

동강 일대의 육상 곤충 다양성에 관한 연구

박진영 · 박성준 · 차진열 · 박종균^{*†}

국립생태원 생태조사평가실 자연환경조사팀

* 경북대학교 생태환경대학 생물응용학과

Terrestrial Insect Diversity of the Donggang River in Korea

Jinyoung Park · Seong Joon Park · Jin Yeol Cha · Jong Kyun Park^{*†}

Ecological Monitoring Research Team, Department of Ecological Monitoring and Assessment, National Institute of Ecology, Seosan, Republic of Korea

^{*} Department of Applied Biology, College of Ecology & Environmental Sciences, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea

요 약

본 2013년도 동강 유역 주간 육상곤충 조사 결과 총 16목 117과 455종 3,001개체가 조사되었다. 분류군별 출현한 종수는 딱정벌레목 166종(36.48%), 노린재목 11종(24.0%), 나비목 68종(14.95%), 파리목 40종(8.79%), 벌목 28종(6.15%), 메뚜기목 18종(3.96%), 잠자리목 7종(1.54%), 기타 3.74%, 개체수는 딱정벌레목 996개체(33.2%), 노린재목 951개체(31.7%), 나비목 662개체(20.7%), 메뚜기목 155개체(5.2%), 파리목 100개체(3.3%), 벌목 87개체(2.9%), 잠자리목 30개체(1.0%), 기타 (2.0%). 그 중 환경부 지정 멸종위기 II급 1종, 한국 적색목록 위급종(CR) 1종, 취약종(VU) 7종, 준위협종(NT) 2종이 조사되었다. 문헌에 비해 총 4목 33과 266종이 새로이 추가되어 동강의 주간 육상곤충은 총 17목 183과 1,737종을 보고한다.

핵심어 : 생물다양성, 동강, 육상곤충

Abstract

This study was carried out to investigate the terrestrial diurnal insects in the Donggang river neighborhood. A total of 455 species belonging to 117 families of 16 orders were identified from 3,001 collected terrestrial insects around the Donggang river. Species richness showed as follows; Coleoptera (166 species, 34.48%), Hemiptera (11 species, 24.0%), Lepidoptera (68 species, 14.95%), Diptera (40 species, 8.79%), Hymenoptera (28 species, 6.15%), Orthoptera (18 species, 3.96%), Odonata (7 species, 1.54%), and others (3.74%). The Coleoptera consisted of the most number of individuals (33.2%), followed by 951 Hemiptera (31.7%), 662 Lepidoptera (20.7%), 155 Orthoptera (5.2%), 100 Diptera (3.3%), 87 Hymenoptera (2.9%), 30 Odonata (1.0%) and others (2.0%). Among them, 1 endangered species of Ministry of Environment, 1 Critically Endangered Korean species, 7 Vulnerable Korean species (VU), and also 2 Near Threatened Korean species were surveyed in the Donggang river neighborhood.

Keywords : Biodiversity, Donggang river, Terrestrial insect

1. 서론

동강은 남한강의 상류인 조양강과 동남천이 합쳐지는 강원도 정선읍 가수리 수리마을에서 시작하여 서강을 만나는 영월군 영월읍에 이르기까지 약 50.5km의 구간을 말한다. 해발 250m에서 300m의 높

은 지대를 따라 흐르며, 강 주변은 석회암 지대로서 지표수에 의한 용식이 빠르게 진행되기 때문에 험준한 급경사지가 많고 지하에 석회동굴이 많이 발달하여 있다. 따라서 동강 유역은 백운산(882m), 만지산(716m), 곰봉(1,015m) 등이 솟아 있는 험준한 산악지대로 강변에 산재한 좁은 평지를 제외하고는 농지가

[†] Corresponding author : entopark@knu.ac.kr

거의 없기 때문에 원시성의 자연 풍경을 가지며, 주변의 산세가 험하기 때문에 강은 양측이 높은 절벽으로 이루어진 지대를 따라 흘러 유속이 빠른 하천을 이루고 있다. 이러한 자연환경덕분에 동강은 지금까지 잘 보존되어 왔으며, 모래톱, 소, 여울, 습곡, 동굴, 산림 등 다양한 서식지에는 멸종위기종, 천연기념물, 고유종, 신종, 미기록종 등이 서식하는 생물자원의 보고를 이루고 있다(WREO, 2007).

환경부는 야생 동식물자원의 보전 및 보호, 동식물 유전자원과 자연서식지 보호를 위하여 2000년 동강댐 건설이 백지화 된 동강유역의 국공유지 7,907yd²에 대해 2002년 8월 9일자로 생태계 보전 지역으로 지정, 고시하였다. 정선군 광하교에서 영월군 섭세까지 46km 구간 중 동강 수면을 포함해 생태 및 경관적 가치가 뛰어난 국공유지 64.97km²를 생태계 보전 지역으로 지정한 것이다. 이는 지금까지 지정된 생태계 보전지역 중에서 가장 규모가 큰 것이다(WREO, 2007).

