

굴업도의 나비군집과 멸종위기종 왕은점표범나비의 우점현상

김성수¹ · 이철민^{2*} · 권태성²

¹서울 강동구 암사 3동 293-27 동아시아환경생물연구소, ²서울 동대문구 회기로 57 국립산림과학원 산림생태연구과

The Butterfly Community in Is. Guleopdo, Korea and the Dominance of the Endangered Species *Argynnis nerippe*

Sung-Soo Kim¹, Cheol-Min Lee^{2*} and Tae-Sung Kwon²

Research Institute for East Asian Environment and Biology, 293-27, Amsa 3 dong, Gangdong-gu, Seoul

¹Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, 57 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul

ABSTRACT: Although Guleopdo is small island of only 1.71 km², the endangered butterfly species, *Argynnis nerippe*, is abundant there. This study was carried out to estimate the abundance of *A. nerippe* in Guleopdo, using quadrat, mark-recapture, and line-transect methods. Although the study was insufficient, the population size was estimated at 4,467 to 6,700 larvae and approx. 1,000 adults. *A. nerippe* was the most abundant among butterfly species in Guleopdo, and it comprised 32% of the total butterflies. A total of 28 butterfly species were observed in this study, and 3 species of these species were migrating species. When the abundance of *A. nerippe* throughout the country during the period from 1938 to 2010 was studied, we found that it decreased abruptly in the 2000s. Presently, *A. nerippe* inhabits a few locations in the mid-northern region and western islands. The relatively high numbers of *A. nerippe* in Guleopdo was due to conservation of natural grasslands and grazing of livestock, which provides adequate habitat for this species.

Key words: Conservation, Development, Butterfly fauna, Golf course, Korea

조 록: 굴업도는 면적 1.71 km²의 작은 섬이지만 멸종위기종인 왕은점표범나비가 많이 서식하고 있다. 이 연구는 굴업도에서 왕은점표범나비의 서식실태 파악을 위해 2010년에 방형구법, 표시-포획법과 선조사법으로 조사하였다. 조사가 충분하지 않았지만, 왕은점표범나비의 유충은 4,467마리 또는 6,700마리, 성충은 약 1,000마리가 서식하는 것으로 추정되었다. 왕은점표범나비는 최우점종으로 전체 나비 개체수의 32%를 차지하였다. 또한 총 28종의 나비가 발견되었고, 이 중 3종은 미접이었다. 1938년부터 2010년까지 전국의 왕은점표범나비 분포지를 시대별로 비교한 결과 2000년대 이후 급감하였으며, 현재 중북부 지역과 서해 도서지역에 제한적으로 서식하는 것으로 나타났다. 굴업도에서 왕은점표범나비가 많이 서식하는 것은 자연상태의 초지가 많으며, 가축의 방목이 적당한 서식처를 제공하기 때문이다.

검색어: 보존, 개발, 나비상, 골프장, 한국

왕은점표범나비는 티베트 동부, 중국, 우수리, 아무르, 한국과 일본에 분포하는 전형적인 동아시아 고유종의 하나이다 (Fukuda *et al.*, 1983; Kim, 2002). 왕은점표범나비의 서식환경은 주로 숲 주변과 하천의 둑, 경작지 등의 초지이지만(Kim, 2002), 이런 환경은 도시개발, 골프장 건설, 농업 기계화, 경작지

정리 등에 따라 급격히 감소했다. 근래에는 서식처 감소로 한국 뿐 아니라 일본에서도 많은 지역에서 사라졌다(Hama *et al.*, 1989; Fukuda, 1997; 2006). 왕은점표범나비의 주 분포지역인 한국과 일본에서의 급격한 감소는 종 보전에 심각한 위협이 된다. 왕은점표범나비가 내륙지역에서는 급감하였지만 굴업도에는 아직 왕은점표범나비가 많이 서식하고 있다(Bae *et al.*, unpublished observation). 따라서 굴업도 개체군에 대한 서식실태의 파악이나 개체군 보전노력이 필요하다.

굴업도는 육지에서 90 km 떨어진 면적 1.71 km²의 작은 섬이

*Corresponding author: kr-chulmin@hanmail.net

Received March 24 2011; Revised April 12 2011;

Accepted May 10 2011

다. 굴업도는 사빈, 사구, 해안단구, 시스택 등 다양한 해안퇴적 및 침식지형을 볼 수 있으며, 부속섬의 해식와는 국내 최대 규모의 것으로 천연기념물 지정이 건의되었다(Park, 2009). 굴업도의 식생은 활엽수와 해송(*Pinus thunbergii*)으로 구성된 숲과 독특한 수종으로 구성된 사구습지, 사구초지 등으로 구성되어 다양하고 희귀한 생물들이 서식하고 있다. 구렁이(*Elaphe schrenckii*), 맹꽁이(*Kaloula borealis*), 황조롱이(*Falco tinnunculus*), 매(*Falco peregrinus japonensis*), 검은머리물떼새(*Haematopus ostralegus*), 황새(*Ciconia boyciana*), 흑두루미(*Grus monacha*)와 말뚝가리(*Buteo buteo*) 등 다수의 멸종위기종이나 천연기념물이 서식하고 있으며(Lee et al., 2009; Lee and Cha, 2009; Lee et al., 2010), 환경부 멸종위기 야생동물 II급인 왕은점표범나비(*Argynnis nerippe*)의 주요 서식지이다.

본 연구는 국내에서 왕은점표범나비의 최대서식지로 알려진 굴업도에서 왕은점표범나비의 서식실태를 파악할 목적으로 실시하였다. 아울러 다른 나비들도 함께 조사하여 나비군집 특성을 파악하였다.

