



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

제주 한경-안덕 곶자왈에서 함정덫 조사를
통한 지표성 딱정벌레의 종다양성 분석

Species Diversity Analysis of Ground Beetles by the Survey of
Pitfall-trap in Hangyong-Andeog Gotjawal Terrains on Jeju Island

濟州大學校 大學院

農學科

閔東元

2014年 2月

제주 한경-안덕 꽃자왈에서 함정덫
조사를 통한 지표성 딱정벌레의
종다양성 분석

指導教授 金 桐 淳

閔 東 元

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2013年 12月

閔東元の 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 김 주 성

委 員 전 용 철

委 員 김 등 순



濟州大學校 大學院

2013年 12月

목 차

List of Table	i
List of Figures	ii
ABSTRACT	iii
I. 서언	1
II. 연구사	3
III. 재료 및 방법	4
IV. 결과 및 고찰	9
1. 월별 변동	15
2. 지역 및 식생별 변동	24
3. 종다양도	
1) 월별 변동	31
2) 지역별 변동	32
4. 군집분석 (Clustering Analysis)	
1) 월별 변동	33
2) 지역별 변동	34
3) 그룹별 변동	35
V. 적요	36
인용문헌	37
Appendix	42

LIST OF TABLES

Table 1. Meteorological statistics in the survey areas Gosan.	10
Table 2. The number of species and individuals of Coleoptera collected belong to ground beetles in the studied area.	13
Table 3. The major soil and vegetation types in the surveyed areas.	14
Table 4. Monthly relative abundance of in the doneori gotjawal area.	16
Table 5. Monthly relative abundance of in the cheonsu gotjawal area.	18
Table 6. Monthly relative abundance of in the byeongak gotjawal area.	20
Table 7. Species abundances of ground beetles in the different combination of soil and vegetation in the survey areas.	29

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Map for the distribution of gotjawla terrains on Jeju Island A: Jocheon-Hamdeog, B: Hangyeong-Andeog, C: Aeweol, D: Gujwa-Sungsan(Adapred from Song 2000).	5
Fig. 2. Map of the indexed Hangyeong-Andeog gotjawal terrains of Jeju Island, Doneori : 1, 2, 3 Cheongsu : 4, 5, 6 Byeongak : 7, 8, 9.	6
Fig. 3. Each research group population ratio.	12
Fig. 4. Monthly fluctuation of the total number of ground beetles in the Doneori, Cheongsu, Byeongak.	22
Fig. 5. Seasonal abundances of the most 3 species of ground beetles in surveyed area.	23
Fig. 6. Total number of species in each site.	26
Fig. 7. Fluctuation of the individual numbers in each trap site of the surveyed gotjawal(<i>Pheropsophus jessoensis</i> , <i>Eusilpha jakowlewi</i> , <i>Phaeochrous emarginatus</i> , <i>Copris tripartitus</i>).	27
Fig. 8. Total population by sites.	28
Fig. 9. The distribution of species abundance according to vegetation and ground types in the habitats of ground beetles.	30
Fig. 10. Monthly Monthly fluctuation of species diversity Shanon' index(H').	31
Fig. 11. Local Local species diversity index.	32
Fig. 12. Cladogram based on the chord distance for ground beetles collected monthly in the survey area.	33
Fig. 13. Cladogram based on the chord distance for ground beetles collected in each site in the survey area.	34
Fig. 14. Cladogram based on the chord distance for ground beetles collected in each gotjawal group in the survey area.	35

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the diversity pattern of ground beetles in Doneori and Byeongak Gotjawal belong to Hangyeong–Andeok Gotjawal belt on Jeju Island, Korea. during the period from april to october in 2013, pitfall-traps were installed at 6 points (separated by two groups of Doneori and Cheongsu) in Doneori and 3 points (single group) in Byeongak Gotjawal. the traps were examined 3 times a month. Total 4,132 beetles of 62 species belonging to 21 families were collected. species abundance was highest in may showing 22, 20 and 24 species in Doneori, Cheongsu and Byeongak group, respectively, while the lowest species abundances of 4, 3 and 4 species were found in october in the Gotjawal groups above, respectively. in the analysis of relative abundance, abundance species were identified as 4 species (*Carabus fiduciarius kirinicus*, *Pheropsophus jessoensis*, *Eusilpha jakowlewi* and *Onthophagus lenzii*) in Doneori group, 3 species (*Carabus fiduciarius kirinicus*, *Pheropsophus jessoensis* and *O. fodiens*) in Cheongsu group and 3 species (*Carabus fiduciarius kirinicus*, *Phaeochrous emarginatus* and *O. fodiens*) in Byonngak group. the numbers of species classified to common species were 4, 19 and 0 species in the Gotjawal groups above, respectively. Also, rare species were 30, 19 and 36 species in each group above. the species abundance in monthly fluctuation increased gradually from april to june followed by sharply decrease in july with drought weather and reached the lowest species in october except of Byeongak group. the number of total beetles in Byeongak increased sharply in august, because *P. emarginatus* greatly increased to 1,909 in august from 55 in july. Shannon's index of species diversity was highest in june, july and august in Byeongak, Cheongsu and Doneori group, respectively. diversity index was relatively high in summer season of july and august and rapidly decreased in autumn season of september and october. which analysis based on the chord distance, the points of G7 and G8 formed the 1st cluster with the closest 0.07 chord distance which was connected to G9 with 0.16 chord distance. The points of G3 and G4 formed the 2nd cluster with 0.53 chord distance. the 3rd cluster was formed by the points of G5 and G6 with 0.53 chord distance. finally the 4th cluster was made with the farthest 0.85 chord distance between G1 and G2. The chord distance between Doneori and Cheonsu group was closest showing 0.78 chord distance, and this cluster was separated with Byeongak group as 1.36 chord distance. on the basis of these results obtained in this study, it was considered that climatic factors, the origin of Gotjawal,

geographical disturbance caused by human activity and vegetation largely affected the community structure of ground beetles.

I. 서언

곤충류는 자연생태계 구성원으로서 종 수에 있어서 최대의 양적 증가를 하여 왔으며 그 수를 정확하게 알 수 없지만 약 120만종에 이를 것으로 추정하고 있다(Anderwes, 1923). 그 중 딱정벌레목(Cleoptera)은 곤충류 중에서 가장 흔하고 거대한 목으로 알려져 있다. 국내에 105과 3,333종이 기록되어 있으며(Lee *et al.* 2005) 이는 국내 곤충강의 약 1/4을 차지하는 가장 큰 분류군이다. 이들은 식물의 조직을 섭식하는 해충, 동물의 사체와 분뇨를 처리하는 분해자, 그리고 다른 곤충강과 절지동물을 잡아먹는 포식자 등 다양한 종류로 구성되어 있다(Evans and Bellamy, 1996).

딱정벌레류의 대부분 곤충들은 서식지 변화(Thiele, 1977; Ings and Hartley, 1999; Magura *et al.*, 2000; Melnychuk *et al.*, 2003; Avgin, 2006), 하층식생과 낙엽의 정도(Niemela *et al.*, 1993; Koivula and Niemelä 2002; Rainio and Niemela, 2003; Timm *et al.*, 2009), 숲의 나이와 토지의 조건(Niemela *et al.*, 2000; Žiogas and Vaičiškuskas, 2007), 온도와 습도의 변화정도(Thiele, 1977; Butterfield *et al.*, 1995) 등 환경변화에 민감하다. 또한 산림의 형태(Maclean *et al.*, 1992; Koivula and Niemelä, 2002; Argyropoulou *et al.*, 2005; Ohsawa, 2005; Sandoval *et al.*, 2007; Žiogas and Vaičiškuskas, 2007)에 따라 분포하는 종이 달라지기 때문에 뒷날 개가 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 and 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 and Vaičiškuskas, 2007; Riley, 2011)로 알려져 있다.

제주도의 동부와 서부지역에는 제주어로 ‘꽃자왈(gotjawal)’ 이라 부르는 암반지형이 비교적 넓게 분포하고 있다. 꽃자왈로 불리워지는 지대는 제주도 전체면적의 6.1%를 차지하고 있으며“꽃자왈 용암(gotjawal lava : Song, 2000)”이 분포함으로써 토양발달이 빈약하여 자연림과 가시덩굴 등이 혼재되어 자라고 있어 경작지로 이용

하지 못하는 불모지로 인식되어 왔으나 인간의 손길이 덜 미쳐 식생이 다양하고 여러 동물들과 곤충들의 서식지와 번식지로서의 가치가 높아 동물생태학적 연구가 최근에 와서 제한적으로 진행되어 보고되고 있다.

곶자왈의 생물다양성과 생태적 가치에 대한 인식확대에 따라 곶자왈 보전을 위한 노력이 확대되고 있다. 제주특별자치도는 곶자왈 지역을 관리보전지역으로 지정하여 관리하고 있고 2011년에는 서귀포시 대정읍 일대 1,546,757m²를 도립공원으로 지정 고시하였다. 또 2009년부터 곶자왈 지역 중 국유림에 인접한 사유지를 제주특별자치도와 산림청이 매입하고 있으며 동부지역의 동백동산과 서부지역의 청수곶자왈을 산림청 시험림으로 지정하여 연구활동을 진행하고 있다. 하지만 이미 상당한 지역이 골프장, 채석장, 유원지 개발 등으로 훼손되고 있는 실정이다.

본 연구는 제주도 한경-안덕 곶자왈 지대(hangyong-andeog gotjawal terrain)에 분포하는 도너리 곶자왈(doneori gotjawal)과 병악 곶자왈(byeongak gotjawal)에서 2013년 4월부터 9월까지 여러 곤충분류군중 가장 많은 분류군을 차지하는 지표성 딱정벌레목을 대상으로 좀 더 체계적으로 표본을 얻음으로써 지리적인 격리가 군집에 미치는 영향을 파악하는 것을 목적으로 수행하였으며, 곶자왈 지대의 생태학적 특성을 이해하는데 기초자료를 마련하고자 함정 덫(pitfall trap)으로 수집한 곤충표본을 토대로 종 풍부도와 다양성 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구사

지금까지 꽃자왈 지역에 대한 곤충상 조사를 보면 최근에 들어서야 부분적으로 보고가 이루어 지고 있다. 꽃자왈의 척박한 환경과 진입의 어려움 등으로 연구보고가 거의 이루어지지 않고 있었다. 최근 들어 꽃자왈공유화재단이나 산림청, 환경부에서 꽃자왈의 중요성을 인식하고 보호지역으로서 국유화에 앞장서고 있다.

꽃자왈에 대한 보고로는 야간등화를 이용하여 채집한 곤충표본을 근거로 꽃자왈의 곤충군집의 구조를 분석하고 4개 꽃자왈 지대의 군집 유사성이 비교된 바 있고 (Yang *et al*, 2006), 2007년 4월부터 10월까지 4군데의 꽃자왈지대에서 함정덫(fitfall trap)을 이용하여 수집한 곤충표본을 토대로 각 꽃자왈에 분포하는 지표성 딱정벌레의 군집유사성이 보고된 바 있다(전 *et al*. 2008).

2011년에는 제주도 교래 꽃자왈과 그 인근 지역에 서식하는 딱정벌레류 군집 분포의 특성을 밝히기 위하여 2007년과 2010년에 함정덫을 이용하여 수집된 곤충표본을 토대로 딱정벌레목 군집의 유사성이 보고된바 있다(김, 2011).

2009년부터 2012까지 정에 의하여 애월 꽃자왈 내에 서식하고있는 곤충류의 조사를 시작으로 2011년에 구좌-성산 꽃자왈의 곤충상이 조사되었으며, 2012년 선흘습지의 곤충상과 한경-안덕 꽃자왈의 곤충상이 보고 되었고, 그 중 딱정벌레목은43과 306종이 보고 되었다(정, 2013).

II. 재료 및 방법

한경-안덕 꽃자왈 지대의 도너리 꽃자왈은 한림읍 금악리와 안덕면 동광리의 경계지점에 걸쳐 있는 말밭굽형의 도너리오름에서 분출되어 한림읍 월령리와 대정읍 영락리의 해발 20m 지역까지 두 갈래로 나뉘어져 분포하고 있고, 영락리 방향으로 12.5km, 월령리 방향으로 11.5km에 걸쳐 분포하고 있고(송, 2003, a, b), 병악 꽃자왈은 소병악에서 분출되어 안덕면 화순리 방향으로 총 9km에 걸쳐 분포하고 있다 (Fig. 1: B).

조사 지소는 한경-안덕 꽃자왈 지대의 도너리 꽃자왈, 병악 꽃자왈에서 각각 6개소, 3개소를 선정하고 용암의 분출 방향에 따라 3개의 그룹 Doneori(도너리), Cheongsu(청수), Byeongak(병악)으로 구분하였고(Fig. 2), 표본의 채집은 2013년 4월부터 9월까지 월 3회 회수하는 방법으로 실시하였다.

두 조사구역의 지리적인 격리는 도로 개설로 인하여 단절이 되어 있는데, Doneori, Cheongsu와 Byeongak 꽃자왈 사이로 1135번 국도와 1136번국도가 사이로 가로질러 놓여있다. 그리고 Byeongak 꽃자왈은 또다시 1116번 국도와 골프리조트로 인하여 단절되어 있다.