동강유역의 곤충상 연구는 KWRC (1997)에서 영월 다목적댐 건설사업 환경영향평가서, KWRC (1999)에서 영월다목적댐 건설사업 생태환경(동,식물상) 조사 보고서, Won et al. (2002) 의한 동강 유역의 육상 곤충상 보고서, MEV and NIER (2002)의 동강유역 생태계 조사보고서가 있으며, 이후 WREO (2006)에서

2004-2006년까지 강원지역 생태계 변화관찰 보고서의 일부, WREO (2007)에서 동강 유역 생태경관 보전지역 생태계 정밀조사를 실시하였고, WREO (2008, 2010, 2012)에서 2006-2011년까지 2년 단위로 작성한 생태계 변화관찰 보고서에 일부 기록되어 있는 것이 현재까지 전부이다. 동강 유역은 과거부터 나비류의 종조성이 풍부하고 귀한 종들의 출현이 많아 학자들 뿐만 아니라 일반인들에게도 인기 있는 곳이다. 하지만 조사된 문헌에서는 나비류의 목록이 매우 빈약하였으며, 조사자와 조사방법들이 각각 상이하여 종합적인 결과는 도출되고 있지 않다.

이에 본 연구는 동강 유역의 주간 육상곤충만을 대상으로 조사를 실시하였으며, 과거 문헌에서 기록된 종들과 비교 검토하여, 이후 동강 유역 생물의 보전, 보존, 모니터링 관리대책 수립에 의한 기초자료를 제공할 것이다.

2. 연구방법

2.1 조사지역

조사지역은 동강 유역을 총 4개 구역으로 나누어 주간 조사 하였으며, 2013년 4월~9월까지 총 4회 현지 조사를 실시하였다(Fig. 1, Table 1).

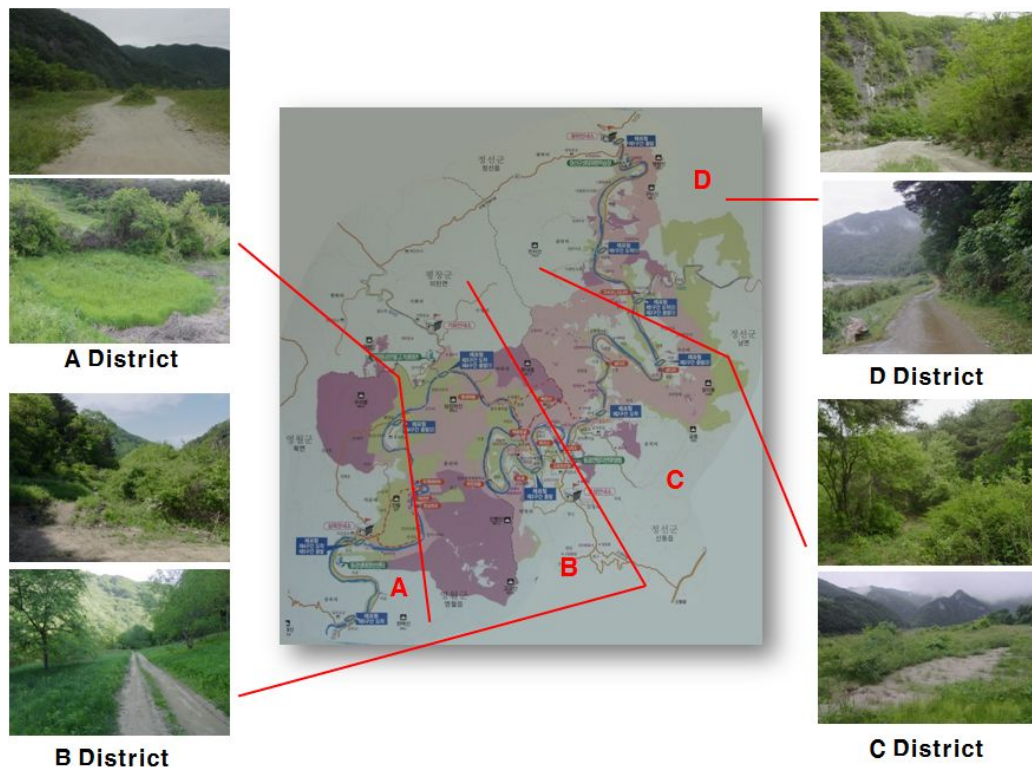


Fig 1. The surveyed districts in the Donggang river system in Korea.

