

경기도 가평천의 수서곤충 분포와 서식환경 및 보전

배연재 · 진영현 · 황정미 · 원빈 · 황득휘 · 김도희

서울여자대학교 자연과학대학 생물학과

Distribution, Habitat Environment, and Conservation of Aquatic Insects from the Gapyeong Creek in Gyeonggi-do, Korea

BAE, Yeon Jae, Young Hun JIN, Jeong Mi HWANG, Van Vinh NGUYEN,

Duc Huy HOANG and Thi Kim Thu CAO

Department of Biology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

ABSTRACT

Distribution of aquatic insects and their habitat environment were investigated from the Gapyeong Creek, a typical mid-sized stream in Korea, by quantitative samplings (Surber sampler, 50 x 50 cm, mesh 0.2 mm, riffle and pool/run) at 30 sites throughout the main watercourse and major tributaries (Baekdunri, Ikgeunri, and Nonnamgi tributaries) of the stream in April 2000. In the whole study sites, a total of 164 species of aquatic insects in 103 genera, 54 families, and 8 orders occurred: Trichoptera 56 spp. (34.1%), Ephemeroptera 43 spp. (26.2%), Diptera 25 spp. (15.2%), Plecoptera 23 spp. (14.0%), Coleoptera 6 spp. (3.7%), Odonata 6 spp. (3.7%), Hemiptera 3 spp. (1.8%), and Megaloptera 2 spp. (1.2%). Number of species at each study site (per 0.5 m²) was 19-65 species (mean 40.6) and number of individuals (per 0.5 m²) was 136-2522 individuals (mean 906.4). EPT-group was relatively more diverse and abundant. Dominance indices (DI) ranged 0.213-0.601 (mean 0.372) and diversity indices (H') ranged 3.00-4.60 (mean 3.86) throughout the stream system; the indices between the main watercourse (mean DI 0.370, mean H' 3.90) and Baekdunri (0.369, 3.97), Ikgeunri (0.454, 3.46), and Nunnamgi (0.360, 4.05) tributaries were not much different. In general, those indicator species and relatively low dominance indices and relatively high diversity indices indicated that the stream retains good natural habitat conditions. Ikgeunri and Nonnamgi tributaries showed the best preserved habitat environment. More discussions on the environmental conditions and suggestions on the conservation of the upper, mid, and down stream sections were provided based not only on comprehensive aquatic insect community data from the study sites but also on habitat environment data from the main watercourse and tributaries of the stream.

Key words : aquatic insects, conservation, distribution, Gapyeong Creek, habitat environment, stream ecosystem

서 론

경기도 동북부에 위치한 가평천은 경기도에서 가장 높은 산인 화악산(1468m)을 동쪽에 두고 경기도 가

평균 북면 적목리와 강원도 화천군 사내면 삼일리의 경계인 도마치(고개) 부근에서 발원한다. 가평천 본류는 국망봉(1168m), 강씨봉(830m), 명지산(1250m) 등을 잇는 서쪽 산맥의 여러 계곡에서 발원하는 논남기 지류(강씨봉 지류), 익근리 지류(승천사 지류), 백둔리 지류 등과 합류하여 동남쪽으로 흐르다가, 화악산 남사면에서 발원하는 화악천과 목동에서 합류한 후 서남쪽으로 굽어 흘러서, 가평읍에서 북한강 본류로 유입된다(Fig. 1). 가평천은 발원지로부터 하구까지 약 42km이고, 가평천의 비교적 큰 지류의 하류는 하순 III~V, 지류가 유입되는 하천의 본류는 하순 V~VI, 그리고 화악천과 만나는 본류의 하류는 하순 VII에 해당하는 우리나라의 전형적인 중규모의 하천이다. 가평천의 하상은 대부분이 화강암 암반과 호박돌(boulder)로 되어있고, 산간 계류에 해당하는 지류의 경우 모래나 실트(silt)를 찾아보기 어렵다. 또한 산간계류와 평지하천의 구분이 뚜렷하여 산간계류인 지류는 수로가 좁고 가파르므로 유속이 빠르고, 평지하천인 본류는 비교적 폭이 넓고(40 ~ 80m) 유속이 완만하며, 약 40km에 달하는 긴 구간이 이어진다.

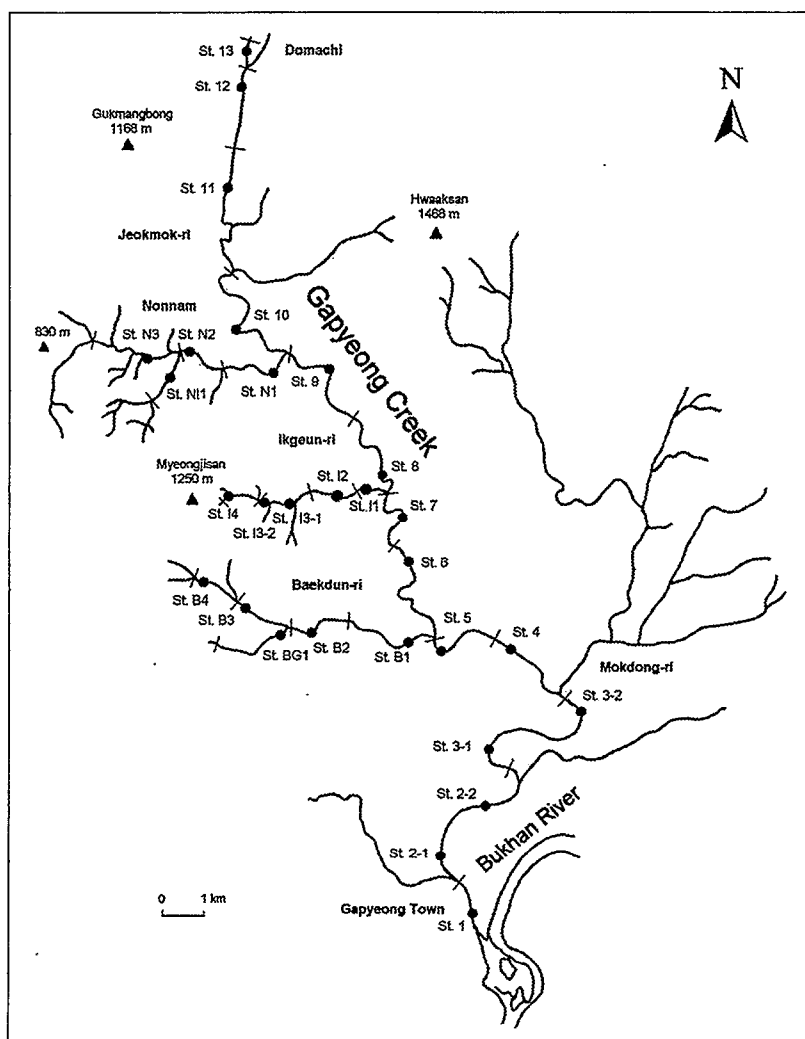


Fig. 1. Study sites and reaches in the Gapyeong Creek in Gyeonggi-do, Korea.

가평천은 그 지역의 중심인 명지산과 화악산 일대를 집수원으로 하여 형성된 하천이므로 맑고 풍부한 수량의 물이 사계절 흐르고, 수도권이나 경기도에서 자연생태계가 가장 잘 보존된 하천이다. 가평천 유역을 거의 모두 포함하는 가평군 북면은 도시나 공장지대와 같은 큰 오염원이 없으므로 경기도에서 유일한 청정 지역으로 알려져 있으며, 명지산 일대는 경기도에 의하여 생태계보전지구로 지정되어 있다. 가평천은 북한강의 주요 지류이기 때문에 수도권과 서울의 주요 식수원인 팔당댐의 수질에 영향을 미친다. 그러나 가평천 유역과 명지산 일대는 1980년대 이후 수도권 개발의 여파와 경춘간도를 따라 지속적으로 확산된 개발의 영향으로 환경 훼손이 가속화되고 있다(배와 이, 2001). 가평천 유역에서 최근 진행된 가장 큰 환경 훼손 유형은 유원지화, 중·소규모의 택지(전원주택) 또는 상업용 택지의 개발, 도로의 건설 등에 따른 자연 서식처의 소실과 훼손을 들 수 있다.

가평천은 자연 서식환경이 양호하고, 서울과 경기도의 도시 지역과 비교적 거리가 가깝기 때문에 그 지역의 연구자들에게 있어서 생태 연구의 중요한 장이 되어왔다. 가평천의 수서곤충 연구는 1960년대 이래 지속적인 연구가 이루어졌다. 김(1969)은 한국 주요하천 상류의 수서곤충 현존량 조사에서 가평천의 하류(가평읍 2km 상류)의 수서곤충을 처음으로 조사하였고, 윤 등(1990)과 배 등(2002)에 의한 수서곤충상과 군집 연구, 노와 윤(1991)에 의한 줄날도래의 개체군 변동 연구, 김 등(1998)에 의한 강하루살이 서식처 연구, 배와 이(2001)의 도시화와 관련된 수서곤충 영향 연구 등이 가평천에서 이루어졌다. 본 연구진도 1980년대 초 이래 가평천을 대상으로 지속적으로 수서곤충과 하천생태에 관한 조사연구 자료를 축적하여 왔다.

본 연구는 과학기술부 연구과제인 “하천생태계의 생물다양성 관리시스템 개발”의 일환으로서 가평천의 30개 소구역(reach)을 대상으로 정량조사를 통한 수서곤충의 분포 및 군집 특성을 밝히고, 유역 환경에 대한 기초 자료를 얻고자 하였다. 과거의 전통적인 수서곤충 군집조사에서는 대개 중규모의 하천에서 4~5개의 구간별 조사지점을 정하여 조사하는 것이 관례였으나(배, 1999), 본 조사에서는 한 하천의 수계를 미소서식처가 유사한 소구역(reach) 단위로 나누어 모든 소구역을 집중적으로 조사하는 방식을 도입한 연구로서, 이는 우리나라에서 처음으로 시도되는 수서곤충의 조사연구 방법이다. 이를 통하여 우리나라의 하천에서 수서곤충의 분포와 군집에 대한 보다 자세한 생태 자료를 얻고자 하였으며, 이를 기초로 가평천 유역의 수서곤충 서식환경에 대한 이해를 돕고, 그 보존 방안을 도출하고자 하였다.

