

芳台山 北斜面 一帯 水系의 水棲昆蟲群集에 대하여

윤일병 · 이성진 · 황정훈

고려대학교 생물학과

Aquatic Insect Communities of the Northern Slope Area of Mt. Pangtae

by

Yoon, I. B., S. J. Lee and J. H. Hwang

Department of Biology, Korea University

Abstract

An Ecological survey conducted in the two tributaries of Mt. Pangtae Creek at Mt. Pangtae area in Inje-gun, Kangwon-do, from 15th to 19th of August, 1995, resulted in the total 76 species, 50 genera, 32 families, 6 orders of aquatic insects. Those included 33 species of Ephemeroptera, 14 species of Trichoptera, 13 species of Plecoptera, 12 species of Diptera, 2 species of Coleoptera, 1 species of Odonata.

Number of species and number of individual were more abundant at the sites G (33 species, 266 ind.) than other sites. At the most of sites, the species of Ephemeroptera was 1st dominant species except for site B (Chironominae sp7), site D (*P. kisoensis*) and site G (*P. kisoensis*). Dominance indices ranged 0.343-0.873 (mean 0.516) at the all sites. Diversity indices ranged 1.405-3.870 (mean 3.068) at the all sites, which indicate unpolluted (oligo-mesosaprobic) state. Communities were likely to be grouped among sites along with each tributary, but generally showed high similarity between the neighbouring sites.

According to our results, the fauna of aquatic insects was very diverse in the tributaries of Mt. Pangtae area. And Mt. Pangtae area had diverse micro-habitat for aquatic insects. Therefore, we suggest that this area is valuable to be conserved and will be conserved.

서 론

담수는 인간의 생존에 필수불가결한 요소로서 최근에 들어 더욱 심각해지고 있는 환경오염은 담수자원의 보존과 그 지역의 생물상 보존에 대한 우리의 관심을 더욱 불러 일으키고 있다.

저서성대형무척추동물은 담수생태계의 1차 또는 2차 소비자이며, 같은 지역에 서식하는 어류의 주요한 먹이로서 담수생태계의 에너지 순환에 큰 역할을 한다. 이들은 종류가 매우 다양하고 담수생태계의 다양한 서식처에 적응하고 있어 담수생태계의 구조와 기능을 밝히기 위해서는 반드시 연구해야 할 대상이다 (Hynes 1970). 뿐만아니라 이들은 고도로 분화된 미소서식처에서 서식하며, 비교적 이동성이 적고 갑작스런 수질의 변화에 매우 민감한 반응을 보여 수질을 대변할 수 있는 가장 뚜렷한 분류군으로 인정되고 있다 (Hynes 1970, Wilhm 1972, Macan 1974, Pennak 1989, McCafferty 1981).

이러한 저서성 대형무척추동물 중 수서곤충류는 중수나 개체수에서 담수생태계에서 서식하는 저서성 대형무척추동물의 약 95%를 차지하는 매우 큰 분류군 (Ward 1992)으로서 저서성대형무척추동물의 대표적인 분류군이라 할 수 있다. 따라서 한 지역의 저서성 대형무척추동물 군집을 분석하기 위해서는 수서곤충 군집을 정확히 파악하여야만 한다. 뿐만아니라 수서곤충은 다른 저서성대형무척추동물에 비해 비교적 파수준까지의 동정이 쉽고 수질에 따라 분포가 고도로 제한되어 있어 지표종으로서도 가치가 높다.

우리나라의 경우 김 (1969)의 연구를 시작으로, 위 등 (1974, 1983, 1991), 윤과 이 (1978), 김 등 (1979), 윤과 변 (1982), 윤과 공 (1987a, 1987b), 윤 등 (1981, 1984, 1985a, 1985b, 1986a, 1986b, 1989a, 1989b, 1990, 1993), 최 등 (1989)에 의해 수서곤충 군집에 관한 연구가 남한의 오대강 유역과 제주도 등 도서지방까지도 포함하여 전반적으로 이루어져 왔다. 그리고 최근에는 날로 심각해지는 수질오염으로 인한 수서곤충 군집의 변화에 대한 연구 (윤등 1993)가 활발히 진행되고 있으며, 지표종에 관한 연구 (윤등 1992a, 1992b)도 활발히 이루어지고 있다. 이들을 이용한 생물지수의 이용 (위 등 1991, 윤등 1992a, 1992b)은 수질환경을 평가하는 실용적인 방법으로서 특히 주목을 받고 있다. 그러나 아직까지 조사가 되지 않은 하천이 많으며, 전국적인 수서곤충의 분포상도 완전히 알려져 있지는 않아 실용화의 단계에는 이르지 못하고 있다.

방태산 일대는 강원도 인제군 기린면, 상남면에 속하며 홍천군 내면, 양양군 서면과 경계를 이루고 있으며, 주억봉 (1443.7m)을 주봉으로 구룡덕봉 (1435.6m), 갈천곡봉 (1388.4m) 등의 고봉과 대골, 짓거리계곡, 가리왕생골, 골뿔이골, 가리막골 등 수많은 계곡으로 형성되어 있다. 방태산 일대의 하천은 북한강 원류수역으로 인간의 손길이 거의 미치지 않아 자연 그대로 남아 있을 뿐만아니라 잘 보존된 유역생태계의 표식지 역할을 수행하고 있으며 (환경처 1992), 지금까지 종합적인 학술조사가 수행되지 못하였던 미답지이다. 수서곤충 군집에 대한 연구로는 방태천 본류를 대상으로 한 박과 조 (1995)에 의한 연구가 있을 뿐, 이외에는 거의 연구가 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 조사는 방태산 일대의 생태계 조사의 일환으로 방태산 일대에서 발원하여 방태천으로 유입되는 두 지류의 수서곤충 군집을 분석하여 방태산 일대 수계의 수서곤충 군집의 구성과 다양성 및 자연 자원의 가치를 평가하며 그 보존 대책의 학술적 기초자료를 확보하기 위하여 실시되었다.

연구 방법

1) 조사일정 및 지역

본 조사지역은 지리좌표상 북위 37°50' ~ 37°57', 동경 128°15' ~ 128°30' 사이에 광범위하게 위치하고 있으며, 이 일대의 삼림은 전체적으로 자연림으로 이루어져 남한에서는 유일한 원시림을 형성하고 있고 또한 열목어가 대량으로 서식하는 지역으로 유명한 북한강 원류수역이다 (환경처 1992).

야외조사는 1995년 8월 15에서 8월 19일까지 5일간에 걸쳐 실시하였는데, 주억봉과 구룡덕봉에서 발원하여 방동리를 거쳐 방동교 부근에서 방태천과 합류하는 지류에서 4개지점 (B-E 지점), 가칠봉에서 발원하여 조경동을 거쳐 방동국교 추대분교에서 상류쪽으로 약 250m 떨어진 곳에서 방태천과 합류하는 지류에서 5개지점 (F-J지점)을 각각 선정하였고 방태천 본류에서도 방동교에서 하류 쪽으로 약 300m 떨어진 곳에서 1개 지점 (A지점)을 선정하여 총10개 지점에서 조사를 실시하였다. 각 조사지점의 위치

와 하천현황은 다음과 같다.(Fig. 1).

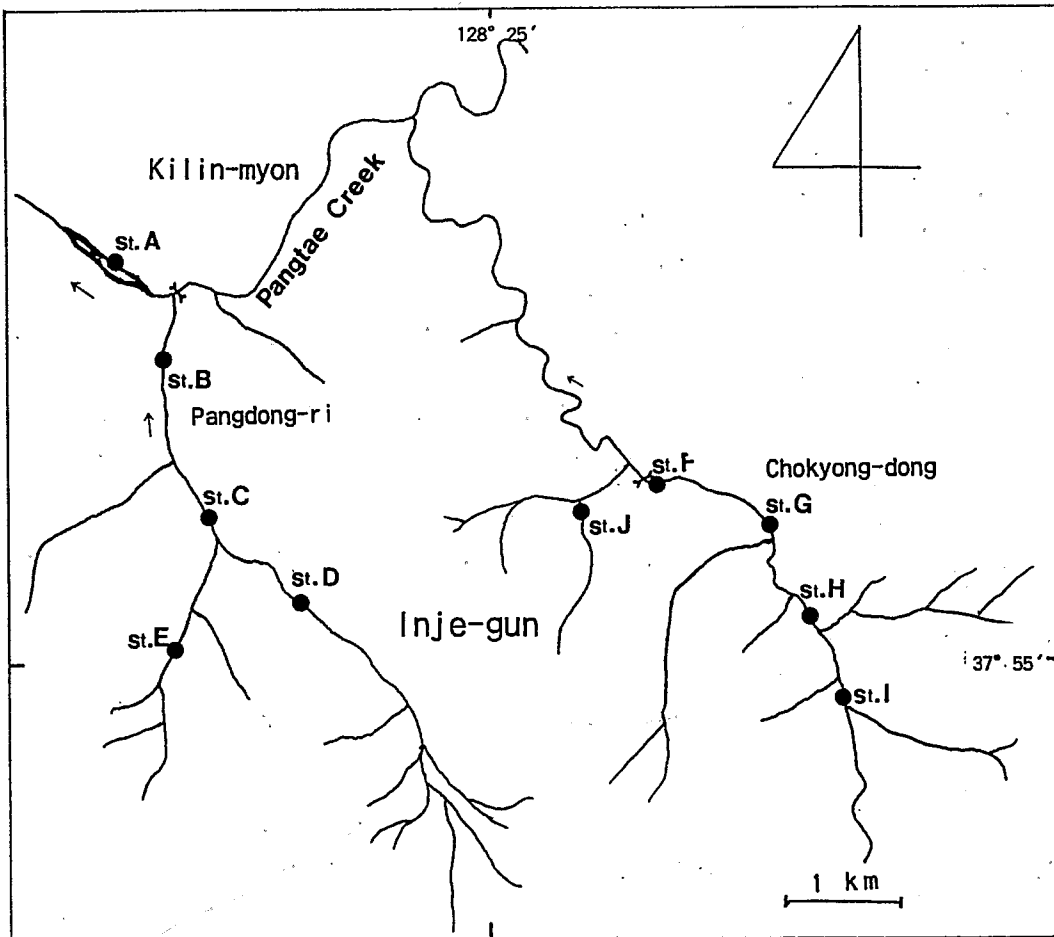


Fig. 1. Sampling sites of Mt. Pangtae area.

