

가리왕산 지역의 개미 고도별 분포^{1a}

조경연² · 김일권³ · 류동표^{4*}

Altitudinal Distribution of Ants in Mt. Gariwangsan, Korea^{1a}

Kyung-Yeon Cho², Il-Kwon Kim³, Dong-Pyeo Lyu^{4*}

요약

본 연구는 생물 다양성의 지표종인 개미류의 시기별 우점종 및 개체군 변동을 살펴보고, 추후 기후변화에 따른 개체군 변화의 기초자료를 확보하고자 수행되었다. 조사 기간은 2013년 6월부터 9월까지 고도별 조사 지점을 선정하고, 함정트랩을 사용하여 정방형조사법(10m×10m)으로 개미의 분포를 조사하였다. 고도별 조사 결과, 총 3아과 11속 14종 15,466개체가 채집되었다. 낮은 고도(700m)에서 13종 4,548개체의 분포가 확인되었으며, 우점종은 일본장다리개미(49.9%)로 나타났고, 중간 고도(900m)에서 8종 9,129개체가 채집되었으며, 우점종으로 극동흑개미(57.7%)의 분포가 확인되었으며, 높은 고도(1,100m)에서 10종 1,789개체가 확인되었으며, 우점종으로 코토쿠뿔개미(43.3%)가 확인되었다. 고도별로 일본장다리개미, 스미스개미, 극동흑개미는 폭넓게 분포하는 것으로 확인되었다.

주요어: 곤충군집, 함정트랩, 기후변화, 개미

ABSTRACT

This study investigated the dominant species and the population variation of the ant species, an indicator species of biodiversity, to obtain basic data on the changes of population according to the future climate change. The survey period was from June to September 2013, and we investigated the distribution of ants by square irradiation method (10m × 10m) using traps. The survey in each altitude identified a total of 14 species of 11 genera in 3 subfamilies and collected 15,466 individuals. We confirmed the distribution of 4,548 individuals of 13 species at low altitude (700m), and the dominant species was *Aphaenogaster japonica* (49.9%). At the middle altitude (900m), we collected 9,129 individuals of 8 species, and the dominant species was *Pheidole fervida* (57.7%). At high altitude (1,100m), we identified 1,789 individuals of 10 species, and *Myrmica kotokui* (43.3%) was the dominant species. It was confirmed that *Aphaenogaster japonica*, *Nylanderia flavipes*, and *Pheidole fervida* were widely distributed throughout the altitudes.

KEY WORDS: INSECT COMMUNITY, PITFALL TRAP, CLIMATE CHANGE, ANT

1 접수 2020년 1월 13일, 수정 (1차: 2020년 2월 20일), 게재확정 2020년 2월 22일

Received 13 January 2020; Revised (1st: 20 February 2020); Accepted 22 February 2020

2 농림축산검역본부 식물검역기술개발센터 선임연구원 Plant Quarantine Technology Research & Development, Gimcheon 39660, Korea (cky1004v@korea.kr)

3 국립수목원 생물조사과 연구사 Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum, Pocheon 11186, Korea (ilkwons91@korea.kr)

4 상지대학교 산림과학과 교수 Department of Forest Sciences, Sangji University, Wonju 26339, Korea (myrmicinae@sangji.ac.kr)

a 이 논문은 국립수목원 산림생물종연구과제 “기후변화 취약산림곤충종 조사 및 정보구축(과제번호 : KNA1-2-11, 11-3)”에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: myrmicinae@sangji.ac.kr

서론

개미는 곤충강(Insecta) 벌목(Hymenoptera) 개미과(Formicidae)에 속하며 대부분 흙 속에 집을 짓는 토양 곤충이다. 식성이 다양하며 환경적응력이 뛰어나 생태학적으로 넓은 분포를 한다. 개미는 정주성이며, 토양의 생산성을 높이고, 다른 곤충의 밀도 조절 및 식물분포에도 중요한 역할을 한다. 겨울을 제외하고는 일 년 내내 활동하며 채집이 쉽기 때문에 산불이나 기후변화 등 다양한 환경 교란에 대한 생물지표 중요으로 많이 이용된다(Agosti *et al.*, 2000).

Bolton (2018)에 의하면 전 세계적으로 17아과 334속 13,479종이 기록되어있고, 한국산 개미에 관해서는 Wheeler (1906)가 처음 일본왕개미를 보고하였으며, 현재까지 7아과 39속 128종이 분포하는 것으로 보고되었다(Lyu *et al.*, 2014).

