @ chosun

Appendix 5. Occurrence of invertebrate on each study stations at the 2nd time of survey in 2005.(ind./0.5m^2)

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLUSCA 연체동물문												
GASTROPODA 복족강												
MESOGASTROPODA 중복족목												
Pleuroceridae 다슬기과												
Semisulcospira libertina 다슬기									1		1	1
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기												1
ANNELIDA 환형동물문												
OLIGOCHAETA 빈모강												
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목												
Naididae 물지렁이과												
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이												
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이												
Pristina sp. 주둥이물지렁이류									1			
Slavina appendiculata 긴털껍질물지렁이	1						3		1			1
Tubificidae 실지렁이과												
Aulodrilus sp.												
Limnodrilus sp.												
HIRUNDINEA 거머리강												
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목												
Erpobdellidae 돌거머리과												
Eepobdella sp. 돌거머리류		1										
ATHROPODA 절지동물문												
CRUSTACEA 갑각강												
ISOPODA 등각목												
Asellidae 물벌레과												
Asellus hilgendorfii 물벌레												
AMPHIPODA 단각목												
Gammaridae 옆새우과												
Gammarus sobaegensis 보통옆새우										1		
DECAPODA 십각목												
Cambaridae 가재과												
Cambaroides similis 가재												
INSECTA 곤충강												
EPHEMEROPTERA 하루살이목												
Ameletidae 피라미하루살이과												
Ameletus montanus 멧피라미하루살이	1							1				
Baetidae 꼬마하루살이과												
Baetis thermicus 꼬마하루살이	2	1	1		1	1	7	1			1	
Baetis nla 꼬마하루살이 nla	3	3	11			5	1	3	68		82	21
Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa	1		2	1	11	4	4	16	1	4		2
Baetiella turberculata 애호랑하루살이	1	1	1		1				10	1	5	1
Baetiella japonica 애하루살이												
Heptageniidae 납작하루살이과												
Epeorus latifolium 부채하루살이	1	3	1		1	1		1	1			
Iron maculatus 긴부채하루살이												
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이	31	12	2	6	1	11	2	1	6	2	58	24
Iron aesculus 중부채하루살이					1			1				
Rithrogena na 산납작하루살이 na		1	1	5	1	2	1			1	2	
Ecdyonurus levis 네점하루살이		1	2					1	2	4	1	1
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	130	62	205	113	177	75	146	121	99	48	246	145
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이	1		1	1	2		1	1				

dCollection @ chosun

Appendix 5. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이			2									
Ecdyonurus bajkovae 몽뚝하루살이		1										3
Heptagenia kyotoensis 총채하루살이					1					1	1	
Bleptus fasciatus 맵시하루살이				1								
Leptophlebiidae 밤색하루살이과												
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이				4	3		1		1			
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이			1								3	3
Ephemeridae 하루살이과												
Ephemera strigata 무늬하루살이					3						1	1
Ephemera orientalis 동양하루살이			1									
Ephemerellidae 알락하루살이과												
Drunella triacantha 삼지창하루살이												
Drunella acules 뿔하루살이												
Drunella cryptomeria 알통하루살이	1	1		1	3		1	1			1	1
Serratella setigera 범꼬리하루살이	1		6	1					1	1	13	5
Ephemerella keijoensis 알락하루살이			1	1							3	
Uracanthella rufa 등줄하루살이			1									
Cincticostella tshernovae 먹하루살이												
ODONATA 잠자리목												
Gomphidae 부채장수잠자리과												
Davidius lunatus 쇠측범잠자리												
Onychogompus ringens 노란측범잠자리												
Burmagompus KUa 자루측범잠자리												
PLECOPTERA 강도래목												
Nemouridae 민강도래과												
Nemoura tau 토우민강도래												
Nemoura KUa 민강도래 KUa												
Amphinemura coreana 총채민강도래	1			2	6				2			
Capniidae 흰배민강도래과												
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa	2	4		1								
Leuctridae 꼬마강도래과												
Rhopalopsole mahunkai 꼬마강도래		1										
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과												
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa	1											
Pteronarcidae 큰그물강도래과												
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래												
Perlodidae 그물강도래과												
Megarcys occhracea 그물강도래					1							
Stavsolus KUa 그물강도래붙이	1			1	3	1						
Perlidae 강도래과												
Oyamia coreana 진강도래	2	1	1		2					4	8	3
Paragnetina flavotincta 강도래붙이					1						2	
Kamimuria KUa 강도래 KUa	2	1					1	1				
Kiotina decorata 무늬강도래							1					
Chloroperlidae 녹색강도래과												
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래												
MEGALOPTERA 뱀잠자리목												
Corydalidae 뱀잠자리과												
Protohermes sp. 뱀잠자리류					1							
Coleoptera 딱정벌레목												
Noteridae 자색물방개과												
Noterus sp. 자색물방개류												
Psephenidae 물삿갓벌레과												
Mataeopsephus KUa 넓은물삿갓벌레												

