

덕천강 상류수계의 수서곤충 군집구조

이종욱 · 류성만 · 정동기

영남대학교 생물학과

Community structure of aquatic insects in the upper stream of Tökchön river

LEE, Jong Wook, Sung Man RYU and Dong Kee CHUNG

Department of Biology, Yeungnam University

Abstract

An ecology survey conducted in the upper stream of Tökch'ön river, from September, 1996 to August, 1997, resulted in the total 118 species, 41 families, 8 orders of aquatic insects.

Those included 32 species, 7 families of Ephemeroptera, 5 species, 4 families of Odonata, 9 species, 5 families of Plecoptera, 2 species, 1 family of Megaloptera, 5 species, 3 families of Hemiptera, 8 species, 4 families of Coleoptera, 26 species, 10 families Tricoptera, and 31 species, 6 families of Diptera.

Ephemeroptera, which was dominant in the major sites, occupied 26.9% of total species and 66.3% of total numbers of individuals.

Dominance indices ranged 0.31~0.49 (mean : 0.39), and species diversity indices ranged 2.186~2.915 (mean : 2.509). Saprobic system based on species diversity indicated that all sites of survey area were β -mesosaprobic.

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

서론

수서곤충은 생활사의 전부 또는 그 일부를 수
중에서 생활하는 곤충을 총칭하는 것으로, 바다
에서 생활하는 몇 종을 제외하고는 모두가 하천

이나 호소 등 내륙의 담수역에서 서식한다. 수서
곤충류는 몸의 구조와 습성 등이 극히 다양하며,
저질상태, 수질, 수초의 유무에 영향을 받는 정도
가 종류에 따라 크게 다르므로 특정 종류의 출
현여부, 종수와 개체수의 분포 등 군집구조의 차

이가 뚜렷하여 생물학적 지표로 중요하다(Hynes, 1970; Wülm, 1972). 한 개체가 수중에서 생활하는 기간이 비교적 길기 때문에 조사 당시의 개체는 그 동안의 수중환경 변화를 그대로 견뎌온 것으로 볼 수 있으며 이는 역시 생물학적 지표종으로서의 의미가 크므로, 이들 특정 종류의 유무, 종수와 개체수의 구성 등 군집구조의 뚜렷한 차이는 수중생태계의 차이는 물론 수중환경을 평가하는데 적당하다 할 수 있다.

본 조사대상지인 덕천강 상류지역은 현재 양수발전소가 건설되고 있는 지역으로 지리적 위치는 행정상으로는 경상남도 산청군 시천면의 신천리, 내대리, 반천리 일대이며 북위 35°13'33"~35°16'30", 동경 127°44'00"~127°49'00" 사이에 위치한다. 신천리에서 내대리로 이어지는 계곡과 반천리에서 고운동으로 이어지는 계곡 사이에 해발 700m의 산맥이 지리산 삼신봉에서 동쪽으로 향해 뻗고 있다.

본 조사는 수서곤충을 대상으로 실시하였으며, 본 조사지의 하류에 위치하는 덕천강의 자료를 조사, 비교하였다.

연구방법

조사일정 및 조사지역

야외조사는 1996년 9월부터 1997년 8월까지 계절별로 1회, 총 4회를 덕천강 상류수계를 중심으로 상류인 남대, 하당교, 배바위에서 본 조사의 최하류인 반천교까지 지류가 합쳐지는 지점을 전후로 하여 9개 지역을 선정하여 실시하였다. 각 조사시기 및 조사지점의 위치와 현황은 다음과 같다(Fig. 1).

1996년 9월-1997년 8월까지(계절별 1회 조사)

가. 1차조사 : 1996년 10월 12-13일

나. 2차조사 : 1997년 1월 15-17일

다. 3차조사 : 1997년 4월 1- 3일

라. 4차조사 : 1997년 7월 26-28일

조사지점 1 (경남 산청군 시천면 내대리 남대)

하천의 폭은 약 40m 정도로 수량이 풍부하고 유속이 빠르다. 저질은 직경이 1m 이상의 바위로 구성되어 있고, 부분적으로 모래와 자갈로 이루어져 있다.

조사지점 2 (경남 산청군 시천면 신천리 하부 저수지)

하천의 폭은 약 40m 내외이고, 유속은 빠르지 않았다. 저질은 직경이 1m에서 50cm 내외의 호박돌로 이루어져 있고, 부분적으로 모래와 자갈이 있다. 양수발전소의 하부저수지 공사가 이루어지고 있는 부분이다.

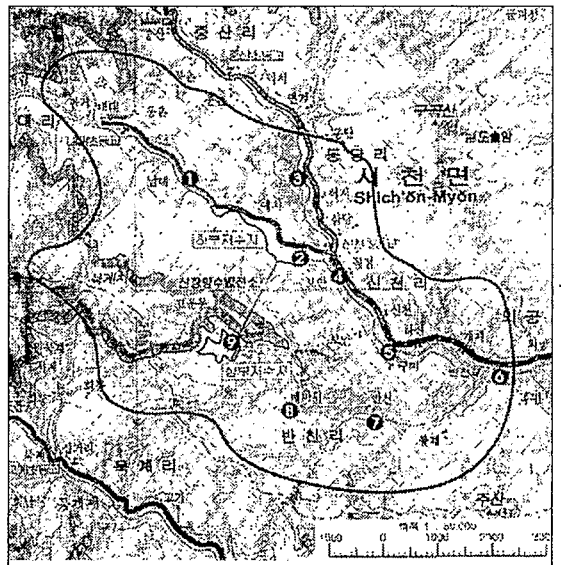


Fig. 1. Map shows the study area in upper stream of Daecheon river

- I : Namdae, II : Inferior reservoir, III : Hadang bridge, IV : Shinchonchodung, V : Hashin,
- VI : Banchon bridge, VII : Banchonri, VIII : Baebawi,
- IX : Superior reservoir