A지점 (고도 340-360m): 방태천 본류에 있는 지점으로 방동교에서 하류쪽으로 약 300m 떨어진 곳이다. 수심은 0.5-0.7m였으며, 하폭은 80-100m, 수폭은 70-85m였다. 조사 당시 전날에 있었던 비의 영향으로 수량이 다소 증가된 상태였으며, 수폭이 평상시보다 약 2-3m 넓어진 것으로 생각되었다. 이 지점의 수온은 23.6°C, pH는 7.25, DO는 7.7ppm, Conductivity는 41.8 s/cm이었다.

B지점 (고도 380-400m): 주억봉과 구룡덕봉에서 발원하여 방동리를 지나는 지류가 방태천과 합류하는 지점에서 상류쪽으로 약 1km 떨어진 곳으로 주위에 인가가 많았다. 수심은 1-1.3m였으며, 하폭은 10-11m, 수폭은 7-8m였다. 조사 당시 전날에 있었던 비의 영향으로 수량이 다소 증가된 상태였다. 이 지점의 수온은 15.5°C, pH는 7.59, DO는 8.5ppm, Conductivity는 35.1 s/cm이었다.

C지점 (고도 420-440m): 인가에서 멀리 떨어져 있으며, 조사지점의 바로 옆에 무밭이 있었다. 수심은 0.7-2.0m였으며, 하폭은 9-10m, 수폭은 7-8m였다. 이 지점의 수온은 16.5°C, pH는 7.65, DO는 8.8ppm, Conductivity는 30.8 s/cm이었다.

D지점 (고도 480-500m): 구룡덕봉쪽에서 흐르는 지류로서 주억봉에서 내려오는 지류와 구룡덕봉에서 내려오는 지류의 합류지점에서 상류쪽으로 약 1.5km 떨어진 곳에 있는 지점이다. 수심은 0.3-0.7m

였으며, 하폭은 15-17m, 수폭은 10-12m였다. 이 지점의 수온은 17.0°C, pH는 7.59, DO는 8.6ppm, Conductivity는 208.1 s/cm이었다. 작은 폭포가 있으며, 비의 영향으로 수폭이 약 1.5m 넓어져 있었다.

E지점 (고도 480-500m): 주역봉쪽에서 흐르는 지류로서 주역봉에서 내려오는 지류와 구룡덕봉에서 내려오는 지류의 합류지점에서 상류쪽으로 약 1.5km 떨어진 곳에 있는 지점이다. 수심은 0.3-0.5m였으며, 하폭은 7-8m, 수폭은 5-6m였다. 이 지점의 수온은 15.3°C, pH는 7.60, DO는 8.8ppm, Conductivity는 30.4 s/cm이었다.

F지점 (고도 500-520m): 가칠봉쪽에서 흐르는 지류로서 조경 제 1교에서 약 5m 떨어진 지점이다. 수심은 0.5-1.3m였으며, 하폭은 약 20m, 수폭은 15-17m였다. 이 지점의 수온은 16.9°C, pH는 7.20, DO는 8.9ppm, Conductivity는 35.5 s/cm이었다.

G지점 (고도 520-540m): 조경동에 위치한 지점으로 조경 제 1교에서 약 2km 떨어진 곳이다. 수심은 0.2-0.4m였으며, 하폭은 30-40m, 수폭은 25-30m였다. 이 지점의 수온은 17.8°C, pH는 7.60, DO는 8.6ppm, Conductivity는 37.3 s/cm이었다.

H지점 (고도 540-560m): 조경동에서 약 0.9km 떨어진 곳으로 조경동에서 가칠봉쪽으로 올라가는 도로와 수로가 만나는 지점이다. 수심은 0.2-0.4m였으며, 하폭은 15-20m, 수폭은 10-12m였다. 이 지점의 수온은 17.1°C, pH는 7.4, DO는 8.8ppm, Conductivity는 38.6 s/cm이었다.

I지점 (고도 560-580m): 조경동에서 약 2km 떨어진 곳이다. 수심은 0.5-1.2m였으며, 하폭은 6-7m, 수폭은 4-5m였다. 이 지점의 수온은 16.6°C, pH는 7.40, DO는 8.6ppm, Conductivity는 25.5 s/cm이었다.

J지점 (고도 560-580m): 가칠봉쪽 지류로 유입되는 소규모의 수계로 조경 제 1교에서 방동리 쪽으로 약 600m 떨어진 곳이다. 수심은 0.3-1.0m였으며, 하폭은 5-7m, 수폭은 3-4m였다. 이 지점의 수온은 16.5°C, pH는 7.65, DO는 8.8ppm, Conductivity는 30.8 s/cm이었다.

2) 조사방법

각 지점에서의 수서곤충의 채집은 여울을 선택하여 계류용 정량채집망인 Surber net (30x30cm)로 3회씩 정량채집을 하였고 정확한 곤충상을 파악하기 위해 각 지점에서 미소서식처에 따라 수회에 걸친 정성채집을 병행하였다. 채집된 수서곤충은 Kahle's 용액에 고정하여 2-3일후 80% Ethanol에 옮겨 보존하였다. 종의 동정은 McCafferty (1981), Kawai (1985), Merrit & Cummins (1984), 윤 (1988), 윤 (1995) 등을 참고로 하였고, 곤충류 중 Chironomidae의 경우 Wiederholm (1983)을 이용하여 외부형태, 특히 체장, 체색, Mouth part형태, Abdominal tubules의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 임의로 분류하였다 (윤등 1994). 각 지점 별 출현종수, 개체수 현존량에 관한 분석에는 정량채집된 표본만을 이용하였다.

3) 군집분석

군집의 분석은 정량채집된 자료만을 이용하여 다음 공식에 의하여 산출된 결과를 이용하였다.

(1) 우점도지수

각 조사지점의 개체수 현존량에서 제1우점종과 제2우점종을 선정하였으며, 우점도지수는 McNaughton's dominance index (DI)를 이용하여 산출하였다 (McNaughton 1967).

$$DI = \frac{n_1 + n_2}{N} \begin{cases} n_1 : \text{제1우점종의 개체수} \\ n_2 : \text{제2우점종의 개체수} \\ N : \text{총개체수} \end{cases}$$

(2) 다양도지수

다양도지수는 Margalef (1958)의 정보이론에 의하여 도출된 Shannon-Weaver function (H')

(Shannon & Weaver 1949)을 Llyod and Gheraldi가 변형한 공식을 이용하였다(Pielou 1966, 1975).

$$H' = - \sum [(ni/N) \cdot \log_2(ni/N)]$$

{

ni : i종의 개체수

}

N : 총개체수

(3) 유사도지수

이번조사는 각 지점의 종 구성 조사에 중점을 두었으므로 각 지점에서 종의 출현여부에 근거를 둔 유사도지수를 채택할 필요가 있었다. 따라서 이번 조사에서는 simple matching coefficient (Rohlf 1992)를 이용하여 지점간의 유사도지수를 구하였다.

$$S. M. coefficient = \frac{N_{(ij)}}{M}$$

{

N_(ij) : i지점과 j지점의 공통 출현종수

}

M : j지점의 총출현종수

(4) 지점간 group화

위에서 구한 유사도지수를 기준으로 각 지점간을 Mountfold (1962)의 비가중치, 평균연결법(UPGNA)으로 Clustering하여 수상도를 작성하였다.

결 과

1. 분류군

조사기간 중 방태천에서 출현한 수서곤충류는 총 32과 50속 76종으로 나타났고 정량채집에 의해 30과 44속 63종이 채집되었다 (Table 1).

Table 1. The taxonomic list of aquatic insects sampled in Mt. Pangtae area, during 15th ~ 19th August 1995.

Order Ephemeroptera 하루살이목

Suborder Schistonota McCafferty & Edmunds 분시아목

Superfamily Baetidea Leach 꼬마하루살이상과

Family Siphonuridae Banks 옛하루살이과

Genus *Siphonurus* Eaton 옛하루살이속

Siphonurus chankae Tshernova 옛하루살이

Siphonurus sp.

Genus *Ameletus* Eaton 피라미하루살이속

Ameletus montanus Imanishi 멧피라미하루살이

Ameletus costalis (Matsumura) 피라미하루살이

Ameletus sp.

Family Baetidae Leach 꼬마하루살이과

Genus *Baetis* Leach 꼬마하루살이속

Baetis thermicus Ueno 꼬마하루살이

Baetis nla (Imanishi) 꼬마하루살이 nla

Baetis KUa 꼬마하루살이 KUa

Genus *Baetiella* Ueno 애하루살이속

Baetiella japonica (Imanishi) 애하루살이

Baetiella tuberculata (Kazlauskas) 애호랑하루살이

- Family Isonychiidae Burks 빗자루하루살이과
Genus *Isonychia* Eaton 빗자루하루살이속
Isonychia japonica (Ulmer) 빗자루하루살이
- Family Heptageniidae Needham 납작하루살이과
Genus *Epeorus* Eaton 부채하루살이속
Subgenus *Epeorus* Eaton 부채하루살이아속
Epeorus (*Epeorus*) *latifolium* Ueno 부채하루살이
Epeorus (*Epeorus*) *curvatulus* Matsumura 흰부채하루살이
- Genus *Rhithrogena* Eaton 산납작하루살이속
Rhithrogena na Imanishi 산납작하루살이 na
- Genus *Cinygmula* McDunnough 봄치녀하루살이속
Cinygmula KUa 봄치녀하루살이 KUa
Cinygmula grandifolia Tshernovae 봄치녀하루살이
- Genus *Ecdyonurus* Eaton 참납작하루살이속
Ecdyonurus levis (Navas) 네점하루살이
Ecdyonurus kibuensis Imanishi 두점하루살이
Ecdyonurus dracon Kluge 참납작하루살이
Ecdyonurus bajkova Kluge 몽뚝하루살이
- Genus *Heptagenia* Walsh 납작하루살이속
Heptagenia kihada Matsumura 납작하루살이
Heptagenia kyotoensis Gose 총채하루살이
- Superfamily Leptophlebioidea Banks 밤색하루살이상과
Family Leptophlebiidae Banks 갈래하루살이과
Genus *Paraleptophlebia* Lestage 두갈래하루살이속
Paraleptophlebia chcorata Imanishi 두갈래하루살이
- Genus *Choroterpes* Eaton 세갈래하루살이속
Choroterpes altioculus Kluge 세갈래하루살이
- Superfamily Ephemeroidea Leach 하루살이상과
Family Ephemeridae Leach 하루살이과
Genus *Ephemera* Linnaeus 하루살이속
Ephemera separigata Bae 가는무늬하루살이
- Suborder Pannota McCafferty & Edmunds 합시아목
Superfamily Ephemerelloidea Klapalek 알락하루살이상과
Family Ephemerellidae Klapalek 알락하루살이과
Genus *Drunella* Needham 뿔하루살이속
Drunella cryptomeria Imanishi 알통하루살이
Drunella lepnevae (Tshernova) 쌍혹하루살이
- Genus *Cincticostella* Allen 민하루살이속
Cincticostella tshernovae Bajkova 떡하루살이
- Genus *Serratella* Edmunds 범꼬리하루살이속
Serratella setigera (Bajkova) 범꼬리하루살이
- Genus *Ephemerella* Walsh 알락하루살이속

