



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



碩士學位論文

한라산에서 딱정벌레목 곤충의
시공간적 분포특성

Spatial and Temporal Distribution of Coleopteran Insects
in Halla Mountain, Jeju

濟州大學校 大學院

農學科

李 泳 燾

2012年 2月



한라산에서 딱정벌레목 곤충의 시공간적 분포특성

指導教授 金 桐 淳

李 泳 燾

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2011年 12月

李泳燾의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ (印)

委 員 _____ (印)

委 員 _____ (印)

濟州大學校 大學院

2011年 12月

목 차

List of Table	i
List of Figures	ii
ABSTRACT	iv
I. 서론	1
II. 연구사	4
III. 재료 및 방법	7
1. 조사지 개황	7
2. 조사일정	8
3. 조사방법	9
4. 동정	10
5. 군집분석	11
6. 조사지기상	12
IV. 결과 및 고찰	14
1. 조사 지역의 기상 특성	14
2. 전체 분류군 및 종 조성	16
3. 고도별 우점종의 월별 분포특성	20
4. 사면별 분포특성	23
5. 고도별 분포특성	24
1) 성판악과 어리목 구간의 고도별 분포 특성	24
2) 성판악과 어리목 지역의 고도에 따른 유인체별 분포 특성	31
3) 과별 주요종의 고도별 분포 특성	33
6. 월별 분포특성	36
1) 과별 분포특성	36
2) 주요종의 월별 분포특성	38

7. 임상별 분포특성 43

8. 유인제별 분포특성 49

9. 군집분석 51

 1) 고도별 분석 51

 2) 월별 분석 54

 3) 임상별 분석 55

 4) 사면별 분석 55

V. 적요 57

인용문헌 59

LIST OF TABLES

Table 1. The coordinates of sampling sites in Halla mountain, Jeju.	9
Table 2. Weather data during study period in Halla mountain, 2010. ...	13
Table 3. The number of species and individuals of Coleoptera collected in the studied area.	16
Table 4. Species composition of Coleopteran insects according to family.	19
Table 5. The number of species and individuals of Coleoptera collected in Eastern(Seongpanak) and Western slope(Eorimok) area.	24
Table 6. Species distribution according to forest types of deciduous forest, shrubbery, alpine pastures, <i>Abies koreana</i> forest and rock land in halla mountain.	45
Table 7. Comparison of species and individuals collected according to bait types of animal and vegetable food in Halla mountain.	50
Table 8. Dominance index, species diversity index, evenness index and species richness index at different altitudes according to slopes in Halla mountain.	53
Table 9. Monthly variations in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index in different months according to slopes in Halla mountain.	54
Table 10. Variations in dominance index, species diversity index, evenness index and species richness index according to different forest types in Halla mountain.	55
Table 11. Variation in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index according to slopes in Halla mountain.	56

LIST OF FIGURES

Fig. 1. The map for sampling sites of the Coleopteran insects.	8
Fig. 2. Changes of monthly weather variable(temperature, precipitation and rainfall) in Halla mountain, 2010.	15
Fig. 3. Spatial and temporal distribution of dominant species of Coleoptera in Halla mountain.	22
Fig. 4. Total numbers of family, species and individuals at different altitudes in Halla mountain.	30
Fig. 5. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different altitudes according to bait types in Eastern slope(Seongpanak) in Halla mountain.	32
Fig. 6. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different altitudes according to bait types in Western slope(Eorimok) in Halla mountain.	32
Fig. 7. Total number of Coleopteran species belong to Carabidae at different altitudes in Halla mountain.	34
Fig. 8. Total number of Coleopteran species belong to Harpalidae at different altitudes in Halla mountain.	35
Fig. 9. Total number of Coleopteran species belong to Silphidae at different altitudes in Halla mountain.	36
Fig. 10. Monthly variation of the total number of family, species and individuals in Halla mountain.	38
Fig. 11. Monthly variations in number of major species of Coleoptera according to slopes in Halla mountain.	42
Fig. 12. Variation in the numbers of species and individuals of Coleopteran insects according to forest types of deciduous forest, shrubbery, alpine pastures, <i>Abies koreana</i> forest and rock land in	

Halla mountain. 43

Fig. 13. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different forest types according to bait types eastern slope(Seongpanak) in Halla mountain. 48

Fig. 14. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different forest types according to bait types in western slope(Eorimok) in Halla mountain. 48

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the spatial and temporal distribution patterns of ground beetles(Coleoptera) in relation to altitudes and forest types in Halla mountain, Jeju. Coleopteran insects were surveyed using a pitfall trap four times per month from May to October, 2010 at different altitudes with 100m vertical intervals in each slope of Eastern(Seongpanak route, 800 - 1,950m) and Western(Eorimok route, 1,000 - 1,900m) in Halla mountain. Total 14,405 beetles of 72 species belong to 17 families were collected, and the results were as followings.

The numbers of species collected were 14 species(19.4%) in Harpalidae, and Carabidae was second at 8 species(11.1%), followed by Silphidae with 9 species(12.5%) and other families were 41 species(56.9%). The most frequent species was *Synuchus nitidus*(62.04%), the next species was *Pterostichus raptor*(6.38%), and the third species was *Carabus sternbergi sternbergi* (5.34%), showing these 3 species account for 73.76% of total beetles collected.

According to the slopes of Halla mountain, the dominant ranks in families were as Harpalidae > Silphidae > Carabida in eastern slope and Harpalidae > Carabidae > Silphidae in western slope. In forest types, the largest number of beetles were collected in deciduous forest, and the smallest number of beetles were found in *abies koreana* forest. Beetle abundances by altitudes were highest at 1,000m and lowest at 1,950m. In temporal distribution of Coleoptera collected, 4,575, 4,065 and 3,076 beetles were found in order of abundance in October, September, and June, respectively; with lowest numbers in May. Also, the number of beetles decreased during rainy season of July and August, while *Damaster jankowskii jankowskii* increased during the same period.

The frequency of appearance of Coleopteran species was highly variable: *Scambocarabus kruberi hallasanensis* was appeared on the top area, and

Hemicarabus tuberculosus was frequently found appeared in deciduous forest in august and september. *Nicrophorus quadripunctatus* was collected in humid deciduous forest, while *Silpha perforata perforata* was in sunny alpine area. *Synuchus nitidus* showed a increasing trend in deciduous forest in september and October.

Species diversity index(H' : Shannon-Wiener function) showed variable change according to environmental conditions. In different altitudes, the highest H' of 2.46 was occurred at 1,800m, while the lowest H' of 0.56 at 800m. According to forest types, alpine pastures area showed the highest H' of 2.35, but H' was lowest in deciduous forest areas as 1.41. The species diversity indices in Eorimok and Seongpanak slope were 1.75 and 1.57, respectively. The monthly variation of species diversity indices showed the highest value(2.44) in July, and the lowest value(0.68) in October.

Consequently, the species composition and abundance of Coleopteran insects were largely influenced by environmental factors such as habitat variation of slope, altitude, forest types and seasons, and these factors affected the distribution patterns of Coleopteran insects in Halla mountain. The results of present studies with emphasis on the spatial and temporal distribution of Coleopteran insects in Halla mountain should provide an useful direction in the future to establish the strategies of mountain conservation and long-term researches under changing environment with climatic changing.

I. 서 론

지구상에 곤충이 등장한 시기는 지금부터 4억 년 전 고생대의 데본기(Deronian period)로써 지금까지 여러 가지 형태로 변화하고 진화하며 번창해 왔다. 현재 존재하고 있는 동물 중에서 3/4 정도를 차지하는 곤충류는 자연생태계의 구성원으로써 최대의 양적으로 증가하여 왔다. 그 수는 정확하게 알 수는 없지만 약 100~120만 여종에 이르는 것으로 추정하며, 대개 1년에 1,000여종이 발견되나 이러한 발견에도 불구하고 발견되지 않은 종이 발견된 종보다 훨씬 많을 것으로 추정하고 있다(Andrews, 1923).

곤충류는 높은 종 다양성을 가지는 생물군으로 최근 종 보전에 대한 관심이 고조되면서 곤충에 대한 연구의 필요성 또한 증가하고 있다. 우리나라에서도 이러한 연구의 중요성을 인식하여 딱정벌레목 중 보행에만 의존하는 종들의 형태적 성질을 이용하여 고도, 식생 등 환경변화에 대한 종 다양도 및 풍부도 분석, 계절에 따른 개체군 변동 그리고 지역적인 발생과 변화 등에 관한 연구가 수행되고 있다(Park et al., 1997; Park et al., 2003; Jeong et al., 2005; Yeon et al., 2005; Yang et al., 2006; Jeong et al., 2011; Lee, 2011; Oh et al., 2011).

딱정벌레류 곤충들은 구북구 지역을 중심으로 전 세계에 분포하며 지구상의 곤충류 중에서 가장 흔하고 거대한 목(Order)으로 알려져 있다. 국내에 105과 3,333종이 기록되어 있으며(Lee et al., 2005), 이는 국내 곤충강의 약 1/4를 차지하는 가장 큰 분류군이다. 이러한 곤충들은 돌 밑, 낙엽, 썩은 고목 등에서 주로 발견되고 야행성이 강한 곤충이며(Kwon & Lee, 1984), 이들은 식물의 조직을 섭식하는 해충, 동물의 사체와 분뇨를 처리하는 분해자, 그리고 다른 곤충강과 절지동물을 잡아먹는 포식자이며, 또한 거의 모든 서식지의 다양한 자원을 식량 자원으로 이용한다(Evans & Bellamy, 1996).

딱정벌레류의 대부분 곤충들은 서식지 변화(Thiele, 1977; Ings & Hartley, 1999; Magura et al., 2000; Melnychuk et al., 2003; Avgin, 2006), 하층식생과 낙엽의 정도(Niemela et al., 1993; Niemela & Spence, 1994; Koivula & Niemelä 2002; Rainio & Niemela, 2003; Timm et al., 2009), 숲의 나이와 토지의 조건

(Niemela et al., 2000; Žiogas & Vaičikauskas, 2007), 온도와 습도의 변화정도 (Thiele, 1977; Butterfield et al., 1995) 등 환경변화에 민감하다. 또한 산림의 형태(Maclean et al., 1992; Koivula & Niemelä, 2002; Argyropoulou et al., 2005; Ohsawa, 2005; Sandoval et al., 2007; Žiogas & Vaičikauskas, 2007)에 따라 분포하는 종이 달라지기 때문에 뒷날개가 퇴화된 곤충은 보행으로만 이동이 가능하여 도로개설이나 각종 공사 등으로 절개지가 발생할 경우 영구히 이동이 불가능한 상태로 남게 된다. 따라서 고립된 상태 또는 제한된 공간 내에서의 급격한 개체수 변화가 초래되어 최근 국내·외적으로 중요한 지표성 곤충(Thiele, 1997; Ishitani & Yano, 1994)으로 인식되고 있으며, 기후와 서식지 등 환경변화를 판단할 수 있는 생태적 지표(Argyropoulou et al., 2005; Avgin, 2006; Apigian et al., 2006; Žiogas & Vaičikauskas, 2007; Riley, 2011)로 알려져 있다.

한라산은 신생대 제 4기에 형성된 사화산으로 한라산국립공원지역의 지리적 위치는 북위 33°19' - 33°25', 동경 126°27' - 126°40' 사이로 동서로 약 14.4km, 남북으로 약 9.8km로 걸쳐져 있다. 남한에서 가장 높은 봉우리를 가지면서 매우 완만하고 부드러운 형상을 나타내고 있고 아열대 기후로 인해 이국적이고 다양한 식생들이 수직 분포를 잘 나타내고 있다. 많은 기생화산들과 분화구 및 고산 습지와 고산초지대 등 다양한 환경으로 다른 공원에 비하여 동·식물들이 다양하고 풍부하며 자연 환경도 비교적 잘 보전되어 있다. 이런 원인으로 1966년 10월 12일에 천연기념물 제 182호로 천연보호구역으로 지정된 후 1970년 3월 24일 국립공원으로 지정되었다. 백록담을 중심으로 총면적은 153,332km²로 제주도 전체 면적의 8.2%를 차지하고 있다. 전체 면적 중 91.654km²가 천연보호구역으로 지정되어 이 지역의 동식물들은 특별히 보호 관리되고 있다. 또한 2007년 6월 27일 유네스코가 지정한 세계자연유산으로 등재되어 보호되는 지역이다. 일반적으로 한라산과 같은 산지는 저지대에 비해 식생 등 자연환경이 고도와 경사에 따라 급격하게 변화하기 때문에 특정 환경에 적응한 동물들이 나타나는 특징이 있으며, 인간의 활동이 활발한 저지대에 비해 환경의 보전상태가 양호하여 생물다양성이 높은 지역이다(Lomolino, 2001).

따라서 한라산에는 다양한 곤충들이 서식할 것으로 예상되며 우리나라 지역 가운데 유일하게 남방계 및 북방계에 속하는 곤충들이 혼서(Okamoto, 1924;

Cho, 1963; Paek et al., 1995)하고 있는 흥미로운 곤충상을 잘 나타내고 있다.

본 연구에서는 한라산은 세계자연유산지구이며, 제주도민의 역사·문화적 가치를 가지고 있는 한국의 명산으로써 등산객의 출입이 점차 늘어나고 있는 추세에서 환경변화와 환경오염에 대한 장기적인 생태모니터링이 필요한 지역으로 딱정벌레류의 분포특성 등을 조사·분석하여 향후 한라산의 안정된 자연생태계를 유지시키는데 기초 자료로 제공하고자 한다.

II. 연구사

지금까지 한라산 지역에 대한 곤충상 조사를 보면 학자들의 전문 분류군에 따라 단편적인 보고뿐만 아니라 종합적으로 수행되어 비교적 많이 알려진 상태이다. 하지만 지리적으로 섬이라는 제한적 요인으로 인해 직접 조사하기보다는 문헌의 자료를 이용하거나 또는 짧은 시간 내에 이루어진 조사가 많아 보다 장기적이고 세밀한 조사가 필요하다.

이 지역에 있어서 곤충에 대한 최초 기록은 외국인 학자 Tatum(1847)에 의해 제주홍단딱정벌레(*Carabus smaragdinus monilifer* Tatum, 1847)가 보고되었으며, 이 기록은 우리나라 최초로 학계에 보고된 신종으로서의 의의를 가지는 기록이다.

한라산의 곤충을 연구한 학자로는 타케(E. T. Taquet, 1898~1902)를 들 수 있으며, 그 다음은 일본인 학자 Ishikawa(1906)는 2개월간 한라산에서 동·식물상을 조사하여 “濟州道の 昆蟲”이란 논문에 곤충 11목 34과 86종을 보고하였고 그 중에 대벌레를 비롯한 메뚜기목 4종이 포함되어 있다. 그 후 Okamoto(1924)는 Ichikawa(1906)의 문헌을 토대로 “제주도 곤충상”이란 보고서에서 제주도 곤충 12목 92과 527종을 제주도산 곤충 목록을 발표하였으며, 그 중에 바퀴, 사마귀를 포함한 메뚜기목 11종을 기록하였다. Uvarov(1929)은 극동 러시아 지역의 메뚜기를 보고하면서 영국자연사박물관이 소장하고 있는 제주도산 *Kuwayamaea sapporensis*을 언급하였다. 그 후 Okamoto(1927)는 ‘한국산 하늘소과’에서 제주도산 19종, Murayama(1931)는 긴나무좀 12종과 풍뎅이류를 보고하였으며, Saito(1932)는 하늘소 16종을 보고하였고, Doi(1932, 1933, 1936)와 같은 일본인 학자들에 의해 제주도 곤충들이 단편적으로 학계에 보고되었다.

한국인 학자로는 처음으로 Cho(1929, 1931)가 울릉도를 조사하여 한국산 곤충인 ‘울릉도 나비목 목록’을 발표하였는데 그중 나비류 16종과 나방류 3종이 제주도에 분포한다고 기록하고 있으며, 그 이후 계속하여 사슴벌레, 가뢰, 하늘소 등 제주도산을 포함하여 한국산 곤충에 대한 논문을 발표하였다. 또한 Soek(1934)은 ‘朝鮮産 蝶類의 研究’에서 29종의 제주도산 나비류를 보고하였고, 1937년에는 ‘제

제주도 나비류 채집기'에서 79종을 기록하였다. 이후 나비류와 딱정벌레류에 관련된 단편적인 논문이 주를 이루었으며, 주로 권업모범시험장, 임업연구시험장, 잡사시험장과 목포목화시험장 등에서 농림해충과 관련논문이 간헐적으로 발표되었다.


해방 후 한국곤충응용학회에서 주관하는 제주도학술조사에서 Kim(1957)은 곤충류 100여종을 채집 보고하였으며, 이때의 결과물은 미국공보원이 주관하여 사진전을 개최하기도 하였다. Cho(1963)는 채집자료와 문헌자료를 토대로 '제주도의 곤충'에서 처음으로 제주도산 곤충을 집대성하여 683종을 발표하였으며 또한 1968년에는 문화공보부의 지원을 받아 '천연보호구역 한라산 및 홍도 학술조사보고서'에서 과거문헌자료와 채집한 자료를 집대성해 873종의 곤충을 기록하였다. 여기에서 제주도 특산곤충으로 제주집게벌레(*Anechura quelparta* Okamoto), 제주애잠자리붙이(*Spilosmilus saishunensis* Okamoto), 제주밑들이(*Pamorpa approximata* Esb en-Pertersen) 등 10여 종을 보고하였다. 또한 석주명은 1943년부터 1948까지 서울대학교 전신인 경성제대 생약연구소장으로 재직하면서 제주도의 곤충을 채집하고 과거 문헌을 분석 조사하여 '제주도 곤충상'을 정리하였으나 1950년 6·25사변 중 사망함에 따라 그 원고가 오랫동안 묻혀 있다가 1970년 그의 여동생 석주선에 의해 737종을 기록하였는데 이는 Cho(1963)의 기록보다도 20년정도 빨랐으며, 발표된 종도 50여종이나 많은 기록이었다.

1970~1980년대에 와서 백록담 분화구내의 곤충류 338종(Park et al., 1977), 제주도의 대표적인 분화구 4개소에 분포하는 노린재류 60종(Kim et al., 1981), 분화구 내의 곤충류 338종(Kim, 1984)을 보고하였다. 이 후 '한라산 천연보호구역 학술조사 보고서'에서 그 동안 채집된 표본과 과거 문헌기록을 토대로 한라산 보호구역 안의 곤충류 1,601종을 보고하였다(Lee et al., 1985). An(1986)은 제주도산 밑들이메뚜기 *Parapodisma*속의 신종 *Parapodisma bandii* sp. nov.을 기재하였다.

Kim(1993)은 '제주도지 제 1권'에서 그 동안 채집된 표본기록과 문헌기록을 인용하여 총 21목 280과 2,446종을 기록하였고, "제주도의 곤충"에서 (Paik et al., 1995)은 2년 동안의 제주도 곤충학술조사를 통해 지금까지 보고된 기록문헌들과 새로 조사 확인된 종들을 포함하여 총 25목 301과 3,315종을 보고하였다. Huh &

Kwon(1995)은 제주도산 메뚜기아목 4과 25속 25종의 목록을 정리하였으며, 그 중에 *Formosatettix larvatus*를 한국 미기록 종으로, *Xya japonica*를 제주도 미기록 종으로 보고하였다.

2000년대에 들어서는 관음사 등산코스 일대의 한라산의 곤충상 I(나비목 제외)에서 14목 103과 400종, 관음사 등산코스 일대의 나비류 131과 531종을 기록했다(Jeong et al., 2000). 또한 한라산국립공원 자연생태구축현황과 관련하여 곤충을 조사하면서 한라산을 채집지로 하여 보고된 곤충은 총 25목 310과 3,343여종을 보고하였다(Kim et al., 2002). 이 후 Jeong(2003)은 ‘한라산국립공원 나비목 곤충상에 관한 조사연구’에 39과 939종, An(2003)은 ‘한라산국립공원 딱정벌레목 곤충상’에 한라산을 포함한 제주도 전반적인 딱정벌레목 곤충 55과 967종을 기록했다. Jeong(2005)은 ‘한라산 총서’에서 그 동안 채집한 것과 과거의 문헌을 인용하여 총 20목 230과 2,595종을 기록하였다. 또한 Yang(2006)은 한라산 5·16도로변에 분포하는 딱정벌레류의 군집을 조사·보고하였으며, 한라산연구소(2007)는 천연보호구역내 곤충을 정리하여 2,588종을 보고하였다. Jeong(2006)은 과거의 문헌과 채집된 표본들을 가지고 한라산을 포함한 제주도의 곤충은 26목 360과 4,361종이라고 기록하였으며, 또한 ‘한라산 천연보호구역 학술조사보고서’에서 한라산국립공원내 곤충은 총 20목 230과 2,595종을 보고하였다.



Ⅲ. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

한라산은 해발 고도별 식생대가 뚜렷하게 나타나는 지역으로 해발 1,000m~1,400m까지의 낙엽활엽수림대와 해발 1,400~1,800m까지의 초지대와 관목림대, 그리고 정상부의 초지 및 암석지가 잘 구성되어 있다.

낙엽활엽수림의 대표적인 수종은 서어나무(*Carpinus laxiflora* Bl.), 참나무류(*Quercus*), 단풍나무(*Acer palmatum* Thunb.), 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum* Miq.), 주목(*Taxus cuspidata* S. et Z.) 등이며, 관목림대에는 털진달래(*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* Nakai)와 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense* (Lev.) Nakai)이 주를 이루며, 해발 1,700m에서부터 해발 1,800m에 이르는 구간에는 구상나무(*Abies koreana* WILS.) 주목 군락이 있다. 고산초지대에는 제주조릿대(*Sasa quepaertensis* Nakai), 김의털(*Festuca ovina* L.)과 털새(*Arundinella hirta* var. *ciliata* Koidz.) 군락이 대표 수종이며, 정상부인 암석지에는 한라산 특산식물인 돌매화나무(*Diapensia lapponica* var. *obovata* FR. SCHM), 한라장구채(*Silene fasciculata* Nakai), 한라개승마(*Aruncus dioicus* var. *aethusifolius*), 한라송이풀(*Pedicularis hallaisanensis* Hurusawa), 구름채꽃(*Scabiosa tschiliensis* for. *alpina* (Nakai) W.T.Lee), 한라솜다리(*Leontopodium hallaisanense* HAND. - MAZZ.)등이 주를 이룬다. 그리고 정상부를 제외하면 거의 대부분의 지역에 제주조릿대가 우점하고 있으며, 제주조릿대는 고도가 높아질수록 왜소화되는 경향을 가진다(Kim, 2009). 이를 종합해 볼 때 한라산은 다른 지역에서는 볼 수 없는 한라산만의 독특한 고도별 식생유형을 가지고 있다.