재료 및 방법

조사지

굴업도는 육지에서 90 km 떨어진 면적 1.71 km²의 작은 섬으로 인천광역시 옹진군 덕적면 굴업리에 속하며, 동경 125°57'34"~125°59'50", 북위 37°10'53"~37°12'15" 사이에 위치해 있다(Park, 2009). 굴업도는 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 이팝나무(*Chionanthus retusus*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*), 참나무(*Quercus* spp.), 해송(*Pinus thunbergii*) 등으로 구성된 숲과 금방망이(*Senecio nemorensis*), 엉겅퀴(*Cirsium japonicum*), 억새(*Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*) 등이 군락을 이룬 초지와 좁보리사초(*Carex pumila*), 통보리사초(*Carex kobomugi*)와 갯그렁(*Elymus mollis*) 등이 서식하는 사구초지 및 사구습지로 이루어져 있다(Lee et al., 2010). 숲의 면적은 대략 0.4 km², 초지는 1.21 km², 모래사장은 0.1 km²이다. 굴업도에는 20여명의 주민이 살고 있으며, 초지에는 100두 이상의 흑염소(*Capra* sp.)와 꽃사슴(*Cervus nippon taiouamus*)이 방목되고 있다(Seo, I.S., personal communication).

조사방법

왕은점표범나비 유충의 밀도를 파악하기 위해 섬의 중앙부에서 3개의 방형구(10 × 10 m²)를 설치하여 2010년 5월 4일, 5월

27~29일 2회 조사하였다(Fig. 1). 성충의 개체수를 파악하기 위해 약 6.5 km의 조사루트를 선정하여 포식-재포획법으로 조사하였으며, 포획된 개체는 유성펜을 이용하여 뒷날개에 고유번호를 기입 후 방사하였다(Fig. 2b).

굴업도의 나비상은 선조사법으로 조사하였으며, 3월 29일, 5월 27~28일, 6월 29일, 7월 22~23일, 9월 4~5일, 9월 29~30일 6회에 걸쳐 실시하였다. 조사루트는 1구간과 2구간으로 나누었으며 1구간은 마을에서 개머리초지까지이고, 2구간은 마을에서 연평산 기슭까지이다. 1구간은 초지와 숲으로 구성된 반면, 2구간은 사구초지와 사구습지로 이루어져 있다. 조사구간을 따라 천천히 걸어가면서 왕은점표범나비 등 발견되는 모든 나비류의 종류와 개체수를 기재하였다. 왕은점표범나비의 조사는 한강유역환경청 허락 하에 수행되었다.

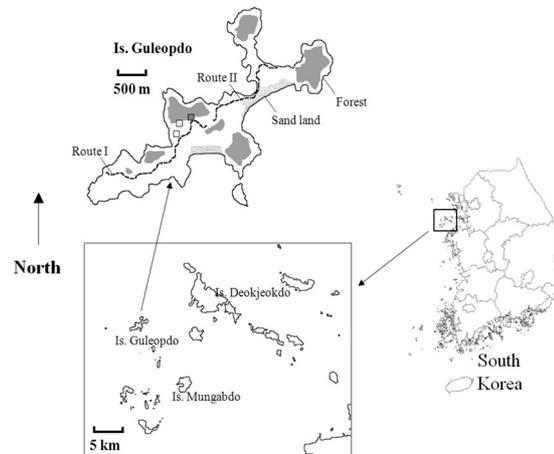


Fig. 1. Map of Guleopdo. Dotted lines indicate routes for adult butterfly survey. Squares indicate quadrates for larva survey. Larvae were found only in dark quadrate.

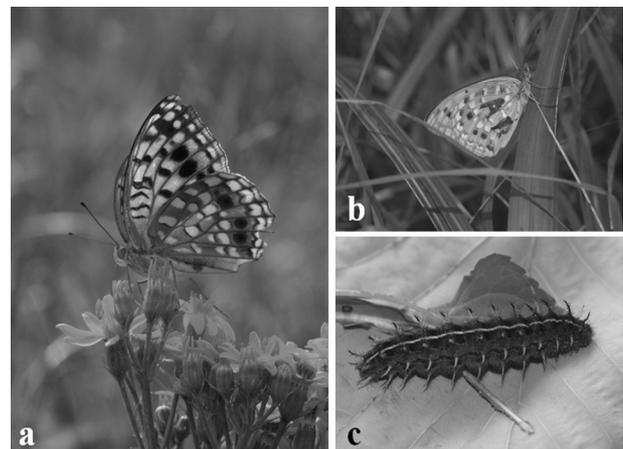


Fig. 2. Adult (a, b) and larva (c) of *Argynnis nerippe*, (b) Marked adult.

분석방법

왕은점표범나비 유충 개체수는 방형구 조사에서 나타난 밀도에 굴업도 초지 면적을 곱하여 구하였으며, 성충의 밀도는 표식-포획법(mark recapture method)으로 얻어진 자료로부터 다음 식에 의해 구하였다. 개체수 = 표식된 개체수 / 표식된 개체수의 비율(Krebs, 1994).

굴업도 나비상의 특성을 파악하기 위해 내륙의 9개소와 제주도 1개소에서 2002년부터 2010년 사이에 조사된 자료와 비교하였다(Kwon, T.S., unpublished observation). 이들 자료들은 1년간 선조사법으로 5~14회 가량 조사한 것으로, 종별 상대밀도가 기록되어 우점종의 비교나 군집 특성의 비교가 가능하다. 나비 군집 비교를 위해 종별로 서식처(초지, 임연부, 숲)와 분포유형(북방계, 남방계, 기타)을 분류하였는데 그 방법은 Kwon *et al.* (2010)에 따랐다.