Ephemerella imanishii Gose 칠성하루살이

Ephemerella keijoensis Allen 알락하루살이

Ephemerella notofascia Yoon & Bae 알락하루살이

Family Caenidae Newman 등딱지하루살이과

Genus *Caenis* Stephens 등딱지하루살이속

Caenis KUa 등딱지하루살이 KUa

Order Odonata

Family Gomphidae Selys 부채장수잠자리과

Genus *Davidius* Selys 쇠측범잠자리속

Davidius lunatus Bartenef 쇠측범잠자리

Order Plecoptera

Family Nemouridae Newman 민강도래과

Subfamily Amphinemurinae Bauman 아가미민강도래아과

Genus *Protonemura* Kempny 삼새민강도래속

Protonemura KUa 삼새민강도래 KUa

Family Capniidae Klapalek 흰배강도래과

Genus *Capnia* Pictet 흰배강도래속

Capnia KUa 흰배강도래 KUa

Family Leuctridae Klapalek 꼬마강도래과

Genus *Rhopalopsola* Klapalek 꼬마강도래속

Rhopalopsola mahunkai Zwick 꼬마강도래

Family Peltoperlidae Claassen 넓은가슴강도래과

Genus *Yoraperla* Ricker 넓은가슴강도래속

Yoraperla KUa 넓은가슴강도래

Family Pteronarcidae Smith 큰그물강도래과

Genus *Pteronarcys* Newman 큰그물강도래속

Pteronarcys sachalina Klapalek 큰그물강도래

Family Perlodidae Klapalek 그물강도래과

Subfamily Perlodinae Ricker 그물강도래아과

Genus *Megarcys* Klapalek 그물강도래속

Megarcys ochracea Klapalek 그물강도래

Genus *Archynopteryx* Klapalek 큰등그물강도래속

Archynopteryx KUa 큰등그물강도래 KUa

Family Perlidae Latreille 강도래과

Subfamily Perlinae Okamoto 강도래아과

Genus *Oyamia* Klapalek 진강도래속

Oyamia coreana Okamoto 진강도래

Genus *Paragnetina* Klapalek 강도래붙이속

Paragnetina flavotincta (McLachlan) 강도래붙이

Genus *Neoperla* Needham 두눈강도래속

Neoperla quadrata Wu et Claassen 두눈강도래

Genus *Kamimuria* Klapalek 강도래속

Kamimuria KUa 강도래 KUa

Family Chloroperlidae Okamoto 녹색강도래과

Subfamily Chloroperlinae Okamoto 녹색강도래아과

Genus *Sweltsa* Ricker 녹색강도래속

Sweltsa nikkoensis (Okamoto) 녹색강도래

Sweltsa KUa 녹색강도래 KUa

Order Trichoptera

Family Stenpsychidae Martynov 각날도래과

Genus *Stenopsyche* McLachlan 각날도래속

Stenopsyche bergeri Martynov 연날개수염치레각날도래

Family Philopotamidae Wallengern 입술날도래과

Genus *Wormaldia* McLachlan 입술날도래속

Wormaldia KUa 입술날도래 KUa

Family Hydropsychidae Curtis 줄날도래과

Subfamily Arctopsychinae Ross 곰줄날도래아과

Genus *Arctopsyche* McLachlan 곰줄날도래속

Arctopsyche ladogensis (Kolenati) 곰줄날도래

Subfamily Hydropsychinae Ulmer 줄날도래아과

Genus *Hydropsyche* Pictet 줄날도래속

Hydropsyche KUe 줄날도래 KUe

Family Rhyacophilidae Stephens 물날도래과

Subfamily Rhyacophilinae Ulmer 물날도래아과

Genus *Rhyacophila* Pictet 물날도래속

Rhyacophila yamanakensis Iwata 곤봉물날도래

Rhyacophila clemens Tsuda 크레멘스물날도래

Rhyacophila shikotsuensis Iwata 민무늬물날도래

Rhyacophila nigrocephala Iwata 검은머리물날도래

Subfamily Hydrobiosinae Ulmer 긴발톱물날도래아과

Genus *Apsilochorema* Ulmer 긴발톱물날도래속

Apsilochorema KUa 긴발톱물날도래 KUa

Family Glossosomatidae Wallengren 광택날도래과

Genus *Glossosoma* Curtis 광택날도래속

Glossosoma KUa 광택날도래 KUa

Genus *Agapetus* Curtis 큰광택날도래속

Agapetus KUa 큰광택날도래 KUa

Family Limnephilidae Kolenati 우묵날도래과

Subfamily Limnephilinae Ulmer 우묵날도래아과

Genus *Hydatophylax* Wallengren 띠무늬우묵날도래속

Hydatophylax nigrovittatus (McLachlan) 띠무늬우묵날도래

Subfamily Goerinae Ulmer 가시날도래아과

Genus *Goera* Leach 가시날도래속

Goera japonica Banks 가시날도래

Family Lepidostomatidae Ulmer 네모집날도래과

Genus *Goerodes* Ulmer 네모집날도래속

Goerodes KUb 네모집날도래 KUb

Family Odontoceridae Wallengren 바수염날도래과

Genus *Psilotreta* Banks 바수염날도래속

Psilotreta kisoensis Iwata 바수염날도래

Order Diptera

Suborder Nematocera Latreille 김뿔파리아목

Family Tipulidae Leach 각다귀과

Genus *Tipula* Linnaeus 각다귀속

Tipula KUa 각다귀 KUa

Family Limnionidae 애기각다귀과

Genus *Hexatoma* Latreille 검정날개각다귀속

Hexatoma KUa 검정날개각다귀 KUa

Genus *Antocha* Osten-Sacken 명주각다귀속

Antocha KUa 명주각다귀 KUa

Family Dixidae Brauer 애모기과

Dixidae sp.

Family Simuliidae Newmann 딱파리과

Genus *Simulium* Latreille 딱파리속

Simulium sp.

Family Chironomidae Macquart 깔다구과

Subfamily Tanypodinae Lynch Arrib Izaga 늪깔다구아과

Tanypodinae sp. 1

Subfamily Chironominae Lynch Arrib Izaga 깔다구아과

Chironominae sp. 1

Chironominae sp. 4

Chironominae sp. 5

Chironominae sp. 7

Chironominae sp. 8

Suborder Brachycera Macquart 짧은뿔파리아목

Family Athericidae 개울등에과

Genus *Atherix* Meigen 개울등에속

Atherix KUa 개울등에 KUa

Order Coleoptera

Suborder Adephaga 식육아목

Family Dytiscidae Lacordaire 물방개과

Subfamily Hydroporinae Regimbart 알물방개아과

Genus *Coelambus* Thomson 가는줄물방개속

Coelambus dimensis Sharp 가는줄물방개

Genus *Neonectes* Zimmermann 노란무늬물방개속

Neonectes natrix (Sharp) 노란무늬물방개

이 중 하루살이류가 8과 18속 33종, 날도래류가 8과 11속 14종, 강도래류가 8과 12속 13종, 파리류가 6과 6속 12종, 딱정벌레류가 1과 2속 2종 그리고 잠자리류가 1과 1속 1종으로 나타났다. 뱀잠자리류와 노린재류는 채집되지 않았다 (Fig. 2).

각 지점별로 출현한 종을 살펴보면 A지점에서 하루살이류 9종, 날도래류 3종, 파리류 2종, 잠자리류 1종으로 총 15종이, B지점에서는 하루살이류 8종, 날도래류 7종, 파리류 6종, 잠자리류 1종으로 총 22종이 출현하였다. C지점에서는 하루살이류 17종, 파리류 7종, 날도래류 6종, 강도래류 1종으로 총 31종이, D지점에서는 하루살이류 11종, 날도래류 5종, 파리류 5종, 강도래류 4종, 잠자리류 1종으로 총 26종이 나타났다. E지점에서는 하루살이류 8종, 날도래류 2종, 강도래류 1종, 파리류 1종으로 총 12종이, F지점에서는 하루살이류 6종, 날도래류 3종으로 총 9종이 출현하였다. G지점에서는 하루살이류 16종, 날도래류 6종, 파리류 6종, 강도래류 3종, 잠자리류 1종으로 가장 많은 32종이, H지점에서는 하루살이류 6종, 강도래류 4종, 파리류 3종, 날도래류 1종으로 총 14종이 각각 출현하였다. I지점에서는 파리류 4종, 하루살이류 2종, 강도래류 1종, 딱정벌레류 1종으로 가장 적은 8종이, J지점에서는 하루살이류 7종, 강도래류 5종, 날도래류 3종, 파리류 1종, 딱정벌레류 1종으로 총 17종이 각각 출현하였다.

이 중 하루살이류는 C지점에서 17종, 강도래류는 J지점에서 5종, 날도래류는 B지점에서 7종 그리고 파리류는 C지점에서 7종으로 가장 다양하게 출현하였다. 잠자리류는 A, B, D, G지점에서, 또한 딱정벌레류는 I, J지점에서만 출현하였다 (Fig. 3).

2. 개체수 현존량

각 조사지점에서 출현한 개체수 현존량은 Table 2에서 제시하였다. 전체적으로는 하루살이류가 55.6%로 가장 많고 날도래류 (22.0%), 파리류 (15.7%), 강도래류 (3.3%), 잠자리류 (3.1%) 그리고 딱정벌레류 (0.2%)의 순서로 나타났다 (Fig. 4).

각 지점별로 보면 B와 I지점에서는 파리류 (B지점 : 45.9%, I지점 : 46.2%)가, 나머지 지점에서는 하루살이류 (A지점 : 85.4%, C지점 : 76.8%, D지점 : 45.4%, E지점 : 74.3%, F지점 : 95.8%, G지점 : 46.2%, H지점 : 75.6%, J지점 : 60.0%)가 가장 높은 개체수 현존량을 보여 주었다 (Fig.5).

