

선조사법에 의한 설악산 천불동계곡 나비류의 다양성과 풍부도의 평가¹

권태성² · 박해철³

Assessment on Diversity and Abundance of Butterflies in the Chunbul-dong Valley of the Soraksan by Line Transect Method¹

Tae-Sung Kwon², Hae-Chul Park³

요 약

설악산 매표소에서 양폭산장에 이르는 천불동계곡지역의 나비군집의 특성을 구명하기 위하여, 1996년 6월부터 10월까지 월별로 나비의 종구성, 다양도와 풍부도 및 생존전략별 분포특성 등을 선조사법으로 조사하였다. 다양도와 풍부도의 평가를 위해, 강원도와 경기도 및 부산 등지의 8개 지역에서 동일한 방법으로 조사한 결과를 비교하였다. 조사결과 7과 18종이 발견되었다. 과거기록을 포함하여 천불동계곡지역에서 서식이 확인된 나비류는 7과 48종이었다. 기본포종 44종 중 30종은 미발견되었고, 미발견종 중 청띠신선나비는 밀도감소 가능성이 있는 것으로 추정되었다. 출현종 중 큰줄흰나비, 애기세줄나비 및 빨나비는 천불동계곡지역의 보통종이었고, 우리나라의 대표적인 보통종들인 배추흰나비, 노랑나비, 호랑나비는 희귀하였다. PCA(Principal Component Analysis)좌표분석 결과 나비군집의 종구성과 종별분포를 결정하는 주요인은 인간간섭으로 추정되었다. 다양도는 간섭지역과 비간섭지역에서 차이가 없었고, 풍부도는 간섭지역이 더 높게 나타났다. 비교 지역들에 비해서는 천불동계곡지역의 나비군집은 풍부도는 현저히 낮게, 다양도는 약간 낮게 나타났다. 생존 전략별로 다소 다른 분포특성이 나타났는데, 비전문가(generalist)는 전문가(specialist)에 비해 간섭지역에 출현하는 종이 많았고, 간섭지역과 비간섭지역에 널리 분포하는 종이 많았다.

주요어 : 나비상, 선조사법, 다양성, 생존전략, 설악산

ABSTRACT

Diversity, abundance, species distributions and distributions of two strategists (specialist and generalist) of butterflies were investigated monthly from June 1996 to Oct. 1996 by line transect method in the Chunbul-dong valley from park gate to Yangpok Sanjang. The butterfly faunas of the eight regions in Kwangwon province, Gyunggi province and Pusan were also studied by the same method to assess diversity and abundance of butterfly community in the study region. The 18 butterfly species in 7 families were found in this study and the 48 butterfly species in 7

1 접수 12월 11일 Received on Dec. 11, 1996

2 임업연구원 산림관측과 Division of Entomology, Forestry Research Institute

3 자연보존협회 The Korean Association for Conservation of Nature

families were distributed in the study area from this study and the other researches. The 30 butterfly species reported in the other studies were not found in this study and *Kaniska canace* L. of them would be to decrease in density. In the study area, the common species were *Artogeia melete* M., *Neptis sappho* P. and *Libythea celtis* F.. The representative Korean common butterflies such as *Artogeia rapae* L., *Colias erate* E. and *Papilio xuthus* L. were rare. The PCA (Principal Component Analysis) ordinations indicate that habitat disturbance by human would be major factor for butterfly community and species distribution. Difference was not found in diversity according to habitat disturbance. Abundance, however, was higher in the disturbed region than the undisturbed region. Compared with the other regions, abundance was greatly lower and diversity was slightly lower than that of the other regions. Two strategists exhibited different distribution patterns. Generalists were found more commonly in the disturbed region and widely distributed in both of the disturbed region and the undisturbed region than specialists.

