

## 농촌지역 소택형습지의 생육환경에 따른 저서성대형무척추동물 군집 특성\*

손진관<sup>1)</sup> · 김남춘<sup>2)</sup> · 김미희<sup>3)</sup> · 강방훈<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 단국대학교-농촌진흥청 학연협동과정 · <sup>2)</sup> 단국대학교 녹지조경학과 · <sup>3)</sup> 농촌진흥청 국립농업과학원

## Community Characteristics of Benthic Macroinvertebrates according to Growth Environment at Rural Palustrine Wetland\*

Son, Jin-Kwan<sup>1)</sup> · Kim, Nam-Choon<sup>2)</sup> · Kim, Mi-Heui<sup>3)</sup> and Kang, Banghun<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Relationship of Dankook University & Rural Development Administration,

<sup>2)</sup> Dept. of Landscape Architecture, Dankook Univ.,

<sup>3)</sup> National Academy of Agricultural Science, RDA.

### ABSTRACT

This study was conducted to understand the community characteristics of benthic macroinvertebrates according to Growth Environment at 6 Palustrine Wetlands in a rural area. As growth environment factors, size, water depth, water inlet and water outlet, land-use and water environment was analyzed. Two years' quantitative collection of benthic macroinvertebrate was carried out, and it executed community analysis and ESB index calculation and also carried out twinspace, MDS and correlation analysis. As a result, the collected benthic macroinvertebrate was 1254 individuals with 3 Phylums, 6 Classes, 14 Orders, 35 Families, 52 Genera and 61 Species. Odonata and Coenagrellionidae had the highest species and individuals. Dominance Index was 0.252~0.698, Diversity Index was 1.661~2.902, Evenness Index was 0.414~0.724, and Species Richness Index was 1.990~6.224. As a result of community analysis, when correlation analysis was executed, Dominance Index had the opposite tendency with Diversity Index and Evenness Index, which had the same tendency with the previous

\* 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ00856202)의 지원에 의해 이루어진 것임.

**First author** : Son, Jin-Kwan, Relationship of Graduate School, Dankook University (Ph. D. Course) & National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration,  
Tel : +82-31-290-0281, E-mail : son007005@dankook.ac.kr

**Corresponding author** : Kang, Banghun, National Academy of Agricultural Science, RDA,  
Tel : +82-31-290-0281, E-mail : ipmbh@korea.kr

**Received** : 13 August, 2012. **Revised** : 24 October, 2012. **Accepted** : 24 October, 2012.

studies. When ESB Index was calculated, Grade 2 (polluted) had the highest species with 48 species (78.7%). It is determined from the Environmental quality evaluation and saprobity evaluation result according to ESB index that there is a need to revise environmental evaluation system more specifically. As a result of MDS analysis, the subject spots A and D had the highest similarity, and the subject spot E and D had a relatively high similarity. The life environment that is the closest related with species diversity is estimated by the land-use. As for number of Individual, it seems to have the closest relation with inlet, which is to be determined as a characteristics of Palustrine Wetland. Through such investigation, this study is expected to be utilized for various types of habitats including ecological pond and to be utilized for the increase of species diversity in rural areas.

Key Words : *Palustrine Wetland, Pond, ESB, Community Analysis, Saprobity.*

## I. 서 론

습지는 독특한 환경조건으로 생물다양성이 가장 풍부하고 생산성이 높은 생태계로 평가된다(Mitsch and Gosselink, 1993; 조동길, 2004; 환경부, 2001). 또한 영구적, 또는 계절적으로 습윤상태를 유지하고 특별히 적응된 식생이 서식하고 있는 곳이며(Cylinder et al., 1995), 육상과 수생태계사이의 중요한 전이지역으로 다양한 생태적 기능을 제공한다. 그 중 소택형습지는 가장 빈번하게 나타나는 습지의 유형으로 우리나라에서도 가장 많이 분포하는 습지유형 중의 하나이다(김귀곤, 2003).

농촌지역의 소택형습지는 생물다양성 기능뿐 아니라 홍수조절 및 오염물제거 등 습지의 다양한 기능을 수행할 수 있으며, 고유한 환경특성을 가지는 비오류 유형으로 평가받고 있지만 최근 수리시설의 확충으로 활용기능이 축소되고 관리의 부실로 토양 및 수자원의 오염과 외래종의 유입이 확산되는 실정이다.

한편, 저서성대형무척추동물은 생활사가 길고 서식처 및 기능이 고도로 분화되어 수환경과 서식지 상태에 매우 민감하게 반응하며(윤일병 등, 1992), 담수생태계 중 가장 높은 종다양성과 개체수를 나타내고 있다(James et al., 2001; Ward, 1992). 본 연구대상지와 같은 담수생태계의 특성

을 파악하기 위해서는 그 지역의 저서무척추동물에 대한 개체군의 출현양상과 군집의 특성을 분석하는 것이 매우 중요한 과제이다(이동준 등, 2009). 또한 저서성대형무척추동물의 개체군 출현양상은 서식처의 특성에 의해 결정되므로 서식처의 생육환경과의 관계를 알아 볼 필요가 있다(Allan, 1995; Merritt et al., 2008).

따라서, 본 연구는 소택형습지의 저서성대형무척추동물 군집특성을 파악하고 생육환경과의 관계를 분석하여 소택지에서 종 다양도가 높은 서식환경을 알아보려고 한다. 이러한 연구를 바탕으로 방치·훼손된 습지의 복원에 활용하는 한편, 대체서식처 등 도입습지 창출에 있어 기초 자료로 제공하고자 수행하였다.

## II. 조사 및 분석방법

### 1. 연구대상지 개황

본 연구의 조사지는 농촌지역에 위치한 소규모 소택형습지로 한정하였으며, 지역 및 접근성을 고려해 6곳의 대상지를 선정하였다(Table 1). 대상지의 사용여부는 6곳 중 4개소가 관개시설의 공급으로 인해 사용이 중단된 채 방치되어 있고 1개소가 농업용수공급용으로 이용 중에 있다. 토지이용은 농촌마을 특성상 논, 산, 밭 등에 위치해 있으며, 본 연구대상지의 Ramsar System에

**Table 1.** The present condition at study site.

Site	Location		Utilization	Land-use	Wetland type (Ramsar, 2006)		Survey year		
					Sub-sys	Code	07'	08'	09'
A	Hwaseong, Yodang-ri	N 37°04'04.26"	Tourism wetland	Rice field,	Inland wetlands	Tp	O	O	-
		E 126°56'07.08"		Road	Human-made				
B	Taeon, Gwan-ri	N 36°53'52.03"	Unused	Mountain,	Inland wetlands	Tp	O	O	-
		E 126°16'46.03"		Sea side	Human-made				
C	Gunsan, Jugok-ri	N 36°00'34.83"	Unused	Rice field,	Inland wetlands	Tp	O	O	-
		E 126°49'42.16"		Upland	Human-made				
D	Cheonan, Yeongok-ri	N 36°57'06.72"	Irrigation	Upland,	Inland wetlands	Tp	O	O	-
		E 127°10'51.54"		Road	Human-made				
E	Asan, Gangjang-ri	N 36°42'34.57"	Unused	Upland,	Inland wetlands	Tp	-	O	O
		E 126°57'27.82"		Road	Human-made				
F	Wonju, Jupori	N 37°11'13.61"	Unused	Mountain,	Inland wetlands	Tp	-	O	O
		E 127°51'52.90"		Upland	Human-made				

Tp : Permanent freshwater marshes/pools, 2 : Ponds, 3 : Irrigated land, 4 : Seasonally flooded agricultural land.