3. 우점종과 우점도

각 지점에서의 제 1, 2우점종 및 우점도지수는 A지점에서는 *Ecdyonurus bajkovaе* (22.0%)와 *Baetis nla* (17.1%)가 0.390, B지점에서는 *Chironominae* sp. 7 (48.4%)과 *Glossosoma* KUa (14.4%)가 0.627, C지점에서는 *Drunella cryptomeria* (20.5%)와 *Ecdyonurus kibuensis* (18.9%)가 0.395, D지점에서는 *Psilotreta kisoensis* (33.0%)와 *Ephemera separigata* (16.8%)가 0.495 그리고 E지점에서는 *Drunella cryptomeria* (17.1%)와 *Baetis nla* (17.1%)가 0.343으로 나타났다. F지점에서는 *Ecdyonurus kibuensis* (74.6%)와 *Ecdyonurus dracon* (12.7%)이 0.873, G지점에서는 *Psilotreta kisoensis* (25.6%)와 *Ephemera separigata* (18.4%)가 0.440, H지점에서는 *Ecdyonurus kibuensis* (51.2%)와 *Baetis nla* (9.8%)가 0.610, I지점에서는 *Ecdyonurus dracon* (30.8%)과 *Tanypodinae* sp.1 (15.4%), *Chironominae* sp.4 (15.4%)가 0.462 그리고 J지점에서는 *Ecdyonurus kibuensis* (40.0%)와 *Glossosoma* KUa (12.5%)가 0.525로 나타났다 (Fig. 6). 우점종은 전체적으로 하루살이류가 대부분을 차지하였고 날도래류와 파리류가 일부 지점에서 우점하였다. 우점도지수는 E지점이 0.343로 가장 낮았고, F지점이 0.873로 가장 높게 나타났으며, 전 지점의 평균은 0.516였다 (Table 3).

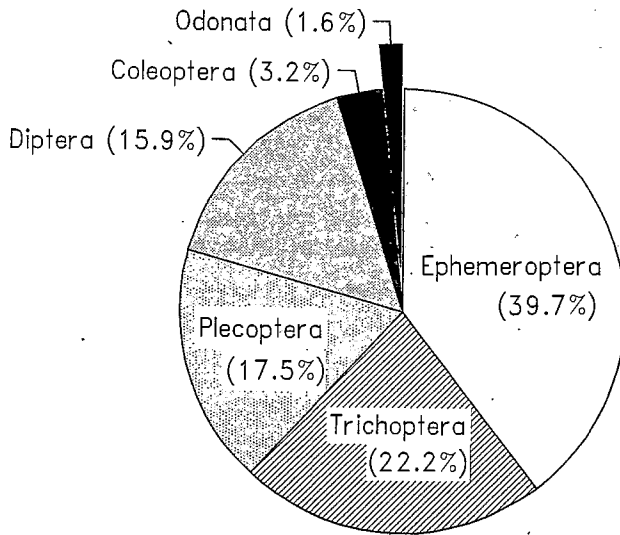


Fig. 2. Species composition of major taxa in aquatic insects in the all sites of Mt. Pangtae area 15th~19th August, 1995.

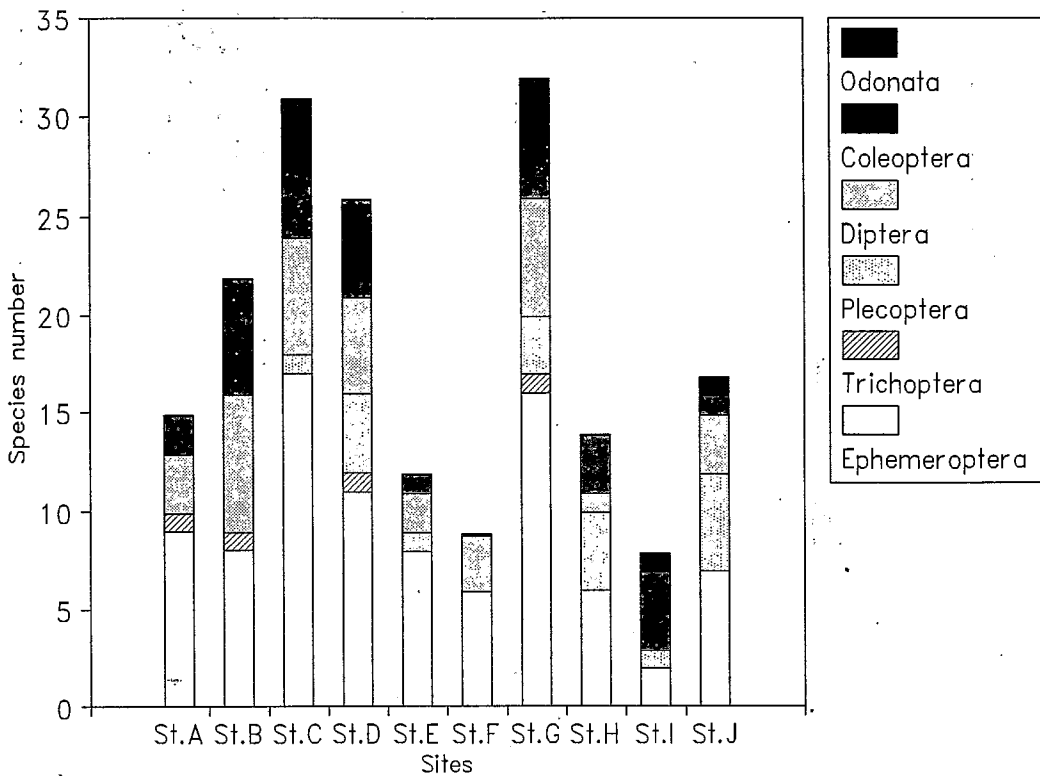


Fig. 3. Species composition of major taxa in aquatic insects in the each site of Mt. Pangtae area 15th~19th August, 1995.

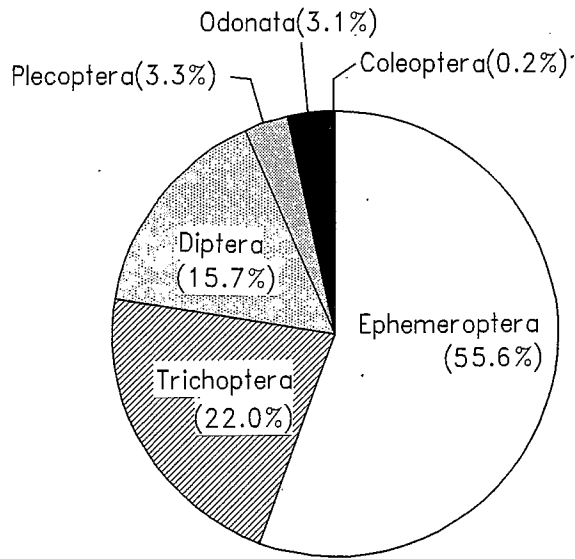


Fig. 4. Individual occurrence composition of major taxa in aquatic insects in the all sites of Mt. Pangtae area 15th~19th August, 1995.

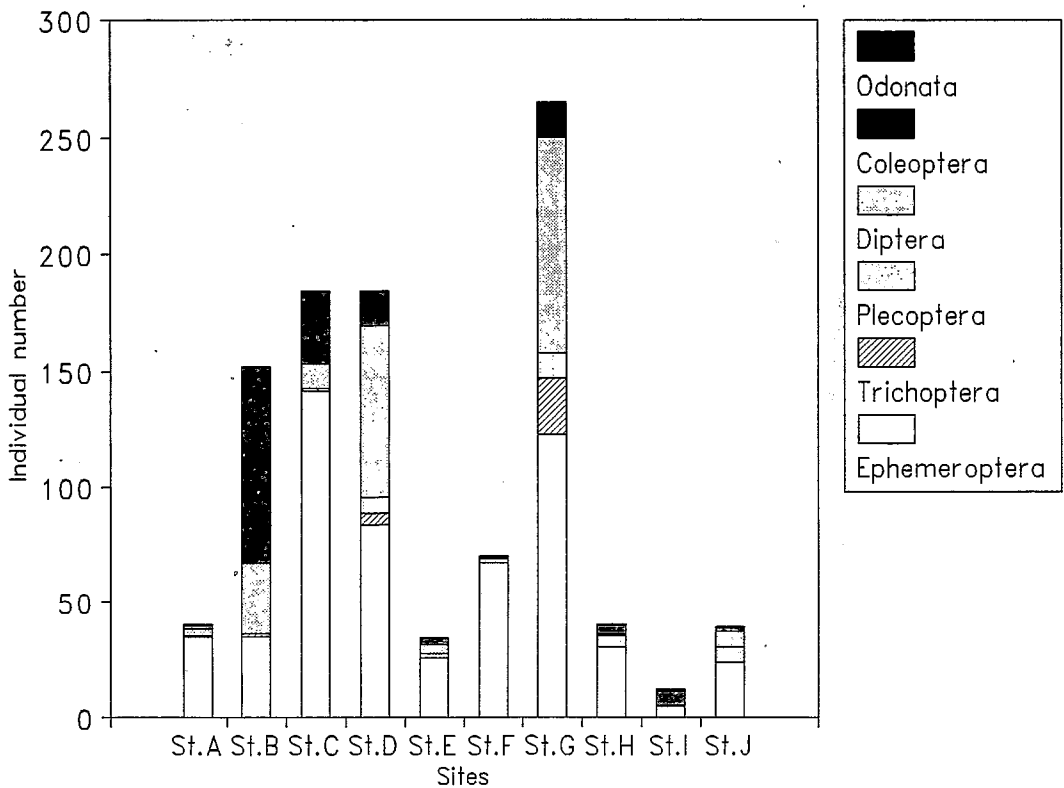


Fig. 5. Individual occurrence composition of major taxa in aquatic insects in the each site of Mt. Pangtae area 15th~19th August, 1995.

