

오십천수계의 저서성 대형무척추동물의 군집구조

이종욱 · 김기범 · 김정한

영남대학교 생물학과

Community structures of aquatic insects and benthic macroinvertebrates in Oosip stream

LEE, Jong Wook, Ki Beom KIM and Jung Han KIM

Department of Biology, Yeungnam University

ABSTRACT

An ecological survey was conducted in Oosip stream, from February 2002 to December 2002. According to the result, aquatic insects and macroinvertebrates were composed of 4 phyla, 6 classes, 18 orders, 59 families, 105 genera, 138 species.

Those included 30 species, 7 families of Ephemeroptera; 18 species, 7 families of Odonata; 23 species, 9 families of Plecoptera; 2 species, 1 family of Megaloptera; 4 species, 3 families of Hemiptera; 11 species, 4 families of coleoptera; 23 species, 9 families Tricoptera and 16 species, 9 families of Diptera.

Ephemeroptera, which was dominant in the major sites, occupied 21.7% of total species and 44.4% of total numbers of individuals.

Dominance indices ranged 0.45 ~ 0.83 (mean: 0.60), and species diversity indices ranged 1.31~3.12 (mean: 2.56), Saprobic system based on species diversities that all sites of survey area were β -mesosaprobic.

In functional group, collector supported more than 50% in major sites, but scraper and shredder appeared relatively high ratio in site 1, site 2 and 7, predator supported nearly the same ratio in all site, but relatively high ratio in site 9.

Key words : Oosip stream, aquatic insects, community structure

서 론

오랜 농경생활에서 특히 벼농사의 비중이 높았던 한국에서는 예로부터 하천의 기능과 가치에 큰 의의를

부여하고 있었다. 예로부터 인간은 수자원을 공급해 주는 모체로서 하천을 이용해 왔다. 그러나 중·소하천 유역에 도시화가 진행되면서 강수가 침투될 지표면이 줄어들고 인공건축물로 인해서 하천으로 유입되는 수량은 더욱더 줄어들게 되었다. 여기에 도시화의 가속적인 변화로 인해 환경오염이 급증하고 농약의 과잉 사용, 생활하수 등이 하천 생태계를 파괴하고 있다.

본 조사지역인 영덕 오십천은 경상북도 영덕군 향로봉에서 발원하여 동해로 흘러드는 하천으로 다양한 생태계에 풍부한 생물자원을 보유하고 있다. 이 하천은 하류 유수역에 속하는 도시하천의 하나로 본 조사에서는 수서 환경에 직·간접적인 영향을 받는 수생생물인 저서성대형무척추동물들을 조사하여, 오십천의 현황과 변동추이를 예상하여, 향후 오십천 관리를 위한 수환경의 중요한 기초자료를 제공하고자 연구를 수행하였다.

연구 대상이 되는 저서성 대형무척추동물은 일반적으로 하천의 바닥에 풍부한 영양분 및 물고기와 조류들의 먹이 원으로서 생태계에 중요한 영향을 미친다. 또한, 이들은 상대적으로 긴 생존 기간, 높은 고착성, 이동성이 적고 스스로 서식지를 선택할 수 있으며, 수질에 매우 민감한 반응을 보여 수질을 대변하는 가장 뚜렷한 분류군으로 인정되고 있으며(Hilsenhoff, 1987), Hilsenhoff(1977)가 Biotic index를 제안한 이후 수질 평가와 수질 보전 대책 수립을 위한 기초자료를 위해 국내외적으로 많은 연구가 수행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 영덕 오십천 지역의 저서성 대형무척추동물상을 조사하여, 출현종 수, 분류군 구성, 개체수 현종량 등을 산출하여 월별, 지점별 변화를 알아보고, 이를 기초로 다양도 지수, 우점종 및 우점도 지수를 산출하여 군집의 장기변동을 예측하고 생태환경의 변화 정도를 예상하여 오십천 관리 및 보존을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

조사지의 개황

오십천은 경상북도 영덕군 향로봉에서 발원하여 동해로 흘러드는 하천으로 길이 40km, 유역면적 380km²에 이른다. 하안에는 충적평야가 발달하여 농경지로 이용된다. 영덕군의 많은 취락이 이 하천을 끼고 형성되어 있으며 하안의 영덕읍, 하구의 강구면 등 동해안의 중심취락이 발달되어 있다. 강구는 동해안 유수의 어항으로서 예로부터 은어의 서식지였으나, 지금은 고갈되었다.

조사는 2002년 2월부터 2002년 12월 사이에 야외조사를 실시하였으며, 경상북도 영덕군 영덕읍 신양리에서 경상북도 영덕군 강구면 강구리까지의 전 구간에 9개의 지점을 선정하여 하천 내부지역을 대상으로 조사하였다(Fig. 1).

생물상은 계절적인 영향을 강하게 받아 계절적으로 출현 분류군의 성향이 달라지므로 2월부터 12월까지 격월로 조사를 실시하였다. 그러나 겨울조사는 분류군별로 조사의 의미가 있는 군들만 실시하였다.

조사지점

- ① 제 I 지점 : 경북 영덕군 영덕읍 눌곡리 그리말
- ② 제 II 지점 : 경북 영덕군 영덕읍 신양리 식물동
- ③ 제 III 지점 : 경북 영덕군 영덕읍 오천리 오천교

- ④ 제 IV지점 : 경북 영덕군 영덕읍 신애리 신애
- ⑤ 제 V지점 : 경북 영덕군 영덕읍 취수장
- ⑥ 제 VI지점 : 경북 영덕군 영덕읍 영덕초교
- ⑦ 제 VII지점 : 경북 영덕군 영덕 우곡리 야성교
- ⑧ 제 VIII지점 : 경북 영덕군 영덕 영덕대교
- ⑨ 제 IX지점 : 경북 영덕군 영덕읍 금호리 오십천휴게소

