

〈Original article〉

연천군 물거미 서식지의 곤충상 조사 및 군집분석

강주완 · 박태철 · 박준영 · 김지훈 · 정영문 · 박정준^{1,*}

경상대학교 식물학과, ¹경상대학교 농업생명과학연구원

Survey and Analysis of Insect Species in the South Korea Habitat (Yeoncheon) of the Water Spider, *Argyroneta aquatica*

Juwan Kang, Taechul Park, Junyeong Park, Jihun Kim, Youngmoon Jeong
and Jung-Joon Park^{1,*}

Department of Plant Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

¹Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

Abstract - The water spider (*Argyroneta aquatica*), a rare member of its species, is one of the few insects known to live under water all over the world. In Korea, the water spider can be found only in the Eundae-ri, Yeoncheon, Gyeonggi province, where they are designated as a natural monument. However, loss of habitat is obvious, as the Eundae-ri wetland undergoes hydrarch succession. Loss of habitat has a direct impact on the water spider population. Thus protective measures for the water spider are needed to preserve the water spider habitat. In this study, a sweeping and visual survey of insect species was conducted in the water spider habitat from May to September 2015. The characteristics of each one of the different insect species and the community features were analyzed in this study. A total of 3,929 insects representing 276 species from 13 orders collected for the analysis. The most frequently collected insects from the Order Hemiptera represented 24.2% of total species and 82.3% of the total number of insects. Community analyses showed dominance, diversity, evenness, and richness indices of 0.23, 2.27, 0.41, and 31.2, respectively. Compared with the previous survey data, these results showed that reduction of the spider's wetland habitat caused the most commonly collected insects to adapt and spread to the surrounding terrestrial environment.

Keywords : hydrarch succession, sweeping net survey, visual survey, community characteristics, land insects

서 론

물거미 (*Argyroneta aquatica*)는 습원, 물속 수초 사이에 돔 (Dome)형의 공기방울 집을 짓고 그 속에 공기를 채우고 살면서 산란, 섭식, 발육을 하는 거미 종으로 전 세계에서 오

직 1속 1종만이 존재하며, 한국, 일본, 중국, 유럽의 온대지방, 시베리아 및 중앙아시아 등지에 분포한다 (Namkung *et al.* 1996). 닳거미과 (Pisauridae)의 줄닷거미 (*Dolomedes stellatus*), 먹닷거미 (*Dolomedes raptor*), 황닷거미 (*Dolomedes sulfueus*) 및 늑대거미과 (Lcosidae)의 황산적늑대거미 (*Pirata subpiraticus*) 등은 물거미와 유사하게 잠수를 하는 생태적 특성을 나타내지만, 천적회피행동이나 먹이탐색활동으로 인

* Corresponding author: Jung-Joon Park, Tel. 055-772-1928, Fax. 055-772-1929, E-mail. jungpark@gnu.ac.kr

해 잠시 잠수하는 것일 뿐 장시간을 물속에서 생활할 수는 없다(Kim *et al.* 2013). 물거미는 본래 수중에서 생활하다가 다른 거미와 마찬가지로 육상으로 서식처를 이동하였으나 적응을 못해 다시 서식지를 수중으로 이주한 역진화 생물로 추측된다(Kim and Lee 2004). 물거미는 화석상의 연구를 통해 계통적으로 굴뚝거미류와 비슷한 특징이 밝혀졌다(Selden 2002). 굴뚝거미과(Cybaeidae)의 거미는 강 근처 및 물가 습한 장소에 굴뚝과 같은 대롱 모양의 집을 짓고 서식하는 형태를 보이는데, 물거미의 생활습성과 유사한 점을 보아 이러한 관계를 알 수 있다(Kim *et al.* 2013).

물거미는 독특한 생활양식을 가지고 있어 학술적 및 생태적으로 그 연구가치가 매우 크며, 전 세계적으로 희귀한 종이다. 국내에서 물거미는 경기도 연천군 전곡읍 은대리 습지에만 유일하게 분포하고(Namkung *et al.* 1996), 그 지역은 1999년 9월 18일에 천연기념물(제412호)로 지정되어 서식처가 보호 관리되고 있다. 현재 한국산 물거미 서식지는 수심이 20~30 cm 깊이의 얇은 습지로 구성되어 있으며(Lee *et al.* 2016), pH가 5.9~6.2 정도의 약산성 수중에 생활한다(Kim *et al.* 2013). 하지만 1999년도에 지정된 은대리 습지 보호지역은 지속적으로 습지에서 육지로 천이과정에 있으며, 수생식물 및 근처 식생의 우점형태 변화가 보이고 있어 습지 보호에 특별히 많은 노력이 요구된다. 은대리 습지는 주변이 논으로 구성되어 있는 평지로 산, 강과 같은 생태축이 없는 고립된 생태계이며, 도로와 농로에 의해 크게 3구역으로 나뉘어져 있으며, 서로 연결되어 있지 않고 완전히 독립된 형태이다. 은대리 물거미 서식지 주변지역은 농업을 주업으로 하고 있으며, 서식지 웅스 주변에도 경작지가 형성되어 농기계 진입에 의한 서식지 교란, 농약 및 비료 살포에 의한 수질의 화학적 영향, 농업부산물 및 폐기물 방치 등의 다수의 문제점이 관찰되고 있다. 물거미는 서식지가 제한된 곳에서 사는 협범위 생물로 일반적인 종에 비해 환경변화에 매우 민감하여 개체군의 크기가 감소하거나 멸종 위협에 처할 가능성이 매우 높아 서식지의 체계적이고 종합적인 관리 대책이 필요하다.

무척추 곤충군의 일반적인 상위 포식자인 거미는 다양한 무척추 곤충군과 자기보다 크기가 작은 생물을 포식하여 먹이사슬에서 중요한 역할을 담당하며, 식물군집-초식자 군집-포식자 군집-상위 포식자 군집으로 이루어지는 먹이사슬의 중요한 허리 역할을 하는 생물군이다. 생태계 기저에서 먹이사슬의 중요한 축을 담당하는 곤충군과 무척추 생물군은 그 구성이 달라지면 대상 환경이 전혀 다른 형태의 생태계로 진행된다. 따라서 생태계의 특성을 대변하고 중요한 위치를 차지하는 곤충 종 구성 변화는 장기적인 생태계 변화를 파악함에 있어 매우 중요한 인자이다(Rosenberg *et al.*

1986; Gullan and Cranston 2005). 은대리 물거미 서식지 및 일대의 곤충상을 살펴보는 것은 현재 대상환경을 직·간접적으로 파악 가능하다. 이에 따라 기존에 조사된 자료와 현재 생물군집 구조의 변화를 파악하여 물거미 서식지의 환경변화를 알아보는 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 경기도 연천군 전곡읍 은대리에서 곤충상을 파악하여 습성천이로 인한 물거미 서식처의 환경변화를 조사 및 분석하고, 그 결과를 바탕으로 종합적이고 지속 가능한 물거미 보존방안을 마련하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사지역과 조사시기

조사지역은 경기도 연천군 전곡읍 은대리 물거미 서식지에서(N: 38°04'20.80", E: 127°06'30.22") 수행하였으며, 선정된 각 조사구역을 물거미 서식지 보호를 위해 설치한 울타리를 기준으로 내부, 외부로 나누어서 조사를 진행하였다(Fig. 1). 물거미 서식지는 농로에 의해 독립된 형태인 3군데로 나뉘어 있으며, 생태축이 없는 고립된 생태계이다. 내부

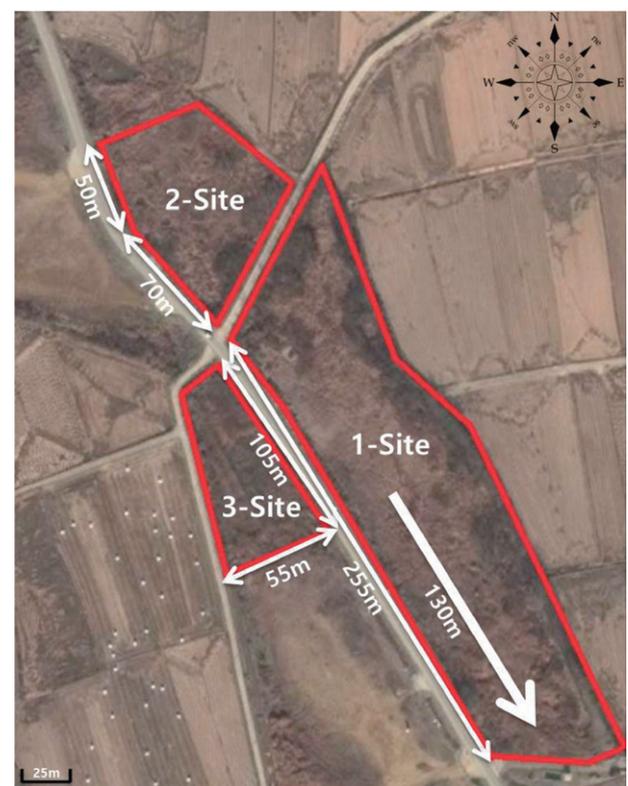


Fig. 1. Survey sites at the Eundae-ri wetlands area.