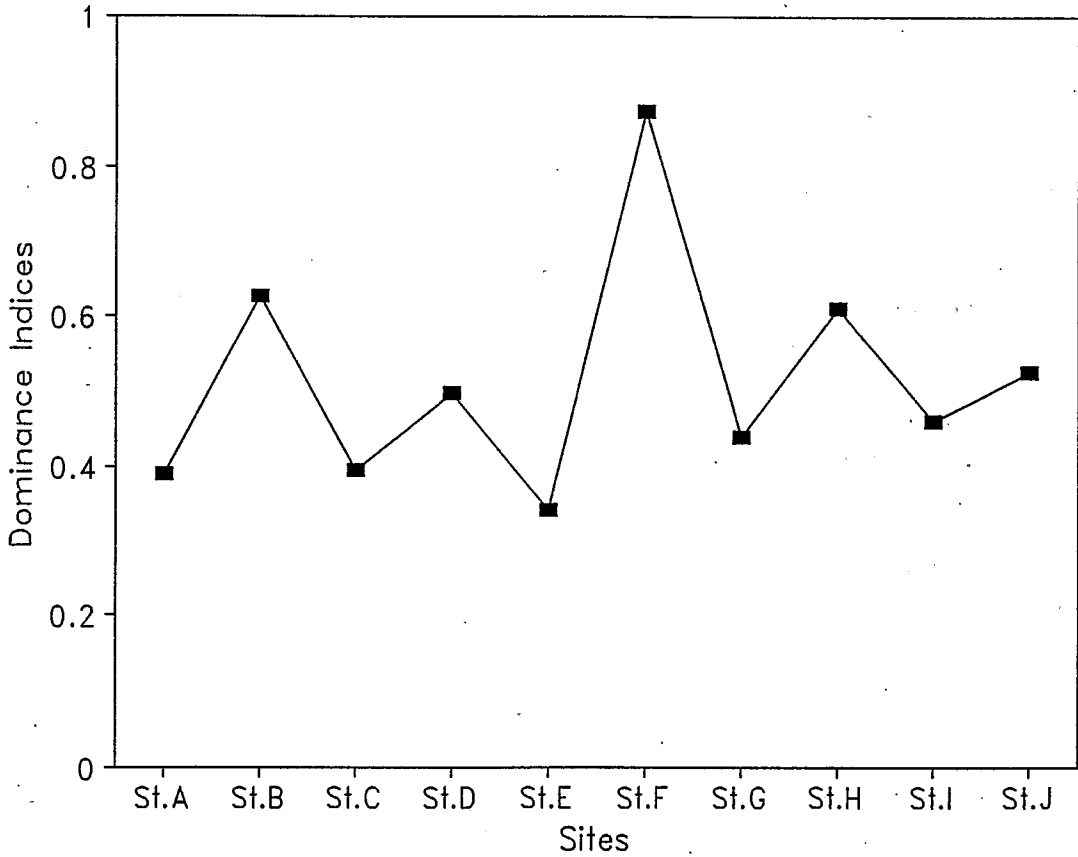


Fig. 6. Dominance indices of each site in Mt. Pantae area during 15th ~ 19th August, 1995.

Table 2. Species number and Individual number of Aquatic insects in Pangtae area, 15th ~ 19th August, 1995.

	St.A	St.B	St.C	St.D	St.E	St.F	St.G	St.H	St.I	St.J
Order Ephemeroptera										
<i>Siphonurus chankae</i>			3				1		2	4
<i>Ameletus costalis</i>			1						1	1
<i>Baetis thermicus</i>			7	2			2	2	2	5
<i>Baetis</i> nla	7	3	6	3	6	1	4	4	1	9
<i>Baetis</i> KUa			3	2	2	3	1	1	1	7
<i>Baetiella japonica</i>		2								1
<i>Baetiella tuberculata</i>		3	2							2
<i>Isonychia japonica</i>							3			1
<i>Epeorus(Epeorus) latifolium</i>			1	4	1					3
<i>Epeorus(Epeorus) curvatulus</i>	4	8	13	2	3		1		1	7
<i>Rhithrogena</i> na	4		8	1		1	3	2	2	7

<i>Cinygmula grandifolia</i>										1	1
<i>Ecdyonurus levis</i>		4		1			1			3	6
<i>Ecdyonurus kibuensis</i>	5	5	35	24		53	35	21		16	194
<i>Ecdyonurus dracon</i>	3		9			9	2		4	5	27
<i>Ecdyonurus bajkovae</i>	9		3				1			3	13
<i>Choroterpes altioculus</i>	1		1							2	2
<i>Ephemera separigata</i>		2	1	31	4		49			5	87
<i>Drunella cryptomeria</i>	1	8	38	5	6	1	10	1	1	10	72
<i>Drunella lepnevae</i>							1			1	1
<i>Cincticostella tshernovae</i>	1									1	1
<i>Serratella setigera</i>						2				1	2
<i>Ephemerella imanishii</i>			3	10			8			3	21
<i>Ephemerella keijoensis</i>			8							1	8
<i>Caenis</i> KUa							1			1	1
Order Odonata											
<i>Davidius lunatus</i>	1	2		5			24			4	32
Order Plecoptera											
<i>Protonemura</i> KUa										1	1
<i>Capnia</i> KUa				1						1	1
<i>Rhopalopsale mahunkai</i>							2			1	2
<i>Yoraperla</i> KUa										1	1
<i>Megarcys ochracea</i>										2	2
<i>Archynopteryx</i> KUa				1				1		2	2
<i>Oyamia coreana</i>							8			1	8
<i>Neoperla quadrata</i>			1	2	2			2		4	7
<i>Kamimuria</i> KUa				3			1	1		1	6
<i>Sweltsa nikkoensis</i>									1	2	3
<i>Sweltsa</i> KUa								1		1	1
Order Trichoptera											
<i>Stenopsyche Bergeri</i>	1	1	1			1	1			5	5
<i>Wormaldia</i> KUa				1						1	1
<i>Arctopsyche ladogensis</i>		1								1	2
<i>Hydropsyche</i> KUe		1	1							2	2
<i>Rhyacophila yamnaakensis</i>			1							1	1
<i>Rhyacophila clemens</i>									1	1	1
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i>			1	1			1	1		4	4
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>			3							1	3
<i>Apsilochorema</i> KUa							1			1	1
<i>Glossosoma</i> KUa	1	22	4		2		1			5	35
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>		1		8			20			3	29
<i>Goera japonica</i>		1								1	1
<i>Goerodes</i> KUb				3		1	2			3	6

<i>Psilotreta kisoensis</i>	1	4	61	2	68			5	136		
Order Diptera											
<i>Tipula</i> KUa			1					1	1		
<i>Hexatoma</i> KUa		2	2	2		1	2	1	6		
<i>Antocha</i> KUa	1	1	1			2		4	5		
Dixidae sp.		1	1					2	2		
Tanypodinae sp.1	1		22	3	3	3	2	6	34		
Chironominae sp.4		3	1	1		1	1	2	6		
Chironominae sp.5							1		1		
Chironominae sp.7		74	1			4		3	79		
Chironominae sp.8		4	3	8		4	1	5	20		
<i>Atherix</i> KUa							1	1	1		
Order Coleoptera											
<i>Coelambus dimensis</i>								1	1		
<i>Neonectes natrix</i>							1	1	1		
Total number of species	15	22	31	26	12	9	32	14	8	17	63
Total individual number	41	153	185	185	35	71	266	41	13	40	1030

Table 3. Dominant species and their dominance indices(McNaughton 1967) at each sites in Mt. Pangtae area, during 15th ~ 19th August, 1995.

Site	Dominant species	DI	Mean
A	<i>Ecdyonurus bajkovae</i> <i>Baetis nla</i>	0.390	0.516
B	<i>Chironominae</i> sp.7 <i>Glossosoma</i> KUa	0.627	
C	<i>Drunella cryptomeria</i> <i>Ecdyonurus kibuensis</i>	0.395	
D	<i>Psilotreta kisoensis</i> <i>Ephemera separigata</i>	0.497	
E	<i>Drunella cryptomeria</i> <i>Baetis nla</i>	0.343	
F	<i>Ecdyonurus kibuensis</i> <i>Ecdyonurus dracon</i>	0.873	
G	<i>Psilotreta kisoensis</i> <i>Ephemera separigata</i>	0.440	
H	<i>Ecdyonurus kibuensis</i> <i>Baetis nla</i>	0.610	
I	<i>Ecdyonurus dracon</i> <i>Tanypodinae</i> sp. 1 <i>Chironominae</i> sp. 4	0.462	
J	<i>Ecdyonurus kibuensis</i> <i>Glossosoma</i> KUa	0.525	

4. 다양도 및 오수생물계열

다양도지수는 A지점이 3.393로 나타나 가장 높은 수치를 보였고, F지점이 1.405로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 이외의 지점에서는 B지점에서 2.921, C지점에서 3.870, D지점에서 3.397, E지점에서 3.400, G지점에서 3.564, H지점에서 2.718, I지점에서 2.777 그리고 J지점에서 3.232로 각각 나타났으며, 전 지점의 평균은 3.068로 나타났다 (Table 4). 다양도에 근거한 오수생물계열을 보면 평균적으로 빈부수성을 보였으나, F지점에서는 α -중부수성을 보였고 B와 H지점에서는 β -중부수성을 보였다 (Fig. 7).

Table 4. Diversity indices at each sites in Mt. Pangtae area, during 15th~19th August, 1995.

Site	Diversity indices	Mean Diversity indices	
A	3.393	3.393 (Oligo-saphrobic)	3.068 (Oligo-saphrobic)
B	2.921	3.397 (Olig-saphrobic)	
C	3.870		
D	3.397		
E	3.400		
F	1.405	2.740 (β -meso-saphrobic)	
G	3.564		
H	2.718		
I	2.777		
J	3.232		

5. 지점간 그룹화

지점간 유사도지수에 따르면 A지점과 F지점 (0.810)이 가장 유사한 종 구성을 가지는 것으로 나타났다 (Table 5). 전체적으로 지점간 유사성은 매우 높은 편이었으나, 유사도에 따른 그룹화에 의하면 A지점, E지점, F지점, H지점, I지점, J지점이 같은 그룹으로 나타나고 B지점, C지점, D지점, G지점이 같은 그룹으로 나타나 전체적으로 크게 2개의 그룹이 형성되었다 (Fig. 8).

Table 5. Similarity indices between the sites in Mt. Pangtae area, during 15th ~ 19th August, 1995.