**Table 2.** The life environment at 6 study sites.

Site	Size (m <sup>2</sup> )		W.D (m)	W.I	W.O	L.V	Water Properties					
	S.S	T.S					pH	DO	COD	SS	T-N	T-P
A	878	1,552	0.4	X	flood	2.27	8.07	6.47	25.2	31.0	3.05	0.10
B	193	1,423	3.0	X	flood	3.00	7.39	4.29	10.2	27.2	1.29	ND
C	450	1,211	1.0	seasonal	flood	2.53	7.52	5.48	14.2	25.0	2.42	0.03
D	2,545	4,971	1.4	artificiality	artificiality	2.35	7.52	7.51	8.10	12.7	1.65	ND
E	105	430	0.6	X	X	2.29	9.13	8.59	10.6	26.6	1.53	ND
F	325	1,216	1.0	X	flood	2.75	7.96	5.61	10.5	19.2	1.90	0.00

S.S : Surface size, T.S : Total Size, W.D : Water Depth, W.S : Water Source, W.I : Water Inlet, W.O : Water Outlet, L.V : Land-use Value, Water Properties is 2009. 05. survey data of Son et al.(2010).

의한 습지분류는 Tp(Permanent freshwater marshes/pools), 2(Ponds), 3(Irrigated land), 4(Seasonally flooded agricultural land) 등으로 분류된다.

연구대상지의 규모는 430~4,971m<sup>2</sup>이며, 수면적은 105~2,545m<sup>2</sup>으로 다양하게 구분되었다. 최대수심(W.D)은 대체로 1.0m 내외지만 연구대상지 B의 경우 3.0m로 조사되었다. 수원의 유입구조(W.I)와 유출구조(W.O)는 Tilton et al.(2001)의 습지평가체계에서 사용하는 기분을 근거로 구분하였으며, 4곳의 대상지가 유입구조가 없는 것으로 조사되었고 유출구조의 경우 대체로 범람하

여 유출되는 것으로 조사되었다.

$$Land-use\ Value = \left(\frac{A}{100} \times 3\right) + \left(\frac{B}{100} \times 2\right) + \left(\frac{C}{100} \times 1\right)$$

Land use ratio of within 100m :

A : forested, rural open, water, wetlands

B : urban(residential), Agriculture, pasture, urban open

C : highways, roads, urban(industrial, commercial)

주변 토지이용의 정도를 근거로 한 Land-use Value의 경우 2.27~3.00까지 다양하게 구분되었으며, 수질환경의 경우 손진관 등(2010)이 동일 대상지에서 조사한 결과 중 본 연구의 조사시기와 동일한 5월의 분석결과를 인용하여 추가적인 분석에 사용하였다.

**2. 조사 및 분석방법**

저서형대형무척추동물의 정량채집은 2007~2009년 5월에 Aquatic kick net(U.S approved, 5×5mm)을 이용하여 지점 당 3곳을 선정하여 2년간에 걸쳐 실시하였으며, 수면과 가까운 곳을 포충망을 이용해 1~2회 채집하여 수서곤충의 성체로 확인된 것은 목록에 추가로 보정하였다. 채집된 개체는 한국동물명집(한국동물분류학회,

1997)과 논 생태계 수서무척추동물도감(농업과학기술원, 2006)에 준해 현장에서 동정 및 계수하고 미동정 개체의 경우 알콜에 고정하여 실험실로 운반하여 동정하였다. 군집분석은 우점도지수(McNaughton's dominance index; McNaughton, 1967), 다양도지수(Shannon-Wiever Function; Pielou, 1969), 풍부도지수(Margalef, 1958), 균등도지수(Pielou, 1975) 그리고 환경질의 평가와 생태환경 관리기준의 판정을 위한 ESB(Ecological score of benthic macroinvertebrate community; 저서성대형무척추동물 생태점수) 지수를 산출하였다(환경부 등, 2006).

산출된 ESB지수를 바탕으로 환경질 및 오수 생물계열의 평가를 실시하였다(환경부 등, 2006). ESB는 환경부 등(2006)이 제시한 개별분류군의

**Table 3.** The analysis method of environment evaluation on macro-invertebrate.

Analysis	Method	Explanation
Dominance Index (DI)	$(n1 + n2) / N$	n1 : Number of individuals Dominant Species, n2 : Number of individuals Subdominant Species, N : Number of Total Species
Diversity Index (H')	$-\sum [(ni / N) \times (\ln ni / N)]$	ni : Number of individuals belonging to i species N : Total number of individuals
Species Richness Index (RI)	$(S-1) / \ln N$	S : Total number of species N : Total number of individuals
Evenness Index (J')	$H' / H'max$	H' : The observed value of Shannon index, H'max : $\ln S$ , S : Total number of species
ESB Index	$\sum (ni \times i)$	i : Grades of ESB (i=1~4) Ni : Number of i grade species

**Table 4.** The analysis method of environment evaluation using the ESB.

Environmental quality evaluation			Saprobity evaluation	
ESB	Environmental condition	Area determination	ESB	Saprobity
81 ~	Very Satisfactory	First Priority Protection Waters	51 ~	Oligosaprobic
61 ~ 80	Satisfactory	Priority Protection Waters		
41 ~ 60	Some Satisfactory	Protection Waters	21 ~ 50	β-mesosaprobic
26 ~ 40	Some Defectiveness	Improvement Waters		
13 ~ 25	Defectiveness	Priority Improvement Waters	9 ~ 20	α-mesosaprobic
~ 12	Very Defectiveness	First Priority Improvement Waters	~ 8	Polysaprobic

환경질점수를 근거로 조사지점별 출현종의 합으로 산출하였다(Table 2). 환경질의 평가는 총 6등급으로 매우양호~매우불량으로 구분되며, 지역구분은 최우선보호수역~최우선개선수역으로 구분되어 진다. 오수생물개체의 평가는 4등급으로 구분되며, 빈부수성, β-중부수성, α-중부수성, 강부수성으로 구분된다(Table 4).

