

芳台山 南斜面 一帯 水系의 水棲昆蟲群集에 대하여

윤일병 · 이성진 · 박재흥
고려대학교 생물학과

Aquatic Insects Communities of the Southern Slope Area of Mt. Pangtae

by

Yoon, I. B., S. J. Lee and J. H. Park
Department of Biology, Korea University

ABSTRACT

An ecological survey conducted in the tributaries on the southern slope of Mt. Pangtae in Inje-gun, Kangwŏn-do at 20th September, 1996, resulted in total 77 species, 53 genera, 32 families in 8 orders of the aquatic insects. Those included 26 species of Ephemeroptera, 21 species of Trichoptera, 13 species of Diptera, 12 species of Plecoptera, 3 species of Coleoptera, 1 species of Collembola, 1 species of Odonata and 1 species of Megaloptera. The number of species was the most abundant at the site 2 (35 species), and the number of individual was at the site 5 (447). Dominant species was Ephemeroptera in most sites, but Plecoptera in the site 1 and Trichoptera in the site 5. Dominance indices ranged 0.295-0.503(mean: 0.357), and diversity indices ranged 3.196-4.365(mean: 3.870), which indicated that all sites of survey area were unpolluted (oligosaprobic). According to these results, the fauna of aquatic insects in the tributaries on the southern slope of Mt. Pangtae was very diverse, and all sites had diverse microhabitat for aquatic insects. Therefore, this area is very valuable to 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.

저서성 대형무척추동물은 담수생태계의 1차 또는 2차 소비자이며, 같은 지역에 서식하는 어류의 주요한 먹이로서 담수생태계의 에너지 순환에 큰 역할을 한다. 이들은 종류가 매우 다양하고 담수생태계의 다양한 서식처에 적응함으로써 인해서 담수생태계의 구조와 기능을 밝히기 위해서는 반드시 연구해야 할 대상이다(Hynes, 1970). 뿐만 아니라 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 이들은 저서성 대형무척추동물의 대표적인 분류군이라 할 수 있다. 따라서 한 지역의 저서성 대형무척추동물 군집을 분석하기 위해서는 수서곤충

군집을 정확히 파악하여야만 한다. 또 수서곤충은 다른 저서성 대형무척추동물에 비해 비교적 파수준까지의 동정이 쉽고 수질에 따라 분포가 고도로 제한되어 있어 지표종으로서도 그 가치가 높다.

우리 나라의 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, 1995), 최 등(1989)에 의해 수서곤충군집에 관한 연구가 남한의 오대강 유역과 제주도 등 도서지방까지도 포함하여 전반적으로 이루어져 왔다. 그리고 최근에는 날로 심각해지는 수질 오염으로 인한 수서곤충군집의 변화에 관한 연구(윤 등, 1993)가 활발히 진행되고 있으며, 지표종에 관한 연구(윤 등, 1992a, 1992b)도 활발히 이루어지고 있다. 이들을 이용한 생물지수의 이용(위 등, 1991; 윤 등, 1992a, 1992b)은 수질환경을 평가하는 실용적인 방법으로서 특히 주목을 받고 있다. 그러나 아직까지 조사가 이루어지지 않은 하천이 많으며, 전국적인 수서곤충의 분포상도 완전히 알려져 있지 않아 실용화단계에는 이르지 못하고 있다.

방태산 일대는 행정구역상 강원도 인제군 기린면과 상남면에 속하며 홍천군 내면, 양양군 서면과 경계를 이루고 있다. 주억봉(1443.7m)을 주봉으로 방태산(1435.6m), 구룡덕봉(1388.4m), 갈천곡봉(1204.0m) 등의 고봉을 경계로 하여 북사면에는 대골, 짓가리계곡, 가리왕생골, 골뱅이골, 가리막골 등 수많은 계곡이 형성되어 있으며 남사면으로는 개인산(1341.0m)과 더불어 미산계곡이 펼쳐져 있다. 이 방태산 일대의 하천은 북한강의 원류수역으로서 인간의 손길이 거의 미치지 않아 자연 그대로 남아 있을 뿐만 아니라 잘 보존된 유역생태계의 표식지 역할을 수행하고 있으며(환경처, 1992), 북사면에 대해서는 1995년에 종합학술조사가 이루어졌으나 남사면의 경우에는 아직 조사가 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 방태산 남사면 일대의 생태계조사의 일환으로 방태산 일대에서 발원하여 내린천으로 유입되는 지류 및 내린천 본류의 수서곤충군집을 분석하여 방태산 남사면 일대 수계의 수서곤충군집의 구성과 다양성 및 자연 자원의 가치를 평가하며 이에 따른 보존대책 수립에 대한 학술적 기초자료를 확보하기 위하여 실시되었다.

조사방법

조사일정 및 조사방법

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 원시림이고 열목어가 다량으로 서식하는 지역으로 알려져 있다(환경처, 1992).

야외 조사는 1996년 9월 20일에 실시되었는데, 방태산에서 발원하여 미산계곡과 한니동을 거쳐 대개인동에서 내린천과 합류하는 하천에서 2개 지점을, 방태산에서 발원하여 한니동을 거쳐 내린천으로 유입되는 하천에서 1개 지점을, 빈지동을 거쳐 내린천으로 유입되는 하천의 합류지점에서 1개 지점을, 매화동을 거쳐 내린천과 합류하는 지류에서 1개 지점을, 내린천 본류 중 미산3교 일대와 가산교 일대에서 각각 1개 지점씩을 선정하여 총 7개 지점을 대상으로 실시하였다. 각 조사지점의 위치 및 하천현황은 다음과 같다(Fig. 1).

제1지점(고도 810~830m): 미산계곡의 대개인동에 위치한 지점으로 하폭은 12~15m, 수폭은 7~10m, 수심 0.12~0.135m, 유속은 54.22~82.82cm/sec였으며 채집당시 기온은 22.2°C, 수온은 15.5°C였다. 하상구조는 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 수변에는 초목 등이 울창하였다. 조사지점의 주위에는 공터가 있고, 채집당시 조사지점의 부근에서 가옥건축공사가 진행중이었다.

제2지점(고도 490~510m): 한니동에 위치한 지점으로 하폭은 7~10m, 수폭은 3~5m, 수심 0.07~0.15m, 유속은 44.27~54.22cm/sec였으며 채집당시 기온은 28.0°C, 수온은 15.0°C였다. 하상구조는 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 수변에는 초목 등이 울창하였다. 조사지점의 주위에는 주차장과 산장이 있었다.

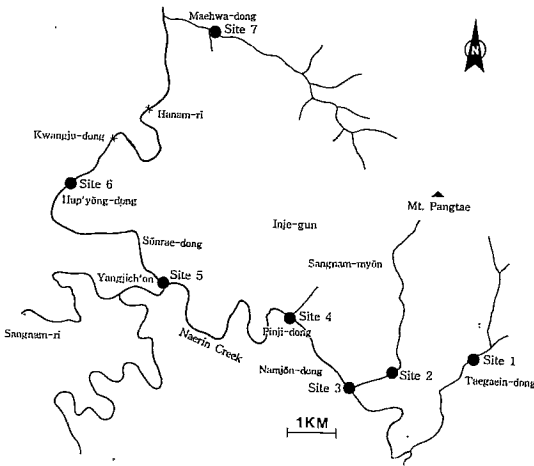


Fig. 1. Sampling sites of the southern slope area of Mt. Pangtae.