왕은점표범나비의 분포변화를 파악하기 위해 1938년부터 1955년 사이에 분포지를 기록한 자료(Seok, 1973), 1955년부터 1975년(Kim, 1976), 1977년부터 1996년(Park and Kim, 1997), 2007년부터 2010년(Kim, S.S., unpublished observation)의 자료를 비교하였다. 마지막의 자료는 전국 395개소에서 대략 20~30분간 관찰되는 나비류를 1회 조사한 것이며 일부 자료는 장기간(일년 또는 수년간) 조사한 결과이다(Table 3). 각 시대별로 조사지 개수가 다르기 때문에 분포지 개수의 비교 만으로는 증감 양상을 파악하기는 어려워, 분포지 개수를 표준화하기 위해 각 시대별로 분포지 개수가 가장 많았던 종(가장 흔한 종)의 분포지 개수를 토대로 다음 식에 의해 왕은점표범나비의 표준 분포지 개수를 산정하였다. 왕은점표범나비 표준 분포지 개수 = 100 * (왕은점나비의 분포지 개수 / 가장 흔한 종의 분포지 개수). 구간별 종수의 비교는 비모수검정법인 χ^2 독립성검증(Chi-square

independence test)을 이용하였고, 구간별 개체수와 줄점팔랑나비의 개체수 비교는 χ^2 적합도검증(Chi-square goodness of fit test)을 이용하였다. 위도에 따른 북방계종의 비율과 조사장소가 산림인 곳과 다른 곳(초지 또는 산불지)에서 초지성 종과 산림성 종의 비율의 비교는 비모수검정법인 Mann Whitney의 U test를 이용하였다(Zar, 1999).

결과

굴업도에서 왕은점표범나비를 방형구법, 선조사법, 표식-재포획법으로 조사한 결과와 이를 토대로 왕은점표범나비의 유충과 성충의 개체수를 추정한 결과는 Table 1과 같다. 유충 밀도조사에서는 3개의 방형구(100 m²)중에서 한 방형구(Fig. 1)에서만 5월 4일에 2개체, 5월 27~29일에는 3개체를 발견하였다. 따라서 100 m² 당 0.7개체 또는 1개체가 서식한다고 가정하면 굴업도의 초지 면적이 약 1.21 km²이니 굴업도에는 대략 8,067개체 또는 12,100개체가 서식하는 것으로 추정된다. 그러나 유충의 밀도는 초지면적 보다는 기주식물의 밀도에 의존한다고 할 수 있다. 성충이 대부분 1구간에서 발견되는 점으로 보아, 기주식물은 주로 1구간의 초지에 편중되어 있다고 가정하면 개체는 4,467개체 또는 6,700개체가 된다. 그러나 표본의 수가 적고 조사지역이 한곳에 편중되어 본 조사결과만으로 밀도추정은 어렵다고 사료된다.

왕은점표범나비의 성충은 5월 조사에서는 발견되지 않았고, 6월부터 9월 사이에 관찰되었다. 6월말에 실시한 조사에서는 비로 인해 1구간에서만 조사가 실시되었다. 6월 29일에는 선조사법으로 32개체의 성충이 관찰되었고 이중 27개체를 포획하여 성을 확인한 결과 모두 수컷이었다. 따라서 선조사법으로 관찰된 성충은 모두 수컷으로 추정된다. 포획한 수컷은 유성팬으로

Table 1. The number of *Argynnis nerippe* observed and estimated by quadrat, line transect, and mark-recapture surveys. Observed values of larvae were obtained in one of 3 quadrates (100 m², see Fig. 1). The total number of larvae was estimated from a grassland area in route 1, in which most adults (98%) were observed

Date	Larvae			Adult									
	Quadrat survey		Line transect survey	Mark-recapture survey				Estimated					
	Observed	Estimated		Estimated		Marked				Recaptured			
			Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Total		
May 4	2	4,467	0										
May 27-29	3	6,700	0										
June 29			32			27	0			1,094	0		1,094
July 22-23			191	152	39	81	21	2	0	-	-		-
September 4			11	0	11	0	4	0	0	-	-		-
September 29-30			7	0	7			0	0	-	-		-

표식한 후 방사하였다(Fig. 2). 20여일이 경과한 7월 22~23일 조사에서 관찰된 191 개체 중 102 개체를 포획한 결과 수컷이 81 개체, 암컷은 21 개체였다. 이중 수컷 2 개체는 6월 29일에 방사한 개체였다. 이를 토대로 계산해 보면 6월 29일에 서식한 수컷의 총 개체수는 1,094 개체로 추정된다. 7월 조사에서는 102 개체를 방사하였으나 다음 조사(9월 4일)에서는 표식된 개체를 발견하지 못했다. 따라서 표식-재포획법에 의한 개체수의 추정을 할 수 없었다. 9월 초의 조사에서는 11 개체가 관찰되었는데 4 개체를 포획한 결과 모두 암컷이었다.

본 연구에서 선조사법으로 관찰된 나비는 28 종이며(Table

2), 과거 문헌이나 미발표 조사결과 등을 종합한 결과 굴업도에 서 발견된 나비류는 40 종이다(Appendix 1). 관찰된 나비 중 왕은점표범나비는 전체 개체수의 32%를 차지한 최우점종이었다. 다음으로는 전체 개체수의 29%를 차지한 줄점팔랑나비(*Parnara guttata*)였으며, 이 두 우점종이 전체 나비 개체수의 61%를 차지하였다. 그러나 이 두 종의 굴업도 내의 분포는 크게 달랐다. 왕은점표범나비는 관찰된 개체수 중 98%에 해당하는 개체가 1구간에 집중된 데 비해, 줄점팔랑나비의 경우에는 1구간에 100 개체, 2구간에서 116 개체가 발견되어, 2구간에서 오히려 더 많았지만 통계적인 차이는 나타나지 않았다($\chi^2 = 1.19, df = 1, P > 0.05$). 전체

Table 2. Butterflies observed in Guleopdo from March to September in 2010 using the line-transect method. Asterisks indicate newly observed species in Guleopdo and crosses indicates larvae. Habitat (larvae), GL: grassland, FE: forest edge, and FI: forest inside. Distribution pattern, N: Northern species, M: Miscellaneous species, and S: Southern species