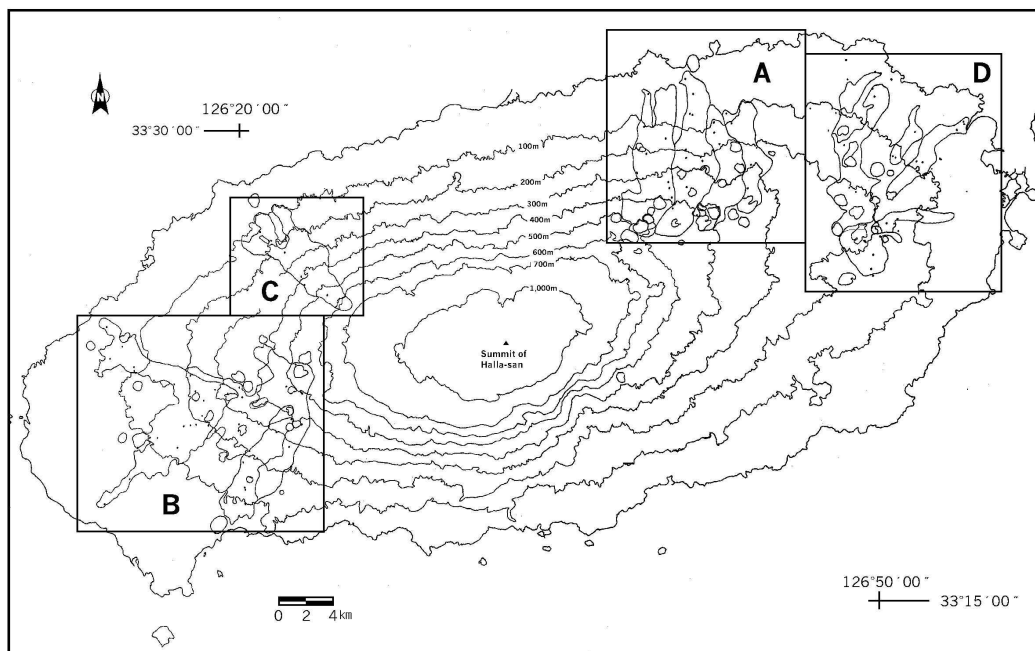


Fig. 1. Map for the distribution of gotjawal terrains on Jeju Island. A: Jocheon-Handeog, B: Hangeong-Andeog, C: Aeweol, D: Gujwa-Sungsan(Adapted from Song 2000).



Fig. 2. Map of the indexed Hangyeong-Andeog gotjawal terrains of Jeju Island,
Doneori : 1, 2, 3 Cheongsu : 4, 5, 6 Byeongak : 7, 8, 9

딱정벌레목의 채집에 쓰인 함정덫(Pitfall-trap)은 비행성이 약한 딱정벌레류를 채집 하는데 있어 광범위하게 사용되는 가장 좋은 방법이며(Rushton *et al.*, 1989; Niemela and Spence, 1993; Spence and Niemela, 1994), 본 연구에서도 함정덫 (Diameter 7cm, Length 7.8cm)을 이용하였으며(Southwood, 1978; Lovei and Sunderland, 1996; Niemela *et al.*, 2000), 특히 정량적인 데이터를 얻을 수 있어 다른 방법에 비해 더 좋은 결과를 제공하는 것으로 알려져 있다(Adis 1979; Volkmar *et al.*, 1994). 함정덫은 각 조사지 마다 5m 간격으로 5개씩 설치하였고, 유인제로는 닭의 내장을 사용 하였다.

함정덫은 지표면과 같은 높이로 묻고 그 위에 돌이나 나무 등을 이용하여 다른 동물들과 비로부터 보호하였다. 이는 단순히 비를 피하게 하는 것뿐만 아니라 설치한 유인물을 다른 위해 요소로부터 보호해줄 수 있기 때문이다(Moon and Lee, 1999).

채집된 표본은 수거후 70% Ethly alcohol로 세척하여 실험실내에서 동정하였으며, 외부 형태적으로 분류 동정이 어려운 종들은 현미경 검경(Nicon SMZ800, Nicon, Japan)을 통해 동정하였다. 곤충의 국명통일을 위해 한국곤충학회와 한국응용곤충학회가 공동으로 출간한 ‘한국곤충명집’에 따라서 곤충명을 정리하였다. 수집된 표본은 건조표본 및 액침표본을 제작하여 제주대학교 곤충학실험실에 보관하였다.

시공간적인 측면에서 각 구성종들의 상대적 백분율을 비교하기 위하여 상대적 수도를 3등급으로 나누어 다수종(++), 보통종(+), 희소종(±)으로 표현하였다. 이를 위하여 다음과 같은 Sakuma(1964)식을 이용하여 상대적 백분율의 95% 신뢰한계를 이용하였다.

$$n/N = \sqrt{n(N-n)/N^3} \times 100$$

위의 식에서 N=총개체수, n=종의 개체수이다. 평균 백분율을 n대신에 평균개체수 (n=N/S, S=종수)를 사용하여 상대수도를 계산하였다. 각 종의 상대적 백분율 하한치가 평균 백분율의 상한치 이상이면 다수종, 전자의 상한치가 후자의 하한치 이하 일 때 희소종, 양자의 범위가 중복될 때 보통종으로 분류하였다.

조사지역의 딱정벌레목 군집 간에 종 다양도가 어떠한 차이를 보이는지 알아보기

위하여 다음의 Shannon-Weaver(1949)식을 이용하였다. Shannon-Weaver식은 한 군집집단에서 어떠한 개체를 임의로 추출하여 그 개체가 어떤 종에 속할 것인가를 예상하는 경우에 나타나는 불확실성 정도를 표현하는 것으로, 오로지 한 종만이 있는 표본에서는 100% 예상 가능하므로 0의 지수값을 보이고 종수가 증가할수록 큰 지수값을 보이는 특징이 있어 종균등도와 다양도를 합친 포괄적 다양성 지수 (Overall index of diversity)라 할 수 있다.

딱정벌레목 군집간의 유사도를 파악하기 위해 CLUSTER.BAS program을 이용하여 분석하였다(Ludwig and Reynold, 1988).

$$CRD_{jk} = \sqrt{2(1 - ccos_{jk})}$$

$$ccos_{jk} = \frac{\sum (X_{ij} X_{ik})}{\sum X_{ij}^2 \sum X_{ik}^2}$$

Ⅲ. 결과 및 고찰

종의 학명과 국명은 한국곤충명집(1994)에 따랐으며, 지명 표기는 Doneori는 도너리 꽃자왈을, Cheongsu는 청수 꽃자왈을, Byeongak는 병악 꽃자왈을 지칭한다. 이 기간 동안 측정된 평균 기후는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Meteorological statistics in the survey areas Gosan.

Month	Temperature(°C)	Rainfall(mm)	Humidity(%)
April	12.1	63.5	68.7
May	16.9	95.3	83.9
June	20.4	121.4	86.9
July	25.9	6.1	88.3
August	27.7	77.0	83.0
September	23.4	79.3	75.3
October	15.8	21.1	72.3
Mean	20.3	66.2	79.7

조사기간 동안 채집된 딱정벌레목의 과별 분포는 먼지벌레과(Harpalidae) 15종, 소똥구리과(Scarabaeidae) 7종, 송장벌레과(Silphidae) 5종, 딱정벌레과(Carabidae), 검정풍뎡이과(Melolonthidae), 거저리과(Tenebrionidae) 각 4종 등 21과로 조사되었다. 이 중 가장 종수가 많은 먼지벌레과는 전체비율이 24.1% 차지했으며, 소똥구리과는 11.2%, 송장벌레과 8.06%, 딱정벌레과와 검정풍뎡이과, 거저리과는 각 6.45%를 차지하였다. 각 과별 채집된 개체수 비율로는 바가지축각풍뎡이과(Hybosoridae)가 전체 2,015개체로 48.76%를 차지하였으며, 소똥구리과 538개체, 13.02%, 폭탄먼지벌레(Brachinidae)과 472개체, 11.42%, 딱정벌레과 442개체, 10.69%로 조사되었다(Table 2).

조사기간 동안 조사지의 기상은 평균 기온이 20.3℃, 강수량이 66.2mm, 습도가 79.7%로 확인 되었다. 기온은 4월 12.1℃를 시작으로 점차 증가하여 8월 27.7℃로 정점을 달성하고 이후 감소하는 양상을 보였다. 강수량은 4월 63.5mm를 시작으로 6월 121.4mm로 최고 강수량을 기록하고 7월 6.1mm로 매우 저조한 강수량을 기록하였다(Table 1).

조사기간 동안 채집된 딱정벌레류는 Doneori에서 1,036개체, Cheongsu에서 457개체, Byeongak에서 2,635개체로서 총 21과 62종 4,132개체였다. 지역간 개체수 채집 비율은 Doneori 25%, Cheongsu 11%, Byeongak 64%로 Byeongak지역이 많은 개체수가 채집되었다(Fig. 3). 각 조사지역의 토질과 높이에 따른 식생분포는 초본층과 6m미만 관목층, 6m이상 교목층으로 나누었으며 Table 3과 같다.

각 집단의 월별 조사된 종과 개체수는 Appendix 1~3과 같다.

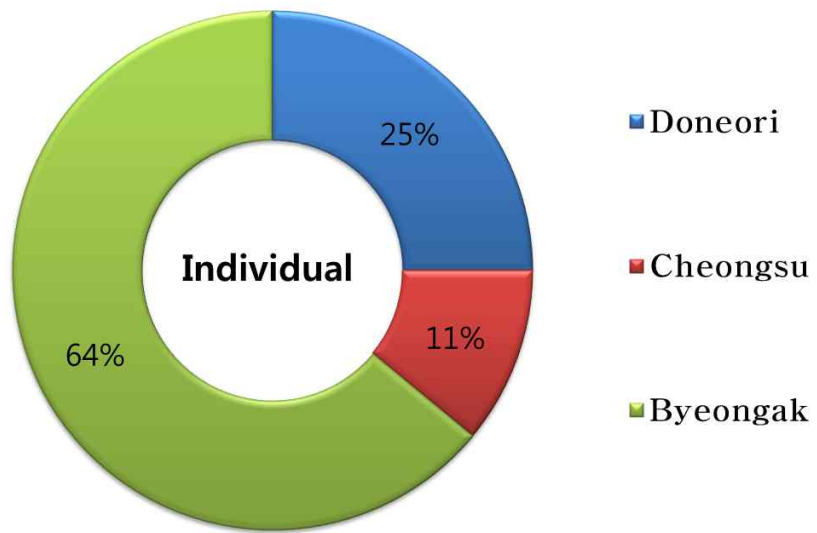


Fig. 3. Each research group population ratio.

Table 2. The number of species and individuals of Coleoptera collected belong to ground beetles in the studied area.

Family	Number of species		Number of individuals	
Cicindelidea (길앞잡이과)	1	1.61%	1	0.02%
Carabidea (딱정벌레과)	4	6.45%	442	10.69%
Scaritidae (조롱박먼지벌레과)	1	1.61%	4	0.09%
Harpalidae (먼지벌레과)	15	24.1%	202	4.88%
Brachinidae (폭탄먼지벌레과)	3	4.83%	472	11.42%
Histeridae (풍뎅이붙이과)	2	3.22%	17	0.41%
Silphidae (송장벌레과)	5	8.06%	265	6.41%
Staphylinidae (반날개과)	3	4.83%	70	1.69%
Lucanidae (사슴벌레과)	1	1.61%	1	0.02%
Hybosoridae (바가지촉각풍뎅이과)	1	1.61%	2015	48.76%
Scarabaeidae(소똥구리과)	7	11.2%	538	13.02%
Melolonthidae (검정풍뎅이과)	4	6.45%	15	0.36%
Dynastidae (장수풍뎅이과)	1	1.61%	3	0.07%
Rutelidae (풍뎅이과)	1	1.61%	1	0.02%
Cetoniidae (꽃무지과)	2	3.22%	4	0.09%
Elateridae (방아벌레과)	2	3.22%	57	1.37%
Nitidulidae (밀빠진벌레과)	1	1.61%	2	0.04%
Coccinellidae (무당벌레과)	1	1.61%	1	0.02%
Tenebrionidae (거저리과)	4	6.45%	15	0.36%
Cerambycidae (하늘소과)	2	3.22%	2	0.04%
Rhynchophoridae (왕바구미과)	1	1.61%	5	0.12%

Table 3. The major soil and vegetation types in the surveyed areas.