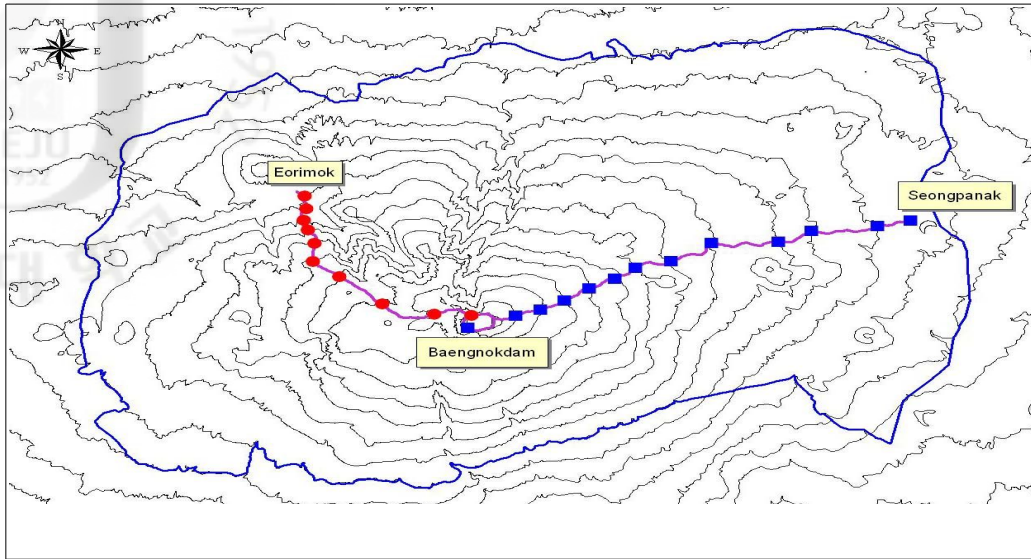


Fig. 1. The map for sampling sites of the Coleopteran insects.

●: Eorimok sites, ■: Seongpanak sites

본 연구는 한라산 어리목(해발 970m)에서 시작하여 사체비동산(해발 1,400m)을 거쳐 윗세오름(해발 1,700m)과 장구목(해발 1,850m)을 지나 정상(해발 1,950m)으로 이어지는 어리목~백록담 코스와 백록담 동능 정상(해발 1,920m)에서 진달래밭(해발 1,500m)을 지나 사라오름(해발 1,200m)를 거쳐 다시 성판악휴게소(해발 750m)까지 내려오는 백록담~성판악코스로 총 거리 약 18km에 구간에 걸쳐 조사구를 설정하여 조사하였다(Fig. 1, Table 1).

2. 조사일정

본 조사는 딱정벌레류의 곤충들이 주로 활동하는 2010년 5월 상순에서 10월 하순까지 실시하였고, 6개월에 걸쳐 총 23개 조사구에 대해 각 조사구별 월 4회(주 1회)씩 총 24회 실시하였다. 다만 기상 악화시에는 1~3일 정도 늦게 실시하였다.

Table 1. The coordinates of sampling sites in Halla mountain, Jeju.

Altitude (m)	Location coordinate			
	Seongpanak		Eorimok	
800	N 33 23.042	E 126 36.835		
900	N 33 22.916	E 126 36.004		
1,000	N 33 22.890	E 126 35.547	N 33 23.200	E 126 29.764
1,100	N 33 22.692	E 126 34.754	N 33 23.060	E 126 29.826
1,200	N 33 22.540	E 126 34.186	N 33 22.961	E 126 29.904
1,300	N 33 22.484	E 126 33.883	N 33 22.808	E 126 29.999
1,400	N 33 22.367	E 126 33.700	N 33 22.520	E 126 29.903
1,500	N 33 22.233	E 126 33.368	N 33 22.313	E 126 30.277
1,600	N 33 22.020	E 126 33.019	N 33 21.941	E 126 30.773
1,700	N 33 21.904	E 126 32.769	N 33 21.773	E 126 31.360
1,800	N 33 21.746	E 126 32.430	N 33 21.853	E 126 31.679
1,900	N 33 21.735	E 126 32.237	N 33 21.783	E 126 31.823
1,950	N 33 21.711	E 126 31.768		

The coordinates were measured using Garmin 60csx-WGS84.

3. 조사방법

일반적으로 지표성 딱정벌레류는 육식성 종의 비율이 높고 환경의 특성에 따라 뒷날개의 이형성(wing dimorphism)이 나타난다고 알려져 있다(Lovei & Sunderland, 1996). 이들을 주로 함정 덫(Pitfall trap)을 이용해 채집하는데 이 함정덫은 비용이 적게 들고 지점간 상호 비교를 하기에 적합하기 때문에 표준화되어 널리 이용되고 있다(Southwood, 1978; Lovei & Sunderland, 1996; Niemela et al., 2000). 함정 덫은 비행성이 약한 딱정벌레류를 채집하는데 있어 광범위하게 사용되는 방법이며(Rushton et al., 1989; Niemela & Spence, 1993; Spence & Niemela, 1994), 특히 정량적인 데이터를 얻을 수 있어 다른 방법에 비해 더 좋은 결과를 제공하는 것으로 알려져 있다(Adis, 1979; Volkmar et al., 1994). 국내에서도 함정 덫을 이용한 지표성 딱정벌레류에 관한 연구가 많이 수행되고 있다

(Kim & Lee, 1992; Lee & Lee, 1995; Kwon, 1996; Park et al., 1996; Park et al., 1997; Kim & Kim, 2000; Lee, 2001; Jang, 2001; Kubota et al., 2001; park et al., 2003).

본 연구에서도 종의 특성상 유아등(Light trap) 보다는 함정 덫을 이용하였으며, 조사에 사용된 함정 덫은 직경 7cm, 높이 10cm의 투명 컵을 사용하였다. 유인제는 식물성유인제로 물(90ml), Ethyl-Alcohol(8ml)과 초산(2ml)을 혼합하여 만든 당밀 혼합물과 동물성 유인제로 번데기 분말을 이용하였다.

함정 덫은 해발 100m 간격으로 23곳의 조사구를 선정하여 조사구마다 10개의 함정 덫을 설치하였으며, 이 중 5개의 트랩에는 식물성유인제, 나머지 5개의 트랩에는 동물성 유인제를 넣었다. 설치는 지표면과 같은 높이로 함정 덫을 묻고 비가 올 경우를 대비하여 딱정벌레류가 통과할 수 있는 공간만 남겨두고, 돌이나 나무를 덮어 설치하였다. 이는 단순히 비를 피하는 것뿐만 아니라 설치한 유인제를 조류나 작은 척추동물, 특히 설치류로부터 보호해 줄 수 있기 때문이다(Moon & Lee, 1999). 본 조사에 사용된 함정 덫은 설치 후 일주일내지 10일 방치 후 회수하였다.

4. 동정

채집된 지표성 딱정벌레류는 코니컬 튜브에 표본을 수집하여 실험실내에서 동정하였으며, 외부 형태적으로 분류 동정이 어려운 종들은 현미경 검경(Nikon SMZ-645)을 통해 분류를 실시하였다. 곤충의 국명통일을 위해 한국곤충학회와 한국응용곤충학회가 공동으로 출간한 '한국곤충명집'에 따라 곤충명을 정리하였다. 조사기간 중 채집된 표본은 건조표본 및 80% Ethyl-Alcohol로 액침표본을 제작하여 제주대학교 곤충학연구실 및 한라산연구소 곤충 표본실에 보관하였다.

5. 군집분석

채집된 자료를 이용하여 여러 가지 종 다양도와 관련된 지수를 산출하였다. 우점도 지수는 Mc Naughton's index(McNaughton, 1967)를 산출하였고, 다양도 지수는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Wiener Function(Pielou, 1969)을 변형한 공식으로 계산하였으며, 균등도 지수는 Pielou(1966)의 지수를 사용하여 산출하였다.

1) 우점도지수(Dominance Index)

우점도 지수는 군집의 단순도를 측정하는 방법으로 각 조사지점의 개체수 현존량에 의거하여 우점종과 아우점종을 선정하고, 아래의 식을 이용 우점도지수(DI)를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI = \frac{n_1 + n_2}{N}$$

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

2) 종다양도지수(Species Diversity Index)

다양도지수(H')는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 도출된 Shannon-Wiener function(H')을 이용하였다.

$$H' = - \sum \left[\frac{n_i}{N} \cdot \log_2 \frac{n_i}{N} \right]$$

(n_i : i 번째 종의 개체수, N : 총 개체수)

3) 종풍부도지수(Species Richness Index)

종풍부도지수(RI)는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는

지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 나타낸다. 여기서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 이용하여 산출하였다.

$$RI = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

(S: 전체종수, N: 총개체수)

4) 종균등도지수(Evenness Index)

종균등도지수(EI)는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현되며, 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 이용하여 산출하였다.

$$EI = \frac{H'}{\log_2 S}$$

(H': 다양도지수, S: 전체종수)

6. 조사지 기상

지표성 딱정벌레류는 보행에 의존하는 성향이 있어, 환경인자는 딱정벌레류가 이동하는데 매우 중요한 영향을 미친다(Kim, 1988). 2010년도에 한라산에 고도별로 설치된 Data logger(HOBO® Pro v2)의 온·습도 자료와 ‘제주도 상세기후특성집(제주지방기상청, 2011)’의 4개 지점(성판악, 어리목, 윗세오름, 진달래밭)에서 받은 자동 기상관측시스템(AWS)의 자료를 활용하였다(Table 2).

Table 2. Weather data during study period in Halla mountain, 2010.

Month	Weather	1200m		1400m		1600m		1800m		precipitation (mm)	No. of days with rainfall
		Tem.	Hum.	Tem.	Hum.	Tem.	Hum.	Tem.	Hum.		
		(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)	(%)		
May	Mean	11.52	70.28	11.06	67.80	9.47	68.40	8.57	66.94	595	9.25
	Max.	21.75	100	21.15	100	19.51	100	17.58	100	825	11
	Min.	-1.76	9.57	-0.39	12.35	-0.14	13.17	-1.73	10.42	251	7
Jun.	Mean	15.32	91.13	14.79	88.52	13.66	87.23	13.01	85.39	771	11.5
	Max.	22.80	100	21.32	100	22.80	100	21.03	100	1042	13
	Min.	3.25	48.81	3.67	40.34	0.41	43.15	0.55	34.60	402	9
Jul.	Mean	19.03	94.83	18.13	94.99	17.25	91.75	16.30	91.65	779	19
	Max.	25.23	100	23.11	100	24.22	100	23.71	100	1111	21
	Min.	13.06	48.40	12.75	60.63	9.46	43.18	10.86	39.44	606	17
Aug.	Mean	20.49	97.08	19.50	97.39	18.42	96.56	17.45	97.53	1352	18.75
	Max.	26.84	100	25.67	100	24.61	100	23.91	100	2146	20
	Min.	16.53	74.45	16.08	65.06	13.43	67.24	13.11	65.04	1015	18
Sep.	Mean	16.29	96.65	15.55	96.26	14.46	93.79	13.67	92.17	554	19.5
	Max.	23.52	100	22.42	100	22.23	100	21.80	100	697	21
	Min.	3.99	30.17	4.87	44.72	1.99	23.76	3.33	18.21	457	17
Oct.	Mean	8.82	89.83	8.05	87.93	6.79	82.37	6.03	78.07	158	12.5
	Max.	17.56	100	17.25	100	18.44	100	18.37	100	211	14
	Min.	-3.06	24.44	-4.71	31.02	-6.71	15.09	-8.00	13.81	84	11

IV. 결과 및 고찰

1. 조사지역의 기상 특성

해발 1,950m의 한라산은 제주도의 중앙에 위치하여 제주도 전체 기상상태에 크게 영향을 주기 때문에 기상학적으로도 상당히 중요한 요인이 된다. 1923년 기상관측 이래 한라산을 중심으로 동서남북의 방향에 따라 상이한 기상현상을 보인다는 많은 연구 사례들이 보고되고 있으며 한라산은 기후인자에 깊숙이 관여하면서 동서남북의 기후인자의 편차를 유발하고 있다(Kang, 2006). 산악지역에서의 기상변화는 평지에서의 변화와는 아주 상이하게 나타나며, 지표에 근접한 기류는 바로 아래의 지면경사에 반응하지만, 그 보다 위의 기류는 보다 큰 스케일의 경사에 반응한다(National Institute of Meteorological Research, 1987).

조사기간 중 한라산의 기상은 Table. 2와 같았다. 기온은 7월과 8월을 제외하고 평균 20℃ 정도의 편차를 보였고 5월과 10월은 영하의 기온이 기록되어 기온 변화의 폭이 큰 것으로 분석되었다. 강수량은 7월과 8월 사이에 1,000~2,000mm, 월평균 강우일수가 최대 17일~21일로 조사되어 여름에 집중적으로 비가 내린 것으로 분석되었다.

기상자료를 분석한 결과 5월은 평균기온 9℃ 정도였고 평균 강수량은 500mm 정도이었으며 월평균 9일 정도 비가 내렸다. 6월은 평균기온이 14℃ 정도였고 강수량은 5월보다 많은 700mm 정도 내렸으며, 월평균 3일에 한 번씩 비가 내렸다. 장마철인 7월과 8월은 17℃ 정도의 기온을 보였고 월평균 19일 정도 비가 내렸다. 월평균 강수량은 800~1,500mm 정도 였으나, 국지적으로 2,000mm 이상의 강수량을 기록하기도 하였다. 9월 평균기온은 6월과 비슷한 15℃ 내외였고 대체적으로 비는 적게 내렸지만, 강우일수는 19일을 기록해 적은 양의 비가 자주 내린 것으로 나타났다. 해발 1,800m 구간에서 -8℃의 기온이 나타난 10월은 평균기온이 7℃ 정도였으며 월평균 강수량은 150mm이었으며, 월평균강우일수는 12.5일이었다.

이를 토대로 개체수와 기온, 강수량의 관계를 분석한 결과, 521개체와 3,076개

체가 출현한 5월과 6월에는 월평균 9일과 11일 정도의 강우일수 및 500~700mm 정도의 강우를 기록해 평균 3일에 한번 비가 내렸고 평균기온이 9.08℃, 14.2℃로 유지되었다. 평균기온이 17~18℃인 7월과 8월에는 개체수가 급증할 것으로 예상되었으나 이와 반대로 개체수가 급감하였다. 개체수가 급감하는 7월과 8월에는 약 19일 정도 1,000~2,000mm 이상 비가 내렸기 때문에 보행성 딱정벌레류 곤충의 먹이활동이나 이동에 제약을 많이 받은 것으로 판단된다. 그리고 9월과 10월에는 4,056개체와 4,575개체가 채집되어 전체 채집된 개체수의 절반이상이 이 시기에 채집되었다. 이는 기온은 14.99℃, 7.42℃로 하강하였지만 강우량이 469mm와 151mm로 7월과 8월에 비해 강우량이 적어 보행성 딱정벌레류의 이동과 먹이활동이 활발해진 것으로 판단되며, Yang(2006)과 Oh(2011)의 보고와 같이 강우량은 영향이 딱정벌레류의 출현에 큰 영향을 준다는 것으로 판단된다. 물론 모든 종(Species)이 강우에 영향을 받지 않기 때문에 개체수가 줄어드는 것은 아니며, 흉단딱정벌레(*Carabus smaragdinus monilifer*)와 같은 습기를 좋아하는 특정종들은 종 특이성 때문에 개체수가 많아지는 경향을 보였다. 또한 -8℃의 기온이 나타난 10월에 출현하는 종들이 있는 것으로 보아 추후 기상과 출현종의 관계에 대한 연구가 자행되어야 할 것으로 판단된다.

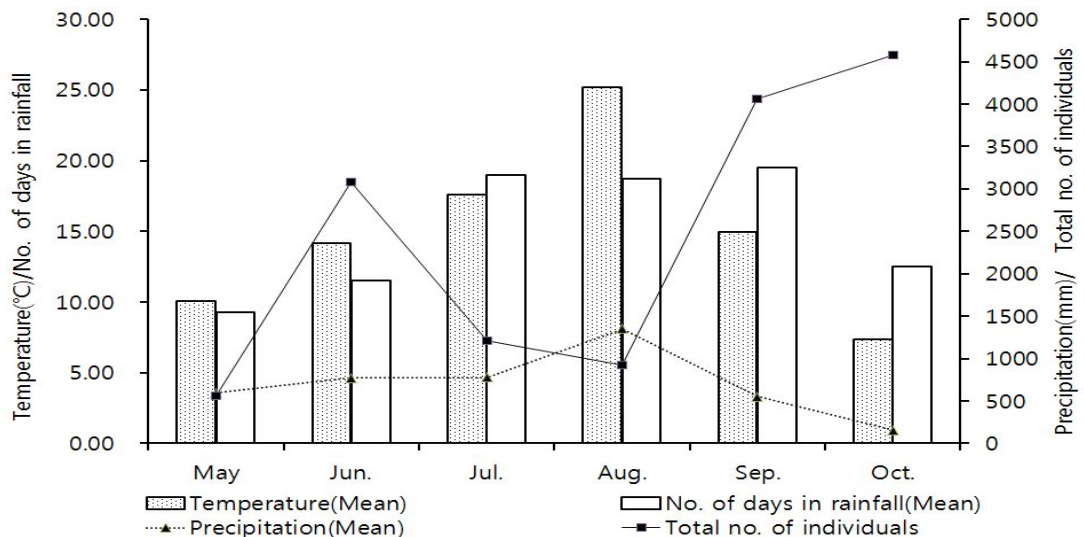


Fig. 2. Changes of monthly weather variable(temperature, precipitation and rainfall) in Halla mountain, 2010.

2. 전체 분류군 및 종조성

본 조사에서 채집된 딱정벌레목 곤충의 출현 종수와 개체수는 미동정된 종을 포함하여 총 17과 72종 14,405개체였다.

채집된 과별 개체수는 먼지벌레과(Harpalidae) 14종 10,678개체, 딱정벌레과(Carabida) 8종 1735개체, 송장벌레과(Silphidae) 9종 1,457개체, 소똥구리과(Scarabaeidae) 6종 399개체, 거저리과(Tenebrionidae) 1종 39개체, 잎벌레과(Chrysomelidae) 6종 21개체, 검정풍뎅이과(Melolonthidae) 11종 20개체, 방아벌레과(Elateridae) 3종 13개체, 반날개과(Staphylinidae) 2종 11개체, 풍뎅이불이과(Histeridae) 2종 10개체, 무당벌레과(Coccinellidae) 1종 9개체, 똥풍뎅이과(Aphodiidae) 1종 4개체, 하늘소과(Cerambycidae) 2종 3개체, 사슴벌레과(Lucanidae) 2종 2개체, 가뢰과(Meloidae) 2종 2개체, 꽃무지과(Cetoniidae) 1종 1개체, 풍뎅이과(Rutelidae) 1종 1개체였다(Table 3).

Table 3. The number of species and individuals of Coleoptera collected in the studied area.

Family	Number of species	Number of individuals
Aphodiidae	1 (1.39%)	4 (0.03%)
Carabidae	8 (11.1%)	1,735 (12.04%)
Cerambycidae	2 (2.78%)	3 (0.02%)
Cetoniidae	1 (1.39%)	1 (0.006%)
Chrysomelidae	6 (8.33%)	21 (0.15%)
Coccinellidae	1 (1.39%)	9 (0.06%)
Elateridae	3 (4.17%)	13 (0.09%)
Harpalidae	14 (19.44%)	10,678 (74.13%)
Histeridae	2 (2.78%)	10 (0.07%)
Lucanidae	2 (2.78%)	2 (0.01%)
Meloidae	2 (2.78%)	2 (0.01%)
Melolonthidae	11 (15.28%)	20 (0.14%)
Rutelidae	1 (1.39%)	1 (0.006%)
Scarabaeidae	6 (8.33%)	399 (2.77%)
Silphidae	9 (12.50%)	1,457 (10.11%)
Staphylinidae	2 (2.78%)	11 (0.08%)
Tenebrionidae	1 (1.39%)	39 (0.27%)

The values in paranthesis indicate the proportion.

전체적인 종별 개체수는 먼지벌레과 윤납작먼지벌레(*Synuchus nitidus*)가 8,937개체로 가장 많이 채집되었고, 다음으로 먼지벌레과 한라길쭉먼지벌레(*Pterostichus raptor*) 919개체, 딱정벌레과 우리딱정벌레(*Carabus sternbergi sternbergi*) 770개체, 송장벌레과 넉점박이송장벌레(*Nicrophorus quadripunctatus*) 728개체, 송장벌레과 넓적송장벌레(*Silpha perforata perforata*) 543개체, 딱정벌레과 제주왕딱정벌레(*Carabus fiduciaris saishutoicus*) 384개체, 소똥구리과 모가슴소똥풍뎡이(*Onthophagus fodiens*) 369개체, 먼지벌레과 애칠납작먼지벌레(*Synuchus congruus*) 343개체, 딱정벌레과 멧쟁이딱정벌레(*Damaster jankowskii jankowskii*) 284개체, 먼지벌레과 아라길쭉먼지벌레(*Pterostichus shirozui*) 230개체, 딱정벌레과 한라큰두꺼비딱정벌레(*Scambocarabus kruberi hallasanensis*) 148개체, 송장벌레과 검정송장벌레(*Nicrophorus concolor*) 138개체, 먼지벌레과 금빛먼지벌레(*Pterostichus coerulescens encopoleus*) 115개체 순이었다.

반면에 하늘소과 측범하늘소(*Hayashiclytus acutivittis*), 꽃무지과 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis seulensis*), 잎벌레과 오이잎벌레(*Aulacophora indic*), 상아잎벌레(*Galeruca vicina*), 방아벌레과 녹슬은방아벌레(*Actenicerus pruinosus*), 먼지벌레과 애기둥글먼지벌레(*Amara simplicidens*), 검정끝가시먼지벌레(*Colpodes atricomus*), 노랑무늬먼지벌레(*Chlaenius (Ilaenus) posticalis*), 사슴벌레과의 넓적사슴벌레(*Serrognathus platymelus castanicolor*), 다우리아사슴벌레(*Prismognathus dauricus*), 가뢰과 애남가뢰(*Meloe auriculatus*), 둥글목남가뢰(*Meloe corvinus*), 검정풍뎡이과 긴다색풍뎡이(*Heptophylla picea*), 흑다색우단풍뎡이(*Serica fuscol -ineata*), 주황긴다리풍뎡이(*Ectinohoplia rufipes*) 등은 1개체씩만 채집되었다.

한편 종수와 개체수의 비율은 먼지벌레과가 각각 15%와 74%, 딱정벌레과 11%와 12%, 송장벌레과 13%와 10%, 소똥구리과 8%와 3%로의 순으로 우점하는 경향을 보였다. 그러나 검정풍뎡이과 종은 채집된 종의 15%를 차지하였으나 채집된 개체수는 1% 미만으로 조사되었다.