조사지점 3 (경남 산청군 시천면 동당리 하당)
 중산리 계곡에서 시작되는 하천으로 하부저수지에 유입되는 하천과 합류하기 이전 지점이다. 하천의 폭은 약 40m 내외이고, 저질의 상태는 직경이 1m에서 50cm 가량인 호박들로 구성되어 있었다. 간혹 자갈과 모래가 있었고 주변에는 음식점과 경작지가 있어서 조사지점 중에서 음식점에서 유입되는 오수의 영향을 많이 받는 곳이다.

조사지점 4 (경남 산청군 시천면 신천리 신천초등학교)

저질은 직경이 1m 이상의 바위로 구성되어 있다. 양수발전소의 하부저수지 수문이 건설되는 부분으로 공사장에서 유입되는 흙탕물의 영향을 가장 많이 받는 곳이다. 이곳은 인위적인 영향을 가장 많이 받은 상태이어서 현장 조사는 하부저수지의 수문과 연결되는 수로와 하천 바닥의 자갈과 모래가 있는 곳에서 실시하였다.

조사지점 5 (경남 산청군 시천면 신천리 하신)
 하천의 폭은 40m 내외이지만 실제 유수량의 폭은 20m 정도이다. 저질의 상태는 호박들, 자갈 및 모래로 구성되어 있다. 유량이 많은 편이고 유속은 완만하였다. 하부저수지와 중산리 계곡의 덕천강과 합류 이후의 최초 조사지점으로 주변에 농경지가 있다.

조사지점 6 (경남 산청군 시천면 외공리 반천교)
 반천리 계곡의 하천과 덕천강이 합류한 이후의 조사지점이다. 하천의 폭은 80m 내외로 유속이 완만하고 유량은 풍부하였다. 저질의 상태는 둥글게 마모된 호박들, 모래, 자갈로 구성되어 있으며, 부분적으로 하천의 바닥에는 퇴적물이 있다.

조사지점 7 (경남 산청군 시천면 반천리 반천배바위의)
 배바위의 조사지점에서 2km 가량 떨어진 곳으로 인근에는 농경지가 많고, 유속이 매우 완만하였다. 하천의 저질은 호박들, 자갈, 모래로 구성

되어 있다.

조사지점 8 (경남 산청군 시천면 반천리 배바위)
 하천의 폭은 10m 내외로 주로 바위로 구성되어 있으며, 인근에는 농경지가 많았고 유량은 적었다.

조사지점 9 (경남 산청군 시천면 상부저수지)
 상부저수지는 양수발전소의 건설로 인한 인공적인 호수이며, 내대리 남대 하천의 수계로 여겨진다.

조사방법

각 조사지점에서의 수서곤충의 채집은 Suber net (25cm×25cm)를 이용하여 각 지점에서 4회씩 정량채집을 실시하였다. 채집된 수서곤충은 현장에서 Kahle's solution에 고정시킨 후, 실험실에서 분리하여 80% ethanol에 옮겨 보존하였다.

종의 동정은 MaCafferty(1981), Kawai(1985), 윤(1988, 1995), Merritt와 Cummins(1996) 등과 같은 기존의 검색표를 이용하여 동정 분류하였고, Chironomidae의 경우 Wiederholm(1983)을 참고하여 체장, 체색, mouth part의 형태, abdominal tubules의 유무, 강모의 형태 등과 같은 외형적 특징을 고려하여 분류하였다.

군집분석

군집분석은 정량채집된 자료를 이용하여 다음 공식에 의하여 산출된 결과를 이용하였다.

(1) 우점도지수 (Dominance Index, DI)

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

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

- DI : 우점도지수
- N : 총 개체수
- n₁, n₂ : 제 1, 2 우점종의 개체수

(2) 다양도지수 (Diversity Index, H')

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

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$$

- H' : 다양도지수
- S : 전체 종수
- P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율
(P_i = n_i / N)

(3) 오수생물계열

종다양도지수에 근거한 오수생물계열(Staub et al., 1970)은 다음과 같다.

종다양도지수(H')	오수생물계열
0 - 1	polysaprobic
1 - 2	α-mesosaprobic
2 - 3	β-mesosaprobic
> 3	oligosaprobic

(4) 기능군 분석

기능군은 정량채집된 개체를 바탕으로 Merritt와 Cummins(1996)의 도표를 참고하여 속 준위에서 collector(filterer 포함), scraper, shredder, predator의 4가지의 기능군으로 분류하였으며, 기록되어 있지 않은 속은 상위분류군의 기능군에 속하는 것으로 간주하였다. 또한, 대상 분류군이 여러 가지 기능군을 나타낼 때에는 가장 일반적인 것으로 간주하였다.

결 과

분류군

조사기간 중 덕천강 상류수계에서 채집된 수서곤충류는 1차 조사에서 8목 33과 54속 80종, 2차조사에서 7목 26과 44속 55종, 3차조사에서 8목 23과 35속 46종, 4차조사에서 7목 20과 29속 41종이 조사되어 네차례에 걸친 조사에서 총 8목 41과 77속 118종이 조사되었다(Table 1).