제3지점(고도 410~430m): 미산계곡의 지류가 내린천과 합류하는 지점으로 하폭은 7~10m, 수폭은 5~7m, 수심 0.70~0.16m, 유속은 48.50~82.82 cm/sec였으며 채집당시 기온은 24.6°C, 수온은 17.8°C였다. 하상구조는 자갈, 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 일부에는 모래가 쌓인 곳도 있었다. 수변에는 초목 등이 울창하였으며 전반적으로 제1,2조사지점과 주위환경은 유사하였다.

제4지점(고도 470~480m): 빈지동을 경유하는 지류가 내린천과 합류하는 지점으로 하폭은 7~10m, 수폭은 3~5m, 수심 0.185~0.200m, 유속은 0~31.30cm/sec였으며 채집당시 기온은 27.0°C, 수온은 16.8°C였다. 하상구조는 자갈, 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 수변에는 초목 등이 울창하였다. 조사지점의 부근에서 도로공사가 진행중이었다.

제5지점(고도 330~340m): 내린천 본류의 한지점으로 양지촌 미산3교에서 하류쪽으로 약 300m 떨어진 곳에 위치한 지점이다. 하폭은 40~70m, 수폭은 30~50m, 수심 0.085~1.35m, 유속은 31.30~67.14cm/sec였으며 채집당시 기온은 21.5°C, 수온은 22.0°C였다. 하상구조는 모래, 자갈, 주먹돌 등으로 구성되어 있었다. 조사지점의 부근에 민박시설이 있는 점으로 미루어 보아 휴양철에는 많은 사람들이 찾는 곳으로 사료된다.

제6지점(고도 310~320m): 가산동 가산교에서 하류쪽으로 약 10m 떨어진 곳에 위치한 지점으로 하폭은 40~60m, 수폭은 20~35m, 수심 0.24~1.45m, 유속은 39.60~76.68cm/sec였으며 채집당시 기온은 21.0°C, 수온은 20.2°C였다. 하상구조는 자갈, 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었다. 인가가 주위에 있고 2차선 국도와 인접하여 있었다.

제7지점(고도 370~390 m): 매화동 매화교에 위치한 지점으로 하폭은 5~7m, 수폭은 3~5m, 수심 0.08~0.10m, 유속은 44.27~62.61cm/sec였으며 채집당시 기온은 17.0°C, 수온은 16.5°C였다. 하상구조는 자갈, 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 수변에는 초목 등이 울창하였다. 하류쪽으로 약 20m 떨어진 곳에 송어양식장이 있었다.

제1지점(고도 430~440m): 미산계곡의 지류가 내린천과 합류하는 지점으로 하폭은 7~10m, 수폭은 5~7m, 수심 0.70~0.16m, 유속은 48.50~82.82 cm/sec였으며 채집당시 기온은 24.6°C, 수온은 17.8°C였다. 하상구조는 자갈, 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 일부에는 모래가 쌓인 곳도 있었다. 수변에는 초목 등이 울창하였으며 전반적으로 제1,2조사지점과 주위환경은 유사하였다.

제2지점(고도 410~420m): 미산계곡의 지류가 내린천과 합류하는 지점으로 하폭은 7~10m, 수폭은 5~7m, 수심 0.70~0.16m, 유속은 48.50~82.82 cm/sec였으며 채집당시 기온은 24.6°C, 수온은 17.8°C였다. 하상구조는 자갈, 주먹돌, 호박돌, 바위 등으로 구성되어 있었으며 일부에는 모래가 쌓인 곳도 있었다. 수변에는 초목 등이 울창하였으며 전반적으로 제1,2조사지점과 주위환경은 유사하였다.

채집방법

각 지점에서의 수서곤충의 채집은 Surber net(30×30cm)로 2회씩 정량채집을 하였다. 그리고 정확한 곤충상의 파악을 위하여 각 조사지점마다 조성된 미소서식처에 따라 수회에 걸쳐 정성채집을 하였다. 채집된 수서곤충은 Kahle's 용액에 고정하여 2~3일후 80% Ethanol에 옮겨 보존하였다(Merritt & Cummins, 1985). 종의 동정은 McCafferty(1981), Kawai(1985), Merritt & Cummins(1985), 윤(1988), 윤(1995) 등을 참고로 하였다. 곤충류 중 깔따구류의 경우에는 Wiederholm(1983)의 방법을 이용하여 외부형태, 특히 체장, 체색, 구기의 형태, Abdominal tubules의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 임의로 분류하였다(윤 등, 1994). 각 지점별 군집분석에 대한 기초자료 즉 개체수현존량, 출현종수 등은 정량채집된 표본만을 이용하여 산출하였다.

군집분석

군집의 분석은 정량채집된 자료를 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).

$$DI = (n_1 + n_2) / N$$

[n₁, n₂ : 제1우점종, 제2우점종, N : 총개체수]

2) 다양도지수

다양도지수는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 도출된 Shannon-Weaver function(H')(Shannon & Weaver, 1949)을 Llyod and Gheraldi가 변형한 공식을 이용하였다(Pielou, 1969, 1975).

$$H' = - \sum \{ (ni/N) \cdot \log_2(ni/N) \}$$

[n : i종의 개체수, N : 총개체수]

3) 유사도지수

출현종을 근거로 한 지점간의 유사도는 Sørensen(1948)의 유사도지수를 이용하였다.

$$Sørensen's\ QS = 2S / (S_i + S_j)$$

[S : i지점과 j지점의 공통 출현종수, S_i, S_j : i지점과 j지점의 총출현종수]

4) 지점간 group화

각 유사도지수를 기준으로 각 지점간을 Mountfold(1962)의 비가중치 평균연결법으로 Clustering하여 수상도를 작성하였다.

결 과

분류군

조사기간 중 방태산 남사면 일대의 수계에서 채집된 수서곤충류는 총 8목 32과 53속 77종으로 나타났고 이중 정량채집에 의해 채집된 분류군은 8목 27과 42속 64종이었다(Table 1).