Species name	March	May	June	July	September	September	Route		Total	%	Habitat	Distribution pattern
	29	27-28	29	22-23	4-5	29-30	I	II				
Papilionidae												
<i>Papilio xuthus</i>		1		6	11	6	16	8	24	3.2	GL	M
<i>Papilio bianor</i>		1	1				2		2	0.3	FI	M
Pieridae												
<i>Colias erate</i>			2	12	1	1	15	1	16	2.1	GL	M
<i>Pieris rapae</i>			4	7	2	1	11	3	14	1.8	GL	M
<i>Pieris canidia</i>					1			1	1	0.1	FE	M
<i>Pieris melete</i>						2		2	2	0.3	FE	M
<i>Eurema brigitta</i> *						1		1	1	0.1	GL	S
Lycaenidae												
<i>Rapala caerulea</i>			1				1		1	0.1	FE	M
<i>Niphanda fusca</i>				3			1	2	3	0.4	FE	M
<i>Zizeeria maha</i>		2		12	15	25	47	7	54	7.1	GL	S
<i>Celastrina argiolus</i>		3		3	1		7		7	0.9	FE	M
<i>Everes argiades</i>		5		16	4	12	19	18	37	4.9	GL	M
<i>Favonius sp.</i> *			1				1		1	0.1		
Nymphalidae												
<i>Argynnis sagana</i>			9				9		9	1.2	GL	M
<i>Argynnis nerippe</i>			32	191	11	6	236	4	240	31.6	GL	M
<i>Argyreus hyperbius</i> *						1	1		1	0.1	GL	S
<i>Polygonia c-aureum</i> *						10		10	10	1.3	GL	M
<i>Cynthia cardui</i>						9	8	1	9	1.2	GL	M
<i>Vanessa indica</i>						3	1	2	3	0.4	GL	M
<i>Hestina assimilis</i>	1+			1			1	1	2	0.3	FI	S
<i>Ypthima multistriata</i> *				27			22	5	27	3.6	GL	M
<i>Minois dryas</i>				11	6		14	3	17	2.2	GL	M
<i>Melanargia epimede</i>			24	8			31	1	32	4.2	GL	N
<i>Melanitis leda</i> *				1			1		1	0.1	GL	S
<i>Danaus chrysippus</i> *				1			1		1	0.1	GL	S
Hesperiidae												
<i>Daimio tethys</i>			2				2		2	0.3	FE	M
<i>Ochlodes subhyalina</i>			2	24			26		26	3.4	GL	M
<i>Parnara guttata</i>				3	138	75	100	116	216	28.5	GL	S
Species richness	1	5	10	16	10	13	24	18	28			
Abundance	1	12	78	326	190	152	573	186	759			

Table 3. Butterfly communities observed at 11 sites. Habitat, GL: grassland, FE: forest edge, FI: forest inside. Distribution pattern, N: Northern species, M: Miscellaneous species, S: Southern species. Values indicate proportion (%) of abundance (dominant species) or species (distribution pattern and habitat) in each category.

Site	Year	Location		Dominant species		Distribution pattern			Habitat			Landscape
		Latitude	Longitude	First	Second	N	M	S	GL	FE	FI	
Girinmyeon	2010	37°58' N	128°29' E	<i>Clossiana perryi</i> (25)	<i>Minois dryas</i> (23)	29	67	4	63	38	0	Grassland
Sangnammyeon	2010	37°54' N	128°10' E	<i>Colias erate</i> (14)	<i>Polygonia c-aureum</i> (13)	30	67	3	44	42	14	Grassland
Eulsudong	2007	37°48' N	128°27' E	<i>Papilio maackii</i> (12)	<i>Pieris napi</i> (12)	43	57	0	33	41	26	Forest
Gwangneung	2010	37°45' N	127°10' E	<i>Libythea celtis</i> (30)	<i>Argynnis paphia</i> (13)	23	71	7	21	38	41	Forest
Aengmubong	2002-2006	37°45' N	126°55' E	<i>Celastrina argiolus</i> (8)	<i>Minois dryas</i> (8)	25	70	5	33	30	37	Forest
Gyebangsan	2006	37°43' N	128°27' E	<i>Lethe diana</i> (32)	<i>Luehdorfia puziloi</i> (12)	43	55	2	32	42	26	Forest
Samcheok	2010	37°26' N	129°09' E	<i>Everes argiades</i> (11)	<i>Celastrina argiolus</i> (11)	9	80	11	57	36	7	Burned forest
Guleopdo	2010	37°11' N	125°58' E	<i>Argynnis nerippe</i> (32)	<i>Parnara guttata</i> (29)	5	70	26	70	22	7	Grassland
Namhae	2010	34°46' N	127°57' E	<i>Eurema hecabe</i> (22)	<i>Polygonia c-aureum</i> (21)	0	74	26	48	41	12	Forest
Duryunsan	2009	34°28' N	126°38' E	<i>Polygonia c-aureum</i> (17)	<i>Celastrina argiolus</i> (12)	6	67	27	53	31	16	Forest
Andeokgyegok	2010	33°15' N	126°21' E	<i>Daimio tethys</i> (13)	<i>Pseudozizeeria maha</i> (12)	6	56	38	56	28	16	Forest

적으로는 1구간에서 24종 573개체, 2구간에서 18종 186개체가 관찰되었고 종수($\chi^2 = 0.43$, $df = 1$, $P > 0.05$)는 차이를 보이지 않았으나, 개체수($\chi^2 = 197.32$, $df = 1$, $P < 0.001$)는 차이가 있었다.