조사는 1포장(1-Site)만을 대상으로 하였는데, 그 이유는 2, 3포장(2, 3-Site)의 경우 1포장에 비해 수심이 너무 얇고 물의 거의 없어, 표본조사를 할 경우 보호되어야 할 물거미 개체군에 영향을 줄 가능성이 높아서 제외하였다. 각 조사구역의 길이는 1포장 내부조사의 경우 130 m, 1포장 외부조사의 경우 255 m, 2포장 외부조사의 경우 120 m, 3포장 외부조사의 경우 160 m이었다. 조사시기는 2015년 5월 14일, 2015년 7월 3일, 2015년 8월 17일, 2015년 9월 18일로 곤충상을 총 4회 조사하였다. 물거미 서식지의 기상환경을 이해하기 위해서는 현지에 무인기상관측기(AWS)를 설치하여 측정하는 것이 바람직하다. 그러나 여건상 조사년도의 월별 강수량은 기상청 연천 AWS 관측지점(N: 38°08'78.45", E: 127°06'57.97") 자료를 이용하고, 월별 평균기온의 기상자료는 동두천 기상관측소(N: 37°90'19.72", E: 127°06'12.64") 자료를 기상청 홈페이지를 통하여 도출하였다(KMA, 기상청). 물거미 서식지와 동두천 기상관측소의 직선거리는 약 15.8 km이며, 연천 AWS 관측지점의 직선거리는 약 4.9 km이었다.

2. 조사방법

곤충상 조사는 포충망을 이용한 쓸어잡기 방법과 Breeding case (SPL, 310074)를 이용한 육안조사 방법, 2가지로 실시하였다. 포충망(직경 50 cm)조사는 1포장 내부조사의 경우 10 m 간격(굵은 화살표), 1, 2, 3포장 외부조사의 경우 울타리지역 5 m 간격(가는 화살표)으로 포충망을 좌우 10회 휘둘러 실시하였다(Fig. 1). 육안조사는 3개 포장 중 1개 포장을 선택(1포장 내부)하여 선정된 조사지역(굵은 화살표)을 도보로 답사하면서 동정할 수 없는 종만 breeding case를 이용해 채집하여 실험실로 가져와 동정하였다. 육안조사로 동정 가능한 곤충들을 채집을 하지 않았고 실험 야장에 기록 및 사진촬영으로 자료를 수집하였으며 자세한 위치는 Fig. 1과 같다.

곤충의 종 분류는 국가생물종지식정보시스템(Nature 2014)을 이용하였고, 도감으로는 한국의 잠자리(Jung 2012), 한국의 밤 곤충도감(Baek 2012), 딱정벌레 도감(Son 2009), 노린재 도감(Ahn 2010) 등을 참고하였다.

3. 조사된 곤충상 군집분석

각 실험포장 당 채집된 곤충에 대하여 우점도 지수(dominance index; DI), 다양도 지수(diversity index; H'), 풍부도 지수(richness index; RI) 및 균등도 지수(evenness index; EI)를 계산하였다.

우점도 지수는(DI)는 비교 대상들 간의 우점 정도를 나타

내는 지표로, 지수는 0~1의 숫자로 표현된다. 1에 가깝게 클수록 군집 내 모든 개체수 중 몇 종의 개체수가 높다는 의미이며, 1인 경우 군집 내 종수나 개체수가 한 종으로 구성된다는 의미이다. 다음 Eq. 1의 우점도 지수(DI, McNaughton's dominance index) (McNaughton 1967)를 산출하였다.

$$DI = \frac{n_1 + n_2}{N} \quad (\text{Eq. 1})$$

여기서 n_1 는 가장 많은 개체가 채집된 종(우점종)의 개체수, n_2 는 두 번째로 많은 개체가 채집된 종(아우점종)의 개체수이고, N은 채집된 총 개체수이다(McNaughton 1967).

다양도 지수(H')는 한 군집 내에서 종과 개체수의 관계를 나타낸 것으로 종풍부도와 균등도를 동시에 나타내는 척도이며, 지수가 높을수록 군집 내의 다양도가 높다. Margalef (1958)의 Shannon-Wiener function (H')을 Llyod and Ghelardi (1964)가 변형한 Eq. 2를 이용하였다(Pielou 1969).

$$H' = \sum_{i=1}^s \left[\frac{n_i}{N} \ln \frac{N}{n_i} \right] \quad (\text{Eq. 2})$$

여기서 n_i 는 채집된 개체들 중 i 종의 개체수이고 N은 채집된 총 개체수이다(Pielou 1969).

풍부도 지수(RI)는 총 개체수와 총 종수를 사용하여 군집의 상태를 표현하는 지수로서 값이 높을수록 종 구성이 균형을 이루고 환경상태가 양호하다는 것을 의미한다. Margalef (1958)의 지수인 Eq. 3을 이용하였다.

$$RI = \frac{S - 1}{\ln(N)} \quad (\text{Eq. 3})$$

여기서 S는 채집된 전체 종수이고 N은 채집된 총 개체수이다(Margalef 1958).

균등도 지수(EI)는 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 지수로 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로 표현한다. 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대치, 즉 1이 된다. Pielou (1975)의 Eq. 4를 이용하였다.

$$EI = \frac{H'}{\ln S} \quad (\text{Eq. 4})$$

여기서 H'은 Eq. 2에 계산된 다양도 지수이며 S는 채집된 전체 종수이다(Pielou 1975).

결 과

1. 곤충 출현종 현황

은대리 물거미 서식지의 곤충상조사 결과 총 13목 99과

Table 1. The number of orders, families, species, and individuals surveyed at the Eundae-ri wetlands area using a sweeping-net method and visual survey

Sampling date	Methods	Sampling Site	Order	Family	Species	No. of individual
May 14	Sweeping net	Inside Site 1	6	15	22	89
		Outside edge of Site 1	8	23	25	86
		Outside edge of Site 2	5	12	15	38
		Outside edge of Site 3	6	14	17	59
	Visual survey	Inside Site 1	8	11	13	25
Total			11	50	79	297
Jul. 3	Sweeping net	Inside Site 1	4	13	14	66
		Outside edge of Site 1	9	52	103	602
		Outside edge of Site 2	6	15	25	308
		Outside edge of Site 3	8	24	40	678
	Visual survey	Inside Site 1	5	8	14	33
Total			9	63	156	1,687
Aug. 17	Sweeping net	Inside Site 1	8	23	26	465
		Outside edge of Site 1	5	14	16	60
		Outside edge of Site 2	7	16	19	54
		Outside edge of Site 3	5	18	23	112
	Visual survey	Inside Site 1	4	8	9	17
Total			9	39	70	708
Sep. 18	Sweeping net	Inside Site 1	5	20	21	204
		Outside edge of Site 1	3	11	11	366
		Outside edge of Site 2	4	8	9	141
		Outside edge of Site 3	5	20	23	509
	Visual survey	Inside Site 1	5	9	9	17
Total			9	41	54	1,237
Grand total			13	99	276	3,929

276종 3,929개체가 채집되었다(Table 1). 이를 각 표본추출 일별로 분류하면 5월 14일 총 11목 50과 79종 297개체, 7월 3일 총 9목 63과 153종 1,687개체, 8월 17일 총 9목 39과 70종 708개체, 9월 18일 총 5목 41과 54종 1,237개체가 조사되었다. 채집된 개체가 가장 많은 시기는 2차 조사시기인 7월 3일로 전체 채집 개체수(3,929)의 약 43%가 잡혔다. 이에 비해 1차(5월)와 3차(8월) 조사의 경우 매우 적은 개체수가 채집되었는데, 1차 조사에서는 포장 외부에서 일부분 조사지역을 조정하는 과정이었고, 3차 조사에서는 당해년도 연천군 지역의 강수량 부족으로 기인한 것으로 사료된다(Fig. 2). 채집된 개체들을 목별로 비교한 결과 노린재목에서 3,253개체가 채집되어 전체 종수의 24.2%, 개체수로 보았을 때 82.3%로 가장 많은 분류군으로 나타났다(Table 2). 다음으로 딱정벌레목 180개체, 파리목 131개체, 거미목 108개체 순으로 나타났다.

