

〈Original article〉

전라남도 영광군 불갑산 나방(곤충강: 나비목) 다양성 연구

최세웅* · 장범준¹ · 이재영¹ · 김남희²

목포대학교 연안환경연구소, ¹목포대학교 환경교육과, ²목포대학교 생물학과

Moth Diversity (Insecta: Lepidoptera) of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam

Sei-Woong Choi*, Beom-Jun Jang¹, Jae-Young Lee¹ and Nang-Hee Kim²

Institute of Littoral Environment, Mokpo National University, Muan, Jeonnam 58554, Republic of Korea

¹Department of Environmental Education, Mokpo National University, Muan, Jeonnam 58554, Republic of Korea

²Department of Biology, Mokpo National University, Muan, Jeonnam 58554, Republic of Korea

Abstract - This study investigates the spatial and temporal variations of moth diversity of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam. Moth collecting was carried out using a UV light trap at three different sites from February to October 2016 (5 times). A total of 177 moth species and 911 individuals in 17 families were identified. The family Geometridae (51 species and 282 individuals) was the most dominant in the numbers of species and individuals, followed by Erebidae (46 species, 248 individuals), Noctuidae (34 species, 219 individuals) and others. Seasonal change of the number of species and individuals showed a M-shaped pattern with May and July peaks. The Chao 1 estimated number of species using the observed species was 224~326 species, but the graph did not reach an asymptote. Among the surveyed sites, the *Neolitsea sericea* community showed the highest numbers of species and individuals.

Key words : moths, Lepidoptera, fauna, biodiversity, Bulgapsan Mt., *Neolitsea sericea* community

서 론

불갑산(최고 고도 518 m)은 노령산맥에서 분리된 지맥으로 전라남도 영광군 불갑면과 함평군 해보면 경계에 있으며 북위 35°9'15"~35°25'41" 동경 125°59'13"~125°38'48"에 놓여 있다(Fig. 1). 불갑산 지역은 화강암이 널리 분포되어 있으며 기후는 여름은 해양성 기후로 고온다습하고, 겨울은 대륙성기후로 한랭 건조하다. 2016년 연평균 기온은 13.65°C, 총 강수량은 1209.8 mm로 나타났다(Fig. 2; KMA 2016). 해양성 기후의 영향으로 난온대성 상록활엽수와 여러 남부식물

이 분포하는 식물지리학적 분포상 남부아구에 속하며 관속 식물은 104과 289속 382종 51변종 4품종 총 487종류가 알려져 있다(Lim 2002). 이 중 진노랑상사화(*Lycoris chinensis* var. *sinuolata* K.H. Tae & S.C. Ko)는 한국 고유종으로 멸종 위기식물 2급으로 지정되어 있다. 식생은 소나무군락, 굴참나무군락, 졸참나무군락, 갈참나무군락, 느티나무군락, 참식나무군락 등으로 고지대는 굴참나무군락, 계곡은 느티나무와 참식나무군락이 우점하고 있으며, 저지대는 곰솔림과 내륙 쪽에는 소나무림이 형성되어 있다(Oh and Kim 1999). 특히 온대상록활엽수인 참식나무는 이 지역이 북방한계선에 속하여 천연기념물 112호로 지정되어 있다(Lim 2002).

이 연구는 불갑산 지역에 서식하는 야행성 나비목 곤충의 분포 현황을 알아보고자 하였다. 나비와 나방은 나비목

* Corresponding author: Sei-Woong Choi, Tel. 061-450-2783, Fax. 061-450-2789, E-mail. choisw@mokpo.ac.kr