왕은점표범나비의 분포변화는 Fig. 3과 같다. 왕은점표범나비는 1938년부터 1996년까지 3차례에 걸친 서식실태조사에서 모두 전국적으로 널리 분포하는 것으로 나타났으며 조사기간의 분포변화가 거의 없었다. 그러나 2007년부터 2010년 4년에 걸쳐 전국을 조사한 결과, 조사지 395개소 중 중북부 지역인 계방산과 경북 울진 단 두 곳에서만 관찰되었다(Kim, S.S., unpublished observation). 왕은점표범나비의 표준 분포지 개수도 동일하게 2000년대에 현저히 감소하였다. 이러한 사실은 왕은점표범나비가 1990년대까지는 비교적 흔하게 분포하였으나, 2000년대에 들어 개체군이 급격히 감소하였으며, 현재에는 서식하는 곳이 우리나라 중북부 지역과 서해안 도서지역의 소수 서식처에 한정되어 있음을 의미한다 하겠다.

굴업도 나비상을 다른 곳과 비교해 보면 매우 독특함을 알 수 있다(Table 3). 왕은점표범나비는 다른 곳에서는 발견조차 어렵지만(Fig. 3), 굴업도에서는 개체수가 가장 많은 최우점종이었다. 그리고 최우점종이 전체 개체수에서 차지하는 비율이 계방산과 함께 가장 높은 수준인 32% 가량이었다. 두 번째 우점종이 차지하는 비율도 가장 높았는데 28%로 다른 곳들은 평균 15%

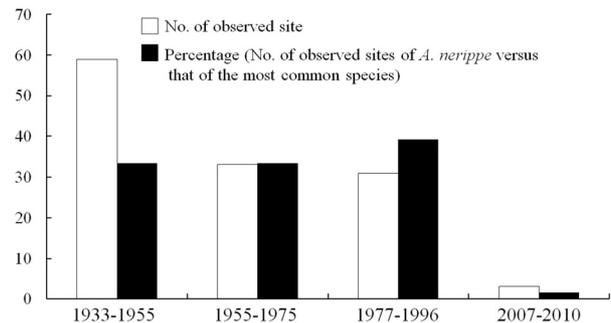


Fig. 3. Number of sites and standardized values of *Argynnis nerippe* during 4 study periods: 1938-1955 (Seok, 1973), 1955-1975 (Kim, 1976), 1977-1996 (Park and Kim, 1997), 2007-2010 (Kim, unpublished observation). The most common species in 4 study periods are *Pieris rapae* (1938-1955), *Polygonia c-aureum* (1955-1975), *Celastrina argiolus* (1977-1996), and *Celastrina argiolus* (2007-2010).

(8~23%)였다. 두 우점종이 차지하는 비율은 61%로 다른 곳(평균 32%, 16~48%)에 비해 월등히 높았다. 분포유형을 보면 북위 37도보다 북쪽에 위치한 곳들과 비교해서 북방계종의 비율은 4%로 가장 낮은 데 비해, 남방계종은 가장 높은 26%였다. 이 수치는 북위 34도보다 남쪽에 위치한 3곳과 비슷하다. 서식처의 경우 초지성종의 비율이 70%로서 조사지역 중에서 가장 높아 굴업도가 주로 초지로 구성된 서식처 특성이 잘 나타나고 있다.

Appendix 1. Butterflies observed in Guleopdo. Habitat, GL: grassland, FE: forest edge, FI: forest inside. Distribution pattern, N: Northern species, M: Miscellaneous species, S: Southern species. Data of Bae *et al.* (2009) is unpublished observation

Species name	Paik <i>et al.</i> (1994)	Paek <i>et al.</i> (2000)	Lee (2003)	Bae <i>et al.</i> (2009)	Present study (2010)	Habitat	Distribution pattern
Papilionidae							
<i>Papilio xuthus</i>		○	○		○	GL	M
<i>Papilio macilentus</i>		○	○			FE	S
<i>Papilio bianor</i>		○	○		○	FI	M
Pieridae							
<i>Eurema hecabe</i>		○				GL	S
<i>Colias erate</i>		○	○		○	GL	M
<i>Pieris rapae</i>		○			○	GL	M
<i>Pieris canidia</i>		○			○	FE	M
<i>Pieris melete</i>		○	○		○	FE	M
<i>Eurema brigitta</i>					○	GL	S
Lycaenidae							
<i>Rapala caerulea</i>		○			○	FE	M
<i>Fixsenia w-album</i>		○				FE	N
<i>Fixsenia eximia</i>			○			FE	N
<i>Lycaena phlaeas</i>		○	○			GL	M
<i>Niphanda fusca</i>			○		○	FE	M
<i>Lampides boeticus</i>				○		GL	S
<i>Zizeeria maha</i>		○	○		○	GL	S
<i>Celastrina argiolus</i>	○				○	FE	M
<i>Everes argiades</i>		○			○	GL	M
<i>Favonius sp.</i>					○		
Nymphalidae							
<i>Argyromelaodice</i>		○				GL	M
<i>Argynnis sagana</i>		○	○		○	GL	M
<i>Argynnis nerippe</i>				○	○	GL	M
<i>Argyreus hyperbius</i>					○	GL	S
<i>Limenitis helmanni</i>			○			FE	M
<i>Neptis sappho</i>		○				FE	M
<i>Polygonia c-aureum</i>					○	GL	M
<i>Cynthia cardui</i>		○			○	GL	M
<i>Vanessa indica</i>		○		○	○	GL	M
<i>Dichorragia nesimachus</i>				○		FI	S
<i>Hestina assimilis</i>		○		○	○	FI	S
<i>Ypthima multistriata</i>					○	GL	M
<i>Ypthima amphithea</i>		○	○			GL	M
<i>Minois dryas</i>		○	○		○	GL	M
<i>Melanargia epimede</i>		○			○	GL	N
<i>Melanitis leda</i>					○	GL	S
<i>Danaus chrysippus</i>					○	GL	S
Hesperiidae							
<i>Daimio tethys</i>		○	○		○	FE	M
<i>Thymelicus sylvaticus</i>		○				GL	M
<i>Ochlodes subhyalina</i>			○		○	GL	M
<i>Parnara guttata</i>		○			○	GL	S