조사 방법

본 조사의 조사팀은 하천의 저서성 대형무척추동물의 대부분을 차지하는 수서곤충을 대상으로 가평천의 전 수계에서 다음과 같이 야외조사를 실시하였다. 채집은 연중 수서곤충이 유충시기로서 가장 풍부하게 출현하는 이른 봄(4월)을 택하여(배, 1999) 2000년 4월 2~3일과 15~17일 (총 5일) 동안 가평천의 30개 지점에서 집중적으로 조사하였다.

조사지점은 가평천 본류와 주요 지류에서 하순과 하천 규모를 고려하여 하천의 환경과 미소서식처가 유사한 소구역(reach: 수백m~수km 구간) 단위로 나누어(배, 1999) 한 소구역에서 1개(소구역의 길이가 길 경우 2개)의 지점을 선정하여 총 30개 지점을 조사하였다. 이 조사 지점들은 가평천 본류에서 15개 지점, 백둔리 지류에서 5개 지점, 익근리 지류에서 6개 지점, 그리고 논남기 지류에서 4개 지점이 포함된다(Fig. 1). 조사지점 번호는 소구역 단위로 하류부터 붙였고, 본류와 지류를 구분하여 체계화하였다.

수서곤충의 채집은 계류용 정량채집기구인 Suber sampler(50×50cm, 망목 0.2mm)를 사용하여 조사지점당 급류대(riffle)에서 1회, 체수대(pool) 또는 완류대(run)에서 1회 (지점당 2회) 정량채집하였다. 각 조사지점에서 조사당시 정성채집을 병행하였으나 수서곤충상의 파악 및 군집분석에는 정량채집의 자료만을 이용하였다. 서식처의 환경조사 방법은 일반적 조사방법(Ward, 1992; Williams and Feltnate, 1992; Allan, 1995; Merritt and Cummins, 1996; 배, 1999)을 따랐다. 하수는 축적 1:5000 지도를 이용하여 발원지 수계를 먼저 확인하였고, 조사시 실측을 통한 실제의 하수를 적용하였다. 수질(수온, pH, DO)은 휴대용 수질측정기(Horiba U-10)를 사용하여 측정하였다.

채집한 정량 및 정성채집물은 Kahle's 용액에 고정하여 실험실로 옮겨와 수서곤충을 고른 후 80% Ethanol에 보관하여 동정에 이용하였다. 수서곤충의 동정은 기존의 검색표(McCafferty, 1981; Wiederholm, 1983; 川畠, 1985; 윤, 1988, 1995; Merritt and Cummins, 1996)를 이용하였다. 군집의 분석은 2회의 정량채집(50cm)의 출현 개체수에서 제1우점종과 제2우점종을 선정하였고, McNaughton의 우점도지수와 Shannon-Weaver의 종다양도지수를 구하였다(배, 1999).

결과 및 고찰

1. 지점별 서식환경

각 조사지점의 위치와 조사 당시의 서식환경 및 특기사항은 다음과 같다.

1) 가평천 본류

St. 1 가평철교: 가평읍 읍내리 가평천 하구 북한강 유입부 300m 상류, 가평철교 30m 상류 하천 동쪽 가장자리 지점; 2000-IV-2 10:20~11:15, 흐림, 기온 12.0℃; 하수 VII, 하폭 80m, 수폭 20~40m, 채집지점 수심 16~30cm, 급류대 유속 77cm/sec, 수온 9.0℃, pH 8.7, DO 11.7, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 20%, 유기물 및 조류 덮여 있음; 하천변 제방 돌망태(부분적 시멘트 담), 가평읍 인가, 소규모 공장 있음.

St. 2-1 엽광교: 가평읍 송안리 엽광촌 엽광교 30m 하류 하천 동쪽 가장자리; 2000-IV-2 11:20~11:50, 흐림, 기온 12.0℃; 하수 VII, 하폭 80m, 수폭 20~30m, 채집지점 수심 20~35cm, 급류대 유속 77cm/sec, 수온 9.3℃, pH 7.7, DO 11.2; Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi-3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 10%, 유기물 및 조류 덮여 있음; 하천변 제방 돌망태, 농경지, 인가 있음.

St. 2-2 새벌교: 가평읍 마장리 새벌교와 상류 보 사이; 2000-IV-2 12:15~12:50, 흐림, 기온 12.0℃; 하수 VII, 하폭 60m, 수폭 20~30m, 채집지점 수심 23~25cm, 급류대 유속 44cm/sec, 수온 8.4℃, pH 7.3, DO 11.3, 물 맑음(투명); Phi1 있음, Phi0 있음, Phi - 1 20%, Phi - 2 5%, Phi - 3 10%, Phi - 4 15%, Phi - 5 10%, Phi - 6 10%, Phi - 7 20%, Phi - 8 10%, 유기물 및 조류 조금 덮여 있음; 하천변 제방 돌

망태, 버드나무, 농경지, 인가 있음.

St. 3-1 가북교: 가평군 북면 개곡리 가북교 하류 400m 지점; 2000-IV-2 14:15~14:50, 조금 비를 뿌린 후 맑음, 기온 14.5℃; 하순 VII, 하폭 80m, 수폭 30~50m, 채집지점 수심 12~23cm, 급류대 유속 63 cm/sec, 수온 10.2℃, pH 7.9, DO 11.5, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 20%, Phi - 5 10%, Phi - 6 30%, Phi - 7 20%, Phi - 8 10%, 조류 비교적 많이 덮여 있음; 하천변 제방 돌망태, 버드나무, 하천은 2~3갈래로 나뉘어 흐름, 갈대 등 하천변 식생 발달, 하천 주변은 농경지, 인가 있음.

St. 3-2 목동교: 가평군 북면 목동리 목동교 하류 50 m 지점; 2000-IV-1 17:10~18:20, 맑음, 기온 13.8℃; 하순 VII, 하폭 80m, 수폭 30m, 채집지점 수심 14~24cm, 급류대 유속 44cm/sec, 수온 10.8℃, pH 7.6, DO 10.5, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 20%, 연갈색 조류 조금 덮여 있음; 하천변 제방 돌망태, 암반 및 직경 3~5 m 바위 있음, 자갈밭, 하천 주변은 농경지, 마을 있음.

St. 4 제령교: 가평군 북면 제령리 제령교 상류 30m 지점; 2000-IV-2 15:20~15:55, 맑음, 기온 14.5℃; 하순 VI, 하폭 60m, 수폭 20~30m, 채집지점 수심 23~34cm, 급류대 유속 44cm/sec, 수온 10.1℃, pH 7.6, DO 11.1, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 20%, Phi - 5 30%, Phi - 6 20%, Phi - 7 20%, Phi - 8 10%, 조류 조금 덮여 있음; 하천변 제방 돌망태, 갈대숲 있음, 하천 주변은 농경지, 인가 있음.

St. 5 대원사: 가평군 북면 제령리 대원사 아래, 백둔교 하류 400m 지점; 2000-IV-2 16:20~17:00, 맑음, 기온 16.0℃; 하순 VI, 하폭 50m, 수폭 10~20m, 채집지점 수심 23~26cm, 급류대 유속 108cm/sec, 수온 9.6℃, pH 7.5, DO 11.1, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi-8 20%, 조류 조금 덮여 있음; 도로쪽 하천변 제방 돌망태, 도로 반대쪽 산, 암반 곳곳, 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지 있음.

St. 6 오목교: 가평군 북면 도대리 오목골 오목교 하류 200m 지점; 2000-IV-2 17:20~18:00, 맑음, 기온 14.5℃; 하순 VI, 하폭 40~50m, 수폭 10~15m, 채집지점 수심 21~32cm, 급류대 유속 99cm/sec, 수온 8.9℃, pH 7.3, DO 11.3, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 10%, 조류 조금 덮여 있음; 하천변 자연 제방, 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지, 마을 있음.

St. 7 도대상교: 가평군 북면 도대리 삼포별 도대상교 상류 30m 지점; 2000-IV-3 10:00~10:30, 다소 흐림, 기온 9.5℃; 하순 VI, 하폭 50m, 수폭 10~20m, 채집지점 수심 13~35cm, 급류대 유속 89cm/sec, 수온 6.6℃, pH 7.3, DO 11.9, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 20%, 조류 조금 덮여 있음; 하천변 자연 제방, 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지, 인가 있음.

St. 8 선바위교: 가평군 북면 익근리 선바위 선바위교 하류 30m 및 상류 30m 지점; 2000-IV-3 10:40~11:10, 맑음, 기온 14.5℃; 하순 VI, 하폭 40~50m, 수폭 10~15m, 채집지점 수심 20~30cm, 급류대 유속 99 m/sec, 수온 7.4℃, pH 7.3, DO 11.7, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 10%,

Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 20%, Phi - 8 20%, 조류 조금 덮여 있음; 하천변 자연 제방(부분적 시멘트 벽), 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지, 작은 마을 있음.

St. 9 관청리: 가평군 북면 관청리 화악산약수 입구 작은 시멘트 잠수교 하류 10 m, 상류 10 m 지점; 2000-IV-3 11:20~12:00, 맑음, 기온 15.0℃; 하순 VI, 하폭 40~50m, 수폭 10~15m, 채집지점 수심 25~30cm, 급류대 유속 89cm/sec, 수온 8.2℃, pH 7.3, DO 11.5, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 20%, 조류 거의 없음; 하천변 자연 제방(부분적 돌축대), 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지, 인가 있음; 봄치녀하루살이(*Cinygmula grandifolia*) 다수 우화 관찰(사진 촬영).

St. 10 가림: 가평군 북면 적목리 가림 가림교 하류 150m 지점; 2000-IV-3 13:20~14:10, 맑음, 기온 17.2℃; 하순 V, 하폭 40~60m, 수폭 10~15m, 채집지점 수심 20~22cm, 급류대 유속 89cm/sec, 수온 10.1℃, pH 7.3, DO 11.0, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 20%, Phi - 8 30%, 조류 및 유기물 덮여 있음; 하천변 자연 제방(부분적 돌축대), 갈대, 버드나무 등 하천변 식생 잘 발달, 하천 주변은 과수원, 일시적 유원지(솔밭 섬), 작은 마을 있음.