St. A	1.000									
St. B	0.698	1.000								
St. C	0.651	0.635	1.000							
St. D	0.603	0.619	0.571	1.000						
St. E	0.762	0.651	0.635	0.683	1.000					
St. F	0.810	0.635	0.587	0.635	0.762	1.000				
St. G	0.667	0.651	0.667	0.683	0.587	0.603	1.000			
St. H	0.667	0.587	0.603	0.714	0.746	0.794	0.587	1.000		
St. I	0.730	0.619	0.540	0.587	0.746	0.794	0.524	0.714	1.000	
St. J	0.683	0.603	0.524	0.571	0.730	0.746	0.540	0.762	0.667	1.000
	St.A	St.B	St.C	St.D	St.E	St.F	St.G	St.H	St.I	St.J

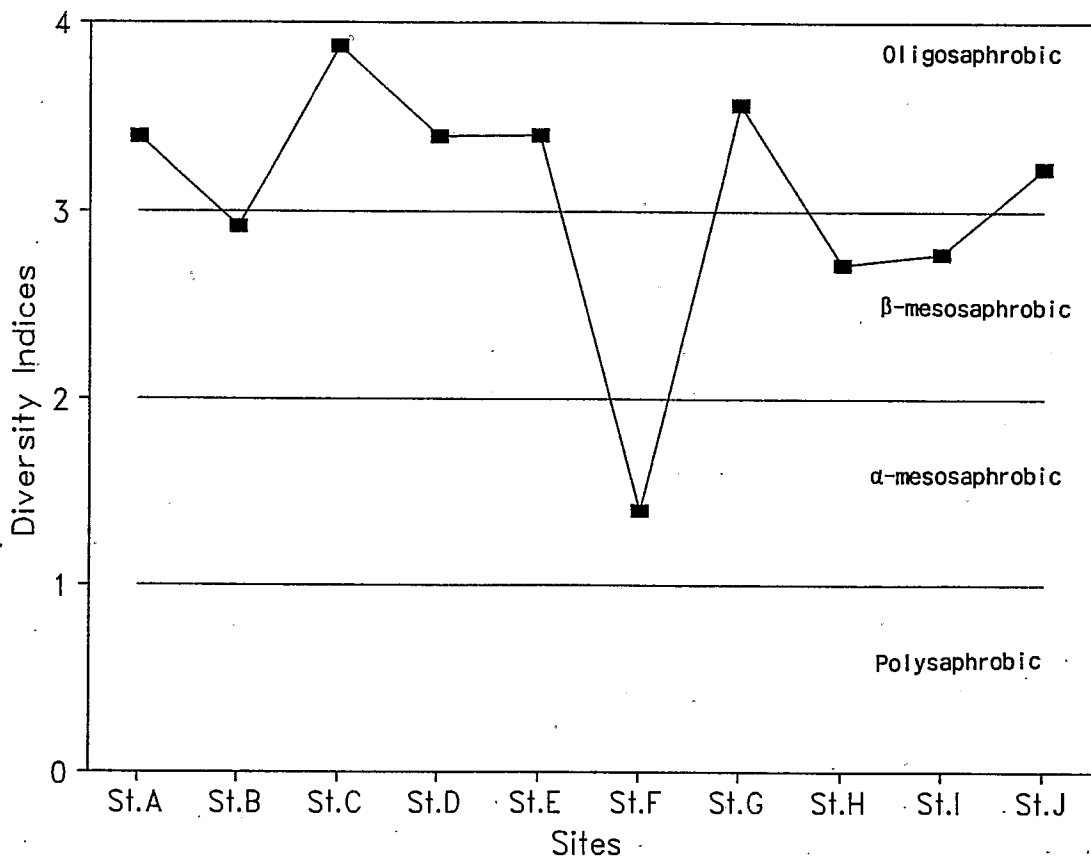


Fig. 7. Diversity indices of each site in Mt. Pantae area during 15th ~ 19th August 1995.

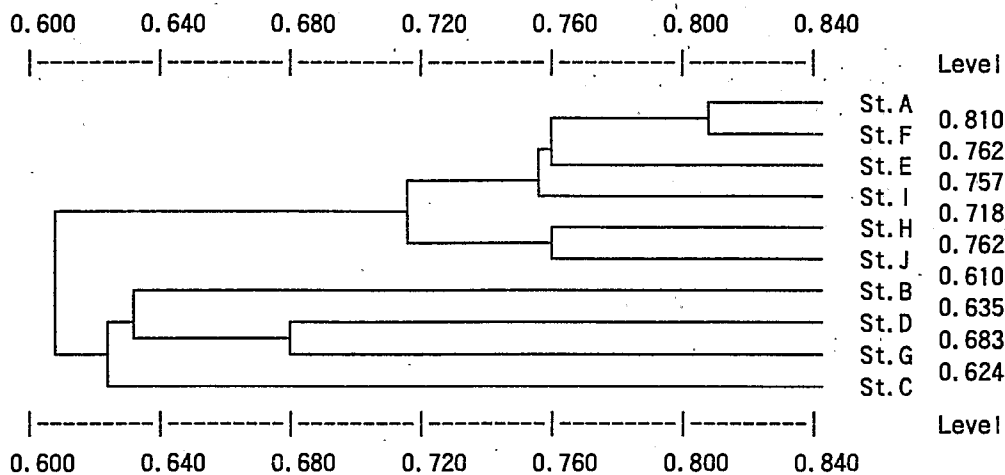


Fig. 8. Cladogram of sampling sites in Mt. Pantae area based on the simple matching coefficients and Sahn Clustering method (Rohlf 1992).

고찰

전 조사시간을 통해 출현한 종수를 보면 정성채집의 결과를 포함하여 32과 50속 76종으로 나타났다. 하루살이류가 8과 18속 33종 (정량채집으로 8과 16속 25종), 날도래류가 8과 12속 15종 (정량채집으로 8과 11속 14종), 강도래류가 8과 12속 13종 (정량채집으로 7과 10속 11종), 파리류가 6과 6속 12종 (정량채집으로 5과 4속 10종), 딱정벌레류가 1과 2속 2종 (정량채집으로 1과 2속 2종) 그리고 잠자리류가 1과 1속 1종 (정량채집으로 1과 1속 1종)이 출현하였고 비교적 중류지역에서 많이 채집되는 뱀잠자리류와 노린재류는 채집되지 않았다. 이는 박과 조 (1995)에 의해 연구된 방태천 본류의 출현종수 (151종)보다 매우 낮은 수치이다. 그러나 단일 계절에 단시간의 채집이라는 점, 우기 직후라는 점 그리고 많은 종류들이 우화하였다는 점 등의 요인을 감안한다면 많은 종이 출현한 편이며, 타지역에서 단기간에 조사된 자료들과 비교해 보면 타지역에 비해 많은 종이 출현한 것을 알 수 있다 (윤등 1992c, 배등 1994, 윤등 1994).

각 목별 중 구성을 볼 때 하루살이류에서는 흰부채하루살이, 두점하루살이, 알통하루살이, 가는무늬하루살이가 거의 전 조사지점에서 출현하였고 날도래류에서는 물날도래류가 가장 많은 종 수를 보였다. 잠자리류의 종 구성은 매우 빈약하게 1종 만이 출현하였다. 본 조사지점들의 각 목별 종 구성에서 주목할 점은 넓은가슴강도래, 큰그물강도래, 진강도래, 두눈강도래 등 강도래류의 종이 다양하게 나타난 점과 파리류 중에서 딱파리류가 출현하였다는 점이다. 이들은 주로 청정한 하천에서 많이 출현하는 종 (윤 1988)으로서, 방태천 지류가 비교적 유속이 빠르고 정수역이 적은 산간계류형이라는 것과 고도의 청정한 하천이라는 것을 나타내는 대표적인 종들로 사료된다.

조사지점을 각 지류별로 나누어 살펴보았을 때, 지류에 따라 종 구성에서 다소의 차이가 나타났는데, 특이한 점은 삼새민강도래·KUa, 꼬마강도래, 넓은가슴강도래, 그물강도래, 녹색강도래, 녹색강도래 KUa 등 많은 강도래류가 조경동쪽에서만 출현하였다는 점이다. 이러한 강도래류 출현도의 차이는 두 지류 모두 청정 산간계류이기는 하나 방동리쪽에서는 많지는 않지만 인가와 논, 밭 등의 경작지가 있으며 C지점 부근에서 작은 유원지도 조성되어 있어 DO와 수질에 민감한 강도래에게 상대적으로 열악한 서식환경으로 작용하였기 때문으로 사료된다. 그리고 이러한 사실에서 조경동 지류의 수질이 방동리 지류보다 상대적으로 청정함을 유추할 수 있을 것이다. 날도래류의 경우, 입술날도래 KUa, 줄날도래 KUe, 곤봉물날도래, 검은머리물날도래, 가시날도래 등은 방동리쪽에서만 출현하였고 크레멘스물날도래, 긴발톱물날도래 KUa 등은 조경동쪽에서만 출현하였다. 방동리쪽에만 출현하는 날도래류를 보면 주로 유속이 빠르며 산간의 폭이 좁은 계류에 서식하는 중들임을 알 수 있고 이는 두 하천의 물리적 특성을 잘 대변한다고 할 수 있다. 파리류의 종 구성은 비슷한 편이며 주목할 만한 것은 조경동쪽 G지점에서 딱파리류가 정성적으로 채집된 점이다. 딱파리류는 고도의 청정수에만 존재하는 종으로 방태천 지류의 수질을 대변해줄 수 있는 대표적인 종 중의 하나라고 할 수 있다. 딱정벌레류의 경우에도 역시 조경동쪽의 I와 J지점에서만 출현하였다. 이러한 종 구성상의 차이는 두 지류 모두 산간의 계류이기는 하나 방동리쪽의 지류가 다소 폭이 좁으며 조경동쪽에 비해 수량이 적고 유속이 빠르기 때문으로 사료되며, 그 구성종의 특성을 볼 때, 조경동 지류가 방동리 지류보다 청정한 수질상태를 보이는 것으로 사료된다.

조사지점 중 A지점은 방태천의 본류로 박과 조 (1995)에 의해 조사된 지점과 거의 일치하는데, 이를 비교해 보면 애호랑하루살이, 흰은부채하루살이, 참납작하루살이, Tanypodinae sp.1 등이 이번 조사에서 새로이 출현하였으나 전체적으로 박과 조 (1995)에 의해 조사된 종수보다 훨씬 낮은 출현종수를 나타내었다. 이는 앞에서 언급한 조사시기와 기간의 이유 이외에도 B지점 근처에 있는 고냉지채소밭에서 사용한 농약이나 비료에 의한 피해와 조경동쪽 지류가 방태천에 합류하는 지점에서의 많은 행락객들로 인한 생태계의 교란도 간과할 수 없을 것으로 사료된다. 특히 이 지점에서는 강도래류가 전혀 채집되지 않았는데 이는 수온의 상승과 느린 유속으로 인한 DO의 감소와 인간의 간섭에 의한 영향이라고 사료된다.

다. 이외에도 B지점과 F에서도 강도래류가 출현하지 않았는데, B지점은 유속과 수온이 낮으나 옆에 있는 인가로 인한 인간의 간섭이 있었을 것으로 사료되며, F지점은 비교적 느린 유속과 수온의 상승이 강도래류의 서식에 불리하게 작용하였을 것으로 사료된다.