KEY WORDS : BUTTERFLY FAUNA, LINE TRANSECT METHOD, DIVERSITY, LIFE STRATEGY, SORAKSAN

서론

설악산은 수려한 경관을 가진 명산으로서, 경관과 생태계 보존을 위해 범정부적인 차원에서 많은 노력이 경주되었다. 1965년에는 강원도의 인제군, 양양군 및 속초시에 걸친 위도 38° 5' 25"-38° 12' 36", 경도 128° 18' 6"-128° 30' 43"의 범위 내의 지역을 천연보존지역으로 지정하였고(김창환과 남상호 1984), 1970년에는 설악산내 373km² 면적을 국립공원으로 지정하여 관리하고 있다. 1981년에는 유네스코에서 설악산의 생태계 보호를 위해 '생물보존지역'으로 지정된 바 있다(손경석과 성동규, 1993). 이러한 노력과 병행하여 설악산에 대한 다양한 생태계 조사가 수행되어 왔으며, 나비상에 대한 연구도 1942년 석주명에 의해 선녀부전나비 등 11종이 보고된 이래 꾸준히 지속되어왔다(석주명, 1942; 김현규, 1959; 문교부, 1967; 이승모, 1971; 이승모, 1973; 김창환, 1975; 김창환과 남상호, 1984; 한국인시류동호인회, 1989).

지금까지 수행된 설악산의 나비류에 대한 연구는 정성적인 채집조사법에 의한 종목록작성에 집중되고 있다. 국립공원과 같이 생태학적으로 중요한 지역들에 대해 실시되는 생태계조사들의 주요 목적 중의 하나는 밀도가 급격히 낮아지는 감소종들을 찾아내고 그것의 원인과 보존대책을 수립하는 것이다. 그러나 정성적인 방법에 의해 전적으로 조사가 이루어

지는 경우 조사결과는 조사자의 관심분야, 연구의 욕, 조사량, 채집방법, 채집속련도 및 조사자의 종분포에 관한 지식 등에 많이 좌우되고, 양적인 면에 소홀한 정성적인 채집조사법의 특성상 감소종에 대한 정보의 획득이나 생태계의 변화를 감지하는 데에는 한계가 있을 수 밖에 없다. 따라서 나비상에 대한 보다 정확한 정보를 얻기 위해서는 정성적인 조사법과 아울러 정량적인 조사법이 요구된다.

본 연구는 원래는 조류군집조사법으로 이용되다가, 1967년 森下(1967)에 의해 나비상 조사에 이용된 이래, 나비군집 조사에 많이 활용되고 있는(山本, 1988; Kitahara와 Fujii, 1994; Pollard와 Yates, 1993) 정량적인 조사법인 선조사법(line transect method)을 이용하여, 설악산 천불동계곡의 나비군집의 다양도, 풍부도, 우점종 및 출현종의 생존전략에 따른 분포특성 등 나비군집의 특성을 구명할 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사방법

본 조사는 1996년 6월부터 10월까지 매월 1회씩, 5차에 걸쳐 설악산 매표소에서 양폭산장에 이르는 약 6.6km의 구간을 4개 조사구역으로 나누어 실

Table 1. Survey routes for butterfly monitoring by line transect method. Degree of human disturbance is ranked by observation on human individuals, roads and buildings. Degree of section IV is high for Yangp'ok Sanjang

Section	Location	Length (km)	Latitude	Crown	Road	Human Disturbance
I	Park gate ~ Sörakgyo	2.0km	400m	Opened and Closed	Wide	4
II	Sörakgyo ~ Pisönda	1.1km	400~480m	Closed	Wide	3
III	Pisönda ~ Guymuynam	1.5km	480~540m	Opened	Narrow	1
IV	Guymuynam ~ Yangp'ok Sanjang	2.0km	540~680m	Opened	Narrow	2

시하였다(Table 1). 선조사법(line transect method)에 의해 등산로를 따라 시속 1.6~2.1km의 속도로 이동하면서, 조사경로 좌우 10m 이내에서 출현하는 나비를 육안으로 관찰하여 출현종의 개체수와 출현시간을 기재하였다. 종식별이 어려운 개체는 포충망으로 채집하여 종을 확인하였고, 채집을 못한 종은 확인된 분류군명을 기재하였다. 오전조사는 8시경부터 12시경까지 등반하면서 조사하였고, 오후에는 동일조사구간을 하행하면서 반복조사하였다.