St. 11 도마치 미룡터: 가평군 북면 적목리 미룡터 도마치고개 해발 445m 지점; 2000-IV-3 17:40~18:00, 맑음, 기온 11.0℃; 하순 IV, 하폭 20m, 수폭 3~4m, 채집지점 수심 15~23cm, 급류대 유속 77cm/sec, 수온 7.4℃, pH 7.0, DO 10.7, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 30%, Phi - 7 20%, Phi - 8 20%, 조류 및 유기물 거의 없음; 하천변 자연 제방, 하천변 식생 잘 발달, 하천 주변에 민가 한 채, 도마치 고개길 포장 공사로 도마치 고개길 옆 하천은 심하게 훼손되고 준설되어 회복되지 않은 상태임; 채집은 훼손이 심하지 않은 곳을 찾아서 하였으나 수서곤충 다양성 낮음.

St. 12 도마치 585m: 가평군 북면 적목리 도마치고개 해발 585m 지점; 2000-IV-3 16:55~17:10, 맑음, 기온 11.0℃; 하순 III, 하폭 10m, 수폭 3~4m, 채집지점 수심 5~13cm, 급류대 유속 63cm/sec, 수온 6.5℃, pH 7.3, DO 10.9, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 30%, Phi - 2 10%, Phi - 3 있음, Phi - 4 있음, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 20%, Phi - 8 10%, 조류 및 유기물 거의 없음; 하천변 자연 제방, 하천변 식생 잘 발달, 농경지 및 민가 없음, 도마치 고개길 포장 공사가 진행중, 고개길 옆 하천은 심하게 훼손되고 많은 모래가 유입되어 바닥은 모래가 많음; 채집은 훼손이 심하지 않은 곳을 찾아서 하였으나 수서곤충 다양성 낮음.

St. 13 도마치 큰취골: 가평군 북면 적목리 도마치고개 큰취골 등산로 해발 650m 지점; 2000-IV-3 15:30~16:20, 맑음, 기온 16.0℃; 하순 III(하순은 III이지만 하천 규모는 하순 I-II에 해당하는 발원지 하천임), 하폭 3~5m, 수폭 0.5~1m, 채집지점 수심 7~10cm, 급류대 유속 31cm/sec, 수온 6.4℃, pH 6.2, DO 10.9, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 10%, Phi - 2 10%, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 20%, Phi - 8 20%, 조류 및 유기물 거의 없음, 낙엽 쌓인 곳 있음; 산간 계류의 소규모 하천, 등산로 따라 곳곳에 잡목 제거작업으로 산림 훼손됨.

2) 백둔리 지류

- St. B1 구나무골: 가평군 북면 백둔리 구나무골, 백둔리 지류 하구에서 500m 상류, 수중보 아래 지점; 2000-IV-15 14:20~15:00, 흐림, 기온 13.5℃; 하순 IV, 하폭 20~30m, 수폭 5~10m, 채집지점 수심 19~22cm, 급류대 유속 44cm/sec, 수온 11.4℃, pH 7.4, DO 9.9, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 10%, 조류 및 유기물 덮여 있음; 하천변 자연 제방, 도로 있음, 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지, 인가 있음, 하구의 하천 주변 50 m 정도 다리 공사로 하천 정비(준설) 됨.
- St. B2 허수아비마을: 가평군 북면 백둔리 허수아비마을 10~15m 상류 지점; 2000-IV-15 15:45~16:20, 흐림, 간혹 빗방울, 기온 10.5℃; 하순 IV, 하폭 10~15m, 수폭 3~5m, 채집지점 수심 19~24 cm, 급류대 유속 99cm/sec, 수온 10.1℃, pH 7.4, DO 10.3, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 30%, Phi - 7 30%, Phi - 8 10%, 조류 및 유기물 조금 덮여 있음; 하천변 자연 제방, 도로 있음, 채집 지점 바로 아래에 작은 휴양촌(허수아비마을) 있음.
- St. B3 양짓말: 가평군 북면 백둔리 양짓말, 관광농장(초원의 집) 30m 하류 지점; 2000-IV-16 10:15~10:35, 맑음, 기온 9.8℃; 하순 IV, 하폭 10m, 수폭 2~3m, 채집지점 수심 7~20cm, 급류대 유속 63cm/sec, 수온 10.3℃, pH 7.2, DO 10.6, 물 다소 탁함; Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 20%, Phi - 5 30%, Phi - 6 20%, Phi - 7 10%, Phi - 8 10%, 유기물 두텁게 덮여 있음; 하천변 자연 제방 또는 돌축대, 농경지, 채집 지점 바로 위에 작은 마을 및 자연농원 있음.
- St. B4 죽터: 가평군 북면 백둔리 죽터, 죽터 마을 사유지 입구에서 50m 상류 지점; 2000-IV-15 17:20~17:50, 흐림, 기온 9.0℃; 하순 III, 하폭 5~10m, 수폭 1~2m, 채집지점 수심 13~28cm, 급류대 유속 54cm/sec, 수온 7.7℃, pH 7.5, DO 11.0, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 20%, Phi - 6 20%, Phi - 7 20%, Phi - 8 20%, 곳곳에 암반 있음, 조류 및 유기물 거의 없음; 산간 계류, 채집 지점 아래에 작은 마을 있음.
- St. BG1 백둔자연학교: 가평군 북면 백둔리 깊은돌 지류 백둔자연학교 30m 상류 지점; 2000-IV-16 11:00~12:00, 맑음, 기온 20.0℃; 하순 III, 하폭 10~15m, 수폭 2~3m, 채집지점 수심 15~23cm, 급류대 유속 77cm/sec, 수온 9.2℃, pH 8.0, DO 10.7, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 및 유기물 조금 덮여 있음; 하천변 자연 제방, 도로 있음, 일시적 유원지, 작은 마을 있음.

3) 익근리 지류

- St. I1 승천사: 가평군 북면 익근리 명지산 승천사 100m 하류 고도 240m 지점; 2000-IV-16 13:00~14:00, 다소 흐림; 하순 III, 하폭 15~20m, 수폭 2~4m, 채집지점 수심 12~24cm, 급류대 유속 77cm/sec, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 조금 있음, 암반과 큰 바위 많음; 자연 하천, 승천사로 가는 등산로 있음.
- St. I2 셋골 합류: 가평군 북면 익근리 명지산 셋골 합류 지점 상류, 고도 305m 지점; 2000-IV-16 13:00~14:20, 다소 흐림, 기온 24.5℃; 하순 III, 하폭 10~15m, 수폭 2~4m, 채집지점 수심 13~27cm,

급류대 유속 44cm/sec, 수온 8.1℃, pH 7.1, DO 10.6, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 거의 없음, 낙엽더미 있음, 암반과 큰 바위 많음; 자연하천.

St. I3-1 명지폭포: 가평군 북면 익근리 명지산 명지폭포 20m 하류, 고도 415m 지점; 2000-IV-16 14:50~15:35, 맑음, 기온 13.5℃; 하순 III, 하폭 10m, 수폭 1~2m, 채집지점 수심 21~25cm, 급류대 유속 63cm/sec, 수온 6.8℃, pH 7.3, DO 10.5, 물 맑음(투명); Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 있음, Phi - 5 10%, Phi - 6 30%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 거의 없음, 낙엽더미 있음, 암반과 큰 바위 많음; 산간계류의 자연하천, 계곡 하천은 명지산 등산로에서 계단 길로 5분 거리 아래에 위치.

St. I3-2 큰인수골: 가평군 북면 익근리 명지산 큰인수골 합류지점 300m 상류, 고도 570 m 지점; 2000-IV-16 16:10~16:35, 맑음, 기온 10.5℃; 하순 III, 하폭 5~10m, 수폭 1~2m, 채집지점 수심 17~18cm, 급류대 유속 63cm/sec, 수온 5.6℃, pH 7.8, DO 10.7, 물 맑음(투명); Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 및 유기물 거의 없음, 낙엽더미 있음, 암반과 큰 바위 많음; 산간계류의 자연하천.

St. I4 명지산 710m 지점: 가평군 북면 익근리 명지산 등산로 고도 710m 부근 발원지 하천; 2000-IV-16 17:23~18:00, 맑음, 기온 8.0℃; 하순 II, 하폭 2~3m, 수폭 0.5~1m, 채집지점 수심 9~10cm, 수온 4.9℃, pH 7.1, DO 10.0, 물 맑음(투명); Phi0 있음, Phi - 1 있음, Phi - 2 10%, Phi - 3 20%, Phi - 4 10%, Phi - 5 있음, Phi - 6 10%, Phi - 7 20%, Phi - 8 30%, 조류 없음, 낙엽더미와 나뭇가지 및 이끼 많이 있음, 큰 바위 있음; 숲속의 발원지 하천, 채집지점 상류는 건천이며, 채집지점 부근에서 용출수에 의한 물흐르는 구간이 시작됨.

St. IT1 명지산 600m 지류(지도에 표시하지 않았음): 가평군 북면 익근리 명지산 큰인수골 합류지점 350m 상류의 북쪽 작은 지류, 고도 600m 지점; 2000-IV-16 16:45~17:05, 맑음, 기온 10.2℃; 하순 I, 하폭 1~2m, 수폭 0.3~0.5m, 채집지점 수심 5~10cm, 수온 6.3℃, pH 7.1, DO 10.0, 물 맑음(투명); Phi - 3 있음, Phi - 4 있음, Phi - 5 10%, Phi - 6 30%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 없음, 낙엽더미 많이 있음, 거의 암반과 큰 바위로 되어 있음; 경사가 매우 가파른(40~50°) 숲속의 발원지 하천; 정량채집은 적합하지 않음, 즉대로 정성채집만 실시; Baetidae sp., Perlidae sp., Heptageniidae sp. 등 출현(정량채집이 되지 않았으므로 자료 제시 않았음).