고찰

굴업도 나비상의 특성

굴업도에서는 지금까지 33종이 기록되었고(Appendix 1), 이번 조사에서 녹색부전나비류(*Favonius* sp.), 암끝검은표범나비(*Argyreus hyperbius*), 네발나비(*Polygonia c-aureum*), 물결나비(*Ypthima multistriata*), 검은테노랑나비, 먹나비와, 끝검은왕나비 7종이 새롭게 추가되어 총 40종이 되었다. 새롭게 추가된 종 중 4종은 남방계종이었다. 남방계종 중 검은테노랑나비(*Eurema brigitta*), 먹나비(*Melanitis leda*)와 끝검은왕나비(*Danaus chrysipus*)는 미접이다. 굴업도에 서식하는 나비가 같은 위도에 위치한 다른 곳에 비해 남방계종의 비율이 높고, 미접이 많은 현상은 기후변화로 인한 나비상 변화 측면에서 중요한 의미를 가진다. 이 현상은 여름철 이상고온이 출현 빈도가 서해안 북부에서 높은 것과 관계가 있을 것이다(Heo, 2006). 굴업도와 가장 가까운 곳에 위치한 인천의 연평균 기온은 북위 35도에 위치한 군산과 유사하다(Korea Meteorological Administration, 2010). 굴업도에서 미접이 많이 발견되는 것은 서해를 따라 북상하는 남방계 나비들이 서해안의 섬들을 일시적인 기착지 또는 서식장소로 이용하기 때문일 것이다(Paik *et al.*, 1994). 지구온난화로 인해 점차 미접종의 출현현상이 빈번해질 것이고 일부 미접종들은 최초 기착지인 섬에서 먼저 정착하고 점차 내륙으로 확산할 것으로 예상되기 때문에, 앞으로 서해안의 섬들은 북상하는 남방계 나비들의 주요 확산거점이 될 가능성이 높을 것으로 사료된다.

굴업도는 1구간과 2구간이 거리는 비슷하지만 1구간에서 나비가 많았다. 종수의 경우에는 1구간이 24종이고 2구간이 18종으로 다소 차이가 나지만 2구간 조사를 못한 6월말의 결과를 제외하면 1구간이 20종, 2구간이 18종으로 종수의 차이는 크지 않다. 그러나 개체수의 경우 6월 조사를 제외하고 비교해 보면 1구간이 2구간에 비해 2.7배 가량 많다. 2구간에서 개체수가 적은 것은 나비의 서식처가 될 수 없는 모래사장이 많았고, 우점종의 나비들이 대부분 1구간에서 발견되었기 때문이다. 왕은점표범나비, 조흰뺨눈나비, 노랑나비, 배추흰나비, 남방부전나비, 물결나비, 굴뚝나비, 조흰뺨눈나비 등이 그 예이다. 이에 반해 줄점팔랑나비, 암떡부전나비, 네발나비 등은 양 조사구간에서 비슷하게 발견되었다. 이들 우점종 중 참억새 등의 화본과 식물을 먹는 종의 비율이 높아 줄점팔랑나비, 물결나비, 굴뚝나비, 조흰뺨눈나비 등 4종이었다(Kim, 2002). 양 조사구간의 식생이 다르고, 비슷한 먹이식물에도 불구하고 줄점팔랑나비는 다른 3종들과는 달리 2구간을 선호하는 경향이 강한 것은 흡밀식물, 교미장

소, 휴식공간 등 성충의 서식공간이 이들 종과는 차이가 날 것으로 사료된다.

우리나라 11개 조사장소에서 1년 또는 수년간 동안 조사한 나비군집을 비교해 보면 우점종이 장소마다 다르다(Table 3). 이는 조사장소의 기온에 따라 우점종과 서식종이 비교적 일정하여 기후변화 지표생물로서 가능성이 높은 개미와는 차이가 난다(Kwon, 2010). 이런 우점종의 다양성은 나비는 개체수 변동이 심하고, 종 구성이 개미군집에 비해서는 더 다양한 요인의 작용으로 이루어짐을 보여준다(Kudrna, 1986; New, 1997). 이런 환경요인의 복합작용으로 인해 나비의 경우 종 수준에서는 기후변화와 같은 단일 환경요인과의 관련성을 찾기가 어려울 것이다. 그러나 종들을 분포유형이나 서식처에 따라 그룹으로 묶어서 분석을 하면 환경요인과의 관련성이 비교적 명확하게 드러난다. Kwon *et al.* (2010)은 이 연구에서 사용한 분포유형과 서식처를 이용하여 우리나라에서 지구온난화와 식생변화가 나비상에 미친 영향을 밝힌 바 있다. 분포유형은 위도 별로 뚜렷한 차이를 보이는 데 북방계종의 비율은 북위 37도에 위치한 8개 조사장소는 34도 남쪽에 위치한 3개 조사장소에 비해 유의하게 높았다(Mann-Whitney *U* test, $U = 2.0$, $P < 0.05$). 그리고 같은 위도에 위치한 경우에도 내륙에 있는 장소들에 비해 기온이 높은 해안에 위치한 삼척과 굴업도에서 현저히 낮았다. 그에 반해 남방계종의 비율은 반대 현상을 보인다. 이를 토대로 추측하면, 지구온난화가 진행되면 북방계종의 비율은 점차 감소하고 남방계종의 비율은 증가할 것이기 때문에 분포유형은 기후변화지표로 사용가능성이 높다. 나비 유충의 서식처 역시 조사장소의 식생과 밀접한 관계를 보인다. 조사장소가 산림인 곳과 다른 곳(초지 또는 산불지)을 비교해 보면 초지성 종의 비율은 산림에서 유의하게 낮았으나(초지, $58.4 \pm 9.7\%$, $\text{mean} \pm \text{SD}$; 산림 = $39.5 \pm 12.0\%$; Mann-Whitney *U* test, $U = 3.0$, $P < 0.05$), 산림성 종은 유의하게 높았다(초지 $7.2 \pm 5.0\%$; 산림 $24.8 \pm 10.2\%$; Mann-Whitney *U* test, $U = 1.0$, $P < 0.05$). 이는 나비의 종 구성이 조사장소의 식생 특성을 정확하게 반영하는 현상으로 받아들일 수 있어, 서식처는 식생변화지표로 사용가능성이 높다고 하겠다.