dCollection @ chosun

Appendix 5. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIPTERA 파리목												
Tipulidae 각다귀과												
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa												
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa		1										
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc												
Antocha KUa 명주각다귀 KUa									1			
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa							1					
Dixidae 애모기과												
Dixidae sp. 애모기류												
Simuliidae 먹파리과												
Simulium sp. 먹파리류			1						1			
Ceratopogonidae 등에모기과												
Ceratopogonidae sp.												
Chironomidae 깔다구과												
Chironomidae sp.1	6		2	9	6		10	4	5	1	1	
Chironomidae sp.2	3	1	4		2			2	2			1
Chironomidae sp.3	1	1	1								1	
Chironomidae sp.4		1										
Chironomidae sp.5												
Athericidae 개울등에과												
Atherix KUa 개울등에 KUa											1	
Suragina KUa 긴개울등에 KUa												
Empididae 춤파리과												
Empididae sp.1										1		
Empididae sp.2												
Blepharoceridae 멧모기과												
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa												
TRICHOPTERA 날도래목												
Stenopsychidae 각날도래과												
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래												
Stenopsyche bergeri 연날개수염치레각날도래											1	
Philopotamidae 입술날도래과												
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa	1											
Polycentropodidae 깃날도래과												
Plectrocnemia KUa 깃날도래 KUa												
Ecnomidae 별날도래과												
Ecnomus tenellus 별날도래												
Hydropsychidae 줄날도래과												
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래	2	1	1		1		1				1	
Cheumatopsyche KUa 꼬마줄날도래 KUa						1						
Rhyacophilidae 물날도래과												
Apsilochorema KUa 긴발톱물날도래	1			1								
Rhyacophila narvae 무늬물날도래			1									
Rhyacophila clemens 크레멘스물날도래												
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa	1										2	
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb												
Glossosomatidae 광택날도래과												
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa	2	2	1			1						
Hydroptilidae 애날도래과												
Hydroptila KUa 애날도래 KUa												

dCollection @ chosun

Appendix 5. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limnephilidae 우묵날도래과												
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래												
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa												
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb												
Geora japonica 가시날도래												
Lepidostomatidae 네모집날도래과												
Georodes KUa 네모집날도래 KUa	4	1		4	5		5	1		3	1	1
Georodes KUb 네모집날도래 KUb	1					3	5				1	
Sericostomatidae 털날도래과												
Gumaga KUa 털날도래 KUa												
Odontoceridae 바수염날도래과												
Psilotreta kisoensis 바수염날도래			1			1		1	1		2	4
No. of species occurred	28	22	25	16	23	12	17	16	18	13	25	18
Total number of individuals	205	102	252	152	234	106	191	157	204	72	439	219

dCollection @ chosun

Appendix 6. Occurrence of invertebrate on each study stations at the 3rd time of survey in 2005.(ind./0.5m^2)