이번 조사에서 채집된 딱정벌레목 주요 과(Family)별 종 개체수는 표4와 같았다. 딱정벌레과 곤충은 총 8종 1,735개체였으며, 종구성비는 우리딱정벌레가 딱정

벌레과의 44%를 차지하였고, 제주왕딱정벌레는 22%, 멧쟁이딱정벌레 16%, 한라큰두꺼비딱정벌레 9%, 애딱정벌레(*Hemicarabus tuberculatus*) 6%순으로 우점하고 있었으며, 그 외 검정명주딱정벌레, 제주홍단딱정벌레(*Carabus smaragdinus monilifer*)와 풀색명주딱정벌레(*Calosoma inquisitor cyanescens*) 등은 1%미만이였다.

먼지벌레과 곤충은 경우 총 14종 10,678개체였으며 우점종은 윤납작먼지벌레로 먼지벌레과의 84%를 차지하고 있었다. 다음은 한라길쭉먼지벌레 9%, 애칠납작먼지벌레 3%, 아라길쭉먼지벌레 2% 순으로 나타났으며 그 외 10종은 1%미만이였다.

송장벌레과 곤충은 총 9종 1,457개체가 채집되었는데, 우점종인 녀점박이송장벌레가 50%의 점유율을 보였으며, 넓적송장벌레 37%, 검정송장벌레 10%의 구성비를 보였고 나머지 6종은 1%미만으로 조사되었다.

소똥구리과는 총 9종 399개체가 채집되었는데, 종구성비는 모가슴소똥풍뎅이가 전체의 92%로 우점 하였으며, 흑가슴검정소똥풍뎅이는 5%이였으나, 빨소똥구리(*Copris tripartitus*), 애기빨소똥구리(*Copris tripartitus*), 렌지소똥풍뎅이(*Onthophagus lenzii*), 창빨소똥구리(*Liatongus phanaeoides*) 등은 1% 미만으로 조사되었다(Table 4).

Table 4. Species composition of Coleopteran insects according to Family.

Family	Scientific name	Individuals
Carabidae	<i>Carabus fiduciarius saishutoicus</i> Csiki	384
	<i>Calosoma maximowiczi</i> (Morawitz)	13
	<i>Damaster jankowskii jankowskii</i> (Oberthur)	284
	<i>Carabus sternbergi sternbergi</i> Roeschke	770
	<i>Scambocarabus kruberi hallasanensis</i> Kwon and Lee	148
	<i>Hemicarabus tuberculatus</i> (DejeanetBoisduval)	102
	<i>Carabus smaragdinus monilifer</i> (Tatum)	32
	<i>Calosoma inquisitor cyanescens</i> Motschulsky	2
Harpalidae	<i>Pterostichus (Nialoe) raptor</i> (Tschitscherine)	919
	<i>Synuchus (Synuchus) cycloderus</i> (Bates)	55
	<i>Pterostichus (Rhagadus) shirozui</i> Habu	230
	<i>Synuchus (Crepidactyla) nitidus</i> Motschulsky	8,937
	<i>Pterostichus coeruleus encopoleus</i> (Solsky)	115
	<i>Synuchus (Synuchus) congruus</i> (Morawitz)	343
	<i>Amara (Bradytus) simplicidens</i> Morawitz	1
	<i>Pterostichus rotundangulus</i> Morawitz	31
	<i>Colpodes (Gyrochaetostylus) atricomes</i> Bates	1
	<i>Parena (Parena) cavipennis</i> (Bates)	1
	<i>Dolichus halensis</i> (Schaller)	34
	<i>Patrobus flavipes</i> Motschulsky	3
	<i>Trigonognatha coreana</i> (Tschitscherine)	7
	<i>Chlaenius (Ilaenus) posticalis</i> Motschulsky	1
Scarabaeidae	<i>Copris ochus</i> (Motschulsky)	3
	<i>Copris tripartitus</i> Waterhouse	2
	<i>Onthophagus atripennis</i> Waterhouse	21
	<i>Onthophagus fodiens</i> Waterhouse	369
	<i>Onthophagus (Strandius) lenzii</i> Harold	2
	<i>Liatongus phanaeoides</i> (Westwood)	2
Silphidae	<i>Silpha perforata perforata</i> Gebler	543
	<i>Nicrophorus quadripunctatus</i> Kraatz	728
	<i>Nicrodes asiaticus</i> Portevin	1
	<i>Nicrophorus (Acanthopsilus) concolor</i> Kraatz	151
	<i>Thanatophilus sinutatus</i> (Fabricius)	5
	<i>Ptomascopus morio</i> Kraatz	11
	<i>Eusilpha (Calosilpha) brunneicollis</i> (Kraatz)	8
	<i>Nicrophorus (Nicrophorus) maculifrons</i> Kraatz	3
	<i>Eusilpha (Calosilpha) bicolor</i> (Fairmaire)	7

3. 고도별 우점종의 월별 분포 특성

우리딱정벌레는 5월에 성판악의 해발 800~1,200m 구간, 해발 1,800m 구간에서 주로 출현을 하였으며, 어리목에서는 해발 1,000m 구간에서 많이 출현하였으며 해발 1,600m 구간까지 우점하는 경향을 보였다. 6월에는 성판악구간에서 관목림 지대인 해발 1,800~1,900m 구간에서 다른 종들보다 우점하고 있었고, 어리목 구간에서는 낙엽활엽수림대인 해발 1,200~1,400m 구간에서 우점종으로 조사되었다. 7월에는 어리목 해발 1,100~1,200m 구간에서, 성판악의 낙엽활엽수림대인 해발 1,000m 구간, 해발 1,300m 구간과 해발 1,700m 구간 이상 고산지대에 주로 출현한 것으로 나타났으며, 8월에는 해발 1,400m 의 어리목 구간에서 우점종으로 나타났다. 9월에는 해발 1,800~1,900m 구간인 성판악에서 우점하였고, 10월에는 주로 고산지대에 많이 출현을 하였다.

이 결과를 보면, 우리딱정벌레는 5월과 6월에는 한라산 전구간에 걸쳐 나타나며, 강우가 많아지는 7월과 8월에는 개체수가 적어져 우점율도 낮아지는 경향을 보였다. 또한 9월과 10월에는 한라산 고산지대에서 주로 우점하는 것으로 나타나며, 5월에서 10월로 갈수록 서식지 환경이 저지대에서 고지대로 이동하는 것으로 보여진다.

한라큰두꺼비딱정벌레는 조사기간 중 한라산 고산지대에서 우점하는 경향을 보였으며 주로 백록담 주변부에서 다른 종들 보다 많이 출현하여 우점하는 경향이 높은 것으로 조사되었다. 물론 10월에 해발 1,600~1,700m의 어리목 구간에서도 우점 종으로 조사되었지만, 주로 해발 1,700m 이상의 고산초지대나 암석지에 많이 출현한 점으로 보아 주로 고지대 기후에 적응한 종으로 판단된다.

제주왕딱정벌레는 경우 5월에 주로 해발 1,000~1,300m의 어리목과 성판악 구간에서 주로 우점하였으며, 8월에 해발 1,000~1,300m 성판악 구간에 많이 출현을 하였으나, 8월 이후에는 낙엽활엽수림의 조사구간마다 출현하기는 하지만 우점종으로 나타나지는 않았다. 그러나 이 종은 주로 5월과 10월 사이에 해발 1,800m 구간을 중심으로 고루 채집이 되었다.

넙점박이송장벌레는 5월에 우점하지 않는 종이나, 6월에 성판악 해발 1,000~1,400m 낙엽활엽수림 구간에서 우점 종으로 나타났으며, 7월 이후에도 거의 대부분이 낙엽활엽수림에서 주로 우점하고 있었다.

반면, 넓적송장벌레는 넙점박이송장벌레와 달리 한라산 해발 1,500m 구간을 기준으로 고산지대에 우점하는 것으로 나타났으며, 이 같은 결과를 놓고 볼 때, 같은 과(Family)내의 종간 서식지와 먹이의 경쟁 때문에 나타난 것으로 판단되며, 성판악의 경우에는 주로 해발 1,500~1,600m 구간에서 우점하지만, 어리목의 경우에는 정상부까지 우점하는 것으로 나타나 대조를 보였다.

이 외에도 모가슴소똥퐁텅이는 주로 성판악 해발 800~900m 구간을 중심으로 우점하는 것으로 조사되었으며, 멧쟁이딱정벌레는 간혹 출현을 하지만 7월과 8월에 어리목의 낙엽활엽수림인 해발 1,000~1,400m 구간에 집중적으로 출현하였고, 8월에는 백록담에서도 우점하는 경향을 보였다. 또한 애딱정벌레는 7월에 백록담 주변에서 확인이 되었으며, 주로 9월과 10월에 성판악의 해발 1,400m 이하에서 주로 우점하는 것으로 조사되었다.

윤납작먼지벌레는 6월에 해발 900~1,200m 구간까지 주로 우점하는 경향을 보였다. 강수량이 많아지는 7월과 8월에는 거의 채집되지 않았으며, 9월과 10월에 해발 800m 성판악 구간부터 우점하지만 주로 낙엽활엽수림인 해발 1,000~1,400m 구간의 모든 조사지역에서 우점종으로 조사되었다. 9월과 10월에 채집된 윤납작먼지벌레는 6,990개체로 이 종(Species) 전체의 78.2%에 해당하며, 특히 낙엽이 떨어져서 쌓이는 9월과 10월에 주로 낙엽활엽수림에서 많이 채집된 결과, 윤납작먼지벌레는 먹이가 풍부해지고, 떨어진 낙엽에 은폐하기 쉬우며, 강수량이 적은 특정한 계절을 선택해 많이 발생하는 것으로 판단된다(Fig. 3).

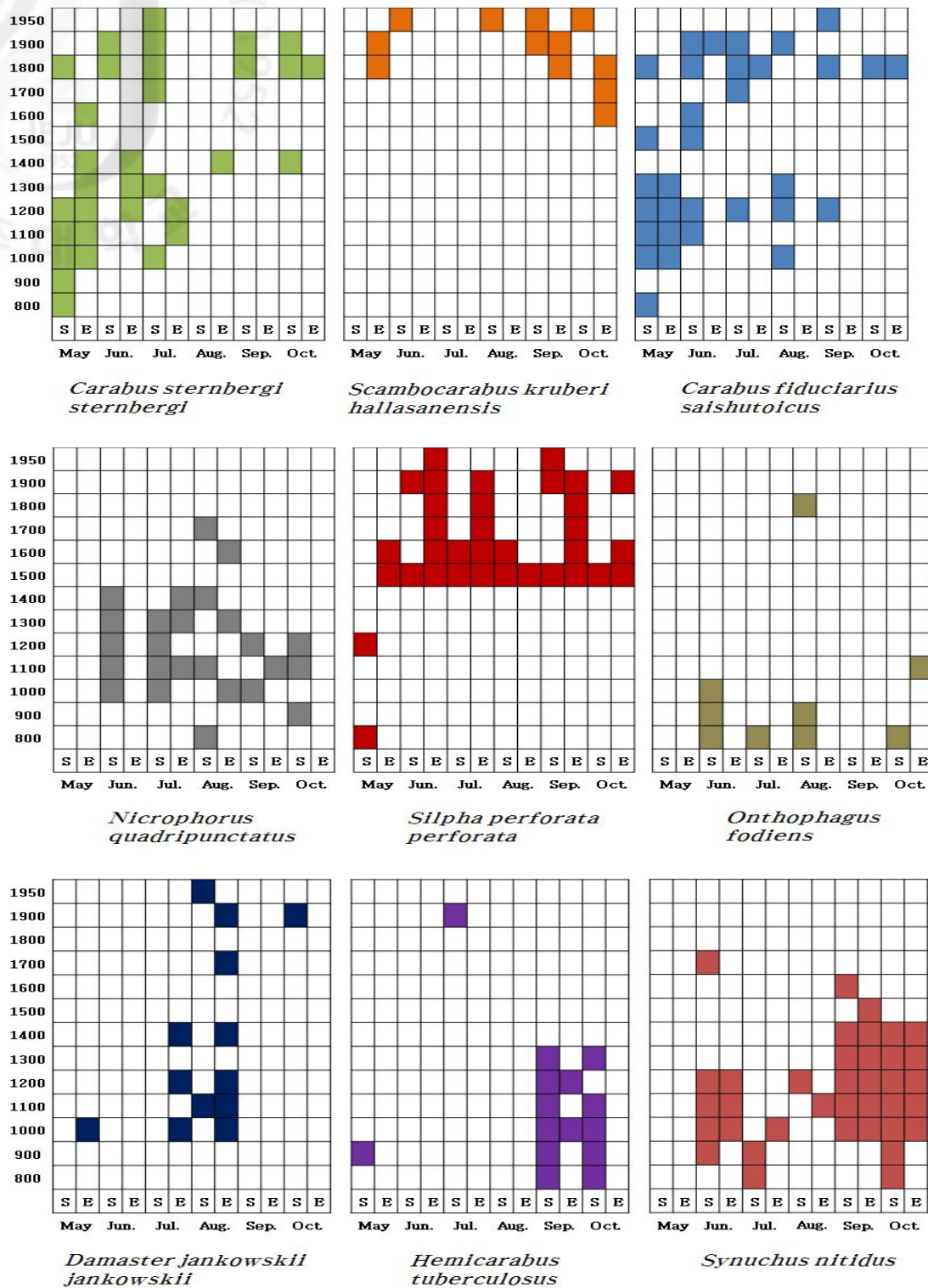


Fig. 3. Spatial and temporal distribution of dominant species of Coleoptera in Halla mountain.

4. 사면별 분포특성

동사면(Seongpanak)과 서사면(Eorimok)의 분포양상을 보면, 동사면에서는 먼지벌레과 11종 6,474개체, 송장벌레과 7종 862개체, 딱정벌레과 7종 768개체, 소똥구리과 4종 284개체의 순으로 우점하였으며, 서사면에서는 먼지벌레과 12종 4204개체, 딱정벌레과 8종 967개체, 송장벌레과 6종 595개체, 소똥구리과 5종 115개체의 순으로 나타났다(Table 5).

개체수가 가장 많이 채집된 해발 1,000m의 사면별 분포를 보면 동사면은 22종 1,743개체, 서사면은 21종 1,408개체로 조사되어, 해발 1,000m의 동사면에서 개체수가 서사면보다 많은 것으로 분석되었다.

일반적으로 곤충은 환경조건에 따라 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Macleán & Ustis, 1992; Avgin, 2006; Žiogas & Vaičiškauskas, 2007). 성판악 사면의 해발 1,000m 구간은 경사가 완만하고 주변에 산개벚치나무(*Prunus maximowiczii* Rupr.), 서어나무, 단풍나무, 참나무류와 층층나무(*Cornus controversa* Hemsl. ex Prain) 등 낙엽활엽수림대의 식생이 잘 나타나 있다. 반면, 어리목 사면의 해발 1,000m 구간은 등산로가 접해있어 행락객들이 잦은 출입과 주변에 급경사 계곡이 있어 보행성 딱정벌레류들이 행동에 제한요인으로 작용하여 개체수가 차이난다고 판단된다.

Table 5. The number of species and individuals of Coleoptera collected in Eastern(Seongpanak) and Western slope(Eorimok) area.

Family	Eastern slope		Western slope		Total	
	Species	Individuals	Species	Individuals	Species	Individuals
Aphodiidae	1	1	1	3	1	4
Carabidae	7	768	8	967	8	1,735
Cerambycidae	1	2	1	1	2	3
Cetoniidae			1	1	1	1
Chrysomelidae	3	12	4	9	6	21
Coccinellidae	1	7	1	2	1	9
Elateridae	1	5	3	8	3	13
Harpalidae	11	6,474	12	4,204	14	10,678
Histeridae	2	7	2	3	2	10
Lucanidae	1	1	1	1	2	2
Meloidae			2	2	2	2
Melolonthidae	7	13	5	7	11	20
Rutelidae	1	1			1	1
Scarabaeidae	4	284	5	115	6	399
Silphidae	7	862	6	595	9	1,457
Staphylinidae	2	6	2	5	2	11
Tenebrionidae	1	13	1	26		39
Total	50	8,456	55	5,949	72	14,405

5. 고도별 분포특성

1) 성판악과 어리목 구간의 고도별 분포 특성

고도별로 분석한 결과, 과(Family)수는 해발 1,100m 구간과 해발 1,800m 구간에서 14과로 가장 많았으며, 해발 1,950m 구간에서 4과로 적게 나타났다. 종은 해발 1,100m 구간에서 가장 많은 42종이 출현하였고, 그다음은 해발 900m 구간과 해발 1,800m 구간에서 30종이 출현하였으며, 정상부인 해발 1,950m 구간에서는 가장 적은 9종 출현하였다. 개체수는 해발 1,000m 구간에서 3,151개체로 가장 많았고, 해발 1,950m 구간에서 가장 적은 61개체가 출현하였다(Fig. 4).

해발 800m 성판악 구간에서는 총 18종 2,087개체가 채집되었는데, 먼지벌레과 윤납작먼제벌레가 1,847개체로 가장 많았으며, 소똥구리과 모가슴소똥풍뎅이가

120개체로 아우점하고 있었다. 이곳은 등산로와 가까웠으며, 낙엽과 같은 부엽층이 발달한 반면 경사도가 거의 없는 지역으로 굴거리나무와 주목, 참나무류, 단풍나무 등이 혼재해 있었다. 꼬마검정송장벌레(*Ptomascopus morio*)는 성판악 해발 800m 구간에서만 11개체가 서식이 확인되었다. 소똥구리와 곤충은 고도에 따라 풍부도와 다양성이 달라지며, 산림내 보다는 개활지를 선호하지만 (Romero-Alcaraz & Avila, 2000) 조사지역은 원시림이 해발 1,800m까지 분포하고 있고 제주조릿대가 밀생하고 있어 다양한 소똥구리와 곤충이 서식하기에 적합하지 않는 것으로 판단된다.

성판악 해발 900m 구간은 총 30종 1,386개체가 채집되었다. 이곳 역시 우점종은 937개체가 채집된 윤납작먼지벌레였으며, 아우점종은 한라길쭉먼지벌레로 132개체가 채집되었다. 이곳 또한 해발 800m 구간과 같은 임상을 가지고 있었으나, 해발 800m 구간과 달리 제주조릿대가 하부에 밀생되어 자라고 있었다.

해발 1,000m 구간에서는 총 3,151개체가 채집되어 개체수가 가장 많은 구간이었다. 먼지벌레과의 윤납작먼지벌레가 2,402개체로 채집종의 76.23%로 우점하고 있었으며, 한라길쭉먼지벌레 163개체(5.17%), 애칠납작먼지벌레 122개체(3.87%), 송장벌레과 녀점박이송장벌레 105개체(3.33%) 순으로 조사되었다. 사면별로 동사면에서 22종 1,743개체와 서사면에서 21종 1,408개체가 채집되어, 해발 1,000m 구간의 동사면이 서사면보다 개체수가 많은 것으로 조사되었다. 성판악 해발 1,000m 구간은 윤납작먼지벌레, 한라길쭉먼지벌레, 애칠납작먼지벌레의 순으로 우점하였으며, 경사가 완만하고 지상부는 제주조릿대로 덮여있으며 단풍나무와 참나무류의 교목층이 발달해 있었다. 어리목 해발 1,000m 구간은 윤납작먼지벌레, 모가슴소똥풍뎡이, 녀점박이송장벌레 순으로 우점하였고, 이곳은 등산로와 연결해 있으면서 경사도가 크고 좌측으로 Y계곡이 있어 딱정벌레류의 서식환경이 불리한 조건으로 판단되며 같은 고도의 성판악에 비해 채집된 개체수도 적었다. 특이한 점은 성판악은 제주왕딱정벌레가 31개체로 어리목의 2개체에 비해 많이 채집되었으며, 어리목은 멧쟁이딱정벌레가 35개체로, 같은 고도의 성판악(8개체)에 비해 많았다. 또한 한라길쭉먼지벌레는 성판악이 144개체로 어리목의 19개체에 비해 많았고 어리목 1,000m 구간에서 환경부 지정 멸종위기종인 애기뿔소똥구리가 2개체가 채집이 되었다.

해발 1,100m 구간에는 총 14과 42종 2,741개체가 채집되었는데 그 중 먼지벌레과 운납작먼지벌레가 1,707개체로 분포종의 62.5%로 가장 많았으며, 송장벌레과 녀점박이송장벌레 204개체(7.44%), 딱정벌레과 우리딱정벌레 183개체(6.68%) 순의 분포양상을 보였다. 사면별로는 성판악은 27종 967개체, 어리목은 34종 1,774개체가 채집되어 성판악보다 풍부도가 높았다. 제주왕딱정벌레인 경우 해발 1,000m 구간과 같은 양상이 나타나 성판악이 54개체로 어리목의 7개체보다 많은 개체가 채집되었고, 멧쟁이딱정벌레와 우리딱정벌레도 해발 1,000m 구간과 같은 패턴을 보였으며, 특정 지역의 환경에 적응한 종들이 다수 출현하였기 때문에 우점하는 것으로 판단된다.

해발 1,200m 구간에서는 총 2,368개체가 채집되었는데, 이 중 먼지벌레과 운납작먼지벌레가 1,418개체로 분포종의 59.89%로 우점하고 있었으며, 딱정벌레과 우리딱정벌레 220개체(9.29%)로 아우점하고 있었다. 구간별로 보면 제주왕딱정벌레인 경우 성판악이 69개체로 어리목의 20개체보다 많이 출현하였으며, 운납작먼지벌레, 멧쟁이딱정벌레는 어리목 구간에서 54개체, 192개체로 성판악 구간보다 다수 출현하는 패턴을 보였다. 송장벌레과 넓적송장벌레는 성판악에서 14개체, 어리목에서 36개체가 채집되었으며, 녀점박이송장벌레는 성판악에서 138개체, 어리목에서 27개체가 채집되어 성판악에서 4배이상 많이 채집된 것으로 조사되었으며, 같은 고도에서도 그 지역 고유의 환경에 적응한 특정한 개체들이 우점하는 것으로 판단된다.