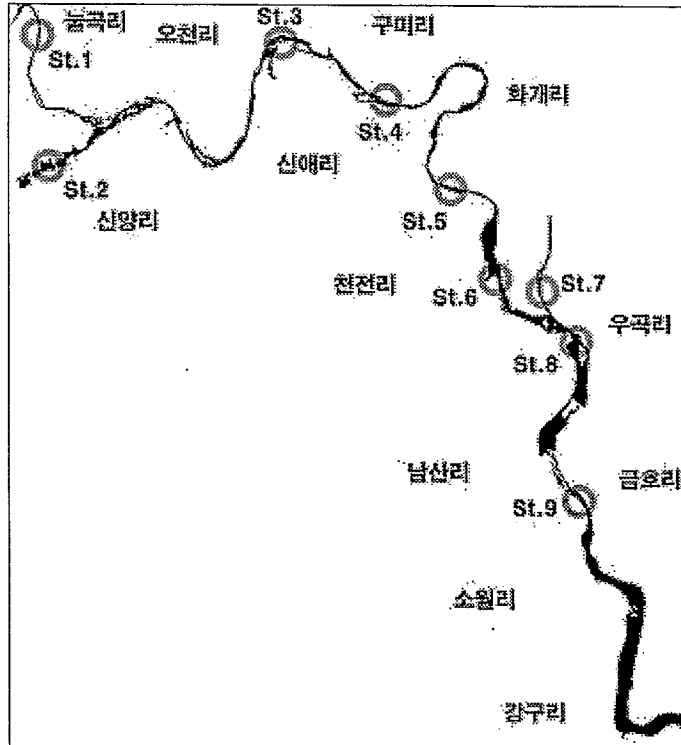


Fig. 1. Map showing the collecting sites of the Yeongdeok Oosip stream

연구방법

1) 채집 방법

조사 대상 지역에서 저서성 대형무척추동물의 정량 채집은 계류형 정량채집망인 Suber net(30×30cm, 망목 0.2mm)를 사용하여 조사지점 당 4회 채집하였으며, 정성채집은 족대(망목 0.2mm)와 뜰채(망목 0.5mm)를 사용하여 가능한 다양한 서식처를 조사하여 채집하였다. 채집한 정량 및 정성 채집물은 플라스틱 병에 넣고 고정액으로 고정한 후 실험실로 옮겨와 80% Ethanol에 보관하고, 동정에 이용하였다.

2) 분류 및 동정

저서성 대형무척추동물의 분류는 기존의 검색표(윤, 1988, 1995 등)를 하였으며, 최근에 출판된 분류군의 자료(Quan et al, 2002 등)도 추가하여 동정 및 분류하였다.

3) 군집분석

각 지점 별 조사를 통하여 각 지점에서 출현 한 종의 수와 개체 수 현존량을 중심으로 지점별 비교 분석하고, 출현종수를 중심으로 다양도 지수를 산출하며, 개체수 현존량을 중심으로 제 1, 2 우점종을 파악하여 우점도 지수를 산출하고 지점별 변화를 보았다.

① 우점도지수 (Dominance Index, DI)

우점도지수는 각 지점별로 정량적 방법에 의해 채집된 개체수 현존량에 의거해서 우점종 2종을 선정하여 McNaughton(1967)의 우점도지수에 의하여 산출하였다.

$$DI = (n1 + n2) / N$$

* DI : 우점도지수

* N : 총 개체수

* n1, n2 : 제 1, 2 우점종의 개체수

② 다양도지수 (Diversity Index, H')

다양도지수는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(H')을 Liloyd와 Ghelardi가 변형한 공식을 이용하였다.

$$H' = -\sum_{i=1}^S (Pi)(\log_2 Pi)$$

* H' : 다양도지수

* S : 전체 종수

* Pi : i 번째에 속하는 개체수의 비율

$$(Pi = ni / N)$$

③ 균등도지수 (Evenness Index)

균등도지수는 Pielov(1975)에 의해 제안된 지수를 적용하였다.

$$EI = H' / \ln(s)$$

* H' : Shannon Weaver의 다양도지수

* ln(s) : 총 개체수

결과 및 고찰

1. 출현 분류군 변동 현황

오십천의 9개 지점을 2002년 2월부터 2002년 12월까지 6회에 걸쳐 채집된 저서성 대형무척추동물은 1차

조사에서 4문 6강 16목 33과 48속 61종, 2차 조사에서 3문 5강 13목 36과 51속 63종, 3차 조사에서 3문 5강 13목 37과 59속 72종, 4차 조사에서 4문 6강 15목 42과 62속 74종, 5차 조사에서 3문 5강 14목 36과 52속 67종, 6차 조사에서 3문 5강 14목 35과 52속 71종이 조사되어 총 5문 6강 18목 59과 105속 138종이 현지 조사되었으며, 문헌기록으로는 2000년 4문 6강 15목 47과 76속 89종이 기록된 바 있어 오십천 유역에 서식하는 저서성 대형무척추동물은 문헌기록을 포함하여 4문 6강 18목 67과 127속 166종으로 나타났으며, 그 목록은 Appendix 1과 같다.

이처럼, 본 조사지역의 상류에 해당하는 1지점과 2지점이 다른 지점에 비해 상대적으로 다양한 분류군이 출현하였지만 7지점과 9지점은 아주 낮은 분류군이 출현하였다. 7지점의 경우 오십천이 마을을 관통해서 흐르기 때문에 수량이 적고 생활하수의 유입 등으로 인해서 수질이 악화되어 환경에 민감한 저서성 대형무척추동물의 출현 분류군이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 9지점의 경우 7지점처럼 수질을 오염시키는 원인은 적으나 수심이 깊고 유속이 느리며 수초가 없어서 저서성 대형무척추동물이 단순한 종류의 분류군을 형성하고 있다.(Table 1)

이 결과 과거 조사에 비해 많은 수의 종이 증가한 것으로 나타났다.

Table 1. Composition of aquatic insects and macroinvertebrates at each sites in the Oosip stream.

site	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sum
문 (Phylum)	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4
강 (Class)	5	5	4	4	4	6	4	5	5	6
목 (Order)	14	14	11	11	11	16	10	12	11	18
과 (Family)	44	40	38	32	37	35	20	34	27	59
속 (Genus)	65	60	56	47	60	57	25	58	32	105
종 (Species)	85	77	69	62	77	71	28	73	35	138
개체수 Ind. no.	886	1,187	736	542	498	634	699	995	348	6,525

2. 출현 종 수 현황

본 연구에 출현한 분류군별 출현종수를 살펴보면 편형동물문 1과 1속 1종, 환형동물문 4과 5속 5종, 연체동물문 6과 10속 13종, 절지동물문 52과 87속 119종이 출현하였으며, 곤충류와 비곤충류로 나누어 볼 때, 곤충류가 48과 89속 115종이 출현하여 전체 분류군의 83.3%, 비곤충류가 16.7%를 차지하였다. 곤충류에서는 하루살이목이 7과 21속 30종으로 가장 많고, 날도래목이 9과 11속 23종, 잠자리목이 7과 15속 18종, 파리목이 9과 13속 16종, 딱정벌레목이 4과 9속 11종, 강도래목이 3과 9속 10종, 노린재목이 3과 4속 4종, 뱀잠자리목이 1과 2속 2종 순으로 나타났다(Fig. 2). 비곤충류 중에서는 연체동물문이 전체 9.4%로 가장 높은 출현

비율로 나타났다. 출현한 분류군 중 하루살이목 4과(납작하루살이과, 알락하루살이과, 밤색하루살이과, 옛하루살이과)와 강도래목, 날도래목 4과(물날도래과, 광택날도래과, 가시날도래과, 각날도래과) 등은 비교적 빠른 유속과 수질이 양호한 곳에 서식하는 종들로 오십천 유역이 현재까지는 비교적 양호한 상태를 유지하고 있는 곳이 많음을 보여준다(Fig. 3).