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOLUSCA 연체동물문												
GASTROPODA 복족강												
MESOGASTROPODA 중복족목												
Pleuroceridae 다슬기과												
Semisulcospira libertina 다슬기			1						1			1
Semisulcospira paucicinta 주머니다슬기									8	1	2	
ANNELIDA 환형동물문												
OLIGOCHAETA 빈모강												
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목												
Naididae 물지렁이과												
Chaetogaster diaphanus 수정털배물지렁이			4									1
Amphichaeta asiatica 아시아양털물지렁이		2	3									1
Pristina sp. 주둥이물지렁이류			2		1							2
Slavina appendiculata 긴털껍질물지렁이		1	17		1				1	1		1
Tubificidae 실지렁이과												
Aulodrilus sp.									1			1
Limnodrilus sp.									1			1
HIRUNDINEA 거머리강												
GNATHOBDELLIDA 턱거머리목												
Erpobdellidae 돌거머리과												
Eepobdella sp. 돌거머리류												
ATHROPODA 절지동물문												
CRUSTACEA 갑각강												
ISOPODA 등각목												
Asellidae 물벌레과												
Asellus hilgendorfii 물벌레												
AMPHIPODA 단각목												
Gammaridae 옆새우과												
Gammarus sobaegensis 보통옆새우									1			
DECAPODA 십각목												
Cambaridae 가재과												
Cambaroides similis 가재					1							
INSECTA 곤충강												
EPHEMEROPTERA 하루살이목												
Ameletidae 피라미하루살이과												
Ameletus montanus 멧피라미하루살이					1		1				1	
Baetidae 꼬마하루살이과												
Baetis thermicus 꼬마하루살이	26	10	49		1		5	5	7	1	1	
Baetis nla 꼬마하루살이 nla	5	1	1	2	6	10	38	26	1	11	6	17
Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa					4		4	6	13	1	11	
Baetiella turberculata 애호랑하루살이	1	1						1				
Baetiella japonica 애하루살이	1											
Heptageniidae 납작하루살이과												
Epeorus latifolium 부채하루살이	1	1	2			1		1	4		1	3
Epeorus curvatulus 흰부채하루살이	4	8	7	1		8	7	17	93	15	55	76
Iron maculatus 긴부채하루살이												
Iron aesculus 중부채하루살이											1	
Rithrogena na 산납작하루살이 na		1	12		1	4		1		14	2	2
Ecdyonurus levis 네점하루살이											1	
Ecdyonurus kibunensis 두점하루살이	186	472	187	42	96	100	99	69	364	148	223	80
Ecdyonurus dracon 참납작하루살이			1		1	1					1	