왕은점표범나비의 개체군 특성과 보전전략

본 연구에서 유충밀도 조사에서 대략 4천~7천 마리의 왕은점표범나비가 굴업도에 서식하는 것으로 추정하였다. 유충밀도 조사의 경우에는 방형구의 면적이 비교적 큰 편이나 반복수가 적고 지역적으로 편중되어 전체 지역의 밀도를 추정하기에는 본 조사결과만으로 한계가 있다고 사료된다. 정확하게 밀도를 추정하기 위해서는 전 지역에 고르게 방형구를 설치하고 조사

를 해야 할 것이다.

성충의 경우에는 유충과 같이 직접적인 밀도 조사가 어렵기 때문에 표식-포획법이 개체수를 추정하기 위한 가장 일반적인 방법이다(Kim and Kwon, 2010). 성충은 6월 29일 방사한 27개체 중, 2개체가 7월 22~23일 재포획되어 약 1000개체가 굴업도에 서식하는 것으로 추정하였으나 6월에 방사한 개체 전부가 7월까지 생존했는지는 확실하지 않다. 개인일정과 기상조건의 불일치로 8월 조사를 못하여 7월말에 비교적 많은 개체를 방사하였지만 표식개체를 발견하지 못해, 이들 나비들을 개체수 추정에 이용할 수 없었다. 절대밀도의 조사가 노력이 많이 들기 때문에 대부분의 나비군집 조사는 선조사법으로 상대밀도를 구하는 선에서 만족을 하고 있다(예, Ishii *et al.*, 1995; Kitahara and Sei, 2001; Nishinaka and Ishii, 2007). 그러나 선조사법과 표식-재포획법을 동시에 수행한 연구가 많아져, 그 자료들을 활용한 다면 선조사법에서 얻어진 상대밀도로부터 절대밀도를 구하는 것도 가능할 것이다.

왕은점표범나비는 동아시아 고유종이나(Fukuda *et al.*, 1983; Kim, 2002) 이 지역에서 급감하고 있어 종 보존 대책이 시급한 실정이다. 왕은점표범나비는 일본에서도 뚜렷한 감소현상이 나타나고 있다. 일본에서는 혼슈, 시코쿠, 큐슈에서 1960년대에서 1980년대 사이에 거의 자취를 감추었고(Hama *et al.*, 1989; Fukuda, 1997; 2006), 꿈의 나비로 불릴 정도로 귀한 나비가 되었다(Nanba, 1995). 그러나 우리나라에서는 앞에서 언급했듯 1990년대까지 비교적 많았지만 2000년대 이후 급감한 것으로 나타나는데, 이는 희귀종 선정과 관련된 일련의 연구결과에서도 확인할 수 있다. 왕은점표범나비가 1994년에는 환경처에 의해 멸종위기종, 2000년에는 보호종으로 지정되었으나 수많은 야외조사 경험을 통해 나비의 밀도변화에 정통한 나비전문가들은 왕은점표범나비를 보호할 만큼 희귀하지 않은 것으로 보고 하였다(Shin, 1990; Kim and Hong, 1990). 이는 1977~1996년 (Park and Kim, 1997)의 조사 결과(Fig. 3)에서도 확인할 수 있다. 앞의 자료와 2007~2010년의 자료는 주로 개인(김성수)의 관찰 또는 채집 결과를 토대로 얻어진 것이기 때문에 두 조사기간 사이에서 나타난 왕은점표범나비의 급감현상은 신뢰성이 높다고 할 수 있다.

우리나라에서 왕은점표범나비가 급감한 원인은 산림이 복원됨에 따라 서식처인 초지가 감소했기 때문이다. Fukuda(1997, 2006)는 도시개발, 골프장 건설 및 농업의 기계화와 화학비료 보급으로 인하여 초지의 방치, 목초지 및 봄철 논밭 태우기 감소 등으로 왕은점표범나비의 먹이원인 제비꽃류의 서식지 감소한 것을 주요 감소요인으로 꼽고 있다. Öckinger *et al.* (2006)은 가축의 방목이 특정한 초지성 나비의 서식에는 꼭 필요하여, 방목지

가 버려지면 천이의 결과로 특별한 초지성 종이 사라진다고 지적했다. 굴업도의 경우, 흑염소와 꽃사슴에 의한 지속적인 섭식 활동 때문에 초본층이 짧아져 제비꽃류가 자랄 수 있는 환경이 조성되고 흡밀원으로 이용할 수 있는 금방망이와 영정귀 등도 충분히 늘어났다. 이들 식물에서 흡밀하는 모습이 자주 목격됐다. 가축은 모든 풀을 먹는 것이 아니기 때문에 짧은 풀과 긴 풀이 공존하게 되는 데 긴 풀은 왕은점표범나비의 휴식공간이나 하면 장소로 이용된다. 따라서 흑염소와 꽃사슴의 방목이 왕은점표범나비에게 내륙에서 찾아보기 힘든 양호한 서식지를 제공하는 것 같다. 본 연구 결과에서 드러난 것처럼 굴업도는 멸종위기에 처한 왕은점표범나비의 최대 서식지이다. 왕은점표범나비는 동아시아에만 서식하기 때문에 우리나라와 일본과 같은 지역 개체군의 급감은 종 보존에 심각한 위협이 되므로, 굴업도 개체군을 유지하기 위한 관심과 노력이 요구된다.