기존의 덕천강의 수서곤충에 관한 기록은 4목 7과 11속 12종이었으나, 본 조사결과 *Ameletus montanus* Imanishi(멧피라미하루살이)를 비롯한 110종이 추가되었는데, 동정 확인된 종들은 주로 상류 수계에 서식하는 종들이었다.

Table 1. Summary of Aquatic Insect collected in upper stream of Dökhön river

	1차조사	2차조사	3차조사	4차조사	조사총계	문헌조사
Order	8	7	8	7	8	4
Family	33	26	23	20	41	7
Genus	54	44	35	29	77	11
Species	80	55	46	41	118	12

우점도지수

조사결과 각 지점별 우점도지수는 0.33~0.49로 나타났다. 채집지역별 우점종으로는 대부분의 지역에서 하루살이류가 우점하였으며, site 2에서 개울등에류, site 7에서 날도래류, 비교적 수량이 많은 site 9에서는 잠자리류가 우점종으로 나타났다(Table 4).

본 조사지역의 우점도지수는 덕천강 수계에서는 하류로 내려갈수록 대체로 감소하는 경향을 보이는 반면, 상부 저수지쪽 수계에서는 하류로

Table 2. Taxonomic list of Aquatic insects collected in upper stream of Dökchön river

* 괄호안은 정성 채집한 개체수

Taxa	Sites									문헌 기록
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Phylum Arthropoda 절족동물문										
Class Insecta 곤충강										
Order Ephemeroptera 하루살이목										
Family Ameletidae 피라미하루살이과										
<i>Ameletus montanus</i> 멧피라미하루살이					1	10				
Family Baetidae 꼬마하루살이과										
<i>Acentrella sibirica</i> 콩알하루살이			(1)				(2)			
<i>Baetiella tuberculata</i> 애호랑하루살이	1(3)	4(10)	2	7	50(2)	(1)	2			
<i>Baetis thermicus</i> 꼬마하루살이	9	2(5)	3(2)	37	20(5)	4(1)	2			
<i>Baetis fuscatus</i> 개똥하루살이								4		
<i>Baetis</i> KUa 꼬마하루살이 KUa		(1)	(5)	(1)	(1)					●
<i>Baetis</i> KUb 꼬마하루살이 KUb										●
Family Heptageniidae 꼬리하루살이과										
<i>Epeorus (E.) latifolium</i> 점박이부채하루살이	31(2)	27(12)	52	11(1)	10(5)		(1)			
<i>Epeorus (E.) curvatus</i> 흰부채하루살이	16(1)	32(22)	(2)		8	(2)		1		
<i>Rhithrogena na</i> 산남작하루살이 na		2	5		10(2)					
<i>Cinygmula</i> KUa 봄치녀하루살이 KUa		(6)	2	2	1					
<i>Ecdyonurus dracon</i> 참남작하루살이			2							
<i>Ecdyonurus bajkova</i> 몽땅하루살이			41		2	20				
<i>Ecdyonurus kibanensis</i> 두점하루살이	10	(5)	8(12)	5	12					
<i>Ecdyonurus levis</i> 네점하루살이		(1)		5	4	17				
<i>Iron aesculus</i> 중부채하루살이	3		9	1	15					
<i>Heptagenia kihada</i> 햇님하루살이		2			(5)	1				
<i>Heptagenia kyotoensis</i> 총채하루살이	1(1)									
Family Leptophlebiidae 밤색하루살이과										
<i>Paraleptophlebia chocolata</i> 두갈래하루살이	2		108(6)	5(3)	8(8)	3	1			
Family Potamanthidae 강하루살이과										
<i>Rhoenanthus (Potamanthindus) coreanus</i> 강하루살이						1				
Family Ephemeridae 하루살이과										
<i>Ephemera strigata</i> 무늬하루살이		(5)	1	(6)	(21)	16	11(4)	22(19)	10	
<i>Ephemera separigata</i> 가는무늬하루살이									1	
<i>Ephemera orientalis</i> 동양하루살이	1		2	(9)	5(7)	35(7)		31(3)	1(1)	●
Family Ephemerellidae 알락하루살이과										
<i>Drunella cryptomeria</i> 알통하루살이	1	1(2)			(1)					
<i>Drunella aculea</i> 뿔하루살이	102	16(4)	17(22)	47(4)	92(11)		7	3	2	
<i>Drunella lepnevae</i> 쌍혹하루살이		(3)	1							
<i>Cincticostella levanidovae</i> 민하루살이			34(2)	5(8)	2	3		1(1)	2	
<i>Cincticostella tshernovea</i> 먹하루살이		2	(31)	2	38(1)					
<i>Acerella longicaudata</i> 긴꼬리하루살이						1				
<i>Uracanthella rufa</i> 등줄하루살이			(3)				1			