실험기간에 조사된 모든 곤충은 과거에 보고된 물거미의 생물 중에 관련된 문화재청의 종합학술보고를 참고(1999년, 2007년, 2010년)하여 과거 조사된 곤충상을 현재 조사된 곤충상과 비교하였으며, 부록에 따로 정리하였다(Appendix 1).

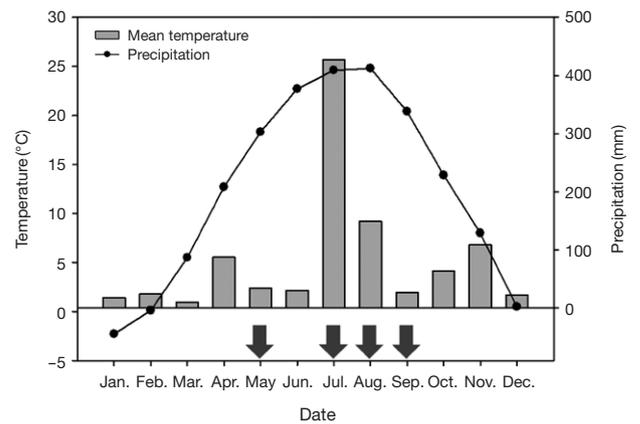


Fig. 2. Temperature and precipitation of the water spider habitat in Yeoncheon-gun, Korea*. The arrow is sampling date (*Dongducheon Station, Korea Meteorological Administration (KMA). Precipitation: Jan.-Dec. 2015 (Yeoncheon AWS, KMA)).

2. 곤충상 군집분석

은대리 물거미 서식지의 조사시기별에 따른 군집분석 결

Table 2. The number of insects representing each order and total number of insect species surveyed using a sweeping-net method and visual survey

Order	Methods	No. of family	No. of species	No. of individuals	% of species	% of individuals
Odonata	Sweeping net	3	8	28	3.2	0.7
	Visual survey	3	5	25	12.8	27.2
Orthoptera	Sweeping net	4	17	62	6.7	1.6
	Visual survey	5	10	20	25.6	21.7
Hemiptera	Sweeping net	20	63	3,240	24.9	84.4
	Visual survey	4	4	13	10.3	14.1
Architaenioglossa	Sweeping net					
	Visual survey	1	1	10	2.6	10.9
Lepidoptera	Sweeping net	4	6	6	2.4	0.2
	Visual survey	6	8	8	20.5	8.7
Coleoptera	Sweeping net	15	45	172	17.8	4.5
	Visual survey	3	5	8	12.8	8.7
Araneae	Sweeping net	10	18	106	7.1	2.8
	Visual survey	1	2	2	5.1	2.2
Mantodea	Sweeping net	1	2	5	0.8	0.1
	Visual survey	1	1	2	2.6	2.2
Diptera	Sweeping net	20	53	129	20.9	3.4
	Visual survey	1	1	2	2.6	2.2
Arhynchob-dellidae	Sweeping net					
	Visual survey	1	1	1	2.6	1.1
Hymenoptera	Sweeping net	12	40	87	15.8	2.3
	Visual survey					
Ixodida	Sweeping net	1	1	2	0.4	0.1
	Visual survey					
Neuroptera	Sweeping net					
	Visual survey	1	1	1	2.6	1.1
Total	Sweeping net	90	253	3,837	100%	100%
	Visual survey	26	39	92	100%	100%
	Grand total	99	276	3,929	100%	100%

Table 3. Community analyses of the insect species surveyed in the Eundae-ri wetlands area using both sampling methods

Indices	May 14	Jul. 3	Aug. 17	Sep. 18
DI dominance index	0.36	0.78	0.51	0.87
H' diversity index	3.11	1.65	2.50	0.92
EI evenness index	0.76	0.33	0.60	0.24
RI richness index	10.54	20.15	9.92	6.89

과는 Table 3에 정리하였다. 우점도 지수는 시기별로 다양하게 나타났고, 우점도 지수가 가장 낮았던 5월 14일(0.36)은 채집된 개체가 다른 조사일에 비해 적고, 다른 조사일에 비해서 다양한 종이 채집되었기 때문으로 사료된다. 우점도 지수가 다소 높았던 7월 3일(0.78), 9월 18일(0.87)은 특정 종 개체수가 다른 종에 비해 현저히 많이 채집되었기 때문이다.

다양도 지수의 경우 5월 14일(3.11)에서 4차 조사시기(0.92)까지 감소하는 형태였다. 이는 군집의 다양도가 시간이 경과할수록 떨어지는 결과로 앞서 우점도 지수와 비교해 보면 대체적으로 단일종이 많이 채집되었음을 알 수 있다.

균등도 지수는 전체적으로 낮게 나오고 있어, 조사시기별과 무관하게 한 종 개체군이 매우 많이 채집되었음을 나타낸다. 풍부도 지수는 각 조사시기별로 높은 값을 보였고, 2차 조사시기인 7월 3일에 20.15로 분석되었다. 이에 반해 우점도 지수는 0.78로 다소 높은 값을 나타내었는데, 이는 채집된 우점종(N_1)의 개체수가 많을수록 종의 수가 적은데, 본 연구의 경우 채집된 우점종이 월등히 많았으나 그에 비해 매우 다양한 종이 채집되었기 때문으로 생각된다.

고 찰

1. 곤충 출현종 현황

제1우점종인 노린재류는 육지생활인 육서군(Geocorisae)으로 알려져 있으며, 일부 노린재류가 수서생활인 진수서군(Hydrocorisae) 또는 반수서 생활인 반수서군(Amphibicorisae)으로 나누어진다(Daly *et al.* 1998). 이 중 진수서군과 반

수서곤은 물가 근처에 서식하는 곤충을 포식하는 육식성이며 물거미가 서식하는 지역인 물가 근처에서 생활을 같이한다. 일반적으로 습지의 곤충상의 경우 노린재목, 딱정벌레목, 잠자리목이 주로 채집되며 (Lee 2011; Ahn and Park 2012; Kim and Kim 2013), 본 연구의 경우에도 습지의 생태가 반영된 것으로 사료된다.

지구상에서 보고된 곤충 종에서는 딱정벌레목의 종수가 약 40%로서 가장 많은 종수를 차지한다 (Borror *et al.* 1989). 그러나 본 연구에서는 딱정벌레목 종의 비율이 18.1%로 노린재목 종의 비율 24.3%에 비해 낮았는데 이는 딱정벌레목의 일부가 지표면에서 활동하여 포충망 조사시 채집되기 어렵고, 일부는 수서곤충이며, 밤에 활동하는 습성이 있는 종이 조사에서 제외되었기 때문에 비교적 그 종수가 적게 채집된 것으로 사료된다. 파리목과 벌목은 포장 근처에 야생화의 화분과 꿀(nectar)을 소비하기 때문에 포충망 조사시 비교적 많은 종수가 잡힌 것으로 생각된다.