해발 1,300m 구간은 총 8과 21종 694개체가 출현하였고, 해발 1,200m 구간보다 개체수가 1/4로 감소하였다. 성판악구간에서는 12종 269개체, 어리목구간에서 20종 425개체가 출현하였다. 이 지역의 주요 식생은 참나무류, 단풍나무, 서어나무, 층층나무등의 교목층이 발달해있고, 하부에 제주주릿대가 밀생하고 있었다. 성판악 지역의 해발 1,300m 구간은 사라오름을 지나서부터 급경사지로 바뀌는 지역이다. 사면별로 보면 성판악 구간에는 운납작먼지벌레가 154개체로 같은 지역 해발 1,200m 구간에 출현한 574개체에 비해 현저하게 줄어들었으며 녀점박이송장벌레도 해발 1,200m 구간보다 적은 32개체만 채집되었다. 제주왕딱정벌레는 8개체로 채집수량이 적었다. 어리목 지역의 해발 1,300m 구간도 성판악 해발 1,300m 구간과 같이 대체적으로 채집된 개체가 적어지는 양상을 보였다. 운납작

먼지벌레는 844개체에서 149개체로 1/5가량 개체수가 급감했고, 제주왕딱정벌레는 192개체에서 1/2가량 적은 83개체가 채집되었으며, 넓적송장벌레도 36개체에서 4개체로 줄어드는 양상을 보여 고도(elevation)와 경사(gradient)는 딱정벌레류의 서식 및 활동에 제한 요인으로 작용하는 것으로 판단되며 고도와 경사도가 높아질수록 개체수가 감소하는 경향을 띄는 것으로 조사되었다. 그러나 녀점박이송장벌레는 이와 달리 27개체에서 61개체로 증가해 고도와 경사에 별로 큰 영향을 받지 않고 그 지역의 환경에 적응한 특정 종으로 판단된다. 송장벌레과를 비교해 볼 때 본 연구에서도 이와 같은 특성이 있는 것으로 조사되었다. 일반 송장벌레류는 먹이의 크기, 출현 시기 그리고 서식처의 분화 등을 통해 공존하며 살아가지만(Katakura & Undo, 1985) 녀점박이송장벌레는 다양한 환경에 적응하여 다른 종과의 먹이 경쟁, 출현기 그리고 서식처 등이 중첩되는 경우가 많다는 연구결과와 같은 유형을 보여주었다(Katakura et al., 1985).

해발 1,400m 구간은 총 6과 17종 386개체가 채집되었는데 성판악 지역에서 15과 175개체, 어리목에서 12과 211개체가 채집되었다. 성판악구간에서는 딱정벌레과는 4종 17개체가 채집되었고, 어리목구간은 4종 94개체가 채집되었다. 이 구간 역시 경사가 급한 지역이었고, 채집된 개체수도 적었다. 성판악구간은 윤남작먼지벌레가 107개체로 우점하고 있었고, 녀점박이송장벌레가 28개체로 아우점하고 있었으나 어리목은 우리딱정벌레가 62개체로 우점종이었으며, 윤남작먼지벌레가 51개체로 아우점종으로 구간에 따라 우점종이 달랐다.

해발 1,500m 구간은 총 9과 23종 461개체가 채집되었고, 성판악은 17종 230개체, 어리목은 17종 231개체가 채집되었다. 성판악 지역의 해발 1,500m 구간은 낙엽활엽수림대가 끝나고 관목림대가 시작되는 구간이며 경사도는 낮았다, 어리목도 낙엽활엽수림이 끝나고 경사도가 완만한 평지 지형으로 관목림대 구간이다. 성판악 해발1,500m 구간의 특이할 만한 점은 해발 1,300~1,400m 구간에서 출현하지 않았던 넓적송장벌레가 123개체로 급증하였는데, 이곳은 진달래밭 유인대피소가 있는 지역으로 편의점이 있어 등반객들이 음식물 섭취 등 인위적인 요인이 작용해 급증한 것으로 판단된다. 이와 반대로 낙엽활엽수림 내에서 많은 개체수를 보였던 녀점박이송장벌레의 개체수가 감소하였는데 이는 중간 서식처와 먹이 경쟁 등에 기인한다고 추정되며, 녀점박이송장벌레는 고지대로 갈수록 개체수가

감소하였고 햇볕이 드는 양지보다 부엽층이 많은 낙엽활엽수림대(deciduous forest)의 음지를 선호하는 경향(Molnár et al., 2001; Rainio & Niemela, 2003)이 있는 것으로 판단된다.

해발 1,600m 구간은 총 7과 18종 175개체가 채집되었는데 성관악구간이 9종 103개체, 어리목구간이 16종 72개체가 채집되었다. 성관악구간은 윤납작먼지벌레가 66개체로 우점하였으며, 어리목구간은 넓적송장벌레가 26개체로 우점하였다.

해발 1,700m 구간은 총 6과 17종 95개체가 채집되었는데 성관악구간은 구상나무림(*Abies koreana* forest)지역으로 녀점박송장벌레, 윤납작먼지벌레, 우리딱정벌레, 제주왕딱정벌레 등 8종 21개체가 확인되었으며, 어리목구간은 고산초지대 구간이었으며, 넓적송장벌레, 금빛먼지벌레, 한라길쭉먼지벌레 등 14종 74개체로 우점하였으며 성관악구간보다 3배 이상 많이 채집되었다. 이와 같은 곤충의 출현 양상은 같은 해발고도에서도 식생유형에 따라 서식개체군과 서식밀도가 다르게 분포하고 있다고 추정된다.

해발 1,800m 구간은 총 14과 30종 535개체가 확인되었으며, 해발 1,700m 구간에 비해 5배 가량 많은 개체를 확인하였고, 제주왕딱정벌레, 한라큰두꺼비딱정벌레, 우리딱정벌레, 애딱정벌레, 멧쟁이딱정벌레 등 딱정벌레과의 비율이 44%를 차지해 가장 많았으며, 넓적송장벌레, 녀점박이송장벌레 등 송장벌레과 비율이 23%를 차지하고 있었다. 저지대에서는 먼지벌레과가 대부분 우점하는 경향이었으나 고도가 높아짐에 따라 딱정벌레과와 송장벌레과 종들이 대부분 우점하는 경향을 보였다. 또한 송장벌레과의 넓적송장벌레는 97개체가 채집되어 저지대에서 주로 채집된 녀점박이송장벌레보다 우점하는 것으로 조사되어 해발고도가 높아짐에 따라 녀점박이송장벌레보다 넓적송장벌레의 개체군이 서식 밀도가 풍부하였다. 성관악 지역의 해발 1,800m 구간은 산철쭉, 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry), 털진달래 등의 관목림과 시로미 군락(*Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch), 가시영경귀(*Cirsium japonicum* var. *spinosissimum* Kitamura.), 김의털, 털새, 한라돌쩌귀(*Aconitum napiforme* H. Lév. et Vniot) 등 관목림대와 고산초지대의 양상이 혼재하고 있는 지역으로 구상나무림과 관목림대가 만나는 접이지대로 같은 지역의 해발 1,700m 구간에 비해 종수는 2배, 개체수는 10배정도 많은 양이 확인되었다. 이 구간의 우점종은

제주왕딱정벌레, 우리딱정벌레, 모가슴소똥풍뎡이 순이었으며, 개체수는 각각 58개체, 50개체, 36개체였다. 이 지역은 해발 1,600m에서부터 해발 1,800m까지는 *Abies*속 식물인 구상나무 순림이 폭넓게 분포(Lim, 2008)하고 있어 상대적으로 다양성이 낮은 반면 해발 1,800m 구간은 구상나무림과 고산 초지대와의 경계지역으로 구상나무림에 서식하는 종과 고산 초지대에 서식하는 종이 모두 관찰되기 때문에 주변 지역에 비해 다양성이 높은 것으로 판단된다(Molnár et al., 2001; Yu et al., 2006). 또한 절지동물이나 죽은 동물의 사체 등을 주먹이원으로 이용하는(Booth et al., 1990) 딱정벌레과와 송장벌레과 종들이 많이 출현한 결과와 고산초지대의 식물성 먹이를 주로 섭식하는 종이 풍부해져 나타난 결과로 판단되며 이 지역의 곤충류에 관해 보다 정밀한 연구가 필요하다고 판단된다. 그리고 어리목구간은 고산초지대로서 특이할 만한 점은 동일고도의 성판악지역에는 단 한 개체도 채집되지 않았던 한라큰두꺼비딱정벌레가 다량 채집된 지역으로 어리목 해발 1,700m 구간에서 정상구간에서 전체 채집된 148개체 중 114개체가 채집되어 전체의 77%정도를 차지했다. 이 결과를 보면 한라큰두꺼비딱정벌레는 고산지대의 초지대 서식환경을 선호하는 것으로 판단된다.

해발 1,900m 구간은 총 8과 19종 265개체가 채집되었는데 성판악 구간은 시로미, 눈향나무와 들쭉나무(*Vaccinium uliginosum* L.)등 관목림이 주를 이루고 있는 지역으로 총 13종 197개체가 채집되었다. 주요종은 넓적송장벌레, 우리딱정벌레, 제주왕딱정벌레와 애딱정벌레였으며, 멧쟁이딱정벌레와 한라두꺼비딱정벌레의 개체수가 적었다. 어리목 구간은 암석지대이나 훼손지역이 많아 복구마대를 이용한 지역으로 15종 68개체가 채집되었다. 우점종은 25개체가 채집된 넓적송장벌레였다. 아우점종은 한라큰두꺼비딱정벌레였고 8개체가 채집되었다. 동일 고도의 성판악보다 종수가 많았는데 이는 성판악 구간은 정상 등반이 허용된 지역으로 인위적인 간섭 요인이 있었지만, 어리목 구간은 훼손·복구지역 지역으로 등반객의 출입이 통제되어 나타난 결과로 추정된다.

해발 1,950m 구간은 한라산 정상부로 주변에 줌고채목(*Betula ermani* var. *saitoana* Hatus.), 시로미와 사초과 식물들이 산발적으로 혼재해 있는 전형적인 고산 식생대를 이루는 지역이었다. 이 지역에서는 총 4과 9종 61개체가 채집되었

는데 딱정벌레과 한라큰두꺼비딱정벌레가 35개체로 우점하고 있었다. 그러나 관목림대에 비해 종수와 개체수가 모두 감소하는 경향을 보였다.

이 결과를 토대로 한라산 해발고도별 딱정벌레류의 분포를 보면 낮은 고도에서는 다양한 종이 폭넓게 분포하고 있었고(Romero-Alcaraz & Avila, 2000), 고지대로 올라올수록 고도와 식생에 적응한 특정 개체들이 서식하는 것으로 조사되었으며, 종풍부도는 줄어드는 대신 다양도는 높아져 여러 종이 고루 분포하고 있는 것으로 판단된다.

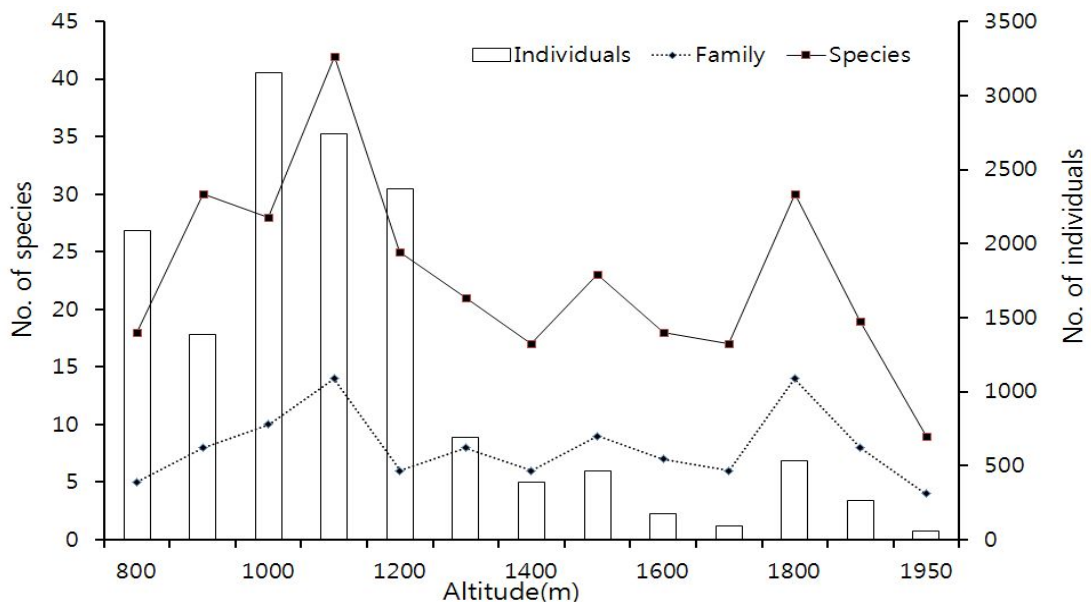


Fig. 4. Total numbers of family, species and individuals at different altitudes in Halla mountain.

일반적으로 곤충은 환경조건에 따라 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Kim, 1988). 우리나라 산지에서 딱정벌레류의 우점종은 붉은칠납작먼지벌레 (*Synuchus cycloderus*)와 윤납작먼지벌레인 것으로 보고된 바(Yeon et al., 2005)와 같이 한라산에서도 윤납작먼지벌레는 해발 800m 구간부터 해발 1,400m 구간까지 낙엽활엽수림대에 우점 종으로 분석되어 선행연구자의 보고(Yeon et al.,

2005)와 일치하였다. 이 종은 채집된 개체수의 62%를 차지하고 있었으며, 6월에 정점을 이루었다가 7월과 8월에 급감하나 9월과 10월에 증가하는 경향을 보여 연간 2세대가 발생하는 종임을 재확인하였고, *Synuchus*속을 대상으로 한 연구 결과와도 유사한 경향을 보였다(Jeong et al., 2005; Kwon, 1996; Jang, 2001).

2) 성판악과 어리목지역의 고도에 따른 유인제별 분포 특성

성판악 지역에서는 해발 1,900~1,950m 구간을 제외하고 모든 구간에서 동물성 유인제에 많이 유인되는 경향을 보였고, 낙엽활엽수림대인 해발 900m 구간에서는 식물성 유인제(16종)보다 동물성유인제(28종)에 많은 종이 유인되었다. 채집된 개체수는 해발 1,000m 구간에서 식물성유인제에 17종 618개체가 유인되었고, 동물성유인제에 18종 1,125개체가 유인되어 식물성보다 동물성유인제에 2배 이상의 개체가 유인되어 동일 고도 동일 종 내에서도 유인되는 개체수가 달랐다. 윤남작면지벌레인 경우 2배정도 많은 786개체가 동물성유인제에 채집되었고 다른 종들 또한 동물성유인제에 많은 개체가 유인된 것으로 조사되었으며, 구상나무림 지역인 해발 1,700m 구간에서는 조사 기간 중 7종 총 21개체가 채집되었다(Fig. 5).

어리목지역에서는 모든 구간에서 동물성 유인제에 많이 유인되었으며, 특히 해발 1,000m 구간의 경우 동물성과 식물성에 880여 개체가 채집되었고 해발 1,200m 구간에서 동물성에 두배이상 많은 947개체가 유인이 되었다. 해발 1,600~1,700m 구간에서는 채집된 개체수가 적었지만, 해발 1,800m 구간에서는 336개체가 채집되었다. 어리목 해발 1,800m 구간은 자연휴식년제를 시행하는 구간으로 등산객의 출입이 통제되는 고산초지대의 식생을 갖는 지역으로 인간의 활동이 없어 환경이 보전상태가 양호하여 생물다양성이 높은 것(Lomolino, 2001)으로 판단된다(Fig. 6).

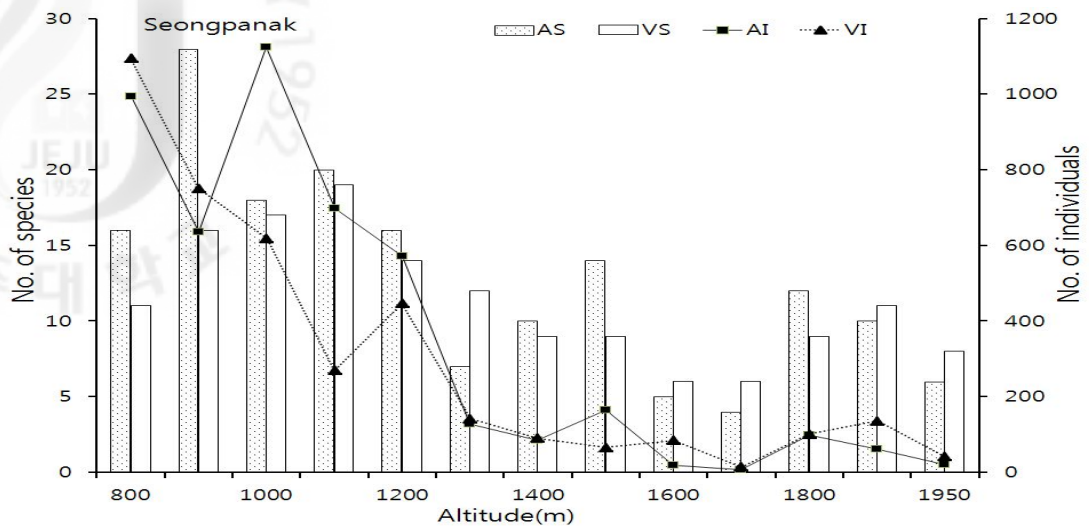


Fig. 5. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different altitudes according to bait types in Eastern slope(Seongpanak) in Halla mountain.

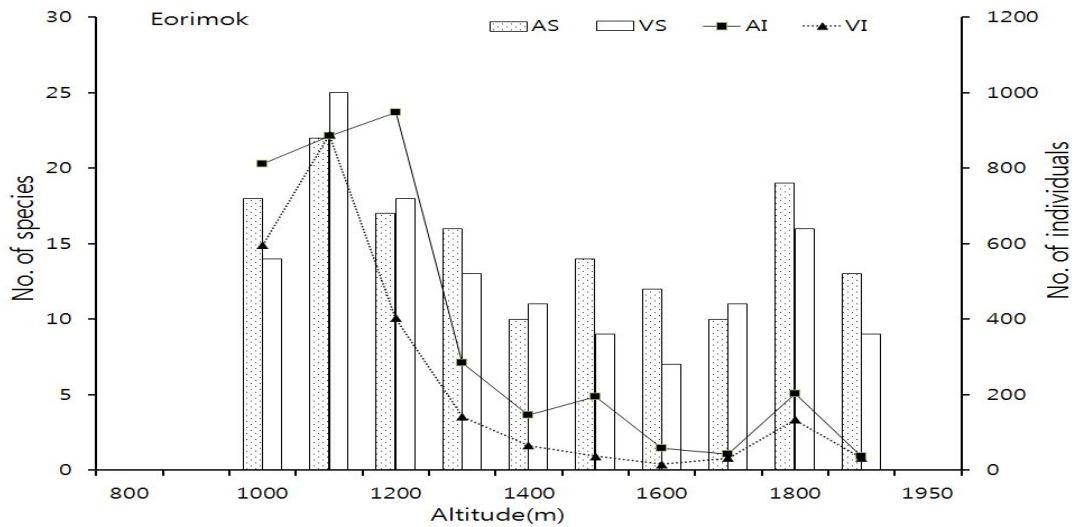


Fig. 6. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different altitudes according to bait types in Western slope(Eorimok) in Halla mountain.

AI : Total Number of captured individual in carnivorous attractant
 VI : Number of captured individual in Vegetable attractant
 AS : Total number of captured species in carnivorous attractant
 VS : Total number of captured species in Vegetable attractant

3) 과별 주요종의 고도별 분포특성

본 조사에서 채집된 딱정벌레과는 8종 1,735개체로 우리딱정벌레가 770개체로 우점하고 있었으며 제주왕딱정벌레가 384개체로 아우점하였고 멧쟁이딱정벌레가 287개체 순으로 우점하고 있었다.

딱정벌레과의 고도별 분포는 대체적으로 해발 1,200m 구간과 해발 1,800m 구간을 중심으로 고르게 감소하는 경향을 보였고, 해발 800m 구간과 해발 1,500~1,700m 구간에서도 개체수가 적어지는 양상을 보였다.

우리딱정벌레는 해발 1,200m 구간에서 220개체로 가장 많이 출현하였으며, 그 주변으로 고루 분포하였고, 해발 1,800m 이하의 구간에도 총 126개체가 출현하여 정상부까지 서식함을 확인하였다.

애딱정벌레는 해발 900m 구간에 많이 분포하였으며, 다시 해발 1,800m이상 고지대에 분포하는 양상을 보였으며, 이들 구간 사이에서도 간헐적으로 출현하였다.

멧쟁이딱정벌레는 해발 1,100~1,200m 구간에서 68개체와 67개체가 출현하였고 이 지역을 중심으로 고르게 감소하는 경향을 보였다.

한두큰두꺼비딱정벌레는 대부분 정상부에서 출현하였으며, 이들 개체가 주로 서식하는 곳이 고산지대로 보여지며, 특히 어리목 구간의 암석지 및 고산초지대에 집중적으로 많이 출현한 것으로 조사되어 향후 이 지역에 대한 추가 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

제주홍단딱정벌레는 저지대에서부터 고지대까지 분포하지만 해발 1,100m 구간과 1,200m 구간에서 각각 67개체와 68개체가 채집되어 두구간에서 가장 많이 출현하는 경향을 보였으며 낙엽활엽수림대의 상층 식생대와 제주조릿대의 하층 식생이 발달한 지역이 제주홍단딱정벌레가 서식하기에 가장 알맞은 환경조건이라 판단된다.

제주왕딱정벌레는 해발 800m 구간에서 1개체에서 점차적으로 증가하여 해발 1,200m 구간에서 89개체로 정점을 이룬 후 해발 1,700m 구간까지 7개체로 개체수가 감소하다가 다시 해발 1,800m 구간에서 89개체로 정점을 이룬 후 감소하는 경향을 보였다. 이를 종합해 볼 때 딱정벌레과는 대체적으로 해발 1,200m 구간과 해발 1,800m 구간을 중심으로 채집개체가 적어지는 것으로 조사되었으며 해발

1,200m 구간과 해발 1,800m 구간은 낙엽활엽수림과 관목림 및 고산초지대로 다양한 식생유형을 갖추고 있는 지역으로 가시적으로 5km 정도의 공간적 차이가 있음에도 불구하고 동일종이 서식하는 것은 서로 다른 서식환경 및 특정 환경에 적응한 종으로 판단된다(Fig. 7).

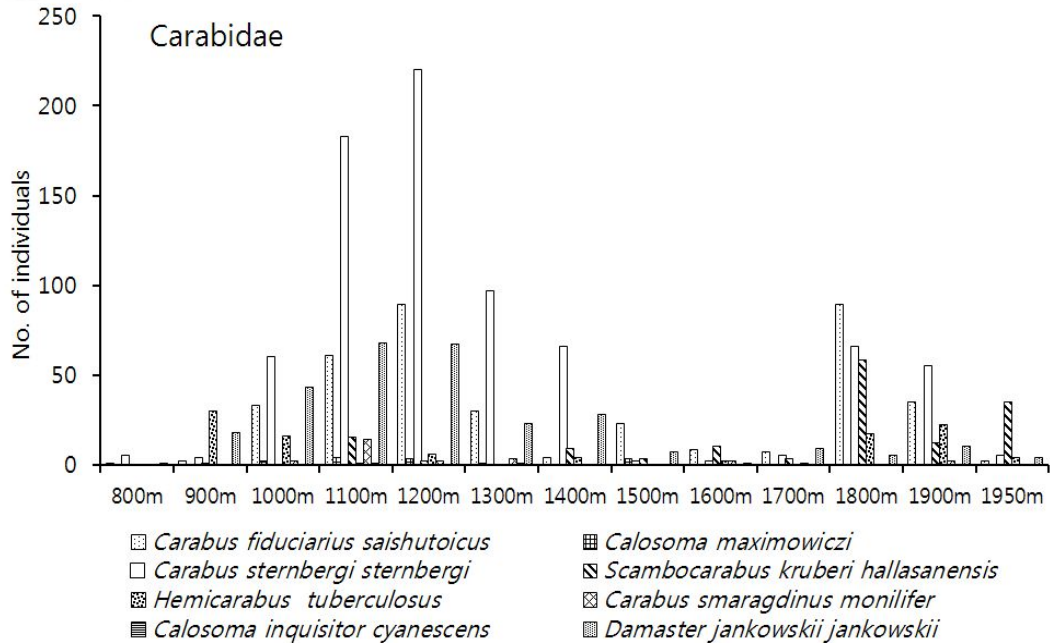


Fig. 7. Total number of Coleopteran species belong to Carabidae at different altitudes in Halla mountain.

