

전라남도 광양시 백운산 나방(곤충강: 나비목)의 시공간적 다양성 연구

최세웅* · 노동호 · 김상수¹ · 홍기정¹

목포대학교 환경교육과, ¹순천대학교 식물외과

Spatio-temporal Moth Diversity (Insecta: Lepidoptera) of Mt. Baegun-san, Gwangyang, Jeonnam.
*Choi, Sei-Woong** (0000-0001-6326-399x), *Dong-Ho Nho* (0000-0003-3779-5460), *Sang-Soo Kim*¹ (0000-0002-1130-2018) and *Kee-Jeong Hong*¹ (0000-0002-7509-2136) (*Department of Environmental Education, Mokpo National University, Mu-an, Jeonnam;* ¹*Department of Plant medicines, Suncheon National University, Suncheon, Jeonnam*)

Abstract This study was aimed to investigate the elevational and seasonal variation of moth diversity of Mt. Baegun-san, Gwangyang-city, Jeonnam. Moth collecting was carried out using a UV light trap at three different elevational sites from September to October 2014 and from April to October 2015 (9 times) except winter. A total of 288 moth species and 1,444 individuals in 15 families were identified. Geometridae (97 species and 740 individuals) were the most dominant in the numbers of species and individuals, followed by Noctuidae (62 species, 193 individuals), Erebidae (52 species, 177 individuals) and Notodontidae (16 species, 111 individuals). Elevational change showed that the lower elevation, the higher number of species and individuals. Seasonal change of numbers of species and individuals showed the M-shaped pattern with June and August peaks. Compared to the previous records from historical literatures, 197 species were newly added and the total moth species richness of Mt. Baegun-san comprised 449 species in 20 families. The Chao 2 estimated number of species using the observed species including unpublished data set was 1,530 species that comprised about 43% of the Korean Lepidopteran fauna. This large number of estimated species requested the more extensive and long-term survey for better understanding of the total moth fauna in this area.

Key words: moths, Lepidoptera, fauna, biodiversity, Mt. Baegun-san

서 론

나비목(Lepidoptera)은 전 세계에 약 165,000종 이상으로 곤충 중에서도 종 다양성이 풍부한 그룹으로 알려져 있다. 나비목 곤충 대부분은(99% 이상) 초식성으로 식물과 밀접한 상호작용을 통하여 진화한 결과 다양성이 증가하

였으며(Ehrlich and Raven, 1965), 화려한 날개는 사람들의 이목을 집중시켜 분류학적 연구가 많이 이루어지도록 하였다(Scoble, 1992). 또한 나방은 야행성 습성과 불빛에 잘 끌리는 성질을 이용한 채집방법으로 비교적 쉽게 표본을 얻을 수 있어 생태학 연구자들이 생태계에 미치는 영향을 파악하는 지표생물로 널리 이용하고 있다(Kitching *et al.*, 2000; Summerville *et al.*, 2001; Summerville and Crist, 2002).

광양 백운산(최고고도 1,222.2 m)은 전라남도 광양시 다압면, 옥룡면, 진상면 경계에 있는 산으로 한반도 남단 중

Manuscript received 3 March 2016, revised 14 March 2016,
revision accepted 16 March 2016
*Corresponding author: Tel: +82-61-450-2783, Fax: +82-61-450-2789,
E-mail: choisw@mokpo.ac.kr

양부에 위치하고 있으며 섬진강 하류를 사이에 두고 지리산과 남북으로 마주보고 있다. 백운산은 소백산맥 줄기 중 높은 봉우리로 전라남도에서는 지리산 노고단 다음으로 높다. 백운산은 서쪽으로는 형제봉(1,125 m), 동쪽으로 매봉(867 m)을 중심으로, 남쪽으로 뻗치는 4개의 지맥을 가지고 있다(Gwangyang city, 2016). 백운산 지역(9.74 km²)은 식생이 다양하고 보존이 잘 되어 있어 생태 경관보전 지역으로 1993년 이후 지정되어 왔다. 백운산 지역 식생은 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community), 신갈-졸참나무군락(*Quercus serrata-Quercus mongolica* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 소나무-상수리군락(*Quercus acutissima-Pinus densiflora* community)이 대표적 군락을 형성하며 잣나무식재림(*Pinus koraiensis* afforestation)이 인공적으로 형성되어 있다(Joo, 2006). 식물 다양성은 1,130여종이 분포하고 있으며 천마(*Gastrodia elata* Blume), 세뿔투구꽃(*Aconitum trilobum* I. Yang), 나도승마(*Kirengeshoma koreana* Nakai), 히어리(*Corylopsis coreana* Uyeki), 승마(*Cimicifuga heracleifolia* Komarov), 매미꽃(*Hylomecon hylomeconoides* Y. Lee), 흰참꽃(*Rhododendron tschonoskii* Maxim.) 등 희귀식물이 자라는 것으로 알려져 있다(Im and Hong, 1999; Joo, 2006). 이렇게 다양한 식생 및 지리적 위치로 인하여 초식성인 나비목 곤충도 풍부할 것으로 추정된다.