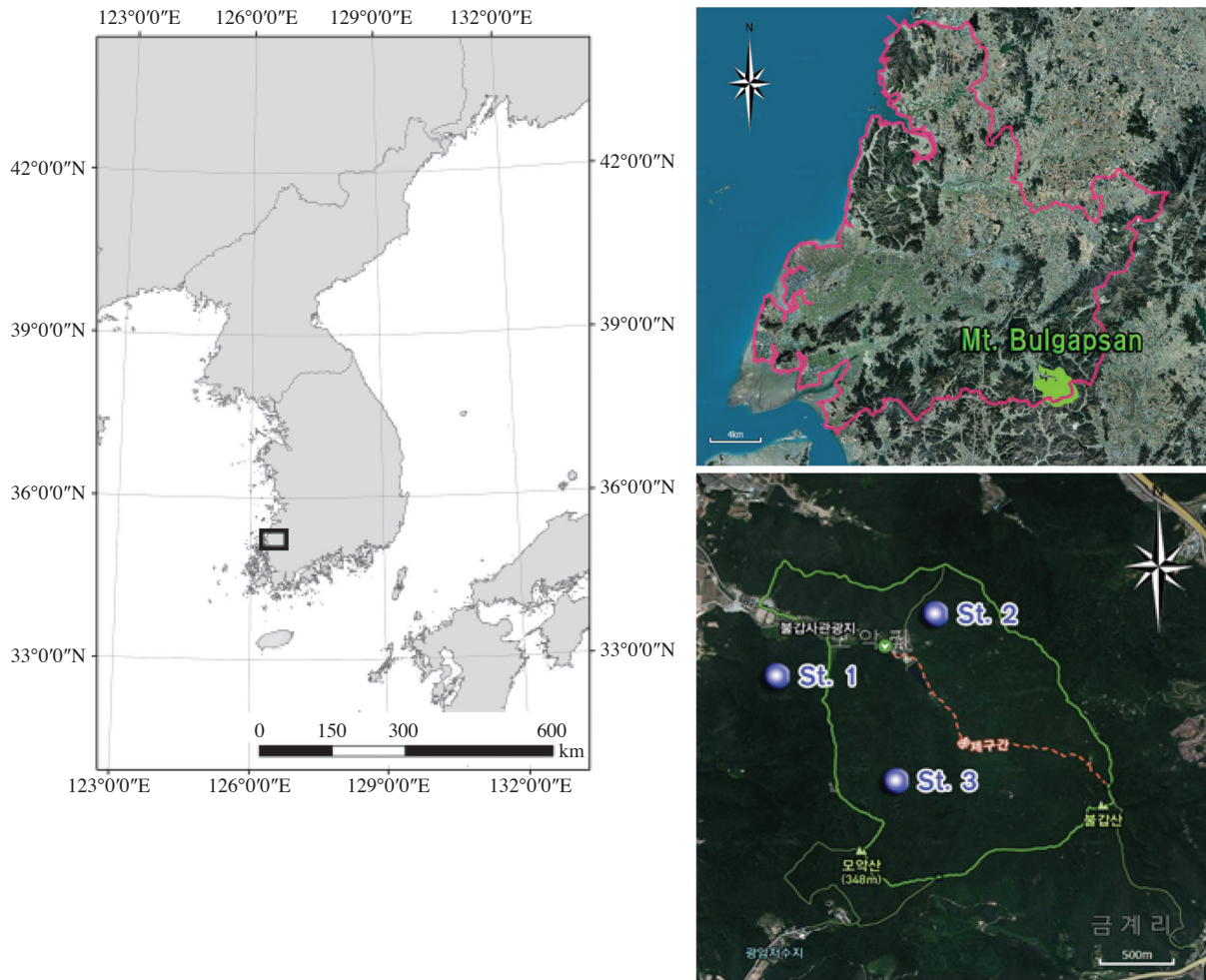


Fig. 1. Map showing the three survey sites of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam, Korea. See Table 1 for site information.

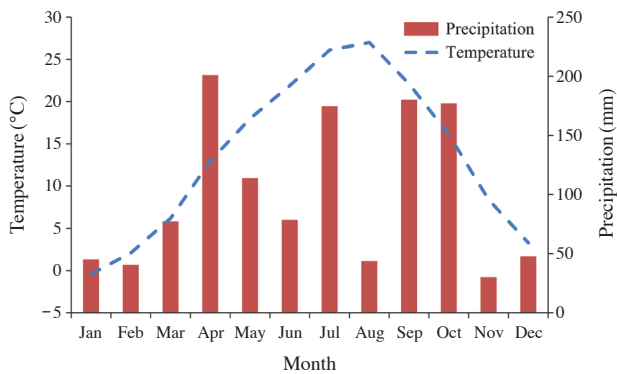


Fig. 2. Monthly change of mean temperature and total precipitation of Younggwang-gun, Jeonnam, 2016.

(Lepidoptera)에 속하는 곤충으로 전 세계에 약 150,000종 이상이 알려져 있고 우리나라에도 3,600여종 이상이 기록되어 있다(NBC 2015). 나비와 나방은 화려한 날개로 사람들

의 이목을 끌기 쉬워 분류학적 연구가 다른 곤충보다 많이 이루어져 있다(Scoble 1992). 또한 밤에 불빛에 잘 끌리는 성질을 이용한 채집방법으로 쉽게 채집할 수 있어 생태학 연구자들은 생태계 변화나 반응을 파악할 수 있는 지표생물로 나방을 이용하고 있다(Kitching *et al.* 2000; Summerville *et al.* 2001; Summerville and Crist 2002). 최근 기후변화로 인한 개체군 분포변화나 생물계절의 변화, 다화성 종 증가와 같은 현상을 파악하는 데에도 나비와 나방이 많이 이용되고 있다(Stefanescu *et al.* 2003; Pöyry *et al.* 2011).

불갑산 일대에 서식하는 곤충에 대한 연구는 제 2차 전국자연환경조사에서 4목 9과 12종이 기록되었다(Cho and Kim 1999). 그러나 나비목 곤충에 대한 조사는 거의 이루어지지 않았다. 이 연구에서는 불갑산 지역에 분포하는 야행성 나방의 종 다양성을 확인하고자 하였다. 채집 확인된 종과 개체수를 바탕으로 조사지역의 기대 종 수도 계산하였다. 특히 천연기념물로 지정된 참식나무군락 주변의 야행성 나방

Table 1. Geographical information of the surveyed sites of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam

Site	Name	Elevation	Aspect	Latitude	Longitude
St. 1	Bulgapsa Entrance	95 m	NE	N35°12'3.22"	E126°32'21.33"
St. 2	<i>Neolitsea sericea</i> community	155 m	SW	N35°12'6.46"	E126°33'10.05"
St. 3	Sudoam Pavilion	233 m	SW	N35°11'24.31"	E126°32'42.78"

종 다양성을 파악하여 식생과 관련된 초식성 곤충의 다양성도 파악하고자 하였다. 월별로 나방의 출현현황을 파악하여 생물계절 자료를 얻었으며 여기에서 확인된 결과가 다른 지역과 유사한가를 살펴보았다.

재료 및 방법

조사지역은 전라남도 영광군 불갑산으로 고도를 달리하여 세 지점을 선정하였으며 (Table 1) 조사기간은 2016년 2월부터 10월까지 총 5회 조사를 실시하였다 (Table 2). 야행성 나방채집은 O자형 22 Watt 자외선등 트랩 (BioQuip Co. USA) 을 각 조사지점에 설치하여, 일몰이 시작된 후 약 5시간 동안 작동하도록 하였다. 트랩 안에 채집된 나방은 다음날 수거하였다. 채집한 표본은 종 단위까지 동정하였으며, 건조표본으로 제작하여 목포대학교 환경교육과 환경생물표본실에 보관하였다.