dCollection @ chosun

Appendix 6. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cinygmula grandiforlia 봄처녀하루살이		4				1						
Ecdyonurus bajkovae 몽똑하루살이		4									2	7
Heptagenia kyotoensis 총채하루살이		1	3			1		1				
Bleptus fasciatus 맵시하루살이				1								
Leptophlebiidae 밤색하루살이과												
Paraleptophlebia chocorata 두갈래하루살이	17	19	67	23	20	39	40	1	26	17	24	16
Choroterpes trifurcata 세갈래하루살이	4	56	3		3	3				1		
Ephemeridae 하루살이과												
Ephemera strigata 무늬하루살이			2			1			1		1	4
Ephemera orientalis 동양하루살이												
Ephemerellidae 알락하루살이과												
Drunella triacantha 삼지창하루살이												
Drunella acules 뿔하루살이												
Drunella cryptomeria 알통하루살이	23	76	5	1		7	20	1	34	1	15	8
Serratella setigera 범꼬리하루살이									1			
Ephemerella keijoensis 알락하루살이	1	35	37				3	1	1	5		2
Uracanthella rufa 등줄하루살이	1		1									
Cincticostella tshernovae 먹하루살이												1
ODONATA 잠자리목												
Gomphidae 부채장수잠자리과												
Davidius lunatus 쇠측범잠자리						1	3		1	1	1	
Onychogompus ringens 노란측범잠자리									1			
Burmagompus KUa 자루측범잠자리			2									
PLECOPTERA 강도래목												
Nemouridae 민강도래과												
Nemoura tau 토우민강도래	1											
Nemoura KUa 민강도래 KUa												
Amphinemura coreana 총채민강도래	1	1		1	1				1			
Capniidae 흰배민강도래과												
Capnia KUa 흰배민강도래 KUa	2	19			2		3		4			
Leuctridae 꼬마강도래과												
Rhopalopsole mahunkai 꼬마강도래												
Peltoperlidae 넓은가슴강도래과												
Yoraperla KUa 넓은가슴강도래 KUa												
Pteronarcidae 큰그물강도래과												
Pteronarcys sachalina 큰그물강도래		1										
Perlodidae 그물강도래과												
Megarcys occhracea 그물강도래	1											
Stavsolus KUa 그물강도래붙이	1	1		3	1				1			
Perlidae 강도래과												
Oyamia coreana 진강도래		5	3			1		2	6	3	4	8
Paragnetina flavotincta 강도래붙이												
Kamimuria KUa 강도래 KUa	2	7		1		2	9	3	4	2	1	
Kiotina decorata 무늬강도래									4			
Chloroperlidae 녹색강도래과												
Sweltsa nikkoensis 녹색강도래	1											
MEGALOPTERA 뱀잠자리목												
Corydalidae 뱀잠자리과												
Protohermes sp. 뱀잠자리류												
COLEOPTERA 딱정벌레목												
Noteridae 자색물방개과												
Noterus sp. 자색물방개류												1
Psephenidae 물삿갓벌레과												
Mataeopsephus KUa 넓은물삿갓벌레												2

dCollection @ chosun

Appendix 6. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIPTERA 파리목												
Tipulidae 각다귀과												
Pedicia KUa 장수각다귀 KUa												
Eriocera KUa 검정날개각다귀 KUa			1	1	2		1		1	1	1	1
Eriocera KUc 검정날개각다귀 KUc				1								
Antocha KUa 명주각다귀 KUa		1	1									
Dicranota KUa 애기각다귀 KUa										1		
Dixidae 애모기과												
Dixidae sp. 애모기류				1	1							
Simuliidae 먹파리과												
Simulium sp. 먹파리류										1		
Ceratopogonidae 등에모기과												
Ceratopogonidae sp.	1								1			
Chironomidae 깔다구과												
Chironomidae sp.1	4	23	39	15		1	9	58	12	25	1	11
Chironomidae sp.2		2	4				5	1	2	1		2
Chironomidae sp.3	1								16	1		
Chironomidae sp.4												
Chironomidae sp.5			1		1		2		1		3	
Athericidae 개울등에과												
Atherix KUa 개울등에 KUa												1
Suragina KUa 긴개울등에 KUa												2
Empididae 춤파리과												
Empididae sp.1		3	4				1					
Empididae sp.2		1	4				1					
Blepharoceridae 멧모기과												
Bibiocephala KUa 물멧모기 KUa												
TRICHOPTERA 날도래목												
Stenopsychidae 각날도래과												
Stenopsyche griseipennis 수염치레각날도래												
Stenopsyche bergeri 연날개수염치레각날도래												
Philopotamidae 입술날도래과												
Wormaldia KUa 입술날도래 KUa												
Polycentropodidae 깃날도래과												
Plectrocnemia KUa 깃날도래 KUa					1							
Ecnomidae 별날도래과												
Ecnomus tenellus 별날도래						1						
Hydropsychidae 줄날도래과												
Hydropsyche kozhantschikovi 줄날도래									1	1		
Cheumatopsyche KUa 꼬마줄날도래 KUa												
Rhyacophilidae 물날도래과												
Apsilochorema KUa 긴발톱물날도래												
Rhyacophila narvae 무늬물날도래	3	1		1		2						
Rhyacophila clemens 크레멘스물날도래	1											
Rhyacophila KUa 물날도래 KUa	1	1				1			1			1
Rhyacophila KUb 물날도래 KUb				1								
Glossosomatidae 광택날도래과												
Glossosoma KUa 광택날도래 KUa	13	1					1					1
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과												
Phryganopsyche latipennis 둥근날개날도래	2											
Hydroptilidae 애날도래과												
Hydroptila KUa 애날도래 KUa							1					