과거 백운산 일대에 대한 나비목 곤충에 대한 연구는 Woo and Cho (1990), Shin *et al.* (2012) 등에 의하여 이루어졌으며 이들을 정리한 결과 26과 364종으로 밝혀졌다. 이 연구는 백운산 지역에서 야행성 나비목 곤충만을 대상으로 계절 및 고도에 따른 다양성의 변화양상을 조사하였으며, 과거 문헌에서 기록된 종들과 현재자료를 비교하여 백운산 지역 나방 다양성을 예측함으로써 추후 백운산 지역에서의 생물의 보전 및 관리대책 수립을 위한 기초자료를 제공할 것으로 기대한다.

재료 및 방법

조사지역은 전라남도 광양시 백운산 지역의 성불계곡에서 고도를 달리하여 3개 지점에서 2014년 9월~10월, 2015년 4월~10월까지 총 9회 조사를 실시하였다(Table 1). 야행성 나방채집은 12 V 휴대용 건전지로 작동되는 O자형 22 Watt 자외선 등 트랩(BioQuip Co. USA)을 조사지점에 설치하여, 일몰이 시작된 후 약 5시간 동안 채집하였으며 다음날 수거하였다. 채집한 표본은 종 단위까지 동정하였으며, 건조표본으로 제작하여 목포대학교 환경교육과

Table 1. Geographical information of the surveyed sites of Mt. Baegun, Gwangyang, Jeonnam.

Site	Elevation	Latitude	Longitude
High	536 m	35°05'41.7"	127°34'06.9"
Middle	494 m	35°05'38.1"	127°34'16.3"
Low	429 m	35°05'31.6"	127°34'13.8"

환경생물표본실에 보관하고 있다.

이 연구에서 확인 동정된 종 수 및 개체수를 바탕으로 지점별 다양도와 균등도를 분석하였다. 다양도지수는 종의 풍부도와 개체수의 균등한 분포를 나타내는 척도로 Shannon-Wiener 지수(H')을 이용하였고 종 균등도 지수(E')도 함께 계산하였다. 다양성 및 균등도 지수는 PC-ORD(ver 6.0, McCune and Mefford, 2011) 프로그램을 이용하여 산출하였다.

기대종수(Chao 2)는 관찰된 기록을 바탕으로 산출하였다. Chao 2는 기대종수를 확인하는데 보편적으로 사용하는 방법으로 확인된 종 수에 한 번만 기록된 종 수(singleton)의 제곱을 두 번 기록된 종 수(doubleton)의 2를 곱한 값으로 나눈 값이다. Chao 2은 EstimateS (Version 9.1.0; Colwell, 2013)을 이용하여 산출하였다.

결과 및 고찰

2014년 9월부터 2015년 10월까지 채집, 동정한 결과 나비목은 총 15과 288종 1,444개체가 채집되었다. 과별로 종 우점도를 살펴보면 자나방과(Geometridae)가 97종으로 가장 많았고 다음으로 밤나방과(Noctuidae) 62종, Erebidae 52종, 재주나방과(Notodontidae) 16종, 갈고리나방과(Drepanidae) 13종, 포충나방과(Crambidae) 12종 등으로 나타났다. 채집된 개체수는 자나방과가 740개체로 가장 많았으며, 밤나방과가 193개체, Erebidae가 177개체, 재주나방과가 111개체, 갈고리나방과 61개체, 명나방과(Pyralidae) 53개체 순 등으로 나타났다(Table 2). 백운산 지역의 종 다양성은 인근 지리산과 유사한 종 다양성을 나타내고 있다(Choi and Miller, 2013). 최고 우점을 하는 분류군이 백운산에서는 자나방으로 나타난 반면 지리산에서는 밤나방과로 차이가 나는 것은 최근 나방의 계통분류학 변화로 생겨난 결과로 여겨진다.