이 연구에서 확인 동정된 종 수 및 개체수를 바탕으로 조사지점별 다양도와 우점도를 분석하였다. 다양도는 종의 풍부도와 개체수의 균등한 분포를 나타내는 척도로 가장 일반적으로 사용되는 Shannon-Wiener 지수 (H')와 Fisher's alpha 지수 값을 얻었다 (Magurran 2003). Berger-Parker 지수 (d)는 가장 풍부한 종의 상대적 풍부도를 나타낸 값으로 (Magurran 2003) 조사지점별 우점도를 나타낸 것이다.

$$d = N_{\max}/N$$

(N_{\max} 는 가장 풍부한 종의 개체수, N 은 전체 개체수)

다양도와 우점도 지수는 PAST 3.01 (Hammer *et al.* 2001) 프로그램을 이용하여 산출하였다.

이번 조사가 1년으로 짧았기 때문에 조사가 충분히 이루어졌을 경우 얻어질 수 있는 총 예상 종 수 값을 산출하였다. Chao 1는 기대 종 수를 확인하는 데 보편적으로 사용하는 방법으로 관찰된 종 수 (S_{obs})에 한번만 기록된 종 수 (singleton)의 제곱을 두 번 기록된 종 수 (doubleton)에 2를 곱한 값으로 나눈 값이다 (Colwell 2013).

$$S_{\text{Chao1}} = S_{\text{obs}} + (n - 1/n)(F_1^2/2F_2)$$

(F_1 은 한 번만 기록된 종 수, F_2 는 두 번 기록된 종 수)

Table 2. Survey dates of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam in 2016

Season	Date
Winter	Feb/27
Spring	Apr/29, May/25
Summer	Jul/26
Autumn	Oct/22

각 조사지점에서 확인된 나방 군집 간의 유사성을 알아보았다. 유사성 계산에 사용된 지수는 Chao-Sorensen-raw-abundance based 값이었다 (Chao *et al.* 2005). 이 유사도 지수는 종의 출현 여부 (정성적) 대신 채집된 개체수를 (정량적) 이용하여 계산한 것으로 조사기간 동안 채집되지 않은 곳에서도 각 지점 간 서로 공유할 것으로 예상되는 종을 포함한 값이다. 이번 연구와 같이 충분한 조사가 이루어지지 않은 곳에서 각 지점 간 군집 유사도를 계산한 경우에는 Chao-Sorensen-raw-abundance based 값을 사용하는 것이 적절할 것으로 생각된다. Chao 1 기대 종 수와 지점 간 유사도 값을 나타내는 Chao-Sorensen-raw-abundance based 값은 EstimateS (Version 9.1.0; Colwell 2013) 프로그램을 이용하여 산출하였다.

결과 및 고찰

2016년 2월부터 10월까지 불갑산 3개 조사지점에서 채집, 동정한 결과 야행성 나방은 총 17과 177종 911개체가 확인되었다 (Appendix 1). 이번 조사에서 확인된 종 수와 개체수의 순위-풍부도 곡선은 개체가 많은 흔한 종은 거의 없는 반면 개체가 1~3마리로 작은 희귀한 종은 많게 나타난 양상을 보이고 있다 (Fig. 3). 이 순위-풍부도 곡선의 적합도를 살펴본 결과 Log-normal 모델이 가장 적합한 ($X^2 = 5.066$, $p = 0.167 > 0.05$) 것으로 나타났다. Log-normal 모델은 다년간 나방 샘플링을 하는 경우 1년간 자료에서 가장 많은 부분을 차지한 희귀종이 점차 줄어들고 개체가 일정하게 많은 종이 점차 늘어나 순위-풍부도 곡선이 정규분포 곡선으로 나타날 것으로 예상한 것이다 (Magurran 2003).

과별 우점도는 자나방과 (Geometridae)가 51종으로 가

장 많았고 다음으로 태극나방과(Erebidae) 46종, 밤나방과(Noctuidae) 34종, 포충나방과(Crambidae) 11종, 갈고리나방과(Drepanidae) 10종 등의 순서로 나타났다(Table 3). 채집된 개체수 역시 종 수와 유사하게 자나방과가 282개체로 가장 많았으며, 태극나방과(248개체), 밤나방과(219개체), 갈고리나방과(56개체), 포충나방과(42개체) 순으로 나타났다. 이러한 나방 우점도는 우리나라 남부 다른 지역인 외나로도(An *et al.* 2008), 백운산(Choi *et al.* 2016), 지리산(Choi and An 2013) 등과 유사한 것으로 자나방과와 밤나방상과의 과들이 우점하는 경향이다. 자나방과와 밤나방상과의 종이 우

점하는 이유는 이들 나방이 전 세계적으로 가장 풍부하고 이동성이 좋으며 생태학적 환경에 잘 적응하는 특성을 지녔기 때문으로 알려져 있다(Scoble 1992; Choi and An 2013).

이번 조사에서 얻어진 자료를 바탕으로 기대 종 수를 추정하였다. 그 결과 Chao 1을 이용한 기대 종 수는 224~326 종으로 나타났다(Fig. 4). 그러나 기대 종 수를 추정한 곡선의 기울기가 점근선(asymptote)에 이르지 않아 충분한 조사가 이루어진다면 종 수는 더 늘어날 것으로 예상되었다. 추후 조사지점 확대와 조사기간의 증가를 통해 불갑산 지역에 더 많은 나방 종의 분포가 확인될 수 있을 것으로 생각한다.