육안조사의 특성상 눈에 띄거나 직접 채집해야 하므로 곤충 크기가 큰 것 중심으로 채집되었다. 잠자리목의 개체수가 많이 채집된 것은 잠자리목 유충이 물거미의 먹이가 되므로, 물거미의 생태에 좋은 역할을 한다고 사료된다 (You and Yi 2009). 메뚜기목의 경우 주변 농경지의 영향으로 인해 채집되었고, 나비목의 경우 물거미 서식지의 갈대 및 야생화에 흡밀하기 위해 잠시 머무는 종들로 인해 채집된 것으로 판단된다. 수서 연체동물인 논우렁이가 발견되었는데, 이는 Park *et al.* (2001)의 벼 재배지에서 오리, 왕우렁이농법을 중심으로 친환경농업기술을 보고한 문헌에서, 논두렁이나 배수로의 관리 소홀로 인한 왕우렁이의 농경지 이탈은 주변의 생태계에 악영향을 미치며 동시에 엄청난 번식력으로 인해 농경지주변에 서식이 늘어나고 있다고 보고하였다. 따라서 연체동물인 논우렁이가 채집된 것은 물거미의 서식지를 일부 침범하게 되므로 그 수의 증감을 주의 깊게 볼 필요가 있다.

실험기간 동안 노린재목의 닳은썩부쟁이방패벌레 (*Galeatus affinis*)가 2,374개체로 총 채집된 3,929개체의 약 60%를 차지하였는데, 썩부쟁이방패벌레 (*Galeatus spinifrons*)와 같은 속으로 보며, 일반적으로 이들은 눈에 많이 발생하는 망초, 가막사리 등이 속한 국화와 잡초에서 서식한다고 알려져 있다 (NARIS; 국가자연사연구종합정보시스템). 이러한 결과는 은대리 물거미 서식지 근처 벼 농경지의 영향이 기인한 것으로 사료된다.

곤충상 비교 결과, 2015년에 조사된 우점종은 닳은썩부쟁이방패벌레 (*G. affinis*), 애무늬고리장님노린재 (*Apolygus spinolae*), 어리민반날개긴노린재 (*Dimorphopterus pallipes*), 버즘나무방패벌레 (*Corythucha ciliata*) 순이었다. 이 곤충종들을 과거에 조사된 곤충상 자료 (1999년, 2007년, 2010년)

와 비교하였는데, 제1우점종인 닳은썩부쟁이방패벌레, 제2우점종인 애무늬고리장님노린재, 제4우점종인 버즘나무방패벌레는 과거에 조사된 곤충상 자료에는 출현하지 않았고 2015년 조사시기에만 채집되었다. 제3우점종인 어리민반날개긴노린재는 1999년, 2007년, 2015년 곤충상 자료에 채집되었고 2010년 곤충상 자료에는 채집되지 않았다. 이는 과거에 발견되지 않았던 수목을 가해하는 곤충 (애무늬고리장님노린재, 버즘나무방패벌레)과 국화와 잡초 (썩, 국화)에 서식한다고 알려진 곤충 (닳은썩부쟁이방패벌레)이 다수 발견되어 육지화가 빠른 속도로 진행 중임을 알 수 있다 (NARIS; 국가자연사연구종합정보시스템; Ahn 2010). 그러나 습지식물인 줄이나 갈대에 주로 서식한다고 알려진 곤충인 어리민반날개긴노린재가 제2우점종으로 채집된 것은 완전히 습지의 기능을 상실하지 않고 일정 부분 유지중임을 알 수 있다 (Ahn 2010). 이상의 결과를 종합하였을 때, 습성천이로 인해 목본식물이 유입되어 습지의 기능이 서서히 상실되어 육지화가 진행되고 있으며 현재 물거미 서식처 보호를 위해 인공관수를 이용하여 습지를 보존하고 있으나, 인공관수의 범위 밖은 습지의 구실을 하지 못하고 천이가 계속 진행 중에 있어 지속적이고 종합적인 물거미 서식처 보호 방안 수립이 시급히 필요할 것으로 판단된다.

2. 곤충상 군집분석

도출된 다양도 지수를 우리나라 주남습지 지역의 육상 곤충상을 평가한 연구 (Ahn and Park 2012)와 비교해보면 주남습지의 다양도 지수는 2.48~4.56으로 보고하였고, 본 실험의 경우 0.92~3.25로 비교적 낮은 수준을 보였다. Kim and Kim (1998)은 농약 처리 및 비처리지역에서 논거미 군집을 비교하였는데, 농약의 처리 유무가 논거미 군집에 영향을 주며, 농약 처리지역에서 11과 22속 34종 673개체, 농약 비처리지역에서 17과 35속 51종 987개체가 채집되어 이 두 지역 간 종 구성의 특징은 처리구의 34종에 비해 비처리구가 51종으로 보다 다양한 종 분포와 많은 개체수가 조사되었다. 다만 군집분석 결과 우점도 지수, 다양도 지수, 균등도 지수들은 농약 처리지역과 농약 비처리지역에서 비슷한 결과를 보였다. 이러한 연구결과를 비추어 볼 때, 은대리 물거미 서식지 근처에는 주로 농경지로 이용되고 있고, 거미군집에 대한 농약의 악영향은 필수불가결한 상황이다. 따라서 은대리 물거미 서식지를 보호하기 위해서는 주변 논에서 농약의 사용을 제한하는 것이 필수이며, 만약 제한이 힘들다면, 보호구역 내로 농약 성분의 비산 등을 막을 수 있는 장치가 필요할 것으로 사료된다.

최근에 발표된 물거미의 생물 종에 연관된 문화재청의 종

합학술보고(2015)에서 은대리 물거미 서식지가 식물군락이 변화하고 있으며, 특히 목본류의 밀도 및 피도 증가에 의한 서식지 잠식, 목본류의 증산작용에 의한 서식지 내 수원 감소에 의한 건조화로 인해 서식지가 육지화로 가속되었다고 보고하였다. 특히 단풍잎돼지풀, 환삼덩굴, 개망초 등은 건조화된 서식지에서 밀도 및 피도 증가에 의하여 물거미 서식지가 잠식되고, 또한 물거미의 경쟁종, 천적의 출현 가능성을 야기함으로 서식지가 파괴되고 있다고 보고하였다. 본 연구결과에서는 수서곤충상 조사방법을 진행하지 않았지만 수서곤충(16종, 67개체)보다 육상곤충(276종, 3,862개체)이 더 많이 채집되어 목본류의 밀도 및 피도 증가로 인한 것으로 사료된다.

본 연구는 은대리 물거미 서식지의 곤충상을 육상곤충조사에 사용되는 방법인 포충망조사, 육안조사를 이용해 실시하였으며, 추후 물거미 서식지와 직접적인 연관이 있는 수서곤충상 조사에 이용되는 다른 조사방법(서버넷, 뜰채조사) 등을 추가해 조사한다면 은대리 물거미 서식지의 곤충상 변동 정도를 파악 가능하고, 이를 통해 구체적인 은대리 물거미 서식지 보호 방안을 수립하는 데 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

적 요

물거미(*Argyroneta aquatica*)는 전 세계적으로 한 종만 존재하는 희귀거미로 수중에서 살며, 국내 서식지인 경기도 연천군 은대리는 천연 기념물 서식지로 지정되어 있다. 그러나 은대리 습지대는 근래 들어 육지화 현상이 이루어져 서식지 손실이 나타나고 있다. 서식지 손실은 물거미 개체수에 직접적인 영향을 미치므로 물거미 보호 조치가 필요하다. 곤충은 생태계 기저에 위치하며, 대상환경의 특징을 직, 간접적으로 대변한다. 물거미 서식지 보호 방안 및 2015년 5월에서 9월 사이 물거미 서식지와 그 주변의 곤충상 조사를 쓸어잡기(sweeping)와 육안조사로 실시하였으며 조사한 곤충군을 군집분석하였다. 곤충상 조사 결과 총 13목 276종 3,929개체가 채집되었다. 가장 많이 채집된 곤충군은 노린재목으로 전체 채집종의 24.2%, 채집 개체의 82.3%를 차지했다. 채집된 전체 곤충상의 군집분석 결과, 우점도 지수는 0.23, 다양도 지수는 2.27, 균등도 지수는 0.41, 풍부도 지수는 31.2로 나타났다. 이전 조사 자료 결과와 비교하면, 가장 빈번하게 수집된 종이 육상곤충으로 바뀌었고, 이는 물거미의 습지 서식지가 육지 환경으로 빠르게 변화함을 보여주었다.