설악산 천불동계곡지역의 나비군집의 풍부도와 다양도를 평가하기 위해, 강원도 양양, 인제지역 4개 지역과 서울의 홍릉시험림, 경기도 천마산과 광릉시험림, 부산 황령산 등의 8개지역에서 동일한 방법으로 조사한 결과를 비교하였다(Figure 1).

2. 군집분석

나비류의 풍부도는 km 당 출현개체수로 환산하였으며, 다양도는 Shannon지수(Shannon과 Weaver, 1949)를 균등도는 Pielou 지수(Pielou, 1975; 1977)을 Ludwig와 Reynolds(1988)의 프로그램을 이용하여 구하였다.

각 조사구간의 나비군집의 특성과 나비종별 분포특성을 파악하기 위하여 Ludwig와 Reynolds(1988)의 프로그램을 이용하여 PCA(Principal Component Analysis) 분석을 실시하였다. PCA 분석에는 각 종별 출현밀도를 이용하였는데, 소수의

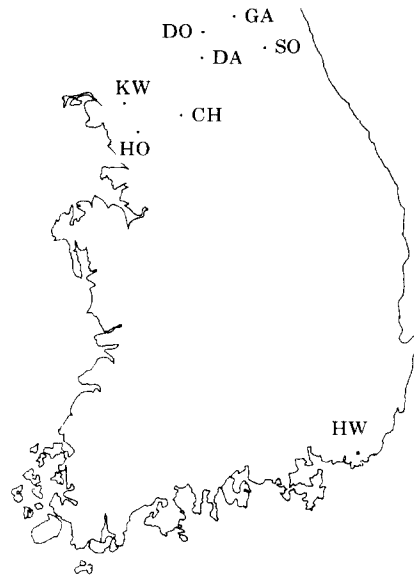


Figure 1. Map showing the regions where researches were carried out for comparing diversity and abundance of butterfly fauna in the Chunbul-dong valley of the Söraksan. Symbols for regions are as follows; HO: Seoul Holung, CH: Kyunggi Chumasan, KW: Kyunggi Kwangnung, GA: Kwangwon Gachilbong, DO: Kwangwon Doretgol, DA: Kwangwon Daeusan, SO: Kwangwon Söhachon, HW: Pusan Hwangryongsan

개체가 한 조사구간에서만 출현하여, 분포의 임의가능성(chance probability)이 높은 종들은 분석에서 제외하였다. 큰줄흰나비와 줄흰나비의 경우 육안으로 식별하기 어려워(김정환과 이원규, 1993) 줄흰나비류(*Artogeia* spp.)로 분류하였고, 산제비나비와 제비나비의 경우에는 낮게 비상하는 개체를 제외하고는 종구별이 힘들어 제비나비류(*Papilio* spp.)로 묶어서 분석을 하였다.

3. 생존전략분석

생물은 그들이 가진 생존전략에 따라 일반적으로 r-전략을 구사하는 비전문가(generalist), K-전략을 이용하는 전문가(specialist)로 구분하기도 하는데(MacArthur와 Wilson, 1967), 나비류의 경우 비전문가의 분포는 인간의 간섭정도에 별 영향을 받지 않지만, 전문가의 경우에는 다양도가 서식처의 인간 간섭 정도에 많이 좌우되는 것이 보고되었다(Kitahara와 Fujii 1994). 본 연구에서는 이번 조사 결과를 토대로 서식처의 인간 간섭 정도가 전문가와 비전문가의 분포에 영향을 미치는지 여부를 조사하였다. 과거의 조사(문교부, 1967; 김정환과 남상호, 1984)들은 주로 비선대 하류의 간섭지역에서 집중적으로 이루어졌기 때문에 분석에서 제외하였다. 지역구분은 설악동에서 비선대에 이르는 지역은 임도가 넓으며 관광객수가 많고, 관광객을 위한 시설들이 비교적 많은 지역이기 때문에 간섭지역(Disturbed region)으로 보고, 비선대 상류지역은 등산로를 제외하고는 거의 자연상태를 유지하고 있기 때문에 비간섭지역(Undisturbed Region)으로 간주하여, 양지역에 출현하는 전문가와 비전문가의 종수를 조사하였다. 그리고 생존전략별로 분포범위에도 차이가 있는지를 조사하기 위해, 간섭지역과 비간섭지역에 동시에 출현하는 것을 광역분포(Wide distribution)로 규정하고, 한 곳에서만 출현하는 것을 협역분포(Narrow distribution)로 간주하여 분포범위별 전문가와 비전문가의 출현종수를 조사하였다.