본 조사에서 채집된 먼지벌레과는 총 14종 10,678개체였으며, 윤납작먼지벌레가 8,937개체로 우점하였으며, 한라길쭉먼지벌레가 919개체로 아우점하였고, 그 다음은 애칠납작먼지벌레로 343개체였다.

먼지벌레과는 대부분 해발 1,300~1,400m 구간까지 많은 개체가 분포하고 있었으나 고지대로 갈수록 개체수가 줄어드는 경향을 보였고 낙엽활엽수림의 토양층 또는 부엽층 속에서 활발히 활동하며, 미소곤충을 먹이로 이용하는 분류군이다. 윤납작먼지벌레는 해발 800m 구간에서 1,800여 개체가 출현하였으며, 해발 1,000m 구간을 정점으로 낮아졌으나, 해발 1,400m 이상에서는 거의 출현하지 않았다. 한라길쭉먼지벌레는 해발 900m 구간에서부터 해발 1,200m 구간까지 100여

개체 이상 채집되어 고도가 높아질수록 개체수가 줄어드는 경향을 보였다. 하지만 금빛먼지벌레는 해발 1,500m 구간에서부터 많은 개체가 출현하였고, 해발 1,800m 구간에서도 62개체가 출현하여 다른 종과 달리 고지대의 서식환경에 적응한 종으로 판단된다(Fig. 8).

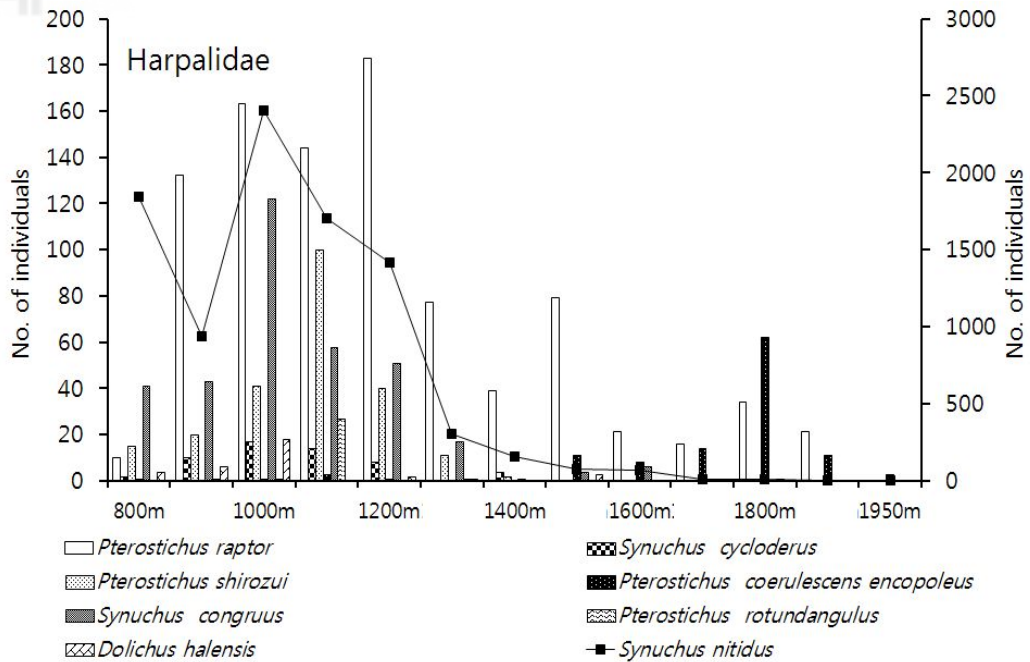


Fig. 8. Total number of Coleopteran species belong to Harpalidae at different altitudes in Halla mountain.

조사지역에서 채집된 송장벌레과는 총 9종 1,457개체로 녀점박이송장벌레가 728개체로 우점하였고, 넓적송장벌레가 543개체로 아우점하였으며, 그 다음으로 검정송장벌레가 138개체가 출현하였다.

녀점박이송장벌레는 해발 1,100m 구간을 중심으로 하향곡선을 그리면서 점차 개체수가 감소하는 경향을 보였고, 넓적송장벌레는 해발 1,500m 구간에서 215개체로 가장 많았으며 해발 1,800~1,900m 구간에 주로 분포하였다. 그리고 검정송장벌레는 해발 1,400m 이하 구간에서 주로 서식하는 것으로 조사되었다. 대체적으로 녀점박이송장벌레는 주로 한라산의 낮은 지대에 서식하며 낙엽활엽수림대의 음지와 부엽층이 많은 토양을 선호하는 것으로 추정되며, 넓적송장벌레의 경

우 해발 1,500m 이상 지역의 양지에 많이 출현하였고, 부엽층이 발달하지 않은 지역에 많이 서식하는 것으로 추정된다(Fig. 9).

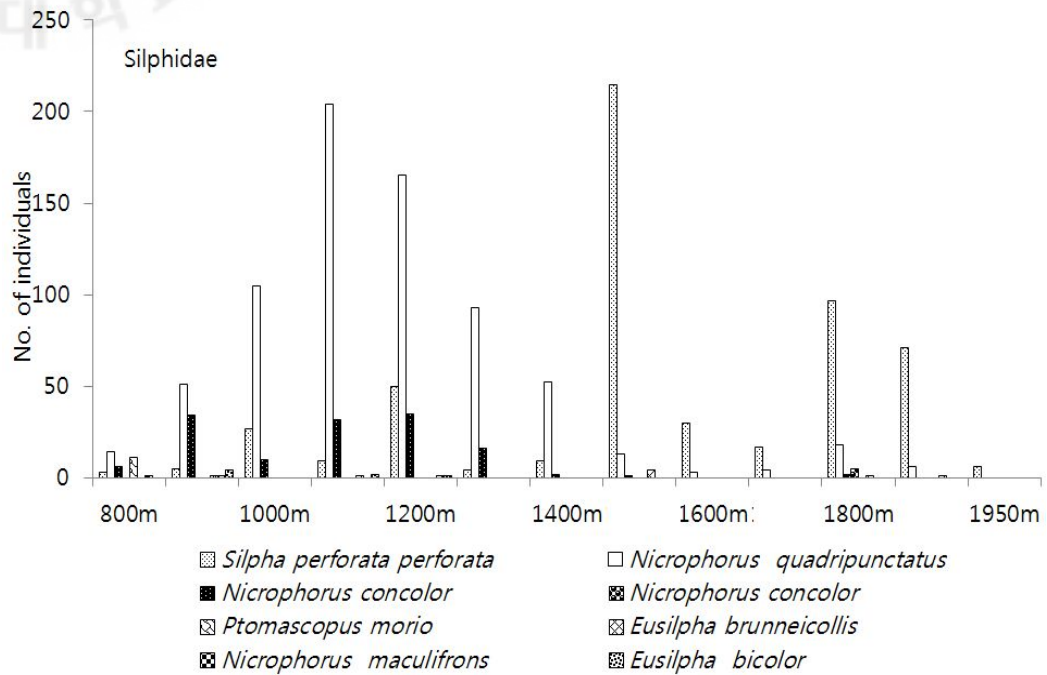


Fig. 9. Total number of Coleopteran species belong to Silphidae at different altitudes in Halla mountain.

6. 월별 분포특성

1) 과별 분포특성

조사 기간 동안에 채집된 총 개체수는 14,405개체였고 10월에 가장 많은 25종 4,575개체수가 채집되었으며, 5월에 가장 적은 22종 561개체가 채집되었다(Fig 10).

5월에는 총 9과 22종 561개체가 채집되었다. 채집된 개체 중 딱정벌레과가 475개체 채집되어 전체의 84.6%를 차지했으며, 송장벌레과(Silphidae) 5.4%, 먼지벌레과 2.5%, 거저리과 3.9% 순으로 채집되었다.

6월에는 14과 43종 3,076개체가 채집되었다. 과별 분포는 먼지벌레과가 2,096개체로 6월 전체 개체수의 68%를 차지했다. 딱정벌레과가 432개체(14%)가 채집되었으며, 송장벌레과가 409개체(13.3%), 소똥구리과 83개체(2.7%) 순으로 채집되었다.

7월에는 총 11과 30종 1,207개체가 채집되었다. 이중 딱정벌레과가 358개체로 7월 전체개체수의 30%, 먼지벌레과는 316개체로 26%, 송장벌레과가 430개체로 35.6%, 소똥구리과가 89개체로 7.4%가 채집되었다.

8월에는 총 11과 30종 921개체가 채집되었다. 먼지벌레과가 345개체로 7월 전체 개체수의 37.5%를 차지했으며 딱정벌레과가 235개체로 25.5%, 송장벌레과가 232개체로 25.2%, 소똥구리과가 89개체로 9.6%의 과별 분포를 보였다.

9월에는 8과 23종 4,065개체가 채집되었다. 먼지벌레과가 3,583개체로 9월 전체의 88.15%를 차지했으며, 특이할 만한 것은 윤납작먼지벌레가 3,005개체로 우점하였으며, 8월 전체 개체수의 73.9%, 먼지벌레과의 83.8%로 가장 많은 개체수를 보였다. 그 외 송장벌레과 279개체(6.9%), 딱정벌레과 158개체(3.89%)순으로 나타났다.

10월에는 총 6과 25종 4,575개체가 채집되었다. 먼지벌레과가 4,320개체로 10월 전체의 94.4%를 차지했으며, 이중 윤납작먼지벌레가 3,985개체로 전체의 87%, 애칠납작먼지벌레가 107개체로 2.34%의 분포를 보였다. 소똥구리과 모가슴소똥풍뎡이는 95개체(2.08%)로 조사되었다.

전체적으로 5월부터 6월까지 과, 종과 개체수가 증가하는 경향을 보였고, 7월과 8월에 감소하다가 8월 이후부터 급증하는 경향을 보였다. 전체 개체의 62%를 차지하는 윤납작먼지벌레는 6월과 7월에는 각각 개체수가 120개체, 36개체로 급감하여 전체적으로 감소추이를 보여 윤납작먼지벌레의 생활사 및 환경인자와 관련하여 감소하거나 대발생하는 원인 등에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

딱정벌레목 곤충의 종류는 습도의 요구에 따라 다르나 산림이나 초지대에 서식하는 딱정벌레목 곤충은 대부분 중간정도의 습도(mesophilous)를 선호(Žiogas & Vaičiškuskas, 2007)하기 때문에 제주의 장마철인 7월과 8월에는 종수나 개체수가 급감한 것으로 판단된다.

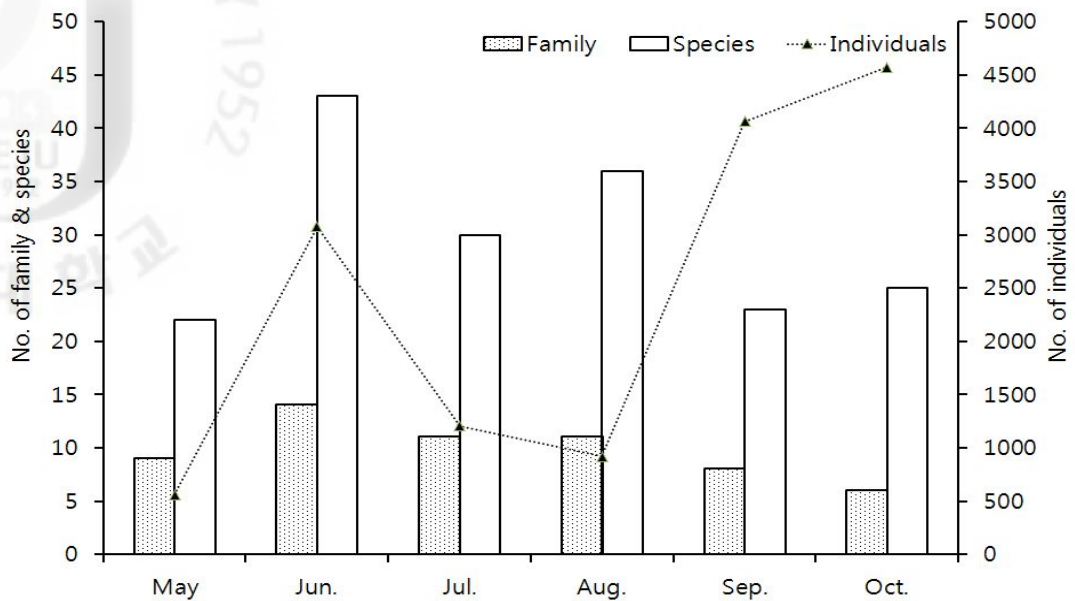


Fig. 10. Monthly variation of the total number of family, species and individuals in Halla mountain.

2) 주요종의 월별 분포 특성

멋쟁이딱정벌레는 조사기간 중에 총 284개체가 채집이 되었으며 5월에는 2개체가 출현하여 7월과 8월에 각각 111개체와 115개체가 채집이 되었고, 다시 9월과 10월에 개체수가 큰 폭으로 감소는 경향을 보이는 등, 강수량이 많아지는 여름철에 많이 활동하는 것으로 추정된다.

제주왕딱정벌레는 6월에 103개체가 채집되어 가장 많이 출현하였고, 10월로 갈수록 개체수가 점차적으로 감소하는 경향을 보였으나, 주로 5월 이전에 출현하여 6월에 주로 왕성한 먹이활동을 하는 것으로 판단된다.

제주홍단딱정벌레는 조사기간 중에 총 26개체가 채집되었으며, 5월에 단 한 개체도 채집되지 않았으나 8월에 11개체가 채집되었다. 이 종은 멋쟁이딱정벌레와 같이 주로 습기가 많은 여름철에 주로 출현을 하는 것으로 나타났다.

애딱정벌레는 조사기간 중에 총 102개체가 채집되었으며, 5월에 가장 많은 23개체가 출현하였고, 기온이 높고 강수량이 많은 8월에는 8개체가 채집되었으나 9월에 14개체, 10월에 20개체의 출현을 보이며 증가하였다.

한라큰두꺼비딱정벌레는 조사기간 중에 총 148개체가 채집되었으며, 5월에 가장 많은 51개체가 출현하였고, 고온다습한 여름에는 개체수가 급격히 감소하였으며, 9월에 47개체로 정점으로 다시 하강하여 10월에 15개체가 채집되었다.

우리딱정벌레는 조사기간 중에 총 770개체가 채집되었으며, 5월에 가장 많은 305개체가 출현한 이후 계속적으로 감소하는 경향을 보였고, 성판악 지역보다 어리목 지역에서 많이 출현한 것으로 조사되었다. 이 종은 주로 이른 봄에 출현하여 강수량이 많고 더워지는 여름철에 감소하는 경향을 보였다.

윤납작먼지벌레는 조사기간 중에 총 8,937개체가 채집되었으며 기온이 낮고 강우가 적어지는 10월에 가장 많은 3,985개체가 출현하였으며, 9월에 3,005개체가 출현하였다. 우리나라 산지의 대표적인 우점종으로 연 2회 출현을 한다. 강우가 많아지는 7월과 8월에 개체수가 급격히 감소하는 경향을 보이는 종으로 어리목 지역에서 보다 성판악지역에서 2배 이상 많이 채집되었다. 어리목의 낙엽활엽수림은 경사가 심한 지역이지만 성판악지역은 경사가 완만하여 윤납작먼지벌레가 서식하기에 호조건으로 작용한 것으로 판단된다.

한라길쭉먼지벌레는 조사기간 중에 총 919개체가 채집되었으며, 5월에 15개체가 출현하여 계속 증가추이를 보이다 9월에 309개체로 정점을 이룬 후 10월에 79개체로 급격한 감소하는 경향을 보였으며, 이 중 또한 성판악의 경사가 완만한 지역에서 많이 출현하였다.

아라길쭉먼지벌레는 조사기간 중에 총 230개체가 채집되었으며, 5월에 출현이 없다가 6월에 145개체가 출현하였으며 고온다습한 7월과 8월에 출현율이 낮았으나 다시 10월에 80개체로 증가하였다. 사면별로는 어리목지역에서 많은 개체가 출현하였다. 이 종은 윤납작먼지벌레와 같이 고온다습한 여름철에 개체수가 줄어드는 생활패턴을 가진 것으로 판단된다.

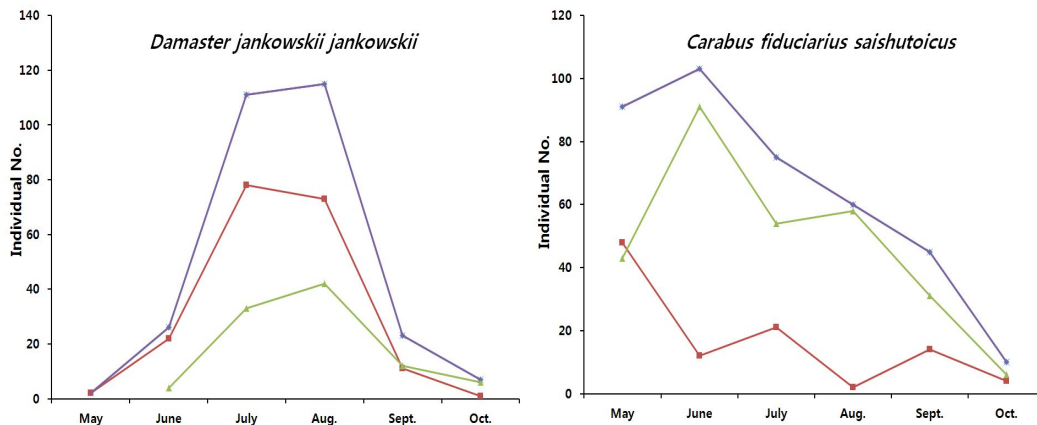
애칠납작먼지벌레는 조사기간 중에 총 343개체가 채집되었는데, 특이한 점은 5월에서 8월까지 출현을 거의 하지 않다가 9월에 갑자기 231개체가 출현하였다가 10월에 107개체로 감소하는 경향으로 조사되었다.

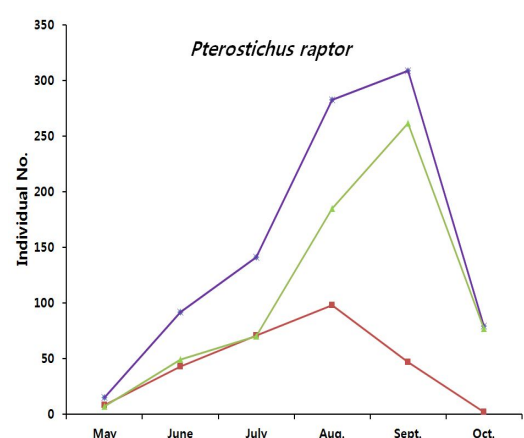
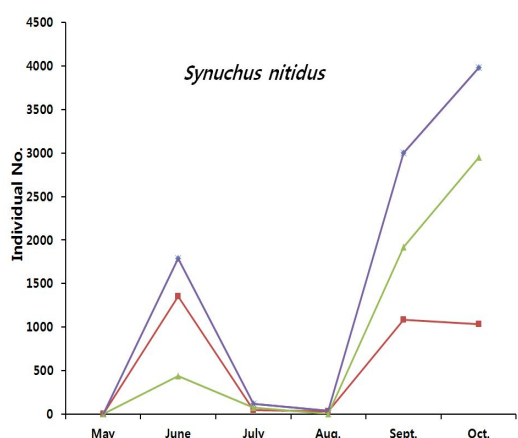
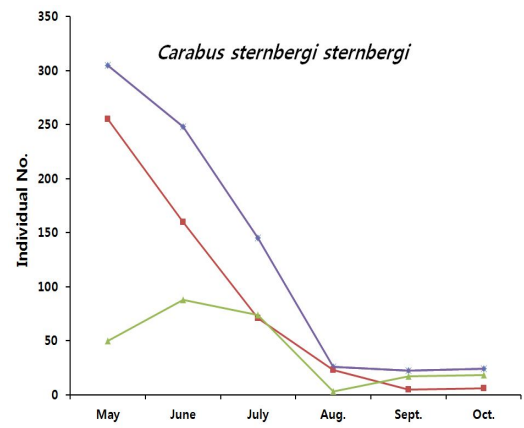
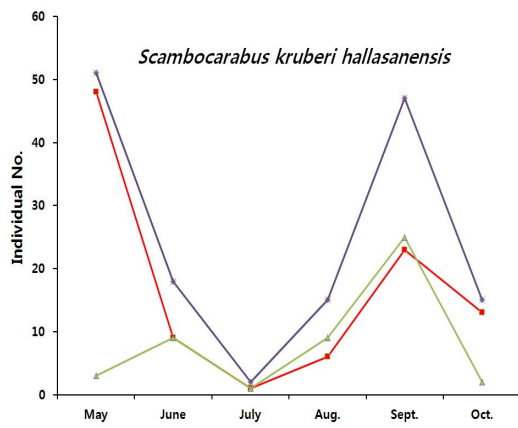
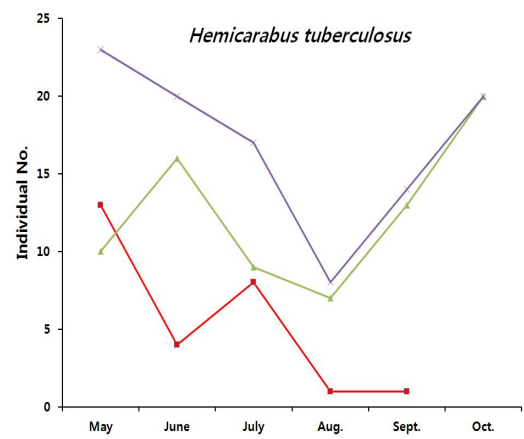
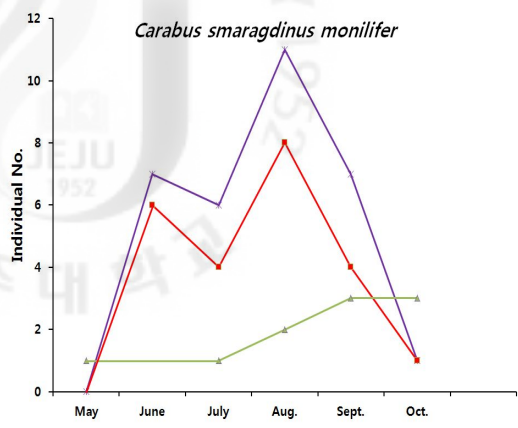
금빛먼지벌레는 조사기간 중에 총 115개체가 채집되었으며, 어리목지역에서 많이 출현하였고 7월에 가장 많은 52개체가 출현하였으며, 시간이 지나면서 개체수가 점차적으로 감소하였다.