월별 출현 현황을 살펴보면 2월에서 12월이 평균 61~72종으로 모든 월별에서 비슷한 수의 종이 출현하였다(Table 2). 이것은 하천이나 강은 강우로 인한 수량의 변동에 의해 많은 영향을 받지만, 본 지역이 연 구기간 중 수량의 변동이 거의 없어서 안정한 하천의 상태를 보여주었기 때문이라 사료된다.

월별 출현 분류군의 변동 사항을 살펴보면 거의 모든 분류군이 완만한 변동을 가지고 있지만, 잠자리목에서는 2월, 6월, 12월간에 다소 급격한 변동을 나타내었다. 그러나 잠자리목은 수온이 다소 높은 환경을 선호하기 때문에 수온이 낮은 2월, 12월에는 그 수가 감소했다가 수온이 높아지면 점점 증가하는 경향을 보이기 때문에 수질상의 문제로 여겨지지는 않는다.

본 조사를 통하여 이전 문헌기록에서 나타나지 않은 강도래목과 나비목이 조사되었으며, 날도래목과 잠자리목이 큰 폭으로 증가되어 상류역은 문헌기록보다 생물학적 수질상태가 양호해졌음을 알 수 있다.

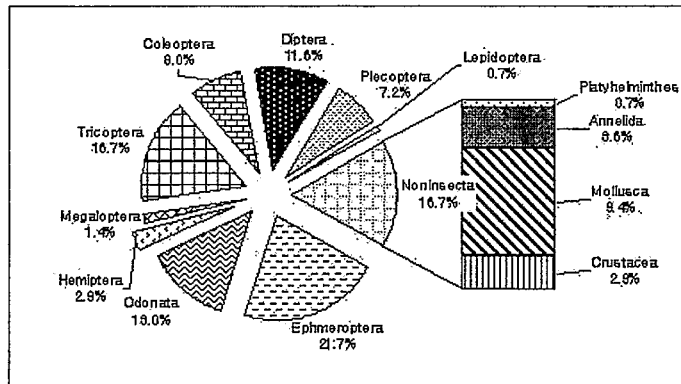


Fig. 2. Composition of species number of aquatic insects and macroinvertebrates at each sites in the Oosip stream.

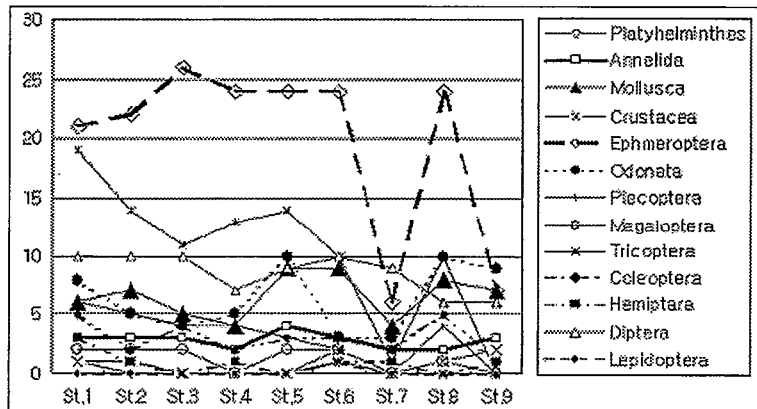


Fig. 3. Seasonal fluctuation of species at each sites in the Oosip stream.

Table 2. Seasonal fluctuation of species in the Oosip stream.

		Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.	Total
편형동물문		1	.	.	1	.	.	1
환형동물문		3	3	3	4	2	3	5
연체동물문		6	5	9	9	6	9	13
절지동물문	갑각강	2	1	1	3	3	2	4
	하루살이목	19	14	16	23	24	20	30
	잠자리목	2	9	14	11	4	2	18
	강도래목	5	3	.	.	1	6	10
	노린재목	1	2	1	1	1	1	4
	뱀잠자리목	1	2	2	1	1	.	2
	날도래목	14	15	13	10	13	12	23
	딱정벌레목	1	4	6	5	4	4	11
	파리목	6	5	7	4	8	11	16
	나비목	0	0	0	0	0	1	1
계		61	63	72	72	67	71	138

3. 출현 개체수 현황

오십천에서 조사된 저서성 대형무척추동물의 개체수 변동은 정량 채집된 자료만을 분석에 이용하였다. 오십천 전체를 살펴보면 전체 분류군 중 수서곤충류가 92.6%(6525개체/m²)를 차지하였으며, 그 중 하루살이목이 2,900개체/m²(44.4%)로 가장 많고, 파리목이 2,263개체/m²(34.7%)로 많은 개체가 조사되었다. 수서곤충을 제외한 분류군에서는 연체동물문(217개체/m²)과 환형동물문(178개체/m²)이 높은 개체수를 나타내었다(Fig. 4). 지점별로 출현 개체수를 살펴보면 상류 수계인 II 지점이 1,187개체/m²로 가장 많은 개체가 조사되었으며 다음 지점으로 I 지점, VIII지점 순으로 나타났다. 그리고 하류 수계인 IX지점이 348개체/m²로 가장 적은 수의 개체가 조사되었다(Fig. 5).

본 결과, 곤충류에서는 대부분 지점에서 파리목과 하루살이목의 개체수가 가장 높게 나타났으며, 비곤충류에서는 환형동물문과 연체동물문이 우세하게 나타났다. 계절별 출현 개체 수는 1,853개체가 채집된 2월이 가장 많은 개체수를 기록하였고 가장 적은 개체수가 채집된 4월은 672개체가 기록되었다(Table 3). 2, 4월에 가장 많이 채집된 분류군은 파리목, 하루살이목 순으로 출현하였다. 일반적으로 우리나라의 하천은 겨울이 되면 겨울 가뭄에 의해 수량이 급격히 감소하는 경향이 있으나 오십천은 본 조사기간 동안 수량의 변동이 다소 적어 많은 수의 개체가 성충으로 우화되어 물 밖으로 나가버리는 봄, 여름에 비해 겨울에 더욱 많은 개체가 나타났다.

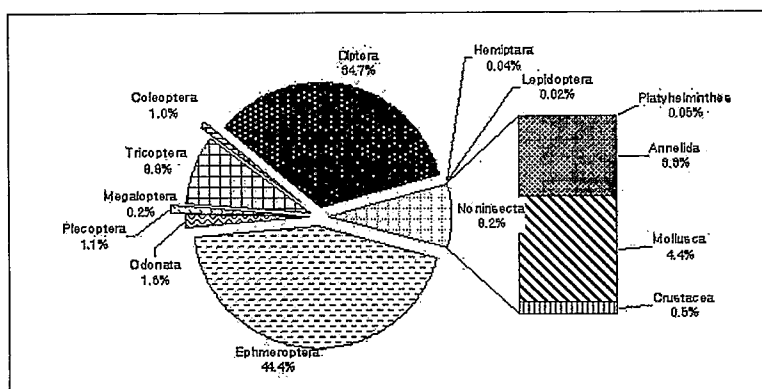


Fig. 4. Composition of individual number of aquatic insects and macroinvertebrates at each sites in the Oosip stream.