4) 논남기 지류

St. N1 소락개: 가평군 북면 적목리 소락개 소락유원지 부근, 논남기 지류 하구에서 1 km 상류 지점; 2000-IV-17 17:05~17:30, 다소 흐림, 기온 16.5℃; 하순 V, 하폭 20~30m, 수폭 5~10m, 채집지점 수심 23~26cm, 급류대 유속 94cm/sec, 수온 10.8℃, pH 7.6, DO 10.0, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 10%, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 20%, 조류 및 유기물 두텁게 덮여 있음; 하천변 도로 있음, 하천 주변은 농경지, 일시적 유원지, 인가 있음.

St. N2 임산지류 합류: 가평군 북면 적목리 논남기 마을 아래, 임산지류 합류 30m 하류 지점; 2000-IV-17 16:00~16:50, 다소 흐림, 기온 15.5℃; 하순 V, 하폭 20~30m, 수폭 5~10m, 채집지점 수심 20~24cm,

급류대 유속 70cm/sec, 수온 10.3℃, pH 7.6, DO 9.3, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 및 유기물 덮여 있음; 하천변 도로쪽 들밭대, 반대쪽 산, 하천변 도로 있음, 하천 주변은 농경지, 관광농원, 인가 있음.

St. N3 논남기: 가평군 북면 적목리 논남기 마을 위, 마지막 민박집 50m 상류 지점; 2000-IV-17 11:25~12:45, 다소 흐림, 기온 21.5℃; 하순 IV, 하폭 10~20m, 수폭 3~5m, 채집지점 수심 12~20cm, 급류대 유속 54cm/sec, 수온 7.5℃, pH 7.2, DO 9.9, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 및 유기물 덮여 있음; 자연하천, 하천변 비포장 자동차길 있음, 민박집으로부터 상류 구간은 평상시 차량 통제됨; *Cinygmula grandifolia* 큰 무리 swarming 관찰.

St. NI1 임산: 가평군 북면 적목리 임산 마을 500m 아래, 서문교회 수양관 진입 다리 30m 상류 지점; 2000-IV-17 14:45~15:15, 맑음, 기온 15.5℃; 하순 IV, 하폭 10~15m, 수폭 2~4m, 채집지점 수심 15~23cm, 급류대 유속 54cm/sec, 수온 9.5℃, pH 7.4, DO 9.0, 물 맑음(투명); Phi - 1 있음, Phi - 2 있음, Phi - 3 있음, Phi - 4 10%, Phi - 5 10%, Phi - 6 20%, Phi - 7 30%, Phi - 8 30%, 조류 및 유기물 두텁게 덮여 있음; 하천변 도로 있음, 하천 주변은 농경지, 인가 있음.

2. 수서곤충상

본 조사기간 동안 가평천 수계에서 출현한 수서곤충의 종 분류군 수는 8목 54과 103속 164종이었다(Table 1). 이들 중 가장 많은 종이 출현한 목은 날도래목으로서 17과 29속 56종이 출현하여 종점유율이 34.1%에 달하였고, 그 뒤를 이어서 하루살이목 10과 26속 43종(26.2%), 파리목 9과 15속 25종(15.2%), 강도래목 8과 16속 23종(14.0%), 딱정벌레목 5과 6속 6종(3.7%), 잠자리목 1과 6속 6종(3.7%), 노린재목 3과 3속 3종(1.8%), 그리고 뱀잠자리목 1과 2속 2종(1.2%)의 순으로 나타났다. 조사지점별로 볼 때 가평천 본류와 지류들 간에 출현 종수의 차이는 거의 없었으며, 가장 적은 종이 출현한 명지산 710m 지점(St. I4)의 19종과 가장 많은 종이 출현한 도마치 큰취골(St. 13)의 65종을 제외하고는 대개 30~50종(평균 40.6종) 사이였다.

가평천에서 수행된 다른 조사를 살펴볼 때, 윤 등(1990)은 가평천 본류 5개 지점에서 계절별로 4회의 정량채집(50×50cm, 지점당 2회)을 하여 75종의 수서곤충을 기록하였고, 배 등(2002)은 명지산 일대의 가평천과 조종천의 17개 지점에서 2회(4~5월, 10~11월)에 걸쳐 정량채집(30×30cm, 지점당 3회)을 하여 97종의 수서곤충을 기록하였다. 박과 조(1995)는 우리나라의 다른 청정하천인 방태천의 7개 지점에서 6회에 걸친 정량채집(50×50cm, 지점당 3회)으로 151종의 수서곤충을 기록하였고, 배 등(1998)은 치악산 상원사 계류의 4개 지점에서 계절별로 3회의 정량채집(30×30cm, 지점당 4회) 및 정성채집으로 136종의 수서곤충을 기록하였다.

금번 조사에서 출현한 164종의 수서곤충 중수가 정량채집의 결과만을 포함하였음에도 불구하고 다른 조사의 출현 종수에 비하여 많은 것은 금번 조사가 하천의 모든 소구역을 포함하여 보다 많은 지점에서 채집되었기 때문인 것으로 생각된다. 금번 조사에서도 하루살이-강도래-날도래군(EPT-group)의 점유율이 상대적으로 높은 것은 우리나라 하천의 특성이기도 하지만, 정성채집을 병행하여 미소 파리목 유충에 대한 면밀한 채집과 분류가 이루어진다면 수서곤충의 종수가 훨씬 많이 추가될 것으로 예측된다(Allan, 1995).

Table 1. Taxonomic list of aquatic insects from the Gapyeong Creek in Gyeonggi-do, Korea

Order Ephemeroptera	Family Ameletidae
Family Leptophlebiidae	30. <i>Ameletus costalis</i>
1. <i>Choroterpes alticulus</i>	31. <i>Ameletus montanus</i>
2. <i>Paraleptophlebia chocoata</i>	Family Baetidae
Family Potamanthidae	32. <i>Acentrella gnom</i>
3. <i>Potamanthus yooni</i>	33. <i>Alanites muticus</i>
4. <i>Rhoenanthus coreanus</i>	34. <i>Baetiella tuberculata</i>
Family Ephemeridae	35. <i>Baetis fuscatus</i>
5. <i>Ephemera orientalis</i>	36. <i>Baetis pseudothermicus</i>
6. <i>Ephemera separigata</i>	37. <i>Baetis silvaticus</i>
7. <i>Ephemera strigata</i>	38. <i>Baetis ursinus</i>
Family Neoephemeridae	39. <i>Labiobaetis atrebatinus orientalis</i>
8. <i>Neoephemera chinensis</i>	40. <i>Nigrobaetis acinaciger</i>
Family Ephemerellidae	41. <i>Nigrobaetis bacillus</i>
9. <i>Cincticostella levanidovae</i>	42. <i>Procleoeon</i> sp.
10. <i>Cincticostella tshernovae</i>	Family Siphonuridae
11. <i>Drunella aculea</i>	43. <i>Siphonurus chankae</i>
12. <i>Drunella</i> sp.	Order Odonata
13. <i>Ephemerella dentata</i>	Family Gomphidae
14. <i>Serratella setigera</i>	44. <i>Anisogomphus maacki</i>
15. <i>Uracanthella rufa</i>	45. <i>Burnagomphus</i> KUa
Family Caenidae	46. <i>Gomphidae</i> sp.
16. <i>Caenis</i> KUa	47. <i>Nihonogomphus</i> KUa
Family Heptageniidae	48. <i>Onychogomphus ringens</i>
17. <i>Cinygmula grandifolia</i>	49. <i>Ophiogomphus obscura</i>
18. <i>Cinygmula</i> KUa	Order Plecoptera
19. <i>Cinygmula</i> KUb	Family Taeniopterygidae
20. <i>Ecdyonurus baekovae</i>	50. <i>Taenionema</i> KUa
21. <i>Ecdyonurus dracon</i>	51. <i>Taenionema</i> KUb
22. <i>Ecdyonurus joemensis</i>	52. <i>Taenionema</i> sp.
23. <i>Ecdyonurus kibunensis</i>	Family Nemouridae
24. <i>Ecdyonurus levis</i>	53. <i>Amphinemura coreana</i>
25. <i>Epeorus curvatulus</i>	54. <i>Amphinemura</i> KUa
26. <i>Epeorus pellucidus</i>	55. <i>Amphinemura</i> KUb
27. <i>Heptagenia kihada</i>	56. <i>Nemoura</i> KUa
28. <i>Heptagenia kyotoensis</i>	57. <i>Nemoura</i> KUb
29. <i>Iron aesculus</i>	58. <i>Nemoura</i> sp.

-
- Family Leuctridae
 59. Leuctridae sp.
 60. *Rhopalopsole mahunkai*
- Family Capniidae
 61. *Eucapnopsis* KUa
- Family Peltoperlidae
 62. *Yoraperla* KUa
- Family Perlodidae
 63. *Archynopteryx* KUa
 64. *Perlodes* KUa
 65. *Stavsolus* KUa
- Family Perlidae
 66. *Kamimuria coreana*
 67. *Kiotina decorata*
 68. *Neoperla quadrata*
 69. *Oyamia coreana*
 70. *Paragnetina flavotincta*
- Family Chloroperlidae
 71. *Sweltsa* KUa
 72. *Sweltsa nikkoensis*
- Order Hemiptera
 Family Saldidae
 73. Saldidae sp.
- Family Aphelocheiridae
 74. *Aphelocheirus naxae*
- Family Gerridae
 75. *Gerris* sp.
- Order Coleoptera
 Family Dytiscidae
 76. *Laccophilus* sp.
 77. *Neonectes natrix*
- Family Hydrophilidae
 78. Hydrophilidae sp.
- Family Scirtidae
 79. Scirtidae sp.
- Family Psephenidae
 80. *Psephenoides* KUa
- Family Elmidae
 81. Elmidae sp.
- Order Megaloptera
 Family Corydalidae
 82. Corydalidae sp.
 83. *Protohermes grandis*
- Order Diptera
 Family Tipulidae
 84. *Antocha* KUa
 85. *Dicranota* KUa
 86. *Hexatoma* KUa
 87. *Hexatoma* KUb
 88. *Hexatoma* KUc
 89. *Hexatoma* KUE
 90. *Tipula* KUa
 91. *Tipulidae* sp.
- Family Psychodidae
 92. Psychodidae sp.
93. *Dixa* KUa
- Family Simuliidae
 94. *Simulium* sp.
- Family Ceratopogonidae
 95. Ceratopogonidae sp.1
- Family Chironomidae
 96. Chironomidae sp.1
 97. Chironomidae sp.2
 98. Chironomidae sp.3
 99. Chironomidae sp.4
 100. Chironomidae sp.5
 101. Chironomidae sp.6
 102. Chironomidae sp.7
 103. Chironomidae sp.8
 104. Tanypodinae sp.
- Family Athericidae
 105. *Atherix* KUa
 106. *Suragina* KUb
- Family Dolichopodidae
 107. Dolichopodidae sp.
- Family Empididae
-