넓적송장벌레는 조사기간 중에 총 543개체가 채집되었는데, 6월에 222개체가 출현하여 가장 많은 개체수를 보였고 8월에 32개체로 감소하다가 다시 9월에 80개체로 증가 후 감소하는 경향을 보였다. 넓적송장벌레는 어리목 구간에서 많은 출현을 보였으며, 이 중 역시 강수량이 많아지면서 개체수가 감소하는 경향을 보였다.

넙점박이송장벌레는 조사기간 동안 총 728개체가 채집되었는데, 5월에 1개체가 출현해 가장 적었으며, 강수량이 많고 기온이 높은 6월에서 9월까지 약 150여 개체씩 고른 분포를 보이다 10월에 감소하는 경향을 보였다.

검정송장벌레는 조사기간 중에 총 138개체가 채집되었으며, 강수량이 많아지는 7월을 중심으로 활발한 활동을 보였고 모가슴소똥풍뎅이는 총 369개체가 채집되었는데, 5월에는 한 개체도 채집되지 않았다가 7~8월에 약 80개체씩 고르게 출현하였고 9월에 37개체로 줄어들다가 다시 10월에 95개체로 증가하는 양상을 보였다(Fig. 11).





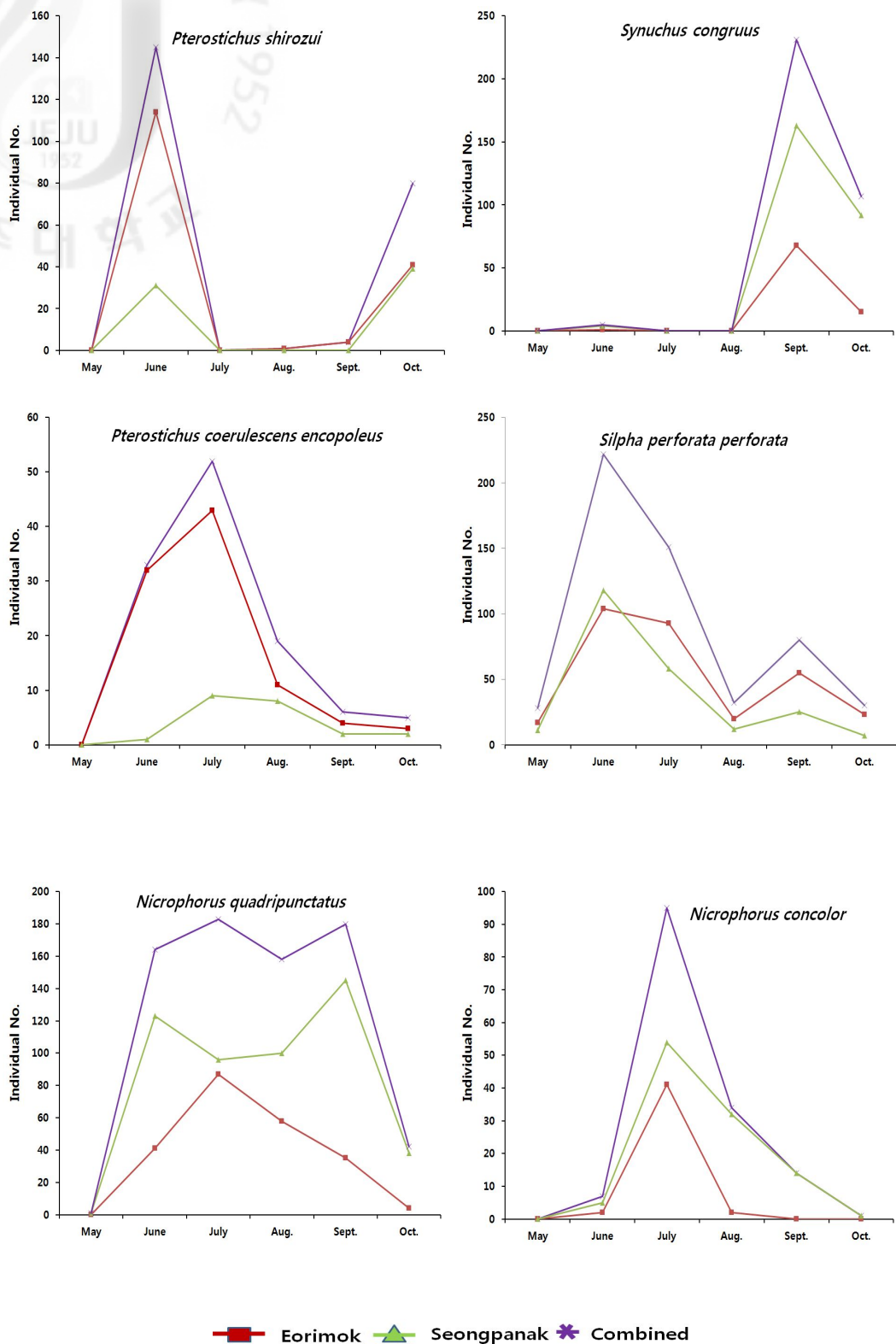


Fig. 11. Monthly variations in number of major species of Coleoptera according to slopes in Halla mountain.

7. 임상별 분포 특성

임상은 곤충의 군집 구조에 영향을 미친다(Byun et al., 1996; Lim, 1996; Jang & Kim, 2000). 침엽수림에서의 종 수나 개체수가 낙엽활엽수림이나 혼효림에 비하여 적게 출현한다는 보고(Lim, 1996)가 있었으며, 본 연구에서도 해발 800~1,400m 구간인 낙엽활엽수림대에서 종수나 개체수가 많았고, 성판악 해발 1,700m 구간의 침엽수림인 구상나무림에서는 적게 조사되었다(Fig. 12).

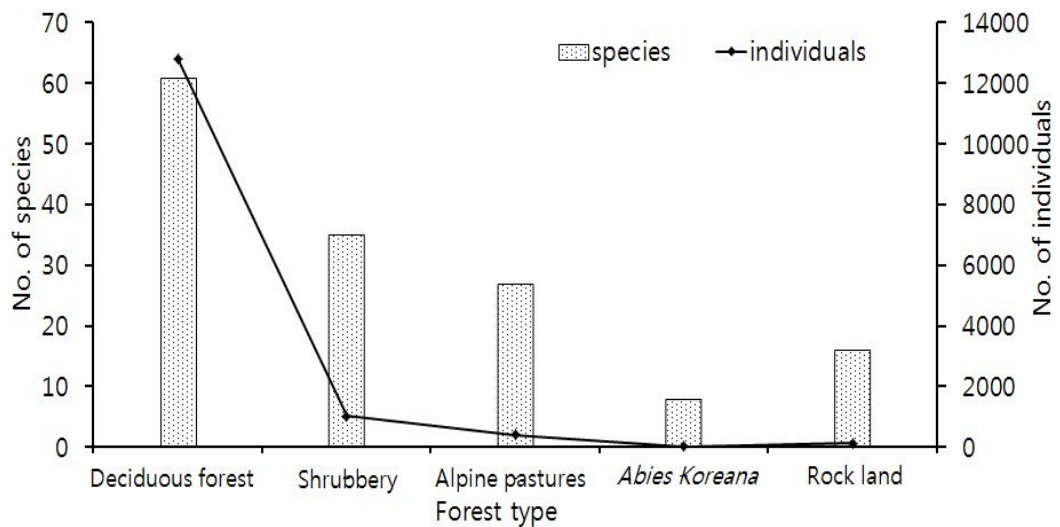


Fig. 12. Variation in the numbers of species and individuals of Coleopteran insects according to forest types of deciduous forest, shrubbery, alpine pastures, *Abies koreana* forest and rock land in Halla mountain.

이는 지표에 서식하는 딱정벌레들이 먹이가 되는 지렁이나 달팽이 또는 미소 곤충들이 낙엽에 의해 부엽층이 발달한 낙엽활엽수림에는 상대적으로 풍부한 반면 구상나무림에서는 현저하게 적은 부엽층으로 인해 딱정벌레류의 먹이활동의 제약에 의한 것으로 판단된다. 물론 한라산의 식생대는 해발고도에 따라 수직적으로 식생이 다르게 나타나기 때문에 식생유형에 의한 특이성 때문인지, 해발고도에 따른 특이성 때문인지는 단순한 상관 비교가 아니라 향후 더 정밀한 연구

가 수반되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 임상별로 딱정벌레목 곤충상을 분석하기 위해 함정덫의 설치 장소에 따라 낙엽활엽수림대(Deciduous forest), 관목림대(Shrubbery), 고산 초지대(Alpine Pastures), 구상나무림(*Abies koreana* forest)과 정상일대의 암석지대(Rock land) 등으로 구분하여 분석하였다.

임상에 따른 딱정벌레목 곤충의 분포를 보면 낙엽활엽수림에서 총 15과 61종 12,813개체가 채집되어 임상별로 분석한 결과 낙엽활엽수림지역이 종 다양성이 높을 것으로 분석되었다. 이는 침엽수림대 보다는 낙엽활엽수림대에서 곤충이 이용할 수 있는 먹이가 풍부하기 때문에 종 다양성이 높다는 보고(Argyropoulou et al., 2005; Žiogas & Vaičiškauskas, 2007)와 일치하였다. 그 다음 관목림대에는 총 13과 35종 1,033개체, 고산초지대에서는 11과 27종 410개체, 암석지에서는 7과 16종 128개체, 구상나무림에는 4과 8종 21개체 순으로 나타났다(Table 6).

낙엽활엽수림대는 어리목 해발 1,000~1,400m 구간, 성판악 해발 800~1,400m 구간으로 주요 수종으로는 단풍나무, 서어나무, 참나무류, 산개벗지나무 등이며, 어리목 구간은 경사가 심하고, 성판악 구간은 경사가 완만하다. 이 지역의 종구성은 대부분이 먼지벌레과와 딱정벌레과가 우점한 것으로 조사되었다. 먼지벌레과가 13종 10,216개체로 가장 많았으며, 그 다음은 딱정벌레과 8종 1,207개체, 송장벌레과 8종 963개체, 소똥구리과 6종 352개체였다.

관목림대는 성판악 해발 1,500~1,600m 구간, 해발 1,800m 구간과 어리목 해발 1,500~1,600m 구간으로 산철쭉과 털진달래와 같은 평균수고 1~2m 내외의 관목이 밀생하고 있는 지역이었으며, 성판악은 간간히 주변에 교목층도 발달해 있었다. 어리목 구간은 만세동산을 끼고 윗세오름까지 이어지는 구간으로 대부분이 제주조릿대가 우점하고 있었으며, 산철쭉, 털진달래, 좀갈매나무, 섬매발톱나무 등의 관목층이 주변에 산재해 있었다. 이 지역에는 총 35종 1,033개체가 채집되었는데 송장벌레과가 4종 336개체로 32.5%, 먼지벌레과가 5종 313개체로 30.3%, 딱정벌레과가 7종 297개체로 28.8%로 우점하는 양상을 보였다. 낙엽활엽수림에서 먼지벌레과는 1만여 개체가 출현하였으나, 관목림대로 오면서 개체수가 급감하는 경향을 보이는데 이는 낙엽활엽수림대의 토양층이 낙엽과 부엽층이 풍부해 적절한 환경조건이 형성되어 먹이활동이 활발했던 반면 고도나 임상이 먼지벌

Table 6. Species distribution according to forest types of deciduous forest, shrubbery, alpine pastures, *abies koreana* forest and rock land in halla mountain.

Forest type Family	deciduous forest	Shrubbery	Alpine Pastures	<i>Abies Koreana</i>	Rock land
Aphodiidae	1/2		1/2		
Carabidae	8/1,207	7/297	6/148	3/8	6/75
Cerambycidae	1/2		1/1		
Cetoniidae		1/1			
Chrysomelidae	5/8	2/9	2/4		
Coccinellidae	1/2	1/6	1/1		
Elateridae	2/3	2/8	1/1		1/1
Harpalidae	13/10,216	5/313	6/127	3/7	3/15
Histeridae	2/4	2/6			
Lucanidae	2/2				
Meloidae	2/2				
Melolonthidae	7/9	5/7	3/3		1/1
Rutelidae		1/1			
Scarabaeidae	6/352	3/46	1/1		
Silphidae	8/963	4/336	4/120	1/4	3/34
Staphylinidae	2/8	1/2			1/1
Tenebrionidae	1/33	1/1	1/2	1/2	1/1
Total	61/12,813	35/1033	27/410	8/21	16/128

The data indicate species/ individuals

레과의 곤충이 서식하기에 부적당한 환경조건을 주었기 때문에 먼지벌레과의 개체수가 현저히 감소된 것으로 판단된다. 또 개체수가 적게 출현을 보이던 송장벌레과의 경우 이 지역에서 300여 개체가 출현한 것은 서식환경의 송장벌레과의 곤충들이 선호하는 환경조건 때문이라 판단되며, 특히 넓적송장벌레는 해발 800m 구간에서부터 해발 1,400m 구간까지 출현빈도가 낮았다가 해발 1,500m 구간에서 특징적으로 200여 개체가 출현하여 성판악 해발 1,500m 구간의 진달래밭 대피소 주변지역 및 어리목 해발 1,500m 구간의 만세동산일대 임상의 조건이 이들이 서식 및 먹이활동에 호조건으로 작용한다고 추정된다.

고산초지대는 어리목 해발 1,700~1,800m 구간으로, 윗세오름에서 서북벽으로 이어지는 구간으로 우점종은 제주조릿대, 시로미, 김의털과 털새, 김정겨이삭 등이 식생대를 이루고 있었다. 종구성을 보면 총 27과 410개체가 채집되었으며, 딱정벌레과 6종 148개체, 먼지벌레과 6종 127개체, 송장벌레과 4종 120개체 순으로 출현하였다. 특히 딱정벌레과 종들이 많이 출현하였으며, 한라큰두꺼비딱정벌레는 61개체가 채집되었는데 같은 고도(해발 1,800m 구간)의 성판악 구간에서는 단 한개체도 출현을 하지 않은 점은 해발고도와 관련정보다는 임상과의 연관성이 큰 것으로 판단되며 한라산의 동사면인 성판악구간보다 서사면인 어리목 고산초지대 및 그 이상 지역(정상일대)를 서식장소로 선택하는 것으로 보인다. 고산초지대에서 이 종에 대한 출현시기, 기후인자와 기주가 되는 식물 또는 먹이로 이용되는 곤충류 등을 추가적으로 조사할 필요가 있다고 판단된다.

구상나무림대는 성판악 해발 1,700m 구간으로 다른 임상과 달리 거의 구상나무 순림을 이루고 있었으며, 하부 식생층은 낙엽활엽수림, 관목림 등에 비해 하층식생이 빈약한 곳으로, 채집된 개체수도 극히 적었으며 총 8과 21개체만 채집이 되었다. 채집된 개체를 보면 제주왕딱정벌레 3개체, 우리딱정벌레 4개체, 제주홍단딱정벌레 1개체, 윤납작먼지벌레 3개체, 한라길쭉먼지벌레 3개체, 한국길쭉먼지벌레 1개체, 제주호리병거저리(*Misolampidius chejudoensis*) 1개체와 넉점박이송장벌레 4개체 등 다른 조사지역에 비해 종수나 개체수가 월등히 적었다. 반면 설치한 함정 몇 안에는 딱정벌레류 보다는 개미류의 밀도가 월등히 많은 것으로 조사되었다. 이 지역의 임상은 구상나무에서 방출되는 특정한 식물 2차 대사물이 딱정벌레류의 먹이활동에 지장을 초래하여 개체수가 극히 적었던 것으로 판단되며, Lim(2008)의 *Abies*속 추출물의 곤충에 대한 살충성 실험에서 56%의 치사율

을 보인다는 결과와 비교해 볼 때 개체수가 적어지는 이유는 *Abies*속의 특정 곤충 기피물질을 방출하기 때문이라고 판단된다. 물론 이러한 결과는 특정 곤충 기피성 물질 때문인지 또는 다른 환경인자 때문인지는 향후 구상나무림에 대한 지속적인 정밀 조사가 이루어져야 될 것으로 보인다.

암석지는 어리목 해발 1,900m 구간과 정상부 일대이며 1990년대 이전 서북벽 코스의 개방으로 등산로가 많이 훼손되어 지금은 자연휴식년제구간으로 지정해 등산객의 출입을 통제하는 지역이며, 암석은 조면암 또는 조면현무암으로 구성(Kang, 2009)되어 있는 지역이다. 주변에 식생 복원용 마대로 피복되어 있으며 돌매화나무, 한라장구채, 한라개승마, 한라송이풀, 구름채꽃 등 멸종 위기종 및 특산 식물이 주변에 분포하고 있다. 정상 일대에는 총 7과 16종 128개체가 채집되었는데 종 구성을 보면 딱정벌레과가 6종 75개체로 우점하고 있었으며, 송장벌레과가 3종 34개체로 아우점 하였고, 그 다음은 먼지벌레과가 3종 15개체가 채집되었다. 채집된 개체수를 보면 한라큰두꺼비딱정벌레가 42개체로 가장 채집빈도가 높았으며, 넓적송장벌레로 31개체, 우리딱정벌레가 10개체 순으로 채집되었다. 이 지역 역시 한라큰두꺼비딱정벌레가 우점 종으로 조사되었으며, 정상일대는 척박한 암석지 서식환경과 고산기후에 적응한 특정 종들이 분포하고 있어, 이곳에 대한 장기적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

사면별로는 동사면의 낙엽활엽수림과 관목림에서 동물성 유인체에 많은 종과 개체가 채집되었고, 구상나무림과 정상 암석지에는 식물성 유인체에 많은 종들이 채집되었다(Fig. 13).

서사면에서는 낙엽활엽수림에서 식물성유인체에 많은 종이 유인 되었지만, 개체수는 동물성 유인체에 많이 유인되는 특성이 있었으나, 관목림과 고산초지대, 암석지에는 동물성 유인체에 많은 종과 개체가 유인되었다(Fig. 14).

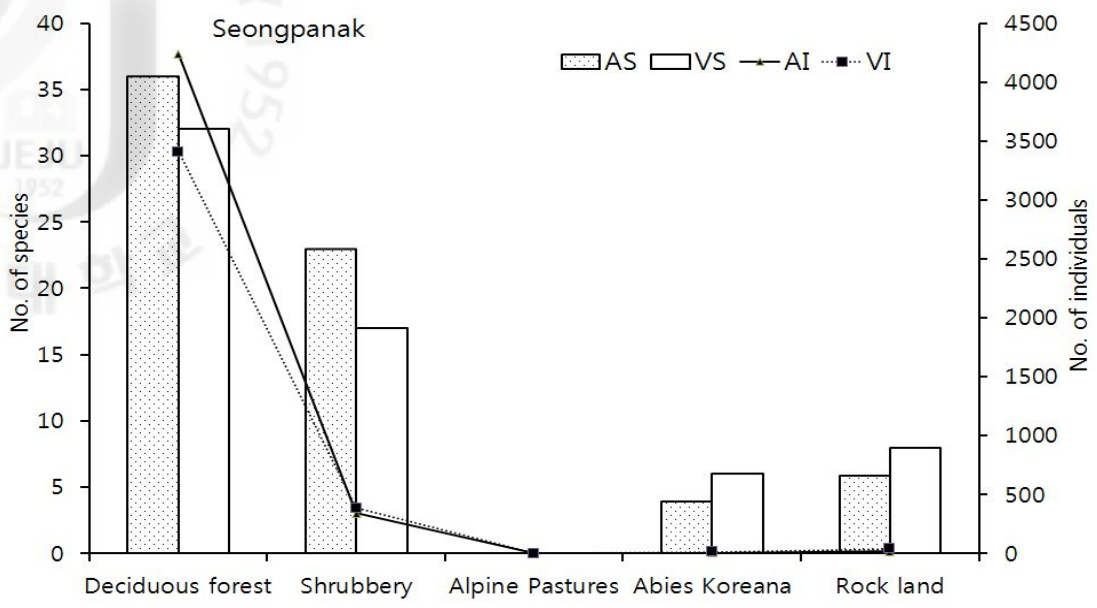


Fig. 13. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different forest types according to bait types eastern slope(Seongpanak) in Halla mountain.

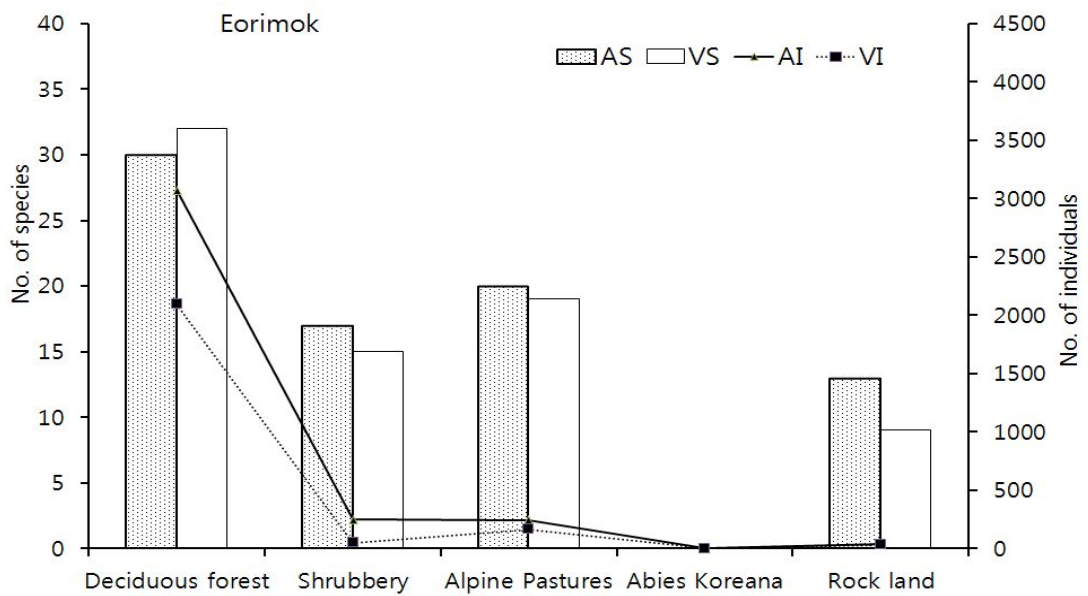


Fig. 14. The changes in total numbers of species and individuals of Coleopteran insects at different forest types according to bait types in western slope(Eorimok) in Halla mountain.