Group	Site	Soil	Vegetation	The main plant species
Doneori	G1	모래	교목	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)
	G2	암반	관목	<i>Mallotus japonicus</i> (에덕나무) <i>Corydalis incisa</i> (자주괴불주머니) <i>Diarrhena japonica</i> (용수염) <i>Polystichum tripterum</i> (십자고사리)
	G3	일반토	초지 관목	<i>Rubus hongnoensis</i> (가시딸기) <i>Ligustrum obtusifolium</i> (취퐁나무) <i>Callicarpa japonica</i> (작살나무) <i>Orixa japonica</i> (상산) <i>Neolitsea sericea</i> (참식나무)
Cheongsu	G4	암반	초지 교목	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔) <i>Quercus glauca</i> (종가시나무) <i>Quercus salicina</i> (참가시나무)
	G5	암반	교목	<i>Arachniodes aristata</i> (가는최고사리) <i>Hedera rhombea</i> (층악)
	G6	암반	관목	<i>Trachelospermum asiaticum</i> (마삭줄) <i>Celasttus orbiculatus</i> (노박덩굴)
Byeongak	G7			<i>Neolitsea aciculata</i> (새덕이) <i>Acer palmatum</i> (단풍나무)
	G8	일반토	초지 교목	<i>Styrax japonicus</i> (매죽나무) <i>Polystichum lepidocaulon</i> (더부살이고사리)
	G9			<i>Arachniodes aristata</i> (가는최고사리)

1. 월별 변동

월별 종수를 살펴보면 5월에 Doneori 22종, Cheonsu 20종, Byeongak 24종으로 가장 많았고, 10월에 Doneori 4종, Cheonsu 3종, Byeongak 4종으로 가장 적었다. 다수종(Abundant)은 Doneori에서 왕딱정벌레(*Carabus fiduciaris kirinicus*), 폭탄먼지벌레(*Pheropsophus jessoensis*), 큰넓적송장벌레(*Eusilpha jakowlew*), 렌지소똥풍뎡이(*Onthophagus lenzii*) 4종 이었고, Cheonsu에서는 왕딱정벌레(*Carabus fiduciaris kirinicus*), 폭탄먼지벌레(*Pheropsophus jessoensis*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 3종 이었으며, Byeongak 왕딱정벌레(*Carabus fiduciaris kirinicus*), 바가지촉각풍뎡이(*Phaeochrous emarginatus*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 3종 이었다. 보통종(Common)은 각 4종, 19종, 0종 이었고, 희소종(Rare)은 각 30종, 19종, 36종 이었다(Table 4, 5, 6).

각 집단의 월별 개체수 변동은 Figure 4에 나타내었다.

월별 변동을 살펴보면 Doneori 집단과 Cheongsu 집단은 4월부터 6월까지 점차 증가하는 추이를 보이다가 7월에 급격하게 감소하고 10월에 최소가 되었다. Byeongak 집단은 개체수가 4월 180개체로 시작하여 6월 99개체로 점차 감소하는 경향을 보이다가 7월부터 다시 증가 하였는데 이는 바가지촉각풍뎡이가 7월 처음 55개체가 출현하면서 증가하였고, 8월 1,909개체가 채집되어 개체수가 급격하게 상승하였다.

주요 종들의 월별 변동 유형은 왕딱정벌레의 경우 4월 조사 이후 모든 조사그룹에서 계속 감소하였고, 이를 토대로 왕딱정벌레는 연간 1회 발생하며 성충과 번데기의 형태로 월동을 하는 것으로 사료된다. 폭탄먼지벌레는 6월까지 증가 하다가 7월부터 급격하게 급감하였으며, 이후 소폭 증가하다 지속적으로 감소하는 형태를 보이는데, 이는 폭탄먼지벌레가 연중 발생하며 기온과 강수량에 따라 점차 감소하는 것으로 사료된다. 모가슴소똥풍뎡이는 5월까지 증가추이를 보이다가 기온이 높은 시기인 6월부터 8월까지 감소하였다가 9월부터 개체수가 차츰 증가하였다. 이는 모가슴소똥풍뎡이 성충들이 5월 번식을 하기 때문에 감소하는 것으로 사료되며 이후 다시 증가하는 것으로 보아 다음세대가 발생하여 성충과 번데기의 형태로 월동을 하는 것으로 사료되며 향후 상세한 검토가 필요하다 여겨진다(Fig 5).

Table 4. Monthly relative abundance of in the Doneori gotjawal area.

Scientific name	Month							Relative percentage			Frequency (R.A.)*
	Apr.	May.	Jun	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	L. Limit	Observed	U. Limit	
Family Cicindelidea											
<i>Cicindela gemmata gemmata</i>	-	-	±	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
Family Carabidea											
<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	++	++	+	+	+	-	-	13.74	16.02	18.30	166(++)
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
Family Scaritidae											
<i>Scarites sulcatus</i>	-	-	±	-	-	-	-	-0.04	0.29	0.62	3(±)
Family Harpalidae											
<i>Lesticus magnus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Archipatrobus flavipes</i>	-	+	±	-	-	+	-	0.23	0.77	1.32	8(±)
<i>Pterostichus sulcitaris</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	++	+	±	-	-	-	-	3.49	4.83	6.16	50(+)
<i>Dolichus halensis</i>	-	-	-	-	-	+	-	0.36	0.97	1.57	10(±)
<i>Synuchus nitidus</i>	+	±	-	-	-	+	-	0.36	0.97	1.57	10(±)
<i>Synuchus chabo</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Chlaenius posticalis</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Chlaenius micans</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.04	0.29	0.62	3(±)
<i>Lebidia octoguttata</i>	±	-	-	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Planetes puncticeps</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.08	0.19	0.47	2(±)
Family Brachinidae											
<i>Brachinus stenoderus</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.08	0.19	0.47	2(±)
<i>Pheropsophus javanus</i>	-	±	-	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	±	++	++	++	+	++	+	29.05	31.95	34.85	331(++)
Family Histeridae											
<i>Saprinus splendens</i>	-	-	-	+	+	-	-	0.00	0.39	0.77	4(±)
Family Silphidae											
<i>Nicrophorus concolor</i>	-	±	±	-	+	-	-	0.11	0.58	1.05	6(±)
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>	-	-	±	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Eusilpha brunneicollis</i>	-	-	±	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Eusilpha jakowlewi</i>	±	++	++	++	+	+	-	13.74	16.02	18.30	166(++)
<i>Silpha perforata</i>	-	±	-	-	-	-	-	0.00	0.39	0.77	4(±)
Family Staphylinidae											
<i>Philonthus spinipes</i>	±	±	+	+	+	+	-	1.62	2.61	3.60	27(+)
<i>Ocypus rambouseki nigroaeneus</i>	-	-	-	-	+	+	-	0.36	0.97	1.57	10(±)
<i>Ocypus weisei</i>	-	-	-	-	-	-	+	-0.10	0.10	0.29	1(±)
Family Hybosoridae											
<i>Phaeochrous emarginatus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)

Table 4. Continued

Scientific name	Month							Relative percentage			Frequency (R.A.*)
	Apr.	May.	Jun	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	L. Limit	Observed	U. Limit	
Family Scarabaeidae											
<i>Copris tripartitus</i>	±	±	+	+	+	+	+	3.66	5.02	6.38	52(++)
<i>Onthophagus atripennis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Onthophagus fodiens</i>	-	±	+	+	-	-	+	1.08	1.93	2.79	20(+)
<i>Onthophagus japonicus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Onthophaguslenzii</i>	-	±	++	+	++	-	-	8.70	10.62	12.53	110(++)
Family Melolonthidae											
<i>Holotrichia kiotoensis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.08	0.19	0.47	2(±)
Family Elateridae											
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>	-	±	+	-	+	-	-	1.54	2.51	3.48	26(+)
Family Tenebrionidae											
<i>Heterotarsus carinula</i>	-	±	±	-	-	-	-	0.00	0.39	0.77	4(±)
Family Cerambycidae											
<i>Agapanthia pilicornis</i>	-	-	±	-	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
<i>Apriona germari</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.10	0.10	0.29	1(±)
Family Rhynchophoridae											
<i>Sipalinus gigas</i>	-	±	±	+	+	-	-	0.00	0.39	0.77	4(±)
No. of species collected in each site	8	22	19	12	14	9	4				
No. of individuals collected in each site	144	291	370	98	65	55	13				1036
Total	S = 39						Mean = 26.56	1.45		2.66	
Frequency (R.A.*) : ++(abundant), +(common), ±(rare)											

Table 5. Monthly relative abundance of the coleopterous species in the Cheongsu gotjawal area.

Scientific name	Month							Relative percentage			Frequency (R.A.)*
	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	L. Limit	Observed	U. Limit	
Family Carabidea											
<i>Calosoma maximowiczi</i>	-	+	+	-	-	-	-	0.52	1.75	2.98	8(+)
<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	++	+	+	+	-	-	-	12.95	16.41	19.88	75(++)
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
Family Scaritidae											
<i>Scarites sulcatus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
Family Harpalidae											
<i>Lesticus magnus</i>	+	-	+	-	-	-	-	0.12	1.09	2.07	5(+)
<i>Archipatrobus flavipes</i>	-	+	+	-	-	-	-	-0.18	0.44	1.06	2(+)
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	±	-	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Dolichus halensis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Synuchus nitidus</i>	+	-	-	-	-	-	-	0.82	2.19	3.56	10(+)
<i>Anisodactylus signatus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Chlaenius posticalis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Chlaenius micans</i>	-	+	+	-	-	-	-	-0.18	0.44	1.06	2(+)
<i>Planetes puncticeps</i>	-	+	+	-	-	-	-	-0.08	0.44	1.06	2(+)
Family Brachinidae											
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	+	++	++	+	++	+	+	19.45	23.41	27.38	107(++)
Family Histeridae											
<i>Saprinus splendens</i>	-	+	-	-	-	+	-	-0.18	0.44	1.06	2(+)
Family Silphidae											
<i>Nicrophorus concolor</i>	-	-	+	-	+	+	-	0.38	1.53	2.68	7(+)
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>	-	+	+	-	-	-	-	-0.10	0.66	1.41	3(+)
<i>Eusilpha jakowlewi</i>	-	-	+	+	-	+	-	1.45	3.06	4.68	14(+)
Family Staphylinidae											
<i>Philonthus spinipes</i>	-	+	+	-	+	-	-	-0.10	0.66	1.41	3(+)
<i>Ocyopus rambouseki nigroaeneus</i>	-	-	+	+	+	+	-	0.52	1.75	2.98	8(+)
Family Hybosoridae											
<i>Phaeochrous emarginatus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
Family Scarabaeidae											
<i>Copris ochus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Copris tripartitus</i>	-	+	+	+	-	+	+	1.62	3.28	4.95	15(+)
<i>Onthophagus ohbayashii</i>	+	-	-	+	+	+	-	0.67	1.97	3.27	9(+)
<i>Onthophagus atripennis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Onthophagus fodiens</i>	+	++	+	+	+	+	+	24.23	28.45	32.67	130(+)
<i>Onthophaguslenzii</i>	-	+	+	+	-	+	-	1.95	3.72	5.49	17(+)
Family Melolonthidae											
<i>Holotrichia kiotoensis</i>	-	+	+	-	+	-	-	0.25	1.31	2.38	6(+)
<i>Holotrichia parallela</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Miridiva castanea</i>	-	-	+	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Maladera castanea</i>	±	-	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)

Table 5. Continued

Scientific name	Month							Relative percentage			Frequency (R.A.*)
	Apr.	My.	Jun	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	L. Limit	Observed	U. Limit	
Family Scarabaeidae											
<i>Anomala chamaeleon</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
Family Cetoniidae											
<i>Cetonia pilifera</i>	-	+	+	-	-	-	-	-0.18	0.44	1.06	2(+)
<i>Gametis jucunda</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
Family Elateridae											
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>	-	+	+	-	+	-	-	0.38	1.53	2.68	7(+)
<i>Agrypnus scrofa</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
Family Tenebrionidae											
<i>Pedinus strigosus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Encyalesthus violaceipennis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Misolampidius chejudoensis</i>	-	-	-	-	-	+	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
<i>Heterotarsus carinula</i>	-	+	-	-	-	-	-	0.00	0.88	1.75	4(+)
Family Rhynchophoridae											
<i>Sipalinus gigas</i>	±	-	-	-	-	-	-	-0.22	0.22	0.66	1(±)
No. of species collected in each site	9	20	19	13	13	10	3				
No. of individuals collected in each site	87	148	98	33	29	43	19				457
Total	S = 41						Mean = 11.14	1.46		3.41	
Frequency (R.A.*) : ++(abundant), +(common), ±(rare)											

Table 6. Monthly relative abundance of the coleopterous species in the Byeongak gotjawal area.