생존전략의 구별은 Kitahara와 Fujii(1994)의 방식을 이용하였다. 구체적인 분류기준을 보면 먹이 요인에 대해서는 유충의 식수 종류에 따라 한 과 내의 10종 이하의 식물을 이용하는 경우에는 feeding specialist, 한 과 내의 10종 이상 또는 두과 이상의 식물을 이용하는 종들을 feeding generalist로 간주하였다. 출현시기의 경우 세대수를 기준으로 하였는데, 연간 세대수가 1세대와 2세대인 경우에는

seasonal specialist, 3세대 이상의 다세대의 종들을 seasonal generalist로 분류하였다. 두가지 요인에 대해 모두 전문가인 종들은 전문가로 분류하였고, 모두 비전문가인 종들은 비전문가로 분류하였다. 각 종별 세대수와 식수에 대해서는 福田 등(1982; 1983; 1984), 江崎과 横山(1955), Kitahara와 Fujii(1994) 등을 참조하였다.

결과 및 고찰

1. 나비군집

6월의 조사결과를 Table 2와 같다. 총 6과 17종 44개체가 발견되어 조사기간 중 출현종수와 개체수가 가장 풍부하였다. 6월조사에서 개체수가 가장 많았던 종은 빨나비로 12개체가 발견되었는데 오전조사에서는 전 구간에서 발견되지 않았으나 오후조사에서는 전 구간에서 발견되었고, 특히 1번 조사구간의 임도에서 휴식하고 있는 개체들이 많이 목격되었다. 빨나비는 6월과 7월사이에 년 1회 우화하기 때문에(김정환과 이원규, 1993), 발견된 개체들은 우화한 후 오래되지 않은 성충들로 추정된다. 빨나비는 과거 조사에서도 계속 발견되던 종으로(Table 6) 천불동계곡 지역에서는 상-하류에 비교적 널리 분포하는 것으로 여겨진다. 사향제비나비와 산제비나비 등 제비나비류는 설악동과 비선대 사이의 간섭지역에서만 출현하였다. 이외에도 대만흰나비, 큰녹색부전나비 및 큰멋쟁이나비도 간섭지역에서만 발견되었다. 비선대 상류의 비간섭지역에서만 출현한 종들로는 별박이세줄나비, 황세줄나비, 외눈이사촌나비 등 네발나비류와 뱀눈나비류의 나비가 소수 발견되었다. 간섭지역과 비간섭지역에서 공통적으로 발견되었던 종들로는 큰줄흰나비, 외눈이지옥나비가 있는데, 외눈이지옥나비는 설악산에는 분포하나(이승모, 1973), 본 조사지역에서는 최초로 발견된 것이며(Table 6), 큰줄흰나비는 양폭산장과 비선대 인근 하천변에서 1개체씩 발견되었다.

7월 조사에서는 총 3과 7종 12개체가 발견되어(Table 3), 종수와 밀도가 6월에 비해 현저히 낮은 수준이며, 종수준까지 확인된 것은 암먹부전나비와 아이노녹색부전나비 2종에 불과하다. 아이노녹색부전나비는 설악산에는 분포하나(이승모, 1973) 천불동계곡 지역에서는 이번에 처음 발견된 것으로, 양폭산장 부근의 등산로에서 암수가 구애행위를 하는