### 3. 통계분석 및 처리

연구대상지에서 출현한 종의 군집분석을 위해 TWINSpan(two-way indicator species analysis) 분석을, 조사시기별 연구대상지의 유사성 분석을 위해 MDS(non-matrix multi-dimensional scaling) 분석을 CAP(Community Analysis Package 3.0, PISCES Conservation Ltd, 2004)를 이용해 분석하였다. 수질 및 생육환경과 종 다양성과의 관계를 알아보기 위해 SPSS 14.0을 이용해 상관분석을 실시하였으며, 주요 변수로는 조사시기 및 지

역별 우점종의 출현개체수와 총 출현종을 바탕으로 한 속, 종, 개체수를 수질 및 생육환경과의 상관관계로 알아보았다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 저서성대형무척추동물 서식현황

본 조사에서 채집된 저서성대형무척추동물은 3문 6강 14목 35과 52속 61종으로 총 1,254개체가 채집되었으며, 종조성은 일반적으로 잠자리목(ODONATA), 노린재목(HEMIPTERA), 딱정벌레목(COLEOPTERA) 등이 우세하게 출현하는 전형적인 정수성 저서생물상을 보였다(이종욱 등, 2010; 박정호 등, 2007; Ward, 1992).

조사대상지별 조사 시기에 따른 출현종은 11종에서 32종으로 확인되었으며, 2년간 출현한 종조성은 연구대상지 B가 36종으로 생물다양성이 가장 풍부한 것으로 확인되었다.

Table 5. The survey result of macro-invertebrate at 6 study sites.

Sites and survey	Phylum	Class	Order	Family	Genera	Species	Individual	
A	may, 07	3	4	10	17	19	22	172
	may, 08	3	3	8	11	11	13	48
	Total	3	4	10	19	19	23	220
B	may, 07	1	1	5	16	23	24	164
	may, 08	3	4	8	16	21	23	104
	Total	3	4	8	29	50	36	268
C	may, 07	2	3	7	15	16	17	71
	may, 08	3	3	8	11	14	16	61
	Total	2	3	8	15	18	21	132
D	may, 07	2	2	6	9	10	11	94
	may, 08	2	2	6	10	13	15	51
	Total	2	2	6	12	16	18	145
E	may, 08	3	4	9	19	23	25	70
	may, 09	3	3	7	13	16	19	202
	Total	3	4	9	20	25	29	272
F	may, 08	3	4	9	18	21	22	91
	may, 09	3	5	10	19	27	32	126
	Total	3	5	11	20	30	35	217
Total	3	6	14	35	52	61	1,254	

전체 출현 중에 대한 목별 종수 및 개체수를 살펴보면 잠자리목(ODONATA)의 경우 18종으로 29.5% 해당하며, 전체 출현 개체수는 486개체 38.8%로 가장 많은 출현 양상을 나타냈다. 다음으로 딱정벌레목(COLEOPTERA)이 총 12종의 종조성으로 19.7%의 비율을 보였으며, 개체수는 139개체로 11.1%의 수준을 나타냈다. 파리목(DIPTERA)의 경우 종조성은 7종으로 11.5%, 개체수는 151개체 12.0%를 나타낸 반면 병안목(STYLOMMATOPHORA) 1종 8개체, 백합목(VENEROIDA) 1종 1개체, 턱거머리목(ARHYNCHOBDELLIDAE) 1종 2개체, 물지렁이목(ARCHIOLIGOCHAETA) 1종 46개체, 등각목(ISOPODA) 1종 5개체, 하루살이목(Ephemeroptera) 1종 82개체, 날도래목(Trichoptera) 1종 3개체로 낮은 종 구성과 출현 개체수로 전체의 비율이 7.7% 밖에 되지 않았다(Figure 1).

과별 출현양상을 살펴보면 실잠자리과(Coenagrionidae)가 6종 250개체로 가장 많은 종 구성과 개체수를 나타냈으며, 다음으로 잠자리과(Libellulidae) 6종 152개체로 조사되었다. 개체수

로 살펴보면 깔따구과(Chironomidae)와 물진드기과(Haliplidae)가 비교적 높은 출현양상을 보였는데 이것은 정수역의 서식환경에 적응도가 높고 용존산소에 대한 내성이 강하기 때문인 것으로 판단된다(이황구 등 2012).

2. 연구대상지별 우점종 및 군집구조 분석

연구대상지별 우점종을 살펴보면 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*), 고추잠자리(*Sympetrum depressiusculum*) 등의 잠자리목이 우세하게 출현하는 경향을 볼 수 있으며, 연구대상지 E의 경우 수질오염지표종인 원돌이물달팽이(*Physa acuta*)가 우점하는 것으로 분석되었다. 연구대상지 F에서 우점하는 새뱅이(*Neocaridina denticulata*, 토하)의 경우 연구대상지가 산과 계곡부에 인접해 있는 토지이용의 특성으로 판단된다(이영상, 2007).

조사대상지의 군집구조 분석을 산출한 결과 우점도 지수(DI)는 09년도 연구대상지 F 조사 시 0.252로 가장 낮았으며, 연구대상지 A의 07년도 조사 시 0.698로 가장 높았다. 우점도의 경우 빈부수성에서 강부수성 수역으로 갈수록 높아지

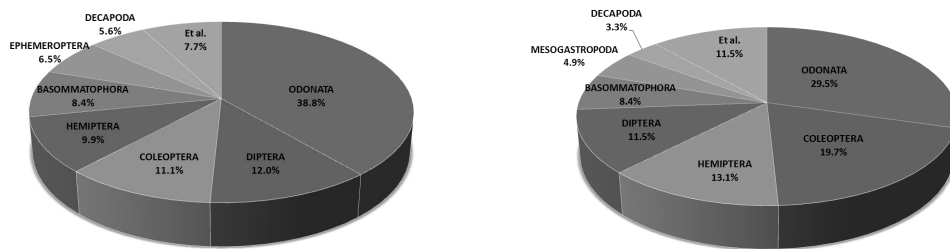


Figure 1. The ratio of order at 6 study sites (L : Individual, R : Species).

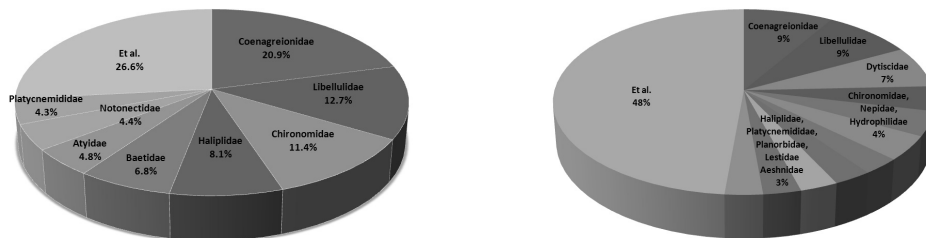


Figure 2. The ratio of family at 6 study sites (L : Individual, R : Species).