Table 1. Administrative district names of the surveyed districts in the Donggang river

District	Administrative district names
A	All over the Munsan-ri, Genun-ri, Samok-ri, Youngwol-gun, Gangwon-do
B	All over the Eorayeon Valley, Youngwol-gun, Mt. Backunsan, Goseong-ri, Jeongseon-gun, Gangwon-do
C	All over the Unchi-ri, Gasu-ri, Jeongseon-gun, Gangwon-do
D	All over the Sumi, Gyulam-ri Gwangha-ri, Jeongseon-gun, Gangwon-do

2.2 조사방법

1) 현지조사 방법

본 조사는 곤충의 서식처와 행동습성이 매우 다양하기 때문에 한두 가지 채집방법으로는 곤충상을 제대로 파악하기 힘들다. 따라서 가능한 한 여러 가지 채집방법을 활용하였다. 주로 직접조사법을 이용하고

일부 함정트랩(Fig. 2a) 법을 이용하여 조사를 실시하였다.

직접조사법은 포충망을 이용한 쓸어잡기(Sweeping) 및 털어잡기(Beating), 채어잡기, 미소 서식처 검색법(Searching), 흡충관 이용, 사진촬영(Fig. 2b) 등을 중심으로 해당 지역의 종의 유무를 확인하고자 하였다.



(a) Pit-fall Trap



(b) Photography, others

Fig. 2. Surveyed methods.

2) 참고문헌 분석

본 현지조사 결과와 비교하기 위해 과거 동강 유역 일대 조사 보고서를 조사하였는데 그간 동강지역 및 인근 지역을 대상으로 한 각종 보고서가 산발적으로 발간되어 왔다. 특히 Won et al. (2002) 및 MEV and NIER (2002)의 동강유역 생태계 조사보고서가 있는데 후자의 경우 동물 조사에서 곤충류가 포함되어 총 16목 151과 1,370종을 보고하였으나, 조사지역, 종 목록, 문헌을 참고하였을 것으로 판단되나 문헌 출처 불명기 등 문헌적 가치가 부족하여, 본 보고에서는 Won et al. [2002, KWRC (1997, 1999)을 재인용 함]에 의한 기록과 WREO (2007)의 자료만을 문헌으로 참고하였다.

3) 분석방법

본 현지조사 동정된 결과물은 우점도, 다양도, 풍부도 등을 분석하기 위해 다음과 같은 군집분석을 실시하였다.

● 다양도지수(H')

다양도는 종의 풍부도와 개체수의 균등한 분포를 나타내는 척도로 다양도지수는 Margalef의 정보이론에 의하여 도출된 Shannon-Wiener function(H')을 Llyod and Ghelardi가 변형한 공식을 이용하였다 (Pielou, 1969).

$$H'(\text{Species diversity index}) = -\sum \frac{n_i}{N} \cdot \log_2 \frac{n_i}{N}$$

(n_i : i종의 개체수, N : 총 개체수)

● 우점도지수(DI)

우점도는 각 지점의 군집의 단순도를 측정하는 방법으로, 각 조사지점의 개체수 현존량에 의거하여 우점종과 아우점종을 선정하였으며, 우점도지수는 McNaughton's dominance index(DI)를 이용하여 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI \text{ (Dominance index)} = \frac{n_1 + n_2}{N}$$

(n_1 : 우점종의 개체수, n_2 : 아우점종의 개체수, N : 총 개체수)

● 종풍부도지수(RI)

종풍부도지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 나타낸다. 여기서는 대표적인 지수인 Margalef의 지수를 이용하여 산출하였다(Margalef, 1958).

$$RI \text{ (Species richness index)} = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

(S : 전체 종수, N : 총 개체수)

● 종균등도지수(EI)

종균등도지수는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현되며, 군집 내 종 구성의 균일한 정도

를 나타내는 것으로 Pielou의 식을 이용하여 산출하였다(Pielou, 1975).

$$EI \text{ (Evenness index)} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

(H' : 다양도지수, S : 전체 종수)

● 유사도 분석

유사도는 Jaccard(1908)의 유사도지수를 이용하여 산출하였고, 산출된 유사도를 기준으로 각 지점별 유사거리를 UPGMA(비가중치 평균연결법)로 clustering 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 조사지역 주간 육상곤충 분포상

조사 결과 총 16목 117과 455종 3,001개체가 조사되었다. 분류군별 출현한 종수는 딱정벌레목 166종(36.48%), 노린재목 11종(24.0%), 나비목 68종(14.95%), 파리목 40종(8.79%), 벌목 28종(6.15%), 메뚜기목 18종(3.96%), 잠자리목 7종(1.54%), 기타 3.74%로 날도래목 4종, 집게벌레목 3종, 하루살이목, 풀잠자리목 각각 2종, 다듬이벌레목, 강도래목, 총채벌레목, 밀들이목, 이 각각 1종씩 조사되었다(Fig. 3).