사 사

본 연구는 은대리 물거미 서식지 학술연구 및 기본설계 용역(과업명) 지원에 의해 이루어졌습니다.

REFERENCES

- Ahn SJ. 2010. Natural ecology of Korea: Hemiptera of Korea. Jayeongwa Sangtae, Seoul.
- Ahn SJ and CG Park. 2012. Terrestrial insect fauna of Junam wetlands area in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 51:111-129.
- Ahn SJ. 2013. Study on insect fauna and diversity of Junam wetland. Doctoral theses, Gyeongsang National University.
- Bae YJ, SI Jo, DH Hoang, HG Lee and KB Na. 2004. Biodiversity and community composition of benthic macroinvertebrates from Upo wetlands in Korea. Korean J. Environ. Ecol. 18:75-91.
- Baek MG. 2012. Lists of Korean Organisms 2: A pictorial book of Nocturnal Insects. Jayeongwa Sangtae, Seoul.
- Borror DJ, CA Triplehorn and NF Johnson. 1989. An introduction to the study of insects, 6th ed., Saunders College Publishing, Florida.
- Daly HV, JT Doyen and AH Purcell. 1998. Introduction to insect biology and diversity. Oxford Univ. Press.
- Gullan PK and PS Cranston. 2005. The insect: An outline of entomology. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.
- Gyengsang National University Office of Academy and Industry Collaboration. 2016. Academic research and basic design final report of water spider habitat in Eundae, Jeongok, Yeoncheon, Gyeonggi, Korea. Yeoncheon County Office.
- Jung GS. 2012. Lists of Korean organisms 1: Korean dragon flies. Jayeongwa Sangtae, Seoul.
- Jung SB, HS Jun, GS Yang, JG Go, JG Oh and WT Kim. 2008. Distribution characteristics of aquatic insects at wetlands in Mt. Halla. Korean J. Environ. Ecol. 22:40-41.
- Kim DE and JM Kim. 2013. Insect fauna of ungot wetland in Gochang, Jeonbuk, Korea, designated as a wetland protection area at Ramsar convention. J. Environ. Sci. Int. 22:1141-1152.
- Kim JP and SH Kim. 1998. Study of spider community in paddy fields treated and untreated with insecticides. Korean J. Environ. Biol. 16:411-420.
- Kim JP and DJ Lee. 2004. Ecological study to water spider (Araneae; Cybaeidae). Korean Arachnol. 20:117-130.
- Kim JP, KS Nam and JC Park. 2013. An observational analysis

- of Korean water spider's (*Argyroneta aquatica* Clerk, 1758) underwater ecological characteristics using CCTV. *Korean Arachnol.* 29:127–135.
- Lee DH, JW Hwang, SH Sung, CS Yoon and SW Cheong. 2009. A characteristic on community structure of benthic macroinvertebrates on the Shinbulsan wetland. *J. Environ. Sci.* 18:561–567.
- Lee MB, SY Lee, LS Kim and MH Cha. 2016. A Study on the ecological and geomorphological environment of the water spider (*Argyroneta aquatica*) habitat on the Jeongok lava plateau in Yeoncheon, Central Korea. *J. Korean Geomorph. Asso.* 4:85–99.
- Lee SW. 2011. A study on the community structure of terrestrial insects in Upo wetland. MSc dissertation, Changwon National University.
- Lloyd M and RJ Ghelardi. 1964. A table for calculating the 'Equitability' component of species diversity. *J. Anim. Ecol.* 33:217–225.
- Margalef DR. 1958. Information theory in ecology. *Int. J. Gen. Syst.* 3:36–71.
- McNaughton SJ. 1967. Relationship among functional properties of California grassland. *Nature* 216:168–169.
- Namkung J, ST Kim and HY Lim. 1996. On a water spider, *Argyroneta aquatica* (Clerck, 1758) from Korea, (Araneae: Argyronetidae). *Korean Arachnol.* 12:111–117.
- Nature. 2012. Insects illustrated book. Korea National Arboretum, Korea (<http://www.nature.go.kr>).
- Pielou EC. 1969. Shannon's formula as a measure of specific diversity, its use and misuse. *Am. Nat.* 100:463–465.
- Pielou EC. 1975. *Ecology diversity*. Wiley Publ., New York, USA.
- Rosenberg DM, HV Danks and DM Lehmkuhl. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environ. Manage.* 10:773–783.
- Selden PA. 2002. Missing links between *Argyroneta* and Cybaeidae revealed by fossil spiders. *J. Arachnol.* 30:189–200.
- Son SB. 2009. Road map of ecological research 10: A pocket pictorial book of beetles. Hwang So Geol Eum, Seoul.
- You YH, HB Yi. 2009. Vegetation characteristics, conservation and ecotourism strategies for water spider (*Argyroneta aquatica*) in small marsh, Korea Natural Monument. *J. Wetlands Res.* 11:99–106.

Received: 11 October 2017

Revised: 31 October 2017

Revision accepted: 1 November 2017

Appendix 1. No. of the individual (N.I), Newly added in 2015 collection (N.C)*

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
Phylum Mollusca	연체동물문					
Class Gastropoda	복족강					
Order Architaenioglossa	고설목					
Family Viviparidae	논우렁이과					
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	논우렁이		●	●	●	10
Phylum Annelida	환형동물문					
Class Hirudinea	거머리강					
Order Gnathobdellida	턱거머리목					
Family Hirudinidae	거머리과					
<i>Whitmania acranulata</i> *	갈색말거머리				●	1
<i>Whitmania edentula</i>	녹색말거머리			●		
Phylum Arthropoda	절지동물문					
Class Arachnida	거미강					
Order Araneida	거미목					
Family Agelenidae	가게거미과					
<i>Agelena limbata</i> *	들풀거미				●	3
Family Tetragnathidae	갈거미과					
<i>Nephila clavata</i>	무당갈거미	●	●			
<i>Metleucauge</i> sp	무늬왕거미속류	●	●			
<i>tetragnatha</i> sp	갈거미속류	●	●			
<i>Tetragnathidae</i> spp	갈거미류	●	●			
<i>Metleucauge yunohamensis</i> *	안경무늬시내거미				●	6
Family Thomisidae	게거미과					
<i>Diaea subdola</i>	각시꽃게거미	●				
<i>Misumenops</i> sp	각시꽃게거미류		●			
<i>Synaema takashimai</i> *	남궁게거미				●	6
<i>Xysticus</i> sp	참게거미류	●	●			
<i>Thomisidae</i> sp	게거미류	●	●			
<i>Thomisidae</i> sp1*	게거미과 sp1				●	10
Family Salticidae	깡충거미과					
<i>Salticidae</i> sp1	깡충거미 sp1	●	●		●	3
<i>Mendoza elongata</i> *	살갓깡충거미				●	2
<i>Mendoza pulchra</i> *	어리수검은깡충거미				●	1
<i>Marpissa magister</i>	수검은깡충거미	●				
<i>Marpissa</i> sp	왕깡충거미류	●	●			
Family Theridiidae	꼬마거미과					
<i>Theridion takayense</i>	넉점꼬마거미	●				
<i>Achaearanea tepidariorum</i>	말꼬마거미		●			
<i>Theridion sterninotatum</i> *	살별꼬마거미				●	29
<i>Achaearanea japonica</i> *	점박이꼬마거미				●	1
<i>Enoplognatha margarita</i> *	흰무늬꼬마거미				●	13
<i>Theridiidae</i> sp	꼬마거미류	●	●			
Family Lycosidae	늑대거미과					
<i>Pradosa</i> spp	긴마디늑대거미류	●				
<i>Lycosidae</i> spp	늑대거미류	●				
<i>Arctosa kwangreungensis</i> *	광릉늑대거미				●	4
<i>Arctosa ebicha</i> *	적갈늑대거미				●	8
Family Gnaphosidae	수리거미과					
<i>Drassodes</i> sp	수리거미류	●	●			
Family Oxyopidae	스라소니거미과					
<i>Oxyopes</i> spp	스라소니거미류	●				
Family Philodromidae	새우게거미과					
<i>Philodromus aureolus</i>	황금새우게거미		●			
<i>Philodromus subaureolus</i>	갈새우게거미	●	●		●	11
<i>Thanatus miniaceus</i> Simon	중국창거미		●			
<i>Philodromus davidi</i> *	집새우게거미				●	2
<i>Philodromus</i> spp	새우게거미과류	●	●			
Family pisauridae	닷거미과					
<i>Dolomedes sulfureus</i>	황닷거미		●			
<i>Dolomedes</i> spp	닷거미류	●	●			
Family Araneidae	왕거미과					