dCollection @ chosun

Appendix 6. Continued.

Taxa	Site and Station											
	Baemsagol			Chilsun			Piagol			Daesungri		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limnephilidae 우묵날도래과												
Hydatophylax nigrovittatus 띠무늬우묵날도래	5			1	1		3			1		
Apatania KUa 애우묵날도래 KUa	34	2		1			1					
Apatania KUb 애우묵날도래 KUb												
Geora japonica 가시날도래												1
Lepidostomatidae 네모집날도래과												
Georodes KUa 네모집날도래 KUa		1	1	1		8	4			1	1	1
Georodes KUb 네모집날도래 KUb												
Sericostomatidae 털날도래과												
Gumaga KUa 털날도래 KUa												
Odontoceridae 바수염날도래과												
Psilotreta kisoensis 바수염날도래			25	1		1		1	1		3	2
No. of species occurred	28	32	30	19	19	21	23	17	34	24	24	31
Total number of individuals	344	762	489	99	145	194	261	195	616	255	362	258

Collection @ chosun

감사의 글

처음 대학원에 입학할 때의 계획과 각오들이 빨리도 무너져버리고 수업과 시험과 논문에 급급해하고, 개인적으로는 결혼과 출산이라는 큰일을 치루며 졸업을 맞이하게 되었습니다. 이 자리에 서니 아쉬운 마음과 감사한 마음만 남는 것 같습니다. 지면을 통해서나마 감사한 마음을 진심으로 전하고자 합니다.

먼저 여기까지 모든 것을 계획하고 인도해주신 하나님께 감사드립니다.

부족한 저를 끝까지 긴인내심으로 지도해주신 윤성명교수님 마음깊이 감사드립니다. 3년 동안 지도해주신 이용보교수님, 이규배교수님, 조은희교수님 감사드립니다.

실험실생활을 즐겁게 해주고 또한 채집, 동정 등 모든 면에서 도움을 준 실험실 가족들 영환, 태원, 현기, 태업, 신나, 혜영, 지혜 모두에게 고마운 마음을 전하고 싶습니다. 또다른자리에서도 늘 반갑고 좋은 모습으로 만나고 싶습니다.

광주에서의 새로운 생활에 활력소가 되어준 새로운 인연의 친구들로 힘이 되어주고 의지가 되어준 수미, 은, 점순언니, 진아, 혜경, 지경, 현숙, 영미 등 대학원학우 모두 고마운 마음 전합니다.

마지막으로 딸내미 공부하라고 목포에서 광주를 오가시며 딸 현서를 돌봐주신 부모님께 무한한 감사를 드리며 열심인 모습으로 보답하고 싶습니다.

dCollection @ chosun

저작물 이용 허락서

학 과	생물교육	학 번	20038067	과 정	석사
성명	한글: 임 수 연 한문: 林 秀 妍 영문: Lim Su Yeon				
주소	광주광역시 북구 우산동 현대아파트 108동 402호				
연락처	T.(062)266-0677 E-MAIL: jennysu@hanmail.net				
논문제목	한글 : 지리산 국립공원에 서식하는 수서무척추동물의 생물다양성 및 군집구조 영문 : A Study on the Biodiversity and Community Structure of Freshwater Invertebrates in the Mt. Girisan National Park				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억 장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

2005년 12월 일

저작자: 임 수 연 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하