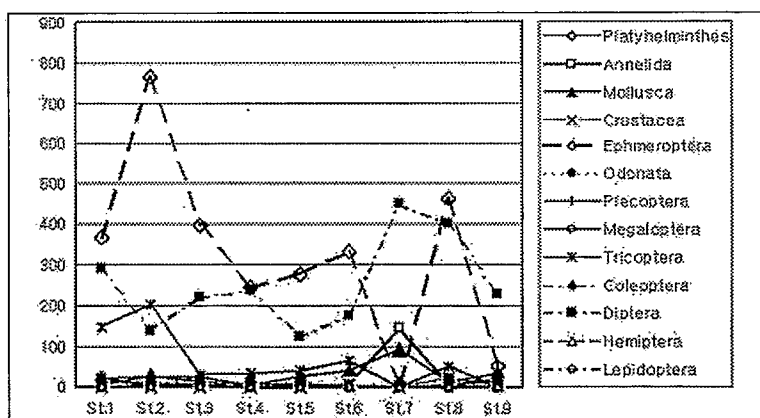


Fig. 5. Seasonal fluctuation of individual number at each sites in the Oosip stream.

Table 3. Seasonal fluctuation of individual number in the Oosip stream.

		Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.	Total
	편형동물문	2	0	0	1	0	0	3
	환형동물문	36	84	17	29	12	37	215
	연체동물문	13	14	67	72	51	69	286
절지동물문	갑각강	5	5	1	8	10	4	33
	하루살이목	744	125	525	444	342	720	2900
	잠자리목	3	10	41	42	6	2	104
	강도래목	42	4	0	0	2	23	71
	노린재목	0	0	0	1	0	1	2
	뱀잠자리목	1	2	2	0	5	0	10
	날도래목	140	65	31	25	177	136	574
	딱정벌레목	3	8	34	6	7	5	63
	파리목	864	355	362	45	211	426	2263
	나비목	0	0	0	0	0	1	1
	계	1,853	672	1,080	673	823	1424	6525

4. 군집분석

1) 우점도지수

계절별 우점도지수는 평균 0.45~0.83로 1월이 가장 높게 나타났으며, 8월이 가장 낮게 나타났다. 각 지점들의 우점도지수는 0.34~0.78로 나타나 우점도는 비교적 높게 나타났다. 그러나, I 지점이 가장 낮은 지수를 나타내었으며, VII 지점이 가장 높은 지수를 보여 수서곤충 및 저서성 대형무척추동물이 서식하기에 적절하지 못한 환경임을 나타내고 있다(Fig. 6). 또한 생물학적 지표종인 우점종의 변동으로 보았을 때, 상류수계(I, II, III, IV, V)는 하류살이류 등이 주로 우점하여 수질환경이 양호한 편이며, 하류수계(VI, VII, VIII, IX) 지점들은 깔따구류와 실지렁이류, 꼬마하루살이류 등이 우점하여 수질환경이 다소 악화되어 있음을 볼 수 있다(Table 4).

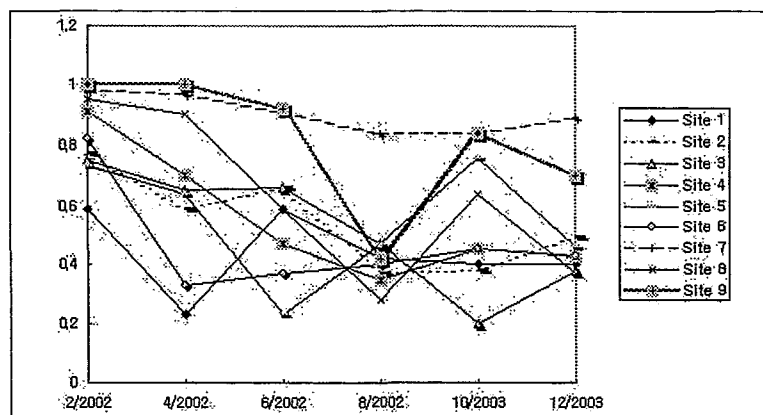


Fig. 6. Seasonal fluctuation of Dominance indices(DI) at each sites in the Oosip stream.

2) 다양도지수(H')

다양도 지수는 5, 6지점을 제외한 1~9지점은 증감이 교차되는 경향을 보였다. 각 지점을 환경요인적 측면에서 볼 때, 다양도지수의 증감이 교차한다는 것은 국소적이지만 환경요인의 작용이 있었음을 시사한다. 전체 지점에서 산출한 다양도지수는 1.31~3.12의 범위를 보여 상류수계는 비교적 풍부한 종구성을 보였으며 하류수계로 갈수록 다양도가 다소 떨어짐을 알 수 있다. 전체적으로는 평균 2.56의 수치를 보여 β 중부수성 지역(β -mesosaprobic)으로 나타났다(Table 5, Fig. 7). β -중부수성 수역은 용존산소량과 수생곤충종류도 많은 빈부수성성 수역보다 한 단계 낮은 수역으로 유기물 양이 조금 많고 분해되는 무기물도 많은 지역으로 부착조류, 수생곤충, 어류 등의 생물량이 많은 수역을 말한다.

Table 4. dominant species, Dominance indices(DI) at each sites in the Oosip stream.