Taxa		Sites									문헌 기록	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
<i>Laccophilus difficilis</i>	깨알물방개			(2)								
<i>Neonectes natrix</i>	노랑무늬물방개			2			3					
<i>Ilybius apicalis</i>	모래무지물방개			1								
<i>Rhantus (R.) pulverosus</i>	애기물방개				(1)							
Family Gyrinidae	물맹이과											
<i>Gyrinus (G.) japonicus francki</i>	물맹이											●
Family Hydrophilidae	물땡땡이과											●
<i>Hydrophilus accuminatus</i>	물땡땡이											●
Family Elmidae	여울벌레과											
<i>Stenelmis</i> sp.1	여울벌레 sp.1		1		2		2				1	
Family Psephenidae	물삿갓벌레과											
<i>Psephenoides</i> sp.1	물삿갓벌레 sp.1						(1)					
<i>Eubrianax</i> sp.1	등근물삿갓벌레 sp.1				2	2	1	1	9			
Family Chrysomelidae	잎벌레과											
<i>Galerucella nipponensis</i>	일본잎벌레					(1)			2			
Order Diptera	파리목											
Family Tipulidae	각다귀과											
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa			(1)			1(1)	1(3)	(2)		1	
<i>Tipula</i> KUb	각다귀 KUb	1	(3)	(2)		(7)						
<i>Tipula</i> KUg	각다귀 KUg			(1)			1					
<i>Tipula</i> KUh	각다귀 KUh					(2)						
<i>Tipula</i> KUo	각다귀 KUo							1				
<i>Tipula</i> YUa	각다귀 YUa			(1)								
<i>Tipula</i> sp.1	각다귀 sp.1							1				
<i>Hexatoma</i> KUa	검정날개각다귀 KUa	2(1)		2(3)	2	3(2)	1		1			
<i>Hexatoma</i> KUc	검정날개각다귀 KUc			1					1			
<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	1	(1)	1	3	(1)					4	
Family Simuliidae	먹파리과											
<i>Simulium (Gnus) nacojapi</i>	꼬마먹파리	2		(3)								
Simuliidae sp.1	먹파리과 sp.1	5	(2)	1(4)	(2)			1(2)				
Family Ceratopogonidae	등에모기과											
<i>Ceratopogonidae</i> sp.1	등에모기과 sp.1			1	1(1)	7(4)	2	1				
Family Chironomidae	깔다귀과											
Chironominae sp.2	깔다귀아과 sp.2			(2)	(1)							
Chironominae sp.5	깔다귀아과 sp.5						(2)	(2)				
Chironominae sp.6	깔다귀아과 sp.6	(1)		(1)			1					
Chironominae sp.7	깔다귀아과 sp.7		(1)	1(7)				1				
Chironominae sp.10	깔다귀아과 sp.10	(1)	(2)	(2)		2		3				
Chironominae sp.12	깔다귀아과 sp.12		1	(1)	(1)							
Chironominae sp.13	깔다귀아과 sp.13			1(1)	28(4)	3	4	3				
Chironominae sp.14	깔다귀아과 sp.14					4	1	(1)	2(2)			
Chironominae sp.19	깔다귀아과 sp.19					1			(1)			

Taxa	Sites										문헌 기록
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Chironominae sp.20			2	10(2)				(1)	1		●
Chironominae sp.	1						1				
Tanypodinae sp.1	20	2(2)	5(3)	2(1)	6(8)	5	7		2		
Tanypodinae sp.2			2(1)		1	1	(2)				
Tanypodinae sp.3			(1)		1	1					
Pentaneura sp.											
Family Empididae											
Empididae sp.						1					
Family Athericidae											
Suragina KUa	1	5(2)	3	1(5)	5(1)	1	1	2			
Suragina KUb		(2)						1			
Atherix KUa	7(7)	28(10)	2(3)	8(20)	5(5)	1	(1)				
Total species number	정량	31	23	40	31	46	39	31	27	19	
	정량 + 정성	36	41	68	49	66	48	42	35	20	
Total individual number	정량 (정성)	272	157	345	228	423	177	123	156	43	
		(29)	(172)	(175)	(164)	(213)	(50)	(89)	(77)	(10)	
	정량 + 정성	301	329	520	392	636	227	212	233	53	

Table 3. Individual number(No./0.5m²) of aquatic insect taxa at each sites in upper stream of Döckchön river

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		Total		
	량	성	량	성	량	성	량	성	량	성	량	성	량	성	량	성	량	성	계		
하루살이목	186	7	94	85	289	97	141	54	308	75	121	13	28	5	88	24	19	1	1274	361	1635
잠자리목	5	1	2	2	7	6	2	49	13	38	9	16	7	8	16	23	6	4	67	147	214
강도래목	2	4	6	9	5	6	9	7	8	0	3	0	4	1	9	8	0	0	46	35	81
노린재목	0	1	0	0	0	3	0	5	0	7	1	0	0	1	0	1	0	0	1	18	19
뱀잠자리목	0	0	0	0	0	0	0	1	14	1	1	1	0	1	0	1	0	0	15	5	20
날도래목	39	6	18	51	16	24	17	10	40	61	16	16	65	63	25	14	5	5	241	250	491
딱정벌레목	0	0	1	0	3	2	4	1	2	1	6	1	1	0	11	0	1	0	29	5	34
파리목	40	10	36	25	22	37	55	37	38	30	20	3	18	10	7	6	12	0	248	158	406
계	272	29	157	172	342	175	228	164	423	213	177	50	123	89	156	77	43	10	1921	979	2900
	301		329		517		392		636		227		212		233		53		2900		