AI : Total Number of captured individual in carnivorous attractant
 VI : Number of captured individual in Vegetable attractant
 AS : Total number of captured species in carnivorous attractant
 VS : Total number of captured species in Vegetable attractant

8. 유인제별 분포특성

과별로 식물성과 동물성유인제에 모여든 개체군을 분석하였다. 총 14,405개체 중 동물성유인제에 채집된 종과 총 개체수는 53종 8,211개체로 57%차지하였고, 식물성 유인제에 채집된 종과 개체수는 50종 6,194개체로 43%차지했다(Table 7).

채집된 딱정벌레류를 과별로 분석해 보면 딱정벌레과 1,735개체중 동물성유인제에 모여든 종과 개체수는 7종 868개체이었으며, 식물성유인제에 모여든 종과 개체수는 8종 867개체로 거의 1:1의 비율이었으며, 트랩에 유인된 종들이 서로 유사하였으나 개체 중 특정 유인제에 편중되어 모여드는 종들도 있었다.

한라큰두꺼비딱정벌레는 동물성유인제에 2배정도 많이 모여드는 경향이 있었고, 멧쟁이딱정벌레와 검정명주딱정벌레는 식물성유인제에 2배 정도 많이 모여드는 특성을 보였다. 우리딱정벌레는 동물성유인제에 442개체가 채집되어 식물성유인제에 채집된 328개체보다 많이 들어오는 경향을 띄었고 풀색명주딱정벌레는 조사기간 동안 식물성유인제에 단 2개체만 유인된 것으로 조사되었다.

먼지벌레과 곤충을 분석해보면 채집된 10,678개체 중 동물성은 11종 5,751개체(53.8%), 식물성은 13종 4,927개체(46.2%)가 채집되어 동물성유인제에 많이 모여드는 경향으로 나타났지만 동물성유인제와 식물성유인제에 특별히 편중되게 모여드는 종은 없었다. 먼지벌레과의 우점종은 윤납작먼지벌레로 동물성유인제에 4,734개체, 식물성유인제에 4,203개체가 채집되어 유인제별로는 특이성이 없었다.

소똥구리과는 동물성에 6종 341개체(85.5%)가 편중되어 채집되었고, 식물성에 2종 58개체(14.5%)가 채집되어 식물성유인제보다 동물성 유인제에 월등히 많이 모여드는 것으로 조사되었다. 채집된 소똥구리과 곤충 대부분은 모가슴소똥풍뎅이였고, 동물성유인제에 많은 수가 유인되었다.

송장벌레과는 동물의 사체나 배설물을 선호하는 곤충이며 송장벌레는 동물의 사체가 자연으로 환원될 수 있도록 청소부 역할을 하는 그룹으로 세계적으로 2아과 13속 210종이 알려져 있고(Peck, 1990; Kalinova et al., 2009), 번식을 위한 산란장소로 동물의 사체를 이용한다고 알려져 있다. 먹이에 대한 경쟁력을 높이기 위해 촉각이 발달하였고, 이로 인해 다른 동물보다 빨리 동물의 사체를 찾아

낼 수 있으며(Abbot, 1927; Boeckh, 1962), 수 킬로미터 이상 떨어진 거리일지라도 하루 안에 찾아낼 수 있는 능력을 갖고 있다(Petruska, 1975). 조사결과 총 1,457개체가 채집되었는데 동물성유인제에 8종 1,193개체(82%)가 채집되으나, 식물성유인제에 5종 264개체(18%)가 채집되어 식물성보다 동물성에 많은 개체가 유인되었다.

Table 7. Comparison of species and individuals collected according to bait types of animal and vegetable food in Halla mountain.

Family	Baits with animal food		Baits with vegetable food		Total
	Species	Individuals	Species	Individuals	
Aphodiidae	1	2	1	2	4
Carabidae	8	868	8	867	1,735
Cerambycidae	1	1	1	2	3
Cetoniidae			1	1	1
Chrysomelidae	5	7	2	14	21
Coccinellidae			1	9	9
Elateridae	1	3	3	10	13
Harpalidae	11	5,751	13	4,927	10,678
Histeridae	2	9	1	1	10
Lucanidae			2	2	2
Meloidae	1	1	1	1	2
Melolonthidae	6	9	7	11	20
Rutelidae	1	1			1
Scarabaeidae	6	341	2	58	399
Silphidae	8	1,193	5	264	1,457
Staphylinidae	2	6	1	5	11
Tenebrionidae	1	19	1	20	39
Total	53	8,211	50	6,194	14,405

본 조사에서 송장벌레과의 우점종은 녀점박이송장벌레, 넓적송장벌레, 검정송장벌레였다. 녀점박이송장벌레는 총 728개체 중 동물성유인제에 93%정도가 유인된 반면 식물성유인제에는 7%정도 유인되었고, 넓적송장벌레는 동물성에 345개체가 채집되어 식물성 유인제에 유인된 198개체보다 1.5배 정도의 유인율을 보여 녀점박이송장벌레가 동물성 유인제를 더 선호한다고 추정할 수 있다.

또한 검정송장벌레경우에도 동물성유인제에 많은 수가 유인되었고, 좀송장벌레(*Thanatophilus sinutatus*), 이마무늬송장벌레(*Nicrophorus maculifrons*), 둥근송장벌레(*Eusilpha bicolor*)는 적은 개체가 채집되기는 하였으나 동물성유인제에 만 유인된 종이였다.

9. 군집분석

1) 고도별 분석

우점도(Dominance index)는 생물 군집내 종의 우점화 비율을 나타내는 척도로 비교 대상들 간의 우점 정도를 나타내는 지표가 된다. 일반적으로 우점도가 높으면 종다양도(Species Diversity Index)와 균등도(Evenness Index) 낮아진다. 고도에 따른 조사지 전체 우점도 지수는 해발 800m 구간에서 0.94로 가장 높았으며, 해발 1,700m 구간과 해발 1,800m 구간에서 0.35로 가장 낮았다.

사면별로 보면 성판악은 해발 800m 구간에서 0.94로 가장 높았으며, 해발 1,700m 구간에서 0.33으로 가장 낮았다. 어리목구간은 해발 1,000m구간에서 0.83으로 가장 높았으며, 해발 1,800m 구간에서 0.41로 가장 낮았다. 이는 해발 800m 구간에 전체 채집된 2,087개체 중 윤납작먼지벌레가 1,847개체가 채집되어 나타난 결과로 인해 우점도가 높은 것이고, 해발 1,700m 구간에서는 95개체가 채집되었지만 여러 종이 혼재해 있어 우점도가 낮은 것으로 판단된다.

종풍부도지수(Species Richness Index)는 단위면적내에 서식하는 생물종의 수를 계량화한 것으로 군집 내에서 일정면적에 있는 종의 수를 의미하며 일정한 표본지역의 종수를 세어 한 지역의 종 풍부도를 추정할 수 있다.

조사지역 전체에서 종풍부도지수가 가장 높은 구간은 해발 1,100m 구간에서 5.18이었고, 해발 1,950m 구간에서 1.95로 가장 낮았다. 구간별로 보면 성판악 해발 900m 구간에서 4.01로 가장 높았으며, 해발 1,600m구간에서 1.73으로 가장 낮았다. 어리목에서는 해발 1,100m 구간에서 4.41, 해발 1,400m구간에서 2.06을 보였다.

종다양도는 그 지역의 균집을 구성하는 종의 수와 그 종들의 균등하게 분포하는지에 따라 달라지며, 이러한 여러 가지 요인들의 시·공간적 측면의 상호작용에 의한 종합적인 결과이다.

전체 조사지의 종 다양도 지수는 해발 1,800m 구간에서 2.46으로 가장 높았으며, 해발 800m 구간에서 0.56으로 가장 낮았다. 구간별로 볼 때 성판악에서는 해발 1,900m 구간이 2.06으로 가장 높았으며, 해발 800m 구간이 0.56으로 가장 낮았다. 어리목은 해발 1,800m 구간에서 2.29였으며 해발 1,000m 구간에서 0.95로 가장 낮았다. 결과적으로 고도가 높아질수록 종 다양도는 증가하는 양상을 보였다.

성판악을 중심으로 조사한 Yang(2006)의 연구결과를 보면 저지대(해발 250m)에서 고지대(해발 750m)로 갈수록 종 다양도 지수는 낮아지는 것으로 조사되었지만, 본 연구에서는 해발 800m구간에서 0.56으로 낮게 조사되었고, 고도가 높아짐에 따라 종 다양도 지수는 증가하는 경향을 보여 한라산 천연보호구역내의 곤충의 종 다양성은 고도가 높아짐에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

전체 조사지의 균등도 지수를 보면 해발 1,700m 구간에서 0.86으로 가장 높았으며, 해발 800m 구간에서 0.19로 해발 1700m 구간에는 특정종의 비율이 상대적으로 낮게 나타난 반면 해발 800m구간은 운납작먼지벌레와 모가슴소똥풍뎅이와 같은 특정종의 비율이 높게 나타나 균등도가 낮았다. 구간별로는 성판악구간은 해발 1,700m 구간에서 0.95, 해발 800m 구간에서 0.19를 보였고 어리목구간은 해발 1,700m 구간에서 0.83, 해발 1,000m 구간에서 0.36으로 분석되었다(Table 8).

Table 8. Dominance index, species diversity index, evenness index and species richness index at different altitudes according to slopes in Halla mountain.

	Altitude												
	800m	900m	1000m	1100m	1200m	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	1900m	1950m
Combined													
^a DI	0.94	0.77	0.81	0.70	0.69	0.58	0.58	0.64	0.57	0.35	0.35	0.48	0.67
^b RI	2.22	4.01	3.35	5.18	3.09	3.06	2.69	3.59	3.29	3.51	4.62	3.23	1.95
^c H'	0.56	1.32	1.11	1.61	1.91	1.84	1.85	1.76	2.06	2.45	2.46	2.22	1.50
^d EI	0.19	0.39	0.33	0.43	0.59	0.60	0.65	0.56	0.71	0.86	0.72	0.75	0.68
Seongpanak													
DI	0.94	0.77	0.81	0.61	0.70	0.69	0.77	0.77	0.79	0.33	0.43	0.49	0.67
RI	2.22	4.01	2.81	3.78	2.74	1.97	2.71	2.94	1.73	2.30	2.83	2.27	1.95
H'	0.56	1.32	1.04	1.89	1.20	1.49	1.38	1.08	1.25	1.98	1.61	2.06	1.50
EI	0.19	0.39	0.34	0.57	0.40	0.60	0.51	0.38	0.57	0.95	0.58	0.80	0.68
Eorimok													
DI			0.83	0.80	0.80	0.56	0.54	0.72	0.50	0.42	0.41	0.49	
RI			2.76	4.41	2.77	3.14	2.06	2.94	3.51	3.02	3.78	3.32	
H'			0.95	1.28	1.44	1.98	1.91	1.69	2.17	2.18	2.29	2.16	
EI			0.31	0.36	0.47	0.66	0.77	0.60	0.78	0.83	0.73	0.80	

^aDI : dominance Index $DI=n_1+n_2/N$ ^bRI : Species Richness Index $RI=S-1/\ln(N)$ ^cH' : Species Diversity Index $H'=-\sum p_i \log(p_i)$ ^dEI : Evenness Index $EI= H'/\log_2 S$

2) 월별 분석

조사기간 동안 월별 군집을 분석한 결과 우점도는 10월에 0.89로 가장 높았으며 다음으로 9월 0.82, 5월 0.71 순으로 나타났으나, 7월과 8월에 각각 0.28과 0.48로 가장 낮은 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 7과 8월에 딱정벌레목 곤충이 활동이 지장을 줄 정도의 강우로 인해 종 우점도가 낮은 것으로 판단된다.

종 풍부도는 6월에 5.23으로 조사되어 가장 높은 것으로 분석되었으며, 8월 5.13, 7월 4.09, 5월 3.32 순으로 나타났으나 9월에 종 풍부도가 가장 낮은 것으로 분석되었다(Table 9).

종 다양도 지수는 7월에 2.44로 가장 높았으며 8월에 2.29, 6월 1.73 순으로 나타났으며, 한라산의 저지대를 중심으로 한 연구(Yang, 2006)와 내장산을 중심으로 한 연구(Lee, 2011)에 비교했을 때 높게 나타나, 한라산 국립공원이 다른 지역에 비해 비교적 환경이 잘 보존되어 다양도가 높게 나타났다고 판단된다.

Table 9. Monthly variations in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index in different months according to slopes in Halla mountain.

	Month						Total
	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Combined							
^a DI	0.71	0.65	0.28	0.48	0.82	0.89	0.68
^b RI	3.32	5.23	4.09	5.13	2.65	2.85	7.41
^c H'	1.61	1.73	2.44	2.29	1.13	0.68	1.68
^d EI	0.52	0.46	0.72	0.64	0.36	0.21	0.39
Seongpanak							
DI	0.66	0.52	0.29	0.50	0.81	0.90	0.70
RI	2.63	3.87	3.44	4.26	2.15	2.21	5.42
H'	1.81	1.90	2.38	2.21	1.15	0.67	1.57
EI	0.69	0.57	0.76	0.66	0.40	0.23	0.40
Eorimok							
DI	0.72	0.75	0.30	0.49	0.83	0.91	0.68
RI	2.48	4.60	3.27	3.07	2.90	2.69	6.21
H'	1.44	1.42	2.41	2.10	1.02	0.68	1.74
EI	0.52	0.40	0.78	0.71	0.33	0.23	0.43

^aDI : dominance Index $DI = n_1 + n_2 / N$ ^bRI : Species Richness Index $RI = S - 1 / \ln(N)$

^cH' : Species Diversity Index $H' = -\sum p_i \log(p_i)$ ^dEI : Evenness Index $EI = H' / \log_2 S$

3) 임상별 분석

한라산은 크게 해발 600~1,400m의 낙엽활엽수림, 해발 1,500~1,600m의 침엽수림대, 해발 1,600~1,900m의 관목림대와 해발 1,900~1,950m의 고산식물대로 나뉜다. 본 연구의 조사지 임상은 함정 뒫 설치 지역에 따라 크게 낙엽활엽수림, 관목림, 구상나무림, 고산초지대, 암석지로 나누어 분석하였다.

우점도 지수는 낙엽활엽수림에서 0.77로 가장 높았고, 구상나무림이 0.33으로 가장 낮았다. 풍부도 지수는 낙엽활엽수림에서 6.34로 조사되었고, 구상나무림에서 2.30으로 낮게 조사되었다. 종 다양도 지수는 고산초지대에서 2.35로 높았으며, 낙엽활엽수림에서 1.41로 낮았다. 균등도 지수는 낙엽활엽수림에서 0.34로 낮았으며, 구상나무림에서 0.71로 높게 나타났다(Table 10).

Table 10. Variations in dominance index, species diversity index, evenness index and species richness index according to different forest types in Halla mountain.

Index	Deciduous forest	Shrubbery	Alpine Pastures	Abies Koreana	Rock land	Total
^a DI	0.74	0.44	0.41	0.33	0.57	0.66
^b RI	6.34	4.90	4.32	2.30	3.09	7.41
^c H'	1.41	2.32	2.35	1.98	2.08	1.96
^d EI	0.34	0.65	0.71	0.95	0.75	0.46

^aDI : dominance Index $DI = n_1 + n_2 / N$

^bRI : Species Richness Index $RI = S - 1 / \ln(N)$

^cH' : Species Diversity Index $H' = -\sum p_i \log(p_i)$

^dEI : Evenness Index $EI = H' / \log_2 S$

4) 사면별 분석

사면별로 균집을 분석한 결과 우점도 지수는 성판악 사면이 0.71로 어리목 사면(0.68)보다는 높은 것으로 분석되었으나 풍부도는 우점도와는 다르게 어리목 사면(6.33)이 성판악 사면(5.42)보다 높은 것으로 조사되었다. 또한 종 다양도는 어리목 사면이 1.75, 성판악 사면이 1.57로 분석되었으며, 균등도는 어리목 사면 0.44, 성판악 사면 0.40으로 종 다양도와 균등도에서 어리목 사면이 다소 높은 것으로 분석되었다(Table 11).

Table 11. Variation in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index according to slopes in Halla mountain.

	Slope		
	Seongpanak	Eorimok	Total
^a DI	0.71	0.68	0.68
^b RI	5.42	6.33	7.41
^c H'	1.57	1.75	1.68
^d EI	0.40	0.44	0.39

^aDI : dominance Index $DI = n_1 + n_2 / N$ ^bRI : Species Richness Index $RI = S - 1 / \ln(N)$

^cH' : Species Diversity Index $H' = -\sum p_i \log(p_i)$ ^dEI : Evenness Index $EI = H' / \log_2 S$

VI. 적 요

본 연구는 2010년 5월부터 10월까지 한라산 성판악등산로와 어리목등산로를 중심으로 딱정벌레목 곤충의 시·공간적 분포 특성을 파악하기 위해 수행하였다.

조사 장소는 성판악 해발 750m에서부터 시작하여 백록담(해발1,950m)을 거쳐 어리목(해발970m)까지 동서길이 약 18km구간이며, 이 구간에서 해발 100m 단위로 총 24개 조사구에 함정 덫(Pit-fall trap) 240개를 설치하여 주 1회씩 조사하였다. 조사기간에 채집된 딱정벌레류는 17과 72종 14,405개체였다. 조사결과 다수종(Abundant species)은 윤납작먼지벌레(*Synuchus nitidus*), 한라길쭉먼지벌레(*Pterostichus raptor*), 우리딱정벌레(*Carabus sternbergi sternbergi*), 넉점박이송장벌레(*Nicrophorus quadripunctatus*), 넓적송장벌레(*Silpha perforata perforata*), 제주왕딱정벌레(*Carabus fiduciaris saishutoicus*), 모가슴소똥풍뎅이(*Onthophagus fodiens*), 아라길쭉먼지벌레(*Pterostichus shirozui*), 한라큰두꺼비딱정벌레(*Scambocarabus kruberi hallasanensis*), 검정송장벌레(*Nicrophorus concolor*), 금빛먼지벌레(*Pterostichus coeruleescens encopoleus*)등 11종 이었다.

사면별로는 동사면에서 먼지벌레과(Harpalidae) 11종, 송장벌레과(Silphidae) 7종, 딱정벌레과(Carabidae) 7종, 소똥구리과(Scarabaeidae) 4종의 순으로 우점하였으며, 서사면(Eorimok)에서는 먼지벌레과(Harpalidae) 12종, 딱정벌레과(Carabidae) 8종, 송장벌레과(Silphidae) 6종, 소똥구리과(Scarabaeidae) 5종의 순으로 우점하였으며, 우점도 지수(DI)는 성판악이 높게 조사되었으나 풍부도 지수(RI), 종 다양도 지수(H'), 균등도 지수(EI)등은 어리목이 높게 조사되었다.

고도별로는 해발 800m 구간부터 종수와 개체수가 모두 증가하다가 해발 1,000m 구간을 정점으로 다시 감소추이를 보이다 해발 1,800m 구간에서 소폭 상승하는 추이를 보였다. 개체수는 해발 1,000m 구간에서 3,151개체로 가장 많은 출현을 보였고, 해발 1,950m 구간이 61개체로 가장 적은 출현을 보였다. 종풍부도는 해발 1,100m 구간에서 5.18에서 가장 높고 해발 1,950m 구간에서 1.95로 가장 낮았다. 반면 종 다양도 지수(H')는 해발 1,800m 구간에서 2.46으로 가장 높

왔고 해발 800m구간에서 0.56으로 가장 낮았다.

월별 개체수는 5월부터 6월까지 증가하다가 강우량이 많아지는 7월과 8월에 급감하였으며 다시 9월과 10월에 증가하는 경향을 보였고, 종수는 6월을 정점으로 낮아지는 추이를 보였다. 종풍부도지수(RI)는 8월이 가장 높았고 9월이 가장 낮았다. 우점도 지수(DI)는 10월이 높고 7월이 낮은 반면 종 다양도 지수(H')는 7월이 2.44로 가장 높았고 10월이 0.68로 가장 낮았다.

임상에 따른 종의 분포는 낙엽활엽수림대(Desiduous forest)에서 61종으로 가장 많은 분포양상을 보였으며, 관목림대(Shrubbery)에 13종, 고산초지대(Alpine Pasture)에 27종, 정상부 암석지(Rock land)에 16종, 구상나무림(*Abies koreana* forest)에 8종 순으로 분포 양상을 보였다. 종풍부도(RI)는 낙엽활엽수림에서 가장 높고 구상나무림에서 가장 낮았으며, 종 다양도 지수(H')는 고산초지대에 가장 높았고, 낙엽활엽수림에서 가장 낮았다.

유인제에 대한 종별 개체수 분포는 동물성 유인제에 53종으로 57%, 식물성유인제에 50종 43%로 동물성유인제에 많이 유인되었다.

고도별 우점종의 월별 분포는 우리딱정벌레의 경우 한라산 전 지역에 고루 우점 하였으며, 강우가 많아지는 7월과 8월에 개체수가 적어지며, 9월과 10월에 고산지대에 우점 하였다. 한라큰두꺼비딱정벌레는 해발 1,700m이상 지역에 주로 우점 하는 경향이 있었고, 제주왕딱정벌레는 조사기간 동안 해발 1,800m구간과, 8월에 해발 1,000~1,300m 구간에 우점하였고, 녁점박이송장벌레는 낙엽활엽수림에 주로 서식하고, 넓적송장벌레는 해발 1,500m 이상의 고지대를 선호하였다. 윤납작면지벌레는 9월과10월에 낙엽활엽수림에서 많은 개체가 채집되었다.

이와 같은 결과를 토대로 환경변화에 민감한 딱정벌레류의 고도에 따른 각 종들의 수직분포 양상, 계절적 발생 패턴 및 월별 출현 패턴, 식생유형에 따른 분포 특성, 기후인자에 따른 출현 양상 등 한라산의 지표성딱정벌레류의 분포 특성에 관한 연구 결과는 환경변화와 기후변화에 따른 한라산 장기생태계 연구 및 산지 보존계획을 수립하는데 유용한 기초자료로 제공될 것이다.