한국산 개미의 분포에 관련하여 계룡산, 덕유산, 치악산 등을 조사하여, 종별로 특정한 고도에서 서식하는 수직 분포 현상을 보고하였으며(Choi and Park, 1991; Choi and Bang, 1992; Choi and Park, 1998), 또한 제주도에서 고도별 정량조사법으로 조사한 결과를 바탕으로 개미의 종별 수직 분포 현상을 확인하였다(Kwon *et al.*, 2011).

본 연구 대상지인 가리왕산(1,561m)은 활엽수 극상림이 분포해 있으며, 특히 백두대간의 중심으로 산림유전자원 보호림이 있고, 산림청 선정 100대 명산으로 선정되었다. 위와 같은 입지 조건으로 볼 때 고도별 곤충분포를 조사하는 데 있어 적합한 곳으로 판단되었다. 과거 가리왕산 일대에 대한 개미에 관한 연구는 Lyu (2013)에 의하여 식생별 개미 분포에 대한 조사한 결과가 있으며 과거 문헌에서 기록된 종들과 현재 연구를 통하여 가리왕산 지역에서 고도별, 출현종 특이성 조사, 우점종 및 곤충종 개체군 변동과 주변 서식지 변화로 인한 곤충종의 영향을 살펴볼 수 있을 것으로 예상되며, 이 결과로 산림생태계 관리에 중요한 기초자료가 될 것으로 기대된다.

연구 방법

1. 조사지역 및 조사시기

가리왕산(1,561m)은 강원도 정선군 정선읍과 북면 및 평창군 진부면에 걸쳐 있는 산으로 태백산맥의 중앙부를 이루며, 주위에 중봉(1,433m), 하봉(1,380m), 청옥산(1,256m), 중앙산(1,371m) 등이 있다. 조사지역은 강원도 평창군 대화면 대화리 지역의 임도를 통해 주변 환경이나 채집기구의 설치 가능성 등을 파악하여 고도별 약 200m 차이로 700m(N37°27'37.0", E128°29'29.6"), 900m(N37°28'48.1", E128°32'03.5"), 1,100m(N37°28'42.5", E128°31'18.6")으로 나누고, 혼효림

지역에 침수 피해가 없고 배수가 잘되는 지형을 선정하여 정방형조사법(10m×10m)으로 구획하여 조사하였다(Table 1).

조사 시기는 1차 조사(2013년 6월 6~7일), 2차 조사(7월 5~6일), 3차 조사(9월 12~13일)로 시기별 3회 실시하였으며, 함정 트랩(Pitfall trap)에 유인물질로 당밀(포화흑설탕 70%, 알코올 20%, 초산 10%)을 넣어 오전에 설치하여 다음 날 오후에 수거하였으며, 지점별로 3×3열로 배치하여 총 81개를 설치하여 조사하였다.

또한, 고도별 온도변화에 따른 곤충종의 변화를 파악하기 위해 미기상인자를 측정용 온도습도계(Hobo Pro v2)를 지면으로부터 약 1.5m 높이에 설치하여 1시간마다 기온과 상대습도를 측정하였다.

2. 분류 동정 및 분석

채집표본들은 실체현미경(Zeiss Discovery V8)을 이용하여 분류 동정하였다. 분류학적 체계는 Bolton (2003)을 따랐으며, 국명 통일을 위해 한국곤충총목록(Paek *et al.*, 2010) 기준을 따라 작성하였다. 조사 지점에서 확인된 개미의 종수 및 개체수를 바탕으로 고도·시기별로 다양도지수(H' : diversity index)(Pielou, 1969), 우점도지수(DI: dominance index)(McNaughton, 1967), 종풍부도 지수(RI: abundance index)(Margalef, 1958), 균등도지수(EI: evenness index)(Pielou, 1975)등을 분석하였다.

$$H' = \sum_{i=1}^s \left[\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right] \quad (n_i: i\text{종의 개체수}, N: \text{총개체수})$$

$$DI = \frac{n_1 + n_2}{N} \quad (n_1: \text{우점종의 개체수}, n_2: \text{아우점종의 개체수}, N: \text{총개체수})$$

$$RI = \frac{S - 1}{\ln(N)} \quad (S: \text{전체종수}, N: \text{총개체수})$$

$$EI = \frac{H'}{\ln S} \quad (H': \text{다양도 지수}, S: \text{전체종수})$$

결과 및 고찰

조사 결과, 총 3아과 11속 14종 15,466개체가 채집되었다. 아과별로 살펴보면 두마디개미아과(Myrmicinae) 8종 13,511개체로 가장 많은 종수와 개체수가 채집되었으며, 불개미아과(Formicinae) 5종 1,947개체, 침개미아과(Ponerinae) 1종 8개체 순으로 나타났다(Table 1).