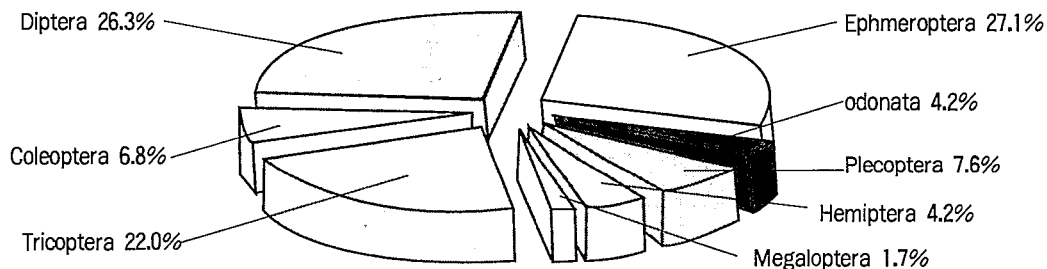


Fig. 2. Composition of species number of aquatic insect taxa in a upper stream of Döckchön river

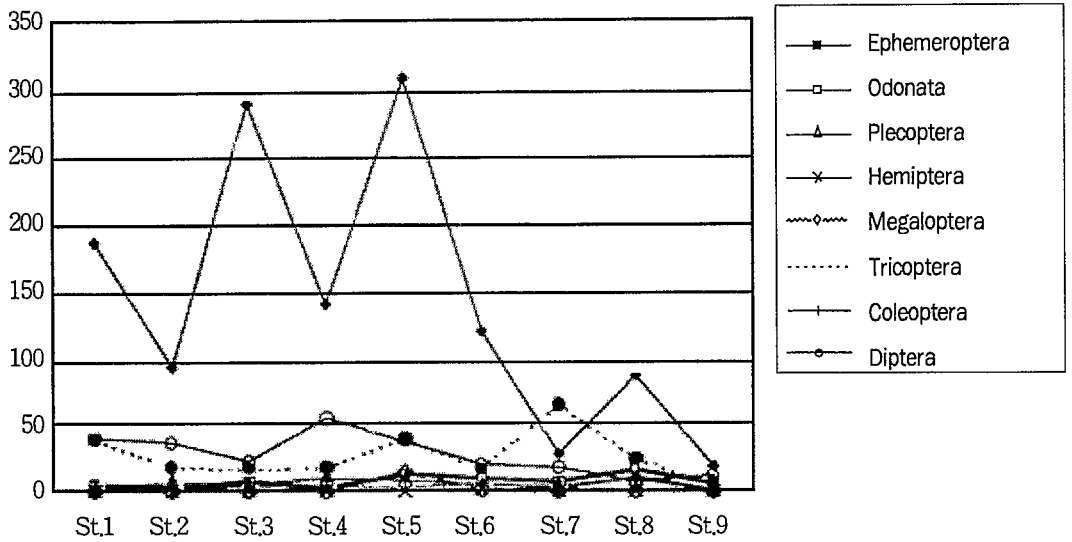


Fig. 3. Fluctuation of individual number(No./0.5m²) of aquatic insect taxa at each sites in a upper stream of Dökcjön river

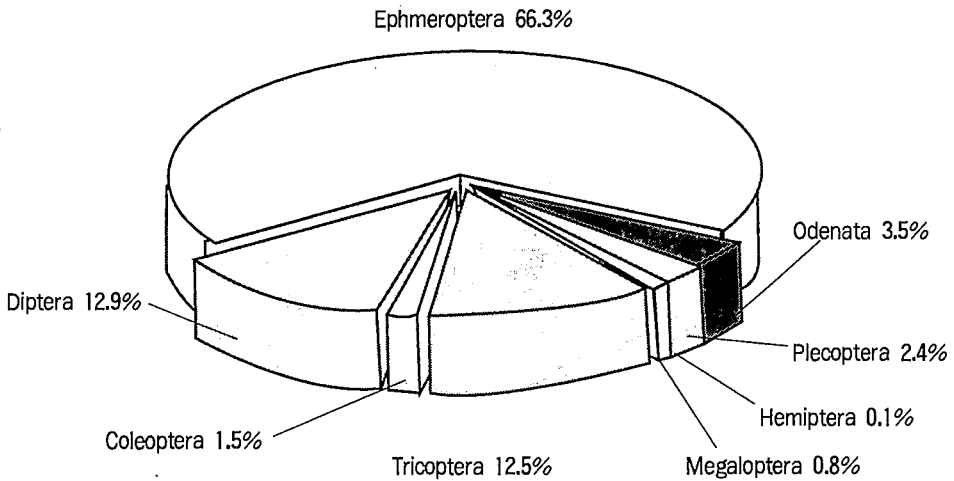


Fig. 4. Composition of individual number(No./0.5m²) of aquatic insect taxa in a upper stream of Dökcjön river

내려갈수록 증가하다가 덕천강과 합류한 이후 지점에서는 우점도지수가 최고를 이룬다. 조사지역이 상류수계인 관계로 하루살이류, 날도래류, 쇠측범잠자리와 같은 청정수계에서 서식하는 분류군들이 우점종으로 나타났다(Table 4).

생물학적 지표종인 우점종의 변동으로 보았을 때, 대체로 수질환경이 양호한 편이며, 비교적 우점도지수가 낮게 나타난 지역들은 대체로 수량이 적거나, 유속이 완만한 지역이었다.