조사지역 중 고도별로 나타난 결과 고도가 가장 낮은 지점에서 15과 176종 461개체로 가장 많은 종 수가 채집되었으며 다음으로 중간고도 조사지점에서 13과 157종 533개체, 그리고 고도가 가장 높은 조사지점에서 11과 134

종 450개체 순으로 조사되었다. 고도별 분류군별 출현현황을 통해 고도가 낮은 조사지점에서 가장 많은 종 수가 확인되었고 중간고도 조사지점에서는 가장 많은 개체수가 채집되었다(Table 3). 다양도(H')는 고도가 낮은 지점에서 4.666으로 가장 높았으며 중간고도 지점에서 4.017로 가장 낮았다. 균등도(E')는 고도가 가장 낮은 지점에서 0.902로 가장 높았으며 중간고도 지점에서 0.794로 가장 낮았다(Table 3). 고도별 다양성 양상은 인근 지리산의 경우 중간고도인 800 m에서 가장 높은 다양성을 나타냈지만 백운산

의 경우 조사범위가 좁아 고도별 나방 다양성 양상을 나타내는 것은 어렵고 조사지역 범위가 적어 가장 낮은 고도에서 종 수가 높은 것으로 나타났다. 추후 고도별 다양한 조사지점을 포함한다면 광양 백운산 지역에서의 고도별 양상을 밝혀낼 수 있을 것으로 기대한다.

각 지점별 우점종은 모든 고도에서 자나방과 털뿔가자나방(*Alcis angulifera*)이 우점하였으며 고도가 높은 지점에서는 자나방과 노랑줄흰가자나방(*Orthocabera sericea*), 흰줄푸른자나방(*Geometra dieckmanni*), 재주나방과 뒷검은재주나방(*Cnethodonta grisescens*), 갈고리나방과 세줄꼬마갈고리나방(*Pseudalbara parvula*) 등이 우점종으로 나타났다. 중간고도 조사지점에서는 명나방과 검은점뿔족명나방(*Endotricha olivacealis*), 자나방과 노랑줄흰가자나방, 밤나방과 날개점밤나방(*Conistra albipuncta*) 순으로 우점하였다. 낮은 고도 조사지점에서는 뒷검은재주나방, 노랑줄흰가자나방, 굵은줄제비가자나방(*Ourapteryx koreana*) 순으로 우점하였다(Table 4). 전 지점을 통하여 털뿔가자나방, 노랑줄흰가자나방, 검은점뿔족명나방, 뒷검은재주나방, 흰줄푸른자나방이 백운산 지역에서 우점하고 있는 것으로 확인되었다.

계절별 출현한 종 수 개체수 변화를 살펴본 결과 6월과 8월에 높은 값을 나타내는 M자형을 나타내었다. 특히 8월에 종 및 개체수가 6월보다 더 높은 양상을 나타내었다(Fig. 1). 이러한 계절별 양상은 인근 조사지점과 차이를 보이고 있다. 지리산에서는 6월에 가장 높은 종 수 및 개체수를 보이다가 점차 줄어드는 반면(Choi and Miller, 2013) 남쪽 섬인 외나로도(An *et al.*, 2008)와 보길도(Park *et al.*, 2009)에서는 일년에 2회 개체 및 종 수가 늘어나는 양상이었다. 계절별로 최고값을 나타내는 시기 및 횟수는 지역에 따라 차이를 나타내는데 고도가 높은 곳(지리산)에서는 최고값을 1회 나타내는 반면 고도가 낮거나 연평균 온도가 높은 남쪽의 경우(외나로도, 보길도, 백운산) 최고값을 2회 나타내고 있다. 그 밖에도 외나로도의 경우 최고값은 5월과 7월로 백운산과 보길도의 6월과 8월보다 앞서 나타나 계절별 최고값을 나타내는 시기 역시 위도별로 차이를 보

Table 2. The number of species and individuals by families in Mt. Baegun-san, Gwangyang, Jeonnam.

