

제주도 한라산 나비군집 모니터링^{1a}

김도성^{2*}·박성준³·김동순⁴·조영복⁵·이영돈⁶·안능호⁷·김기경⁷·서홍렬⁷·차진열³

Monitoring of the Butterfly Communities inhabited of Mt. Hallasan, Jeju island, Korea^{1a}

Do-Sung Kim^{2*}, Seong-Joon Park³, Dong-Soon Kim⁴, Young-Bok Cho⁵, Yeong-Don Lee⁶, Nung-Ho Ahn⁷,
Ki-Gyoung Kim⁷, Hong-Yul Seo⁷, Jin-Yeol Cha³

요 약

제주도 한라산은 나비 학자들로부터 주요 관심의 대상지로 남방계와 북방계의 나비가 서식하고 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 2013년 5월부터 9월까지 월별로 선조사법으로 모니터링하여 각 구간별 나비군집과 유사도를 분석하고 과거 기록과 비교하여 고도분포의 변화를 살펴보았다. 그 결과 총 5과 26종 3,397개체의 나비류가 조사되었다. 이 중 상위 4종(가락지나비, 산굴뚝나비, 먹그늘나비, 조흰뺨나비)가 2,578개체(75.9%)로 높은 비율을 차지하여 한라산의 나비는 초지대에서 서식하는 특정종의 비율이 매우 높은 것으로 나타났다. 한라산 나비 유사도는 교목층의 수관부와 열린 초지대와 같은 단일경관지역보다는 수관부와 열린 초지 공간이 함께 있는 지역에서 유사도가 높게 나타나고 있다. 고도별 나비분포는 해발 1,665~1,700m에서 가장 많은 종수와 개체수가 관찰되어 한라산 백록담 아래에 형성된 열린 초지공간이 주요 서식지로 나타났다. 또한 아고산대에 서식하던 종들은 고도가 좀 더 높은 쪽으로 이동하고 낮은 지역에 서식하던 종들이 새롭게 아고산대에서 관찰되는 것으로 나타났다.

주요어: 기후변화, 고도변화, 선조사법

ABSTRACT

Mt. Hallasan in Jeju do has been well known as a habitat for both northern and southern limited butterflies and attracts the interests of many lepidopterists. In this study, the line transect method was used to monitor the community and similarity of butterflies monthly monitoring from May to September 2013, and the results were compared with the previous data. Through monitoring, 3,397 individuals in 26 species of 5 families were found in the present study. The monitored individuals belonging to 4 species (*Aphantopus hyperantus*, *Eumenis autono*, *Lethe diana* and *Melanargia epimede*) was 2,578 (75.9%), showing the prevalent species among the

1 접수 2014년 10월 11일, 수정 (1차: 2014년 12월 5일), 게재확정 2014년 12월 6일

Received 11 October 2014; Revised (1st: 5 December 2014); Accepted 6 December 2014

2 생물보전연구소 The Institute for Conservation of Wild Species, 1331 Sanna-ro, Dong-gu, Daejeon 300-220, Korea

3 국립생태원 National Institute of Ecology, 1210 Geumgang-ro, Maseo-myeon, Seocheon-gun, Chungcheongnam-do, 325-813, Korea

4 제주대학교 생명자원과학대학(SARI) 식물자원환경전공 Faculty of Bioscience and Industry, College of Applied Life Science, SARI, Jeju Nat'l. Univ., Jeju 690-756, Republic of Korea

5 한남대학교 자연사박물관 Natural History Museum, Hannam University, Ojeong-dong, Daejeon 306-791, Korea

6 세계유산-한라산연구원 World Heritage and Mt.Hallasan Research Institute, Jeju Special Self-Governing Province, 690-816, Korea

7 국립생물자원관 National Institute of Biological Resources, Incheon 404-708, Korea

a 이 논문은 전국자연환경조사와 국립생물자원관 과제번호 NIBR No. 2013-02-010의 연구비 지원으로 수행된 연구임.

* 교신저자 Corresponding author : Tel: 042) 626-1900, Fax: 042) 238-8736, E-mail: bremeri2000@hanmail.net

butterflies observed in the grassy area of the Mt. Hallasan. The butterflies inhabiting Mt. Hallasan showed higher similarity in the area where the open grassy space and the crowns of tree layer coexist than in landscape consisting of solely the tree layer or open grassy space. The habitation of butterflies by heights showed the altitudes between 1,665 to 1,700 m, located beneath the Baekrokdam (the crater) of Mt. Hallasan, possessed the most species and individuals. And it was also observed that the species that previously inhabited the subalpine zone moved to the area of higher altitudes together with the species that previously inhabited rather lower altitudes than the subalpine zone.