Sites		1st and 2nd dominant species		DI
I	1차	Chironominae sp.	<i>Uracanthella rufa</i>	0.59
	2차	<i>Epeorus pellucidus</i>	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	0.23
	3차	<i>Caenis</i> KUa	Chironominae sp.	0.59
	4차	<i>Caenis</i> KUa	<i>Uracanthella rufa</i>	0.42
	5차	<i>Cheumatopsyche</i> KUa	<i>Simulium</i> sp.	0.40
	6차	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Procloeon pennulatum</i>	0.40
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Caenis</i> KUa	0.34
II	1차	<i>Uracanthella rufa</i>	Chironominae sp.	0.77
	2차	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	0.59
	3차	<i>Ephemerella dentata</i>	<i>Ecdyonurus dracon</i>	0.66
	4차	<i>Physella acuta</i>	<i>Caenis</i> KUa	0.37
	5차	<i>Hydropsyche</i> KUa	<i>Cheumatopsyche</i> KUa	0.38
	6차	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Ecdyonurus bajkovae</i>	0.49
	Sub Tot.	<i>Uracanthella rufa</i>	Chironominae sp.	0.48
III	1차	Chironominae sp.	<i>Ecdyonurus kibanensis</i>	0.75
	2차	Chironominae sp.	<i>Ceratopogonidae</i> sp.1	0.65
	3차	<i>Ephemerella dentata</i>	<i>Procloeon pennulatum</i>	0.66
	4차	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	<i>Caenis</i> KUa	0.47
	5차	<i>Ecdyonurus kibanensis</i>	<i>Ecdyonurus levis</i>	0.20
	6차	<i>Ecdyonurus bajkovae</i>	<i>Nemour</i> KUb	0.38
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Ephemerella dentata</i>	0.41
IV	1차	Chironominae sp.	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.91
	2차	Chironominae sp.	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.70
	3차	Chironominae sp.	<i>Ecdyonurus dracon</i>	0.47
	4차	<i>Ephemerella dentata</i>	<i>Hydropsyche</i> KUa	0.35
	5차	Chironominae sp.	<i>Empididae</i> sp.	0.45
	6차	<i>Ecdyonurus kibanensis</i>	<i>Ecdyonurus bajkovae</i>	0.43
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.6
V	1차	Chironominae sp.	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.73
	2차	Chironominae sp.	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.64
	3차	Chironominae sp.	<i>Ecdyonurus dracon</i>	0.23
	4차	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	<i>Baetis fuscatus</i>	0.47
	5차	Chironominae sp.	<i>Parachauliodes continentalis</i>	0.76
	6차	<i>Cheumatopsyche</i> KUa	<i>Bleptus fasciatus</i>	0.46
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.38
VI	1차	Chironominae sp.	<i>Ecdyonurus dracon</i>	0.82
	2차	<i>Gyraulus chinensis</i>	<i>Ephemerella dentata</i>	0.33
	3차	<i>Gyraulus chinensis</i>	<i>Nothopsyche</i> KUa	0.37
	4차	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	<i>Baetis ursinus</i>	0.40
	5차	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	<i>Cloeon dipterum</i>	0.45
	6차	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Ecdyonurus kibanensis</i>	0.43
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Ecdyonurus dracon</i>	0.36

Table 4. Continued

Sites		1st and 2nd dominant species		DI
VII	1차	Chironominae sp.	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.98
	2차	<i>Limnodrilus gotoi</i>	Chironominae sp.	0.97
	3차	Chironominae sp.	<i>Tanypodinae</i> sp.	0.91
	4차	Chironominae sp.	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.84
	5차	Chironominae sp.	<i>Physella acuta</i>	0.84
	6차	Chironominae sp.	<i>Physella acuta</i>	0.89
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.78
VIII	1차	Chironominae sp.	<i>Asellus hilgendorffii</i>	0.95
	2차	Chironominae sp.	<i>Tanypodinae</i> sp.	0.90
	3차	Chironominae sp.	<i>Calopteryx atrata</i>	0.59
	4차	<i>Choroterpes (E.) alticulus</i>	Caenis KUa	0.28
	5차	Chironominae sp.	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	0.64
	6차	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Bleptus fasciatus</i>	0.37
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Uracanthella rufa</i>	0.46
IX	1차	Chironominae sp.	<i>Ceratopogonidae</i> sp.1	1.00
	2차	Chironominae sp.	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	1.00
	3차	Chironominae sp.	Chironominae sp. (RED)	0.92
	4차	Chironominae sp.	<i>Semisulcospira forticosta</i>	0.42
	5차	<i>Cloeon dipterum</i>	<i>Rhantus pulverosus</i>	0.84
	6차	Chironominae sp.	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.70
	Sub Tot.	Chironominae sp.	<i>Cloeon dipterum</i>	0.71
Total		Chironominae sp.	<i>Uracanthella rufa</i>	0.33

Table 5. Species diversity indices(H') and Evenness Index(EI) at each sites in the Oosip stream.

Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EI	0.70	0.61	0.72	0.57	0.70	0.71	0.39	0.63	0.46
H'	3.12	2.64	3.04	2.35	3.04	3.04	1.31	2.69	1.64

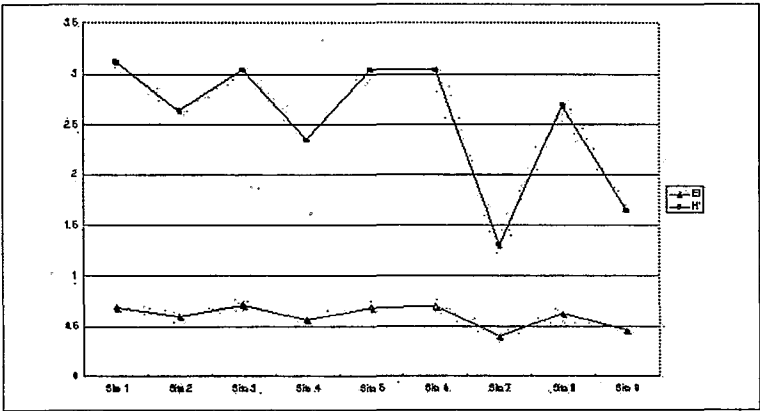


Fig. 7. Species diversity indices(H') and Evenness Index(EI) at each sites in the Oosip stream.

3) 균등도 지수(EI)

균등도 지수는 4지점이 가장 낮고, 가장 높은 지점은 3지점이었다. 상류 수계인 1~4지점은 지수의 변동이 비교적 안정되고, 하류 수계로 갈수록 불안정한 변동을 보였다. 지수 값이 가장 심한 변화를 보인 7지점은 다양도 지수의 변화와 유사한 양상을 나타내는 것으로 보아 이 지점은 수질 환경에 여러 가지 요인이 작용하고 있는 지역으로 여겨진다(Table 5, Fig. 7).

5. 기능군의 변동

본 기능군의 조사는 비곤충류를 제외한 곤충류에 중점을 두고 분석하였다. 조사 지점별 기능군의 변동은 9지점을 제외하고는 Collector의 점유 비율이 높다. 1-6지점까지 중상류의 수계인 Collector와 Predator의 비율로 나머지 7-9지점은 Predator가 Collector 보다 많은 지점도 있으며 종의 수도 아주 낮아 하류 수역으로 나타났다(Fig. 8, 9).

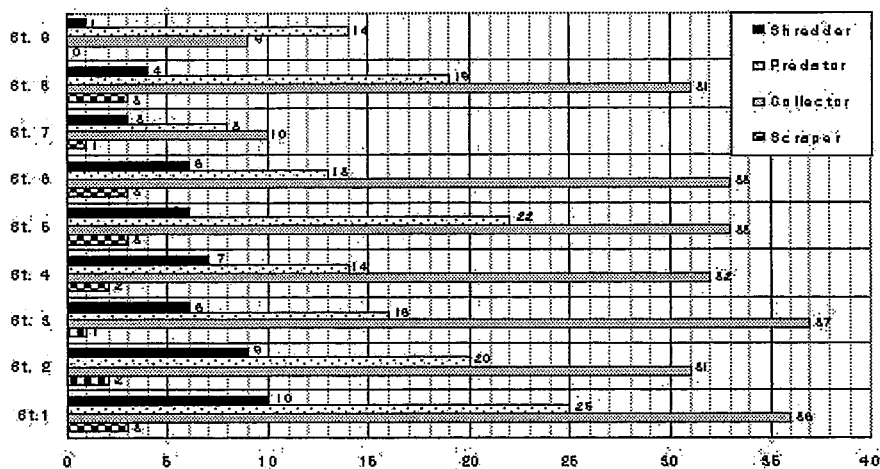


Fig. 8. Individual numbers of functional group at each sites in the Oosip stream.