-
108. Empididae sp.
- Order Trichoptera
- Family Hydropsychidae
109. *Aethaloptera* KUa
110. *Cheumatopsyche brevilineata*
111. *Cheumatopsyche* KUa
112. *Hydropsyche kozhantschikovi*
113. *Hydropsyche* KUb
114. *Hydropsyche* KUD
115. *Hydropsyche orientalis*
116. *Hydropsyche* sp.
117. *Hydropsyche valvata*
- Family Polycentropodidae
118. *Plectrocnemia* KUa
- Family Psychomyiidae
119. *Psychomyia* KUa
- Family Philopotamidae
120. *Dolophilodes* KUa
121. *Wormaldia* KUa
- Family Stenopsychidae
122. *Stenopsyche bergeri*
123. *Stenopsyche griseipennis*
- Family Glossosomatidae
124. *Agapetus* KUa
- Family Dixidae
125. *Glossosoma* KUa
- Family Hydroptilidae
126. *Hydroptila* KUa
- Family Rhyacophilidae
127. *Apsilochorema* KUa
128. *Rhyacophila articulata*
129. *Rhyacophila bilobata*
130. *Rhyacophila brevicephala*
131. *Rhyacophila clemens*
132. *Rhyacophila impar*
133. *Rhyacophila* KUa
134. *Rhyacophila narvae*
135. *Rhyacophila nigrocephala*
136. *Rhyacophila retracta*
137. *Rhyacophila shikotsuensis*
138. *Rhyacophila sibirica*
139. *Rhyacophila* sp.
140. *Rhyacophila yamanakensis*
- Family Goeridae
141. *Goera japonica*
142. *Goera* sp.
- Family Limnephilidae
143. *Apatania* KUa
144. *Apatania* KUb
145. *Apatania* sp.
146. *Asynarchus* KUa
147. *Hydatophylax nigrovittatus*
148. *Limnephilidae* sp.
149. *Limnephilus* KUa
150. *Neophylax ussuriensis*
151. *Notopsyche* KUa
- Family Brachycentridae
152. *Micrasema* KUa
- Family Lepidostomatidae
153. *Goerodes* KUa
154. *Goerodes* KUb
155. *Goerodes* sp.
- Family Phryganeidae
156. *Agrypnia pagetana*
- Family Phryganopsychiidae
157. *Phryganopsyche latipennis*
- Family Odontoceridae
158. *Psilotreta kisoensis*
- Family Leptoceridae
159. *Ceraclea* KUa
160. *Ceraclea* KUb
161. *Ceraclea* KUc
162. *Ceraclea* sp.
163. *Mystacides* KUa
- Family Sericostomatidae
164. *Gumaga* KUa
-

금번 가평천에서 출현한 수서곤충의 종류들은 우리나라의 전형적인 청정 하천에서 출현하는 종류들이다. 특히 알락하루살이과(Ephemerelellidae), 뗏하루살이과(Ameletidae), 강도래목(Plecoptera), 물날도래과(Rhyacophilidae) 등은 우리나라의 청정 계류에서 출현하는 수서곤충 종류들로서(배와 이, 2001) 가평천의 양호한 서식환경을 잘 대변하여 준다고 할 수 있다. 또한 꼬마하루살이과(Baetidae)의 종류들, 민하루살이(*Cincticostella levanidovae*), 뿔하루살이(*Drunella aculea*), 등줄하루살이(*Uracanthella rufa*), 뿔뚝하루살이(*Ecdyonurus baekovae*), 납작하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*), 흰부채하루살이(*Epeorus curvatus*), 부채하루살이(*Epeorus pellucidus*), 두갈래하루살이(*Paraleptophlebia chocolata*), 녹색강도래(*Sweltsa nikkoensis*), 동양물날도래(*Hydropsyche orientalis*), 물날도래 KUa(*Rhyacophila* KUa), 깔따구과(Chironomidae)의 종류들, 멧애기자다귀 KUa(*Antocha* KUa) 등은 가평천 수계의 거의 전 지역에 걸쳐서 폭 넓게 출현하였고, 전체 조사지점에서 가장 개체수가 풍부하게 출현한 종은 등줄하루살이(총 2577 개체)였다(Appendix 1). 그리고 금번 조사에서 채집된 수서곤충 중 많은 종류가 아직 분류되지 않은 종으로서 미기록종과 신종이 다수 포함되어 있을 것으로 추정된다.

3. 군집특성

금번 조사에서 각 지점당 출현한 종수는 19~65종/0.5m²(평균 40.6종/0.5m²)으로서 4지점을 제외하고는 모두 지점당 30종/0.5m² 이상의 높은 출현율을 나타냈다. 또한 전체 지점의 총 개체수 현존량은 26,286개체였고, 그 중 하루살이목, 파리목, 날도래목이 각각 11,994개체(45.6%), 8730개체(33.2%), 4123개체(15.7%)를 차지하였고, 그 뒤를 이어 강도래목 1213개체(4.6%), 딱정벌레목 204개체(0.8%), 잠자리목 13개체(0.05%), 뱀잠자리목 5개체(0.02%), 그리고 노린재목 4개체(0.02%)의 순이었다. 각 지점당 개체수 현존량은 136~2522개체/0.5m²(평균 906.4개체/0.5m²)로서 비교적 높은 현존량을 나타냈다. 각 지점당 출현 개체수는 Appendix 1에 자세히 제시하였다.

우점종은 모든 조사지점에서 하루살이목, 파리목, 날도래목, 강도래목 등의 종류들이 골고루 제1우점종과 제2우점종으로 나타났다(Table 2). 우점도지수는 0.213~0.601(평균 0.372)였고, 다양도지수는 3.00~4.60(평균 3.86)으로 비교적 높게 나타났다(Table 2). 가평천 본류(평균 우점도지수 0.370, 평균 다양도지수 3.90)와 지류인 백둔리 지류(0.369, 3.97), 익근리 지류(0.454, 3.46) 및 논남기 지류(0.360, 4.05)의 군집 지수는 서로 큰 차이가 없었다. 전체적으로 볼 때 우점종들은 청정수역의 지표종들이며, 우점도와 다양도는 지점에 따라 다소 차이는 있었지만 비교적 우점도지수는 낮은 편이었고, 다양도지수는 높은 편이어서 가평천의 양호한 서식환경을 대변하여 주었다.

4. 환경현황

가평천의 유역별로 수서곤충의 분포 및 군집 자료와 서식환경 자료를 기초로 그 지역의 환경 현황을 고찰하면 다음과 같다.

1) 가평천 본류

가평천 본류는 하구로부터의 최장 거리에 있는 도마치 고개에서 발원하여 적목리, 도대리, 제령리, 목동

Table 2. First and second dominant species, dominance indices, and diversity indices from the study sites of Gapyeong Creek based on quantitative sampling (Surber sampler 50 x 50 cm, mesh 0.2 mm, riffle and pool/run)

Site	1 st dominant species	2 nd dominant species	DI	H'
1	Chironomidae sp. 5	<i>Uracanthella rufa</i>	0.399	3.68
2-1	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Psychomyia</i> KUa	0.287	3.98
2-2	Chironomidae sp. 5	Chironomidae sp. 4	0.601	3.00
3-1	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Baetis ursinus</i>	0.507	3.42
3-2	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Hydropsyche orientalis</i>	0.268	4.22
4	<i>Ecdyonurus baekovae</i>	<i>Ecdyonurus joemensis</i>	0.314	4.01
5	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	<i>Uracanthella rufa</i>	0.551	3.19
6	Chironomidae sp. 4	Chironomidae sp. 5	0.213	4.60
7	<i>Ecdyonurus dracon</i>	<i>Paraleptophlebia chocolata</i>	0.253	4.58
8	<i>Epeorus pellucidus</i>	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	0.509	3.10
9	<i>Uracanthella rufa</i>	<i>Hydropsyche</i> KUd	0.273	4.27
10	<i>Antocha</i> KUa	Chironomidae sp. 6	0.500	3.55
11	<i>Sweltsa nikkoensis</i>	<i>Rhopalopsola mahunkai</i>	0.308	4.29
12	Chironomidae sp. 1	<i>Epeorus curvatus</i>	0.247	4.25
13	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	Chironomidae sp. 8	0.317	4.30
B1	<i>Epeorus pellucidus</i>	Chironomidae sp. 4	0.366	4.12
B2	<i>Antocha</i> KUa	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	0.237	4.55
B3	Chironomidae sp. 5	<i>Uracanthella rufa</i>	0.408	3.57
B4	Chironomidae sp. 5	<i>Nigrobaetis bacillus</i>	0.368	3.94
BG1	<i>Ecdyonurus baekovae</i>	<i>Nigrobaetis bacillus</i>	0.464	3.68
I1	<i>Paraleptophlebia chocolata</i>	<i>Goerodes</i> KUb	0.429	3.66
I2	<i>Ecdyonurus dracon</i>	<i>Nigrobaetis bacillus</i>	0.293	3.68
I3-1	Chironomidae sp. 5	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	0.510	3.36
I3-2	Chironomidae sp. 5	<i>Cinygmula grandifolia</i>	0.546	3.22
I4	Chironomidae sp. 3	Elmidae sp.	0.493	3.39
N1	<i>Antocha</i> KUa	<i>Hydropsyche orientalis</i>	0.237	4.61
N2	<i>Paraleptophlebia chocolata</i>	<i>Antocha</i> KUa	0.375	3.99
N3	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	Chironomidae sp. 1	0.505	3.51
NI1	Chironomidae sp. 2	<i>Antocha</i> KUa	0.322	4.09

리 등의 중소 마을을 지나며 최하류인 가평읍에서 북한강으로 유입된다. 가평읍에서 목동까지의 가평천 본류 약 11km 구간은 하천변에 도로, 민가와 상가, 그리고 농경지가 이어져 있어서 비교적 인위적 간섭이 심한 지역이고, 목동으로부터 상류의 본류 구간은 작은 마을과 농경지가 이어져 있다. 목동으로부터 상류 구

간은 곳곳에 여름철 일시적 유원지가 형성되어 있어서 그로 인한 서식처 훼손(유원지 개발, 도로 확장 등) 및 수질 오염이 그 곳의 가장 큰 인위적 간섭 요인으로 작용한다. 조사 기간중 도마치고개 구간(조무락골 유입부~도마치: St. 11~13)은 하천 옆으로 난 고개길의 2차선 도로포장 공사가 끝난 직후여서 도로공사시 패여진 암석과 모래가 유입되어 환경이 심하게 훼손되어 있었다. 또한 가평천 본류와 주요 지류 하류의 대부분 구간에 걸쳐서 수로 유지를 위한 인공제방(주로 돌망태)이 설치되어 있어서 직강화 또는 채널화 되어 가는 추세이며, 이는 가평천 본류의 하류지역에서 더욱 심하다.