Table 1. The Taxonomic list of aquatic insects sampled in Mt. Pangtae area at 20th September, 1996

Order Collembola 툽툽이목	Family Heptageniidae Needham 납작하루살이과
Collembola sp. 툽툽이	Geus <i>Epeorus</i> Eaton 부채하루살이속
Order Ephemeroptera 하루살이목	<i>Epeorus (Epecorus) latifolium</i> Uéno 부채하루살이
Suborder Schistonota McCafferty & Edmunds 분시아목	<i>Epeorus (Epecorus) curvatus</i> Matsumura 산부채하루살이
Superfamily Baetidea Leach 꼬마하루살이상과	Geus <i>Rhithrogena</i> Eaton 산납작하루살이속
Family Siphonuridae Ulmer 옛하루살이과	<i>Rhithrogena</i> na
Geus <i>Siphonurus</i> Eaton 옛하루살이속	Geus <i>Cinygmula</i> McDunnough 봄쳐녀하루살이속
<i>Siphonurus</i> sp.*	<i>Cinygmula grandifolia</i> Tshervova 봄쳐녀하루살이속
Family Ameletidae McCafferty 피라미하루살이과	<i>Cinygmula</i> KUa*
Geus <i>Ameletus</i> Eaton 피라미하루살이속	Geus <i>Ecdyonurus</i> Eaton 참납작하루살이속
<i>Ameletus</i> sp.*	<i>Ecdyonurus levis</i> (Navas) 네점하루살이
Family Leach 꼬마하루살이과	<i>Ecdyonurus dracon</i> Kluge 참납작하루살이
Geus <i>Baetis</i> Leach 꼬마하루살이속	<i>Ecdyonurus kibunensis</i> Imanishi 두점하루살이
<i>Baetis</i> Uéno 꼬마하루살이	Geus <i>Heptagenia</i> Walsh 납작하루살이속
<i>Baetis</i> nla	<i>Heptagenia kyotoensis</i> Gose 총채하루살이*
<i>Baetis</i> KUa	Superfamily Leptophlebioidea Banks 밤색하루살이상과
<i>Baetis</i> sp.	Family Leptophlebiidae Banks 갈래하루살이과
Geus <i>Baetiella</i> Uéno 애하루살이속	Geus <i>Paraleptophlebia</i> Lestage 두갈래하루살이속
<i>Baetiella tuberculata</i> (Kazlaukas) 애호랑하루살이	<i>Paraleptophlebia chocorata</i> Imanishi 두갈래하루살이

Table 1. Continued

Geuns <i>Chorotepes</i> Eaton 세갈래하루살이속	<i>Protohermes grandis</i> Thunberg 뱀잠자리
<i>Chorotepes altioculus</i> Kluge 세갈래하루살이	Order Trichoptera 날도래목
Superfamily Ephemeroidea Leach 하루살이상과	Family Stenopsychidae Martynov 각날도래과
Family Ephemeridae Latreille 하루살이과	Geuns <i>Stenopsyche</i> McLachlan 각날도래속
Geuns <i>Ephemera</i> Linnaeus 하루살이속	<i>Stenopsyche bergeri</i> Martynov 연날개수염치레각날도래
<i>Ephemera strigata</i> Eaton 무늬하루살이	<i>Stenopsyche griseipennis</i> McLachlan 수염치레각날도래
<i>Ephemera separigata</i> Bae 가는무늬하루살이	Family Philopotamidae Wallengren 입술날도래과
Suborder Pannota McCafferty & Edmunds 합시아목	Geuns <i>Dolophilodes</i> Ulmer 넓은입술날도래속
Superfamily Ephemerelloidea Klapalek 알락하루살이상과	<i>Dolophilodes</i> KUa
Family Ephemerellidae Klapalek 알락하루살이과	Geuns <i>Wormaldia</i> McLachlan 입술날도래속
Geuns <i>Drunella</i> Needham 뿔하루살이속	<i>Wormaldia</i> KUa*
<i>Drunella cryptomeria</i> (Imanishi) 알통하루살이	Family Polycentropodidae Ulmer 깃날도래과
Geuns <i>Cincticostella</i> Allen 민하루살이속	Geuns <i>Plectronemia</i> Stephens 깃날도래속
<i>Cincticostella castanea</i> (Allen) 민하루살이	<i>Plectronemia</i> KUa
<i>Cincticostella tshernovae</i> (Bajkova) 딱하루살이	Family Hydropsychidae Curtis 줄날도래과
Geuns <i>Serratella</i> Edmunds 범꼬리하루살이속	Geuns <i>Arctopsyche</i> McLachlan 곰줄날도래속
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova) 범꼬리하루살이*	<i>Arctopsyche ladogensis</i> (Kolenati) 곰줄날도래
Geuns <i>Uracanthella</i> Belov 등줄하루살이속	Geuns <i>Hydropsyche</i> Pictet 줄날도래속
<i>Uracanthella rufa</i> (Imanishi) 등줄하루살이	<i>Hydropsyche</i> KUb
Family Neophemeridae Traver 방패하루살이과	<i>Hydropsyche</i> KUe
Geuns <i>Potamanthellus</i> Lestage 큰방패하루살이속	Geuns <i>Cheumatopsyche</i> Wallengren 꼬마줄날도래속
<i>Potamanthellus rarus</i> Tiunova 방패하루살이	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> (Iwata) 꼬마줄날도래
Order Odonata 잠자리목	Family Rhyacophilidae Stephens 물날도래과
Family Gomphidae Selys 부채장수잠자리과	Geuns <i>Rhyacophila</i> Pictet 물날도래속
Geuns <i>Davidius</i> Selys 쇠측범잠자리속	<i>Rhyacophila clemens</i> Tsuda 크레멘스물날도래
<i>Davidius lunatus</i> Bartenef 쇠측범잠자리	<i>Rhyacophila shikotsuensis</i> Iwata 민무늬물날도래
Order Plecoptera 강도래목	<i>Rhyacophila nigrocephala</i> Iwata 검은머리물날도래
Family Nemouridae Newman 민강도래과	<i>Rhyacophila narvae</i> Navas 무늬물날도래
Geuns <i>Amphinemura</i> Ris 총채민강도래속	<i>Rhyacophila artioculata</i> Morton 주름물날도래
<i>Amphinemura coreana</i> Zwick 총채민강도래	<i>Rhyacophila</i> KUa
Geuns <i>Protonemura</i> Kempny 삼새민강도래속	Geuns <i>Apsilochorema</i> Ulmer 긴발톱물날도래속
<i>Protonemura</i> KUa	<i>Apsilochorema</i> KUa*
Family Capniidae Klapalek 흰배강도래과	Family Glossosomatidae Wallengren 광택날도래과
Geuns <i>Capnia</i> Pictet 흰배강도래속	Geuns <i>Glossosoma</i> Curtis 광택날도래속
<i>Capnia</i> KUa	<i>Glossosoma</i> KUa
Geuns <i>Eucapnopsis</i> Okamoto 짧은꼬리민강도래속	Family Limnephilidae Kolenti 우묵날도래과
<i>Eucapnopsis</i> KUa	Geuns <i>Hydatophylax</i> Wallengren 띠무늬우묵날도래속
Family Leuctridae Klapalek 꼬마강도래과	<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> (McLachlan) 띠무늬우묵날도래
Geuns <i>Rhopalopsole</i> Klapalek 꼬마강도래속	Geuns <i>Goera</i> Leach 가시날도래속
<i>Rhopalopsole mahunkai</i> Zwick 꼬마강도래*	<i>Goera japonica</i> Banks 가시날도래*
Family Peltoperiidae Claassen 넓은가슴강도래과	Family Lepidostomatidae Ulmer 네모집날도래과
Geuns <i>Yoraperla</i> Ricker 넓은가슴강도래속	Geuns <i>Goerodes</i> Ulmer 네모집날도래속
<i>Yoraperla</i> KUa	<i>Goerodes</i> KUb
Family Perlodidae Klapalek 그물강도래과	Family Odontoceridae Wallengren 바수염날도래과
Geuns <i>Archynopteryx</i> Klapalek 큰등그물강도래속	Geuns <i>Psilotreta</i> Banks 바수염날도래속
<i>Archynopteryx</i> KUa*	<i>Psilotreta kisoensis</i> Iwata 바수염날도래
Family Perlidae Latreille 강도래과	Order Coleoptera 딱정벌레목
Geuns <i>Oyamia</i> Klapalek 진강도래속	Suborder Polyphaga 다식아목
<i>Oyamia coreana</i> Okamoto 진강도래	Superfamily Dryopoidea 여울벌레상과
Geuns <i>Neoperla</i> Needham 두눈강도래속	Family Elmidae Shukard 여울벌레과
<i>Neoperla quadrata</i> Wu et Claassen 두눈강도래*	Elmidae sp.
Geuns <i>Kamimuria</i> Klapalek 강도래속	Geuns <i>Stenelmis</i> Dufour 긴다리어울벌레속
<i>Kamimuria</i> KUa	<i>Stenelmis</i> sp.
Family Chloroperlidae Okamoto 녹색강도래과	Geuns <i>Optiosevus</i> Sanderson 무늬여울벌레속
Geuns <i>Sweltsa</i> Ricker 녹색강도래속	<i>Optiosevus</i> sp.
<i>Sweltsa nikkoensis</i> (Okamoto) 녹색강도래	Order Diptera 파리목
<i>Sweltsa</i> KUa*	Suborder Nematocera Latreille 긴뿔파리아목
Order Megaloptera 뱀잠자리목	Family Tipulidae Leach 각다귀과
Family Corydalidae Burmeister 뱀잠자리과	Geuns <i>Tipula</i> Linnaeus 각다귀속
Geuns <i>Protohermes</i> 뱀잠자리속	<i>Tipula</i> KUa*