KEY WORDS: CLIMATE CHANGE, ALTITUDE CHANGE, LINE TRANSECT METHOD

서론

한라산은 한반도 북부지역에 분포하는 나비가 다수 서식하고 있어 나비를 연구하는 학자들의 관심 대상 지역이다. 일반적으로 한라산과 같이 높은 산지는 저지대에 비해 식생 등 자연환경이 고도와 경사에 따라 다양하게 존재하여 특정 환경에 적응한 동물들이 나타나고 있으며, 인간의 활동이 활발한 저지대에 비해 생물다양성이 높게 나타나고 있다(Lomolino, 2001).

현재까지 제주도 곤충에 대한 연구는 좁은 면적과 격리된 섬 그리고 이동의 제한 때문에 채집지를 정확하게 쓰기 보다는 제주도 또는 한라산 이라는 통합적인 의미로 기록하였으며, 지리적인 특성으로 인하여 장기간 조사하기 보다는 단기간에 채집한 표본을 이용하였다(Jeong, 2006). 이 중 나비 연구는 다른 분류군에 비하여 비교적 자세히 조사되어 남방계 나비가 해풍을 따라서 유입되는 길목에 있는 동시에 북방계의 나비가 한라산 고산지대에 남아 있는 독특한 지역이다(JESRI, 1988; Kim, 2000; Joo and Kim, 2002; Kim, 2012). 특히 한반도의 북부 지역에 분포하는 산골뚝나비(*Hipparchia autonoe*), 함경산뱀눈나비(*Oeneis urda*), 가락지나비(*Aphantopus hyperantus*), 산꼬마부전나비(*Plebejus argus*)는 남한지역에서는 한라산 고산지대에서 유일하게 분포하고 있다(Seok, 1973; Kim, 1976). 최근 한라산 나비에 관한 모니터링에서 한라산에 서식하는 나비의 분포와 개체수 변화는 아직 일어나지 않은 것으로 보고된바 있다(Kim et al., 2013b).

그러나 한라산은 1970년 국립공원으로 지정되면서 정규 등산로를 제외하면 출입제한 구역이 많아 이 지역에 서식하는 나비상의 조사에 한계를 보이고 있다. 또한 조사 시기 역시 연중 월별로 이루어지기 보다는 각 연구자가 간헐적으로 실시한 조사결과를 바탕으로 하여 분석함으로써 여러 의문점을 해소하기에는 부족하였다.

최근 지구 온난화에 따른 유럽의 나비상 변화에서 북방계

열의 나비는 점차 북상하고, 남방계열의 나비의 분포 범위가 넓어지고 있는 것으로 보고되고 있다(Thomas et al., 2001; Parmesan et al., 1999). 또한 국내의 연구에서도 기후변화에 따른 나비상의 변화 결과는 유럽과 비슷한 경향을 보이고 있는 것으로 나타나고 있다(Kwon et al., 2010; Park et al., 2014).

이에 본 연구는 한라산 고산지대에 서식하는 나비를 연구하기 위하여 한라산국립공원의 영실(1,280m)에서 백록담(1,950m)에 이르는 지역을 식생변화와 고도차를 기준으로 구간을 설정하여 월별 모니터링을 실시함으로써 한라산 고산지대에 서식하는 나비 출현양상을 확인하고, 최근 기후온난화 및 기후변화에 관련이 있는 종들의 고도별 분포변화를 과거 기록과 비교하였다.

연구방법

1. 조사지 현황 및 지점

제주도 한라산은 해발고도에 따라서 난대, 온대, 한대에 이르는 기후대의 수직 분포를 이루고 있으며 특히 한라산 천연보호구역을 중심으로 하는 산간지역은 아한대기후대 특성을 보이는 지역으로 이들 지역의 연평균 기온은 5.3~10.9℃를 유지하고 있다(Kang, 2006).

나비 모니터링 지역은 한라산을 하루에 조사할 수 있도록 등반구간이 가장 짧은 영실을 시작지점으로 하여 가장 높은 고도인 백록담을 마지막 구간으로 하였다. 나비의 분포는 경관이나 식생 그리고 먹이식물과 흡밀식물에 따라서 성충의 선호 공간이 달라지고 있으며(Kim et al., 2012), 해발 고도가 상승할수록 온도가 낮아져 나비의 종 구성이 달라질 가능성이 있다. 따라서 한라산 나비모니터링 구간의 설정은 식생의 변화가 뚜렷하게 나타난 지역이나 고도가 100m 이상 차이 나는 곳에서 구간을 나누었으며(Fig. 1) 구간별 특징은 Table 1과 같다.