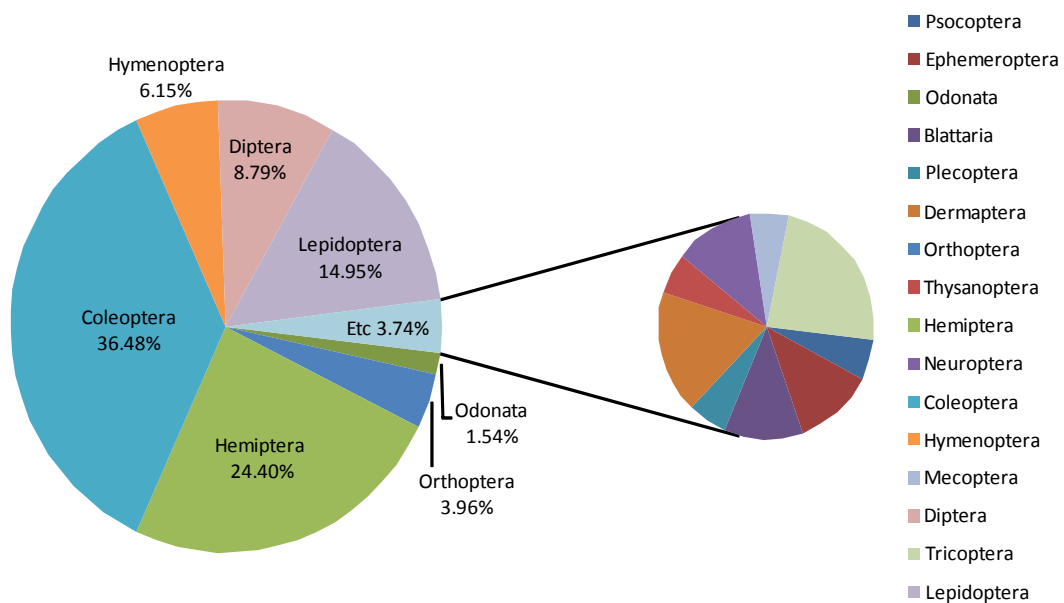


Fig. 3. Species ratio of each taxa in the Donggang river system.

분류군별 출현한 개체수는 딱정벌레목 996개체 (33.2%), 노린재목 951개체(31.7%), 나비목 662개체 (20.7%), 메뚜기목 155개체(5.2%), 파리목 100개체 3.3%), 벌목 87개체(2.9%), 잠자리목 30개체(1.0%), 기

타 2.0%로 집게벌레목 7개체, 다듬이벌레목 6개체, 밀들이목 4개체, 하루살이목, 풀잠자리목 각각 3개체, 총채벌레목 2개체, 강도래목 1개체 순으로 조사되었다(Fig. 4).

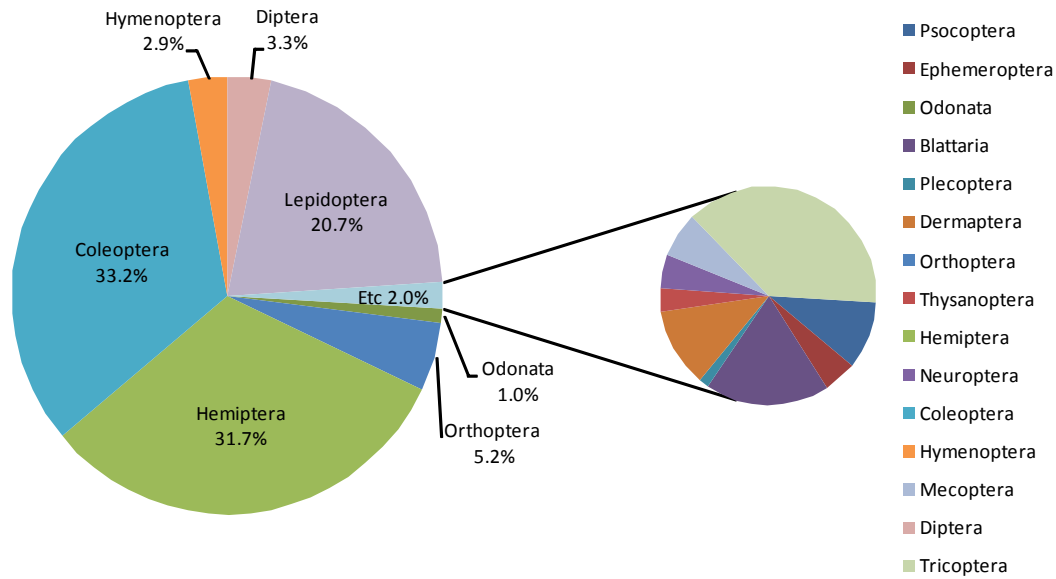


Fig. 4. Individual ratio of each taxa in the Donggang river system

3.2 조사지역별 주간 육상곤충 분포상

조사 지역별 주간 육상곤충 현지조사 결과 동강 B 지역이 15목 81과 230종으로 가장 많은 종수가 조사

되었으며, 다음으로 동강 D지역이 10목 74과 196종, 동강 C 지역이 13목 74과 170종, 동강 A지역이 9목 52과 141종 순으로 조사되었다(Table 2).