Table 4. Dominance indices(DI) at each site in the upper stream of Dökchön river

Sites	1st and 2nd dominant species	DI	Mean
1	<i>Drunella aculea</i> Allen <i>Epeorus (Epeorus) latifolium</i> Ueno	0.49	0.39
2	<i>Epeorus (Epeorus) curvatus</i> M. <i>Atherix</i> KUa	0.38	
3	<i>Paraleptophlebia chocoata</i> Imanishi <i>Epeorus (Epeorus) latifolium</i> Ueno	0.46	
4	<i>Drunella aculea</i> Allen <i>Baetis thermicus</i> Ueno	0.37	
5	<i>Drunella aculea</i> Allen <i>Baetiella tuberculata</i> (Kazlauskas)	0.34	
6	<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan <i>Ecdyonurus bajkovae</i>	0.33	
7	<i>Goerodes</i> KUa <i>Ephemera strigata</i> Eaton	0.43	
8	<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan <i>Ephemera strigata</i> Eaton	0.34	
9	<i>Ephemera strigata</i> Eaton <i>Davidius lunatus</i> Bartenef	0.37	

종다양도지수 및 오수생물계열

다양도지수는 대체로 일정하게 나타났으나, site 4, site 5, site 6에서 높게 나타났다. 다양도지수가 높을수록 좋은 환경을 지닌다는 기본개념에 따라 환경요인의 측면에서 볼 때, 본 조사지역의 경우 site 4 그리고, 상부저수지 수계와 합류하기 이전 지점인 site 5에서 인위적인 영향으로 인해 깨끗한 지역에 사는 종과 비교적 깨끗한 지역에 사는 종들이 함께 서식하게 되어, 다양도지수가 최대로 증가하였다가 하류로 가면서 비교적 깨끗한 지역에 사는 종들로 교체되는 것으로 사료된다.

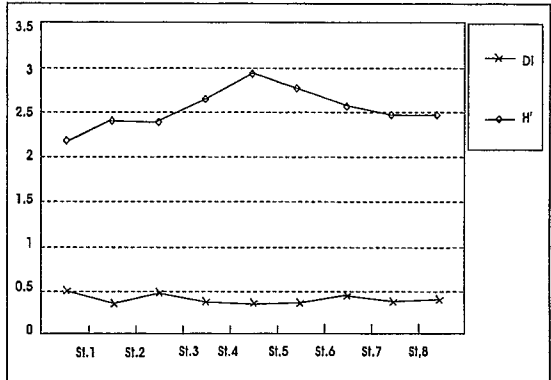


Fig 5. Dominance indices(DI) and Species diversity indices(H') at each site in the upper stream of Dökchön river

Table 5. Species diversity indices(H') and their saprobic states at each site in the upper stream of Dökchön river

Sites	H'	Saprobic states	Mean
1	2,186	β -mesosaprobic	2,509 (β -mesosaprobic)
2	2,349	β -mesosaprobic	
3	2,365	β -mesosaprobic	
4	2,623	β -mesosaprobic	
5	2,915	β -mesosaprobic	
6	2,753	β -mesosaprobic	
7	2,528	β -mesosaprobic	
8	2,436	β -mesosaprobic	
9	2,429	β -mesosaprobic	

기능군 분석

각 지점별 기능군 분석에서 대부분의 지역에서 collector가 50% 이상의 높은 비율을 차지하였다. 그러나, site 1에서는 scraper가, site 7에서는 shredder가 보다 많이 채집되기도 하였다.

predator는 일반적으로 전지역에서 일정한 비율로 분포하였지만 개울등에류가 우점종으로 조사된 site 2에서는 상대적으로 증가하기도 하였다.

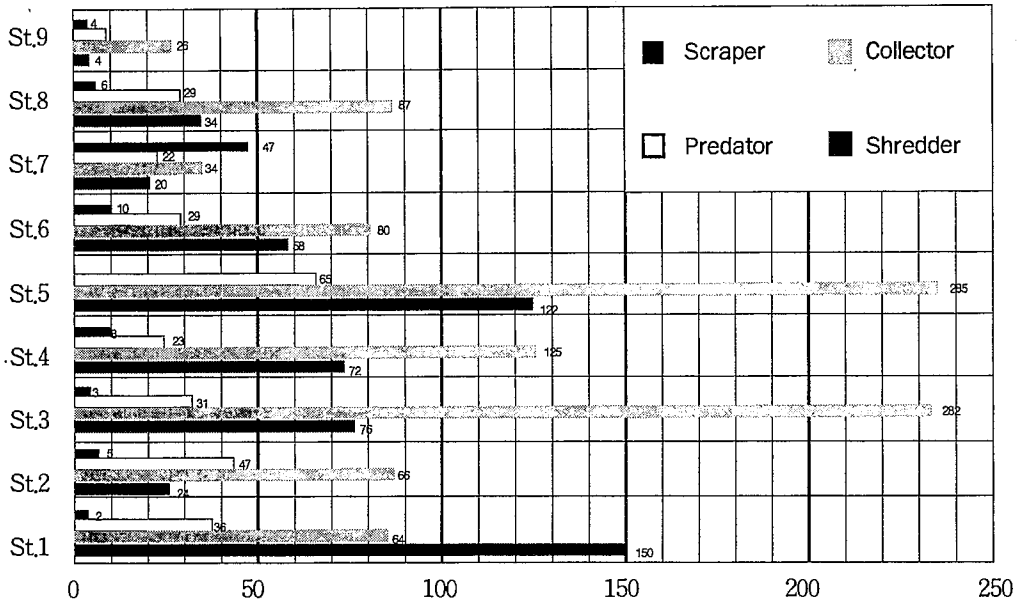


Fig. 6. Individual numbers of functional group at each site in the upper stream of Döckchön river