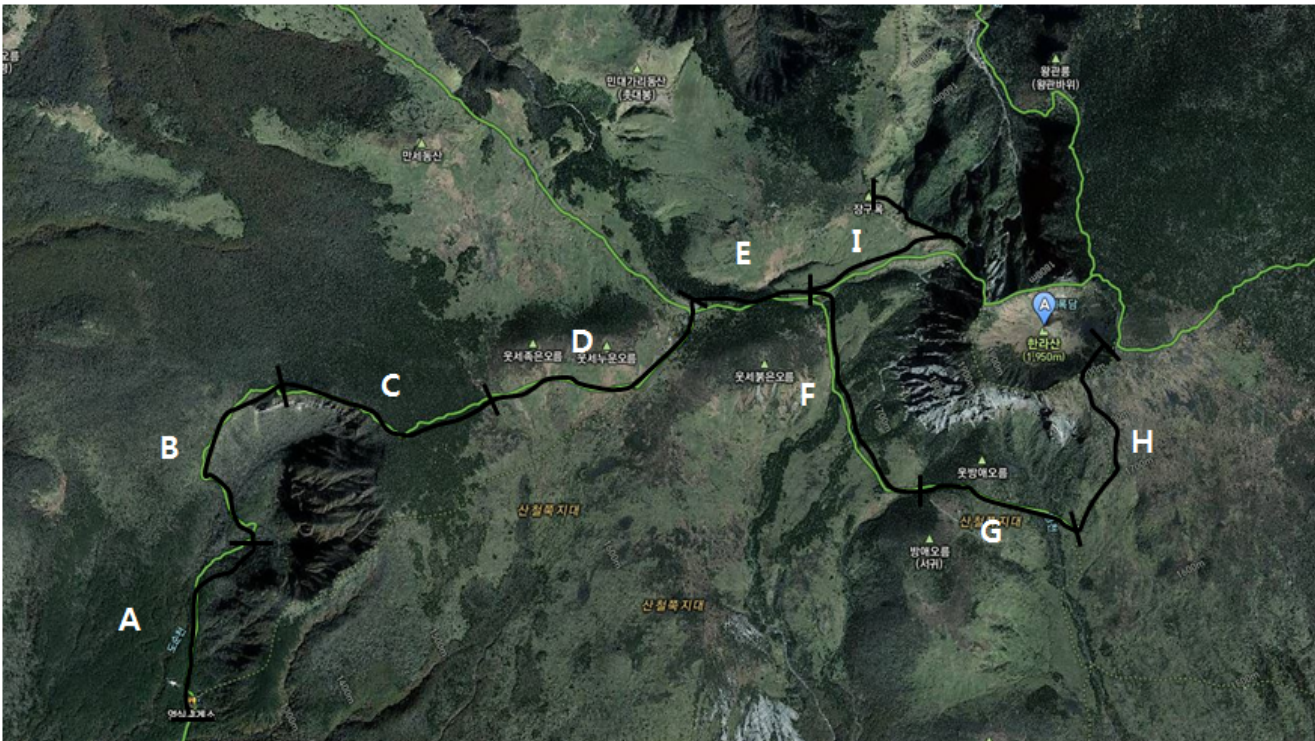


Figure 1. The studied sites located in Mt. Hallasan (1,280~1,950m)

Table 1. Characteristics of butterflies monitoring areas in Mt. Hallasan

Section (length, (m))	Altitude (m)	Major habitats and key features
A (758)	1,280~1,334	canopy, larval foodplants such as <i>Sasa quelpaertensis</i>
B (742)	1,334~1,500	canopy, sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> , and <i>Sasa quelpaertensis</i>
C (1,010)	1,500~1,655	canopy, sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> , and <i>Sasa quelpaertensis</i>
D (970)	1,655~1,678	sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> and <i>Sasa quelpaertensis</i> , recovery plant (<i>Festuca ovina</i>)
E (400)	1,678~1,700	canopy, larval foodplants such as <i>Sasa quelpaertensis</i>
F (1,000)	1,700~1,700	sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> and <i>Sasa quelpaertensis</i> , recovery plant (<i>Festuca ovina</i>)
G (690)	1,700~1,600	sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> and <i>Sasa quelpaertensis</i>
H (810)	1,600~1,950	sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> , recovery plant (<i>Festuca ovina</i>)
I (747)	1,700~1,804	sunny conditions, larval foodplants such as <i>Festuca ovina</i> and <i>Sasa quelpaertensis</i> , recovery plant (<i>Festuca ovina</i>)

2. 조사방법

나비 모니터링 지역은 해발고도가 1,280m 이상의 고지대로 3~4월과 10월 이후에는 기온이 낮아 나비의 출현이 억제되므로 모니터링 시기를 5월부터 9월까지로 하였으며,

월 1회씩 날씨가 맑은 날을 선택하여 조사하였다.

조사방법은 조사지에서 경관이나 식생의 변화에 따라서 나누어진 구간을 도보로 이동하면서 좌우 반경 5m 내에서 관찰되는 종의 개체수를 세는 방법으로, 짧은 시간동안 대상지역의 나비를 조사할 수 있는 선조사법을 이용하였다

(Pollard and Yates, 1993). 나비 동정은 육안동정을 기본으로 하였으나 동정이 어려운 종은 포충망을 이용하여 포획-동정-방사하였다.