인 용 문 헌

- Abbot, C. E. 1927. Experimental data on the olfactory sense of Coleoptera, with special reference to the Mecrophori. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 20: 207-215.
- Adis, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall trap. *Zool. Anz.* 202: 177-184.
- An, S. L. and S. M. Lee. 1986. Description of new species of *Parapodisma* from Korea(Orthoptera: Acrididae). *Ins. Koreana* 6: 115-119.
- An, S. L. 2003. The Coleopteran fauna of Mt. Hallasan National Park, Korea. National Science Museum pp. 23-60.
- An, S. L. and Y. J. Kwon. 1995. A check list of Chrysomelidae from Chejudo (Coleoptera). *Ins. Kor. Suppl.* 5: 91-124.
- Andrewes, H. E. 1923. 22-papers on Oriental Carabidae-10. *Ann. Nat. Hist.* 12: 212-223.
- Apigian, K. O., D. L. Dahlsten and S. L. Stephens. 2006. Biodiversity of Coleoptera and the Importance of Habitat Structural Features in a Sierra Nevada Mixed-conifer Forest. *Environmental Entomology* 35(4): 964-975.
- Argyropoulou, M. D., G. Karris¹, E. M. Papatheodorou and G. P. Stamou. 2005. Epiedaphic Coleoptera in the Dadia forest reserve(Thrace, Greece) : the effect of human activities on community organization patterns. *Belg. J. Zool.* 135(2): 127-133.
- Avgm, S. 2006. Habitat selection and diversity of ground beetles(Carabidae) in Ahir Mountain(Kahramanmaras, Turkey), in Mediterranean Region. *Munis Entomology & Zoology* 1(2): 257-266.
- Boeckh, J. 1962. Elektrophysiologische Untersuchungen an einzelnen Geruch-srzeptoren auf den Antennen des Totengabers(Necrophous Coleoptera). *Z. Vgl. Physiol. Berl.* 46: 212-248.

- Booth, R. G., M. L. Cox and R. B. Madge. 1990. IIE Guides to insects of importance to man 3. Coleoptera. The university Press, Cambridge. 384 pp.
- Butterfield J, L. M. Luff, M. Baines, M. D. Eyre. 1995. Carabid beetle communities as indicators of conservation potential in upland forests. *Forest Ecology and Management* 79: 63-77.
- Byun, B. K. and B. Y. Lee. 1996. Insect fauna of Lepidoptera at Kwangnung and Namhae Experimental Forest. *FRI journal of forest science* 53: 10-27.
- Cho, B. S. 1968. Report of the Academic Survery of Hallasan(Mountain) Natural Preserve and Hongdo. Ministry of Culture and Communications pp. 221-298.
- Cho, F. S. 1929. A list of Lepidoptera from Dagelet Is. *Journ. Chosen Nat. Hist. Soc.* 8: 8.
- Cho, F. S. 1934. On the some longicorn beetles from Korea. *Journ. Chosen Nat. Hist. Soc.* 17: 39-50.
- Cho, F. S. 1963. Insects of Quelpaert Island(Cheju-do). *Bull. Hum. & Nat. Sci. Korea Univ.* 6: 159-242.
- Doi, H. 1932. Miscellaneous note on Insects. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 13: 30-49.
- Doi, H. 1933. Miscellaneous note on Insects 3. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 15: 85-96.
- Doi, H. 1936. Miscellaneous note on Insects 6. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 20: 54-61.
- Evans, A. V. and C. L. Bellamy. 1996. An inordinate fondness for beetles. University of California Press. England. 208 pp.
- Huh, E. Y. and Y. J. Kwon. 1995. A check list of the Caelifera from Chejudo (Orthoptera). *Ins. Koreana Suppl.* 5: 7-18.
- Ings, T. C. and S. E. Hartley. 1999. The effect of habitat structure on carabid communities during the regeneration of a native scottish forest. *Forest Ecology And Management* 119: 123-136.

- Icjikawa, S. 1906. Insects of Quelpart Island. Hakubutsu No Tomo. 6(33): 183-186.
- Ishitani, M and K. Yano. 1994. Species composition and seasonal activities of ground beetles(Coleoptera) in fig orchard. Jpn. J. Entomol. 62(1): 201-210.
- Jang S. J and J. K. Kim. 2001. Distribution of Carabid Beetles(Coleoptera :Carabidae) in different forests of Central Kangwon-do. Journal of Forest Science 16: 42-49.
- Jeju Regional Meterological Administration. 2011. Catalogue of Detailing Climatic characteristics Jeju Regional Meterological Administration pp. 82-91.
- Jeong, S. H. 2005. A Series of literature in Mt. Hallasan. Reseach Institute of Jejudo-Hallasan pp. 145-315.
- Jeong, S. H. 2003. A Study on the Insect Fauna of Hallasan National Park. The Report of the NSM. 39: 63-105.
- Jeong, S. H. and W. T. Kim. 2000. Insect Fauna of Mt, Hallasan I .Along the Climbing Course of Kwaneum Temple(Exclusion of Lepidoptera). Jeju University Research Papers in Environmetal Sciences 8: 1-38.
- Jeong, S. H. 2006. Folklore and Natural History Museum. Jeju Specail Self-Governing Province pp. 171-212.
- Jung, J. K., S. I. Lee, J. S. Choi, O. K. Kwon. 2005. Comparison of Occurrences of Coleoptera by Three Sampling Methods in Mt. Yeonyeop Area, Korea. Kor. J. Environ. Biol. 23(3): 228-237.
- Jung, K. J., S. T. Kim, S. Y. Lee, J. S. Yoo, J. H. Lee. 2011. Community Structure and Distribution of Ground Beetles(Coleoptera: Carabidae) of Mt. Bangtaesan in Gangwon-do, Korea. Korea Journal Ecology 25(3): 307-317.
- Kang, S. S. 2009. Report of Restricted Trail in Mt. Halla National Park. Institute of Environmental Resource Research pp. 3-41.
- Kang, T. J. 2006. Climate Characteristics of Hallasan Natural Reserve. Jeju Specail Self-Governing Province pp. 33-41.

- Katakura, H. and R. Undo. 1985. A preliminary study on the faunal make-up and apatio-temporal distribution of carrion beetles(Coleoptera: Silphidae) on the Ishikari Coast, Northern Japan. Jap. J. Ecol. 35: 461-468.
- Katakura, H., M. Sonoda and N. Yoshida. 1985. Carrion beetle(Coleoptera, Silphidae)fauna of Hokkaido University Tomakomai experiment forest, Northern Japan, with a note on the habitat preference of a geotrupine species, *Geotrupes laevistriatus*(Coleoptera, Scarabidae). Res. Bull. coll. Exp. for. 43: 43-55.
- Kim, C. W. 1957. Hymenoptera of Quelpaert Island. Rep. Inst. Biol. Korea Univ. 1(1): 2-9.
- Kim, H. C. 2009. Ecological Characteristics and Management Methods of Sasa quelpaerternsis Nakai. Dissertation. Jeju National University. 103 pp.
- Kim, H. J. 1988. Studies on the community structure of coleoptera and araneina in Korean pine(*Pinus koraiensis*) stands. Dissertation. Korea University. 64 pp.
- Kim, W. T. 1984. Insect Fauna of Four Craters in Cheju Island. Cheju University Journal. 18: 197-211.
- Kim, W. T. and H. S. Park. 1981. Animal Fauna of Four Craters of Jeju Island(1). Cheju University Journal. 13: 167 -173.
- Kim W. T. and S. B. Kim. 2000. Survey of Coleopteran Community in Mt. Halla I. Temporal and Spatial Fluctuation of Superfamily Caraboidea (Coleoptera, Insecta) Along 5.16 Road Side. Cheju Journal of Life Science 3(3): 103-116.
- Kim, W. T. and S. H. Kim. 2002. Insect fauna of Hallasan National Park. Korea National Parks Authority pp. 324-341.
- Koivula, M. and J. Niemelä. 2002. Boreal Carabid Beetles(Coleoptera, Carabidae) in Managed Spruce Forests-a Summary of Finnish Case Studies. Silva Fennica 36(1): 423-436.
- Kwon, T. S. 1996. Diversity and abundance of ground beetle(Coleoptera :

Carabidae) in the Kwangnung experimental forest. Korea J. Entomol. 26: 351-361.

Kwon, Y. J. and S. M. Lee. 1984. Classification of the subfamily Carabinae from Korea. Insect Koreana 4: 1-363.

Lee, C. B. 1999. Illustrated Flora of Korea. Hyangmoonsa. 990 pp.

Lee, S. I., K. J. Jeong, J. S. Choi and O. K. Kwon. 2005. Study on Community Structure and Seasonal Variations of Coleoptera in Mt. Yoenyeop area, Korea. Korean J. Environ. Biol. 23(1): 71-88.

Lee, C. K. 2011. Distribution and Diversity of Beetles(Coleoptera: Carabidae) in Naejongsan National Park, Korea. journal of Agrivulture and Life Science 45(4): 37-45.

Lee, J. H., C. Y. Hwang, Y. K. Jeon, S. K. Lee. 2010. Ground-Beetle (Coleoptera) Fauna in Mt. Namdeogyu. journal of Agrivulture and Life Science. 41(2): 32-44.

Lee, J. W., H. J. Kwon, C. J. Kim. 2009. Survey on Insect Biodiversity in Nature Sabbatical Area of Unmunsan. Kor. J. Env. Eco. 23(4): 326-332.

Lee, S. I., J. K. Jeong, J. S. Choi and O. K. Kwon. 2005. Study on Community Structure and Seasonal Variations of Coleoptera in Mt. Yeonyeop area, Korea. Korean J. Environ. Biol. 23(1): 71-88.

Lee, S. M. 1987. A Synonymic List of Longicorn Beetles of Korea. the National Science and Museum. 287 pp.

Lee, J. E. and S. L. An. 2001. Economic Insect 14. (Chrysomelidae: Coleoptera). National Academy of Agricultural Science 229 pp.

Lee, Y. I., W. T. Kim and D. H. Kim. 1985. Insect Fauna of the Hanllasan National Park. Report Survey and Study of Hallasan Natural Reserve pp. 355-455.

Lim, J. A., Y. A. Choi., M. H. Jung., S. Y. Kang and Y. J. Chung. 2008. Antifungal and Unsecticidal Activity of Methanol Extract from 11 Korean Wood Species. Journal of Conservation Science 23: 95-102.

- Lovei, G. L. and K. D. Sunderland. 1996. Ecology and behavior of ground Beetles (Coleoptera:Carabidae). Annual Review Entomology 41(1): 231-256.
- Lomolino, M. V. 2001. Elevation Gradients of Species-Density: Historical and Prospective Views. Global Ecology and Biogeography. 10(1): 3-13.
- Maclean, D. B. and J. Usis. 1992. Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) of Eastern Ohio Forests Threatened by the Gypsy Moth, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae). OHIO J. SCI. 92 (3): 46-50.
- Magura, T., B. Tothmeresz and Zs. Bordan. 2000. Effects of Nature Management Practice on Carabid Assemblages (Coleoptera: Carabidae) in a Non-Native Plantation. Biological Conservation 93: 95-102.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties California Glassland. Nature 216: 168-169.
- Melnychuk, N. A., O. Olfert, B. Youngs and C. Gillott. 2003. Abundance and diversity of carabidae (Coleoptera) in different farming systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 95: 69-72.
- Molnár T, T. Magura and B. Tóthmérész. 2001. Ground beetles(Carabidae) and edge effect in oak-hornbeam forest and grassland transects. European Journal of Soil Biology. 37(4): 297-300.
- Moon, T. S. and S. J. Lee. 1999. Medicoentomology and Conservation Biology of Insects from the Islet Youngdo, III. Silphidae(Coleoptera). The Kosim Journal of Health Sciences. 9: 115-126.
- National Institute of Meterological Research. 1987. Studies on the surface boundary layer over Cheju islandII. National Institute of Meterological Research pp. 11-15.
- Murayama, J. 1931. R visions des Familles des Ipides et des Platypides(Coleopteres) de l'île de Quelpart. Annot. Zool. Japan. 13(2): 39-61.
- Niemela, J., D. Langor and J. R. Spence. 1993. Effects of clear cut harvesting

- on boreal ground beetle assemblages(Coleoptera : Carabidae) in Western Canada. *Cons. Bio.* 1(7): 551-561.
- Niemela, J., J. Kotze, A. Ashworth, P. Brandmayr, K. Desender, T. New, L. Penev, M. Samways and J. Spence. 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *Journal of Insect Conservation* 4(1): 3-9.
- Oh, K. S., D. S. Kim and Y. B. Cho. 2011. The effects of seasonal changes on the species composition and abundance of Silphids(Coleoptera: Silphidae) captured by FIT at Mt. Sokrisan National Park, Chungbuk Province. *Kor. J. Appl. Entomol.* 50(3): 209~214.
- Yang, K. S., S. B. Kim and W. T. Kim. 2006. Spatial and Temporal Analysis of the Coleopteran Communities around 5.16 Road of Mt. Halla, Jeju Island, Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 24(4): 337-358.
- Ohsawa, M. 2005. Species richness and composition of Curculionidae (Coleoptera) in a conifer plantation, secondary forest, and old-growth forest in the central mountainous region of Japan. *Ecological Research* 20: 632-645.
- Okamoto, H. 1924. The Insect Fauna of Quelpart Island(Saishiu-to). *Bulletin of the Agricultural Experiment Station. Government-General of Chosen.* 1(2): 233.
- Okamoto, H. 1927. The Longicorn beetles of Corea. *Ins. Matsjmun.* 2(2): 62-86.
- Park, H. S., M. Y. Oh, D. C. Oh and W. T. Kim. 1977. Study on Ecosystem of Baeknokdam Crater of Mt. Halla(1). *Cheju University Journal.* 9: 177-192.
- Park, J. K., Y. J. Kwon and J. S. Lim. 1997. Diversity and abundance of ground-beetles(Coleoptera: Carabidae) in Mt. Togyu, Korea. *Korean J. Soil Zoology* 2(2): 92-97.
- Peck, S. B. 1990. Soil biology guide. pp.1113-1136. In *Insecta: Coleoptera*

- Silphidae and the associated families Agyrtidae and Leiodidae, eds. by D. L. dindal 1349 pp. John Wiley and sons. New York.
- Paik J. C. 1990. Insects of Quelpart Island. Chejudo Folklore and Natural History Museum. 614 pp.
- Petruska, F. 1975. The effect of Predominating winds on the flight of some species of beetles from the group of Silphidae into pitfall traps(Col. Silphidae). Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Natur. 51: 55-175.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity on different types of biological succession. J. Theor. Biol. 13: 131-144.
- Pielou, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley, Interscience. New York. 385 pp.
- Raino, J. and J. Niemela. 2003. Ground beetles(Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity and Conservation 12(3): 487-506.
- Research Institute for Mt. Halla. 2007. Data Book of Mt. Halla. Jeju Special Self-Governing Province pp.120-235.
- Riley, K. N. and R. A. Browne. 2011. Changes in ground beetle diversity and community composition in age structured forests(Coleoptera, Carabidae). ZooKeys 147: 601-621.
- Romero-Alcaz E. and J. M. Avila. 2000. Effect of elevation and type of habitat on the abundance and diversity of Scarabaeid Scarabaeoid dung beetle(Scarabaeoidea) assemblages in a Mediterranean area from southern Iberi Peninsula. Zool. Stud. 39(4): 351-359.
- Rushton, S. P., M. L. Luff and M. D. Eyre. 1989. Effects of pastureimprovement and management on the ground beetle and spider communities of upland grasslands. J. Appl. Ecol. 26: 489-503.
- Saito, K. 1932. On the longicorn beetles of Corea. Bull. 25th Anniv. Agr.

Forest Coll. Suigen. Chosen. 439-478.

Sandoval, S. I., S. P. Cook, F. W. Merickel and H. L. Osborne. 2007. Diversity of the beetle(Coleoptera) community captured atartificially -created snags of Douglas-fir and Grand fir. The Pan-Pacific Entomologiste 83(1): 41-49.

Seok, D. M. 1970. The insect fauna of the Is. Quelpart. Bojinjae. 186 pp.

Seok, D. M. 1934. A Study of korean butterflies(1). Bull. Kagoshima Imperial Coll. Agr. and Forest. 25: 631-784.

Seok, D. M. 1937. On the butterflies collected in Is. Quelpart. Zephyus. 7: 150-174.

Shanon, C. E. and W. Weaver. 1949. Recent contribution to the mathematical theory of communication. University of Illinois Press. 16 pp.

Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163: 688-688.

Southwood, T. R. E. 1978. Ecological Methods with particular reference to the study of insect populations. Champman and Hall. 524 pp.

Spence J. R. and J. Niemela. 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps, the madness and the method. Can. Ent. 126: 881-894.

Tatum, T. 1847. Description of two species of Carabus from Asia Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 1(20): 14-15.

The Entomological Society of Korea and Korean Society of Applied Engomology. 1994. Check List of Insects from Korea. Kon-Kuk University Press. 774 pp.

Thiele, H. U. 1977. Carabid beetles in their environments; A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Springer-Verlag. 366 pp.

Timm, A., J. Buse, T. Dayan, W. Hardtle, T. Levanony and T. Assmann. 2009. At the interface of historical and present-day ecology: ground beetles in woodlands and open habitats in Upper Galilee(Israel). Zoology in the Middle East 47: 93-104.

- Ueno, S. I., Y. Kurosawa and M. Sato. 1985. The Coleoptera of Japan in Color(II). 514 pp.
- Uvarov, B. P. 1929. Some Orthoptera from the Russian Far East. Ann. Mag. Nat. Hist. 9(17): 273-291.
- Yeon, H. S., J. K. Park, D. W. Lee and K. M. Chung. 2005. Distribution of Ground-beetles(Coleoptera: Carabidae) in Mt. Gabsjongsan, Korea. Kor. Turfgrass Sci. 19(1): 47-55.
- Volkmar, C. S., Bothe, T. Kreuter, M. L. Hussein, L. Richter, U. Heimbach and T. Wetzel. 1994. Epigäische Raubarthropoden in Winterweizenbeständen Mitteldeutschlands und ihre Beziehung zu glattläusen. Mitt. Biol. Bund. Anst. Ld-Forstw.(Berlin-Dahlem) 299: 1-134.
- Yu, X. D., T. H. Luo, J. Yang and H. Z. Zhou. 2006. Distribution of ground-dwelling beetles(Coleoptera) across a forest-clearcut ecotone in Wolong Natural Reserve, southwestern China. Insect Science. 13: 127-135.
- Žiogas and Vaičiškuskas. 2007. Ground beetle(*Coleoptera, Carabidae*) bioecology in forests of Aukštasis Tyras Mire reserve. EKOLOGIJA. Nr. 1: 37-43.

감 사 의 글

논문의 마지막 마무리를 하면서 살아온 길을 되돌아보니, 지난 2년동안 한라산과 함께한 생활은 학문의 길 보다는 어쩌면 인격 수양의 길에 더 가깝지 않았나 싶습니다. 이제 감사의 마음을 글로 남기려 하니 베풀지는 못하고 받기만 한 삶을 반성하게 됩니다. 저를 도와주신 분이 이렇게도 많았음에도 불구하고 일일이 찾아뵙고 감사드리지 못하는 점 용서를 구하며 지지와 격려를 아끼지 않으셨던 지인 분들께 감사의 마음을 지면으로 전하며 뜻 깊은 2011년 한해를 마감하려 합니다.

먼저, 오늘의 제가 있게 해 주시고 논문을 마치기까지 항상 함께 해주시고 격려해주셨던 평생의 스승인 김동순 교수님의 은혜에 고개 숙여 깊이 감사드립니다. 바쁘신 가운데 초라한 논문을 맡아서 열과 성으로 심사해 주신 송창길 교수님, 김주성 교수님의 세심한 배려 덕분에 그나마 비로소 논문으로서의 틀을 갖추게 되어 대단히 감사하게 생각합니다. 아울러 강영길 교수님, 전용철 교수님, 현해남 교수님의 가르침에도 감사를 표합니다. 10년 동안 저를 지켜보면서 조언을 해주고 아껴주신 송진영 선생님을 비롯한 하영삼 선생님과 고우리 선생님께도 감사의 말씀을 드리며, 무슨일이 있을 때마다 먼저 보듬아 주고 약이되는 말씀을 해주신 장용석 선배님과 양경식선배, 승룡형님, 용근형님, 성혁, 수빈이와 동원이를 비롯한 곤충생태학연구실 식구들에게도 감사의 말을 전합니다.

언제나 든든한 버팀목처럼 지켜봐주시는 한라산연구소 김철수 소장님과 한라산연구과 강인보 과장님, 수목시험과 고정군 과장님, 식물자원과 양영환 과장님께도 감사의 마음을 전합니다. 또한 논문을 쓰며 필요한 많은 자료들을 찾아주고 논문이 완성되는 마지막까지 따가운 질책을 아끼지 않으신 오장근 박사님께 감사드립니다. 또한 연구하는 자세와 긴장감을 놓지 않도록 해주신 신창훈 박사님, 김대신 박사님, 고석형 박사님, 김현철 박사님께도 감사의 말씀을 올립니다. 대학원생활을 무사히 마칠 수 배려해 주신 이창흡 사무관님과 영실에 계신 현승철 사무관님과 변희수님께도 지금껏 말 못했던 고마움을 전합니다. 사무실에서 저를

동생처럼 아껴주신 부재윤님, 김수경님, 김영탁님, 김경범님, 강희석님과 어렵고 힘들 때마다 슬픔이 되어주고 고민을 들어주신 양윤희님, 양승훈님께도 감사의 마음을 전하며 지면으로 다 표현 못하는 한라산연구소 직원분들께도 머리 숙여 깊이 감사드립니다. 미래에 대한 조언과 희망의 빛을 보여주셨던 '7080' 고윤정님과 박성욱님께도 고마움을 전합니다. 오랜 기간 동안 한라산을 몸과 마음으로 느끼게 해주신 신용만 선생님과 친형님 같은 김지훈 박사님께도 고마움을 전합니다. 아울러 본 연구를 수행함에 있어 저를 가족같이 대해주신 진달래밭과 윗세오름 직원분들을 비롯한 한라산국립공원 직원 모두에게 감사를 표합니다.

항상 옆에 든든하게 계셔주시고 언제나 자식을 위해 헌신하며 따뜻하게 사랑을 베풀어 주신 아버지, 어머니께 죄송한 마음뿐입니다. 그리고 나의 가족.... 누나, 매형 내외와 사랑스러운 어린 조카 문혁이와 윤혁이, 내 사랑하는 동생 희진, 경희 그리고 처남 선봉에게도 감사드립니다. 그리고 지난 2년 동안 이른 새벽, 늦은 밤 항상 저를 데리러 한라산에 와주신 장인어른과 언제나 사위를 걱정해 주시는 장모님께도 깊은 감사를 드립니다. 또한 본 논문이 나오기까지 늘 산행을 함께 해준 인생의 가장 친한 벗 태근이에게 진심으로 고마움을 전합니다.

끝으로, 힘들었던 지난 2년 동안 늘 옆에서 희망이 되어 준 세상에서 가장 사랑하는 아내 진아에게 이 작은 기쁨을 바치고, 언제나 눈에 넣어도 아프지 않을, 사랑스런 지연이와 은채, 그리고 이제 막 세상에 태어난 서영이의 앞날에 '아버지'라는 이름의 작은 등불이 되길 간절한 마음으로 기원하며 이 논문으로 대신합니다.

지금껏 받은 사랑을 가슴에 안고 세상에 보탬이 될 수 있도록 노력하겠습니다.

감사합니다...

2011년 12월 31일