이번 조사에서 확인된 우점종은 자나방과의 털뿔가시나방(*Alcis angulifera*)이었다. 조사지역 1에서는 털뿔가시나

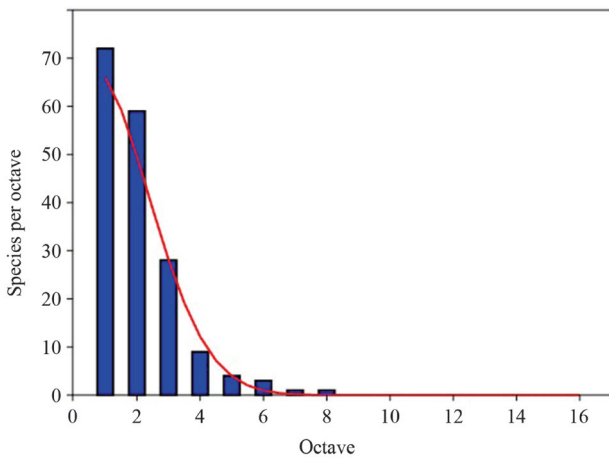


Fig. 3. Log-normal rank-abundance model of the moths captured at Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam ($X^2 = 5.066$, $p = 0.167$).

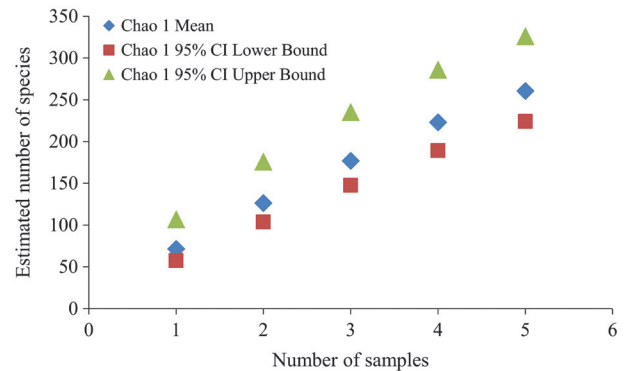


Fig. 4. Estimated number of species with 95% confidence level based on the observed number of species collected from Bulgapsan Mountain, 2016.

Table 3. Summary of the numbers of species and individuals by families in Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam. Numbers in bold indicate the dominant family

Family		Number of species (Relative richness)	Number of individuals (Relative abundance)
Cossidae	굴벌레나방과	1 (0.56)	1 (0.11)
Tortricidae	잎말이나방과	3 (1.69)	8 (0.88)
Pyralidae	명나방과	1 (0.56)	3 (0.33)
Crambidae	포충나방과	11 (6.21)	42 (4.61)
Thyrididae	창나방과	1 (0.56)	1 (0.11)
Limacodidae	뽕기나방과	5 (2.82)	22 (2.41)
Drepanidae	갈고리나방과	10 (5.65)	56 (6.15)
Cyclidiidae	왕갈고리나방과	1 (0.56)	1 (0.11)
Geometridae	자나방과	51 (28.81)	282 (30.95)
Uraniidae	제비나방과	1 (0.56)	1 (0.11)
Epiplemidae	쌍꼬리나방과	2 (1.13)	6 (0.66)
Sphingidae	박각시과	2 (1.13)	2 (0.22)
Nolidae	혹나방과	1 (0.56)	2 (0.22)
Noctuidae	밤나방과	34 (19.21)	219 (24.04)
Erebidae	태극나방과	46 (25.99)	248 (27.22)
Euteliidae	비행기날개과	1 (0.56)	4 (0.44)
Notodontidae	재주나방과	6 (3.39)	13 (1.43)
Total		177 (100)	911 (100)

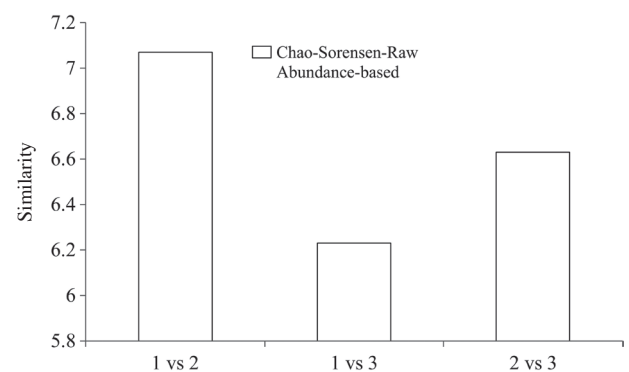
Table 4. Summary of each survey site of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam. See Table 1 for site information

Site	1	2	3
Number of species	75	109	78
Number of individuals	244	393	274
Shannon-Wiener Diversity	3.641	3.663	3.399
Fisher's alpha	36.99	49.94	36.39
Berger-Parker dominance	0.13	0.24	0.18
Dominant species	<i>Alcis angulifera</i> (32)	<i>Alcis angulifera</i> (94)	<i>Hydrillodes morosa</i> (50)
(Number of individuals)	<i>Eilema japonica</i> (31)	<i>Siglophora sanguinolenta</i> (30)	<i>Alcis angulifera</i> (44)
	<i>Pseudalbara parvula</i> (16)	<i>Gerbathodes paupera</i> (30)	<i>Eilema japonica</i> (24)
	<i>Conistra fletcheri</i> (13)	<i>Negritothripa hamponi</i> (20)	<i>Circobotys aurealis</i> (13)
	<i>Hydrillodes morosa</i> (11)	<i>Protodeltote distinguenda</i> (10)	<i>Nacoleia commixta</i> (10)