Table 1. Continued

Family Limoniidae 애기각다귀과	<i>Simulium</i> sp.
Geus <i>Eriocera</i> Macquart 검정날래각다귀	Family Chironomidae Macquart 갈따귀과
<i>Eriocera</i> KUa	Chironominae sp. E
<i>Eriocera</i> KUb	Chironominae sp. G
Geus <i>Antocha</i> Osten-Sacken 명주각다귀속	Chironomimae sp. H
<i>Antocha</i> KUa	Chironomimae sp. I
Geus <i>Dicranota</i> Zetterstedt 애기각다귀속	Chironomimae sp. J
<i>Dicranota</i> KUa	Chironomimae sp. K
Family Simuliidae Newmann 먹파리과	Tanyponinae sp. M
Geus <i>Simulium</i> Latrelle 먹파리속	

*정성채집에서만 채집된 종

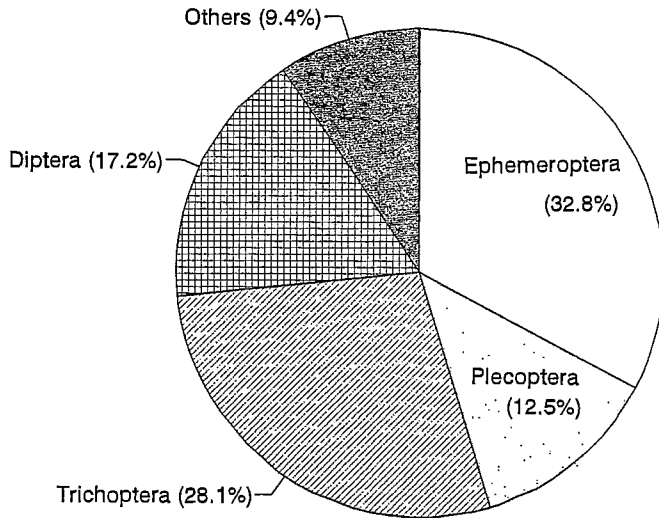


Fig. 2. Major taxa in aquatic insects and their composition in the southern slope area of Mt. Pangtae at 20th September, 1996.

정량채집된 표본을 이용하여 분석한 결과, 하루살이류가 7과 13속 21종으로 가장 많은 종류가 출현하였고 날도래류가 9과 11속 18종, 파리류가 2과 5속 11종, 강도래류가 5과 8속 8종, 딱정벌레류가 1과 2속 3종의 순으로 나타났으며, 나머지 잠자리류, 뱀잠자리류, 특특이류는 각각 1종만이 출현하였다 (Fig. 2).

각 지점별 출현 분류군을 살펴보면, 제1지점에서는 하루살이류 12종, 날도래류 7종, 파리류 7종, 강도래류 6종, 딱정벌레류 2종으로 총 34종이 출현하였고, 제2지점에서는 하루살이류 13종, 날도래류 9종, 강도래류 8종, 파리류 3종, 특

특이류 1종, 딱정벌레류 1종으로 총 35종이, 제3지점에서는 하루살이류 10종, 파리류 7종, 날도래류 6종, 강도래류 5종, 잠자리류 1종, 딱정벌레류 1종으로 총 30종이, 제4지점에서는 하루살이류 9종, 파리류 6종, 강도래류 3종, 날도래류 2종으로 총 20종이, 제5지점에서는 하루살이류 13종, 날도래류와 파리류가 각각 7종씩 출현하여 총 27종이 제6지점에서는 하루살이류 13종, 날도래류 7종, 파리류 6종, 뱀잠자리류 1종으로 총 27종이, 제7지점에서는 하루살이류 12종, 날도래류 9종, 강도래류 5종, 파리류 3종으로 총 29종이 각각 출현하였다 (Table 2).

모든 지점에서 하루살이류가 가장 풍부하게 출현하였고, 내린천의 분류 지점인 제5, 6지점을 제외한 나머지 지점에서는 강도래류도 많이 출현하였다(Fig. 3).

개체수 현존량

모든 조사지점을 총괄하여 볼 때, 하루살이류가 1,356개체로서 전체의 62.2%를 차지하여 가장 많은 개체수 현존량을 나타내었고, 다음으로 날도래류가 435개체로 19.9%를 나타내었으며, 강도래류가 242개체로 11.1%, 파리류가 133개체로 6.1%의 순으로 나타났다. 나머지 특특이류, 딱정벌레류, 뱀잠자리류, 잠자리류 등은 모두 합쳐서 15개체가 출현하여 전체의 0.7%에 불과하였다(Fig. 4).