**Table 6.** The Dominance Species and community indices at 6 study sites.

Survey	Dominance Species	Subdominance Species	DI	H'	J'	RI	ESB				
							1	2	3	4	To
A7	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Cloeon dipterum</i>	0.698	1.661	0.415	3.899	4	17	1	-	41
A8	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Cloeon dipterum</i>	0.500	2.088	0.521	3.100	3	9	1	-	24
B7	<i>Sympetrum depressiusculum</i>	<i>Ischnura asiatica</i>	0.524	2.278	0.568	4.510	2	21	1	-	47
B8	<i>Nannophya pygmaea</i>	<i>Ischnura asiatica</i>	0.288	2.769	0.691	4.334	5	17	1	-	42
C7	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Radix auricularia coreana</i>	0.352	2.275	0.568	3.777	4	10	3	-	33
C8	<i>Chironomidae sp.2</i>	<i>Peltodytes intermedius</i>	0.328	2.316	0.578	3.323	3	12	1	-	30
D7	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Copera annulata</i>	0.521	1.898	0.474	1.990	2	7	2	-	22
D8	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Cloeon dipterum</i>	0.412	2.344	0.585	3.561	3	10	2	-	29
E8	<i>Physa acuta</i>	<i>Hippeutis cantori</i>	0.271	2.846	0.710	5.341	5	18	-	2	49
E9	<i>Physa acuta</i>	<i>Haliphus ovalis</i>	0.252	2.493	0.622	3.130	5	13	1	-	34
F8	<i>Neocaridina denticulata</i>	<i>Notonecta triguttata</i>	0.440	2.299	0.574	4.277	4	17	1	-	41
F9	<i>Neocaridina denticulata</i>	<i>Ischnura asiatica</i>	0.317	2.902	0.724	6.224	5	25	2	-	61

**Table 7.** The result of Pearson Correlation analysis among community indices.

	DI	H'	J'	RI	ESB
DI	1	-.864**	-.864**	-.306	-.221
		.000	.000	.333	.490
H'	-.864**	1	1.000**	.690*	.608*
	.000		.000	.013	.036
J'	-.864**	1.000**	1	.690*	.608*
	.000	.000		.013	.036
RI	-.306	.690*	.690*	1	.952**
	.333	.013	.013		.000
ESB	-.221	.608*	.608*	.952**	1
	.490	.036	.036	.000	

\* : Correlation is significant at the 0.05 level,

\*\* : Correlation is significant at the 0.01 level.

만 본 연구대상지의 경우 대부분이 β 중부수성(β-mesosaprobic) 수역으로 분석되었다(최아름 등, 2012) 연구대상지별로 살펴보면 연구대상지 A가 평균 0.599로 불안정한 상태임을 확인할 수 있으며, 연구대상지 E가 평균 0.262로 대상지중 가장 안정한 우점도 지수를 나타내고 있다.

종 다양성 지수(H')의 경우 1.661~2.902의 범위로 우포늪의 2년간 평균 수치인 5.126과 비교

해 볼 때 종 다양성은 매우 낮음을 알 수 있다. 하지만 황성호(1.03~3.16), 홍동천(1.75~2.13), 신불산 고산습지(2.265~3.175)의 범위로 본 연구대상지인 소택지는 호수, 하천, 고산습지 등에 버금가는 생물다양성 지수를 보인다고 할 수 있다(이황구 등, 2012; 손진관과 강방훈, 2011; 이동한 등, 2009).

균등도 지수(J')는 연구대상지 A가 평균 0.468로 가장 낮았고 연구대상지 E, F가 평균 0.666, 0.649로 다른 대상지에 비해 비교적 종이 균등하게 출현 한 것으로 분석되었다.

종 풍부도 지수(RI)는 1.990~6.224의 범위로 다양하게 분석되었는데 35종으로 가장 많은 출현 종을 나타낸 09년조사 시의 연구대상지 F가 가장 높게 분석되었다.

군집분석 결과 간 상관분석을 실시한 결과 우점도 지수(DI)의 경우 다양도 지수(H')와 균등도 지수(J')와 반대의 경향을 나타내며, ESB 산출결과 의 경우 다양도, 균등도와는 0.05 level에서 상관관계가 인정되었지만 풍부도와는 높은 수준의 상관관계가 인정되었다. 보통 우점도가 높아지면 다양도, 풍부도, 균등도는 낮아지는 경향을 보인다는 선행연구의 결과와 같은 경향을 나타낸다고

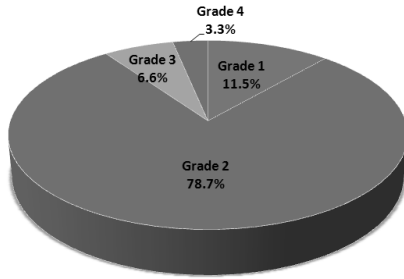


Figure 3. The Ratio of ESB grade.

할 수 있다(최아름 등, 2012).

환경의 질을 측정하는 데 이용되는 ESB 지수 (Ecological score of benthic macroinvertebrate community; 저서성대형무척추동물 생태점수)를 산출한 결과 22~61의 범위로 분석되었다. 전체 출현종 61종에 대한 개별 분류군의 환경 질 점수의 분포를 살펴보면 Grade 4(very clean)는 2종(3.3%)으로 가장 낮은 출현양상을 나타냈다. 반면, Grade 2(polluted)의 경우 48종(78.7%)로 가장 많은 출현 종을 나타냈다. 따라서 본 연구 대상지와 같은 소택지의 경우 대체로 polluted(오염된) 서식환경에서 출현하는 종이 대체로 많이 채집된다고 볼 수 있다(Figure 3).

ESB 구간에 따른 환결질의 평가 결과 양호(Satisfactory)~불량(Defectiveness)으로 4가지 등급으로 평가되었다. 09년 조사의 연구대상지 F의 경우 EBS 61로 환경상태 양호(Satisfactory), 지역구분 우선보호수역(Priority Protection Waters)이며, 수질등급은 I 등급에 해당된다는 평가결과를 보였다. 하지만 선행연구에서 조사한 수질분석결과 연구대상지 F의 COD 기준은 평균 7.88로 이 등급은 약간 나쁨(IV)에 해당하므로 정수역에 해당하는 소택지에 대한 환경 평가체계를 구체적으로 수정할 필요가 있다고 판단된다(손진관 등, 2010; 환경부, 2012). 오수생물계열의 평가(Saprobity evaluation)결과도 마찬가지로 연구대상지 F의 09년 조사결과는 빈부수성(Oligosaprobic)을 나타내고 있다. 대부분의 연구대상지에서  $\beta$ -중부수성( $\beta$ -mesosaprobic)을 나타내고 있으므로 이 또한 다양한 구분이 필요할 것으로 판단된다.

### 3. MDS, TWINSpan 및 생육환경과의 상관관계 분석

MDS(Non-matrix Multi-Dimensional Scaling)를 활용한 조사시기별 조사지점 간 유사도를 분

Table 8. The analysis result of environment evaluation using the ESB at study sites.