사사

이번 조사를 함에 있어 처음 조사부터 끝까지 동행해 주신 한국녹색회 이승기 실장님, 양주아 간사님, 녹색방송 호크아이TV 촬영감독 좌소의 님, 굴업도 전 이장 서인수 씨께 깊은 감사를 드립니다.

Literature Cited

- Fukuda, H. 1997. Ecology and conservation of *Fabriciana nerippe* (Nymphalidae) in southern Kyushu, Japan (Part 2). Butterflies 17: 22-32. (in Japanese with English summary).
- Fukuda, H. 2006. Why has the number of *Fabriciana nerippe* (Nymphalidae) declined? Insect and Nature 41: 12-15. (in Japanese).
- Fukuda, H., E. Hama, T. Kuzuya, A. Takahashi, M. Takahashi, B. Tanaka, H. Tanaka, M. Wakabayashi and Y. Watanabe. 1983. The life histories of butterflies in Japan II. Hoikusha Publishing Co. pp. 101-105. (in Japanese).
- Hama, E., M. Ishii and A. Sibatani. 1989. Decline and conservation of butterflies in Japan I. Published by the Lepidopterological society of Japan, Osaka. pp. 114-117. (in Japanese with English summary).
- Heo, I.H. 2006. The distribution of regional unusual temperature in Korea. J. Kor. Assoc. Reg. Geo. 12: 461-474.
- Ishii, M., T. Hirowatari and S. Fujiwara. 1995. Species diversity of butterfly communities in Mt. Mikusa Coppice for Zephyrus. Jpn. J. Environ. Entomol. Zool. 7: 134-146. (in Japanese with English summary).
- Kim, C.W. 1976. Distribution atlas of insects of Korea. Korea uni-

- versity press.
- Kim, D.S. and Y.J. Kwon. 2010. Metapopulation dynamics of the oriental long-tailed swallow *Sericinus montela* (Lepidoptera: Papilionidae) in Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 49: 289-297.
- Kim, Y.S. 2002. Illustrated Book of Korean Butterflies in Color. Kyohak Publishing Co. p. 149.
- Kim, Y.S. and S.P. Hong. 1990. Review on the list of Korean butterflies subject to protection. *J. Amat. Lep. Soc. Korea* 3: 9-16.
- Kitahara, M. and K. Sei. 2001. A comparison of the diversity and structure of butterfly communities in semi-natural and human-modified grassland habitats at the foot of Mt. Fuji, central Japan. *Biodivers. Conserve.* 10: 331-351.
- Korea Meteorological Administration. 2010. Weather database. [Online] <http://www.kma.go.kr>.
- Krebs, C.J. 1994. Ecology. Harper Collins College Publishers. 698-699.
- Kudrna, O. 1986. Butterflies of Europe-aspects of the conservation of butterflies in Europe. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Kwon, T.S. 2010. Ants as bioindicators for climate change. *Forest Sci. News* 236: 4-5.
- Kwon, T.S., S.S. Kim, J.H. Chun, B.K. Byun, J.H. Lim and J.H. Shin. 2010. Changes in butterfly abundance in response to global warming and reforestation. *Environ. Entomol.* 39: 337-345.
- Lee, S.C., Y.D. Ju, J.H. Shim and Y.S. Bae. 2009. List and distribution of amphibians and reptiles in island in Incheon, South Korea: Focused on endangered species. *Kor. J. Nat. Conserv.* 3: 1-6.
- Lee, S.K. and D.J. Cha. 2009. Studies on the characteristics of ecological environment and the plans for natural ecosystem preservation of Gulup-Do. *Kor. J. Nat. Conserv.* 3: 6-12.
- Lee, S.Y., S.H. Kim, M.H. Cha, J.S. Kawk and J.C. Seo. 2010. The landforms and aquatic biota of Mokgimi pond, coastal dune wetland in Guleopdo Island. *Kor. J. Nat. Conserv.* 4: 12-18.
- Lee, Y.J. 2003. Some insects observed in Gureopdo Is. of Korea in summer of 2003. *Lucanus* 4: 15-16.
- Nanba, M. 1995. A memory concerning the last *Fabriciana nerippe* in Okayama Prefecture. *Yadoriga* 164: 2. (in Japanese).
- New, T.R. 1997. Butterfly conservation. 2nd ed., 260 pp. Oxford University Press, New York.
- Nishinaka, Y. and M. Ishii. 2007. Mosaic of various seral stages of vegetation in the Satoyama, the traditional rural landscape of Japan as an important habitat for butterflies. *Trans. lepid. Soc. Japan* 58: 69-90.
- Öckinger, E., A.K. Eriksson and H.G. Smith. 2006. Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biol. Conserv.* 133: 291-300.
- Paek, M.K., Y.S. Bae and S.S. Kim. 2000. Butterflies from islands of Gyeonggi bay, South Korea. *J. Lepid. Soc. Korea* 13:1-7.
- Paik, M.K., N.H. Lee, S.M. Chon and W.K. Min. 1994. On the butterfly fauna from islands of Kyonggi-do, Incheon-si, Korea (I). *Korea. J. Lepid. Soc. Korea* 7: 53-61.
- Park, J.K. 2009. The characteristics of geological and coastal landscape in Gulup Island. *J. Kor. Geo. Assoc.* 16: 31-41.
- Park, K.T. and S.S. Kim. 1997. Atlas of butterflies. Korea research institute of bioscience and biotechnology and the center for insect systematic, Korea.
- Seok, D.M. 1973. The distribution maps of butterflies in Korea. Bojinje Co.
- Shin, U.H. 1990. Study on endangered and threatened species of animals and plants in Korea. Survey report on insect and nature conservation. 10: 145-169.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical study analysis. 4th ed., Prentice Hall international, INC., New Jersey, USA.