Table 2. Species number and individual number of aquatic insects in Mt. Pangtae area at 20th September, 1996

	ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5	ST.6	ST.7
Order Collembola							
Collembola sp.		3					
Order Ephemeroptera							
<i>Baetis thermicus</i>	9	5					
<i>Baetis nla</i>	9	34	17	16	13	15	12
<i>Baetis KUa</i>	2	3	4		23	11	
<i>Baetis sp.</i>		1			3		
<i>Baetiella tuberculata</i>	2	1			23	17	
<i>Rhithrogena na</i>	2				12	45	3
<i>Epeorus latifolium</i>		2	15	2	16	10	6
<i>Epeorus curvatus</i>	3		35	5	7	20	
<i>Cinygmula grandifolia</i>	2						
<i>Ecdyonurus levis</i>						2	
<i>Ecdyonurus dracon</i>		7	34	17	23	14	9
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	11	36	97	65	84	42	50
<i>Paraleptophlebia chocorata</i>	6	5		24	1	4	43
<i>Chorotepes altiocularis</i>	1		10		41	14	
<i>Ephemera strigata</i>			7				84
<i>Ephemera separigata</i>		1		1			7
<i>Drunella cryptomeria</i>	33	26	8	10	1	3	15
<i>Cincticostella castanea</i>	2	16	1	1			12
<i>Cincticostella tshernovae</i>							11
<i>Uracanthella rufa</i>					31	32	8
<i>Potamanthellus rarus</i>		1					
Order Odonata							
<i>Davidius lunatus</i>			1				
Order Plecoptera							
<i>Amphinemura coreana</i>	7	8	6	4			26
<i>Protonemura KUa</i>		1					
<i>Capnia KUa</i>	8	1					15
<i>Eucapnopsis KUa</i>		4	4				22
<i>Yoraperla KUa</i>	2	5					
<i>Oyamia coreana</i>	1	3	1				1
<i>Kamimuria KUa</i>	34	23	2	4			25
<i>Sweltsa nikkoensis</i>	9	8	7	11			
Order Megaloptera							
<i>Protohermes grandis</i>						2	
Order Trichoptera							
<i>Stenopsyche bergeri</i>					54	37	2
<i>Stenopsyche griseipennis</i>							1
<i>Dolophilodes KUa</i>							1
<i>Plectronemia KUa</i>		3	3		3	1	
<i>Arctopsyche ladogensis</i>	1						
<i>Hydropsyche KUb</i>					47	22	
<i>Hydropsyche KUe</i>	13	1	17			1	6
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>					38	85	
<i>Rhyacophila clemens</i>	9	2	2		1		
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i>	8	3		1	1		6
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>			6	2	1	1	6
<i>Rhyacophila narvae</i>	8	2					5
<i>Rhyacophila artioculata</i>	7	6					4
<i>Rhyacophila KUa</i>		1					
<i>Glossosoma KUa</i>			4			1	
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>	1						3
<i>Goerodes KUb</i>		2	5				
<i>Psilotreta kisoensis</i>		1					

Table 2. Continued

	ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5	ST.6	ST.7
Order Coleoptera							
<i>Elmidae</i> sp.			6				
<i>Optiosevus</i> sp.	1	1					
<i>Stenelmis</i> sp.	1						
Order Diptera							
<i>Eriocera</i> KUa	1		2	3		1	4
<i>Eriocera</i> KUb			2		1		
<i>Antocha</i> KUa			1	3			1
Chironominae sp. E	11	3	2		1		
Chironominae sp. G	13	11	3	2	8	3	
Chironominae sp. H	3			3	3	3	
Chironominae sp. I		7	1	2			
Chironominae sp. J					7		
Chironominae sp. K	1		7		3	1	
Tanyponidae sp. M	5					2	
<i>Dicranota</i> KUa				1	1	1	5
Total species number	34	35	30	20	27	27	29
Total individual number	227	237	310	177	447	390	393

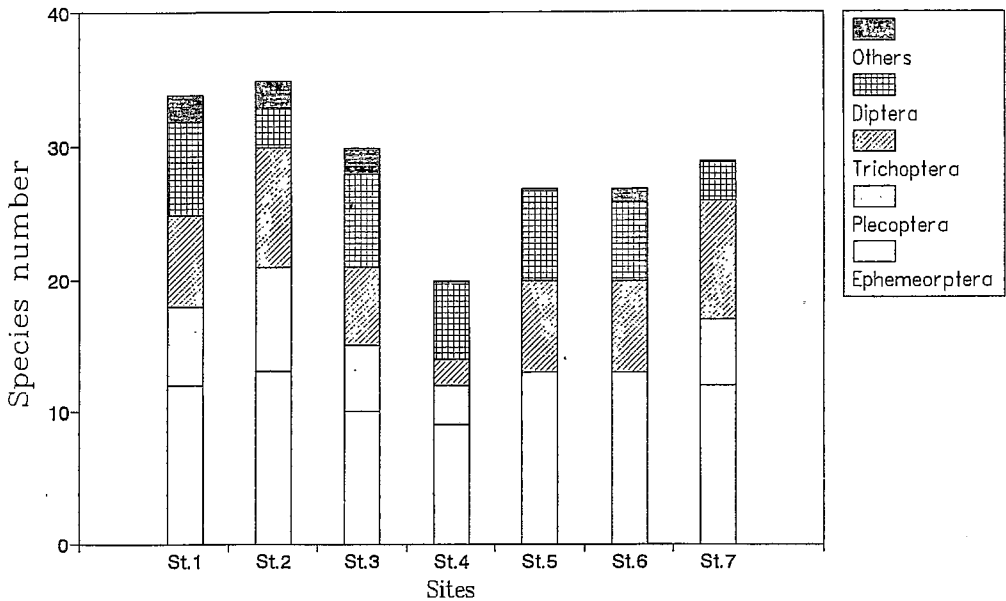


Fig. 3. Composition of Major taxa in aquatic insects in the each site of the southern slope area of Mt. Pangtae at 20th September, 1996

각 조사지점에서 출현한 전체분류군의 개체수현존량을 살펴보면, 제5지점에서 총 447개체가 출현하여 가장 많은 개체수현존량을 나타내었고, 제7지점에서 총 393개체, 제6지점에서 총 390개체, 제3지점에서 총 310개체, 제2지점에서 총 237개체, 제1지점에서 총 227개체, 제4지점에서 177개체 순으로 각각 출현하였다(Table 2).

각 조사지점의 분류군별 개체수현존량을 보면, 전 지점에서 하루살이류가 가장 많은 개체수현존량을 나타내었으며, 제3지점을 제외한 모든 지류의 지점에서는 강도래의 개체수현존량이 파리류나 날도래류보다 높게 나타났다(Fig. 5).