Family	Number of species	Number of individuals	
Bombycidae	누에나방과	1	2
Crambidae	포충나방과	12	30
Drepanidae	갈고리나방과	13	61
Erebidae		52	177
Geometridae	자나방과	97	740
Lasiocampidae	술나방과	4	5
Limacodidae	췌기나방과	6	9
Noctuidae	밤나방과	62	193
Notodontidae	재주나방과	16	111
Pyralidae	명나방과	8	53
Saturniidae	산누에나방과	2	9
Sphingidae	박각시과	5	7
Thyrididae	창나방과	2	2
Tortricidae	잎말이나방과	7	41
Ypsolophidae		1	4
Total		288	1,444

Table 3. Summary of each elevation of Mt. Baegun-san, Gwangyang, Jeonnam.

Site	Family	Species	Individual	H'	E'
High	11	134	450	4.193	0.856
Middle	13	157	533	4.017	0.794
Low	15	176	461	4.666	0.902
Total	15	288	1,444		

Table 4. Dominant species and captured individuals at each elevation of Mt. Baegun, Gwangyang, Jeonnam.

	High	Middle	Low		
<i>Alcis angulifera</i>	52	<i>Alcis angulifera</i>	136	<i>Alcis angulifera</i>	47
<i>Orthocabera sericea</i>	34	<i>Endotricha olivacealis</i>	19	<i>Cnethodonta grisescens</i>	13
<i>Geometra dieckmanni</i>	21	<i>Orthocabera sericea</i>	17	<i>Orthocabera sericea</i>	12
<i>Cnethodonta grisescens</i>	15	<i>Conistra albipuncta</i>	13	<i>Ourapteryx koreana</i>	12
<i>Pseudalbara parvula</i>	14	<i>Neodrymonia delia</i>	12	<i>Endotricha olivacealis</i>	10
		<i>Eupithecia clavifera</i>	12	<i>Cranionycta jankowskii</i>	10

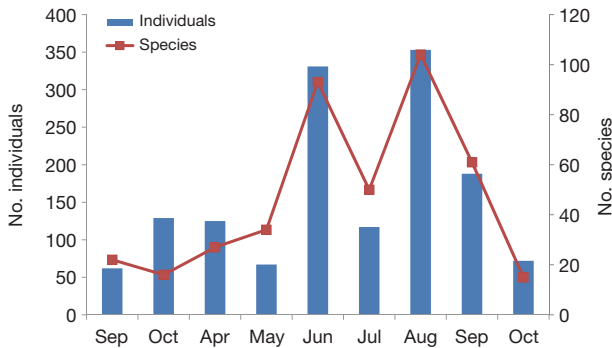


Fig. 1. Seasonal variation of number of species (line) and individuals (bar) at Mt. Baegun-san.

여 계절별 다양성 양상을 통하여 한반도 나방 다양성의 변화를 예측할 수 있을 것으로 생각한다.

과거 문헌 기록을 정리하면 18과 252종으로 확인되었으며 이 연구에서는 과거 조사되지 않았던 197종이 추가되었다. 기존 문헌과 새롭게 추가된 종을 합하여 백운산 나방상은 총 20과 449종이 분포하는 것으로 확인된다. 이번 조사에서 확인된 종 수와 기존 문헌자료 및 사진자료(김상수, unpublished, 41과 597종)를 이용한 기대종수 Chao 2 값은 1530.68종 (95% CI bound 1,386.81~1,711.45)으로 나타나 한국 나비목 곤충 중 나비류를 제외한 3,535종(NIBR, 2014) 중 43%가 분포할 가능성이 있다. 과거 문헌과 이번 조사를 합한 것과 함께 기대종수가 1,530종으로 나타난 것을 통해 앞으로 이 지역 생물상에 관한 꾸준한 조사가 이루어져야 할 것으로 생각한다. 또한 백운산의 지정학적 위치가 태백산맥 끝자락과 남해 지역을 통한 남방계 종 유입 등이 이루어질 가능성이 높아 나방을 포함한 다양한 생물을 이용한 장기간 모니터링을 할 경우 생태계 변화 및 기후변화로 인한 생물의 영향을 살펴볼 수 있을 것으로 생각한다.