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
<i>Araneus cornutus</i>	기생왕거미	●				
<i>Neoscona adianta</i>	각시어리왕거미	●	●			
<i>Neoscona scylla</i>	지이어리왕거미	●	●			
<i>Cyclosa ictitybercykata</i>	여덟혹먼지거미	●				
<i>Araneus bruennichi</i>	긴호랑거미		●		●	4
<i>Araneus minuta</i>	꼬마호랑거미		●			
<i>Cyclosa</i> sp1	먼지거미류	●	●			
Araneidae sp1	왕거미류	●	●			
<i>Araneus ventricosus</i> *	산왕거미				●	1
Family Clubionidae	염낭거미과					
Clubionidae spp	염낭거미과		●			
Family Lycosidae	잎거미과					
<i>Dictyna arundinacea</i>	갈대잎거미	●				
<i>Dictyna</i> spp	잎거미속류	●	●			
Family Pholcidae	유령거미과					
<i>Pholcus phalangioides</i> *	집유령거미				●	1
Family Linyphiidae	접시거미과					
<i>Neriere nigripectoris</i> *	검정접시거미				●	1
<i>Neriere oidedicata</i> *	고무레접시거미				●	3
<i>Neriere limbatinella</i>	쌍줄접시거미		●			
<i>Gnathonarium dentatum</i>	황갈애접시거미	●				
Linyphiidae spp	접시거미류	●	●			
Order Ixodida	참진드기목					
Family Ixodidae	참진드기과					
<i>Haemaphysalis longicornis</i> *	작은소참진드기				●	2
Class Insecta	곤충강					
Order Lepidoptera	나비목					
Family Pieridae	네발나비과					
<i>Polygonia c-aureum</i>	네발나비		●			
<i>Limenitis homeyeri</i> *	제삼줄나비				●	1
Family Cossidae	굴벌레나방과					
<i>Zeuzera multistrigata</i>	알락굴벌레나방		●			
Family Pyralidae	명나방과					
Puralidae sp.	명나방류	●				
Pyralidae sp1*	명나방과 sp1				●	1
<i>Oncocera semirubella</i> *	앞붉은명나방				●	1
<i>Scoparia isochroalis</i> *	애기산명나방				●	1
<i>Paratalanta ussuriaris</i> *	우수리들명나방				●	1
<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> *	흑명나방				●	1
Family Noctuidae	밤나방과					
<i>Helicoverpa assulta</i> *	담배나방				●	1
<i>Ercheia niveostrigata</i> *	청백무늬밤나방				●	1
Family Lycaenidae	부전나비과					
<i>Cupido argiades</i>	암떡부전나비		●		●	1
<i>Celastrina argiolus</i> *	푸른부전나비				●	1
Family Ctenuchidae	애기나방과					
<i>Amata germana</i> *	노랑애기나방				●	1
Family Geometridae	자나방과					
<i>Timandra apicirosea</i> *	넓은홍띠애기자나방				●	1
Family Pieridae	흰나비과					
<i>Leptidea amurensis</i> *	기생나비				●	1
<i>Pieris rapae</i>	배추흰나비		●		●	1
Order Hemiptera	노린재목					
Family Cercopidae	거품벌레과					
<i>Aphrophora straminea</i> *	만주거품벌레				●	1
<i>Lepyronia coleoptrata</i>	광대거품벌레	●	●			
Family Scutelleridae	광대노린재과					
<i>Eurygaster sinica</i> *	도토리노린재				●	1
Family Derbidae	긴날개멸구과					
<i>Diostrombus politus</i> *	주홍긴날개멸구				●	1
Family Lygaeidae	긴노린재과					

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
<i>Lygaeidae</i> sp1*	긴노린재과 sp1				●	11
<i>Stigmatonotum rufipes</i> *	꼬마긴노린재				●	1
<i>Pachygrontha antennata</i>	더듬이긴노린재	●	●		●	9
<i>Ninomimus flavipes</i>	머리폭긴노린재	●	●		●	3
<i>Nysius plebeius</i>	애긴노린재	●	●		●	7
<i>Dimorphopterus pallipes</i>	어리민반날개긴노린재	●	●		●	118
<i>Panaorus csikii</i> *	어리흰무늬긴노린재				●	7
<i>Panaorus albomaculatus</i> (Scott)*	흰무늬긴노린재				●	3
Family Psyllidae	나무이과					
<i>Anomoneura mori</i> *	뿔나무이				●	2
Family Pentatomidae	노린재과					
<i>Aelia fieberi</i> *	메추리노린재				●	5
<i>Dolycoris baccarum</i>	알락수염노린재	●	●		●	1
Family Orthzeiidae	도롱이까지벌레과					
<i>Orthezia urticae</i> *	극동도롱이까지벌레				●	1
Family Cicadellidae	매미충과					
<i>Metalimnus steini</i> *	광대매미충				●	4
<i>Bothrogonia japonica</i> *	끝검은말매미충				●	1
<i>Alobaldia tobae</i> (Matsumura)*	남방매미충				●	29
<i>Hecalus lineatus</i>	노랑줄주걱매미충	●	●		●	2
<i>Futasujinus candidus</i> *	두줄박이매미충				●	3
<i>Cicadella viridis</i> *	말매미충	●	●		●	57
<i>Cicadellidae</i> sp1*	매미충과 sp1				●	2
<i>Hishimonus sellatus</i> *	모무늬매미충				●	1
<i>Batracomorphus mundus</i> *	상제머리매미충				●	9
<i>Amimenus mojiensis</i> *	소백알락매미충				●	1
<i>Handianus limbifer</i> *	앞흰넓적매미충				●	2
<i>Aconurella koreacola</i> *	어리고려매미충				●	1
<i>Hecalus piasinus</i>	주걱매미충		●			
<i>Edwardsiana rosae</i> *	장미애매미충				●	3
<i>Doratulina randis</i> *	큰앞뿔족매미충				●	5
<i>Scaphoideus festivus</i> *	흰점박이황나매미충				●	1
Family Delphacidae	멸구과					
<i>Laodelphax striatellus</i> *	애멸구				●	6
<i>Unkonodes sapporona</i>	운계멸구	●	●			
<i>Sogatella furcifera</i>	흰등멸구	●	●			
<i>Saccharosydne procerus</i> *	풀멸구				●	55
<i>Corbulo koreacola</i> *	한국멸구				●	3
Family Belostomatidae	물장군과					
<i>Involvulus cupreus</i> *	물자라				●	1
Family Tingitidae	방패벌레과					
<i>Galeatus affinis</i> *	닭은속부쟁이방패벌레				●	2,374
<i>Corythucha ciliata</i> *	버즘나무방패벌레				●	70
Family Dictyopharidae	상투벌레과					
<i>Dictyophara patruelis</i>	상투벌레	●	●		●	4
Family Berytidae	실노린재과					
<i>Berytus clavipes</i> *	실노린재				●	3
Family Nabidae	췌기노린재과					
<i>Nabis stenoferus</i> Hsiao	긴날개췌기노린재	●	●			
Family Rhopalidae	잡초노린재과					
<i>Rhopalus maculatus</i>	붉은잡초노린재	●	●		●	4
<i>Rhopalus sapporensis</i> *	삿포로잡초노린재				●	5
<i>Rhopalus (Rhopalus) parumpunctatus</i> Schilling*	잡초노린재				●	3
<i>Stictopleurus punctatonevrosus</i> *	점흑다리잡초노린재				●	22
<i>Stictopleurus crassicornis</i>	흑다리잡초노린재	●	●		●	7
Family Miridae	장님노린재과					
<i>Philostephanus glaber</i> *	고운고리장님노린재				●	1
<i>Adelphocoris tenebrosus</i> *	닭은변색장님노린재				●	1
<i>Bothynotus pilosus</i> *	멋무늬장님노린재				●	6
<i>Deraeocoris sibiricus</i> *	밀감무늬검정장님노린재				●	1
<i>Adelphocoris suturalis</i> *	변색장님노린재				●	13