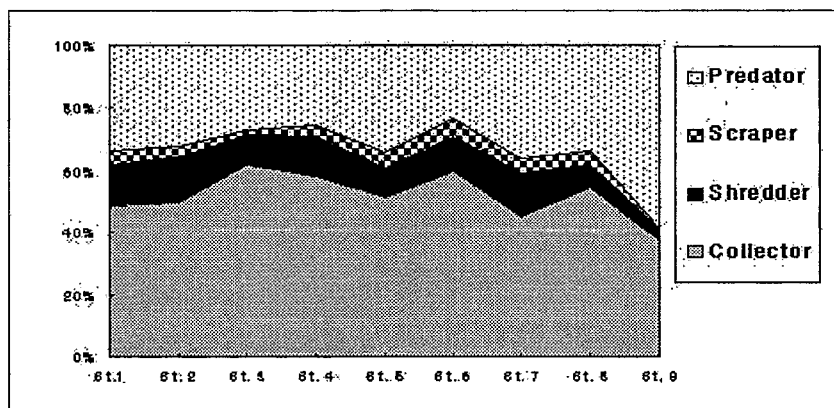


Fig. 9. Functional group at each sites in the Oosip stream.

참고문헌

- 윤일병, 1988. 한국동식물도감 제 30권 동물편 (수서곤충류). 문교부. 840 pp.
- 윤일병, 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 262pp
- 이종욱 et al. 2000. 오십천 생태환경 조성사업 학술연구 및 기본계획 수립 용역. 영덕군. 33-102
- Hilsenhoff, W.L., 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Wisc. Dept. Nat. Res. Tech. Bull. 100:1-15.
- Hilsenhoff, W.L., 1987. An improved biotic index of organic stream pollution. Great Lakes Ent. 20:31-39.
- Lee, J.W., S.M. Ryu, J.Y. Cha, K.I. Suh & W.Y. Choi, 1994. Benthic Macroinvertebrate Fauna of Samchun-Impoundment. J. of Natural Sciences 14: 317-326.
- Lee, J.W., W.Y. Choi, D.K. Chung & J.C. Chung, 1998. Study on the community structure of the benthic Macroinvertebrates and the biological evaluation of water quality in Samchun-Impoundment. J. of Natural sciences 18: 151-167.
- Lee, J.W., J.H. Shin, J.C. Chung & H.J. Kang, 2000. Community Structure of Aquatic Insects in a Mountain Stream of Mt. Myungji Area. Journal of Natural Sciences 20: 153-164.
- Lee, J.W., S.M. Ryu & D.K. Chung, 1999. Community structure of aquatic insects in the upper stream of Tokchon river. J. Kor. Biota. 4: 259-273.
- Lee, J.W., S.M. Ryu, J.Y. Cha & D.K. Chung, 1997. The study on the community structure of the benthic Macroinvertebrates in Hoe Stream. J. of Natural Sciences 17: 175-184.
- Lee, J.W., S.M. Ryu, J.Y. Cha & Y.T. Quan, 1997. The study on the community structure of the benthic Macroinvertebrates in Whang River. J. of Natural Sciences 17: 165-174.
- Lee, J.W., J.Y. Cha & S.M. Ryu, 1996. Study on the Biological Evaluation of Water Quality by Benthic Macroinvertebrates in Whang River. Journal of Natural Sciences 16: 253-275.
- Lee, J.W., S.M. Ryu & J.Y. Cha, 1996. Study on the Biological Evaluation of Water Quality by Benthic Macroinvertebrates in Hoe stream. Journal of Natural Sciences 16: 277-298.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. General Systematics. 3: 36-71.
- McNaughton, S.J., 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature 216: 168-169.
- Pielou, E.C., 1975. Ecological Diversity. 165pp. Wiley-Interscience Publication.
- Ryu, S.M., J.Y. Cha, K.I. Suh, W.Y. Choi, W.H. Park & J.W. Lee. 1993. Benthic Macroinvertebrate Fauna in the Han Stream. J. of Natural sciences 13: 255-265.
- Quan, Y.T., et al. 2002. Ephemeroptera(Insecta) Fauna of Northeast China. Ins. Koreana 19(3, 4): 241-269.

요 약

본 조사에서 총 5문 6강 18목 59과 105속 138종이 현지 조사되었으며, 문헌기록을 포함하여 4문 6강 18목 67과 127속 166종으로 나타났으며 출현 종으로 본 조사결과 이전 문헌기록(Lee et al, 2000)에서 나타나지 않은 강도래목과 나비목이 조사되었으며 전체적으로 더욱 다양한 종 구성을 나타내었다.

날도래목과 잠자리목 등이 조사되어 상류지역은 수질이 비교적 잘 보존되어 있음을 알 수 있으나 종들이 내성이 강한 종들과 혼합되어 출현하므로 수질 악화의 여지가 보이고 있다. 또한 출현 개체수로 본 조사결과 하루살이목과 파리목이 곤충류의 대부분을 차지하였다. 각 지점에 우점종으로 출현한 분류군들은 상류역은 주로 3급수 지표종(갈따구이과), 하류역은 3, 4급수 지표종(실지렁이, 두날개하루살이 등)이 출현하여 세심한 관심이 필요한 실정이다.

다양도 지수는 평균 2.56, 균등도 지수는 평균 0.61 나타났으며 상류수계는 비교적 풍부한 종 구성을 보였으며 하류수계로 갈수록 다양도가 다소 떨어짐을 알 수 있다. 전체적으로 β -중부수성 지역(β -mesosaprobic)으로 판정되며 현재까지는 국내 타 하천에 비해 양호한 종 균집을 나타내고 있으나 생태계가 파괴되기 전에 보존 대책을 수립할 필요가 있다.

검색어 : 오십천, 수서곤충, 균집구조

Appendix 1. Taxonomic list of aquatic insects and macroinvertebrates from Oosip stream.