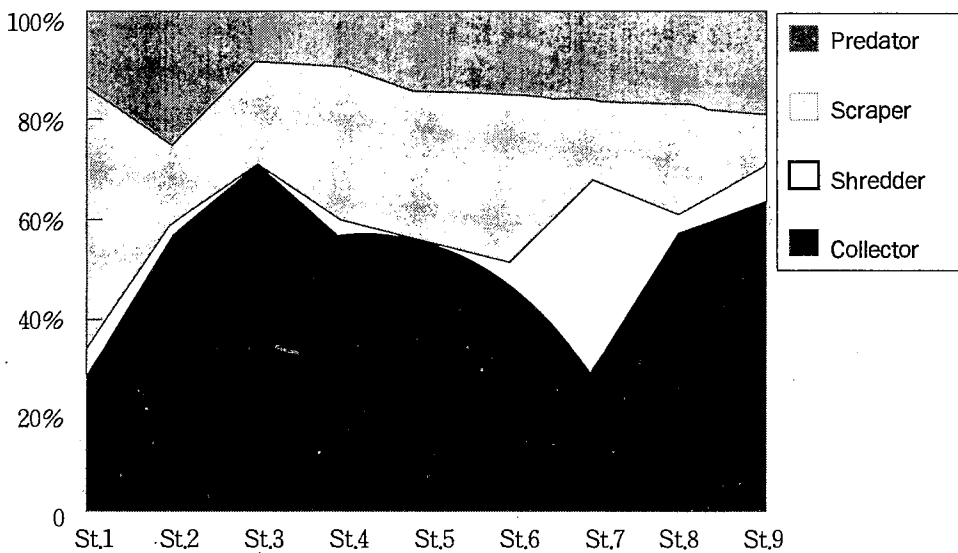


Fig. 7. Functional group at each site in the upper stream of Döckchön river

고 찰

이번 조사에서 나타난 수서곤충류는 하루살이목이 27.1%, 잠자리목이 4.2%, 강도래목이 7.6%, 뱀잠자리목이 1.7%, 노린재목이 4.2%, 딱정벌레목이 6.8%, 날도래목이 22.0%, 파리목이 26.3%를 차지하는 것으로 나타났다. 이중 파리목, 하루살이목, 날도래목이 높은 비율을 차지하였으며, 전체 수서곤충류 중의 75.4%를 차지하였다.

조사지점별로 출현종을 살펴보면, 정량채집만을 비교하였을 때는 site 5에서 46종으로 가장 많이 채집되었으나, 정성을 포함한 채집종수는 site 3에서 68종으로 가장 많은 것으로 나타났으나, site 9를 제외한 지역에서 비교적 많은 종들이 고르게 채집되었다.

개체수 현존량을 중심으로 살펴보았을 때에도 역시 site 3과 site 5에서 많은 개체가 채집되었고, site 9에서는 적은 수의 개체가 채집되었다.

본 조사에서 110종의 많은 종수가 추가되었는데, 이는 문헌상에 기록된 종들은 조사된 종의 수도 미약하며, 덕천강의 상류수계가 아닌 중류 또는 하류에서의 조사가 주로 기록된 것에 기인한다고 생각된다. 반면에, 기존의 문헌기록종 중에서 물잠자리 sp., 물장군, 물방개, 물뱀, 물뺨뺨이, *Pentaneura* sp.의 6종은 확인할 수 없었는데, 이는 채집시기가 미확인종의 출현시기와 어긋난 것에도 기인한다고 생각되며, 또한 조사지역이 상류 수계이고, 반천교를 제외한 나머지 지역이 공사로 인하여 유량이 그렇게 많지 않은 것에 기인한다고 생각된다. 특히, 상부저수지와 배바위의 경우 공사중이므로 물이 없을 때가 대부분이었고, 강우로 인해 물이 있을 때에도 그 하류에서 올라온 종이 채집되어 종조성이 빈약하게 나타났다.

우점종은 대부분의 지역에서 하루살이목의 종

들이 우점하였으며, 우점도지수는 평균 0.39로 나타났다.

종다양도지수는 평균 2.51로 나타났으며, 종다양도지수에 근거한 오수생물계열에 따르면, 모든 지점들이 β -중부수성을 나타내어 전체적으로 비교적 우수한 수환경 상태를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

기능군 분석은 대부분의 지역에서 collector가 50% 이상의 비율을 유지하였으나, site 1, site 2, site 7에서는 scraper나 shredder의 비율이 상대적으로 높게 나타났고, 특히 site 7에서는 상대적으로 낮은 빈도를 보였는데, 이는 채집지점이 상류이고 주변의 농경지에서 유입되는 농약 등으로 인해 계류성이면서 내성을 가진 종류만이 생존한 것에 기인한다고 생각된다. 그리고, predator는 전 지역에서 일정한 비율을 유지하고 있었으며, site 2에서는 상대적으로 증가하기도 하였다.

이상의 결과로 보았을 때, 연구의 조사지역인 덕천강 상류수계는 비교적 청정한 상태를 유지하고 있음을 알 수 있다. 그러나, 양수발전소 건설로 인한 댐과 사람들의 출입이 빈번해지면 오염물질의 유입가능성이 커지므로 이 일대의 수계가 영향을 받을 것으로 사료된다. 따라서, 건강한 자연생태계를 유지하기 위해서는 관련기관의 철저한 환경감독체제와 함께 이 지역을 찾는 이들의 자연보전에 대한 높은 의식수준이 요구된다.