Site	ESB Index	Environmental quality evaluation		Saprobity evaluation
		Environmental Condition	Area Determination	
A7	41	Some Satisfactory	Protection Waters	$\beta$ -mesosaprobic
A8	24	Defectiveness	Priority Improvement Waters	$\beta$ -mesosaprobic
B7	47	Some Satisfactory	Protection Waters	$\beta$ -mesosaprobic
B8	42	Some Satisfactory	Protection Waters	$\beta$ -mesosaprobic
C7	33	Some Defectiveness	Improvement Waters	$\beta$ -mesosaprobic
C8	30	Some Defectiveness	Improvement Waters	$\beta$ -mesosaprobic
D7	22	Defectiveness	Priority Improvement Waters	$\beta$ -mesosaprobic
D8	29	Some Defectiveness	Improvement Waters	$\beta$ -mesosaprobic
E8	49	Some Satisfactory	Protection Waters	$\beta$ -mesosaprobic
E9	34	Some Defectiveness	Improvement Waters	$\beta$ -mesosaprobic
F8	41	Some Satisfactory	Protection Waters	$\beta$ -mesosaprobic
F9	61	Satisfactory	Priority Protection Waters	Oligosaprobic



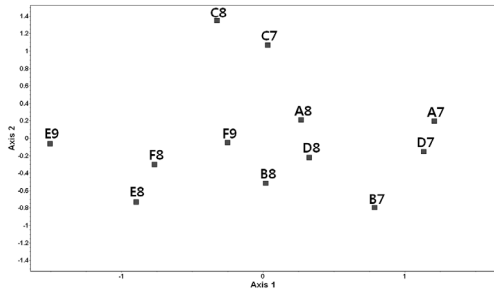


Figure 4. The Non-matrix Multi-Dimensional Scaling (MDS) plots from 12 survey points, based on Bray-Curtis similarity matrix (stress : Axis1=0.399, Axis2=0.139).

석한 결과 연구대상지 A, D와 연구대상지 E, F가 반대의 경향으로 분리 되는 것을 알 수 있다.

따라서 연구대상지 A, D가 유사성이 높고 연구대상지 E, F가 유사성이 비교적 높다고 할 수 있다.

출현 종 간의 TWINSpan 유집분석을 통해 종 간의 유사성 및 상이성을 판단하고자 Figure 5와 같이 전체 출현 한 61종을 바탕으로 TWINSpan 분석을 실시하였다. 분석결과 1수준에서 2개의 집단으로 구분되어 지며, 세부적으로는 6수준까지 군집이 나뉘지게 된다. 하지만 본 분석결과 기본적으로 목(order), 과(family), 속(genera) 등이 같은 종이 나뉘지는 경향을 나타내고 있어 출현 종의 개체수를 활용한 군집분석이 아닌 다른 방법을 도입 해 봐야 할 것으로 판단된다.

출현종의 개체 수를 바탕으로 생육환경과의 상관관계를 분석은 각 조사지점 별 주요 우점종

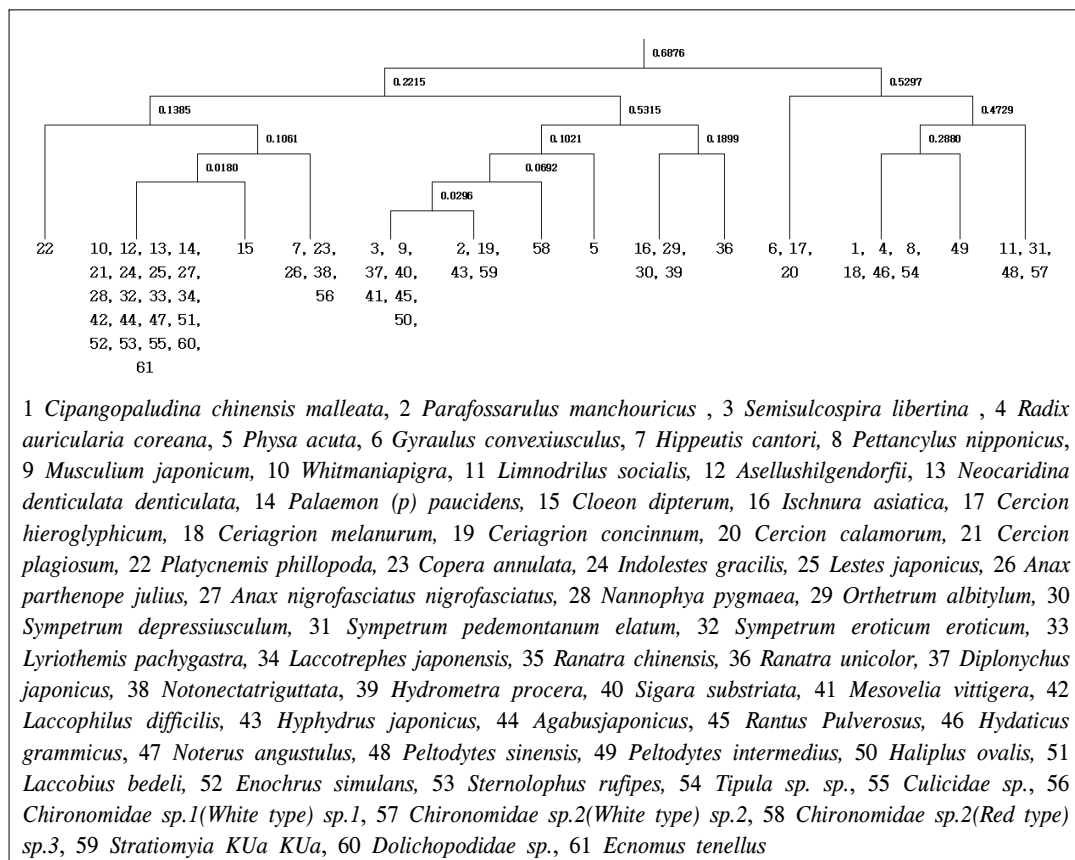


Figure 5. Diagram of cluster analysis of 61 macro-invertebrate in 6 study sites using TWINSpan. The numbers on the lines are eigenvalues for the divisions.

Table 9. The result of Pearson Correlation analysis among species and environment.