Scientific name	Month							Relative percentage			Frequency (R.A.)*
	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	L. Limit	Observed	U. Limit	
Family Carabidea											
<i>Calosoma maximowiczi</i>	-	-	+	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	++	++	+	+	±	-	-	5.53	6.69	7.45	171(++)
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>	-	+	+	+	±	-	-	0.30	0.61	0.91	16(±)
<i>Damastersmaragdinus</i>	±	-	+	-	-	-	-	-0.02	0.11	0.25	3(±)
Family Harpalidae											
<i>Lesticus magnus</i>	-	+	+	-	±	-	-	0.14	0.38	0.62	10(±)
<i>Pterostichus sulcitaris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	+	+	-	+	-	-	-	0.51	0.87	1.24	23(±)
<i>Harpalus corporosus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Harpalus roninus</i>	-	-	-	-	-	±	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Chlaenius naeviger</i>	-	-	+	-	-	-	-	0.14	0.38	0.62	10(±)
<i>Chlaenius posticalis</i>	-	-	+	+	±	-	-	0.76	1.18	1.60	31(±)
<i>Chlaenius micans</i>	-	+	-	+	±	+	-	0.09	0.30	0.52	8(±)
Family Brachinidae											
<i>Brachinus stenoderus</i>	-	+	+	-	-	-	-	0.07	0.27	0.47	7(±)
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	-	-	++	-	-	-	-	0.54	0.91	1.28	24(±)
Family Histeridae											
<i>Saprinus niponicus</i>	-	+	-	-	-	-	-	0.14	0.38	0.62	10(±)
<i>Saprinus splendens</i>	-	-	-	+	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
Family Silphidae											
<i>Nicrophorus concolor</i>	-	+	+	+	±	+	-	0.82	1.25	1.69	33(±)
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>	-	+	+	+	±	-	-	0.19	0.46	0.72	12(±)
<i>Eusilpha brunneicollis</i>	-	+	-	+	±	-	-	0.00	0.15	0.30	4(±)
<i>Eusilpha jakowlewi</i>	±	+	+	+	-	-	-	0.28	0.57	0.86	15(±)
Family Staphylinidae											
<i>Philonthus spinipes</i>	±	+	+	-	±	-	-	0.33	0.65	0.96	17(±)
<i>Ocyopus rambouseki nigroaeneus</i>	-	-	+	-	±	-	-	-0.02	0.11	0.25	3(±)
Family Lucanidae											
<i>Serrognathus platymelus castanicolor</i>	-	-	+	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
Family Hybosoridae											
<i>Phaeochrous emarginatus</i>	-	-	-	++	++	++	+	74.74	76.39	78.05	2013(++)
Family Scarabaeidae											
<i>Copris tripartitus</i>	-	+	+	+	±	+	+	1.37	1.90	2.43	50(±)
<i>Onthophagus atripennis</i>	-	-	+	-	±	-	-	0.00	0.15	0.30	4(±)
<i>Onthophagus fodiens</i>	+	++	+	+	±	+	++	3.71	4.52	5.33	119(++)
<i>Onthophaguslenzii</i>	±	+	+	-	±	-	-	0.09	0.30	0.52	8(±)
Family Melolonthidae											
<i>Holotrichia kiotoensis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.03	0.08	0.18	2(±)
<i>Holotrichia parallela</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Miridiva castanea</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)

Table 6. Continued

Scientific name	Month							Relative percentage			Frequency (R.A.*)
	Apr.	May.	Jun	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	L. Limit	Observed	U. Limit	
Family Dynastidae											
<i>Eophileurus chinensis</i>	-	-	+	+	-	-	-	-0.02	0.11	0.25	3(±)
Family Cetoniidae											
<i>Cetonia pilifera</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
Family Elateridae											
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>	+	+	+	-	±	±	-	0.51	0.87	1.24	23(±)
Family Nitidulidae											
<i>Osmosia colon</i>	±	+	-	-	-	-	-	-0.03	0.08	0.18	2(±)
Family Coccinellidae											
<i>Harmonia axyridis</i>	±	-	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
Family Tenebrionidae											
<i>Pedinus strigosus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Misolampidius chejudoensis</i>	±	-	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.11	1(±)
<i>Heterotarsus carinula</i>	±	+	-	-	-	-	-	-0.03	0.08	0.18	2(±)
No. of species collected in each site	12	24	22	14	16	7	4				
No. of individuals collected in each site	180	135	99	106	2014	61	40				2635
Total	S = 39		Mean = 67.56					2.29		2.82	
Frequency (R.A.*) : ++(abundant), +(common), ±(rare)											

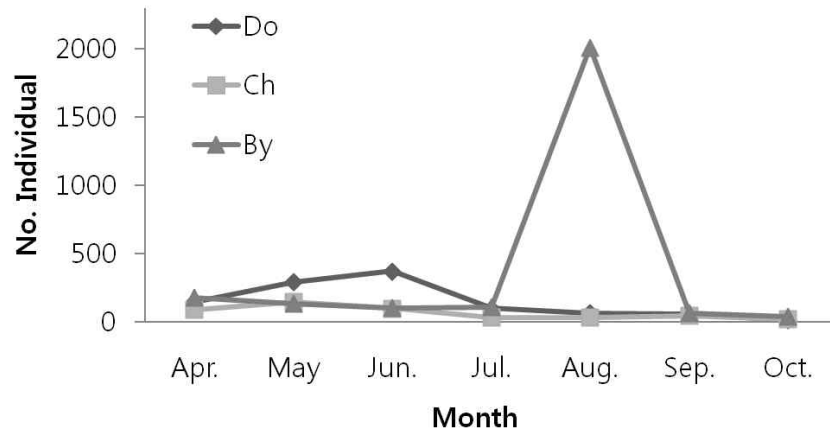


Fig. 4. Monthly fluctuation of the total number of ground beetles in the Doneori, Cheongsu and Byeongak.

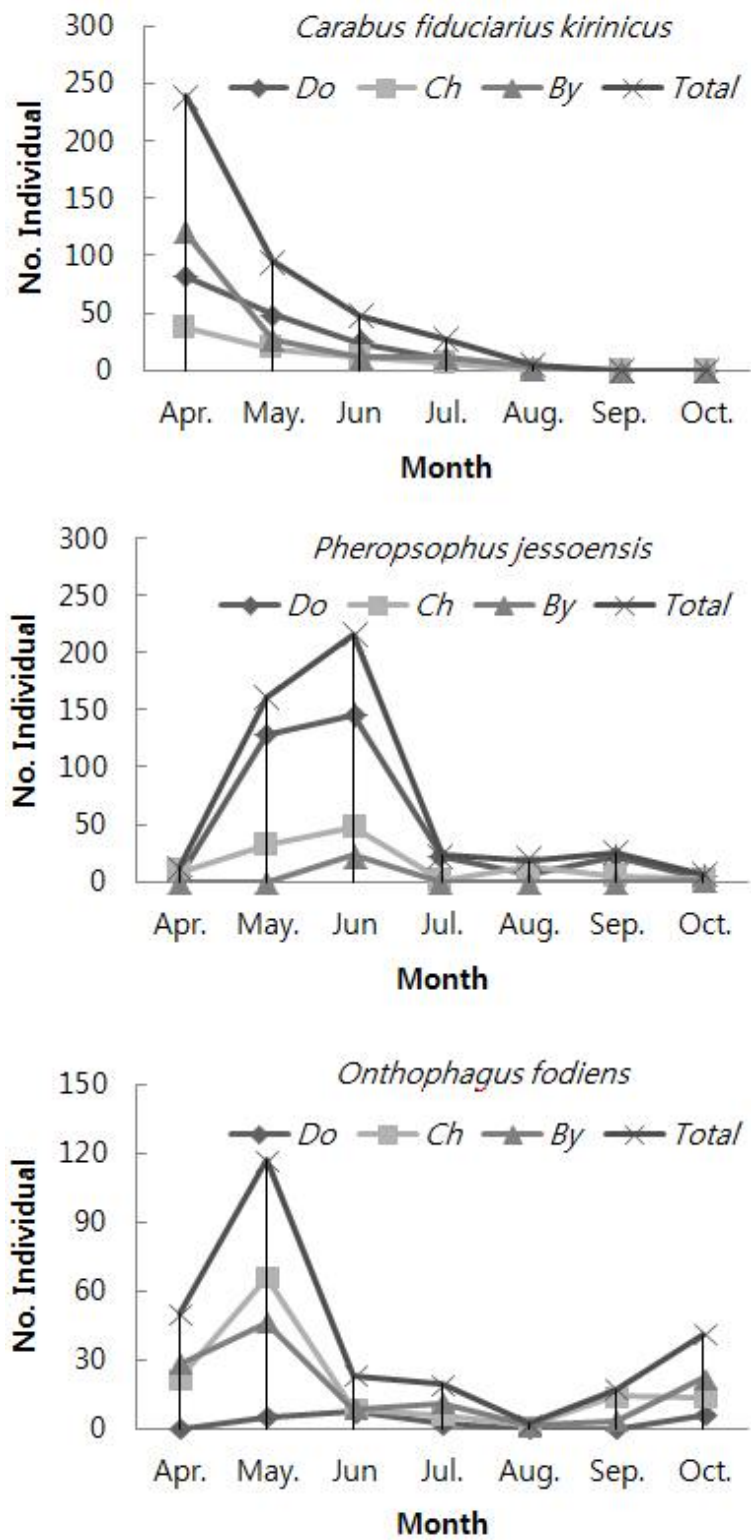


Fig. 5. Seasonal abundances of the most 3 species of ground beetles in surveyed area.

2. 지역 및 식생별 변동

각 조사 지점별 주요 딱정벌레류의 출현 종수는 Figure 7과 같다. 조사 지점별 출현 종수를 보면 G3이 34종으로 가장 많고 G4와 G7이 각각 23종, G9이 29종이 출현하였다. 그리고 가장 적은 종수가 출현한 G2는 10종이 채집되었다. 그리고 출현 개체수를 살펴보면 가장 많은 개체수를 보이는 G8이 970개체가 채집되었고, G7이 940개체, G3이 803개체, G9가 725개체 등 총 4,132개체가 채집되었다(Fig. 6, 7).

각 조사지역의 주요 딱정벌레목 곤충의 채집된 개체수를 보면, 폭탄먼지벌레는 평지로부터 낮은 산악지형까지 수피율이 낮은 지형을 서식한다고 알려져 있다(Kim, 1998). 조사결과 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*), 작살나무(*Callicarpa japonica*), 상산(*Orixa japonica*)이 우점하고 있는 관목층과 자주피불주머니(*Corydalis incisa*), 용수염(*Diarrhena japonica*), 십자고사리(*Polystichum tripterum*), 가시딸기(*Rubus hongnoensis*)의 초본층이 발달한 목장과 초지 인근인 G3과 G4에서 많은 개체수를 보이고, 큰넓적송장벌레(*Eusilpha jakowlewi*)는 곰솔(*Pinus thunbergii*)과 예덕나무(*Mallotus japonicus*)가 우점하고 토양이 거의 모래로 이루어져 있는 G1과 도로에 인접한 G2, 말을 방목하는 G4과 G6, 소를 방목하는 G3과 G9에서 채집이 되었다. 그중에서 초본층과 관목층이 발달한 G3에서 많은 개체수를 보이는데 이는 서식환경이 토양이 부드러운 곳을 선호 한다는 것으로 사료된다. 바가지촉각풍뎅이는 G3와 G5에서 각 1개체, G7과 G8, 그리고 G9에서 대부분이 채집되었는데, 이 지점들은 조사지가 다른 집단과 떨어져있는 Byeongak 집단이다. 이곳의 식생은 새덕이(*Neolitsea aciculata*), 단풍나무(*Acer palmatum*), 때죽나무(*Styrax japonicus*)가 우점한 상록활엽수와 낙엽활엽수의 혼효 식생이고, 관목층에선 참식나무(*Neolitsea sericea*)와 새덕이가 우점하고 있다. 초본층은 더부살이고사리(*Polystichum lepidocaulon*)와 가는쇠고사리(*Arachniodes aristata*)의 피도가 높은 것으로 보아 바가지촉각풍뎅이는 습도가 높은 소 방목지를 선호하는 것으로 사료되나 자세한 생태가 밝혀지지 않아 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus*)는 멸종위기야생동물Ⅱ급 보호종으로서 동물의 배설물이 거의 없는 G1과 G2를 제외한 모든 지역에서 채집이 되고, 소나 말의 배설물이 많이 분포할수록 더욱 많은 개체가 서식함을 확인하였다(Fig. 8).

각 조사지역의 토질을 크게 모래, 암석, 일반토로 나누고, 식생을 크게 초지, 관목,

교목으로 나누었을 때 토질과 식생에 따른 종수와 개체수는 Table 7과 Figure 9와 같다.

각 집단의 토질은 조성이 다른데, Doneori 집단은 모래와 암반, 일반토로 되어있고, Cheongsu 집단은 모두 암반으로 되어있었으며, Byeongak 집단은 모두 일반토로 이루어져 있다. 그리고 주요 식생분포는 Doneori 집단은 초지와 관목으로 형성되어 있고, Cheongsu 집단은 종가시나무가 우점한 교목층으로 이루어져 있었으며, Byeongak 집단은 새덕이와 때죽나무, 단풍나무로 이루어진 교목층과 고사리로 이루어진 초지로 나뉘었다. Figure 9에서 가장 하위에 위치한 G1과 G2를 보면 토질이 모래와 암반으로 되어있고 식생이 교목층이 형성되어 있다. 두 조사지역의 종수와 개체수는 각각 15종, 10종과 119, 118개체가 채집되었다. 반대로 가장 종수와 개체수가 많이 채집된 G3과 Byeongak 집단의 G7~9를 보면 G3이 34종 803개체가 채집되었고, G7이 23종, 940개체, G8이 14종, 970개체, G9가 29종 725개체가 채집되었다. 이를 토대로 꽃자왈 내에서의 딱정벌레목 곤충의 선호 토질과 식생이 어떻게 변화하고 조성되는지 알 수 있다.