방, 태극나방과 각시불나방 (*Eilema japonica*), 넓은띠담혹수염나방 (*Hydrillodes morosa*), 갈고리나방과 세줄꼬마갈고리나방 (*Pseudalbara parvula*), 밤나방과 점줄밤나방 (*Conistra fletcheri*) 등이 우점종으로 나타났다. 조사지역 2에서는 털빨가지나방, 밤나방과 붉은무늬갈색밤나방 (*Siglophora sanguinolenta*), 흰무늬애저녁나방 (*Gerbathodes paupera*), 흰무늬껍질밤나방 (*Negritothripa hamponi*), 극낙꼬마밤나방 (*Protodeltote distinguenda*) 순으로 우점하였다. 조사지역 3에서는 넓은띠담혹수염나방, 각시불나방, 털빨가지나방, 포충나방과 멧장이들명나방 (*Circobotys aurealis*), 얼룩애기들명나방 (*Nacoleia commixta*) 등이 우점종으로 나타났다. 각 지역별 우점종과 기주식물을 살펴보면 모든 지역에서 우점한 털빨가지나방은 우리나라 산림 전역에서 볼 수 있는 흔한 종으로 지역특이적이지 않으며 식성 역시 단풍나무, 까치박달 등 다양한 식물을 먹이로 하는 다식성(Heo 2012)이다. 2번 참식나무군락 주변의 경우 참나무류를 먹이로 하는 붉은무늬갈색밤나방(상수리나무)과 흰무늬껍질밤나방(신갈나무, 상수리나무) 등이 우점하였는데 이것은 식물과 초식성 곤충인 나방과의 상호작용을 유추할 수 있다.

각 지점별 종 수와 개체수 양상은 2번 지역인 참식나무군락 주변에서 가장 많은 종과 개체(109종 393개체)가 채집되었으며 다양도와 균등도도 높게 나타났다(Table 4). 불갑산 입구로 고도가 낮고 주변에 초지와 공원 등 인위적 요소가 많은 1번 지역의 경우 75종 244개체가 채집되었으며 수도암 인근 등산로 주변인 3번 지역에서는 78종 274개체가 채집되어 두 지역 모두 종 수와 개체수는 비슷한 양상을 띠었으나 참식나무군락인 2번 지역보다는 다양도가 떨어지는 것을 확인하였다.

각 조사지점 간 유사도 값을 계산한 Chao-Sorensen-Raw-abundance-based 지수에서 1번과 2번, 2번과 3번 지점 간 유사도가 상대적으로 높은 반면 1번과 3번 지역 간 유사도 값은 비교적 낮게 나타났다(Fig. 5). 이것은 2번 지역인 참식나무군락 주변에서 출현한 종이 많아 1번, 3번 지점과 공유한

**Fig. 5.** Similarity index (Chao-Sorensen-Raw-Abundance-based) of moth assemblages among sites of Bulgapsan Mountain, Jeonnam. See Table 1 for site information.

종이 많았기 때문이다. 참식나무군락 주변에서 종이 많은 이유는 이번 조사에서는 파악하지 못하였으나 조사지역 고도가 중간이며 참식나무 이외에 낙엽활엽수림이 비교적 풍부하기 때문인 것으로 생각한다. 1번과 3번 조사지점은 비슷한 종 수와 개체수를 가진 지역임에도 불구하고 공통종이 적어 유사도가 가장 낮게 나타났다. 1번 지점은 불갑산 입구 주차장 주변의 낮은 지대로 관목과 초본이 많았던 반면 3번 지점은 고도는 높았으나 등산로 주변에 위치해 있고 경사가 심해 토양침식 흔적이 많았으며 이로 인한 식생의 다양성이 높지 않았다. 이 연구는 지점별 종 다양성 양상을 밝히는 것이 목적이므로 각 조사지점별 생태학적 특성을 밝혀 종 다양성에 영향을 미치는 요인을 찾는 연구는 여기에서 다루기가 어렵다. 따라서 앞으로는 종 다양성에 어떤 요인이 영향을 주는 것을 밝히는 연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

월별 출현한 종 수와 개체수 변화를 살펴본 결과 5월과 7월에 높은 값을 나타내었다(Fig. 6). 6월과 8월에 조사가 이루어지지 않았지만 장마의 영향 등으로 종 수 및 개체수는 5월과 7월보다 낮을 것으로 예상된다. 나방의 출현은 출현시

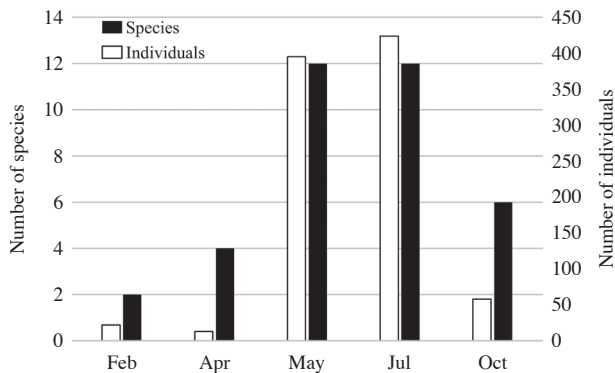


Fig. 6. Seasonal changes of number of species and individuals of Bulgapsan Mountain, Younggwang, Jeonnam, 2016.