Table 2. Butterflies found in 19 June 1996

Species	Time	Section				Abundance
		I	II	III	IV	
<i>Byasa alcinous</i> (K.) 사향제비나비	a.m. p.m.	1				1
<i>Papilio</i> sp.(b. or m.) 제비나비류	a.m. p.m.		3			3
<i>Papilio maackii</i> M. 산제비나비	a.m. p.m.	1				1
<i>Artogeia canidia</i> S. 대만흰나비	a.m. p.m.	1	1			2
<i>Artogeia melete</i> M. 큰줄흰나비	a.m. p.m.		1		1	2
<i>Favonius orientalis</i> M. 큰녹색부전나비	a.m. p.m.					1
<i>Vanessa indica</i> H. 큰멋쟁이나비	a.m. p.m.	1 2				2
<i>Neptis pryri</i> B. 별박이세줄나비	a.m. p.m.			1	1	2
<i>Neptis thisbe</i> M. 황세줄나비	a.m. p.m.				1	1
<i>Neptis</i> sp. 세줄나비류	a.m. p.m.			1 2	1 1	6
<i>Limenitis</i> or <i>Neptis</i> sp. 줄나비류	a.m. p.m.			1		1
Nymphalidae sp. 표범나비류	a.m. p.m.		1	1		3
<i>Libythea celtis</i> F. 빨나비	a.m. p.m.					12
<i>Erebia cyclopius</i> E. 외눈이지옥나비	a.m. p.m.		1	1	1	2
<i>Erebia wanga</i> B. 외눈이사촌나비	a.m. p.m.				1	1
Satyridae sp. 뱀눈나비류	a.m. p.m.	1			1	3
Lepidoptera sp. 나비류	a.m. p.m.		1			1

것이 목격되었다. 7월의 나비상이 이처럼 빈약한 것은 조사당일의 날씨가 흐렸기 때문에, 고산내륙지역 특성상 기온이 낮아져 나비들의 활동이 저조한 결과로 판단된다.

8월의 조사에서는 총 6과 12종 38개체가 발견되었고(Table 4), 출현종 중 줄흰나비류와 푸른부전나비의 개체수가 가장 많았고, 전 조사구간에 걸쳐

발견되었다. 사향제비나비와 제비나비류는 6월 조사에서와 같이 간섭지역에서만 발견되었다. 노랑나비가 조사기간 중 유일하게 1번 조사구간에서 1개체 발견되었다. 과거조사에서도 김창환과 남상호의 1984년 조사에서 유일하게 설악동에서 발견된 것을 볼 때, 노랑나비는 천불동계곡지역에서는 비교적 희귀한 나비로 판단된다. 8월에 새로이 추가된 종으로

Table 3. Butterflies found in 13 July 1996

Species	Time	Section				Abundance
		I	II	III	IV	
<i>Artogeia (m. or n.)</i> sp.	a.m.				1	1
줄흰나비류	p.m.					
<i>Artogeia</i> sp.	a.m.	1	1			4
흰나비류	p.m.	1		1		
<i>Everes argiades</i> P.	a.m.	1			1	2
암먹부전나비	p.m.					
<i>Chrysozephyrus aurorinus</i> O.	a.m.					2
아이노늑색부전나비	p.m.				2	
<i>Lycaenidae</i> sp.	a.m.	1				1
부전나비류	p.m.					
<i>Nymphalidae</i> sp.	a.m.				1	1
줄나비류	p.m.					
<i>Satyridae</i> sp.	a.m.					1
뱀눈나비류	p.m.		1			

는 애기세줄나비와 수풀꼬마팔랑나비의 2종이 있는데, 애기세줄나비는 간섭지역과 비간섭지역에서 모두 발견되었고, 수풀꼬마팔랑나비는 비간섭지역에서만 2개체 목격되었다.

9월 조사에서는 동해안에 출현한 무장공비로 인해, 비선대에서 대청봉에 이르는 등산로가 폐쇄되어, 간섭지역에서만 조사를 실시하였다. 조사결과 1번 구간에서만 큰줄흰나비, 대만흰나비, 뿔나비의 3종이 발견되었고 이 중 큰줄흰나비가 5개체로 가장 풍부하였다(Table 5). 조사당일의 기상이 좋았음에도 불구하고, 출현종수와 개체수가 다른 시기에 비해 현저히 낮아, 천불동계곡지역에서는 9월 중순 이후에는 나비상의 다양도와 풍부도가 급격하게 감소하는 것으로 사료된다. 이는 10월 조사에서도 나타나는데, 등산로폐쇄 해제 직후인 10월 17일에 실시한 조사에서는 전조사구간에서 나비를 전혀 목격할 수 없었다. 비교를 위해 9월과 10월 경에 부산황령산(9월 26일)과 경기도의 천마산(9월 21일과 10월 11일)과 광릉(10월 19일) 등의 지역을 조사한 결과 9월과 10월에도 비교적 나비류가 풍부하게 출현하는 것으로 볼 때(Table 7) 설악산지역은 다른 지역에 비해 나비류의 출현시기가 비교적 짧은 것으로 사료된다.