Table 2. The composition of taxa in each surveyed district

District	Order	Family	Species	Individual
A	9	52	141	531
B	15	81	230	976
C	13	74	179	745
D	10	74	196	749
Total	16	117	455	3001

지역별 분류군별 출현 현황을 살펴보면 A지역에서는 나비목, 노린재목, 딱정벌레목 출현이 높았는데 이는 어라연 주변 초지와 주변 일대가 초지성 곤충과 나비류가 서식하기 좋은 조건이기 때문이다. B지역에서는 딱정벌레목과 노린재목의 출현이 매우 높았는데 주변 초지와 마을주변 농경지 등의 영향으로 판단된

다. C지역에서도 역시 딱정벌레목과 노린재목 비율이 높았으며 D지역 역시 딱정벌레목과 노린재목의 출현이 높았다(Table 3, Fig. 5, 6). 이는 동강 주변 일대는 평지나 산악지역 쪽에도 초지가 이루어진 곳이 많아, 초본성 딱정벌레류나 나비류가 출현하기 좋은 서식처를 가지고 있기 때문이라 판단된다.

Table 3. The number of species and individuals in each surveyed district

Order	District							
	A		B		C		D	
	No of species	No of Indivi.	No of species	No of Indivi.	No of species	No of Indivi.	No of species	No of Indivi.
Psocoptera	1	2			1	1	1	3
Ephemeroptera			1	2	1	1		
Odonata	2	3	5	9	3	13	3	5
Blattaria	1	2	1	2	1	7		
Plecoptera			1	1				
Dermaptera			2	5			2	2
Orthoptera	8	23	8	15	10	49	5	68
Thysanoptera			1	1	1	1		
Hemiptera	35	150	65	271	55	322	45	208
Neuroptera			2	2	1	1		
Coleoptera	30	87	91	437	59	161	86	311
Hymenoptera	9	18	9	25	9	17	14	27
Mecoptera			1	4				
Diptera	15	20	13	32	16	26	16	22
Tricoptera			4	11	1	2	1	10
Lepidoptera	40	226	26	159	21	144	23	93

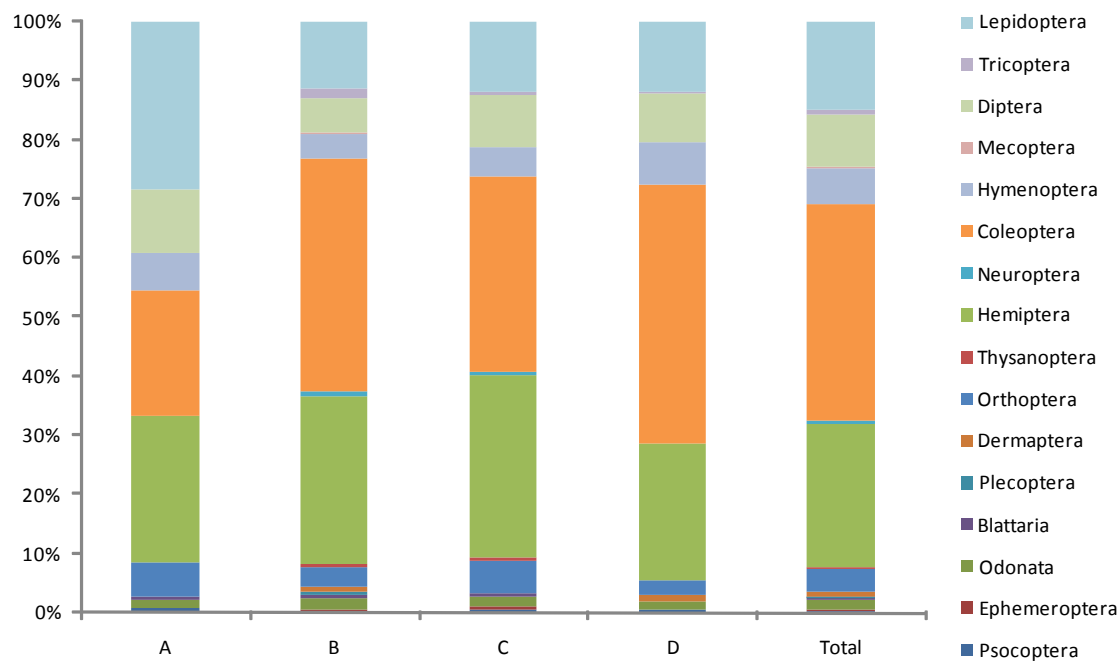


Fig. 5. Species ratio taxa of collected at each district in the Donggang river system.