우점종 및 우점도

대부분의 지점에서 하루살이류가 제1 또는 제2우점종으로 나타났다. 각 지점별 제1, 2 우점종 및 우점도지수를 살펴보면, 제1지점에서는 강도래류인 *Kamimuria KUa*가 제1우점종으로 하루살이류인 *Drunella cryptomeria*가 제2우점종으로 나타났으며 이들의 우점도지수는 0.295로 나타났다. 그리고 제2지점에서는 하루살이류인 *Ecdyonurus kibunensis*와 *Baetis nla*가 제1, 2우점종으로 나타났으며 우점도지수는 0.295을 나타내었고 제3지점에

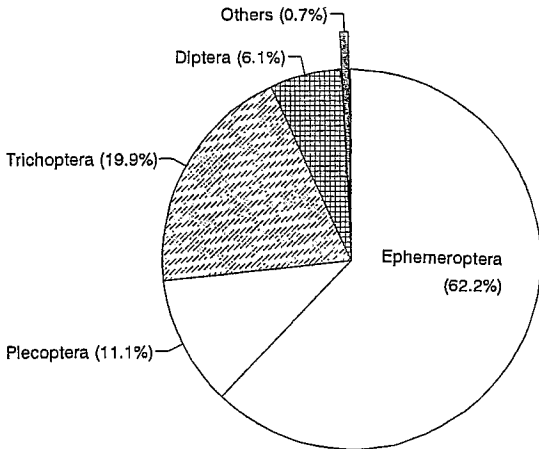


Fig. 4. Major taxa in aquatic insects and their biomass composition in the southern slope area of Mt. Pangtae at 20th September, 1996

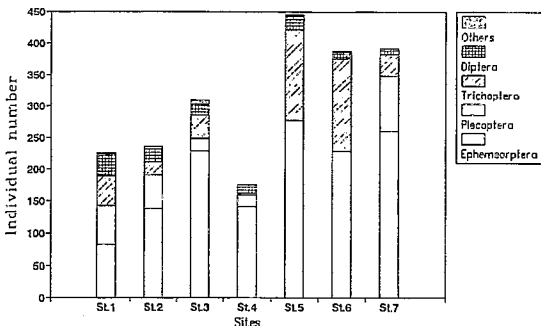


Fig. 5. Biomass composition of Major taxa in aquatic insects in each site of the southern slope area of Mt. Pangtae at 20th September, 1996

서도 하루살이류인 *Ecdyonurus kibunensis*와 *Epeorus curvatus*가 제1, 2우점종으로 나타났으며 우점도지수는 0.426을 나타내었다. 제4지점에서도 하루살이류인 *Ecdyonurus kibunensis*와 *Paraleptophlebia chocoarata*가 제1, 2우점종으로 나타났으며 우점도지수는 0.503을 나타내었다. 제5지점에서는 하루살이류인 *Ecdyonurus kibunensis*가 제1우점종으로, 날도래류인 *Stenopsyche bergeri*가 제2우점종으로 나타났으며 우점도지수는 0.309을 나타내었다. 제6지점에서는 날도래류인 *Cheumatopsyche brevilineata*가 제1우점종으로, 하루살이류인 *Rhithrogena na*가 제2우점종으로 나타났으며 우점도지수는 0.333을 나타내었다. 제7지점에서는 하루살이류인 *Ephemera strigata*와 *Ecdyonurus kibunensis*가 제1, 2우점종으로 나타났으며 우점도지수는 0.341을 나타내었다(Table 3).

지점별 우점도 지수를 살펴보면 우점도가 가장 높은 지점은 0.503의 수치를 나타낸 제4지점이었고, 다음으로 제3지점 0.426, 제7지점 0.341, 제6지점 0.333, 제5지점 0.309, 제1지점과 제2지점이 각각 0.295의 순으로 나타났으며, 지점들의 우점도지수의 평균은 0.357로 나타났다(Fig. 6).

다양도지수 및 오수생물계열

다양도지수는 모든 지점에서 3.000이상으로 높게 나타났는데, 제1지점이 4.365로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 제2지점 4.220, 제7지점

Table 3. Dominant species and indices(McNaughton 1967) at each sites in Mt. Pangtae area at 20th September, 1996

Sites	Dominant species	DI	Mean	
1	<i>Kamimuria KUa</i>	<i>Drunella cryptomeria</i>	0.295	
2	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Baetis nla</i>	0.295	
3	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Epeorus curvatus</i>	0.426	
4	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Paraleptophlebia chocoarata</i>	0.503	0.357
5	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Stenopsyche bergeri</i>	0.309	
6	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	<i>Rhithrogena na</i>	0.333	
7	<i>Ephemera strigata</i>	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	0.341	

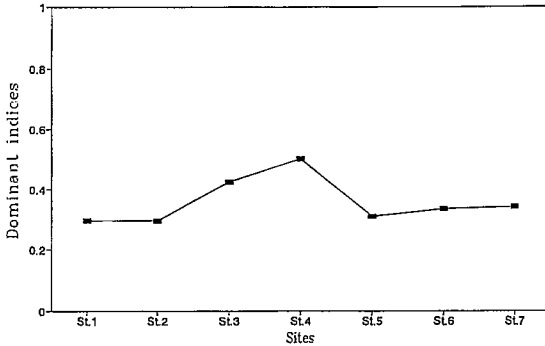


Fig. 6. Dominance indices of each site in the southern slope area of Mt. Pangtae at 20th September, 1996

Table 4. Diversity indices at each sites in Mt. Pangtae area at 20th September, 1996

Sites	Diversity indices	Mean diversity indices
1	4.365	3.870 (Oligo-saprobic)
2	4.220	
3	3.734	
4	3.196	
5	3.813	
6	3.761	
7	4.000	

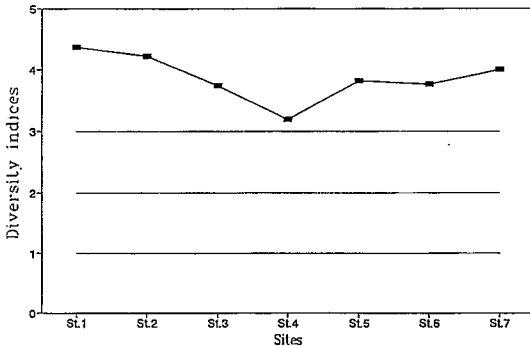


Fig. 7. Diversity indices of each site in the southern slope area of Mt. Pangtae at 20th September, 1996

4.000, 제5지점 3.813, 제6지점 3.761, 제3지점 3.734, 제4지점이 3.196의 순으로 나타났으며, 평균은 3.870이었다(Table 4). 다양도에 근거한 오수생물계열로 볼 때, 조사한 모든 지점이 빈부수성을 나타내어 본 조사지역의 대부분의 하천이 매우 청정한 상태임을 알 수 있었다(Fig. 7).

각 지점간의 유사도지수 및 이를 이용한 집괴 분석

지점간 유사도는 모든 지점이 매우 높은 수치를 나타내었으며, 본류의 지점인 제5지점과 제6지점이 0.813의 수치를 나타내어 가장 유사한 종 조성을 가진 것으로 나타났다(Table 5). 유사도를 이용하여 각 지점의 종조성을 집괴분석한 결과, 산간계곡의 지류에 속하는 제1, 2지점이 다른 5개 지점과 차이를 나타내었다. 제1, 2지점을 제외한 5개 지점은 또다시 본류에 위치한 제5, 6지점이 다른 3개의 지류에 속한 지점들과 다른 그룹을 형성하여 각 지류와 본류간의 종조성에는 차이가 있음을 알 수 있었다(Fig. 8).