기에 민감한 것으로 알려져 있는데 이것은 먹이나 짝과 같은 주요 자원의 가용성과 높은 습도와 같은 기후조건에 의해 영향을 받기 때문이다(Choi and An 2013). 계절별로 종수와 개체수가 최고값을 나타내는 시기 및 횟수는 지역적인 차이를 나타내는데 고도가 높은 곳(지리산)에서는 최고값을 한 번 나타내는 반면 고도가 낮거나 온도가 높은 남쪽의 경우(외나로도, 보길도, 불갑산) 최고값을 두 번 나타내고 있다(Choi *et al.* 2016). 영광 불갑산 지역도 다른 남쪽 지역과 유사하게 최고값이 5월과 7월 두 번에 걸쳐 나타나는 양상이다. 나방 출현시기는 환경요인과 밀접한 연관을 짓고 있기 때문에 지구온난화와 같은 환경변화는 나방 생활사에 영향을 줄 것으로 예상된다. 따라서, 앞으로 영광 불갑산 지역을 포함한 우리나라 여러 지역에서 환경변화가 나방 출현에 어떻게 영향을 미치는 가를 지속적으로 모니터링 할 필요가 있다고 생각한다.

적 요

이 연구의 목적은 전남 영광군 일대 불갑산에 서식하는 나방의 고도 및 계절에 따른 다양성을 알아보는 것이다. 2016년 2월부터 10월까지 자외선등 트랩을 사용하여 총 5회 조사를 실시하였다. 그 결과 나비목 곤충 17과 177종 911개체가 채집, 확인되었다. 출현한 종 수는 자나방과가 51종 282개체, 태극나방과 46종 248개체, 밤나방과 34종 219개체, 포충나방과가 11종 42개체, 갈고리나방과 10종 56개체 등으로 나타났다. 계절별로는 5월과 7월에 종 수 및 개체수가 최대값을 나타내는 M-자형 양상을 나타내었다. 이 조사에서 확인된 종 수와 개체수를 바탕으로 계산한 기대 종 수 Chao 1은 224~326종으로 나타났지만 예상치가 점근선에 도달하지 않아 더 많은 종이 분포할 것으로 예상된다. 조사지 중 천

연기념물로 보호를 받고 있는 참식나무군락 주변의 경우 가장 높은 종 다양성을 나타내고 있으며 우점하는 나방의 식성은 참나무와 밀접한 관련을 갖는 것으로 확인되었다. 나방 출현시기는 환경변화와 밀접한 연관을 짓기 때문에 추후 이 지역에 대한 종합적이고 지속적인 연구가 지속되어야 할 것으로 생각한다.

사 사

이 연구를 수행하기 위하여 야외조사에 도움을 준 동아시 아환경생물연구소 김성수 선생님께 감사를 드립니다. 미소 나방 동정에 도움을 준 손재천 박사께도 감사 드립니다. 이 연구는 한국연구재단 중견핵심연구(KRF-2015R1A2A2A01007338) 지원으로 이루어졌습니다.

REFERENCES

- An JS, M Park, ES Kang and S-W Choi. 2008. Moth (Insecta: Lepidoptera) biodiversity on Island Oenarodo, Goheung-gun, Jeonnam. *Korean J. Environ. Biol.* 26:192-202.
- Chao A, RL Chazdon, RK Colwell and T-J Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecol. Lett.* 8: 148-159.
- Cho YB and DS Kim. 1999. Terrestrial insects of Mt. Taechung-san and neighboring areas, Younggwang. The 2nd National Inventory for the Natural Environment. Ministry of Environment, Seoul. pp. 157-205.
- Choi S-W and JS An. 2013. What we know and do not know about moth diversity from seven-year-monitoring in Mt. Jirisan National Park, South Korea. *J. Asia-Pac Entomol.* 16:401-409.
- Choi S-W, D-H Noh, S-S Kim and K-J Hong. 2016. Spatio-temporal moth diversity (Insecta: Lepidoptera) of Mt. Baegun-san, Gwangyang, Jeonnam. *Kor. J. Env. Ecol.* 49:62-66.
- Colwell RK. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 [online]. Available from <http://purl.oclc.org/estimates> [accessed 29 Nov 2015].
- Hammer Ø, DAT Harper and PD Ryan. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9 pp.
- Heo U-H. 2012. Guide book of moth larvae. EcoNature, Seoul.
- Kitching RL, AG Orr, L Thalib, H Mitchell, MS Hopkins and AW Graham. 2000. Moth assemblages as indicators of en-

- vironmental quality in remnants of upland Australian rain forest. *J. Appl. Ecol.* 37:284-297.
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2016. Annual climatological report. <http://www.kma.go.kr>.
- Lim D-O. 2002. Vascular plants and specific plants of Bulgapsan. *Korean J. Env. Eco.* 16:68-86.
- Magurran AE. 2003. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Malden.
- National Biodiversity Center (NBC). 2015. Statistics of the National Biodiversity 2014. National Institute of Biological Resources, Incheon.
- Oh JG and JS Kim. 1999. Vegetation of Younggwang region. The 2nd National Inventory for the Natural Environment. Ministry of Environment, Seoul. pp. 137-155.
- Pöyry J, R Leinonen, G Söderman, M Nieminen, RK Heikkinen and TR Carter. 2011. Climate-induced increase of moth multivoltinism in boreal regions. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 20: 289-298.
- Scoble MJ. 1992. *The Lepidoptera. Form, function and diversity*. Oxford University Press, Oxford.
- Stefanescu C, J Penuelas and I Filella. 2003. Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Glob. Chang. Biol.* 9:1494-1506.
- Summerville KS. and TO Crist. 2002. Effects of timber harvest on forest Lepidoptera: community, guild, and species responses. *Ecol. Appl.* 12:820-835.
- Summerville KS, EH Metzler and TO Crist. 2001. Diversity of Lepidoptera in Ohio forests at local and regional scales: how heterogeneous is the fauna? *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94:583-591.