3.3 조사지역별 주간 육상곤충 군집분석

본 조사기간 동안 출현한 전체 분류군에서 우점종은 끝검은말매미충(7.3%)며, 아우점종은 긴꼬리(2.9%)로 조사되었다. 이는 동강의 대부분 지역이 초지를 이루고 있어 매미충류나 메뚜기류가 서식하기 적합하기 때문이다. 지역별 우점종과 아우점종을 살펴보면

A지역의 우점종은 끝검은말매미충(9.0%), 아우점종은 네발나비(4.7%), B지역은 우점종 돼지풀잎벌레(3.5%), 아우점종 꽃벼룩류(3.5%), C지역의 우점종은 끝검은말매미충(14.4%), 아우점종 어리밭톱잎벌레(4.8%), D지역의 우점종은 긴꼬리(7.6%), 아우점종 호두나무잎벌레(6.9%)로 조사되었다(Table 4).

Table 4. Dominant species and Subdominant species ratio at each district in the Donggang river system

District	Dominant species	DI	Subdominant species	DI
A	<i>Bothrogonia japonica</i> 끝검은말매미충	9.0	<i>Polygonia c-aureum</i> 네발나비	4.7
B	<i>Ophraella communa</i> 돼지풀잎벌레	3.5	Mordellidae sp. 꽃벼룩류	3.5
C	<i>Bothrogonia japonica</i> 끝검은말매미충	14.4	<i>Monolepta shirozui</i> 어리밭톱잎벌레	4.8
D	<i>Oecanthus indicus</i> 긴꼬리	7.6	<i>Gastrolina depressa</i> 호두나무잎벌레	6.9
Total	<i>Bothrogonia japonica</i> 끝검은말매미충	7.3	<i>Oecanthus indicus</i> 긴꼬리	2.9

우점도(DI)는 0.070 ~ 0.192 범위였으며 평균 0.136 이었으며, 다양도(H')는 6.276 ~ 7.040 범위였으며 평균 6.573으로 높게 나타났다. 풍부도(R')는 22.312 ~

33.268 범위였으며 평균 27.989로 분석되었으며, 균등도(E')는 0.839 ~ 0.897 범위였으며, 평균 0.874로 조사되었다(Table 5).

Table 5. Various community analysis of each surveyed district

District	DI	H'	R'	E'
A	0.137	6.361	22.312	0.891
B	0.070	7.040	33.268	0.897
C	0.192	6.276	26.915	0.839
D	0.146	6.616	29.462	0.869
Mean	0.136	6.573	27.989	0.874

DI: Dominance index; H': Species diversity; R': Species richness index; E': Evenness index

우점도는 군집의 단순도를 측정하는 방법으로, 각 조사지점의 개체수 현존량에 의거하여 우점종과 아우점종을 선정하여 조사하는 방식인데 C지역의 경우 특정종(끝검은말매미충)의 많은 개체수가 조사되어 우점도가 가장 높게(0.192)가 나타났으며, B지역은 우점도가 0.070으로 가장 낮게 나타났는데 조사지역 중

가장 다양한 서식처(농경지, 산지, 초지, 마을)를 가지고 있었기 때문에 판단된다. 그러나 전체 우점도 평균값은 0.136으로 비교적 낮게 산출되었다. 종의 풍부도와 개체수의 균등한 분포를 나타내는 척도로 이용되는 종다양도는 평균 6.573으로 매우 높게 나타났으며, 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표

현되며, 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 균등도와 총 개체수와 종수만을 이용하여 군집의 상태를 표현하는 풍부도지수는, 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다고 일반적으로 분석한다. 풍부도지수와 균등도지수가 각각 평균 27.989와 0.874로 풍부도는 매우 높게 나타났고 그에 비해 균등도는 비교적 4지역이 균일한 상태로 나타났다.

지역별 군집분석을 비교하면 B지역이 우점도는 가장 낮고(0.070) 다양도(7.040), 풍부도(33.268), 균등도(0.897)는 모두 높게 나타났다(Fig. 6, 7).

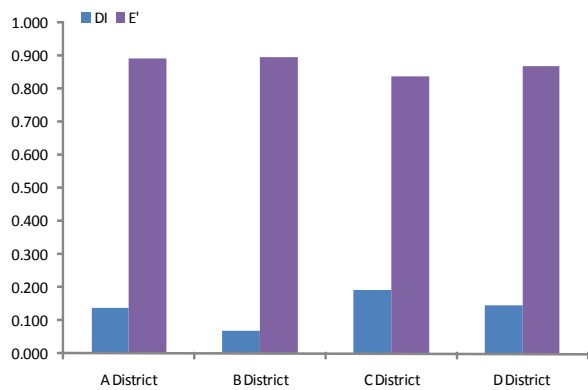


Fig. 6. Dominance index(DI) and Evenness index(E') at each district in the Donggang river system.