고 찰

본 조사에서 나타난 수서곤충류는 총 8목 32과 53속 77종(정량채집 : 8목 27과 42속 64종)으로 윤 등(1995)에 의한 복사면에 대한 조사의 결과(6목 32과 5속 78종)와 비교하여 볼 때, 유사한 수서곤충상을 나타내었다. 분류군의 구성에 있어서도 하루살이류(9과 17속 26종)가 가장 많은 종수를 나타내었고 날도래류(9과 14속 21종), 파리류(4과 5속 13종), 강도래류(7과 11속 12종), 딱정벌레류(1과 2속 3종), 기타(3종) 등으로 복사면의 조사결과와 유사하였다. 이 수치는 인근 방태천 본

Table 5. Similarity indices between the sites in Mt. Pangtae, at 20th September, 1996

s1	1.000							
s2	0.609	1.000						
s3	0.563	0.578	1.000					
s4	0.594	0.578	0.688	1.000				
s5	0.516	0.469	0.578	0.641	1.000			
s6	0.516	0.375	0.578	0.641	0.813	1.000		
s7	0.547	0.531	0.547	0.703	0.500	0.531	1.000	
	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	

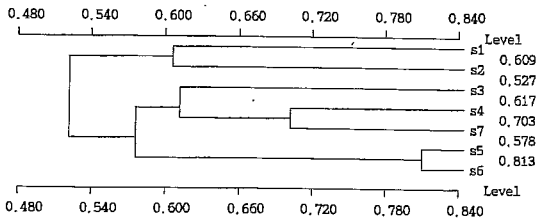


Fig. 8. Cladogram of sampling sites in the southern slope area of Mt. Pangtae based on the simple matching coefficients and Sahn-clustering method(Rohlf 1992).

제5, 6지점을 제외한 모든 지점에서 출현하였으며, 제1, 2지점에서 특이하게 넓은가슴강도래속(*Yoraperla*)에 속하는 *Yoraperla* KUa가 출현하였다. 날도래류의 경우에는 물날도래류(*Rhyacophilidae*), 줄날도래류(*Hydropsychidae*)가 대부분의 조사지점에서 출현하였다. 그리고 파리류 중에서는 딱파리류(*Simuliidae*)가 정성채집을 통하여 많은 지점에서 출현하였다. 이러한 종들은 주로 청정한 하천에서 많이 나타나는 종들(윤, 1988)로서 조사지점들이 청정한 산간계류임을 나타낸다. 강도래류가 출현하지 않은 본류 지점인 제5, 6지점의 경우에도 전형적인 청정하천의 종류에서 나타나는 종들이 출현하여 이 지역 역시 청정한 상태를 유지하고 있음을 알 수 있었다. 특히 제1,2지점이 위치한 미산계곡 및 대개인동은 주변환경이 수려하고 수환경 및 미소서식처도 다양하게 구성되어 있어 다양한 수서곤충들이 살고 있었으며 그 중에서도 강도래류의 종수 및 개체수 현존량이 다른 조사지점들에 비해 상당히 큰 비율을 차지하고 있었다.

개체수 현존량을 중심으로 각 지점의 종풍부도를 살펴보면, 모든 지점에서 하루살이류가 가장 많은 개체수를 보여 전체적으로 전형적인 하루살이류 수역임을 알 수 있었다. 강도래의 경우에는 제1, 2, 4, 7지점에서는 하루살이류 다음으로 많은 개체수를 보였다. 일반적으로 오염된 수역에서 많이 출현하는 것으로 알려지는 파리류의 경우에는 비슷한 유형의 타 하천에 비해 그 개체수가 매우 적었고 본 조사지점에서 출현한 파리류는 딱파리류를 비롯하여 비교적 청정한 수계에서 많이 나타나는 종류가 출현하였다. 특히 제7지점의 경우에는 수계 주변에 양어장이 있고 본류를 제외한 다른 지점들에 비해 가까운 위치에 인가가 있었지만 개체수현존량이 다른 지역 못지않게 풍부하여 아직까지는 매우 청정한 상태를 유지하고 있음을 알 수 있었다.

우점도 지수는 각 지점의 환경상태를 간접적으로 나타내어 준다. 본 조사지점들에서는 비교적 낮은 수치(평균 0.357)를 나타내었는데, 제4지점에서는 다소 높은 0.503을 나타내었다. 하지만 우점종이 하루살이류 중 비교적 고도가 높고 오염되지 않은 지역에서 풍부하게 나타나는 두점하루살이, 두갈래하루살이인 것으로 보아 이들의 우점은 수질 및 미소서식처의 단순화에 의한 것이라기보다는 계절적인 요인이 많이 작용하였을 것으로 사료된다.

다양도지수는 전체적으로 평균 3.870을 나타내었고 3.196~4.365의 범위를 나타내었다. 이는 오수생물계열로 볼 때 전 지점에서 빈부수성을 보여주는 결과이다. 따라서 본 조사지역의 오염정도는 매우 적었고 다양한 수서곤충이 서식하는 것으로 나타났다. 특히 제1, 2, 7지점은 다양도지수가 4.000 이상으로 상당히 높은 수치를 나타내어 생물학적으로 보존 가치가 매우 높은 지점으로 사료된다.

지점간 유사도는 모든 지점이 매우 높은 수치를 나타내었는데, 이는 전 지점의 종조성이 거의 유사함을 나타낸다. 유사도에 의한 지점간 그룹화에서 크게 2개의 그룹으로 나뉘어졌는데, 제1, 2지점이 한 그룹으로 나머지 지점들이 한 그룹으로 나타났다. 그리고 제 5, 6지점이 매우 높은 유사도로서 하나의 그룹을 형성하였는데, 이 두 지점이 같은 하천의 본류에 속하는 지점이라는 점을 고려할 때 당연한 결과라 생각된다. 이러한 결과로 볼 때, 산간계류에 위치하는 두 지점과 본류의 두지점, 그리고 본류의 유입부 가까이에 위치하는 3개 지점은 각각의 특성을 잘 나타내며, 서로 그룹을 형성함을 알 수 있었고 따라서 본 조사지역의 하천은 전형적인 계류

류에서 장기간 조사한 결과(박과 조, 1995)의 출현종수인 151종보다는 낮은 수치이다. 그러나 최근에 본 조사와 유사한 조건에서 수행된 조사(윤 등, 1992c, 1992d; 배 등, 1994, 윤 등, 1994)의 결과와 비교해 보면 타 지역에 비해 상당히 많은 종이 출현한 것임을 알 수 있다.

각 목별 종구성을 살펴보면 하루살이류 중 *Baetis* nla, *Ecdypnurus kibnensis*, *Drunella cryptomeria*가 전 조사지점에서 출현하였고, 강도래류는 *Amphinemura coreana*, *Kamimuria* KUa가 본류인

의 종조성 및 서식처를 가지는 것으로 사료된다.