고도별로 살펴보면 700m에서 9종 4,548개체가 나타났으며, 우점종은 일본장다리개미(*Aphaenogaster japonica*) 49.9%, 아우점종으로는 스미스개미(*Nylanderia flavipes*) 21.1%로 확

Table 1. The list of ants in Mt. Gariwang

| Altitude | Species name | Korean name | Month | Species name | Korean name |
|----------|-------------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-------------|
| 700m | Subfamily Formicinae | | Jun. | Subfamily Formicinae | |
| | <i>Camponotus atrox</i> | 한국홍가슴개미 | | <i>Camponotus atrox</i> | 한국홍가슴개미 |
| | <i>Formica sanguinea</i> | 분개미 | | <i>Formica sanguinea</i> | 분개미 |
| | <i>Lasius alienus</i> | 누운털개미 | | <i>Lasius alienus</i> | 누운털개미 |
| | <i>Lasius hayashi</i> | 하야시털개미 | | <i>Lasius productus</i> | 국명 없음 |
| | Subfamily Myrmicinae | | | Subfamily Myrmicinae | |
| | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 일본장다리개미 | | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 일본장다리개미 |
| | <i>Nylanderia flavipes</i> | 스미스개미 | | <i>Myrmica excelsa</i> | 항아리빨개미 |
| | <i>Pheidole fervida</i> | 극동흑개미 | | <i>Myrmica kotokui</i> | 코토쿠빨개미 |
| | <i>Vollenhovia emeryi</i> | 에메리개미 | | <i>Nylanderia flavipes</i> | 스미스개미 |
| | Subfamily Ponerinae | | | Subfamily Ponerinae | |
| | <i>Ectomomyrmex javanus</i> | 일본침개미 | | <i>Pheidole fervida</i> | 극동흑개미 |
| | | | | <i>Stenamma owstoni</i> | 오스톤개미 |
| | | | | <i>Temnothorax michali</i> | 삼색도토리개미 |
| | | | | <i>Vollenhovia emeryi</i> | 에메리개미 |
| 900m | Subfamily Formicinae | | Jul. | Subfamily Formicinae | |
| | <i>Camponotus atrox</i> | 한국홍가슴개미 | | <i>Camponotus atrox</i> | 한국홍가슴개미 |
| | <i>Lasius productus</i> | 국명 없음 | | <i>Lasius productus</i> | 국명 없음 |
| | Subfamily Myrmicinae | | | Subfamily Myrmicinae | |
| | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 일본장다리개미 | | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 일본장다리개미 |
| | <i>Myrmica excelsa</i> | 항아리빨개미 | | <i>Myrmica excelsa</i> | 항아리빨개미 |
| | <i>Myrmica kotokui</i> | 코토쿠빨개미 | | <i>Myrmica kotokui</i> | 코토쿠빨개미 |
| | <i>Nylanderia flavipes</i> | 스미스개미 | | <i>Pheidole fervida</i> | 극동흑개미 |
| | <i>Pheidole fervida</i> | 극동흑개미 | | <i>Stenamma owstoni</i> | 오스톤개미 |
| | <i>Stenamma owstoni</i> | 오스톤개미 | | <i>Temnothorax michali</i> | 삼색도토리개미 |
| 1,100m | Subfamily Formicinae | | Sep. | Subfamily Formicinae | |
| | <i>Camponotus atrox</i> | 한국홍가슴개미 | | <i>Camponotus atrox</i> | 한국홍가슴개미 |
| | <i>Lasius productus</i> | 국명 없음 | | <i>Lasius productus</i> | 국명 없음 |
| | Subfamily Myrmicinae | | | Subfamily Myrmicinae | |
| | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 일본장다리개미 | | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 일본장다리개미 |
| | <i>Myrmica excelsa</i> | 항아리빨개미 | | <i>Myrmica excelsa</i> | 항아리빨개미 |
| | <i>Myrmica kotokui</i> | 코토쿠빨개미 | | <i>Myrmica kotokui</i> | 코토쿠빨개미 |
| | <i>Nylanderia flavipes</i> | 스미스개미 | | <i>Nylanderia flavipes</i> | 스미스개미 |
| | <i>Pheidole fervida</i> | 극동흑개미 | | <i>Pheidole fervida</i> | 극동흑개미 |
| | <i>Stenamma owstoni</i> | 오스톤개미 | | <i>Stenamma owstoni</i> | 오스톤개미 |
| | <i>Temnothorax michali</i> | 삼색도토리개미 | | Subfamily Ponerinae | |
| | | | | <i>Ectomomyrmex javanus</i> | 일본침개미 |