3. 자료 분석

자료분석은 각 구간과 월별로 우점도 지수 D (Simpson, 1949)와 다양도 지수 H' (Pielou, 1975)를 산출하여 비교 분석하였다.

$$\text{우점도 지수는 } D = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

N = 출현종 전체 개체수, n_i = i 번째 종 개체수로 계산되며

$$\text{다양도 지수는 } H' = - \sum p_i \ln p_i$$

p_i = i 번째 개체수를 총 개체수로 나눈 값으로 계산하였다.

그리고 유사도 지수는 단일 지역 내에서 각 구간에서 출현하는 나비의 종 구성은 비슷하므로 유사도는 종의 개체수가 중요한 변수로 작용한다. 따라서 비교 대상구간에서 동일종의 출현 유무보다는 개체수가 반영된 백분율 유사도지수(proportional similarity)를 이용하였다(Elzing et al., 2001).

유사도 지수는 $C\% = \Sigma(\text{lower \% values for shared species})$ 로 계산하였다.

고도별 나비분포 분석은 모니터링 구간을 기준으로 1,280m부터 1,950m까지 6단계로 나누어 정리하였다. 고도별 단계의 구분은 나비 모니터링 구간을 참고로 하여 나누었는데, 일반적으로 나비 모니터링 구간은 경관이나 식생을 중심으로 식물군집 구조와 이에 따른 광도에 따라서 나누고 있다(Pollard and Yates, 1993). 따라서 나비는 일률적인 고도차보다는 식물 군집에 따른 먹이식물과 흡밀식물에 영향을 받고 있으므로 이를 기준으로 하였다(Kim et al., 2012).

한라산 나비모니터링 코스는 조사 종점지역으로 갈수록 고도가 일률적으로 상승하는 것이 아니라 영실에서 장구목까지는(A∞E, I) 고도가 상승하다가, 백록담 남벽 아래로 돌아가는 코스인 F, G 구간은 고도가 다시 낮아진다. 그리고 단일 경관으로 이루어진 H 구간은 1,600~1,900m의 고도차를 보이고 있어 H 구간의 고도별 나비 모니터링 데이터를 100m 고도차를 기준으로 세 구역으로 나누어 정리하였다(Table 1). 이렇게 각각의 고도별로 출현한 나비 종들을 정리하여, 제주도의 나비를 고도별로 나타낸 JESRI (1988)

과 Kim (2000)의 조사결과와 비교분석하였다.

결 과

1. 한라산 고산지대 나비 출현종

2013년 모니터링 결과 총 5과 26종 3,397개체가 발견되었으며, 이중 네발나비과가 17종, 부전나비과 3종, 호랑나비과, 흰나비과, 팔랑나비과가 각각 2종을 차지하였다(Table 2). 월별 출현 현황은 8월에 22종 1,290개체를 보여 가장 많은 종수와 개체수를 보였고, 5월이 3종 216개체로 가장 낮았다. 따라서 한라산 고산지대 나비의 월별 출현양상은 8월까지 점차 종수와 개체수가 늘어나다가 9월부터 감소하는 것으로 나타나고 있다. 특히 월별로 특정종의 출현 양상이 두드러지게 나타나고 있는데, 5월에는 함경산뱀눈나비와 도시처녀나비, 7월에는 가락지나비와 산굴뚝나비, 8월에는 먹그늘나비와 조흰뱀눈나비가 우점하는 것으로 나타났다.

구간별 나비 출현양상은 H(남벽통계소부터 백록담구간) 구간에서 17종 1,034개체로 가장 많은 종수와 개체수를 나타내고 A(영실-해발 1,334m) 구간에서 5종 50개체로 가장 적었다(Table 2).

종 순위별 개체수는 가락지나비 855개체(25.2%), 산굴뚝나비 692개체(20.4%), 먹그늘나비 591개체(17.4%), 조흰뱀눈나비 440개체(13.0%)로 나타나 이들 4종이 2,578개체(75.9%)를 차지하였다. 그리고 5개체 미만은 10종 27개체(0.8%)로 나타났다. 따라서 한라산 고산지대에 서식하는 나비는 초지대에서 서식하는 특정종의 비율이 매우 높고 북방계열의 나비인 가락지나비와 산굴뚝나비가 우점하는 것으로 나타났다.

2. 다양도, 우점도 및 유사도

월별 다양도 지수는 5월에 낮았으며 6월부터 9월까지의 상대적으로 높게 유지되었다(Fig. 3). 반면 월별 우점도 지수는 5월에 높았으며, 그 후 점차 감소하는 양상을 보였다. 구간별 다양도 지수는 A 구간이 낮았고 B, C, D, F 구간은 상대적으로 높게 유지되다가 G, H, I 구간은 다소 감소하였다. 우점도 지수는 A 구간에서 상대적으로 높았고, B 구간부터 감소하다가 F 구간부터는 약간 증가하였다.