개체수 현존량을 중심으로 각 종의 풍부도를 살펴보면, 전체적으로 하루살이류 수역임을 알 수 있다. B와 I지점에서는 파리류가 가장 높은 개체수 현존량을 보이며 깔다구수역을 이루었는데 비록 깔다구형 수역으로 나타나는 하나 수질의 악화로 인한 결과로는 볼 수 없으며 다른 미소서식처의 차이 때문에 다른 분류군의 개체수가 상대적으로 적게 나타났을 뿐일 것으로 사료된다.

전 조사지점에 걸쳐 우점종은 하루살이류이며 다음으로 날도래류와 파리류가 우점하였다. 각 지점의 우점종을 보면 두점하루살이, 참납작하루살이, 알통하루살이, 꼬마하루살이 nla, 바수염날도래 등이 주로 우점종으로 나타났으며 이들은 모두 산간계류의 유속이 빠른 곳에 서식하는 종들로 하천의 특성을 잘 나타내었다. 우점도는 F지점 (0.873)를 제외한 나머지 지점에서 0.343-0.627의 중간 정도의 우점양상을 보여주었다.

다양도는 F지점을 제외하고 2.718-3.870 사이였으며 전체평균은 3.068로 빈부수성을 보였다. F지점의 경우 1.405로 중부수성을 보이기는 하나 군집을 구성하는 종들이 비교적 오염되지 않은 지역에서 출현하는 종들이며, 일반적으로 오염에 내성이 강하여 오염의 지표로 이용되는 깔다구류 등이 출현하지 않은 점으로 미루어 보아 오염된 지역이라고는 볼 수 없다 (위등 1991, 윤등 1992). 이 지점에서 다양도가 매우 낮은 이유는 저질상태 등의 서식지가 다른 지점들에 비해 비교적 단순하였고 수량이 많아 강우의 영향을 많이 받았기 때문으로 사료된다.

각 지점의 군집들간의 유사성이 매우 높았는데, 이는 각 지점의 종 구성이 유사함을 나타낸다. 각 지점들은 유사도에 따른 그룹화에 의해 2개의 그룹으로 나뉘어졌는데, 대체로 같은 지류에 속한 지점들이 같은 그룹에 속하였다. 이러한 점으로 미루어 보아 이번에 조사된 지점들은 각 지류에 따라 수환경이 구분이 되며 따라서 그 군집의 종 구성에서도 다소의 차이를 보이는 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 지류들간에 다소의 차이는 있으나, 대체로 잘 보존된 수서곤충상을 보였으며 수환경도 역시 잘 보존된 것으로 나타났다. 그리고 조사 지점에 따라 다양한 미소서식처가 분포하고 특히, 조정동의 경우에는 인간에 의한 간섭이 매우 적어 실제로는 본 조사에서 나타난 수서곤충상보다 더욱 풍부한 수서곤충상을 보일 것으로 예상된다.

결론 및 요약

방태산 일대에 위치한 방태천의 2개 지류에서 1995년 8월 15일에서 19일까지 조사된 수서곤충의 분류군은 총 6목 31과 50속 76종이었다. 이 중 하루살이류가 33종, 날도래류가 14종, 강도래류가 13종, 파리류가 13종, 딱정벌레류가 2종, 잠자리류가 1종으로 나타났다.

각 지점 별 출현종수는 G지점이 32종으로 가장 많은 종이 출현하였고, F지점이 9종으로 가장 적게 출현하였다. 반면에 개체수 현존량의 경우에는 G지점이 266개체로 가장 풍부하였고 I지점이 13개체로 가장 빈약한 것으로 나타났다. 대부분의 지점에서 하루살이류가 제1우점종으로 나타났으나 B지점에서는 파리류 (*Chironominae* sp.7)가, D지점과 G지점에서는 날도래류 (*P. kisoensis*)가 각각 제1우점종으로 나타났다. 우점도는 0.343-0.873 (평균 0.516)의 범위를 보였다. 종다양도는 1.405-3.870 (평균 3.068)으로 매우 높았으며, 대부분의 지역이 빈부수성을 나타내었다. 각 지점의 군집들간의 유사성이 매우 높았는데, 이는 각 지점의 종 구성이 유사함을 나타낸다. 각 지점들은 유사도에 따른 그룹화에 의해 2개의 그룹으로 나뉘어졌는데, 대체로 같은 지류에 속한 지점들이 같은 그룹에 속하는 경향을 보였다.

이번 조사 결과를 분석해 보면, 지류들간에 다소의 차이는 있으나, 대체로 잘 보존된 수서곤충상을 보

였으며 수환경도 역시 잘 보존된 것으로 나타났다. 그리고 조사 지점에 따라 다양한 미소서식체가 분포하고 특히, 조경동의 경우에는 인간에 의한 간섭이 매우 적어 실제로는 본 조사에서 나타난 수서곤충상보다 더욱 풍부한 수서곤충상을 보일 것으로 예상된다. 따라서 주변경관, 지리적 여건 등과 함께 수환경 및 수서곤충상을 고려할 때, 방태산 일대의 하천은 풍부한 수서곤충상을 보유하고 있고 수질도 청정한 것으로 나타나 지속적인 보존의 가능성과 가치가 매우 높은 지역이라 사료된다.

참고문헌

- Hynes, H.B.N., 1970. The Ecology of Running Water. Liverpool Univ. Press. Liverpool.
- Kawai, T., 1985. An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan, 東海大學出版會.
- Macan, T.T., 1974. Freshwater ecology. 2nd ed. Wiley. New York.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. General Systematics 3:36-71.
- McCafferty, W.P., 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett, Boston.
- McNaughton, S.J., 1967. Relationship among functional properties of California Grassland, Nature 216:168-169.
- Merritt, R.W. and K.W.Cummins, 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt. Dubuque, Iowa.
- Mountfold, M.D., 1962. An index similarity and its application to classification to classificatory program. In P.W. Murphy(Ed.), Prog. Soil. Zool. Butt. p. 43-50.
- Pennak, 1989. Fresh-Water Invertebrates of the United States. 3rd. ed. Wiley, New York. 628p.
- Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biologic collections. J. Theor. Biol. 13:131-144.
- Pielou, E.C., 1975. Ecological Diversity, Wiley, New York. 165p.
- Rohlf, F.J., 1992. NTSYS-pc - Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Exeter Software.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press, Urbana.
- Sørensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. Biol. Skar. 5:1-34.
- Ward, J.V., 1992. Aquatic Insect Ecology - 1. Biology and Habitat. John Wiley & Sons pp. 438.
- Wiederholm, T., 1980. Chironomids as indicator of water quality in Swedish lakes. Acta Univ. Carolinae-Bilologica, 1978:275-283.
- Wilhm, J.L., 1972. Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream. Ann. Rev. Ent. 17:223-252.
- 김재원, 1969. 한국주요하천 상류의 수생곤충의 현존량. 육수지 2:71-78.
- 김창환·윤일병·이종규, 1979. 한강수계에 있어서 수서곤충의 다양성에 의한 생물학적 수질관정에 관한 연구. 1. 조종천. 자연보존연구보고서 1:257-267.
- 박정호·조규승, 1995. 강원도 방태천 수서곤충 군집의 생태학적 특성. 한국육수학회지 28(3):309-

322.

- 배연재·김종인·이성진, 1994. 자연생태계 지역정밀조사 보고서 -천안 광덕산- 수서곤충류. 자연생태계 지역정밀조사 보고서 -천안 광덕산: 137-167.
- 위인선·나철호·최충길, 1974. 영산강 상류의 수서곤충 현존량. 육수지 7:1-7.
- 위인선·나철호·최충길·백순기, 1983. 섬진강 수계의 수서곤충군집에 대한 조사연구. 육수지 16:33-51.
- 위인선·나철호·이종립·백순기, 1991. 수환경오염에 대한 수서곤충 지표종에 관한 연구. 환경생물학회지 9:42-54.
- 윤일병, 1988. 한국동식물도감 제 30 권 동물편 (수서곤충류). 문교부.
- 윤일병, 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. pp. 262.
- 윤일병·변종욱, 1982. 지리산 피아골 계류수역의 생물군집구조에 관한 연구.2)수서곤충에 관하여. 한국자연보존협회조사보고서 21:143-151.
- 윤일병·공동수, 1987a. 민통선 북방지역의 수서곤충상에 관한 연구. 민통선북방지역자원조사보고서(강원도);곤충(수서) 599-648.
- 윤일병·공동수, 1987b. 민통선북방지역의 수서곤충상에 관한 연구. 민통선북방지역자원조사보고서(경기도);곤충(수서) 449-487.
- 윤일병·이종규, 1978. 한강 상류(골지천, 임계천) 및 전천강 상류의 수서곤충상에 관하여. 자보 조사보고서 13:163-171.
- 윤일병·김동상·변종욱, 1981. 낙동강 상류수계의 수서곤충군집에 관한 연구. 육수지 14:27-49
- 윤일병·배연재·양애숙, 1984. 복제주내 하천의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국육수학회지 17(3-4): 63-72.
- 윤일병·배연재·권문남, 1985a. 달천강 하류수계의 수서곤충에 관한 연구. 한국육수학회지 18(1-2):11-23.
- 윤일병·어성준·김기홍, 1985b. 함양 백운산 일대의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국자연보존협회조사보고서 24:139-152.
- 윤일병·어성준·김기홍, 1986a. 청도군 동창천 수계의 저서성 대형무척추동물 군집구조에 관한 연구. 한국육수학회지 19(1-2):97-107.
- 윤일병·김진일·김기홍, 1986b. 태백산 일대의 수서곤충 군집구조에 관한 연구. 한국자연보존협회조사보고서 25:121-129.
- 윤일병·배경석·최영복, 1989a. 보성강 본류에서 미소서식지에 따른 수서곤충 군집구조 및 생태학적 동태. 한국육수학회지 22(4):321-335.
- 윤일병·어성준·김종인, 1989b. 경상남도 소재 5개 늪지의 수서곤충군집 구조에 관한 연구. 환경생물학회지 7(1):19-32.
- 윤일병·노태호·이선희, 1990. 가평천 수계의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국곤충학회지 20(1):41-51.
- 윤일병·공동수·유재근, 1992a. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 (I). 환경생물학회지 10:24-39.
- 윤일병·공동수·유재근, 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 (II). 환경생물학회지 10:40-55.
- 윤일병·배연재·이상협·김종인·이성진, 1992c. 경안천의 저서성 대형무척추군집. 경안천 자연생태계 조사연구보고서.
- 윤일병·배연재·이현철·이상조, 1993. 서울 근교 왕숙천의 유역 환경변화에 따른 수서곤충 군집의 장기

변동, 환경생물학회지 11(2):97-109.

윤일병·김종인·이성진·황정훈·박재홍, 1994. 경안천의 저서성 대형무척추곤집. 경안천 자연생태계 조사 연구보고서 72-109.