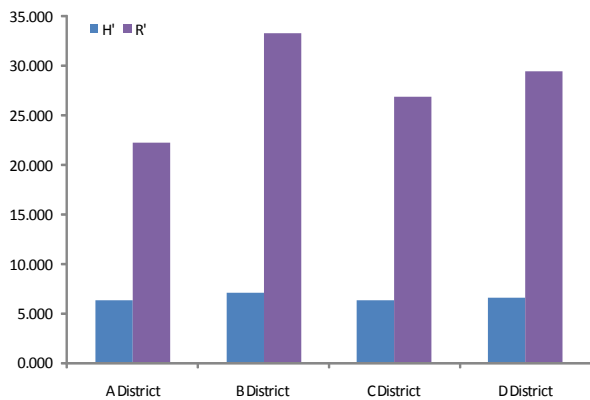


Fig. 7. Species diversity(H') and Species richness index(R') at each district in the Donggang river system.

3.4 조사지역별 주간 육상곤충 유사도 분석

전체 출현한 종을 대상으로 각 조사지점별 유사도 분석을 실시하였다. 분석결과 많이 종이 출현하였던 B, D지역이 유사하게 나왔으며, A지역이 다른 지역

과 달리 이질적으로 나타났다. 특히 A지역은 다른 지역에 비해 나비류 출현 종수가 매우 높아 다른 지역과 이질적으로 나타난 것으로 판단된다(Fig. 8).

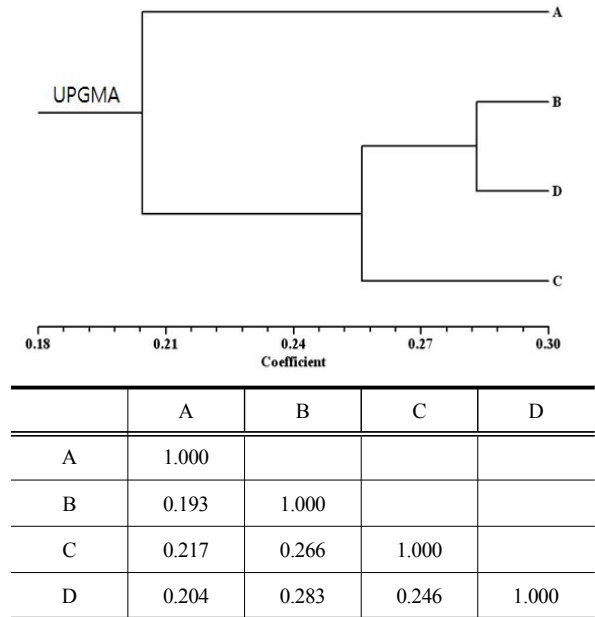


Fig. 8. The cluster analysis of collected taxa in each surveyed district.

4. 결론

본 연구 결과 총 16목 117과 455종 3,001개체가 조사되었다. 이는 WREO (2007)에 의한 동강유역 생태경관보전지역 생태계 정밀조사에서 총 12목 95과 428종이 조사되었다. 그러나 이중 현재 분류체계가 변경된 부분을 정리하면 총 11목 92과 428종이 조사되었다(Table 6).

Table 6. The composition of taxa in each years (except moths)

Year	Order	Family	Species
1997	4	33(59)	40(323)
1999	14	80(82)	301(303)
2002	12	69(93)	290(828)
2007	11	78(92)	353(428)
2013	16	114(117)	452(455)

(): Included moths.

문헌과 비교하면 본 연구 결과 16목 117과 455종이 조사되었는데 종수는 비슷하나 과거 조사되지 않

은 분류군이 더 많이 조사되었으며, WREO (2007)에서는 그 이전 문헌조사와 통합하였을 때 총 13목 150과 1,471종을 보고하였다.

본 2013년도 동강 유역 조사 결과 문헌에 비해 총 4목 33과 266종이 새로이 추가되어 총 17목 183과 1,737종을 보고한다. 이는 특히 나비류와 잎벌레류, 꽃등애류, 바구미류, 노린재류 등 주요 분류군의 종이 새롭게 조사되었다. 그러나 과거문헌 및 현지조사에서도 나타났으나 미동정된 개체들이 있어 그들이 같은 종인지 아닌지 확인할 수가 없다. 이후 이들에 대한 정리가 필요할 것으로 판단된다.

또한 본 연구 결과, 보고되는 동강 유역의 주간 곤충 1,737종은 강원도권 국립공원과 비교하였을 때 KNPRI (2012)의 총목록 및 주간곤충을 보고한 Do and Moon (2002), Song et al. (2005)을 참고하여 살펴보면 설악산국립공원 2,243종, 오대산국립공원 2,454종, 치악산국립공원 1,480종으로 동강 유역 역시 매우 높은 종다양성을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 또한 국립공원 중에서는 속리산 1,870종, 북한산 1,939종과 거의 유사한 종수가 확인됨으로 동강 유역의 종다양성은 국립공원과 유사함으로 앞으로 동강 유역의 보호나 보전방안 등 지속적인 모니터링을 시행해야 할 것으로 판단된다.