구간별 유사도 지수는 한라산 백록담 아래의 남서쪽 구간으로 이어지고 고도의 변화가 적은 H와 I구간이 가장 높은 값을 보였으며, 고도가 낮고 교목층의 숲길로 이루어진 A 구간과 열린 공간을 이루고 초지대로 이루어진 윗세오름 D 구간이 가장 낮았다(Table 3). 또한 사초과 식물과 시로

Table 2. Butterflies observed along highland routes (length 7.12km) in Mt. Hallasan (1,280~1,950m)

Species name / Korean name	Month					Section									Total
	May	Jun	Jul	Aug	Sep	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Papilionidae 호랑나비과															
<i>Papilio machaon</i> 산호랑나비			10	8			4		3		1	4	6		18
<i>P. bianor</i> 제비나비		1	3	8			4		4	4					12
Pieridae 흰나비과															
<i>Colias erate</i> 노랑나비	1			2					1		1	1			3
<i>Pieris napi</i> 줄흰나비		3	22	56		1	55	14		2	3		6		81
Lycaenidae 부전나비과															
<i>Plebejus argus</i> 산꼬마부전나비			9	3			1		7	2			2		12
<i>Favonius taxila</i> 산녹색부전나비				3		3									3
<i>Chilades pandava</i> 소철꼬리부전나비				1	1			1	1						2
Nymphalidae 네발나비과															
<i>Hipparchia autonoe</i> 산굴뚝나비			481	211			1		7	29	17	5	317	316	692
<i>Minois dryas</i> 굴뚝나비				1									1		1
<i>Coenonympha hero</i> 도시처녀나비	65	95					9	25	62	20	12	12	20		160
<i>Oeneis urda</i> 함경산뱀눈나비	150									11	17	19	52	51	150
<i>Aphantopus hyperantus</i> 가락지나비			792	63			2	17	26	41	25	21	499	224	855
<i>Melanargia epimede</i> 조흰뺨눈나비			131	309			40	68	67	37	91	92	45		440
<i>Lopinga achine</i> 눈많은그늘나비			24	16				8	12	7	10	2	1		40
<i>Lethe diana</i> 먹그늘나비		35	86	443	27	41	56	41		12	113	278	37	13	591
<i>Parantica sita</i> 왕나비			6	11	7	4	2	1				1	9	7	24
<i>Polygonia c-aureum</i> 네발나비					2			2							2
<i>Kaniska canace</i> 청띠신선나비			3	1	1		2						3		5
<i>Vanessa indica</i> 큰멋쟁이나비		1	10	1	7	1	3	4	2		1	2	6		19
<i>V. cardui</i> 작은멋쟁이나비				1	1		1			1					2
<i>Argynnis niobe</i> 은점표범나비		2	62	115	5		16	10	40	30	9	8	21	50	184
<i>A. paphia</i> 은줄표범나비			9	18				6	21						27
<i>A. laodice</i> 흰줄표범나비			2		1			1			2				3
<i>A. hyperbius</i> 암끝검은표범나비			2	2						1		1	2		4
Hesperiidae 팔랑나비과															
<i>Hesperia florinda</i> 꽃팔랑나비			50	15					7	7	3	22	11	15	65
<i>Parnara guttata</i> 줄점팔랑나비				2						2					2
Number of individuals	216	137	1,702	1,290	52	50	196	198	260	206	305	468	1,038	676	3,397
Number of species	3	6	17	22	9	5	14	13	14	15	14	14	17	7	26