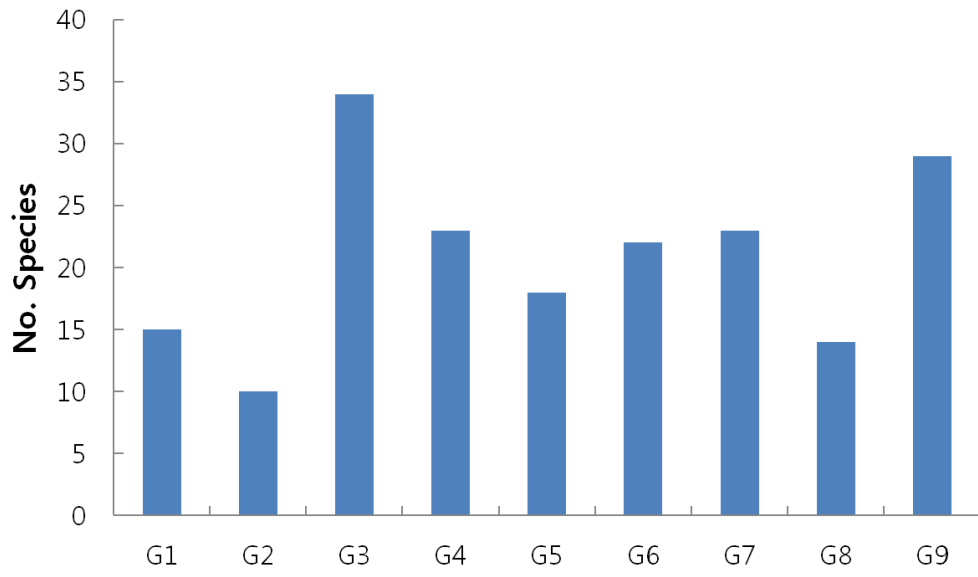


Fig. 6. Total number of species in each site.

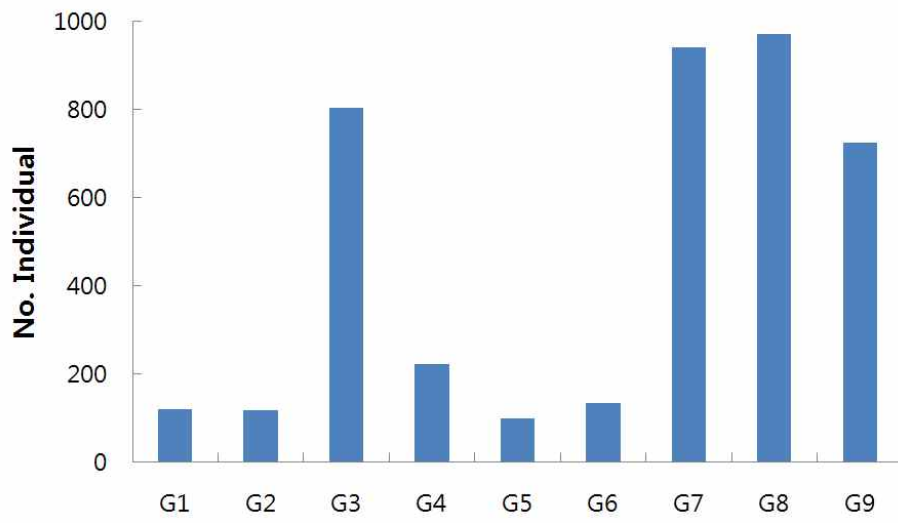


Fig. 7. Total population by sites.

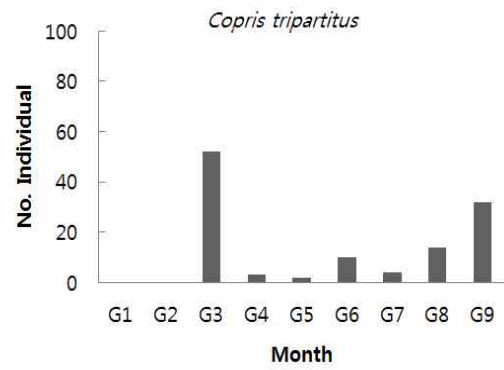
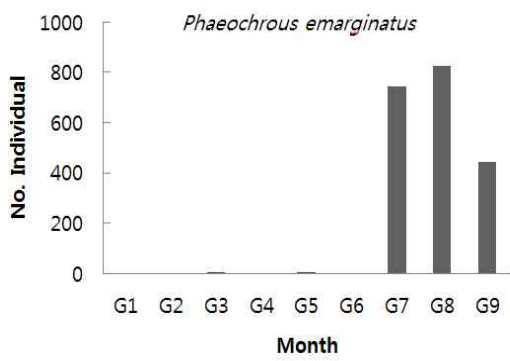
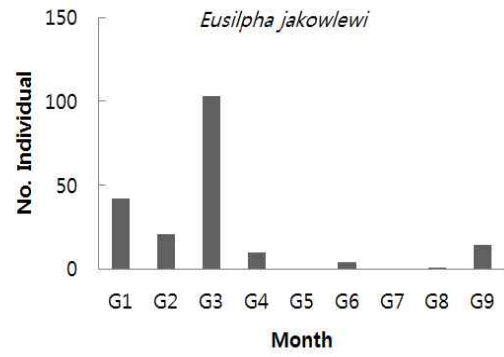
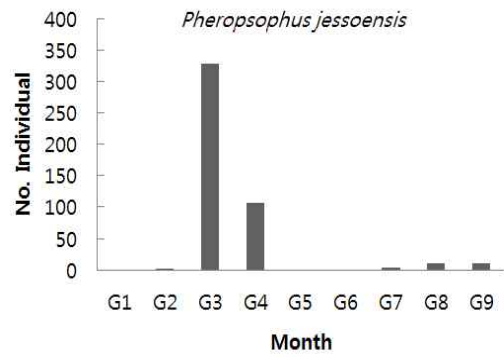


Fig. 8. Fluctuation of the individual numbers in each trap site of the surveyed gotjawal(*Pheropsophus jessoensis*, *Eusilpha jakowlewi*, *Phaeochrous emarginatus*, *Copris tripartitus*).

Table 7. Species abundances of ground beetles in the different combination of soil and vegetation in the survey areas.

Group	Site	The main plant species	Species	Individual
	G1	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)	15	119
	G2	<i>Mallotus japonicus</i> (예덕나무)	10	118
Doneori	G3	<i>Corydalis incisa</i> (자주괴불주머니)	34	803
		<i>Diarrhena japonica</i> (용수염)		
		<i>Polystichum tripterum</i> (십자고사리)		
		<i>Rubus hongnoensis</i> (가시딸기)		
		<i>Ligustrum obtusifolium</i> (취뽕나무)		
		<i>Callicarpa japonica</i> (작살나무)		
		<i>Orixa japonica</i> (상산)		
		<i>Neolitsea sericea</i> (참식나무)		
Cheongsu	G4	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)	23	223
		<i>Quercus glauca</i> (종가시나무)		
	G5	<i>Quercus salicina</i> (참가시나무)	18	100
		<i>Arachniodes aristata</i> (가는쇠고사리)		
	G6	<i>Hedera rhombea</i> (송악)	22	134
		<i>Trachelospermum asiaticum</i> (마삭줄)		
		<i>Celasttus orbiculatus</i> (노박덩굴)		
Byeongak	G7	<i>Neolitsea aciculata</i> (새덕이)	23	940
		<i>Acer palmatum</i> (단풍나무)		
	G8	<i>Styrax japonicus</i> (매죽나무)	14	970
	G9	<i>Polystichum lepidocaulon</i> (더부살이고사리)	29	725
<i>Arachniodes aristata</i> (가는쇠고사리)				

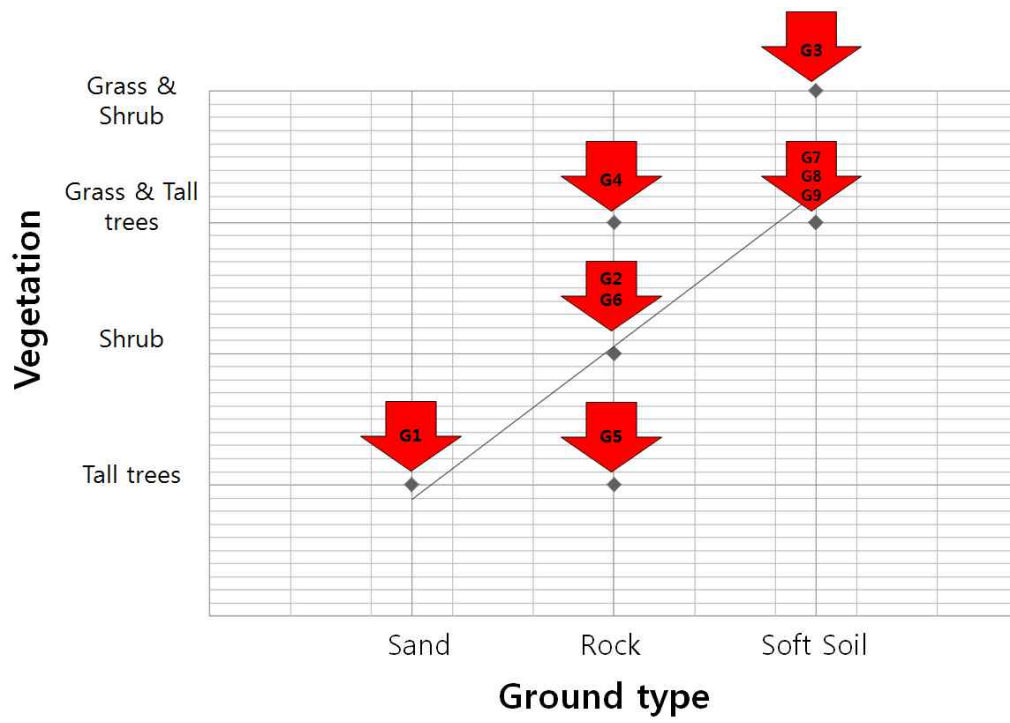


Fig. 9. The distribution of species abundance according to vegetation and ground types in the habitats of ground beetles.

3. 종 다양도

정보이론(Shannon and Weaver, 1949)에 기초를 둔 Shannon 지수(H')는 군집생태에서 가장 널리 이용되어 온 지수로서, 딱정벌레류 군집에 관하여 월별 그리고 지역별 변동 양상을 Figure 10에 나타내었다.

1) 월별 변동

월별 다양도 지수에서 Doneori 집단은 8월, Cheongsu 집단은 7월이 가장 높았으며, Byeongak집단은 6월에 가장 높았다. 계절적으로 여름에 해당하는 7월과 8월의 다양도가 비교적 높았으며 가을에 해당하는 9월과 10월에 급격한 감소하는 양상을 보였다. Doneori 집단과 Cheongsu 집단의 7월과 8월 군집이 폭탄먼지벌레, 큰넓적송장벌레, 렌지소똥똥땡이가 다수종을 구성하였고, 극심한 가뭄과 평균기온이 25℃를 넘어서는 고온으로 이 시기의 기상조건에 의해 딱정벌레목 군집의 개체수는 감소 하였지만 다양성을 높이는데 호조건으로 작용한 것으로 사료된다. 이와는 반대로 6월까지 높은 다양도를 유지하다 7월과 8월 크게 감소한 Byeongak 집단은 7월부터 출현하기 시작한 바가지축각똥땡이가 8월 대규모 발생을 함으로서 전체 개체수 대비 다양도가 급감한 것으로 사료된다. 이를 토대로 주요 딱정벌레 우점종 집단의 크기가 다양성을 결정하는 데 많은 영향을 미친다는 것을 알 수 있으며 이는 Yang(2006)의 선행 연구와 비슷한 양상을 보인다.

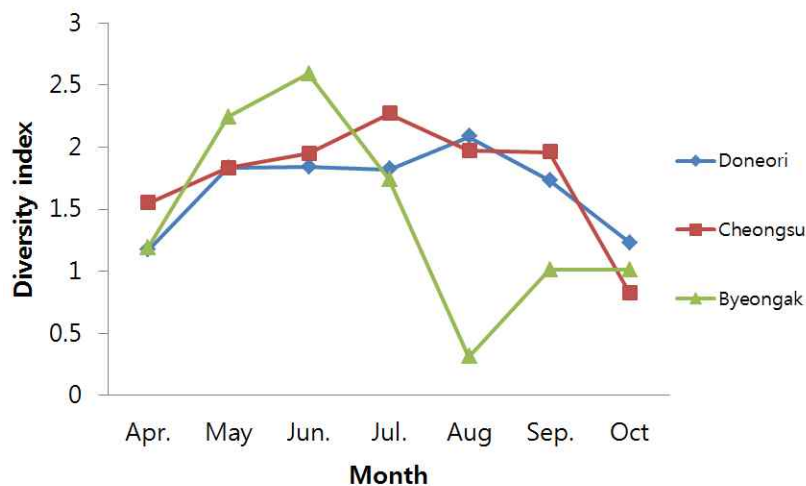


Fig 10. Monthly fluctuation of species diversity Shannon's index(H').

2) 지역별 변동

지역별 종 다양도 지수의 변동에서 다양도 지수는 G3이 2.09로 가장 높고 G8이 0.76으로 가장 낮게 나타났다. G3 34종으로 종수와 개체수가 높아 다양도가 높게 나타났다. G2와 G7 및 G8은 각각 10종, 23종, 19종으로, G2의 경우 종수와 개체수가 낮아 다양도가 낮게 나타났고, G7과 G8은 종수는 준수했으나 바가지촉각풍뎅이 1종의 개체밀도가 너무 높아 전체적인 다양도 지수가 낮게 측정되었다. G1과 G4, G5, G6은 각각 15종, 23종, 18종, 22종으로 채집된 개체수가 적어 다양도 지수가 높게 측정이 되었고, G9 29종으로 G7와 G8처럼 바가지촉각풍뎅이의 개체수가 많았으나 종수가 많이 채집되어 다른 두 곳과 다르게 다양도지수가 높게 나타났다(Fig. 11).