가평천 하류인 가평읍에서 목동리 사이 구간(St. 1~St. 3-2)에서는 비교적 유기물 오염에 내성종인 등줄 하루살이, 동양줄날도래, 갈따구류 등이 우점종으로 나타났고, 그 상류의 본류에서는 비교적 청정수역의 대표종인 하루살이류, 강도래류, 날도래류 등 비교적 다양한 종류가 우점종으로 나타났다(Table 2). 이를 보더라도 목동 하류의 본류 구간보다 목동 상류의 본류 구간이 생물 서식환경이 더 양호한 것으로 판정된다.

2) 백둔리 지류

백둔리 지류는 명지산의 남사면의 지류들과 깊은돌 지류가 만나서 구나무골에서 가평천 본류로 유입된다. 이 지류는 조사 대상 지류들 중에서 가장 하류에 위치하여 도시지역으로부터 접근이 상대적으로 용이하기 때문에 지류의 중간 지점에 위치한 허수아비마을 등 전원주택단지와 지류의 곳곳에 유원지가 설치되어 있는 등 하천변 개발이 가장 급속히 진행되고 있는 지역이다. 이 지류의 조사지점에서 비교적 유기물 오염에 대한 내성종인 갈따구류, 꼬마하루살이류, 부채하루살이, 등줄하루살이 등이 우점종으로 나타나는 것이 이를 나타내준다(Table 2).

3) 익근리 지류

익근리 지류는 수로의 경사가 급한 대표적인 산간 계류로서 규모는 작지만 보존 상태가 양호한 하천이다. 익근리 계곡은 명지산의 주 등산로로서 경기도에 의하여 생태계보전지구로 관리되기 때문에 하류 유입부의 관광촌인 익근리 마을과 승천사 일대 및 등산객에 의한 간섭을 제외하고는 오염원이 거의 없다. 이러한 양호한 상태의 계곡과 하천은 경기도에서 찾아보기 어려우며, 이 지류에서 출현하는 수서곤충류도 거의 청정수역의 지표종 또는 보존을 요하는 중요종들이므로(Table 2) 이 지역에 대한 각별한 보존이 요구된다. 한편, 익근리 마을은 관광단지로서 아직 정비가 되지 않은 상태이며, 마을을 지나는 하천에는 최근 홍수의 피해를 줄이고자 시멘트 직벽을 쌓아서 직강화 하였다. 또한 계곡으로 난 명지산 등산로는 상당 거리 차량이 올라갈 수 있을 정도로 확장 공사가 이루어지고 있다. 이러한 점들은 이 지역의 자연생태계 보전과 하천 관리에 있어서 더욱 주의를 요하는 부분이다.

4) 논남기 지류

논남기 지류는 그 하류의 하순이 V에 해당하는 비교적 큰 지류로서 그 길이는 본류의 상류구간에 해당하는 도마치 구간의 길이에 버금간다. 그러나 그 보존상태는 최근에 도로포장 공사가 이루어진 도마치 구간보다 더 양호하다고 할 수 있다. 논남기 마을 하류 구간과 임산 지류의 하류 구간은 다소 개발이 진행되고 있으나 논남기 상류 구간은 생태계보전지구로 지정되고, 지역 주민의 보전 노력으로 간섭이 배제된 청정

지역으로 유지되고 있다. 이 구간의 계곡 하천은 가평천 유역에서 수량이 가장 풍부하고 보존이 양호한 지역으로서 철저한 보전 관리가 요망된다. 이 지류는 종다양도지수가 4.05로서 가평천에서 가장 높게 나타난 것이 이를 나타내준다(Table 2). 논남기 마을로부터 상류의 구간은 본 조사시 접근이 용이하지 않아 조사를 하지 못하였으나 철저한 보존 대책 수립을 위한 추가적인 생태계 조사가 필요하다.

5) 기타 지역

상기 조사 지역 이외에 금번 조사에는 포함되지 않았으나 가평천의 중요한 지류로서 가평천의 상류에 위치한 조무락골 지류를 들 수 있다. 조무락골 지류는 가평천의 주요 지류중에서는 유일하게 동쪽의 화악산 일대에서 발원하는 하천으로서 생물 서식환경으로서 매우 좋은 조건을 갖추고 있다. 그러나 조무락골 지역은 생태계보전지구에 벗어나 있고, 조무락골 하류의 합류지점 일대는 최근 관광촌의 조성으로 개발이 급속히 진행되고 있으며, 계곡 중상류에 이르기까지 사유지를 중심으로 상업화가 급속히 진행되고 있으므로 이에 대한 보존 대책이 시급하다. 또한 가평천 본류에 버금가는 규모의 화악천에 대한 조사도 추가적으로 이루어져서 이 지역 보존에 대한 종합적인 자료를 얻는 것이 필요하다.

결 론

담수 생물 중에서 가장 종다양성이 높은 수서곤충은 이동이 적고 정량채집이 용이하며 수질에 민감한 반응을 하므로 수질오염에 대한 지표종으로서 널리 이용되고 있다(윤과 배, 1993; 배, 1996; Rosenberg and Resh, 1993). 우리나라에서 환경부에 의하여 보호종으로 지정된 수서곤충으로는 꼬마잠자리(*Nannophya pygmaea*)와 물장군(*Lethocerus deyrollei*)이 있으며, 그 외에도 약 50종이 위기종, 희귀종, 환경 지표종 또는 보호 대상종으로 지정되어 있다(배와 이, 2001). 그러나 많은 수서곤충 종류가 수질악화나 서식처 교란에 따라 급속히 사라져가고 있으므로 각별한 관심과 보호 노력이 필요하다. 이들을 지키는 것이 곧 하천과 수질, 그리고 우리가 살고 있는 환경을 지키는 것과 직결되기 때문이다.

가평천 유역의 주된 환경훼손 유형은 하천 명승지의 유원지화와 연관된 식당, 모텔, 연수원 등의 상업, 위락시설의 건설과 하천 전 구간에서 최근에 진행되고 있는 중소규모의 전원주택지의 조성이라 할 수 있다. 그러나 명지산을 중심으로 보존지역이 설정되어 있으며, 하천 전 유역에서 대규모 공장지대와 같은 직접적 오염원이 없는 점은 아직 가평천의 환경과 수질 관리를 용이하게 하는 가장 큰 장점이라 할 수 있다. 장기적으로는 가평천 유역의 전반적 환경과 유원지에 대한 철저한 보전 및 관리가 가평천을 살리는 길이며, 이는 보전 지역을 보다 체계적으로 확대 지정하고 관리함으로써 가능하다. 또한 가평천과 명지산 일대를 보전하여 지속적인 관광자원을 확보하는 것이 이 지역 경제에도 특이 된다는 것을 지역 주민에게 이해시키고, 가평천 유역 보전에 대한 지역주민의 협조를 구하는 것이 바람직하다.

상기 생물상과 환경 현황 자료를 바탕으로 가평천 유역의 보전에 대한 제언을 하자면 다음과 같다. 그러나 이번에 제안하는 내용은 본 조사 연구의 결과를 기초로 한 제한된 내용이므로 보전에 대한 체계적인 계획 수립을 위하여 보다 종합적인 조사 연구를 필요로 한다.

상류유역: 가평천 상류 유역에 해당하는 익근리 지류와 그 합류지점으로부터 상류에 위치한 본류와 지류들은 비교적 보존상태가 양호하여 가장 우선적인 보전 노력이 필요하다. 하천생태계는 환경과 생물상의 연속성이 특징이므로(Allan, 1995) 어느 특정 구역을 부분적으로 보전하는 데에는 어려움이 있다. 따라서 상류유역의 개발에 대한 전반적인 제한으로 총체적인 유역 보전의 방법이 보다 바람직하다. 특히 명지산 익근리 지류와 논남기 지류 상류(논남기 마을로부터 상류 구간)는 아직 인간의 간섭이 최소화된 지역이므로 이들 지역에 대한 절대적인 보전 조치가 필요하다.

중류유역: 익근리 지류의 합류지점에서 목동 사이 구간의 가평천 본류와 지류에 해당하는 유역으로서 최근에 개발이 급격히 진행되고 있는 지역이다. 그러나 중류유역은 상류유역과 큰 차이 없이 비교적 양호한 서식환경을 지니고 있으므로 전반적인 개발에 대한 제한과 수질의 관리가 필요하다. 일시적 유원지의 철저한 관리와 상업시설, 전원주택단지 등의 개발에 대한 제한이 요청된다.