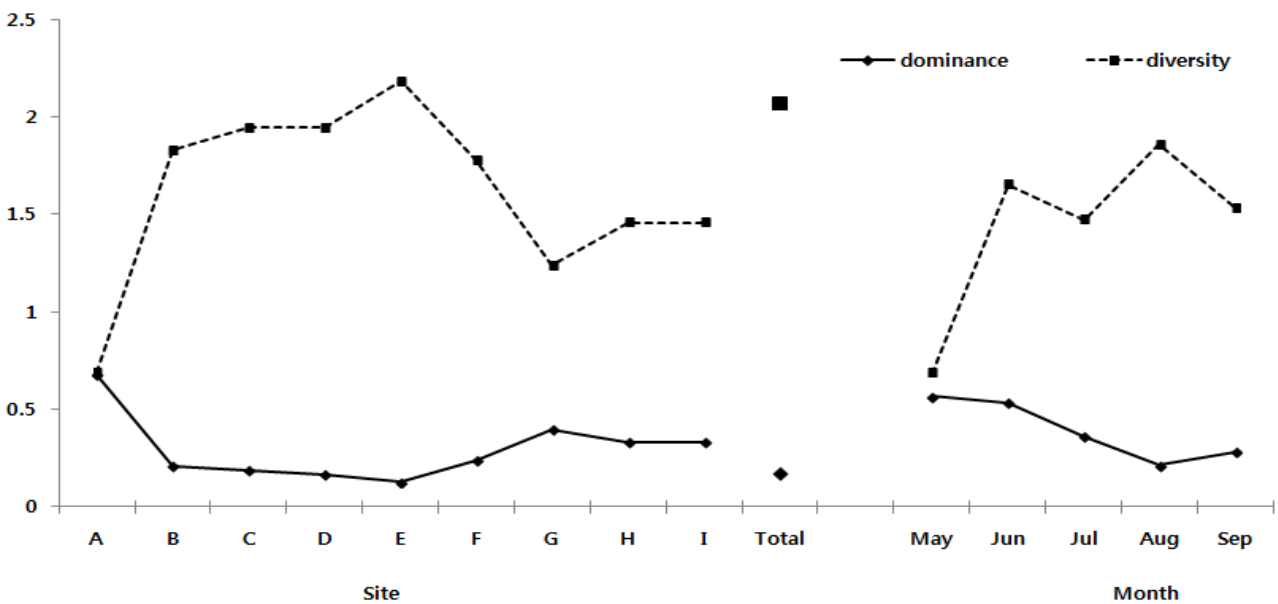


Figure 3. Dominance and diversity values of butterfly in Mt. Hallasan

Table 3. Similarity value of each sections in Mt. Hallasan

	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0.331	0.252	0.007	0.068	0.383	0.598	0.047	0.029
B		0.608	0.386	0.419	0.602	0.555	0.156	0.118
C			0.602	0.515	0.707	0.467	0.225	0.160
D				0.635	0.487	0.341	0.211	0.223
E					0.550	0.417	0.529	0.508
F						0.728	0.329	0.271
G							0.243	0.156
H								0.745

미, 제주조릿대와 같은 크기가 작은 관목으로 이루어진 해발고도 1,700~1,800m인 장구목(I 구간)과 다른 구간과는 유사도가 전반적으로 낮게 나타났다.

3. 고도별 나비 분포

고도별 나비분포에서 해발 1,665~1,700m에서 가장 많은 종수와 개체수가 관찰되었다. 이와 같은 고도는 한라산 백록담을 중심으로 형성된 열린 초지공간으로 가장 넓은 면적이다. 또한 이 구간은 열린 초지대와 더불어 국지적인 장소에서 교목과 관목이 자라고 있어 다양한 종들의 서식처 역할을 하는 것으로 보인다. 1,700~1,800m의 장구목 지역은 조릿대와 초지로 이루어져 경관이 단순하고 해발 고도가 높아 다양한 종 보다는 이곳에서 적응된 가락지나비와 산굴뚝나비가 주로 서식하는 것으로 나타났다. 그리고 1,800~1,950m까지는 가장 적은 종수가 기록되었으며 이곳 역시 장구목과 같이 산굴뚝나비와 가락지나비가 군집으로 서식하는 것으로 나타났다(Table 4).

한라산 고도별 나비 분포에서 저지대부터 정상부까지 분포하는 종은 왕나비, 제비나비, 조흰뺨눈나비, 암끝검은표범나비, 산호랑나비로 나타났고, 정상부 초지대(1,500m 이상)에만 분포하는 종으로는 함경산뺨눈나비, 가락지나비, 산굴뚝나비, 산꼬마부전나비로 나타났다. 이외에도 근래에 제주도에 들어와 주로 저지대에서 관찰되고 있는 소철꼬리부전나비가 윗세오름까지 올라와 꽃에서 꿀을 먹는 것이

관찰되었다.

고도별 나비 분포의 변화에서는 주로 저산지에 분포하는 굴뚝나비, 네발나비, 노랑나비, 줄점팔랑나비가 2000년대 이후 해발 1,700m 이상에서도 관찰되고 있어 이들 나비는 점차 한라산의 고지대에서 적응하여 서식할 것으로 예상된다. 특히 굴뚝나비는 산굴뚝나비와 경쟁 종으로 보여 개체군 변화에 대하여 모니터링이 필요하다. 그리고 주로 해발 고도가 높은 산지에서 생활하는 산꼬마부전나비, 산굴뚝나비, 함경산뺨눈나비, 가락지나비의 서식 고도는 점차 높아지고 있는 것으로 나타나고 있다(Table 5).

고찰

현재까지 한라산의 나비상에 관한 조사는 지리적 여건으로 인하여 연구자들이 대부분 부정기적인 조사와 조사지점의 변동 등으로 인하여 체계적으로 조사되지 못하였다. 특히 대부분의 연구자들이 한라산 고산지대에서 서식하는 산굴뚝나비, 가락지나비, 함경산뺨눈나비, 산꼬마부전나비 등이 주요 관심대상으로 이 종들을 중심으로 제한적인 조사가 진행되어 왔다.