인되었다. 누운털개미(*Lasius alienus*), 에메리개미(*Vollenhovia emeryi*), 일본침개미(*Ectomomyrmex javanus*), 하야시털개미(*Lasius hayashi*), 분개미(*Formica sanguinea*)가 이 지역에서 만 출현하였다.

900m에서 9종 9,129개체로 가장 많은 개체수가 채집되

었으며, 삼색도토리개미(*Temnothorax michali*), 오스톤개미(*Stenamma owstoni*), 코토쿠빨개미(*Myrmica kotokui*), 항아리빨개미(*Myrmica excelsa*)의 분포가 확인되었다. 우점종은 극동흑개미(*Pheidole fervida*) 57.7%, 아우점종으로 일본장다리개미(*A. japonica*) 25.6%가 분포하였다.

1100m에서 9종 1,789개체로 가장 적은 개체수가 확인되었으며, 우점종은 코토쿠뿔개미(*M. kotokui*) 43.3%, 아우점종으로 일본장다리개미(*A. japonica*) 29.6%가 확인되었다(Table 2). 모든 조사 지점에서 한국홍가슴개미(*Camponotus atrox*), 일본장다리개미(*A. japonica*), 극동흑개미(*P. fervida*), 스미스개미(*Nylanderia flavipes*)가 공통으로 확인되었다.

Kwon *et al.* (2011) 조사에 의하면 개미의 수직 분포 현상은 고산에서 고도가 100m 증가할 때마다 0.5~0.6℃씩 낮아지는 기온감소 때문에 개미의 분포를 결정하는 주요 인자가 기온임을 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 미기상인자 측정을 조

사 기간 실시하여, 최저기온 8.6℃, 최고기온 28.7℃로 나타났으며 평균기온은 700m에서 21.2℃, 900m는 19.7℃, 1,100m는 18.2℃로 고도별 약 1.5℃ 온도의 차이가 났다. 상대습도는 최하 51%, 최고 100%로 나타났으며, 평균 습도는 700m에서 92.3%, 900m는 91.8%, 1,100m에서 97.3%로 높은 지역에서 높은 습도가 유지하는 것으로 나타났다(Table 5).

조사 결과 종수는 8-9종으로 비슷한 양상을 보였으나 개체수는 차이가 크게 났다. Lee and Kwon (2013) 의하면 일개미의 먹이 탐색 활동은 지역에 따라 차이가 크고, 기상 조건(온도, 강우 패턴 등)에 따라 다르게 나타날 가능성이 크다고 보고하였다.

Table 2. Dominant species captured individuals at each elevation of Mt. Gariwang

| 700m | | 900m | | 1,100m | |
|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-----|
| <i>Aphaenogaster japonica</i> | 2,268 | <i>Pheidole fervida</i> | 5,363 | <i>Myrmica kotokui</i> | 775 |
| <i>Nylanderia flavipes</i> | 961 | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 2,333 | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 530 |
| <i>Lasius alienus</i> | 680 | <i>Nylanderia flavipes</i> | 591 | <i>Nylanderia flavipes</i> | 220 |
| <i>Lasius hayashi</i> | 413 | <i>Lasius productus</i> | 578 | <i>Myrmica excelsa</i> | 184 |