	Water Environment						Life Environment					
	pH	DO	COD	SS	T-N	T-P	S.S	T.S	W.D	W.I	W.O	L.V
N of 4	-.312	-.268	.084	.103	.335	.102	-.159	-.180	-.123	.632	.293	-.003
	.547	.608	.874	.846	.516	.848	.763	.732	.817	.178	.573	.996
N of 5	.921**	.684	-.239	.189	-.355	-.315	-.398	-.465	-.341	-.365	-.847*	-.344
	.009	.134	.648	.719	.490	.543	.435	.352	.509	.477	.033	.504
N of 7	.703	.408	.636	.645	.357	.574	-.274	-.414	-.466	-.715	-.271	-.461
	.119	.422	.175	.167	.487	.233	.599	.414	.352	.110	.604	.358
N of 15	-.078	-.081	.696	.214	.563	.711	.238	.165	-.207	-.405	.394	-.180
	.884	.879	.125	.684	.244	.113	.650	.755	.694	.426	.440	.733
N of 16	-.226	-.132	.811*	.386	.654	.854*	.290	.208	-.110	-.165	.415	-.255
	.667	.803	.050	.449	.159	.031	.578	.692	.836	.754	.414	.625
N of 23	-.241	.436	-.430	-.825*	-.279	-.304	.938**	.948**	.056	.606	-.362	-.330
	.646	.388	.394	.043	.593	.559	.006	.004	.916	.202	.481	.523
N of 28	-.411	-.646	-.231	.267	-.513	-.264	-.296	-.115	.928**	-.316	.293	.785
	.419	.166	.660	.610	.298	.613	.569	.828	.008	.541	.573	.064
N of 30	-.411	-.644	-.246	.256	-.524	-.279	-.296	-.114	.932**	-.310	.287	.790
	.418	.167	.639	.624	.285	.592	.569	.830	.007	.550	.582	.062
N of 38	.492	.103	-.516	-.124	-.605	-.616	-.468	-.394	.097	-.625	-.325	.357
	.321	.847	.295	.816	.203	.193	.349	.440	.855	.185	.530	.487
N of 50	.918**	.681	-.241	.197	-.370	-.316	-.394	-.458	-.317	-.379	-.852*	-.335
	.010	.136	.646	.708	.470	.541	.440	.361	.540	.459	.031	.516
N of 57	.496	.328	-.090	.314	-.029	-.137	-.464	-.533	-.321	.177	-.461	-.276
	.317	.526	.866	.545	.957	.795	.354	.276	.535	.738	.357	.596
N of G	-.186	-.613	-.306	.267	-.582	-.385	-.529	-.347	.813*	-.570	.245	.864*
	.724	.196	.555	.608	.225	.451	.281	.500	.049	.238	.640	.027
N of S	-.131	-.603	-.279	.293	-.554	-.368	-.581	-.408	.758	-.629	.248	.857*
	.805	.205	.592	.573	.254	.473	.226	.422	.081	.181	.635	.029
N of I	.538	.017	.010	.530	-.364	-.101	-.612	-.575	.219	-.919**	-.249	.265
	.271	.975	.985	.279	.478	.849	.197	.233	.677	.010	.634	.611

N : Number, 4 : *Radix auricularia coreana*, 5 : *Physa acuta*, 7 : *Hippeutis cantori*, 15 : *Cloeon dipterum*, 16 : *Ischnura asiatica*, 23 : *Copera annulata*, 28 : *Nannophya pygmaea*, 30 : *Sympetrum depressiusculum*, 38 : *Notonecta triguttata*, 50 : *Haliplus ovalis*, 57 : *Chironomidae sp.2*, G : Genera S : Species, I : Individual, S.S : Surface size, T.S : Total Size, W.D : Water Depth, W.S : Water Source, W.I : Water Inlet, W.O : Water Outlet, L.V : Land-use Value.

\* ( \* : Correlation is significant at the 0.05 level, \*\* : Correlation is significant at the 0.01 level).

과 출현 종의 속, 과 수를 바탕으로 실시하였다. 분석결과 원돌이물달팽이(*Physa acuta*)와 애물진드기(*Haliplus ovalis*)의 경우 pH와 양의 상관관

계, 유출구조와 음의 상관관계를 나타냈다. 즉, pH의 농도가 높아지고 유출구조가 없는 정체구역에서 출현 종의 범위가 높게 나타난다는 것을

알 수 있다. 가장 우점도가 높게 나타난 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*)의 경우 COD와 T-N의 분석결과가 높을수록 출현 개체수가 많이 나타남을 알 수 있다. 이 또한 외돌이물달팽이와 같은 정체수역의 특성을 반영한 결과로 판단된다. 반면 자실잠자리(*Copera annulata*)의 경우 부유물질량(SS)와 반대의 경향으로 수질이 혼탁하지 않은 곳에서 나타남을 알 수 있고 면적과 상관관계가 높게 인정되었다. 꼬마잠자리와 고추잠자리의 경우 최대수심과 밀접하게 관련된 것으로 분석되었다. 하지만 선행연구의 결과를 살펴보면 꼬마잠자리의 경우 10cm 내외의 수심에서 발생 빈도가 높다는 것과 반대의 결과로 추가적인 조사가 필요할 것으로 판단된다(김명현 등, 2010; 이은희 등, 2008). 종 및 속 수의 경우 수질환경과는 크게 관련이 없는 것으로 분석결과 나타났지만 주변토지이용 점수(L.V)와 상관관계가 인정되었다. 따라서 종 다양성에 가장 밀접하게 관련하는 생육환경은 주변의 토지이용임을 알 수 있다. 향후 소택지에 대한 저서성대형무척추동물의 평가체계 수립 시 토지이용이 논, 산 등에 위치한 곳을 높은 평가점수를 배점할 필요가 있을 것으로 판단된다. 반면 출현 개체 수의 경우 유입구조와 가장 밀접한 관련이 있는 것으로 유입구조가 폐쇄적일수록 출현 개체수가 높은 것을 알 수 있다. 이것은 소택지의 특성으로 정수역에서 발생하는 특정 종들이 높게 출현하여 나타난 결과로 판단된다.

#### IV. 결 론

농촌지역의 소택지는 다양한 기능을 수행할 수 있지만 최근 매립 및 오염이 확대 되고 있으며, 이 지역의 저서성대형무척추동물 가장 높은 종 다양성과 개체수를 나타내 있다. 따라서 소택지 저서성대형무척추동물의 군집특성을 파악하고 생육환경과의 관계를 분석하여 방치·훼손된 습지의 복원에 활용하는 한편, 대체서식처 등 도

입습지 창출에 있어 기초 자료로 제공하고자 수행하였다.

본 연구의 조사지는 농촌지역에 위치한 소규모 소택형습지로 한정하였으며, 규모, 최대수심(W.D), 유입구조(W.I)와 유출구조(W.O), 토지이용, 수질환경 등을 분석에 사용하였다. 저서성대형무척추동물의 정량채집은 2년간에 걸쳐 실시하였으며, 군집분석 및 ESB 지수를 산출하고 환경질 및 오수생물계열의 평가를 실시하였다. 분석결과를 바탕으로 TWINSPAN, MDS, 상관분석을 실시하여 우점종 및 속, 종, 개체수를 수질 및 생육환경과의 상관관계로 알아보았다.

연구결과 본 조사에서 채집된 저서성대형무척추동물은 3문 6강 14목 35과 52속 61종으로 총 1,254개체가 채집되었으며, 잠자리목(ODONATA)이 18종 486개체로 가장 많은 출현 양상을 나타냈다. 다음으로 딱정벌레목(COLEOPTERA), 파리목(DIPTERA)의 순으로 많은 빈도를 보였다. 반면 병안목(STYLOMMATAPHORA), 백합목(VENEROIDA), 턱거머리목(ARHYNCHOBELLEIDAE), 물지렁이목(ARCHIOLIGOCHAETA) 등은 낮은 종 구성과 출현 개체수를 나타냈다.

과별 출현양상을 살펴보면 실잠자리과(*Coenagrionidae*)가 6종 250개체로 가장 많은 종 구성과 개체수를 나타냈으며, 다음으로 잠자리과(*Libellulidae*) 6종 152개체로 조사되었다.