한라산의 나비 중 산굴뚝나비는 환경부 멸종위기종 I급, 천연기념물로 지정되어 있어 수직고도 분포에 관한 여러 연구가 있었지만, 각 연구자들의 채집기록은 1,300~1,600m로 차이를 보이고 있었다(JESRI, 1988; Kim, 2000; Bae, 2011). 그러나 이번 조사에서는 1,500m 이상의 고도

Table 4. The distribution of highly specific butterfly in Mt. Hallasan

Altitude (m)	No. of species	No. of individuals (%)
1,280-1,334	5	50 (1.5)
1,334-1,500	14	196 (5.8)
1,500-1,665	13	297 (8.7)
1,665-1,700	22	1,245 (36.6)
1,700-1,800	9	676 (19.9)
1,800-1,950	8	933 (27.5)
Total	26	3,397

Table 5. Butterfly distribution by height of Mt. Hallasan

Species name / Korean name	JESRI (1988) (m)	Kim (2000) (m)	2013 Survey (m)
Papilionidae 호랑나비과			
<i>Papilio machaon</i> 산호랑나비	0-1,950	0-1,950	1,280-1,950
<i>P. bianor</i> 제비나비	0-600	0- 800	1,334-1,700
Pieridae 흰나비과			
<i>Colias erate</i> 노랑나비	0-1,100	0-1,800	1,655-1,900
<i>Pieris napi</i> 줄흰나비	0-1,950	0-1,950	1,280-1,900
Lycaenidae 부전나비과			
<i>Plebejus argus</i> 산고마부전나비	1,000-1,950	1,400-1,950	1,334-1,800
<i>Favonius taxila</i> 산녹색부전나비	900-1,400	1,000-1,800	1,280-1,334
<i>Chilades pandava</i> 소철꼬리부전나비			1,550-1,678
Nymphalidae 네발나비과			
<i>Hipparchia autonoe</i> 산굴뚝나비	1,600-1,950	1,300-1,950	1,500-1,950
<i>Minois dryas</i> 굴뚝나비	0-1,600	0-1,800	1,700-1,900
<i>Coenonympha hero</i> 도시처녀나비	1,000-1,400	1,000-1,800	1,334-1,800
<i>Oeneis urda</i> 함경산뱀눈나비	1,100-1,800	1,500-1,800	1,678-1,950
<i>Aphantopus hyperantus</i> 가락지나비	1,400-1,950	1,200-1,950	1,334-1,950
<i>Melanargia epimede</i> 조흰뱀눈나비	900-1,950	1,000-1,950	1,334-1,950
<i>Lopinga achine</i> 눈많은그늘나비	1,400-1,950	1,300-1,800	1,500-1,700
<i>Lethe diana</i> 먹그늘나비	600-1,600	0-1,800	1,280-1,800
<i>Parantica sita</i> 왕나비	0-1,950	0-1,950	1,280-1,950
<i>Polygonia c-aureum</i> 네발나비	0- 700	0- 800	1,500-1,655
<i>Kaniska canace</i> 청띠신선나비	0-1,300	0-1,800	1,334-1,800
<i>Vanessa indica</i> 큰멋쟁이나비	0-1,950	0-1,950	1,280-1,800
<i>V. cardui</i> 작은멋쟁이나비	0-1,950	200-1,950	1,334-1,700
<i>Argynnis niobe</i> 은점표범나비	0-1,950	600-1,950	1,334-1,900
<i>A. paphia</i> 은줄표범나비	0-1,950	0-1,950	1,500-1,700
<i>A. laodice</i> 흰줄표범나비	0-1,950	0-1,950	1,500-1,700
<i>A. hyperbius</i> 암끝검은표범나비	0-1,950	0-1,950	1,678-1,900
Hesperiidae 팔랑나비과			
<i>Hesperia florinda</i> 꽃팔랑나비	600-1,950	1,800-1,950	1,655-1,800
<i>Parnara guttata</i> 줄점팔랑나비	0-1,500	0- 600	1,678-1,700

에서 관찰되고 있어 기존의 문헌 기록과 고도의 변화가 있는 것으로 나타났다.

이번 연구에서 한라산 고산지대 초지에서 분포하는 나비들은 점차 높은 고지대로 이동하고, 개체 밀도의 변화 역시 고지대 쪽에 많은 개체가 서식하고 있는 것으로 나타나고 있다. 그러나 Kim et al.(2013b)의 연구에서 유존종의 변화는 없다고 하였으나 이는 조사가 고도별 조사가 아닌 분포 여부로 이루어져 종의 이동현상에 대해서 평가하지 않은 결과로 판단된다. 국외에서는 체코의 나비가 기온 상승으로 인하여 해발고도 좀 더 높은 쪽으로 이동한 것으로 보고되고 있다(Konvicka et al., 2003).

북방계열의 나비인 함경산뱀눈나비, 가락지나비, 산굴뚝나비 개체군의 분포지 이동은 이번 조사결과를 통하여 점차 고도가 높은 쪽으로 이동하고 있어 변화가 감지되고 있다.