Taxa		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	전원
Phylum Platyhelminthes	편형동물문										
Class Turbellaria	와충강										
Order Tricladida	삼기장목										
Family Planariidae	플라나리아과										
<i>Dugesia japonica</i>	플라나리아	*					*				●
Phylum Annelida	환형동물문										
Class Oligochaeta	빈모강										
Order Archiologochaeta	물지렁이목										
Family Naididae	물지렁이과										
<i>Chaetogaster limnaii</i>	물지렁이	*	*	*		*			*	*	●
Family Tubificidae	실지렁이과										
<i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이	*		*	*	*	*	*		*	●
Class Hirudinea	거머리강										
Order Rhynchobdellida	부리거머리목										
Family Glossiphoniidae	넙적거머리과										
<i>Glossiphonia complanata</i>	갈색넙적거머리						*				
<i>Hemiclepsis japonica</i>	곤봉넙적거머리		*				*				
<i>Helobdella</i> sp.	난형넙적거머리 sp.										●
<i>Bactracobdella paludosa</i>	연두넙적거머리										●
<i>Toryx tagoi</i>	개구리넙적거머리										●
Order Arhynchobdellidae	턱거머리목										
Family Erpobdellidae	돌거머리과										
<i>Erpobdella lineata</i>	돌거머리	*	*	*	*	*		*	*	*	●
<i>Erpobdella</i> sp.	돌거머리 sp.										●
Phylum Mollusca	연체동물문										
Class Gastropoda	복족강										
Order Mesogastropoda	중복족목										
Family Bithyniidae	쇠우렁이과										
<i>Parafossarulus manchouricus</i>	쇠우렁이			*						*	
Family Assimineidae	기수우렁이과										
<i>Assiminea japonica</i>	기수우렁이		*								
Family Pleuroceridae	다슬기과										
<i>Semisulcospira libertina</i>	다슬기	*				*					●
<i>Semisulcospira forticosta</i>	주름다슬기						*		*	*	●
<i>Semisulcospira tegulata</i>	좁주름다슬기	*	*			*	*			*	●
<i>Semisulcospira paucicincta</i>	주머니알다슬기	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Koreanomelania nodifila</i>	염주다슬기						*	*			
Order Basommatophora	기안목										
Family Lymnaeidae	물달팽이과										
<i>Radix auricularia</i>	물달팽이		*		*	*			*	*	●
<i>Fossaria truncatula</i>	긴애기물달팽이					*	*	*	*		
<i>Austropeplea ollula</i>	애기물달팽이	*		*		*	*	*	*	*	

Taxa		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	현존
Family Physidae	원돌이물달팽이과										
<i>Physella acuta</i>	원돌이물달팽이	*	*	*	*	*	*	*	*	*	●
Family Planorbidae	또아리물달팽이과										
<i>Gyraulus chinensis</i>	또아리물달팽이	*	*	*	*	*	*		*	*	●
<i>Hippeutis cantori</i>	수정또아리물달팽이		*			*	*		*		●
Phylum Arthropoda	절지동물문										
Class Crustacea	갑각강										
Order Isopoda	등각목										
Isopoda sp.1	등각류 sp.1										●
Isopoda sp.2	등각류 sp.2										●
Family Asellidae	물벌레과										
<i>Asellus hilgendorffii</i>	물벌레								*	*	
Order Amphipoda	단각목										
Family Gammaridae	옆새우과										
<i>Gammarus</i> sp.	옆새우속 sp.		*				*				
Order Decapoda	십각목										
Family Palaemonidae	징거미새우과										
<i>Palaemon paucidens</i>	줄새우						*				
Family Atyidae	새뱅이과										
<i>Caridina denticulata denticulata</i>	새뱅이	*								*	
Class Insecta	곤충강										
Order Ephemeroptera	하루살이목										
Family Baetidae	꼬마하루살이과										
<i>Alainites muticus</i>	길쭉하루살이										●
<i>Acentrella sibirica</i>	콩알하루살이	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Baetiella tuberculata</i>	애호랑하루살이	*	*	*	*	*	*		*		
<i>Baetis silvaticus</i>	감초하루살이										●
<i>Baetis fuscatus</i>	개똥하루살이	*		*		*		*		*	●
<i>Baetis ursinus</i>	방울하루살이					*	*	*	*		
<i>Baetis thermicus</i>	꼬마하루살이			*	*	*	*	*	*		●
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	입술하루살이	*	*	*	*	*	*	*	*		●
<i>Nigrobaetis bacillus</i>	검장하루살이			*	*	*		*			
<i>Nigrobaetis acinaciger</i>	흰줄검장하루살이										●
<i>Proclonon pennulatum</i>	갈고리하루살이	*	*	*	*	*	*		*	*	●
<i>Cloeon dipterum</i>	두날개하루살이		*	*			*	*	*	*	
Family Heptageniidae	납작하루살이과										
<i>Bleptus fasciatus</i>	맷시하루살이	*		*	*	*	*		*		
<i>Cinygmula</i> KUa	봄치녀하루살이 KUa					*					●
<i>Heptagenia kihada</i>	햇님하루살이		*	*					*		
<i>Ecdyonurus dracon</i>	참납작하루살이	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Ecdyonurus bajkovae</i>	몽땅하루살이	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Ecdyonurus kibanensis</i>	두점하루살이	*	*	*	*	*	*		*	*	●
<i>Ecdyonurus levis</i>	네점하루살이	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Ecdyonurus joernensis</i>	꼬리치레하루살이			*	*				*		

[illegible]

Taxa		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	한반도
<i>Ortherum triangulare melania</i>	큰밀잠자리					*					
<i>Sympetrum kunkeli</i>	흰얼굴좁잠자리								*		
Family Aeshnidae	왕잠자리과										
<i>Aeschnophlebia longistigma</i>	긴무늬왕잠자리							*			
Family Cordulegasteridae	장수잠자리과										
<i>Epithea marginata</i>	언저리잠자리	*	*		*	*				*	
Order Hemiptera	노린재목										
Family Belostomatidae	물장군과										
<i>Muljarus japonicus</i>	물자라	*	*								
<i>Laccotrephes japonensis</i>	장구애비						*				
Family Notonectidae	송장해엄치게과										
<i>Notonecta triguttata</i>	송장해엄치게										●
Family Gerridae	소금쟁이과										
<i>Rhyacobates sp.</i>	어리광대소금쟁이속 sp.										●
<i>Gerris (G.) sp.</i>	애소금쟁이속 sp.										●
Family Veliidae	깨알소금쟁이과										
<i>Veliidae sp.</i>	깨알소금쟁이과 sp.										●
<i>Aquaris paludum</i>	소금쟁이	*	*		*			*		*	
Family Corixidae	물벌레과										
<i>Hesperocorixa koltzoffi</i>	왕물벌레	*									
Order Megaloptera	뱀잠자리목										
Family Corydalidae	뱀잠자리과										
<i>Protohermes grandis</i>	뱀잠자리	*	*	*		*	*		*		●
<i>Parachauliodes continentalis</i>	대륙뱀잠자리	*	*	*		*	*				
Order Trichoptera	날도래목										
Family Hydropsychidae	줄날도래과										
<i>Hydropsyche KUa</i>	줄날도래 KUa	*	*	*	*	*	*		*		
<i>Hydropsyche KUb</i>	줄날도래 KUb	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Hydropsyche KUC</i>	줄날도래 KUC	*	*		*				*		
<i>Hydropsyche KUD</i>	줄날도래 KUD	*	*		*	*					
<i>Hydropsyche KUE</i>	줄날도래 KUE	*	*	*	*	*	*		*		
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	꼬마줄날도래	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Cheumatopsyche KUa</i>	꼬마줄날도래 KUa	*							*		
<i>Cheumatopsyche sp.</i>	꼬마줄날도래속 sp.	*									
<i>Hydropsyche sp.</i>	줄날도래속 sp.	*		*			*		*		
Family Rhyacophilidae	물날도래과										
<i>Rhyacophila Kua</i>	물날도래 KUa	*	*	*	*	*	*				
<i>Rhyacophila sp.</i>	물날도래속 sp.	*									
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	검은머리물날도래	*	*	*	*	*			*		●
<i>Rhyacophila bilobata</i>	두잎물날도래										●
<i>Rhyacophila brevicephala</i>	넓은머리물날도래	*	*	*		*	*				
<i>Rhyacophila retracta</i>	용수물날도래				*						
Family Glossosomatidae	광택날도래과										
<i>Glossosoma KUa</i>	광택날도래 KUa	*	*		*	*	*				●