하류유역: 목동리 하류의 구간에 해당되는 가평천 하류유역으로서 최근 교통량의 증가로 도로를 따라 상업화가 급격히 진행되고 있는 지역이다. 대규모 위락시설, 상업단지, 축산단지, 공장지대 등의 설립에 대한 제한이 필요하며, 기존의 시설에 대한 철저한 오염관리가 요청된다. 또한 하천생태계의 양호한 환경과 수질을 유지하고 관리하기 위하여 하천의 자연서식환경을 보존함으로써 생태계 유지기능과 자정능력을 높이고자 하는 노력이 최근 우리나라 하천에서도 일반적으로 적용되고 있으며, 이는 자연하천 복원 노력으로 구체화 되고 있다. 가평천의 본류와 지류 중에서도 하류 구간이 특히 인공화가 많이 진행되고 있으므로 이 지역에 대한 인공화(준설, 직강화, 인공제방, 수중보 설치 등)를 최소화하여 하천의 생태계 기능을 유지시키도록 하여야 한다.

사 사

본 연구는 과학기술부 연구과제(99-B-WB-08-A-09)의 지원으로 이루어 졌음. 본 연구의 야외조사는 명지산생태연구소(MERC-2003-1)에서 이루어 졌음.

참 고 문 헌

- 김재원. 1969. 한국 주요하천 상류의 수서곤충 현존량. 한국육수학회지 2: 71-78.
- 김종인, 배연재, 이성진, 윤일병. 1998. 강하루살이와 금빛하루살이(하루살이목: 강하루살이과)의 서식처. 한국육수학회지 31: 103-108.
- 노태호, 윤일병. 1991. 줄날도래 2종의 개체군 변동과 수중 이화학적 요인의 상관성. 한국환경생물학회지 9: 18-28.
- 박정호, 조규송. 1995. 강원도 방태천 수서곤충 군집의 생태학적 특성. 한국육수학회지 3: 309-322.
- 배경석, 유승성, 원두희, 김민영, 신재영. 2002. 한강 상류수계(가평)의 저서성 대형무척추동물 군집 분석 및 생물학적 수질 평가. 한국환경위생학회지 28: 149-160.

- 배연재. 1996. 한국 수서곤충 연구의 현황과 과제. '96한국육수학회 심포지움 강연록. 한국육수학회. pp. 63-71.
- 배연재. 1999. 한국산 수서곤충의 연구현황과 조사방법의 정량화. 한국곤충학회 심포지움 - 21세기의 자연환경 보전과 곤충학. 한국곤충학회. pp. 69-105.
- 배연재, 박선영, 박선진, 황정미, 허준미. 1998. 치악산 계류의 수서곤충 군집. 서울여자대학교 자연과학 연구소. 자연과학연구논문집 10: 7-20.
- 배연재, 이병훈. 2001. 한국 하천생태계의 환경 훼손과 담수 절지동물의 생물다양성 피해 및 보전. 한국 곤충학회지 31: 63-76.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부, 서울.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사, 서울.
- 윤일병, 노태호, 이선희. 1990. 가평천 수계의 수서곤충 군집에 관한 연구. 한국곤충학회지 20: 41-51.
- 윤일병, 배연재. 1993. 담수생태계의 지표생물과 생물지수. 자연보존 82: 23-27.
- 川合禎次(編). 1985. 日本産水生昆蟲檢索圖説. 東海大學出版會. 東京.
- Allan, J. D. 1995. Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters. Chapman & Hall, London.
- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic Entomology. John & Bartlett, Boston.
- Merrit, R. W. and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd. Ed. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. (Ed.) 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.
- Ward, J. V. 1992. Aquatic Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Wiederholm, T. (Ed.). 1983. Chironomidae of the Holarctic Region. Part 1. Larvae. Entomol. Scand. Suppl. No. 19.
- Williams, D. D. and B. W. Feltmate. 1992. Aquatic Insects. CBA International, Oxon, UK.

요 약

2000년 4월 가평천의 본류와 3개의 주요 지류(백둔리 지류, 익근리 지류, 논남기 지류)를 소구역(reach)으로 나누어 총 30개 지점을 정량채집(Surber sampler, 50×50cm, 망목 0.2mm, 급류대 및 체수대/완류대) 함으로써 가평천 수계의 수서곤충 분포를 밝히고 서식환경을 조사하였다. 가평천 수계에서 출현한 수서곤충은 총 8목 54과 103속 164종이었고, 날도래목 56종(34.1%), 하루살이목 43종(26.2%), 파리목 25종(15.2%), 강도래목 23종(14.0%), 딱정벌레목 6종(3.7%), 잠자리목 6종(3.7%), 노린재목 3종(1.8%), 그리고 뱀잠자리목 2종(1.2%)의 순으로 출현하였다. 조사지점당(0.5m²) 19~65종(평균 40.6종) 및 136~2522개체(평균 906.4개체)가 출현하였고, 대부분이 하루살이-강도래-날도래군(EPT-group)으로서 우리나라의 전형적인 청정 하천에서 출현하는 종류들이었다. 우점도지수는 0.213~0.601(평균 0.372), 다양도지수는 3.00~4.60(평균 3.86)이었고, 가평천 본류(평균 우점도지수 0.370, 평균 다양도지수 3.90)와 지류인 백둔리

지류(0.369, 3.97), 익근리 지류(0.454, 3.46) 및 논남기 지류(0.360, 4.05)의 군집지수는 서로 큰 차이가 없었다. 지점에 따라 다소 차이는 있었지만 전체적으로 볼 때 우점종들은 청정수역의 지표종들이며, 우점도지수는 비교적 낮은 편이었고, 다양도지수는 비교적 높은 편이어서 가평천 수계의 양호한 서식환경을 대변하여 주었다. 가평천 유역의 서식환경은 익근리 지류와 논남기 지류가 가장 양호하였다. 각 조사지점의 수서곤충 군집 자료와 소구역, 본류 및 지류의 서식환경을 종합하여 환경 현황을 고찰하였고, 상류, 중류, 하류 유역으로 나누어 자연서식처의 보존에 대한 제언을 하였다.

검색어 : 가평천, 보전, 분포, 서식환경, 수서곤충, 하천

Appendix 1. Individual number of aquatic insects per sampling (Surber sampler 50 x 50cm, mesh 0.2mm, riffle and pool/run) from the study sites of the Gapyeong Creek in Gyeonggi-do, Korea

20

Species	Sites	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	B1	B2	B3	B4	BG1	I1	I2	I3-1	I3-2	I4	N1	N2	N3	NI1	Whole area
<i>Laccophilus ilus</i> sp.																3															3
<i>Neonectes natrix</i>						5												11			3						2		5		26
Elmidae sp.			1							5			1	1	4	99	1	3	3						2	29			3	6	158
Helodidae sp.																		1		1											2
Hydrophilidae sp.																1															1
<i>Psephenoides</i> KUa		1		3	6	4																									14
<i>Atherix</i> KUa								51					1							1				1							54
<i>Suragina</i> KUb																			2	2	5						1	1	4	14	11
Ceratopogonidae sp.1			1		2							1	3	2		11	4	5	13	2	8		1	1		1	1	1	71	61	75
Chironomidae sp.1		66	73	41	71	22	67	22	14	1	13	7	23	4	64	39	69	46	66	58	55	43	37	15	3	3	34	33	11	299	1121
Chironomidae sp.2			11		7		4	8	3	4		16	14		1	264				3	16	26					14	5	21	168	706
Chironomidae sp.3		98	12		32	19	11		1	4			32	21		13	36	14		56	39	7	29			38	9	51		22	711
Chironomidae sp.4		165	45	174	75	82	18	31	77	29		36	77	8	9	3	95	15	48	66	2		49		34	7	17	48			1232
Chironomidae sp.5		283	73	253	14	194	53	16	63	38		7	92	13	15	93		14	151	188		2	33	54	231						1880
Chironomidae sp.6		27				46			1	54			238																		366
Chironomidae sp.7								1								18	4			12	5							7			47
Chironomidae sp.8					89											336	9												58	128	620
Tanypodinae sp.		8	14	1	15				1								39														78
<i>Dixa</i> KUa																3	1			2											6
Dolichopodidae sp.																		2												6	8
Empididae sp.				1						1						2	1					1		3	7				1	21	38
Psychodidae sp.																1															1
<i>Simulium</i> sp.		1			3	224				3		5			1	16				38	1	11	6		15					4	328
<i>Antocha</i> KUa		16	111	5	32	33	34	42	59	4		8	313	2	23	3	2	96	73	1	14	6	1	5	14	2	49	89	15	249	1301
<i>Dicranota</i> KUa									1			1	2		7	5		2	3		1				3						25
<i>Hexatoma</i> KUa					9						5			1		1		4		1	1				3			3	5	43	76

Appendix 1. Continued

Species \ Sites	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	B1	B2	B3	B4	BQ1	I1	I2	I3-1	I3-2	I4	N1	N2	N3	NI1	Whole area
<i>Hexatoma</i> KUb						1	1					3															1			6
<i>Hexatoma</i> KUc												2	1				1			2		1		1						8
<i>Hexatoma</i> KUe															11															11
<i>Tipula</i> KUa															1	17														18
<i>Tipulidae</i> sp.															1			2												3
<i>Ameletus costalis</i>									5				2	1	23							1						1	1	34
<i>Ameletus montanus</i>												1		1		1		1	37	1							1	7	50	
<i>Acentrella gnom</i>				1		5								24	7				29		1									67
<i>Alanites muticus</i>				58	38				1	4					57	1					71							23		253
<i>Baetiella tuberculata</i>	79	4		268	162	1	2	6	27	2	15	3			2	5	1									8				585
<i>Baetis fuscatus</i>													2	23				3			1	3	8							40
<i>Baetis pseudothermicus</i>							4	44	4		1		7	33		2	12										7	38	152	
<i>Baetis silvaticus</i>					1	4											11													16
<i>Baetis ursinus</i>	1	26		378	21	2	47	2	59	5	24	1			1	7	11		3							1	12		3	604
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>													49				6		15	8		7	2			1	11		3	102
<i>Nigrobaetis acinaciger</i>						2	4		7		7					1										1				22
<i>Nigrobaetis bacillus</i>	72	2			3	2	22		1		5	1	1		17	7	12	14	72	97		53	4	3	2	3	9	22	3	427
<i>Proclonon</i> sp.							2																							2
<i>Caenis</i> KUa								4	19							1														24
<i>Cincticostella levanidovae</i>		2		1	62	19	12	5	11	16	4		6	2	27	4	1	4	8	1	5					1		4	4	199
<i>Cincticostella tshernovae</i>					3		1		16	142	29	13			1	1	2									11	1		14	234
<i>Drunella aculea</i>				1	12	2	16	6	21	9	3	1	2	18	11	23	6	4	3	9	1		4			15	1	1	94	263
<i>Drunella</i> sp.															2															2
<i>Ephemerella dentata</i>		1						7				21		2	28	3			1	3				4		1	1			72
<i>Serratella setigera</i>		8	26						41				11	2				1										4	12	105
<i>Uracanthella rufa</i>	283	133	3	961	356	88	141	55	38	137	79	53			7	54	38	85	1	23	1	4	3			1	15	1	17	2577
<i>Ephemera orientalis</i>	2		2	1	4	1		7	54			1	6			13	51	1								2				145
<i>Ephemera separigata</i>	7											1							16	5	8		2	5	1		3		4	52