최영복·배경석·윤일병, 1989. 보성강 상류의 수서곤충 군집구조에 관한 연구. 자연보존 66:39-48.

환경처, 1992. 자연생태계 지역정밀조사 보고서-점봉산 진동계곡 일대. 환경처 pp. 1-193.

Appendix 1. The list of aquatic insects in Mt. Pangtae area.

	Quanti -ative	Quali -ative	Park & Cho
Order Ephemeroptera			
Family Siphonuridae			
<i>Siphonurus chankae</i> Tshernova	○		○
<i>Siphonurus</i> sp.		○	
<i>Ameletus montanus</i> Imanishi	○	○	
<i>Ameletus costalis</i> (Matsumura)	○	○	
<i>Ameletus</i> sp.		○	
Family Baetidae			
<i>Baetis thermicus</i> Ueno	○	○	○
<i>Baetis</i> nla (Imanishi)	○	○	○
<i>Baetis</i> KUa	○	○	○
<i>Baetis</i> sp.			○
<i>Baetiella japonica</i> (Imanishi)	○		○
<i>Baetiella tuberculata</i> (Kazlauskas)	○		○
Family Isonychiidae			
<i>Isonychia japonica</i> (Ulmer)	○	○	○
Family Heptageniidae Needham			
<i>Bleptus fasciatus</i> Eaton			○
<i>Epeorus (Epeorus) latifolium</i> Ueno	○		○
<i>Epeorus (Epeorus) curvatulus</i> Matsumura	○	○	○
<i>Epeorus (Epeorus)</i> sp.			○
<i>Iron aesculus</i> (Matsumura)			○
<i>Iron</i> sp.			○
<i>Rhithrogena</i> na Imanishi	○	○	○
<i>Cinygmula</i> KUa		○	○
<i>Cinygmula grandifolia</i> Tshernovae	○	○	○
<i>Ecdyonurus levis</i> (Navas)	○	○	○
<i>Ecdyonurus kibuensis</i> Imanishi	○	○	○
<i>Ecdyonurus dracon</i> Kluge	○	○	○
<i>Ecdyonurus bajkova</i> Kluge	○		○
<i>Ecdyonurus tobiironis</i>			○
<i>Ecdyonurus</i> sp.			○
<i>Heptagenia kihada</i> Matsumura		○	

<i>Heptagenia kyotoensis</i> Gose		○	○
<i>Heptagenia</i> sp.			○
Family Leptophlebiidae			
<i>Paraleptophlebia chocoata</i> imanishi		○	○
<i>Choroterpes altiocus</i> Kluge	○	○	○
Family Ephemeridae			
<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan			○
<i>Ephemera separigata</i> Bae	○	○	
<i>Ephemera stigata</i> Eaton			○
Family Ephemerellidae			
<i>Drunella cryptomeria</i> Imanishi	○	○	○
<i>Drunella lepnevae</i> (Tshernova)	○	○	○
<i>Drunella aculea</i> (Allen)			○
<i>Drunella triacantha</i> (Tshernova)			○
<i>Drunella</i> sp. 1			○
<i>Drunella</i> sp. 2			○
<i>Cincticostella tshernovae</i> Bajkova	○	○	○
<i>Cincticostella castanea</i> (Allen)			○
<i>Cincticostella</i> sp.			○
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	○		○
<i>Serratella</i> sp.			○
<i>Uracanthella rufa</i> (Imanishi)			○
<i>Ephemerella imanishii</i> Gose	○	○	○
<i>Ephemerella keijoensis</i> Allen	○		○
<i>Ephemerella notofascia</i> Yoon & Bae		○	○
Family Caenidae			
<i>Caenis</i> KUa	○		
Order Odonata			
Family Gomphidae			
<i>Davidius lunatus</i> Bartenef	○	○	○
<i>Nihongomphus</i> KUa			○
Order Plecoptera			
Family Scopuridae			
<i>Scopura longa</i> Ueno			○
<i>Scopura</i> sp.			○
Family Nemouridae			
<i>Nemura</i> KUa			○
<i>Nemura</i> sp.			○
<i>Protonemura</i> KUa	○		○
Family Capniidae			
<i>Capnia</i> KUa	○		○
<i>Eucapnopsis</i> KUa			○

Family Leuctridae			
<i>Rhopalopsola mahunkai</i> Zwick	○	○	○
Family Peltoperlidae			
<i>Yoraperla</i> KUa	○		○
Family Pteronarcidae			
<i>Pteronarcys sachalina</i> Klapalek		○	○
Family Perlodidae			
<i>Megarcys ochracea</i> Klapalek	○		○
<i>Perlodes</i> KUa			○
<i>Stavsolus</i> KUa			○
<i>Archynopteryx</i> KUa	○		○
<i>Isoperla</i> KUa			○
<i>Isoperla</i> sp.			○
Family Perlidae			
<i>Oyamia coreana</i> Okamoto	○	○	○
<i>Oyamia</i> sp.			○
<i>Paragnetina flavotincta</i> (McLachlan)		○	○
<i>Paragnetina</i> sp.			○
<i>Neoperla quadrata</i> Wu et Claassen	○	○	○
<i>Neoperla</i> sp.			○
<i>Kamimuria</i> KUa	○		○
<i>Kamimuria</i> sp.			○
<i>Kiotina decorata</i> Zwick			○
Family Chloroperlidae			
<i>Sweltsa nikkoensis</i> (Okamoto)	○	○	○
<i>Sweltsa</i> KUa	○		○
<i>Sweltsa</i> sp.			○
Order Trichoptera			
Family Stenopsychidae			
<i>Stenopsyche bergeri</i> Martynov	○	○	○
<i>Stenopsyche griseipennis</i> McLachlan			○
Family Philopotamidae			
<i>Wormaldia</i> KUa	○	○	
Family Psychomyiidae			
<i>Psychomyia</i> KUa			○
Family Hydropsychidae			
<i>Arctopsyche ladogensis</i> (Kolenati)	○		○
<i>Hydropsyche</i> KUa			○
<i>Hydropsyche</i> KUb			○
<i>Hydropsyche</i> KUD			○
<i>Hydropsyche</i> KUE	○	○	○
<i>Hydropsyche</i> sp. 1			○

<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> (Iwata)				○
<i>Cheumatopsyche</i> KUa				○
<i>Cheumatopsyche</i> KUb				○
<i>Cheumatopsyche</i> sp.				○
Family Rhyacophilidae				
<i>Rhyacophila yamanakensis</i> Iwata	○			
<i>Rhyacophila retracta</i> Martynov				○
<i>Rhyacophila articulata</i> Morton				○
<i>Rhyacophila clemens</i> Tsuda	○			○
<i>Rhyacophila bilobata</i> Ulmer				○
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i> Iwata	○			
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> Iwata	○			○
<i>Rhyacophila</i> KUa				○
<i>Rhyacophila</i> KUb				○
<i>Rhyacophila</i> sp. 1				○
<i>Rhyacophila</i> sp. 2				○
<i>Apsilochorema</i> KUa	○			
Family Glossosomatidae				
<i>Glossosoma</i> KUa	○	○		○
<i>Agapetus</i> KUa		○		○
Family Hydroptilidae				
<i>Hydroptila</i> sp.				○
Family Phryganopsychidae				
<i>Phryganopsyche latipennis</i> (Banks)				○
Family Brachycentridae				
<i>Micradema</i> KUa				○
Family Limnephilidae				
<i>Limnephilus</i> sp.				○
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> (McLachlan)	○	○		○
<i>Hydatophylax</i> sp.				○
<i>Notopsyche</i> KUa				○
<i>Apatania</i> KUa				○
<i>Apatania</i> sp.				○
<i>Neophylax ussuriensis</i> (Martynov)				○
<i>Goera japonica</i> Banks	○			○
Family Lepidostomatidae				
<i>Goerodes</i> KUa				○
<i>Goerodes</i> KUb	○	○		
<i>Goerodes</i> sp.				○
Family Sericostomatidae				
<i>Gumaga</i> KUa				○
Family Odontoceridae				

<i>Psilotreta kisoensis</i> Iwata	○	○	○
Order Lepidoptera			
Family Pyralidoidea			
<i>Cataclysta</i> KUa			○
Order Coleoptera			
Family Dytiscidae			
<i>Coelambus dimensis</i> Sharp	○		
<i>Neonectes natrix</i> (Sharp)	○	○	
Family Noteridae			
<i>Noterus clavicornis</i>			○
Family Elmidae			
Elmidae sp.			○
Order Diptera			
Family Tipulidae			
<i>Tipula</i> KUa	○		
<i>Tipula</i> KUb			○
<i>Tipula</i> KUc			○
<i>Tipula</i> sp.			○
Family Limnoniidae			
<i>Hexatoma</i> KUa	○	○	
<i>Eriocera</i> KUa		○	○
<i>Eriocera</i> KUb			○
<i>Eriocera</i> KUc			○
<i>Antocha</i> KUa	○		○
<i>Antocha</i> sp.			○
Family Dixidae			
Dixidae sp.	○		
Family Simuliidae			
<i>Simulium malyshevi</i> Dorogostajskij et al			○
<i>Simulium suzukii</i> Rubzov			○
<i>Simulium (Simulium) japonium</i> Matsumura			○
<i>Simulium (Gomphostilbia)</i> KUa			○
<i>Simulium</i> sp.		○	
<i>Simulium</i> sp. 1			○
<i>Simulium</i> sp. 2			○
<i>Simulium</i> sp. 3			○
<i>Simulium</i> sp. 4			○
Family Chironomidae			
Tanypodinae sp. 1	○		
Chironominae sp. 1		○	
Chironominae sp. 4	○		
Chironominae sp. 5	○		

Chironominae sp. 7	○		
Chironominae sp. 8	○		
Chironomidae sp. 1			○
Chironomidae sp. 2			○
Chironomidae sp. 3			○
Chironomidae sp. 4			○
Chironomidae sp. 5			○
Chironomidae sp. 6			○
Chironomidae sp. 7			○
Chironomidae sp. 8			○
Family Blepharoceridae			
<i>Philorus</i> KUa			○
Family Athericidae			
<i>Atherix</i> KUa			○
<i>Atherix</i> sp.			○
<i>Suragina</i> KUa	○		
<i>Suragina</i> KUa			○
<i>Suragina</i> sp.			○
Family Empididae			
<i>Empidium</i> sp.			○
Family Tabanidae			
<i>Haematopota tristis</i>			○
Tabanidae sp. 1			○
Tabanidae sp. 2			○
Tabanidae sp. 3			○