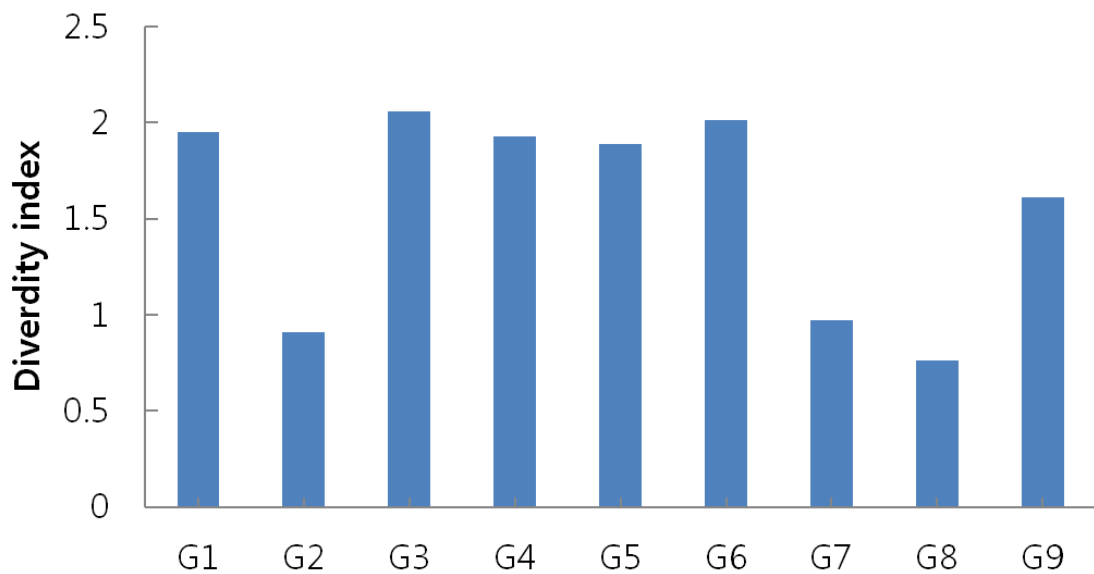


Fig. 11. Local species diversity index.

4. 군집분석 (Clustering Analysis)

1) 월별 변동

월별 군집간 거리는 5월과 6월이 0.59로 가장 가까웠다. 이는 5월에 채집된 39종 중 왕딱정벌레, 폭탄먼지벌레, 큰넓적송장벌레, 모가슴소똥풍뎅이 등 9종이 6월에도 채집이 되었고, 그중 검정송장벌레(*Nicrophorus concolor*), 주홍좁쌀날개(*Philonthus spinipes*) 2종이 비슷한 비율로 채집되었기 때문이다. 반면 4월은 1.09로 가장 멀었는데 이는 20종의 채집종 중 7종만이 공통으로 채집되었기 때문이다. 7월과 9월은 0.62으로 가장 가까웠는데 12종이 공통으로 채집되었으며 모가슴소똥풍뎅이와 바가지축각풍뎅이 2종이 비슷한 비율로 채집되었기 때문이다. 8월은 0.75로 공통종이 19종이지만, 바가지축각풍뎅이의 개체수가 급증하여 전체 비율이 급감 하였다. 10월은 1.15로서 4종만이 공통을 보이면서 가장 멀었다(Fig. 12).

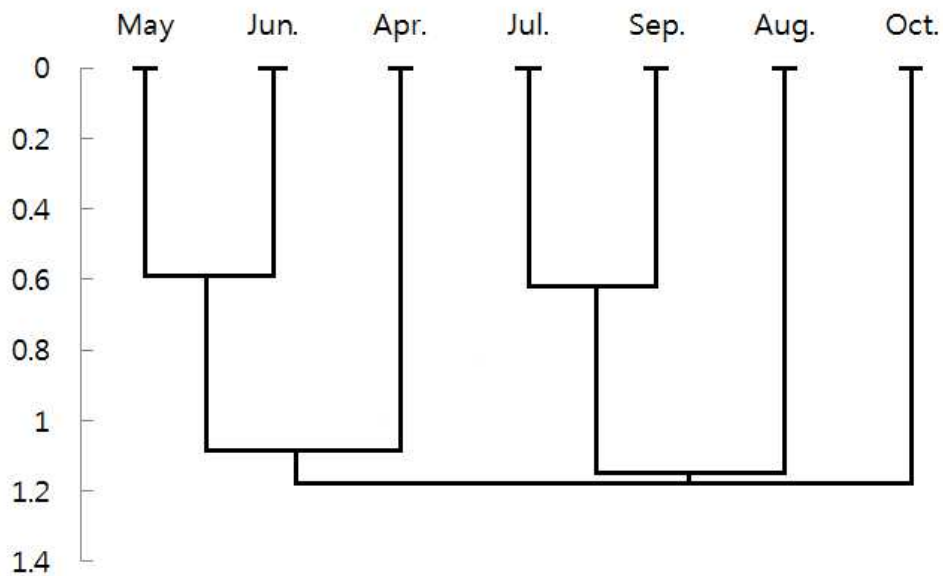


Fig. 12. Cladogram based on the chord distance for ground beetles collected monthly in the survey area.

2) 지역별 변동

지역별 군집간 거리는 G7과 G8이 0.07로서 가장 가까웠다. 이는 이들 각각 23종과 14종으로 구성된 중에서 공통종이 왕딱정벌레, 멧쟁이딱정벌레 등 12종이었고, G9이 0.16으로 가까웠으며 10종의 공통종을 지녔으며, G4과 G3은 0.44의 거리를 가졌으며 각각 34종과 23종 중 18종이 공통적으로 채집되면서 군집거리가 가까워졌다. G5와 G6는 0.53의 군집간 거리를 나타냈으며 각각 18종과 22종 중 10종의 공통종이 채집되었으며, G1과 G2는 군집간의 거리가 0.85로 가장 멀었으며 각각 15종과 10종이 채집되었고. 이 중 공통종은 5종에 불과했다(Fig. 13).

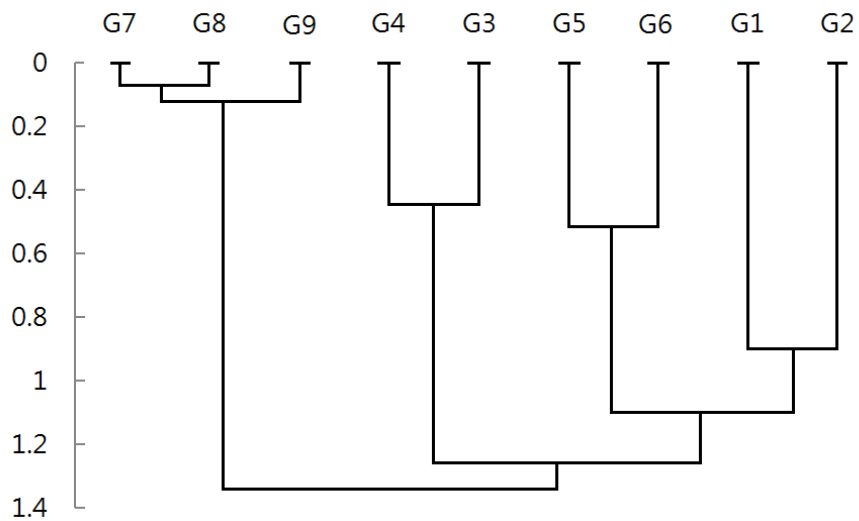


Fig. 13. Cladogram based on the chord distance for ground beetles collected in each site in the survey area.

3) 집단별 변동

각 집단간의 거리를 살펴보면, Doneori집단과 Cheongsu집단이 0.78로 가장 가깝고, 각각 40종과 41종이 채집되었으며 이 중 공통종이 28종으로 지형적으로 도너리오름에서 분출된 같은 지형으로 볼 수 있고, 식생 형태도 용암의 진행방향과 같이 형성되어 있다. Byeongak집단의 거리는 1.36으로 다른 두 그룹과 상당히 떨어져 있고, 집단을 구성하고 있는 종 수는 54종으로 그중에서 바가지축각풍뎅이가 76.3%를 차지하면서 다른 집단과의 거리가 멀어졌다. Figure 14을 보면 조사집단 간의 지형적인 격리가 딱정벌레목 곤충의 군집의 형태에 지대한 영향을 미치는 것으로 사료된다.

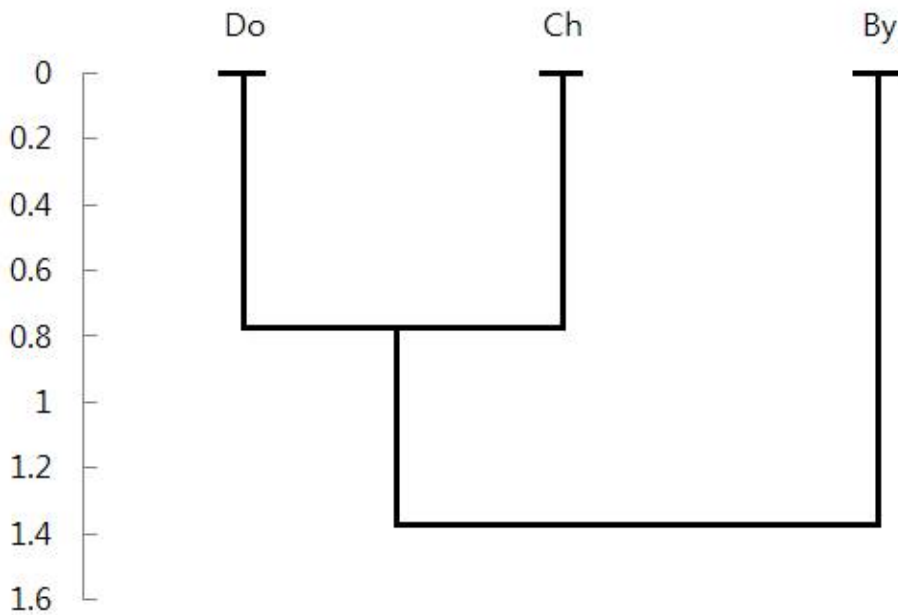


Fig. 14. Cladogram based on the chord distance for ground beetles collected in each gotjawal group in the survey area.

IV. 적요

2013년 4월부터 10월까지 제주특별자치도 한경-안덕 꽃자왈지대의 도너리 꽃자왈과 병악 꽃자왈 두 군데에서 조사구역을 나누어 각각 6개소, 3개소에 함정덫(pitfall-trap)을 설치하여 월 3회 조사하였다. 조사기간 동안 채집된 딱정벌레목 곤충은 21과 62종 4,132개체였다. 월별 종수는 5월에 Doneori 집단 22종, Cheongsu 집단 20종, 병악 꽃자왈 24종으로 가장 많았고, 10월에 도너리 꽃자왈 4종, 청수 꽃자왈 3종, Byeongak 집단 4종으로 가장 적었다. 상대수도(relative abundance) 분석에서 다수종(Abundant)은 Doneori 집단에서 왕딱정벌레(*Carabus fiduciarius kirinicus*), 폭탄먼지벌레(*Pheropsophus jessoensis*), 큰넓적송장벌레(*Eusilpha jakowlew*), 렌지소똥풍뎡이(*Onthophagus lenzii*) 4종 이었고, Cheongsu집단에서는 왕딱정벌레(*Carabus fiduciarius kirinicus*), 폭탄먼지벌레(*Pheropsophus jessoensis*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 3종 이었으며, Byeongak 집단은 왕딱정벌레(*Carabus fiduciarius kirinicus*), 바가지촉각풍뎡이(*Phaeochrous emarginatus*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 3종 이었다. 보통종(Common)은 각 4종, 19종, 0종 이었고, 희소종(Rare)은 각 30종, 19종, 36종 이었다. 월별 개체수 변동은 4월부터 6월까지 점차 증가하는 추이를 보이다가 Byeongak 집단을 제외한 집단은 가뭄이 시작된 7월에 급격하게 감소하고 10월에 최소가 되었다. Byeongak 집단의 개체수가 8월 급격하게 증가 하였는데 이는 바가지촉각풍뎡이가 7월 처음 55개체가 출현하였고, 8월 1,909개체가 채집되어 개체수가 급격하게 상승하였다. 월별 다양도 지수는 Doneori 집단은 8월, Cheongsu 집단은 7월이 가장 높았으며, Byeongak 집단은 6월에 가장 높았다. 계절적으로 여름에 해당하는 7월과 8월의 다양도가 비교적 높았으며 가을에 해당하는 9월과 10월에 급격히 감소하는 양상을 보였다. 군집분석 결과 지역별 군집간 거리는 G7과 G8이 로서 가장 가까웠고, G9이 0.16으로 가까웠으며, G3과 G4은 0.44의 거리를 가졌다. G5와 G6는 0.53의 군집간 거리를 나타냈으며, G1과 G2는 군집간의 거리가 0.85로 가장 멀었다. 각 집단간의 거리는 Doneori 집단과 Cheongsu 집단이 0.78로 가장 가깝고, Byeongak 집단의 거리는 1.36으로 다른 두 그룹과 상당히 떨어져 있었다. 이와 같은 결과를 토대로 기후요소와 꽃자왈의 형성과 인간의 간섭이 만든 지형적인 요소, 그리고 식생이 딱정벌레목 곤충의 군집의 형태에 지대한 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