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
<i>Calocoris opacipennis</i> *	산장님노린재				●	2
<i>Apolygus spinolae</i> *	애무늬고리장님노린재				●	222
<i>Apolygus lucorum</i> *	초록장님노린재				●	3
Family Cixiidae	장삼벌레과					
<i>Kuvera flaviceps</i> *	죽은깨장삼벌레				●	50
Cixiidae sp1*	장삼벌레 sp1				●	5
Cixiidae sp2*	장삼벌레 sp2				●	2
<i>Reptalus quadricinctus</i> *	네줄박이장삼벌레				●	5
<i>Pentastiridius apicalis</i>	장삼벌레	●	●		●	5
Family Achilidae	좀머리멸구과					
<i>Akotropis fumata</i> *	좀머리멸구				●	4
Family Urostylididae	참나무노린재과					
Urostylididae sp1*	참나무노린재 sp1				●	1
Family Reduviidae	참노린재과					
<i>Ectrychotes andreae</i> *	우단침노린재				●	1
Family Ricaniidae	큰날개매미충과					
Ricaniidae sp1*	큰날개매미충 sp1				●	1
<i>Ricania taeniata</i>	남쪽날개매미충	●	●		●	80
Family Coreidae	허리노린재과					
<i>Homoeocerus dilatatus</i> *	넓적배허리노린재				●	1
<i>Cletus schmidti</i>	우리가시허리노린재	●	●		●	1
<i>Coreus marginatus orientalis</i>	북방허리노린재	●	●			
<i>Riptortus clavatus</i> *	톱다리개미허리노린재				●	3
Order Coleoptera	딱정벌레목					
Family Attelabidae	거위벌레과					
<i>Involvulus cupreus</i> *	털거위벌레				●	2
Family Mordellidae	꽃벼룩과					
<i>Mordella aculeata</i> *	꽃벼룩				●	10
Family Carabidae	딱정벌레과					
<i>Anisodactylus signatus</i> *	먼지벌레				●	3
Family Aphodiidae	똥뽕땡이과					
<i>Aphodius rectus</i> *	똥뽕땡이				●	1
Family Coccinellidae	무당벌레과					
<i>Propylea japonica</i>	꼬마납생이무당벌레	●	●		●	6
<i>Aiolocaria hexaspilota</i> *	납생이무당벌레				●	2
<i>Harmonia axyridis</i> *	무당벌레				●	1
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus	칠성무당벌레	●	●			
Family Hydrophilidae	물똥땡이과					
<i>Hydrophilus acuminatus</i> *	물똥땡이				●	1
<i>Amphiops mater</i> *	알물똥땡이				●	1
Family Gyrinidae	물땡이과					
<i>Gyrinus japonicus</i> *	물땡이				●	1
Family Curculionidae	바구미과					
<i>Rhynchaenus sanguinipes</i> *	느티나무벼룩바구미				●	1
<i>Cyphicerinus tessellatus</i> *	몽뚝바구미				●	2
<i>Eugnathus distinctus</i> *	쌍무늬바구미				●	3
<i>Larinus latissimus</i> *	우렁바구미				●	1
Family Staphylinidae	반날개과					
Staphylinidae sp1*	반날개과 sp1				●	3
<i>Paederus fuscipes</i> *	청딱지개미반날개				●	1
Family Cantharidae	병대벌레과					
<i>Cantharis soeulensis</i> *	서울병대벌레				●	1
Family Silphidae	송장벌레과					
<i>Necrodes nigricornis</i> *	수중다리송장벌레				●	5
Family Helodidae	알꽃벼룩과					
<i>Scirtes japonicus</i> *	알꽃벼룩				●	1
Helodes KUa	알꽃벼룩 KUa	●				
Family Chrysomelidae	잎벌레과					
<i>Psylliodes punctifrons</i> *	검정배줄벼룩잎벌레				●	7
<i>Demotina modesta</i> *	경기잎벌레				●	8
<i>Colasposoma dauricum</i> *	고구마잎벌레				●	2

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
<i>Cryptocephalus flavoscutellaris</i> *	닭은꼬마통잎벌레				●	1
<i>Altica Fragariae</i> *	딸기벼룩잎벌레				●	1
<i>Galerucella griseascens</i> *	딸기잎벌레				●	1
<i>Lema concinnipennis</i> *	배노랑긴가슴잎벌레				●	3
<i>Plagioderma versicolora</i> *	버들꼬마잎벌레				●	1
<i>Chrysomela vigintipunctata</i> *	버들잎벌레				●	1
<i>Chrysolina aeruginosa</i> *	복방잎벌레				●	2
<i>Chrysomela populi</i> *	사시나무잎벌레				●	1
<i>Crepidodera pluta</i> *	알통다리잎벌레				●	1
<i>Monolepta shirozui</i> *	어리밭톱잎벌레				●	2
<i>Agelastica coerulea</i> *	오리나무잎벌레				●	2
<i>Phyllotreta striolata</i> *	벼룩잎벌레				●	1
Chrysomelidae sp1*	잎벌레 sp1				●	2
Chrysomelidae sp2*	잎벌레 sp2				●	1
Chrysomelidae sp3*	잎벌레 sp3				●	2
<i>Lema diversa</i> *	적갈색긴가슴잎벌레				●	2
<i>Nonarthra cyanea</i> *	점날개잎벌레				●	2
<i>Phaedon brassicae</i> *	좁은가슴잎벌레				●	7
<i>Linaeidea adamsi</i> *	참금록색잎벌레				●	1
<i>Chrysolina virgata</i> *	청줄보라잎벌레				●	7
Family Bruchidae						
<i>Callosobruchus chinensis</i>	팥바구미	콩바구미과	●	●	●	1
Family Scarabaeidae						
<i>Blitopertha conspurcata</i> *	어깨무늬풍뎡이	풍뎡이과			●	67
<i>Popillia flavosellata</i> *	참콩풍뎡이				●	1
Family Cerambycidae						
<i>Agapanthia pilicornis</i> *	남색초원하늘소	하늘소과			●	3
<i>Dinoptera minuta</i> *	남풀색하늘소				●	2
<i>Coreocalamobius parantennatus</i> *	작은초원하늘소				●	2
Order Orthoptera						
Family Acrididae		메뚜기목 메뚜기과				
<i>Trilophidia annulata</i> *	두꺼비메뚜기				●	1
<i>Shirakiacris shirakii</i>	등검은메뚜기			●	●	7
<i>Gonista bicolor</i> *	딱따기				●	11
<i>Anapodisma miramae</i> *	밀들이메뚜기				●	1
<i>Acrida cinerea</i> *	방아깨비				●	1
<i>Oxya chinensis sinuosa</i>	벼메뚜기		●	●	●	21
<i>Mecostethus parapleurus</i> *	벼메뚜기붙이				●	1
<i>Mongolotettix japonicus</i> *	삼사리				●	7
<i>Chorthippus brunneus</i> *	애메뚜기				●	1
<i>Oedaleus infernalis</i> *	팔중이				●	1
Family Tettigidae		모메뚜기과				
<i>Euparattix insularis</i> *	장삼모메뚜기				●	3
Family Pyrgomorphidae		섬서구메뚜기과				
<i>Atractomorpha lata</i>	섬서구메뚜기		●	●	●	7
Family Tettigoniidae		여치과				
<i>Conocophalus esemptus</i>	긴꼬리썩썩기			●	●	10
<i>Ruspolia jezoensis</i>	애매부리		●	●		
<i>Ruspolia lineosa</i> *	매부리				●	1
<i>Phaneroptera falcata</i>	실베짱이		●	●	●	1
<i>Conocephalus chinensis</i> *	썩썩기				●	2
<i>Gampsocleis sedakovii</i> *	여치				●	1
Tettigoniidae sp1*	여치과 sp1				●	1
<i>Ducetia japonica</i> *	줄베짱이				●	1
<i>Tettigonia ussuriiana</i> *	중베짱이				●	2
<i>Chizuella bonneti</i> *	진날개여치				●	1
Order Hymenoptera						
Family Megachilidae		벌목 가위벌과				
<i>Megachile remota</i> *	극동가위벌				●	1
Family Formicidae		개미과				
Formicidae sp1*	개미과 sp1				●	2