Table 3. Dominant species captured individuals at each Month of Mt. Gariwang

| Jun. | | Jul. | | Sep. | |
|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| <i>Aphaenogaster japonica</i> | 1,162 | <i>Pheidole fervida</i> | 4,399 | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 1,170 |
| <i>Pheidole fervida</i> | 758 | <i>Aphaenogaster japonica</i> | 2,799 | <i>Pheidole fervida</i> | 323 |
| <i>Lasius alienus</i> | 680 | <i>Nylanderia flavipes</i> | 1,323 | <i>Myrmica kotokui</i> | 56 |
| <i>Nylanderia flavipes</i> | 395 | <i>Myrmica kotokui</i> | 563 | <i>Nylanderia flavipes</i> | 54 |

Table 4. Comparison of the index by survey areas in Mt. Gariwang

| Site | 700m | 900m | 1,100m | Jun. | Jul. | Sep. |
|--------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Diversity index | 1.382 | 1.151 | 1.409 | 1.944 | 1.47 | 1.005 |
| Dominance index | 0.71 | 0.843 | 0.729 | 0.502 | 0.723 | 0.888 |
| Evenness | 0.629 | 0.524 | 0.641 | 0.758 | 0.707 | 0.436 |
| Abundance | 0.95 | 0.877 | 1.068 | 1.455 | 0.76 | 1.212 |
| Number of species | 9 | 9 | 9 | 13 | 8 | 10 |

Table 5. Average temperature and humidity in Mt. Gariwang during survey

| Site | Monthly average of temperature(°C) | | | Monthly average of humidity(%) | | |
|--------------|------------------------------------|------|------|--------------------------------|------|------|
| | Jul. | Aug. | Sep. | Jul. | Aug. | Sep. |
| 700m | 22.0 | 22.6 | 16.8 | 79.6 | 90.3 | 91.4 |
| 900m | 20.3 | 21.2 | 15.3 | 94.5 | 88.9 | 92.1 |
| 1100m | 18.8 | 19.5 | 13.9 | 99.1 | 96.0 | 96.3 |

시기별로 살펴보면 1차 조사 결과, 2아과 13종 3,827개체로 다른 시기보다 많은 종수가 확인되었으며, 다른 시기에는 분포하지 않았던 에메리개미(*V. emeryi*), 분개미(*F. sanguinea*), 삼색도토리개미(*T. michali*)가 확인되었다. 우점종으로는 일본장다리개미(*A. japonica*) 30.4%, 아우점종으로는 극동흑개미(*P. fervida*) 19.8%가 확인되었다. 2차 조사 결과, 2아과 7종 9,958개체로 가장 많은 개체수가 채집되었으며, 우점종으로 극동흑개미(*P. fervida*) 44.2%, 아우점종으로는 일본장다리개미(*A. japonica*) 28.2%로 확인되었다. 3차 조사에서 3아과 10종 1,681개체로 가장 적은 개체수가 조사되었으며, 우점종으로 일본장다리개미(*A. japonica*) 69.6%로 확인되었으며, 다른 시기에 나오지 않았던 일본침개미는 먹이를 찾아 배회한 개체로 판단된다(Table 1). 일본장다리개미(*A. japonica*)의 개체군의 확대 현상은 같은 지역 내의 다른 개미 개체군에 영향을 주지는 않고, 먹이의 풍부함으로 자체 개체군의 수적 확대가

두드러지게 나타났다.

고도별로 종다양도, 종풍부도, 균등도, 우점도 등 군집 분석을 하였으며, 우점도 지수(DI)는 고도별로 700m에서 0.71로 가장 낮았고 900m에서 0.843으로 가장 높게 나타났으며 1,100m는 0.729로 나타났다(Table 4). 시기별로 살펴보면 1차 조사에서 0.502로 가장 낮았고, 2차 조사는 0.723, 3차 조사에서 0.888로 가장 높게 나타났으며 시기별로 점차 높아지는 경향을 보였다. 다양도 지수(H') 700m에서 1.382로 나타났고 900m는 1.151으로 가장 낮았으며 1,100m에서 1.409로 가장 높게 나타났다. 시기별로는 1차 조사에서 1.944로 가장 높게 나타났으며, 2차시기에는 1.47, 3차시기에 1.005로 점점 낮아졌다. 균등도(EI) 조사 지점이나 시기별로 큰 차이는 보이지 않았으며 0.436에서 0.758까지 대체로 낮은 지수를 보였다. 고도별로 보면 0.524-0.641로 나타났으며, 3차 조사에서 0.436으로 가장 낮았다. 풍부도지수는(RI) 고도별로 0.95~