인 용 문 헌

- Argyropoulou, M. D., G. Karris¹, E. M. Papatheodorou & 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.
- Adis, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall trap. *Zool. Anz.* 202: 177-184.
- Avgin, 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.
- 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.
- 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.
- Evans, A. V. & C. L. Bellamy. 1996. An inordinate fondness for beetles. University of California Press. England. 208pp.
- Ings, T. C. & S. E. Hartley. 1999. The effect of habitat structure on carabid communities during the regeneration of a native scottish forest.
- Ishitani, M. & K. yano. 1994. Species composition and seasonal activities of ground beetle (Coleoptera) in Fig Orchard. *Jpn. J. Ent.* 62(1) : 201-210
- Koivula, M. & J. Niemelä. 2002. Boreal Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae) in Managed Spruce Forests - a Summary of Finnish Case Studies. *Silva Fennica.* 36(1): 423-436.
- Lee, S. I., K. J. Jeong, J. S. Choi & 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.
- Ludwig, J. A. & J. F. Reynold. 1988. Statistical Ecology : A Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons, New York. pp. 165-179, 189-202
- Lovei, G. L. & K. D. Sunderland. 1996. Ecology and behavior of ground Beetles (Coleoptera:Carabidae). Annual Review Entomology. 41(1) : 231-256.
- Magura, T., B. Tothmeresz & Zs. Bordan. 2000. Effects of Nature Management Practice on Carabid Assemblages (Coleoptera: Carabidae) in a Non-Native Plantation. Biological Conservation 93: 95-102.
- Melnychuk, N. A., O. Olfert, B. Youngs & C. Gillott. 2003. Abundance and diversity of carabidae (Coleoptera) in different farming systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 95: 69-72.
- Maclean, D. B. & 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.
- Niemela, J., D. Langor & 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., D. Langor & 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 & J. Spence. 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. Journal of Insect Conservation. 4(1): 3-9.
- Niemela, J., J. Kotze, A. Ashworth, P. Brandmayr, K. Desender, T. New, L. Penev, M. Samways & J. Spence. 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. Journal of Insect Conservation. 4(1): 3-9.
- 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.
- Raino, J. & J. Niemela. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12(3): 487–506.
- Riley, K. N. & R. A. Browne. 2011. Changes in ground beetle diversity and community composition in age structured forests (Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys* 147: 601–621.
- Rushton, S. P., M. L. Luff & 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.
- Sakuma, A. 1964. *Statistics in biology*. Tokyo University Press, Tokyo.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press, Urbana, IL.
- Spence J. R. & J. Niemela. 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps, the madness and the method. *Can. Ent.* 126: 881–894.
- Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological Methods with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hall. 524pp.
- Sandoval, S. I., S. P. Cook, F. W. Merickel & 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.
- Thiele, H. U. 1977. *Carabid beetles in their environments; A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour*. Springer-Verlag. 366pp.
- Timm, A., J. Buse, T. Dayan, W. Hardtle, T. Levanony & 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.
- Volkmar, C. S., Bothe, T. Kreuter, M. L. Hussein, L. Richter, U. Heimbach & T. Wetzel. 1994. Epigaische Raubarthropoden in Winterweizenbestanden Mitteldeutschlands und ihre Beziehung zu glattla usen. *Mitt. Biol. Bund. Anst. Ld-Forstw.(Berlin-Dahlem)*. 299: 1–134.

- Yang, K. S, S. B. Kim & W. T. Kim. 2006. Spatial and Temporal Analysis of the Coleopteran Communities around 5.16 Road of Mt. Halla, Jeju
- Žiogas & Vaičiškuskas. 2007. Ground beetle (*Coleoptera, Carabidae*) bioecology in forests of Aukštasis Tyras Mire reserve. *EKOLOGIJA*. Nr. 1. pp. 37-43.
- 강홍구. 2012, 제주도 서부 한경-안덕 꽃자왈지대의 식생구조와 동태, 국민대학교, pp.71-83
- 김진일. 1998. 한국곤충생태도감 III. 고려대학교 한국곤충연구소. 240pp.
- 김승언, 2011, 제주 교래꽃자왈과 그 인근 지역의 딱정벌레類 분포에 관한 연구, 제주대학교, pp. 32-33
- 도윤호·장민호·김동균·주기재. 2007. 우포늪 범람에 의한 먼지벌레류(딱정벌레목, 딱정벌레과)의 다양성과 종조성 변화. 부산대학교. 40(2):346~351
- 도윤호·문태영·남상호. 2002. 울주군 정족산 곤충군의 분류학적 다양성과 생태학적 평가. 부산대학교. 13(1):65~79
- 문태영·이성진. 1999. 영도산 곤충군의 의곤충학 및 보전생물학, III. 송장벌레과(딱정벌레목), 보전과학연구소보, 9: 115-126.
- 박진영·박종균. 2011. 산림 내 묘지 지역의 곤충상에 관한 연구. 경북대학교. 25(2):153~159
- 이승일·정종국·최재석·권오길. 2005. 연엽산 일대 딱정벌레목의 군집구조 및 계절적 변동에 관한 연구. 강원대학교. 23(1):71~88
- 박근호·조수원. 2007. 채집 방법과 시기 및 빈도에 따른 곤충의 다양성 비교. 충북대학교. 46(3):375~383
- 송시대. 2003. 제주도 꽃자왈지대의 용암 No.3 도너리꽃자왈용암. 기초과학연구 제주대학교. 16(1). pp.47~55
- 송시대. 2003. 제주도 꽃자왈지대의 용암 No.4 병악꽃자왈용암. 기초과학연구 제주대학교. 16(1). p.57~63
- 이충규. 2011. 내장산국립공원 딱정벌레류의 종 분포 및 다양성. 농업생명과학연구 45(4) pp.37-45
- 전형식. 2008. 제주도의 꽃자왈에 분포하는 지표성 딱정벌레 군집의 특성. 제주대학교. 26(3). 226-232
- 정종국·이승일·최재석·권오길. 2005. 채집법에 따른 연엽산 일대 딱정벌레목의

출현상 비교 분석. 강원대학교. 23(3):228~237

정세호. 2009, 꽃자왈지대의 식물상 및 곤충상조사보고서-애월꽃자왈, 제주특별자치도 환경자원연구원, p.47-p.102.

정세호. 2010, 꽃자왈지대의 지질 및 동·식물상 조사Ⅱ.(조천-함덕 꽃자왈지대의 곤충상), 제주특별자치도 환경자원연구원, p.136-p.184.

정세호. 2011, 꽃자왈지대의 식물상 및 곤충상조사Ⅲ(구좌-성산꽃자왈), 제주특별자치도 한라산연구소, p.41-p.84.

정세호. 2012, 꽃자왈지대의 식물상 및 동물상 조사Ⅳ(한경-안덕 꽃자왈지대), 제주특별자치도 한라산연구소, p.47-p.83

정세호. 2013, 꽃자왈환경자원조사, 제주특별자치도 한라산연구소, p.47-p.125.

Appendix 1. Monthly individual numbers of the coleopteans in the Doneori group.

Scientific name	Month							Total
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Family Cicindelidea								
<i>Cicindela gemmata gemmata</i>			1					1
Family Carabidea								
<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	82	49	24	9	2			166
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>					1			1
Family Scaritidae								
<i>Scarites sulcatus</i>			3					3
Family Harpalidae								
<i>Lesticus magnus</i>				1				1
<i>Archipatrobus flavipes</i>		4	1			3		8
<i>Pterostichus sulcitaris</i>		1						1
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	42	7	1					50
<i>Dolichus halensis</i>						10		10
<i>Synuchus nitidus</i>	7	1				2		10
<i>Synuchus chabo</i>		1						1
<i>Chlaenius posticalis</i>		1						1
<i>Chlaenius micans</i>		3						3
<i>Lebidia octoguttata</i>	1							1
<i>Planetes puncticeps</i>		2						2
Family Brachinidae								
<i>Brachinus stenoderus</i>		2						2
<i>Pheropsophus javanus</i>		1						1
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	5	128	146	22	6	21	3	331
Family Histeridae								
<i>Saprinus splendens</i>				1	3			4
Family Silphidae								
<i>Nicrophorus concolor</i>		2	3		1			6
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>			1					1
<i>Eusilpha brunneicollis</i>			1					1
<i>Eusilpha jakowlewi</i>	3	57	69	30	3	4		166
<i>Silpha perforata</i>		4						4
Family Staphylinidae								
<i>Philonthus spinipes</i>	3	5	13	1	4	1		27
<i>Ocypus rambouseki nigroaeneus</i>					8	2		10
<i>Ocypus weisei</i>							1	1
Family Hybosoridae								
<i>Phaeochrous emarginatus</i>					1			1
Family Scarabaeidae								
<i>Copris tripartitus</i>	1	3	14	10	10	11	3	52
<i>Onthophagus atripennis</i>					1			1
<i>Onthophagus fodiens</i>		5	7	2			6	20
<i>Onthophagus japonicus</i>						1		1
<i>Onthophaguslenzii</i>		5	63	19	23			110

Appendix 1. Continued

Scientific name	Month							Total
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Family Melolonthidae								
<i>Holotrichia kiotoensis</i>			1	1				2
Family Elateridae								
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>		6	19		1			26
Family Tenebrionidae								
<i>Heterotarsus carinula</i>		3	1					4
Family Cerambycidae								
<i>Agapanthia pilicornis</i>			1					1
<i>Apriona germari</i>				1				1
Family Rhynchophoridae								
<i>Sipalinus gigas</i>		1	1	1	1			4
	144	291	370	98	65	55	13	1036

Appendix 2. Monthly individual numbers of the coleopteans in the Cheongsu group.

Scientific name	Month							Total
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Family Carabidea								
<i>Calosoma maximowiczi</i>		3	5					8
<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	38	19	11	7				75
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>				1				1
Family Scaritidae								
<i>Scarites sulcatus</i>				1				1
Family Harpalidae								
<i>Lesticus magnus</i>	4		1					5
<i>Archipatrobus flavipes</i>		1	1					2
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	1							1
<i>Dolichus halensis</i>				1				1
<i>Synuchus nitidus</i>	10							10
<i>Anisodactylus signatus</i>					1			1
<i>Chlaenius posticalis</i>				1				1
<i>Chlaenius micans</i>		1	1					2
<i>Planetes puncticeps</i>		1	1					2
Family Brachinidae								
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	8	32	47	1	13	4	2	107
Family Histeridae								
<i>Saprinus splendens</i>		1				1		2
Family Silphidae								
<i>Nicrophorus concolor</i>			1		2	4		7
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>		2	1					3
<i>Eusilpha jakowlewi</i>			8	5		1		14
Family Staphylinidae								
<i>Philonthus spinipes</i>		1	1		1			3
<i>Ocypus rambouseki nigroaeneus</i>			1	2	1	4		8
Family Hybosoridae								
<i>Phaeochrous emarginatus</i>					1			1
Family Scarabaeidae								
<i>Copris ochus</i>					1			1
<i>Copris tripartitus</i>		2	2	3		4	4	15
<i>Onthophagus ohbayashii</i>	2			1	4	2		9
<i>Onthophagus atripennis</i>					1			1
<i>Onthophagus fodiens</i>	22	66	8	6	1	14	13	130
<i>Onthophaguslenzii</i>		1	5	3		8		17
Family Melolonthidae								
<i>Holotrichia kiotoensis</i>		4	1		1			6
<i>Holotrichia parallela</i>		1						1
<i>Miridiva castanea</i>			1					1
<i>Maladera castanea</i>	1							1
Family Scarabaeidae								
<i>Anomala chamaeleon</i>				1				1
Family Cetoniidae								
<i>Cetonia pilifera</i>		1	1					2
<i>Gametis jucunda</i>		1						1

Appendix 2. Continued

Scientific name	Month							Total
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Family Elateridae								
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>		5	1		1			7
<i>Agrypnus scrofa</i>		1						1
Family Tenebrionidae								
<i>Pedinus strigosus</i>					1			1
<i>Encyalesthus violaceipennis</i>		1						1
<i>Misolampidius chejudoensis</i>						1		1
<i>Heterotarsus carinula</i>		4						4
Family Rhynchophoridae								
<i>Sipalinus gigas</i>	1							1
	87	148	98	33	29	43	19	457

Appendix 3. Monthly individual numbers of the coleopteans in the Byeongak group.