본 현지조사 결과 과거문헌에는 조사되지 않았던 멸종위기 2급인 왕은점표범나비 1종이 조사되었으며, NIBR (2012)에서 발간한 한국의 멸종위기 야생동식물 적색자료집 곤충(I)에서 기재된 위급종(CR)에 큰홍띠점박이푸른부전나비가 2013년 현지조사에서 처음 발견되었다. 또한 취약종(VU)으로 등록된 암고운부전나비, 큰표범나비 역시 2013년 처음 보고한다. 그 외 취약종(VU)으로 외눈이지옥나비, 외눈이지옥사촌나비, 참산뱀눈나비, 꼬리명주나비, 뱃노랑나비가 조사되었고, 준위협종(NT)으로는 큰주홍부전나비 역시 2013년 처음 조사되었다. 또한 큰주홍부전나비의 경우 C지역의 수동 일대에서 집단으로 서식하는 것을 확인하였다. 이후 이들에 대한 지속적인 모니터링 및 모니터링 기법에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다. 그 외 준위협종으로는 각시뱃노랑나비가 조사되었다.

References

Cho, YB and An, KJ (2001). *Superfamily Staphylinioidea (Silphidae, Staphylinidae)*. Economic Insecta of Korea 11. Junghaengsa Publisher. [Korea Literature]

- Do, YN and Moon, TY (2002). Succession of Insect Communities by Desiccation of Bog Hwaemneup at Mt. Wonhyosan, Yangsan. *J. of Wetlands Research*, 4(2), pp. 13-22.
- Jaccard, P (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 44, pp. 223-207.
- Korea Forest Research Institute (KFRI) (1999). *Report Donggang River Basin Forest Ecosystem*, Korea Forest Research Institute. [Korea Literature]
- Korea National Park Research Institute (KNPRI) (2012). *Biospecies Catalogue of National Park*, 2012-02, Korea National Park Research Institute. [Korea Literature]
- Korea Water Resources Corporation (KWRC) (1997). *Youngwol Multipurpose Dam Construction Project Environmental Impact Assessment*, Ministry of Land, Infrastructure and Transport. [Korea Literature]
- Korea Water Resources Corporation (KWRC) (1999). *Investigation Report of Ecological Environment (Animals, Flora) of Youngwol Multipurpose Dam Construction Project*, Ministry of Land, Infrastructure and Transport. [Korea Literature]
- Margalef, R (1958). Information theory in ecology. *Genetic System*, 3, pp. 36-71.
- McNaughton, SJ (1967). Relationship among functional properties of california grassland. *Nature*, 216, pp. 168-169.
- Ministry of Environment (MEV) and National Institute of Biological Resources (NIBR) (2002). *Report of the Donggang River Basin Ecosystem*. National Institute of Biological Resources. [Korea Literature]
- National Institute of Biological Resources (NIBR) (2012). *Red Data Book of Endangeres Insect (I) in Korea*, National Institute of Biological Resources. [Korea Literature]
- Pielou, EC (1969). Shannon's formula as a measure of specific diversity, its use and misuse. *The American Naturalist*, 100, pp. 463-465.
- Pielou, EC (1975). *Ecology diversity*, Wiley, New York, NY.
- Song, YJ, Kim, JG and Bae, YS (2005). Transformation analysis of environment in downstream Han river (Goyang-shi) by biodiversity and distribution of insect and Benthic Macro-Invertebrates. *J. of Wetlands Research*, 7(4), pp. 51-64.
- Wonju Regional Environmental Office (WREO) (2006). *Observed Ecosystem Changes Gangwon Province*

- Report*, Wonju Regional Environmental Office. [Korea Literature]
- Wonju Regional Environmental Office (WREO) (2007). *Detailed Natural Environment Survey of Dongjiang River Basin Ecosystem and Landscape Conservation Areas*, Wonju Regional Environmental Office. [Korea Literature]
- Wonju Regional Environmental Office (WREO) (2008). *Report Observed Ecosystem Changes*, Wonju Regional Environmental Office. [Korea Literature]
- Wonju Regional Environmental Office (WREO) (2010). *Report Observed Ecosystem Changes*, Wonju Regional Environmental Office. [Korea Literature]
- Wonju Regional Environmental Office (WREO) (2012). *Report Observed Ecosystem Changes*. Wonju Regional Environmental Office. [Korea Literature]
- Won, SH, Jung, JU, No, YD, Won, KJ and Lee, DA (2002). *Insect Fauna of Donggang River*, Wonju Regional Environmental Office. [Korea Literature]
- Youngwoldaem Co-Investigators (YWCI) (2000). *Youngwol Daem Survey Report*. Culture Subcommittee. [Korea Literature]
- 논문접수일 : 2014년 04월 29일
 - 심사의뢰일 : 2014년 05월 22일
 - 심사완료일 : 2014년 06월 12일