Appendix 1. Continued

Species	Sites	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	B1	B2	B3	B4	BQ1	I1	I2	I3-1	I3-2	I4	N1	N2	N3	N11	Whole area
<i>Ephemera strigata</i>		1					5	1	4	2			1				25	9	16	15	11	9	3				22	3	6	9	142
<i>Cinygmula grandifolia</i>												2	1	4	5	1			3	4			11	6	36	13					86
<i>Cinygmula KUa</i>									1		4				3	32						6				4			9	15	74
<i>Cinygmula KUb</i>																											3	2			5
<i>Ecdyonurus baekovae</i>		9	7	69	17	55	151	41	7	22	6	36	54			1	82	55	2		273		3				7	12	8	41	958
<i>Ecdyonurus dracon</i>		6	1		44		16	16	24	157				1	5		5	22		2	11		64	11			3	2		1	391
<i>Ecdyonurus joernensis</i>				12			96																								108
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>					2		1				1		2	8		349		73	2	13	24	32	28	22	15		6	79	253	114	1024
<i>Ecdyonurus levis</i>			4	17	22	48		22	24	73							1	8									3				222
<i>Epeorus curvatulus</i>		6	1	16	46	125	68	17	17	59		27	1	6	59	183	9	35	18		14	12	1	1	3		9	6	2		741
<i>Epeorus pellucidus</i>		44	4	13	82	49	8	48	4	15	384		13				294	4	12		11						2				987
<i>Heptagenia kihada</i>																				3		1									4
<i>Heptagenia kyotoensis</i>						16																									16
<i>Iron aesculus</i>										1						46				5		3					1		15	8	79
<i>Choroterpes altioculus</i>						2	8	1	8	7	6	11										1								5	49
<i>Paraleptophlebia chocolata</i>		3	22	5	63	12	17	9	29	94	8	34	7	33	12	36	23	61		24	8	134	47	3	28	7	5	166	23	19	932
<i>Neoephemera chinensis</i>							1																	1							2
<i>Potamanthus yooni</i>		82	11	32	5	14			1																						145
<i>Rhoenanthus coreanus</i>		1																													1
<i>Siphonurus chankae</i>										1																					1
<i>Aphelocheirus naxae</i>			1																												1
<i>Gerris sp.</i>								2																							2
<i>Saldidae sp.</i>																										1					1
<i>Corydalidae sp.</i>																	1														1
<i>Protohermes grandis</i>			1				1											2													4
<i>Anisogomphus maacki</i>																					3										3
<i>Burmagomphus KUa</i>																			2												2
<i>Gomphidae sp.</i>																		3													3

Appendix 1. Continued

Species	Sites	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	B1	B2	B3	B4	BG1	I1	I2	I3-1	I3-2	I4	N1	N2	N3	NI1	Whole area
<i>Nihonogomphus</i> KUa						2																									2
<i>Onychogomphus ringens</i>								1																							1
<i>Ophiogomphus obscura</i>				2																											2
<i>Eucapnopsis</i> KUa										1																					1
<i>Sweltsa</i> KUa							7		5			1													5	1	1				20
<i>Sweltsa nikkoensis</i>				1	3	3	16	21		2	15	48	66	2	38	6	8	19	4	67	1	6		19	6	2	26	22	7		408
Leuctridae sp.							1								1																2
<i>Rhopalopsale mahunkai</i>										1		5	52	5	45	1			1		6			3		7	1	15			142
<i>Amphinemura coreana</i>													5	62	6								1	4							78
<i>Amphinemura</i> KUa													1																		1
<i>Amphinemura</i> KUb													1		14																15
<i>Nemoura</i> KUa										2					37							1									40
<i>Nemoura</i> KUb										8									8									1		8	25
<i>Nemoura</i> sp.														51	94																145
<i>Yoraperla</i> KUa													1	11	81									1							94
<i>Kamimuria coreana</i>										3	24	4		8		2	1	6													48
<i>Kiotina decorata</i>														2	1												3				6
<i>Neoperla quadrata</i>	3					1	2			2						4	2		1	6			3				9	11			44
<i>Oyamia coreana</i>									3			1		2				2	1		1	6									16
<i>Paragnetina flavotincta</i>										5			4			1				1	1		1	6		8		14			41
<i>Archynopteryx</i> KUa					5		2						2	7					1		2	1		1		4		3			28
<i>Perlodes</i> KUa						1							1																		2
<i>Stavsolus</i> KUa										4	1					4				2	1			1					2		15
<i>Taenionema</i> KUa														17	14																31
<i>Taenionema</i> KUb														9																	9
<i>Taenionema</i> sp.															2																2
<i>Micrasema</i> KUa																1										2		8			11
<i>Agapetus</i> KUa		1		1	2	3				5		4					64	6	1												87

Appendix 1. Continued

Species \ Sites	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	B1	B2	B3	B4	BG1	I1	I2	I3-1	I3-2	I4	N1	N2	N3	NI1	Whole area
<i>Glossosoma</i> KUa	3	8	3	2	16	4	2		3	18	3	22				14	9	6								1			6	120
<i>Aethaloptera</i> KUa																								3		2				5
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	14	57	17	17	295	28	562	11	13	176	24					21														1235
<i>Cheumatopsyche</i> KUa								1																						1
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	55	3		39	93	2	8	12		5		1																		218
<i>Hydropsyche</i> KUb	45	57			3	8		16																						129
<i>Hydropsyche</i> KUd	9			7	55			2	1		68							5												147
<i>Hydropsyche orientalis</i>	12	22	2	37	319	2	15	25	39	36	43	8		1		17	26		2	3						36	21	1	181	848
<i>Hydropsyche</i> sp.				37	27																									64
<i>Hydropsyche valvata</i>	1	3		8	25		1	8	1	1		7																		55
<i>Hydroptila</i> KUa				2	8			4	1																					15
<i>Goerodes</i> KUa												7							23		1						5		13	49
<i>Goerodes</i> KUb																					95							3		98
<i>Goerodes</i> sp.			1						2				1	3	1	1										2			4	15
<i>Ceraclea</i> KUa																1														1
<i>Ceraclea</i> KUb						2																					2			4
<i>Ceraclea</i> KUC					1																									1
<i>Ceraclea</i> sp.									4																					4
<i>Mystacides</i> KUa		19	8	1	1	9		9	3																					50
<i>Apatania</i> KUa								1				2	6	1										2					1	13
<i>Apatania</i> KUb																									5					5
<i>Apatania</i> sp.				1												2														3
<i>Asynarchus</i> KUa																		6												6
<i>Goera japonica</i>				1			1	1								56	3	1												63
<i>Goera</i> sp.								1																						1
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>			1												3	2			24	1	16			2		1			1	51
<i>Limnephilidae</i> sp.																												1		1
<i>Limnephilus</i> KUa															1						2									3

Appendix 1. Continued

Species	Sites	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	B1	B2	B3	B4	BG1	I1	I2	I3-1	I3-2	I4	N1	N2	N3	N11	Whole area
<i>Neophylax ussuriensis</i>											6			1				6		1		3					5	12			34
<i>Notopsyche</i> KUa										1						5	12						3		19						40
<i>Psilotreta kisoensis</i>											1	2	2			7	4	4	4	1	2	10		2	2		5	5			51
<i>Dolophilodes</i> KUa									1		2		15																		18
<i>Wormaldia</i> KUa					7		5	5	1						1	1											7	6		16	49
<i>Agrypnia pagetana</i>																											1				1
<i>Phryganopsyche latipennis</i>																	1														1
<i>Plectrocnemia</i> KUa			2	1	1					4																					8
<i>Psychomyia</i> KUa	12	115																													127
<i>Apsilochorema</i> KUa							1	1	2				1				2					3				3	1	1			15
<i>Rhyacophila articulata</i>													1	13	1										6			2	1		24
<i>Rhyacophila bilobata</i>													1																		1
<i>Rhyacophila brevicephala</i>		2	2		2	2	2	2	1		1				4			1					1		2				1		21
<i>Rhyacophila clemens</i>														7	1													1	1		10
<i>Rhyacophila impar</i>					1																										1
<i>Rhyacophila</i> KUa	4	4	2	59	24	2		1	3	1	9	5	3	5	32	11	2	14	3	5		5	2	5		6	4	11	12		234
<i>Rhyacophila narvae</i>							1													1		1						1	3		7
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>					1																										1
<i>Rhyacophila retracta</i>											2																1				3
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i>		1					4	1			2		1		23		2				7		1	2		1	3		2		50
<i>Rhyacophila sibirica</i>															1																1
<i>Rhyacophila</i> sp.								1																					1		2
<i>Rhyacophila yamanakensis</i>		1					1																								2
<i>Gumaga</i> KUa						2																									2
<i>Stenopsyche bergeri</i>		1		1		1	5	1	9	59	7	1	1	2		4	2										5	4		4	107
<i>Stenopsyche griseipennis</i>					2		4			4																					10
Total species no.	33	39	26	45	47	45	43	54	55	34	35	43	46	37	65	54	47	33	43	40	35	27	24	32	19	47	44	36	50		164
Total individual no.	1419	863	711	2522	2498	763	1166	657	992	1088	539	1103	383	498	2160	1064	714	579	707	797	534	400	149	489	136	333	680	642	1700		26286