Scientific name	Month							Total
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Family Carabidea								
<i>Calosoma maximowiczi</i>			1					1
<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	119	27	12	11	2			171
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>		1	2	8	5			16
<i>Damastersmaragdinus</i>	2		1					3
Family Harpalidae								
<i>Lesticus magnus</i>		1	1		8			10
<i>Pterostichus sulcitaris</i>		1						1
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	12	10		1				23
<i>Harpalus corporosus</i>			1					1
<i>Harpalus roninus</i>						1		1
<i>Chlaenius naeviger</i>			10					10
<i>Chlaenius posticalis</i>			3	2	26			31
<i>Chlaenius micans</i>		1		1	2	4		8
Family Brachinidae								
<i>Brachinus stenoderus</i>		3	4					7
<i>Pheropsophus jessoensis</i>			23				1	24
Family Histeridae								
<i>Saprinus niponicus</i>		10						10
<i>Saprinus splendens</i>				1				1
Family Silphidae								
<i>Nicrophorus concolor</i>		2	1	5	22	3		33
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>		1	5	4	2			12
<i>Eusilpha brunneicollis</i>		1		1	2			4
<i>Eusilpha jakowlewi</i>	3	5	5	2				15
Family Staphylinidae								
<i>Philonthus spinipes</i>	1	12	2		2			17
<i>Ocypus rambouseki nigroaeneus</i>			1		2			3
Family Lucanidae								
<i>Serrognathus platymelus castanicolor</i>			1					1
Family Hybosoridae								
<i>Phaeochrous emarginatus</i>				55	1909	45	4	2013
Family Scarabaeidae								
<i>Copris tripartitus</i>		2	9	2	20	4	13	50
<i>Onthophagus atripennis</i>			1		3			4
<i>Onthophagus fodiens</i>	28	46	8	11	1	3	22	119
<i>Onthophaguslenzii</i>	1	1	3		3			8
Family Melolonthidae								
<i>Holotrichia kiotoensis</i>		2						2
<i>Holotrichia parallela</i>		1						1
<i>Miridiva castanea</i>		1						1

Appendix 3. Continued

Scientific name	Month							Total
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	
Family Dynastidae								
<i>Eophileurus chinensis</i>			1	2				3
Family Cetoniidae								
<i>Cetonia pilifera</i>		1						1
Family Elateridae								
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>	10	3	4		5	1		23
Family Nitidulidae								
<i>Osmosia colon</i>	1	1						2
Family Coccinellidae								
<i>Harmonia axyridis</i>	1							1
Family Tenebrionidae								
<i>Pedinus strigosus</i>		1						1
<i>Misolampidius chejudoensis</i>	1							1
<i>Heterotarsus carinula</i>	1	1						2
	180	135	99	106	2014	61	40	2635

Appendix 4. Emergence of species in each site.

Scientific name		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	Total
Family Cicindelidea											
<i>Cicindela gemmata gemmata</i>	아이누길앞잡이	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Family Carabidea											
<i>Calosoma maximowiczii</i>	검정명주딱정벌레	-	-	-	○	○	○	-	-	-	9
<i>Carabus fiduciaris kirinicus</i>	왕딱정벌레	○	○	○	○	○	○	○	○	○	412
<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>	멋쟁이딱정벌레	-	-	-	-	○	○	○	○	○	18
<i>Damastersmaragdinus</i>	홍단딱정벌레	-	-	-	-	-	-	○	○	-	3
Family Scaritidae											
<i>Scarites sulcatus</i>	큰조롱박먼지벌레	○	-	-	-	○	-	-	-	○	4
Family Harpalidae											
<i>Lesticus magnus</i>	큰먼지벌레	-	-	○	-	-	○	-	○	○	16
<i>Archipatrobus flavipes</i>	습지먼지벌레	-	-	○	-	-	-	-	-	○	10
<i>Pterostichus sulcitaris</i>	팬다리길쪽먼지벌레	-	-	-	-	-	-	-	○	○	2
<i>Pterostichus nimbatidius</i>	아라길쪽먼지벌레	○	○	○	-	-	○	○	○	○	74
<i>Dolichus halensis</i>	등빨간먼지벌레	-	-	○	-	-	-	-	-	○	11
<i>Synuchus nitidus</i>	윤납작먼지벌레	○	-	○	-	-	-	-	-	○	20
<i>Synuchus chabo</i>	칠납작먼지벌레	○	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Anisodactylus signatus</i>	먼지벌레	-	-	○	-	-	-	-	-	-	1

Appendix 4. Continued

Scientific name		Survery area									Total
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	
<i>Harpalus corporosus</i>	검은머리먼지벌레	-	-	-	-	-	-	-	○	○	5
<i>Harpalus roninus</i>	설악머리먼지벌레	-	-	-	-	-	-	○	-	-	1
<i>Chlaenius naeviger</i>	쌍무늬먼지벌레	-	-	-	-	-	○	-	-	-	10
<i>Chlaenius posticalis</i>	노랑무늬먼지벌레	-	○	○	-	-	○	-	○	-	33
<i>Chlaenius micans</i>	끝무늬녹색먼지벌레	-	-	○	-	○	○	○	-	○	13
<i>Lebidia octoguttata</i>	팔점박이먼지벌레	-	-	-	-	-	-	-	-	○	1
<i>Planetes puncticeps</i>	두점박이먼지벌레	-	-	-	○	○	-	-	-	○	4
Family Brachinidae											
<i>Brachinus stenoderus</i>	큰목가는먼지벌레	-	○	-	-	-	-	○	○	○	9
<i>Pheropsophus javanus</i>	남방폭탄먼지벌레	-	-	-	-	-	-	-	-	○	1
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	폭탄먼지벌레	-	○	○	-	-	○	○	○	○	462
Family Histeridae											
<i>Saprinus niponicus</i>	둥근풍뎡이붙이	-	-	-	-	-	○	-	○	-	10
<i>Saprinus splendens</i>	유리둥근풍뎡이붙이	○	-	-	○	-	-	-	○	○	7
Family Silphidae											
<i>Nicrophorus concolor</i>	검정송장벌레	○	-	○	○	-	○	○	○	○	46
<i>Nicrophorus quadripunctatus</i>	넉점박이송장벌레	-	-	-	○	○	○	-	○	○	16
<i>Eusipha brunneicollis</i>	대모송장벌레	-	-	-	-	-	-	-	○	○	5

Appendix 4. Continued

Scientific name		Survery area									Total
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	
<i>Silpha perforata</i>	넓적송장벌레	-	-	-	-	-	-	-	-	○	4
Family Staphylinidae											
<i>Philonthus spinipes</i>	주홍좀반날개	○	○	○	○	○	○	○	○	○	47
<i>Ocypus rambouseki nigroaeneus</i>	검정반날개	○	-	○	○	○	-	○	○	○	21
<i>Ocypus weisei</i>	노랑털검정반날개	○	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Family Lucanidae											
<i>Serrogathus platymelus castanicolor</i>	넓적사슴벌레	-	-	-	-	-	-	○	-	-	1
Family Hybosoridae											
<i>Phaeochrous emarginatus</i>	바가지촉각풍뎅이	-	-	-	○	-	○	○	○	○	2015
Family Scarabaeidae											
<i>Copris ochus</i>	빨소똥구리	-	-	○	-	-	-	-	-	-	1
<i>Copris tripartitus</i>	애기빨소똥구리	-	-	○	○	○	○	○	○	○	117
<i>Onthophagus ohbayashii</i>	제주도소똥풍뎅이	-	-	-	○	○	-	-	-	-	9
<i>Onthophagus atripennis</i>	흑가슴검정소똥풍뎅이	○	-	-	-	○	○	-	-	-	6
<i>Onthophagus fodiens</i>	모가슴소똥풍뎅이	-	○	○	○	○	○	○	○	○	269
<i>Onthophagus japonicus</i>	소요산소똥풍뎅이	-	-	-	-	-	-	-	-	○	1
<i>Onthophaguslenzii</i>	렌지소똥풍뎅이	-	-	○	○	○	○	○	-	○	135

Appendix 4. Continued

Scientific name		Survery area									Total
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	
Family Melolonthidae											
<i>Holotrichia kiotoensis</i>	검정풍뎅이	-	-	○	-	○	-	-	○	○	10
<i>Holotrichia paralleda</i>	큰검정풍뎅이	-	-	○	-	-	-	-	○	-	2
<i>Miridiva castanea</i>	밤색풍뎅이	-	-	-	-	○	○	-	-	-	2
<i>Maladera castanea</i>	밤색우단풍뎅이	-	-	○	-	-	-	-	-	-	1
Family Dynastidae											
<i>Eophileurus chinensis</i>	외뿔장수풍뎅이	-	-	-	-	-	○	-	○	-	3
Family Scarabaeidae											
<i>Anomala chamaeleon</i>	카메레온줄풍뎅이	-	-	-	○	-	-	-	-	-	1
Family Cetoniidae											
<i>Cetonia pilifera</i>	꽃무지	-	-	-	○	-	-	-	○	-	3
<i>Gametis jucunda</i>	풀색꽃무지	-	-	-	-	○	-	-	-	-	1
Family Elateridae											
<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>	녹슬은방아벌레	○	-	○	○	○	○	○	-	○	56
<i>Agrypnus scrofa</i>	애녹슬은방아벌레	-	-	-	-	○	-	-	-	-	1
Family Nitidulidae											
<i>Osmosia colon</i>	점박이납작밑빠진벌레	-	-	-	-	-	-	-	○	-	2

Appendix 4. Continued

Scientific name		Survery area									Total
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	
Family Coccinellidae											
<i>Harmonia axyridis</i>	무당벌레	-	-	-	-	-	○	-	-	-	1
Family Tenebrionidae											
<i>Pedinus strigosus</i>	제주거저리	-	-	-	-	○	-	-	○	-	2
<i>Encyalesthus violaceipennis</i>	보라거저리	-	-	-	○	-	-	-	-	-	1
<i>Misolampidius chejudoensis</i>	제주호리병거저리	-	-	-	-	○	-	-	○	-	2
<i>Heterotarsus carinula</i>	강변거저리	-	○	○	-	-	○	-	○	○	10
Family Cerambycidae											
<i>Agapanthia pilicornis</i>	남색초원하늘소	-	-	-	-	-	-	-	-	○	1
<i>Apriona germari</i>	팽나무하늘소	○	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Family Rhynchophoridae											
<i>Sipalinus gigas</i>	왕바구미	○	○	-	○	-	-	-	-	-	5
Total		119	118	223	100	134	940	970	725	803	4132

감 사 의 글

논문의 마지막 마무리를 하면서 되새겨보니, 지난 한해 동안 곳자왈 안에서 시작한 학문의 길이 새삼 멀게 느껴집니다. 다른 어느해보다도 힘들어 포기하려 하였던 저를 이끌어 주시던 많은 분들에게 감사의 마음을 글로 남기려 하니 그저 가슴이 먹먹합니다. 저를 위해 노력을 아끼지 않으신 분들이 이렇게나 많은데도 일일이 직접 찾아 뵙지 못해 죄송합니다. 그런 분들에게 감사의 마음을 지면으로 전하며 2013년 한해를 마무리 하려 합니다.

먼저 보잘 것 없던 저를 받아주시어 초라한 논문을 지도해주시고 지금을 있게 해주신 김동순 교수님 정말 감사합니다. 그리고 보잘 것 없던 논문을 맡아서 열과 성을 다해 심사해 주신 김주성 교수님, 전용철 교수님, 정말 다시 한 번 고개 숙여 감사드립니다. 아울러 강영길 교수님과 송창길 교수님, 현해남 교수님, 지난 시간동안 가르침을 주셔서 감사드립니다. 그리고 논문을 쓰시는 와중에도 저를 챙겨주신 송진영 선배님 진심으로 감사드립니다. 또한 바로 옆에서 지켜봐 주시던 고평열 선생님과 고효순 선생님, 장용석 선배님, 현승용 선생님, 이번에 저와 같이 고생하신 김용근 선배님, 그리고 경범 선생님, 순화형, 성혁이 형, 비 맞으며 조사 쫓아다니느라 고생한 수빈이, 이제 같이 다니실 수영 형님, 실험실에 무슨 일이 있을 때마다 관심을 가져주신 하영삼 선생님 모두 진심으로 감사합니다.

제가 석사 과정을 밟으면서 방향도 많이 하고 헤매던 저를 이끌어준 전형식, 양경식, 이영돈 선배님 정말 감사합니다. 그리고 힘든 시기에 길을 밝혀주신 강창완 선생님과 김은미 선생님, 그리고 야생동물연구센터 선생님들, 항상 지켜봐 주시고 응원해 주셔서 감사합니다. 군대 휴가나와서 괜히 따라왔다 진드기 때문에 고생한 경훈이, 그리고 모자란 선배만 보고 따라오며 힘든 시기를 함께한 소영이와 미래, 하나, 은정이, 회양이, 봉수, 태수, 승우 고맙다. 그리고 사랑하는 04학번 동기들. 나 혼자 조사 다닌다고 자주 모임 빠져서 미안하고 응원해 줘서 고맙다. 고영민 선생님, 고상범 선생님! 낮에 막걸리 한잔 하자고 하실 때 자주 못가서 죄송합니다. 그리고 감사합니다.

마지막으로 못난 아들을 끝까지 믿고 응원해주신 아버지, 어머니와 협재 자주 오라고 잔소리하는 큰누나, 작은누나, 그리고 얼굴보기 힘든 처남이라고 구박하는 큰매형 작은매형, 우리 조카 은율이, 은성이, 동율이 모두 사랑합니다.