적 요

이 연구의 목적은 전남 광양시 일대 백운산에 서식하는 나방의 고도 및 계절에 따른 다양성을 알아보는 것이다. 2014년 9월과 10월 그리고 2015년 4월부터 10월까지 겨울을 제외한 기간 동안 자외선등 트랩을 사용하여 총 9회 조사를 실시하였다. 그 결과 나비목 15과 288종 1,444개체가 채집, 확인되었다. 출현한 종 수는 자나방과가 97종 740개체, 밤나방과가 62종 193개체, Erebidae가 52종 177개체, 재주나방과가 16종 111개체 등으로 나타났다. 고도별로는 고도가 높아질수록 종 다양성이 줄어드는 양상을 나타냈

으며 계절별로는 6월과 8월에 종 수 및 개체수가 최대값을 나타내는 M-자형 양상을 나타내었다. 기존에 조사된 문헌과 비교한 결과 197종이 새로이 추가되어 백운산의 나방상은 총 20과 449종으로 보고한다. 이 조사에서 확인된 종 수 및 기존의 자료를 이용한 기대종수는 Chao 2 예상치의 경우 1,530종으로 나타나 종 다양성이 높은 지역으로 확인되었으며 추후 이 지역에 대한 종합적이고 지속적인 연구가 지속되어야 할 것으로 생각한다.

사 사

이 연구를 수행하기 위하여 야외조사에 도움을 준 목포대학교 환경교육과 환경생태학실험실 Pyae Pyae Thein, 김남희, 이재영, 홍경렬, 임광진께 감사를 드립니다. 미소나방 동정에 도움을 준 손재천 박사께도 감사 드립니다. 이 연구는 2015년 전남녹색환경지원센터 연구사업으로 이루어졌습니다.

REFERENCES

- An, J.-S., M. Park, E.S. Kang and S.W. Choi. 2008. Moth (Insecta: Lepidoptera) biodiversity on island Oenarodo, Goheung-gun, Jeonnam. *Korean Journal of Environmental Biology* **26**: 192-202. (in Korean)
- Baek, J.C., S.M. Kwon and B.S. Moon. 1991. Insects of Mt. Baekun-san. Office of Environment, Seoul. (in Korean)
- Choi, S.-W. and J.C. Miller. 2013. Species richness and abundance among macromoths: A comparison of taxonomic, temporal and spatial patterns in Oregon and South Korea. *Entomological Research* **43**: 312-321.
- Colwell, R.K. 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).
- Ehrlich, P. and P. Raven. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution* **18**: 586-608.
- Gwangyang city. 2016. Mt. Maekun-san. <https://www.gwangyang.go.kr> (accessed 10 Jan 2016). (in Korean)
- Im, H.-T. and H. Hong. 1999. Flora of Mt. Baekun-san (Suncheon and Gwangyang city) and neighboring areas. Ministry of Environment, Seoul. (in Korean)
- Joo, H.S. 2006. Report of nature environment of Mt. Baekun-san, Gwangyang, Jeonnam. Jeonnam Green Environment Center, Yeosu. (in Korean)
- Kitching, R.L., A.G. Orr, L. Thalib, H. Mitchell, M.S. Hopkins and A.W. Graham. 2000. Moth assemblages as indicators

- of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. *Journal of Applied Ecology* **37**: 284-297.
- McCune, B. and M.J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, OR.
- NIBR. 2014. List of Korean indigenous species. National Institute of Biological Resources, Incheon.
- Park, M., J.-S. An, J.-T. Lim and S.-W. Choi. 2009. Diversity of moths (insect: Lepidoptera) on Bogildo island, Wandogun, Jeonnam, Korea. *Journal of Ecology and Field Biology* **32**: 129-135. (in Korean)
- Scoble, M.J. 1992. The Lepidoptera. Form, function and diversity. Oxford University Press, Oxford.
- Shin, Y.M., S.J. Noh, S.B. Shin, J.H. Jeon, I.K. Kim and B.K. Byun. 2013. Elevational insect community monitoring of Mt. Baekun-san and neighboring areas. *Congress papers of Korean Society of Applied Entomology* **2013**: 240. (in Korean)
- Summerville, K.S. and T.O. Crist. 2002. Effects of timber harvest on forest Lepidoptera: community, guild, and species responses. *Ecological Applications* **12**: 820-835.
- Summerville, K.S., E.H. Metzler and T.O. Crist. 2001. Diversity of Lepidoptera in Ohio forests at local and regional scales: how heterogeneous is the fauna? *Annals of the Entomological Society of America* **94**: 583-591.
- Woo, G.S. and G.S. Cho. 1990. Insect fauna of Mt. Baekun-san (I). *Bulletin of the Seoul National University Forests* **26**: 14-18. (in Korean)