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
<i>Ischnura asiatica</i>	아시아실잠자리	●			●	2
<i>Cericion calamorum</i>	등검은실잠자리	●				
<i>Cericion Hieroglyphicum</i>	등줄실잠자리	●				
Family Libellulidae						
	잠자리과					
<i>Pantala flavescens</i> *	된장잠자리				●	14
<i>Sympetrum eroticum</i> *	두줄점박이줄잠자리				●	1
<i>Orthetrum albistylum</i> *	밀잠자리				●	1
<i>Lyriothemis pachygastra</i> *	배치레잠자리				●	11
<i>Crocothemis servilia</i>	고추잠자리	●	●	●	●	1
<i>Orthetrum lineostigma</i>	홀쪽밀잠자리	●				
<i>Orthetrum triangulare</i>	큰밀잠자리	●				
<i>Sympetrum uniforme</i>	진노란잠자리	●		●		
<i>Sympetrum infuscatum</i>	깃동잠자리		●			
<i>Sympetrum frequens</i>	고추줄잠자리	●				
Family Corduliidae						
	청동잠자리과					
<i>Epitheca marginata</i> *	언저리잠자리				●	2
Family Aeshnidae						
	왕잠자리과					
<i>Anax parthenope</i>	왕잠자리	●	●	●		
<i>Aeshna nigroflava</i>	큰별박이왕잠자리	●				
Order Diptera						
Family Tipulidae						
	각다귀과					
<i>Eriocera lygropis</i> Alexander*	검정날개각다귀				●	1
<i>Tipula taikun</i> *	줄각다귀				●	1
Family Calliphoridae						
	검정파리과					
<i>Calliphora vomitoria</i> *	검정파리				●	5
Calliphoridae sp1*	검정파리 sp1				●	1
Calliphoridae sp2*	검정파리 sp2				●	1
Calliphoridae sp3*	검정파리 sp3				●	1
Calliphoridae sp4*	검정파리 sp4				●	2
<i>Aldrichina grahami</i> *	털검정파리				●	3
<i>Lucillia caesar</i> *	금파리				●	2
<i>Calliphora lata</i> *	큰검정파리				●	1
<i>Lucilia ampullacea</i> *	푸른등금파리				●	4
Family Agermyzidae						
	굴파리과					
<i>Agromyza albipennis</i> *	보리굴파리				●	2
Family Tachinidae						
	기생파리과					
<i>Hermya beelzebub</i> *	검정수염기생파리				●	1
Tachinidae sp1*	기생파리 sp1				●	1
<i>Metadrinomyia xanthokolos</i> *	노랑다리띠기생파리				●	1
<i>Cylindromyia brassicaria</i> *	표주박기생파리				●	4
Family Chironomidae						
	깔따구과					
<i>Chironomus plumosus</i> *	깔따구				●	18
Tanupdinae sp.	늪깔따구류	●				
Chironomidae sp.1	깔따구 sp1		●	●		
Chironomidae sp.2	깔따구 sp2		●			
Chironomidae sp.4	깔따구 sp4	●				
Chironomidae sp.5	깔따구 sp5	●				
Chironomidae sp.6	깔따구 sp6	●		●		
<i>Chironomus flaviplumus</i> *	노랑털깔따구				●	1
Family Sepsidae						
	꼭지파리과					
<i>Sepsis indica</i> *	노랑꼭지파리				●	1
Family Syrphidae						
	꽃등에과					
<i>Betasyrphus serarius</i> *	검정넓적꽃등에				●	1
<i>Paragus haemorrhous</i> *	고려꽃등에				●	19
<i>Melanostoma scalare</i> Fabricius	광꽃등에	●	●			
<i>Sphaerophoria menthastri</i>	꼬마꽃등에	●	●		●	3
<i>Episyrphus balteatus</i>	꽃등에	●	●		●	1
Syrphidae sp1*	꽃등에과 sp1				●	1
<i>Eristalis arbustorum</i> *	덩굴꽃등에				●	1
<i>Metasyrphus nitens</i> *	물결넓적꽃등에				●	1
<i>Eristalis cerealis</i> *	배짙은꽃등에				●	3

Appendix 1. Continued

Scientific name	Korean name	Previous study			This study	N.I 2015
		1999	2007	2010	2015	
<i>Syrirta pipiens</i> *	알통다리꽃등에				●	1
<i>Cheilosia bombiformis</i> *	애꽃벌붙이벌꽃등에				●	1
<i>Episyrphus balteata</i> *	호리꽃등에				●	1
Family Anthomyiidae	꽃파리과					
<i>Anthomyia illocata</i> *	검정띠꽃파리				●	3
<i>Pegoplata palposa</i> *	넓적꽃파리				●	1
<i>Metadrinomyia xanthokolos</i> *	노랑다리무늬꽃파리				●	2
<i>Botanophila lobata</i> *	짧은뒷창꽃파리				●	1
Family Tephritidae	과실파리과					
<i>Campiglossa hirayamae</i> *	국화과실파리				●	1
<i>Campiglossa sada</i> *	산알락좁과실파리				●	1
Family Chloropidae	노랑굴파리과					
<i>Chlorops oryzae</i> *	벼노랑굴파리				●	3
Family Stratiomyidae	등에등에과					
<i>Microchrysa flaviventris</i> *	꼬마등에등에				●	3
<i>Ptecticus tenebrifer</i> *	등에등에				●	1
Family Sciomyzidae	들파리과					
<i>Sepedon aenescens</i> *	뿔들파리				●	1
Family Tabanidae	등에과					
<i>Tabanus mandrinus</i> *	재등에				●	3
<i>Atylotus horvathi</i> *	황등에붙이				●	2
Family Culicidae	모기과					
<i>Culex pipiens pallens</i> *	빨간집모기				●	1
Culicidae sp.	모기류	●		●		
Family Sarcophagidae	쉬파리과					
<i>Helicophagella melanura</i> *	검정볼기쉬파리				●	2
Family Platystomatidae	알락파리과					
<i>Rivellia nigroapicalis</i> *	끝검정콩알락파리				●	3
<i>Rivellia apicalis</i> *	민무늬콩알락파리				●	1
Family Dolichopodidae	장다리파리과					
<i>Dolichopus nitidus</i> *	장다리파리				●	4
Family Muscidae	집파리과					
<i>Orthellia coerulea</i> *	꼬마연두꽃파리				●	2
<i>Chrysops vanderwulpi</i> *	집파리				●	3
Family Lauxaniidae	큰날개파리과					
<i>Minettia longipennis</i> *	검정큰날개파리				●	4
<i>Homoneura euaesta</i> *	꼬마큰날개파리				●	1
Family Bibionidae	털파리과					
<i>Biblio tenebrosus</i> *	검털파리				●	3
Order Neuroptera	풀잠자리목					
Family Chrysopidae	풀잠자리과					
<i>Cunctochrysa albolineata</i> *	흰띠풀잠자리				●	1
Order Ephemeroptera	하루살이목					
Family Ameletidae	피라미하루살이과					
<i>Ameletus montanus</i> Imanishi	멧피라미하루살이		●	●		
Family Baetidae	꼬마하루살이과					
<i>Cloen dipterum</i>	두날개하루살이	●		●		
Family Neophemeridae	방패하루살이과					
<i>Potamanthellus chinensis</i>	방패하루살이	●				

*Newly collected species in 2015.