Received: 21 February 2017

Revised: 10 March 2017

Revision accepted: 20 March 2017

Appendix 1. List of the species collected from three sites of Mt. Bulgapsan, Younggwang, Jeonnam, 2016. See Table 1 for each site information

Family	Scientific name	St. 1	St. 2	St. 3	Total
Cossidae	<i>Phragmataecia castanea</i>			1	1
Tortricidae	<i>Argyrotaenia angustilineata</i>			1	1
	<i>Homona magnanima</i>			3	4
	<i>Archips capsigeranus</i>		1	3	3
Pyrilidae	<i>Endotricha costamaculalis</i>		3		3
Crambidae	<i>Goniorhynchus butyroza</i>		1	1	2
	<i>Goniorhynchus exemplaris</i>			3	3
	<i>Eurrhparodes contortalis</i>		1		1
	<i>Circobotys aurealis</i>			13	13
	<i>Pagoda quadrilineata</i>	1			1
	<i>Palpita nigropunctalis</i>		1		1
	<i>Pionea minnehaha</i>		5	1	6
	<i>Palpita inusitata</i>		1	1	2
	<i>Nacoleia commixta</i>		1	10	11
	<i>Agrotera nemoralis</i>			1	1
	<i>Hymenia recurvalis</i>		1		1
Thyrididae	<i>Striglina fixseni</i>		1		1
Limacodidae	<i>Thosea sinensis</i>		2		2
	<i>Microleon longipalpis</i>		2	1	3
	<i>Narosa fulgens</i>	5	2		7
	<i>Monema flavescens</i>		5		5
	<i>Latoia sinica</i>		3	2	5
Drepanidae	<i>Derocha inconclusa</i>	1	1		2
	<i>Tethea ampliata</i>		3		3
	<i>Oreta pulchripes</i>			1	1
	<i>Sabra harpagula</i>	1	2		3
	<i>Ditrigona conflexaria</i>	2	2	3	7
	<i>Pseudalbara parvula</i>	16	5	2	23
	<i>Ditrigona virgo</i>	3		1	4
	<i>Habrosyne aurorina</i>	6	3		9
	<i>Agnidra scabiosa</i>	1			1
	<i>Nordstroemia japonica</i>		3		3
Cyclidiidae	<i>Cyclidia substigmata</i>		1		1
Geometridae	<i>Xanthorhoe muscipapata</i>			4	4
	<i>Scopula modicaria</i>	2	5		7
	<i>Dindica virescens</i>			1	1
	<i>Comibaena tancrei</i>		1		1
	<i>Inurois membranaria</i>	2			2
	<i>Ouraapteryx koreana</i>		2		2
	<i>Aethalura nanaria</i>		1		1
	<i>Spilopera debilis</i>		1		1
	<i>Gymnoscelis esakii</i>	2			2
	<i>Pareclipsis gracilis</i>		2		2
	<i>Hypomecis punctinalis</i>	1	1	3	5
	<i>Ecpetelia albifrontaria</i>		1		1
	<i>Heterostegane hyriaria</i>	1	1	1	3
	<i>Astygisa morosa</i>			1	1
	<i>Orthocabera sericea</i>			3	3
	<i>Amraica superans</i>		1	2	3
	<i>Hemithea tritonaria</i>	2		5	7
	<i>Rikiosatoa grisea</i>	1			1
	<i>Jodis lactearia</i>		2		2
	<i>Diplodesma ussuriaria</i>	1	1		2
	<i>Lomographa subspersata</i>	2	1	3	6
	<i>Cabera griseolimbata</i>			1	1
	<i>Arichanna melanaria</i>	1	1		2
	<i>Gandaritis whitelyi</i>			3	3
	<i>Menopra senilis</i>			1	1
	<i>Rhinoprora chloerata</i>			1	1
	<i>Chloroclystis v-ata</i>		1		1