이런 개체군 밀도의 고도별 변화는 이번에 선정한 나비 모니터링 구간에서만 아니라 한라산 백록담을 중심으로 고도가 낮아질수록 다른 지역의 개체수가 감소하고 있는 것으로 나타나고 있다(Kim et al., 2013a).

이번 연구는 한라산 나비 분포에 관하여 5월부터 9월까지 월별로 구간을 따라서 모니터링 함으로서 고산지대 나비 군집에 관하여 비교분석할 수 있는 기초자료가 확보되었다. 또한 이번 조사 결과에서 산지에 서식하는 종들이 점차 고도가 높은 지역으로 이동하고 저산지역에서 서식하던 종들이 고산지역에서 관찰되고 있어 나비 군집구조에 변화가 예측된다. 따라서 이번 자료는 추후 지속적인 모니터링이 진행되면 서식지 환경의 변화는 물론 기후 변화의 영향을 분석할 수 있는 자료로 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

감사의 글

이번 연구를 위하여 도움을 주신 한라산국립공원관리사무소에 감사드립니다.

REFERENCES

- Bae, Y.J.(2011) Intensive field survey and development of assessment techniques of red list category for endangered and rare inland invertebrates in the Korean peninsula. Ministry of Environment. (in Korean with English Abstract)
- Elzing, C.L., D.W. Salzer, J.W. Willoughby and J.P. Gibbs(2001) Monitoring plant and Animal populations. Blackwell Science.
- Jeju Education and Science Research Institute(JESRI)(1988) Butterfly of Cheju Island. (in Korean)
- Jeong, S.H.(2006) Insect fauna of Mt. Halla. pp. 171-212 In. ed. Research Institute for Mt. Halla, Jeju Special Self-Governing Province. Report of survey and study of Hallasan natural reserve. (in Korean with English Abstract)
- Joo, H.Z. and S.S. Kim(2002) Butterflies of Jeju Island. Junghaengsa Co. (in Korean)
- Kang T.J.(2006) Climate characteristics of Hallasan natural reserve. pp. 33-42 In. ed. Research Institute for Mt. Halla, Jeju Special Self-Governing Province. Report of survey and study of Hallasan natural reserve. (in Korean with English Abstract)
- Kim, C.W.(1976) Distribution atlas of insects of Korea. Korea University Press.
- Kim, D.S., Y.B. Cho and J.C. Jeong(2012) Effects of host plant, nectar plant and vegetation types on butterfly communities. Kor. J. Appl. Entomol. 51: 331-342. (in Korean with English Abstract)
- Kim, D.S., Y.B. Cho and D.S., Kim(2013a) Studies on the habitat conservation and restoration of two endangered species, *Eumenes autonoe* and *Parnassius bremeri*. National Institute of Biological Resources. (in Korean with English Abstract)
- Kim, S.H.(2000) Study on the monthly distribution of suborder rhopalocera by the altitude in Cheju Island. Cheju National University. (in Korean with English Abstract)
- Kim, S.S.(2012) Life histories of Korean butterflies. Sakuejul. (in Korean)
- Kim, S.S., C.M. Lee and T.S. Kwon(2013b) Abundance and population stability of relict butterfly species in the highlands of Mt. Hallasan, Jeju island, South Korea. Korean. J. Appl. Entomol. 52: 273-281. (in Korean with English Abstract)
- Konvicka, M., Maradova, M., Benes, J., Z. Fric, and P. Kepka(2003) Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. Global Ecol. Biogeogr. 12: 403-410.
- Kwon, T.S., Kim, S.S., Chun, J.H., Byun, B.K., J.H. Lim and J.H. Shin(2010) Changes in butterfly abundance in response to global warming and reforestation. Environ. Entomol. 39: 337-345.
- Lomolino, M.V.(2001) Elevation Gradients of Species-Density: Historical and Prospective Views. Global Ecology and Biogeography 10: 3-13.
- Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J.K., Thomas, C.D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W.J., J.A. Thomas and M. Warren (1999) Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. Nature 399: 579-583.
- Park, S.J., Park, D.S., N.R. Kim and D.S. Kim(2014) Habitat distributional change of the large copper, *Lycaena dispar* (Lepidoptera: Lycaenidae), on the Korean Peninsula: Studies along the Geum River. Journal of Asia-Pacific Entomology 17: 245-250.
- Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. Wiley, New York.
- Pollard, E. and T.J. Yates(1993) Monitoring butterflies for ecology and conservation. Chapman and Hall.
- Seok, D.M.(1973) The distribution maps of butterflies in Korean. Jojinjae Pub. Co., Seoul (in Korea)
- Simpson, E.H.(1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688-688.
- Thomas, C.D., Bodsworth, E.J., Wilson, R.J., Simmons, A.D., Davies, Z.G., M. Musche and L. Conradt(2001) Ecological and evolutionary processes at expanding range margins. Nature 411: 557-581.