조사대상지별 우점종을 살펴보면 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*), 고추잠자리(*Sympetrum depressiusculum*) 등의 잠자리목이 우세하게 출현하는 경향을 볼 수 있으며, 우점도 지수(DI)는 09년도 연구대상지 F 조사 시 0.252로 가장 낮았으며, 연구대상지 A의 07년도 조사 시 0.698로 가장 높았다. 연구대상지 E가 평균 0.262로 대상지중 가장 안정한 우점도 지수를 나타내고 있다. 종 다양성 지수(H')의 경우 1.661~2.902의 범위로 연구대상지인 소택지는 호수, 하천, 고산습지 등에 버금가는 생물다양성 지수를 보인다고 할 수 있다. 균등도 지수(J')는 연구대상지 A가 평균

0.468로 가장 낮았고 연구대상지 E, F가 평균 0.666, 0.649로 다른 대상지에 비해 비교적 종이 균등하게 출현한 것으로 분석되었다.

종 풍부도 지수(RI)는 1.990~6.224의 범위로 다양하게 분석되었는데 35종으로 가장 많은 출현 종을 나타낸 09년조사 시의 연구대상지 F가 가장 높게 분석되었다.

군집분석 결과 간 상관분석을 실시한 결과 우점도 지수(DI)의 경우 다양도 지수(H')와 균등도 지수(J')와 반대의 경향을 나타내며 선행연구의 결과와 같은 경향을 보였다.

ESB 지수 산출한 결과 22~61의 범위로 분석되었으며, Grade 2(polluted)의 경우 48종(78.7%)로 가장 많은 출현 종을 나타냈다.

ESB 구간에 따른 환결질의 평가 결과 양호(Satisfactory)~불량(Defectiveness)으로 4가지 등급으로 평가되었다. 09년 조사의 연구대상지 F의 경우 EBS 61로 환경상태 양호(Satisfactory), 수질등급은 I 등급에 해당된다는 평가결과를 보였지만 COD 기준은 평균 7.88로 이 등급은 약간 나쁨(IV)에 해당하므로 정수역에 해당하는 소택지에 대한 환경 평가체계를 구체적으로 수정할 필요가 있다고 판단하였다. 오수생물계열의 평가 결과도 마찬가지로 다양한 구분이 필요할 것으로 판단된다.

MDS를 활용 한 조사지점 간 유사도를 분석한 결과 연구대상지 A, D가 유사성이 높고 연구대상지 E, F가 유사성이 비교적 높음을 알 수 있었다.

생육환경과의 상관관계를 분석은 주요 우점종과 출현 종의 속, 과 수를 바탕으로 실시하였다. 분석결과 원돌이물달팽이(*Physa acuta*)와 애물진드기(*Haliphys ovalis*)의 경우 pH와 양의 상관관계, 유출구조와 음의 상관관계를 나타냈으며, 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*)의 경우 COD와 T-N과 자실잠자리(*Copera annulata*)의 경우 부유물질량(SS) 상관관계가 인정되었다. 종 및 속 수의 경우 주변토지이용 점수(L.V)와 상관관계

가 인정되어 종 다양성에 가장 밀접하게 관련하는 생육환경을 주변의 토지이용으로 추측하였다. 개체 수의 경우 유입구조와 가장 밀접한 관련이 있는 것으로 소택지의 특성으로 판단된다.

이상의 연구결과는 6개 연구대상지에 한정되어 우리나라 소택지를 대표한다고 하기에는 부족하다고 판단된다. 또한, 저서성대형무척추동물의 경우 하상구조와 밀접한 관련이 있으므로 추가적인 조사를 통해 토성, 호안재료 등 하상구조와의 관계도 연구를 진행해야 할 것으로 판단된다(Waters, 1995). 따라서 추가적인 조사를 통해 우리나라 소택지의 저서성대형무척추동물 생물다양성과 관련한 생육환경을 알아 볼 필요가 있다. 이러한 조사를 통해 향후 생태연못 등 다양한 형태의 서식지 조성사업에 활용하고 농촌지역 생물다양성 증진에 활용할 수 있는 자료로 이용되길 기대한다.

## 인 용 문 헌

- 강방훈 · 손진관. 2011. 농촌지역 소하천의 환경성 평가 연구 : 홍성군 홍동천을 사례로. 한국환경복원기술학회지 14(5) : 81-101.
- 김귀곤. 2003. 자연과 인간이 만드는 습지 : 습지와 환경. 아카데미서적.
- 김명현 · 한민수 · 최철만 · 방혜선 · 정명표 · 나영은 · 강기경. 2010. 꼬마잠자리 서식지의 식물상과 생활형. 한국환경농학회지 29(2) : 206-213.
- 농업과학기술원. 2006. 논 생태계 수서무척추 동물도감.
- 박정호 · 임환철 · 라혜강. 2007. 팔당호 저서성대형무척추동물 군집의 생태학적 연구. 환경연구논문집 4 : 52-72.
- 손진관 · 강방훈 · 김남춘. 2010. 농지연못습지의 수질 및 토양환경 분석. 한국환경복원기술학회지 3(3) : 46-62.
- 윤일병 · 공동수 · 유재근. 1992. 저서성 대형무척