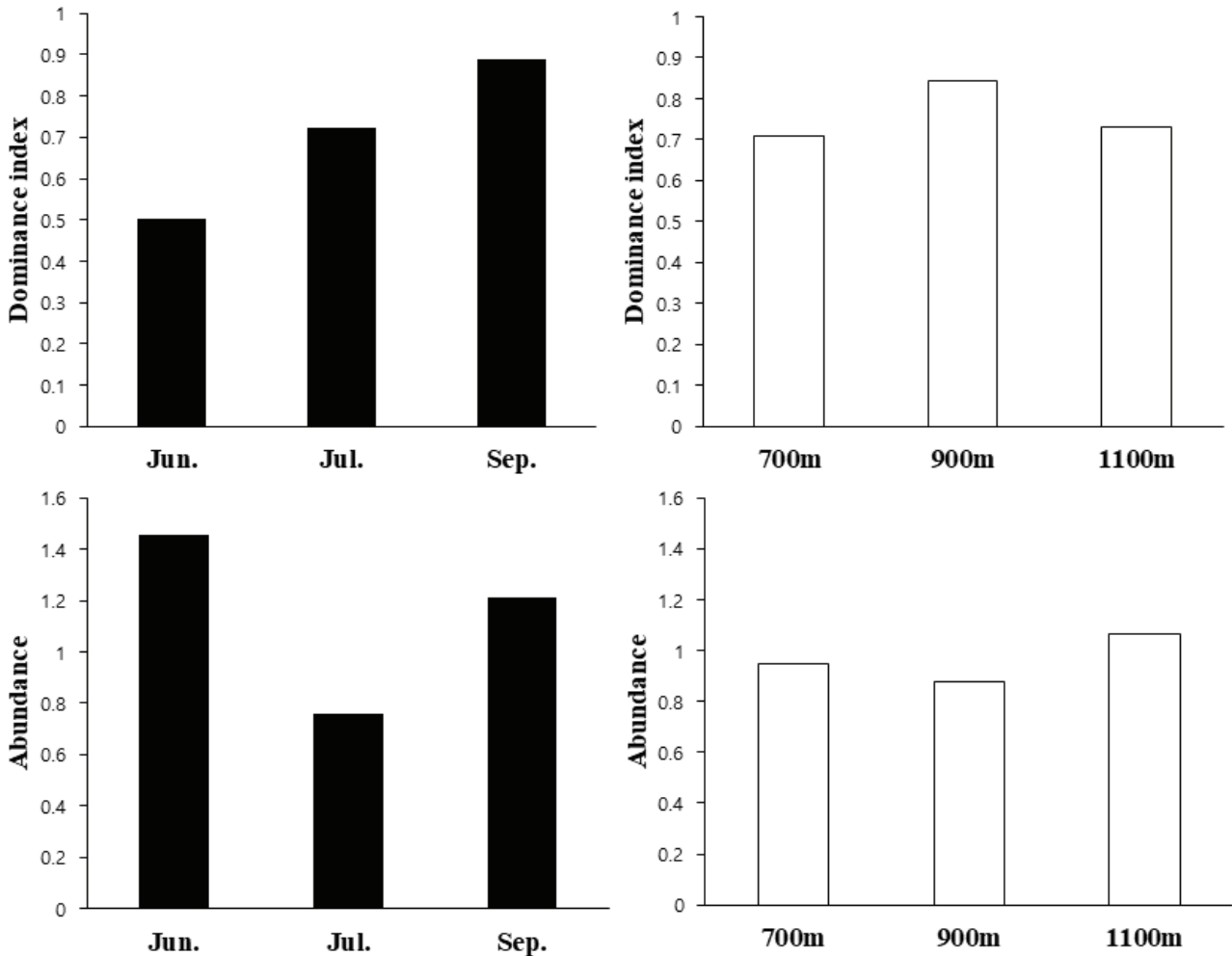


Figure 1. The index of diversity and abundance of ant insects between experimented area.

1.068로 1,100m에서 1.068로 높게 나타났다. 시기별로는 1차 조사에 1.455로 가장 높게 나타났으며, 2차 조사에서 0.76으로 낮게 나타났다(Figure 1).