Taxa		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	현존
Family Limnephilidae	우묵날도래과										
<i>Neophylax ussuriensis</i>	가시우묵날도래					*					●
<i>Nothopsyche</i> KUa	갈색우묵날도래 KUa	*	*	*	*	*	*				●
<i>Ecelisomyia</i> sp.											●
<i>Cryptochia</i> sp.											●
<i>Platycentropus</i> sp.											●
Family Goeridae	가시날도래과										
<i>Goera japonica</i>	가시날도래					*					●
Family Lepidostomatidae	네모집날도래과										
<i>Goerodes</i> KUa	네모집날도래 KUa	*	*	*	*	*			*		●
<i>Goerodes</i> KUb	네모집날도래 Kub	*									
Family Brachycentridae	동근얼굴날도래과										
<i>Mystacides</i> KUa	청나비날도래 KUa										●
Family Hydroptilidae	애날도래과										
<i>Hydroptila</i> KUa	애날도래 KUa	*	*	*	*	*	*	*	*		●
Family phryganopsychae	날도래과										
<i>Agrypnia pagetana</i>	단발날도래	*									
Family Stenopsychidae	각날도래과										
<i>Stenopsychy griseipennis</i>	수염치레각날도래		*								
Order Coleoptera	딱정벌레목										
Family Dytiscidae	물방개과										
<i>Neonectes natrix</i>	노랑무늬물방개	*	*	*			*		*		●
<i>Laccobius</i> sp.	깨알물방개속 sp.				*	*		*			
<i>Potamonectes hostilis</i>	흑외줄물방개					*	*				
<i>Rhantus pulverosus</i>	애기물방개									*	
<i>Rhantus</i> sp.	애기물방개속 sp.								*		
Family Hydrophilidae	물뽕뽕이과										
<i>Helochaers (H.) striatus</i>	쭈물뽕뽕이	*	*	*	*	*	*	*			●
<i>Laccobius (L.) bedeli</i>	점물뽕뽕이	*							*		
<i>Berosus signaticollis punctipennis</i>	점박이물뽕뽕이										●
Family Elmidae	여울벌레과										
<i>Stenelmis vulgaris</i>	긴다리어울벌레			*							●
<i>Stenelmis</i> sp.1	여울벌레 sp.1	*									●
Family Psephenidae	물삿갓벌레과										
<i>Psephenoides</i> sp.1	물삿갓벌레 sp.1	*							*		●
<i>Eubrianax</i> sp.1	등근물삿갓벌레 sp.1								*		●
Family Chrysomelidae	잎벌레과										
<i>Galerucella</i> KUa	딸기잎벌레 KUa										●
Order Diptera	파리목										
Family Tipulidae	각다귀과										
<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	*	*	*	*	*	*		*		●
<i>Hexatoma</i> KUa	검정날개각다귀 KUa	*	*	*		*	*	*			●
<i>Dicranota</i> Kua	애기각다귀 Kua										
<i>Tipula</i> sp.	각다귀과 sp.	*	*		*	*	*	*		*	

Taxa		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	참원
<i>Tipula</i> Kua	각다귀 Kua	*									
<i>Tipula</i> Kub	각다귀 Kub		*		*		*	*			
Family Dixidae	애모기과										
<i>Dixa</i> sp.	애모기과 sp.			*	*		*				
Family Simuliidae	먹파리과										
<i>Simulium</i> sp.	먹파리속 sp.	*	*	*	*	*	*		*		
Family Ceratopogonidae	등애모기과										
<i>Ceratopogonidae</i> sp.1	등애모기과 sp.1	*	*	*		*		*	*	*	●
Family Psychodidae	나방파리과										
<i>Psychodidae</i> sp.	나방파리과 sp.							*			●
Family Muscidae	집파리과										
<i>Muscidae</i> sp.	집파리과 sp.		*	*							
Family Chironomidae	깔다구과										
<i>Chironominae</i> sp. (RED)	깔다구아과 sp. (붉은색)					*				*	●
<i>Chironominae</i> sp. (WHITE)	깔다구아과 sp. (흰색)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	●
<i>Tanypodinae</i> sp.	늪깔다구아과 sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	●
Family Empididae	춤파리과										
<i>Empididae</i> sp.	춤파리과 sp.	*	*	*	*	*	*	*	*		●
Family Dolichopodidae	장다리파리과										
<i>Dolichopodidae</i> sp.	장다리파리과 sp									*	●
Family Sarcophagidae	쉬파리과										
<i>Sarcophagidae</i> sp.	쉬파리과 sp.										●
Family Ephydriidae	물가파리과										
<i>Ephydriidae</i> sp.1	물가파리과 sp.1	*		*			*	*			●
Family Syrphidae	꽃등애과										
<i>Syrphidae</i> sp.	꽃등애과 sp.										●
Order Plecoptera	강도래목										
Family Perlidae	강도래과										
<i>Stavsolus japonicus</i>	그물강도래붙이	*	*	*		*			*		
<i>Kamimuria</i> KUa	강도래Kua	*									
<i>Neoperla coreensis</i>	두눈강도래				*						
<i>Perl</i> sp.	강도래과 sp.				*						
Family Nemouridae	민강도래과										
<i>Nemour</i> KUa	민강도래Kua	*	*	*	*						
<i>Nemour</i> KUb	민강도래Kub	*	*	*	*	*	*		*		
<i>Nemoura tau</i>	토우민강도래								*		
Family Perlodidae	그물강도래과										
<i>Perlodes</i> KUa	점등그물강도래Kua	*	*	*					*		
<i>Oyamia nigribasis</i>	진강도래	*	*			*					
<i>Archynopteryx</i> Kua	큰등그물강도래						*				
Order Lepidoptera	나비목										
Family Pyralidae	명나방과										
<i>Pyral</i> sp.	명나방과 sp.						*				