각 조사구간에서 출현한 종들을 대상으로, PCA 좌표분석을 한 결과는 Figure 2과 Figure 3과 같다. 주성분(Principal Component) 1과 2의 고유

값(eigen value)은 각 5.771과 3.137로서 전체변이의 52.5%와 28.5%에 해당하는 설명력을 가진다(Ludwig와 Reynolds, 1988). 각 조사구간은 주성분 1에 대해 간섭이 가장 약한 구간(구간 3)으로부터 강한 순으로 배열되는 것으로 볼 때(Figure 1, Table 1), 주성분 1은 인간간섭정도와 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 이러한 것은 종별 분석에서도 나타나는데 간섭지역에 주로 출현한 제비나비류, 사향제비나비, 뿔나비 등은 주성분 1과 정의 상관관계가 높은 반면에, 비간섭지역에 주로 출현한 벌박이세줄나비, 수풀꼬마팔랑나비 등은 부의 상관관계가 높게 나타나고, 양지역에 비교적 고르게 출현한 줄흰나비류와 외눈이지옥나비는 주성분 1과 관련성이 낮게 나타나 이러한 사실을 뒷받침하고 있다. 주성분 2는 성격이 다소 불명확한데 비간섭지역인 구간 4와 구간 3이 주성분 2와 관련성이 높고, 간섭지역인 구간 1과 2와는 관련성이 낮게 나타났다(Figure 2). 종별 분석에서는 간섭지역과 비간섭지역에 고루 분포하였던 줄흰나비류와 외눈이지옥나비 및 푸른부전나비 등이 관련성이 높고, 특정지역에 치우쳐 분포하는 종들은 관련성이 낮게 나타났다(Figure 3). 주성분 2와 정의 상관관계가 높은 줄흰나비류는 비간섭지역 중에서는 구간 4에서만 출현하였고, 음의 상관관계가 높은 외눈이지옥나비와 푸른부전나비는 구간 3에 주로 많이 출현한 종들이었다(Tables 2-5). 구간 4에서 줄흰나비류는 주로 양

Table 4. Butterflies found in 16 August 1996

Species	Time	Section				Abundance
		I	II	III	IV	
<i>Byasa alcinous</i> K.	a.m.	3	1			5
사향제비나비	p.m.		1			
<i>Papilio</i> (<i>b.</i> or <i>m.</i>) spp.	a.m.	1				3
제비나비류	p.m.	2				
<i>Colias erate</i> E.	a.m.	1				1
노랑나비	p.m.					
<i>Artogeia</i> (<i>m.</i> or <i>n.</i>) spp.	a.m.	1			6	9
줄흰나비류	p.m.		2			
<i>Artogeia</i> sp.	a.m.	1				1
흰나비류	p.m.					
<i>Celastrina argiolus</i> L.	a.m.	1	1	2		6
푸른부전나비	p.m.			1	1	
<i>Neptis aceris</i> E.	a.m.	1	1			4
애기세줄나비	p.m.	1			1	
<i>Nymphalidae</i> sp.	a.m.					1
표범나비류	p.m.				1	
<i>Minois dryas</i> S.	a.m.			1		1
굴뚝나비	p.m.					
<i>Satyridae</i> sp.	a.m.	1			1	3
뱀눈나비류	p.m.	1				
<i>Thymelicus sylvaticus</i> B.	a.m.					2
수풀꼬마팔랑나비	p.m.			1	1	
Lepidoptera sp.	a.m.		1			2
나비류	p.m.				1	

Table 5. Butterflies found in 20 September 1996

Species	Time	Section		Abundance
		I	II	
<i>Artogeia canida</i> S.	a.m. ¹	3		5
큰줄흰나비	a.m. ²	2		
<i>Artogeia</i> (<i>m.</i> or <i>n.</i>) spp.	a.m. ¹			1
줄흰나비류	a.m. ²	1		
<i>Artogeia canidia</i> S.	a.m. ¹	1		1
대만흰나비	a.m. ²			
<i>Libythea celtis</i> F.	a.m. ¹	1		1
뿔나비	a.m.			

a.m.¹: 9:25-10:30 and a.m.²: 10:30-11:20.