한반도 중부지역에서는 널리 분포하는 오스톤개미, 항아리뿔개미, 삼색도토리개미는 북방계 개미 종류이며, 가리왕산에서 한국홍기슴개미와 일본장다리개미, 코토쿠뿔개미, 극동흑개미, 스미스개미가 많은 군체가 서식하는 것으로 산림생태계를 이루고 있어 다른 지역과 비교연구를 위한 기초자료로 활용될 수 있다고 판단된다. 해발 고도에 따른 특이성인지 식생에 따른 특이성인지 대해서는 해발 고도가 식생과 관련 있으므로 다양한 지역에서 부가적인 연구가 수반되어야 할 것으로 판단된다.

이번 연구는 강원도 가리왕산 지역에 서식하는 개미의 고도 및 시기에 따른 다양성을 알아보기 위해서 조사를 하였다. 이번 조사의 연구 결과 시기별 출현종과 장기적인 비교연구를 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다. 또한, 결과에 대한 정확성을 높이기 위해서는 장기적인 조사를 통합 곤충 분류군별 밀도 변화 데이터 확보 및 비교분석이 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구 수행을 위해 현지 조사에 도움을 준 상지대학교 곤충 실험실 학생들과 조사지 출입에 도움을 준 산림청 평창국유림 관리소 담당자에게 감사드립니다. 본 연구는 국립수목원 산림생물종연구과제 “기후변화 취약산림곤충종 조사 및 정보구축 (과제번호 : KNA1-2-11, 11-3)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso and T.R. Schultz(2000) *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution, Washington, 280pp.
- Bolton, B.(2003) *Synopsis and classification of Formicidae*. American Entomological Institute. 370pp.
- Bolton, B.(2018) *An online catalog of the ants of the world*. <http://www.antcat.org/catalog>. Accessed December 2018.
- Choi, B.M. and E.C. Park(1998) Studies on the distribution of ants(Formicidae) in Korea (20) ant fauna Mt. Chiaksan. *Korean J. Soil. Zoology* 3(2): 58-62.
- Choi, B.M. and J.R. Bang(1992) Studies on the distribution of ants(Formicidae) in Korea (9) ant fauna Mt. Togyusan. *Korean J. Appl. Entomol.* 31(2): 101-112. (in Korean with English abstract)
- Choi, B.M. and K.S. Park(1991) Studies on the distribution of ants(Formicidae) in Korea (7) ant fauna Mt. Kyeryongsan. *Korean J. Appl. Entomol.* 30(1): 80-85. (in Korean with English abstract)
- Kwon, T.S.(2011) Prediction of distribution and abundance of ants based on climate change of AIB climate scenario. *Korea Forest Research Institute*, 70pp. (in Korean)
- Kwon, T.S., Y.K. Park and C.M. Lee(2011) Influences of recovery method and fire intensity on coleopteran communities in burned forest. *Korean J. Appl. Entomol.* 50(4): 267-278. (in Korean with English abstract)
- Lee, C.M. and T.S. Kwon(2013) Short-term changes in ant communities after forest fire. *Korean J. Appl. Entomol.* 52(3): 205-213. (in Korean with English abstract)
- Lyu, D. P.(2013) Distribution of ants(Hymenoptera: Formicidae) by vegetation in Mt. Gariwangsan from Korea. *Korean J. Environ. Ecol.* 27(2): 204-208. (in Korean with English abstract)
- Lyu, D. P., J.K. Kim, H.S. Lee, J. Jeong and E.J. Hong(2014) National list of species of Korea insect(Hymenoptera 2). National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea. pp. 124-127. (in Korean)
- Magalef, R.(1958) Information theory in Ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- McNaughton, S.J.(1967) Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature* 216: 114-168.
- Paek, M.K., J.M. Hwang, K.S. Jung, T.W. Kim, M.C. Kim, Y.J. Lee, Y.B. Cho, S.W. Park, H.S. Lee, D.S. Ku, J.C. Jeong, K.G. Kim, D.S. Choi, E.H. Shin, J.H. Hwang, J.S. Lee, S.S. Kim and Y.S. Bae(2010) Checklist of Korean Insects. *Nature and Ecology*, Seoul, 600pp. (in Korean)
- Pielou, E.C.(1969) *An introduction to mathematical ecology*. Wiley and Sons, New York, 286pp.
- Pielou, E.C.(1975) *Ecological diversity*. John Wiley, New York, 165pp.
- Wheeler, W.M.(1906) The ants of Japan. *Bulletin of the Amer. Mus. Nat. Hist.* 22: 301-328.