이상의 결과로 미루어 보아 본 조사지역의 수계는 전체적으로 청정한 수역이며, 전형적인 산간계류의 성격을 잘 나타내는 수계였다. 각 조사지점은 하천의 위치에 따라 고른 미소서식처를 보유하고 있으며, 특히 미산계곡 및 대개인동의 수계는 매우 다양한 종조성을 보유하고 있고 수질도 매우 청정한 지역이어서 보존의 가치가 매우 높은 지역이었다. 그러나 본 조사가 수행될 당시에 제1지점 미산계곡에서 건축공사가 시행되고 있어서 그로 인해 주변수계가 상당한 영향을 받을 것으로 우려된다. 이 지역의 경우 유속이 매우 빠르고 하상구조가 입자가 굵은 저질들로 구성되어 있어 이러한 공사로 인한 인위적 간섭이 장기간 진행될 경우 수서곤충상에 상당한 영향을 미칠 것으로 사료된다. 그리고 제5지점에는 주변에 숙박시설이 많은 것으로 보아 피서지로써 많은 행락객들이 찾아올 것으로 사료되어 대부분의 수서곤충이 우화 및 산란하는 여름철에 큰 인위적인 영향이 있을 것으로 사료된다.

결론 및 요약

방태산의 남사면에 위치한 내린천 및 내린천에 합류하는 지류에 대하여 1996년 9월 20일에 채집, 조사된 수서곤충류는 총 8목 32과 53속 77종이었다. 이 중 하루살이류가 26종, 날도래류가 21종, 파리류가 13종, 강도래류가 12종, 딱정벌레류가 3종, 특목이류 1종, 잠자리류 1종, 뱀잠자리류 1종으로 각각 나타났다.

각 지점 별 출현종수는 제2지점이 35종으로 가장 많은 종수를 나타내었고 제4지점이 20종으로 가장 적게 나타났다. 반면에 개체수 현존량의 경우에는 제5지점이 447개체로 가장 높게 나타났고 제4지점이 177개체로 가장 낮게 나타났다. 우점종은 대부분의 지역에서 하루살이류였으나, 제1,6지점에서는 제1우점종이 각각 강도래류, 날도래류로 나타났다. 우점도지수는 비교적 낮게 나타나 평균 0.357로 나타났고 제1지점과 제2지점에서 0.295로 가장 낮은 수치를 나타내었고, 제4지점이 0.503으로 가장 높게 나타났다. 종다양도는 평균 3.870을 나타내었고 3.196-4.365의 범위를 나타내어 오수생물계열로 볼 때 전 지점에서 빈부수성을 나타내었다. 지점간 유사도에 의한 지점간 그룹화에서 각 조사지점은 산간계류, 본류로의 유입부, 본류가 각각 그룹을 이루는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 방태산에서 발원하여 남사면으로 흘러 내린천으로 유입되는 지류 및 내린천 본류는 상당히 청정한 수질 및 다양한 수서곤충상을 보유하고 있으며, 특히 제1,2지점이 있는 미산계곡과 대개인동은 수서곤충상, 주변환경 등을 고려할 때 보존할 가치가 매우 높은 지역으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Hynes, H. B. N., 1790. 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, E. C., 1992. NTSYS-pc – Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Exeter.
- Shannon, C. E. and W. Weaver., 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press. Urbana.
- S rensen, 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-Biologica, 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. 한국육수학회지 2:71-78.
- 김창환 · 윤일병 · 이종규, 1979. 한강수계에 있어서 수서곤충의 다양성에 의한 생물학적 수질판정에 관한 연구. 1. 조 종천. 한국자연보존연구보고서 1:257-267.
- 박정호 · 조규송, 1995. 강원도 방태천 수서곤충 군집의 생태학적 특성. 한국육수학회지 28(3):309-322.
- 배연재 · 김종인 · 이성진, 1994. 자연생태계 지역정밀조사 보고서 – 천안 광덕산 – 수서곤충류. 자연생태계 지역정밀 조사 보고서 – 천안 광덕산:137-167.
- 위인선 · 나철호 · 이종림 · 백순기, 1991. 수환경오염에 대한 수서곤충 지표종에 관한 연구. 한국환경생물학회지 9: 42-54.
- 위인선 · 나철호 · 최충길, 1974. 영산강 상류의 수서곤충 현존량. 한국육수학회지 7:1-7.
- 위인선 · 나철호 · 최충길 · 백순기, 1983. 섬진강 수계의 수서곤충군집에 대한 조사연구. 한국육수학회지 16:33-51.
- 윤일병, 1988. 한국동식물도감 제 30 권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병, 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. pp. 262.
- 윤일병 · 공동수 · 유재근, 1992a. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(I). 한국환경생물학회지 10:24-39
- 윤일병 · 공동수 · 유재근, 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(II). 한국환경생물학회지 10:40-55
- 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 · 김동상 · 변종욱, 1981. 낙동강 상류수계의 수서곤충군집에 관한 연구. 한국육수학회지 14:27-49.
- 윤일병 · 김종인 · 이성진 · 황정훈 · 박재홍, 1994. 경안천의 저서성 대형무척추군집. 경안천 자연생태계 조사연구보 고서:72-109.
- 윤일병 · 김진일 · 김기홍, 1986b. 태백산 일대의 수서곤충 군집구조에 관한 연구. 한국자연보존협회 조사보고서 25: 121-129.
- 윤일병 · 노태호 · 이선희, 1990b. 가평천 수계의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국곤충학회지 20(1):41- 51.
- 윤일병 · 배경석 · 최영복, 1989a. 보성강 본류에서 미소서식지에 따른 수서곤충 군집구조및 생태학적 동태. 한국육 수학회지 22(4):321-335.
- 윤일병 · 배연재 · 권문남, 1985a. 달천강 하류수계의 수서곤충에 관한 연구. 한국육수학회지 18(1-2):11-23.
- 윤일병 · 배연재 · 양애숙, 1984. 북제주내 하천의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국육수학회지 17(3-4):63-72.
- 윤일병 · 배연재 · 이상협 · 김종인 · 이성진, 1992c. 경안천의 저서성 대형무척추동물 군집. 경안천 자연생태계 조사 연구보고서 :
- 윤일병 · 배연재 · 이현철 · 이상조, 1993. 서울 근교 왕숙천의 유역 환경변화에 따른 수서곤충군집의 장기변동. 환경 생물학회지 11(2):97-109.
- 윤일병 · 변종욱, 1982. 지리산 피아골 계류수역의 생물군집구조에 관한 연구. 2)수서곤충에 관하여. 한국자연보존협 회조사보고서 21:143-151.
- 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 · 어성준 · 김종인, 1989b. 경상남도 소재 5개 늪지의 수서곤충군집 구조에 관한 연구. 환경생물학회지 7(1): 19-32.

윤일병 · 이상협 · 원두희 · 이현철 · 이성진, 1992d. 남양주군 수동천의 저서성 대형무척추동물 군집에 관한 연구. 자연보존 82:42-52.

윤일병 · 이성진 · 황정훈, 1995. 방태산 복사면 일대 수계의 수서곤충군집에 대하여. 한국자연보존협회 조사보고서 35:135-162.

윤일병 · 이종규, 1978. 한강 상류(골지천, 임계천) 및 전천강 상류의 수서곤충상에 관하여. 한국자연보존협회 조사보고서. 13:163-171.

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.