Appendix 1. Continued

Family	Scientific name	St. 1	St. 2	St. 3	Total	
Geometridae	<i>Scopula superciliata</i>			1	1	
	<i>Satoblephara parvularia</i>		2		2	
	<i>Ninodes splendens</i>		1		1	
	<i>Chloroclystis rectangulata</i>			2	2	
	<i>Hypomecis roboraria</i>	2	3	1	6	
	<i>Lomographa bimaculata</i>		3		3	
	<i>Antipercnia albinigrata</i>		1		1	
	<i>Comostola subtiliaria</i>		1	1	2	
	<i>Idaea biselata</i>		1	1	2	
	<i>Ouraapteryx nivea</i>		1	1	1	
	<i>Chloroclystis consueta</i>	1			1	
	<i>Parabapta clarissa</i>			1	1	
	<i>Eupithecia clavifera</i>	1	2		3	
	<i>Hydrelia adesma</i>				8	
	<i>Idaea auricruda</i>		1		1	
	<i>Racotis petrosa</i>	1			1	
	<i>Abraxas latifasciata</i>				1	
	<i>Corymica pryeri</i>			1	1	
	<i>Ecliptopera umbrosaria</i>	1	1		2	
	<i>Alcis angulifera</i>	32	94	44	170	
	<i>Protoboarmia simpliciaris</i>				1	
	<i>Evecliptopera decurrens</i>			2	2	
	<i>Asthena nymphaeata</i>	1		1	2	
	<i>Geometra dieckmanni</i>			1	1	
	Uraniidae	<i>Acropteris iphiata</i>	1			1
	Epilemidae	<i>Epiplema plagifera</i>		1		1
		<i>Epiplema moza</i>		3	2	5
Sphingidae	<i>Theretra japonica</i>	1			1	
	<i>Acosmeryx naga</i>			1	1	
Nolidae	<i>Meganola fumosa</i>		2		2	
Noctuidae	<i>Daseochaeta viridis</i>			2	2	
	<i>Athetis stellata</i>		1	1	2	
	<i>Jodia sericea</i>	1			1	
	<i>Protodeltote distinguenda</i>	4	10	4	18	
	<i>Ctenoplusia albostrigata</i>			1	1	
	<i>Amphipyra livida</i>			2	2	
	<i>Sphragifera biplagiata</i>	4	1	1	6	
	<i>Conistra albipuncta</i>	3			3	
	<i>Athetis pallidipennis</i>	2		3	5	
	<i>Cosmia affinis</i>		1		1	
	<i>Spodoptera litura</i>		1		1	
	<i>Sugia erastroides</i>		1		1	
	<i>Oruza kunsuki</i>	1	2		3	
	<i>Siglophora sanguinolenta</i>	7	30	1	38	
	<i>Belciana staudingeri</i>	1			1	
	<i>Microxylla confusa</i>	1		1	2	
	<i>Koyaga falsa</i>			3	3	
	<i>Pseudoips faganus</i>	2	4		6	
	<i>Axylia putris</i>		1		1	
	<i>Neustrotia rectilineata</i>	6	4		10	
	<i>Iragaodes nobilis</i>		2		2	
	<i>Niphonyx segregata</i>	1	1	1	3	
	<i>Bryophilina mollicula</i>		5		5	
	<i>Gabala argentata</i>		1	1	2	
	<i>Xylena formosa</i>	2			2	
	<i>Hermonassa cecilia</i>	1	2	6	9	
	<i>Sophta subrosea</i>			8	8	
	<i>Conistra fletcheri</i>	13			13	
	<i>Hyposada brunnea</i>	1	2		3	
	<i>Amphipyra erebina</i>	1			1	
		<i>Telorta acuminata</i>		1		1

Appendix 1. Continued

Family	Scientific name	St. 1	St. 2	St. 3	Total
Noctuidae	<i>Negritothripa hampsoni</i>	5	20	1	26
	<i>Athetis lineosa</i>		1		1
	<i>Gerbathodes paupera</i>	3	30	3	36
Erebidae	<i>Eilema japonica</i>	31	2	24	57
	<i>Neocifuna jankowskii</i>			1	1
	<i>Hermimia tarsicrinalis</i>		1		1
	<i>Hadennia incongruens</i>	1		1	2
	<i>Simplicia niphona</i>		3		3
	<i>Mocis annetta</i>		1		1
	<i>Mocis ancilla</i>	1			1
	<i>Euproctis pulverea</i>	1		1	2
	<i>Paragabara flavomacula</i>	1			1
	<i>Hermimia grisealis</i>		1	1	2
	<i>Zanclognatha triplex</i>		1		1
	<i>Hyposemansis albipuncta</i>			2	2
	<i>Mecodina nubiferalis</i>		1		1
	<i>Hypena rivuligera</i>			1	1
	<i>Hydrillodes morosa</i>	11	4	50	65
	<i>Diomea discisigna</i>	1			1
	<i>Paracolax contigua</i>		3		3
	<i>Eilema deplana</i>	1			1
	<i>Paragona inchoata</i>		1		1
	<i>Prolophota trigonifera</i>	1	4		5
	<i>Hypena amica</i>			1	1
	<i>Schrankia separatalis</i>		1		1
	<i>Zanclognatha umbrosalis</i>	5		1	6
	<i>Stenhypona nigripuncta</i>		6		6
	<i>Gonepatica opalina</i>		4		4
	<i>Catocala jonassii</i>		1		1
	<i>Hermimia arenosa</i>	3	1		4
	<i>Leioptola mollis</i>	5	6	8	19
	<i>Stigmatophora flava</i>	1			1
	<i>Stenbergmania albomaculalis</i>	4	2		6
	<i>Lophomilia polybapta</i>		3	1	4
	<i>Euwilemania angulata</i>			1	1
	<i>Arctornis kumatai</i>	3	4		7
	<i>Parasiccia altaica</i>		1	1	2
	<i>Miltochrista miniata</i>	4	8	1	13
	<i>Paracolax trilinealis</i>			1	1
	<i>Spilarctia seriatopunctata</i>			3	3
	<i>Zanclognatha griselda</i>	1	1		2
	<i>Zanclognatha fumosa</i>	3			3
	<i>Maguda suffusa</i>	1			1
	<i>Tamba corealis</i>	1	1		2
	<i>Mosopia sordidum</i>	2	2		4
	<i>Anomis privata</i>	1			1
	<i>Spirama retorta</i>	1			1
	<i>Euproctis similis</i>		1		1
	<i>Paracolax pryeri</i>		1		1
Euteliidae	<i>Anuga multiplicans</i>	4			4
Notodontidae	<i>Peridea gigantea</i>	2	1		3
	<i>Phalera flavescens</i>	1	1	1	3
	<i>Spatalia doerriesi</i>	1		1	2
	<i>Lophontomira parki</i>		2	1	3
	<i>Stauropus fagi</i>			1	1
	<i>Pterostoma sinicum</i>	1			1