- 추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(1) :  
오탁계급치 및 지표가중치 산정을 중심으  
로. 환경생물 10(1) : 24-39.
- 이동준 · 윤춘식 · 이준철 · 성성훈 · 박다라 · 정  
선우. 2009. 우포늪 저서성 대형무척추동물  
군집의 장기생태모니터링을 위한 기반조사.  
한국환경과학회지 18(12) : 1399-1410.
- 이동한 · 황중우 · 성성훈 · 윤춘식 · 정선우. 2009.  
신불산 고산습지의 저서성 대형무척추동물  
군집구조의 특성. 한국환경과학회지 18(5) :  
561-567.
- 이영상. 2007. 새뱅이(토하)를 이용한 환경친화적  
벼 복합영농기술 개발.
- 이은희 · 장하경 · 박민영 · 윤지현 · 김재근 · 배  
연재. 2008. 꼬마잡자리 서식처 복원을 위한  
기초 연구. 한국환경생태학회지 22(1) : 35-  
42.
- 이종욱 · 최진경 · 오승호 · 최강원. 2010. 운문산  
자연휴식년제 지역 내 저서성 대형무척추동  
물상 및 생물학적 수질평가. 한국환경생태  
학회지 24(1) : 001-013.
- 이황구 · 정상우 · 최준길. 2012. 횡성호 일대 저  
서성 대형무척추동물 군집구조의 생태적 특  
성 분석. 한국환경생태학회지 26(1) : 45-56.
- 조동길. 2004. 소택형습지의 복원 및 창출을 위한  
생태적 식재 설계 모델 : 생물다양성을 중심  
으로. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 최아름 · 박선진 · 김진영 · 송미영 · 공동수. 2012.  
진위천의 수질과 저서성 대형무척추동물 군  
집지수의 상관관계. 한국하천호수학회 45(1) :  
1-10.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집.
- 환경부. 2001. 내륙습지의 유형별 평가기법 및 관  
리방안에 관한 연구.
- 환경부. 2012. 환경적책기본법 시행령 별표 1.
- 환경부. UNDP, GEF, UNDP/GEF 국가습지보전  
사업관리단. 2006. 제2차 전국내륙습지 조  
사지침.
- Allan, D. J., 1995, Stream Ecology : Structure  
and function of running waters, Chapman  
& Hall, London.
- James, H., Thorp, P., Alan, P. C., 2001, Ecology  
and Classification of North American Fresh-  
water Invertebrates, 2nd ed., Academic Press.
- Margalef, R., 1958. Information theory in eco-  
logy. Gen. Syst., 3 : 36-71.
- Merritt, R.W., K.W. Cummins, and M.B. Berg,  
eds. 2008. An Introduction to the Aquatic  
Insects of North America. 4th Ed., Kendall/  
Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.
- McNaughton, S.J., 1967. Relationship among  
functional properties of California Glassland.  
Nature. 216 : 168-144.
- Mitsch, W. j., and Gosselink, J. G. 1993. Wetland  
(Second Edition), John Wiley & Sons, Inc.
- Pielou, 1969. Shannon's formula as a measure of  
specific diversity : its use and misuse. Amer.  
Nat., 100 : 463-465.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. New York,  
John Wiley.
- Ramsar Convention Secretariat. 2006. Ramsar  
Convention Manual, 4th edition.
- Tilton, D. L., Karen Shaw, Brian Ballard and  
William Thomas. 2001. A Wetland Protec-  
tion Plan for the Lower One Subwatershed  
of the Rouge River. Aquatic Botany, 28 :  
227-242.
- Waters, T.F. 1995. Sediment in streams : sources,  
biological effects and control, American  
Fisheries Society.
- Ward, J. V., 1992, Aquatic Insect Ecology, John  
Wiley & Sons, 438.

**Appendix 1.** The list of macro-invertebrate species at survey sites.

Classification	Survey Areas and Period																				G <sup>0</sup>
	A7	A8	AT	B7	B8	BT	C7	C8	CT	D7	D8	DT	E8	E9	ET	F8	F9	FT	TT		
MOLLUSCA 연체동물문																					
Gastropoda 복족강																					
MESOGASTROPODA 중복족목																					
Viviparidae 논우렁이과																					
Cipangopaludina chinensis malleata 논우렁이							1	9	10	2		2							12	2	
Bithyniidae 쇠우렁이과																					
Parafossarus manchouricus 쇠우렁이	3		3		2	2							4	8	12	2		2	19	2	
Pleuroceridae 다슬기과																					
Semisulcospira libertina 다슬기													1		1				1	4	
BASOMMATOPHORA 기안목																					
Lymnaeidae 물달팽이과																					
Radix auricularia coreana 물달팽이							12	2	14										14	1	
Physidae 원돌이물달팽이과																					
Physa acuta 원돌이물달팽이					1	1	1		1				14	28	42	4	2	6	50	1	
Planorbidae 또아리물달팽이과																					
Gyraulus convexusculus 또아리물달팽이	4		4				2	3	5	1	3	4						3	3	16	2
Hippeutis cantori 수정또아리물달팽이	7	3	10		3	3					1	1	6	2	8	3		3	25	2	
STYLOMMATOPHORA 병안목																					
Ancylidae 삿갓조개과																					
Pettancylus nipponicus 민물삿갓조개							7	1	8										8	3	
PELECYPODA : BIVALVIA 부족강																					
VENEROIDA 백합목																					
Sphaeriidae; Pisiidae 산골과																					
Musculium japonicum 삼각산골조개													1		1				1	4	
ANNELIDA 환형동물문																					
HIRUNDINEA 거머리강																					
ARHYNCHOBDELLIDAE 턱거머리목																					
Hirudinidae 거머리과																					
Whitmaniapigra 말거머리	1		1															1	1	2	2
OLIGOCHAETA 빈모강																					
ARCHIOLIGOCHAETA 물지렁이목																					
Tubificidae 실지렁이과																					
Limnodrilus socialis 실지렁이	1	3	4		3	3	2	6	8				2	21	23	6	2	8	46	1	
ATHROPODA 절지동물문																					
CRUSTACEA 갑각강																					
ISOPODA 등각목																					
Asellidae 물벌레과																					
Asellushilgendorffii 물벌레					2	2										2	1	3	5	2	
DECAPODA 십각목																					
Atyidae 새뱅이과																					
Neocaridina denticulata 새뱅이																29	28	57	57	2	
Palaemonidae 징거미새우과																					
Palaemon paucidens 줄새우																4	9	13	13	2	
INSECTA 곤충강																					
EPHEMEROPTERA 하루살이목																					
Baetidae 꼬마하루살이과																					
Cloeon dipterum 연못하루살이	28	8	36	9	3	12				7	7	14	3		3	11	6	17	82	2	



## Appendix 1. Continued.

Classification	Survey Areas and Period																				G <sup>0</sup>
	A7	A8	AT	B7	B8	BT	C7	C8	CT	D7	D8	DT	E8	E9	ET	F8	F9	FT	TT		
Halipilidae 물진드기과																					
Pelodytes sinensis 중국물진드기	4	2	6	8		8	2	3	5				3	19	22		3	3	44	2	
Pelodytes intermedius 물진드기							8	9	17					8	8				25	2	
Halipusovalis 애물진드기				1		1							1	23	24		3	3	28	2	
Hydrophilidae 물땡땡이과																					
Laccobius bedeli 좁물땡땡이				1		1													1	2	
Enochrus simulans 애넓적물땡땡이															1	2	3	3	2		
Sternolophus rufipes 애물땡땡이	1		1	1		1											1	1	3	2	
DIPTERA 파리목																					
Tipulidae 각다귀과																					
Tipula sp. 각다귀sp.							1		1										1	3	
Culicidae 모기과																					
Culicidae sp.	1		1	1		1													2	1	
Chironomidae 깔다구과																					
Chironomidae sp.1(Whitetype) 깔다구류sp.1	1	2	3	7	9	16				2	5	7	1	22	23	5	8	13	62	1	
Chironomidae sp.2(Whitetype) 깔다구류sp.2	1	2	3		4	4	7	11	18	1	1	2	2	17	19	1	2	3	49	1	
Chironomidae sp.2(Redtype) 깔다구류sp.3					5	5					3	3	4	11	15		2	2	25	1	
Stratiomyidae 똥애똥애과																					
Stratiomyia KUa 졸똥애똥애KUa				1		1							1		1				2	2	
Dolichopodidae 장다리파리과																					
Dolichopodidae sp.	1		1	9		9													10	2	
TRICHOPTERA 날도래목																					
Ecnomidae 별날도래과																					
Ecnomus tenellus 별날도래	1	2	3																3	2	

A~F : Survey Sites, 7~9 : Survey Years(07, 08, 09), T : Total, G : ESB Grades.