결론 및 요약

덕천강 상류수계에서 1996년 9월부터 1997년 8월까지 조사된 수서곤충류 총 분류군은 정성채집된 것을 포함하여 8목 41과 118종이었다. 이중 하루살이류는 7과 32종, 잠자리류는 4과 5종, 강도래류는 5과 9종, 뱀잠자리류는 1과 2종, 수서노린재류는 3과 5종, 딱정벌레류는 4과 8종, 날도래류는 10과 26종, 파리류는 6과 31종이었다. 이로써,

덕천강 수계에서 확인된 수서곤충은 8목 43과 125종이 된다.

각 지점별 출현종수는 정량채집만을 비교하였을 때는 site 5에서 46종으로 가장 많이 채집되었으나, 정성을 포함한 채집종수는 site 3에서 68종으로 가장 많은 것으로 나타났고, site 9를 제외한 지역에서 비교적 많은 종들이 고르게 채집되었다.

개체수 현존량의 경우에서도 출현종에서와 마찬가지로 site 3과 site 5에서 많은 개체가 채집되었고, site 9에서는 적은 수의 개체가 채집되었다.

우점종은 대부분의 지역에서 하루살이류가 우점종으로 나타났으나, 일부 지역에서는 잠자리류, 날도래류, 강도래류가 우점하기도 하였고, 우점도지수는 0.33~0.49의 범위를 보였으며, 평균 0.39로 나타났다.

다양도지수는 2.186~2.915의 범위를 보였으며, 평균 2.509로 나타났다. 종다양도지수에 근거한 오수생물계열로 볼때, 모든 지점이 β -중부수성을 보여 비교적 양호한 수환경 상태를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Hynes, H.B.N., 1970. The Ecology of Running water. Liverpool Univ. Press, Liverpool.
- Ischinger, L.S. & T.F. Nalepa, 1976. freshwater macroinvertebrates. J. Wat. Poll. Fed., 48: 1318-1335.
- Kawai, T., 1985. An Illustrated Book of Aquatic Insectas of Japan, 東海大學出版會
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. General Systematics, 3: 36-71.
- Mathis, B.J., 1973. Species diversity of benthic macroinvertebrates and limnological conditions in a 1st order mountain stream. Trans. Ill. State Acad. Sci., 66(3/4): 29-32.
- McCafferty, W.P., 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett, Boston.
- McElravy, E.P., G.A. Lamberti & V.H. Resh, 1989. Year-to-year variation in the aquatic macroinvertebrate fauna of a northern California stream. J. N. Am. Benthol. Soc., 8(1): 51-63.
- McNaughton, S.J., 1967. Relationship among functional preperities of California Grassland. Nature, 216: 168-169.
- Merrit, R.W. & K.W. Cummins, 1996. An Introduction to the aquatic insects of North America. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Company. 862pp.
- Pielou, E.C., 1966a. Shannon's formula as a measure of species diversity its use and misuse. An. Natur., 100: 463-465.
- Pielou, E.C., 1966b. The measurement of diversity in different types of biological succession. J. Theor. Biol., 13: 131-144.
- Pielou, E.C., 1975. Ecological Diversity. Wiley-Interscience Publication, 165pp.
- Pratt, J.M., R.A. Coler & P.J. Godfrey, 1981. Ecological effects of urban stormwater runoff on benthic macroinvertebrates inhabiting the Green River, Massachusetts. Hydrobiologia, 83: 29-42.
- Resh, V.H., 1983. Spatial differences in the distribution of benthic macroinvertebrates along a springbrook. Aquatic Insects, 5(4): 193-200.
- Roback, S.S., 1974. Chapter 10. Insects(Arthropoda: Insecta), pp. 313-376 in C.W. Hart, Jr. and L.M. Fuller, Eds.

1974. Pollution ecology of freshwater invertebrates. Acad. Press, N.Y., San Francisco, London, 389pp.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. The Mathematical theory of Communication. Univ. of Illinois Press, Urbans.
- Staub, R., J.W. Appling, A.M. Hofstetter and I.J. Haas, 1970. The effects of Memphis and Shelb County on primary plankton producers. Bioscience, 20: 905-912.
- Whilm, J.L., 1972. Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream. Ann. Rev. Ent., 17: 223-252.
- Wiederholm, T., 1980. Chironomids and indicator of water quality in Swedish lakes. Acta Univ. Carolinae-Biologica, 1978: 275-283.
- Wiederholm, T., 1983. Chironomidae of the Holarctic Region Keys and Diagnoses(I). Motala, 457pp.
- 배연재 · 윤일병, 1999. 한국수서곤충 총목록, 한국수서곤충연구회 뉴스레터, 학술논단. pp 7-13.
- 윤일병, 1988. 한국동식물도감, 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병, 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 262pp.
- 윤일병 · 공동수 · 류재근, 1992a. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구 (I) -오탁계급식 및 지표 가중치 산정을 중심으로-. 환경생물학회지, 10(1): 24-39.
- 윤일병 · 공동수 · 류재근, 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구 (II) -생물군집에 대한 환경 요인 영향을 중심으로-. 환경생물학회지, 10(1): 40-55.
- 윤일병 · 공동수 · 류재근, 1992c. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구 (III) -육안적 간이 수질 평가 방법을 중심으로-. 환경생물학회지, 10(2) : 77-84.
- 윤일병 · 박재홍 · 천승필, 1998. 지리산 피아골 계류의 수서곤충 군집구조. 한국생물상연구지, 3: 401-410.
- 이종욱, 1987. '87 전국 자연 생태계 조사(I). 환경청, p. 749-827.