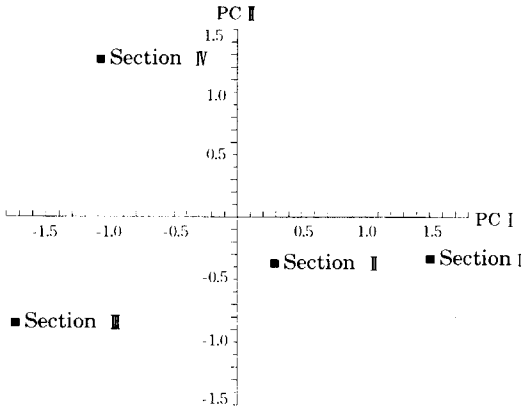


Figure 2. PCA ordination of survey section

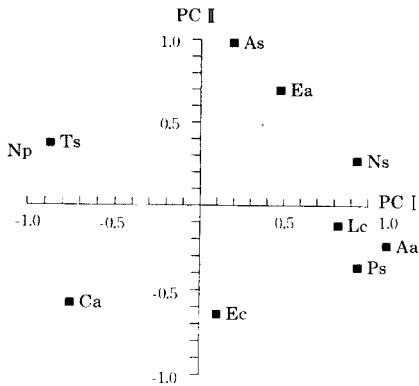


Figure 3. PCA ordination of major butterfly species. Symbols for species are as follows; As *Artogeia* spp. (줄흰나비류), PS: *Papillio* spp. (제비나비류), Aa: *Atrophaneura alcinous* (K.) (사향제비나비), LC: *Libythea celtis* F. (빨나비), Ns: *Neptis aceris* E. (애기세줄나비), Ca: *Celastrina argiolus* L. (푸른부전나비), Ea: *Everes argiades* P. (암벽부전나비), Np: *Neptis pryleri* B. (별박이세줄나비), Ts: *Thymelicus sylvaticus* B. (수풀꼬마팔랑나비), Ec: *Erebia cyclopius* E. (외눈이지옥나비).

폭산장주위 개활지에서 목격되었고, 등산로 주위 비교적 자연상태가 보존된 지역에서는 목격되지 않았다. 따라서 주성분 2는 비간섭지역의 종별 차이를 나타내는 변수로 여겨지며, 그 변이의 주원인의 하

나는 양쪽산장인 것으로 여겨진다.

과거 조사를 포함하여, 설악동에서 양쪽산장에 이르는 천불동계곡지역에서 서식이 확인된 나비류는 7과 48종이다(Table 6). 이번 조사에서 천불동계곡 지역 추가확인종들인 대만흰나비, 아이노늑색부전나비, 수풀꼬마팔랑나비, 외눈이지옥나비 등은 설악산 기분포종이다(이승모, 1973; 김창환과 남상호, 1984). 과거 조사된 44종 중 14종은 이번 조사에서 재발견되었고, 30종은 발견되지 않았다. 미발견종 중 제비나비와 줄흰나비는 종 확인은 못했으나, 목견(目見)했던 다수의 제비나비류와 줄흰나비류에 포함되어 있을 가능성이 높다. 나머지 미발견 28종 중 청띠신선나비는 과거 2차례 조사에서 비교적 많은 장소에서 발견되었고, 종식별이 용이한 종이란 점에서 볼 때, 밀도감소 가능성이 높은 것으로 추정된다. 과거 조사와 이번 조사에서 가장 분포범위가 넓은 큰줄흰나비와 애기세줄나비 및 빨나비의 3종은 천불동계곡지역에서 가장 흔한 종으로 볼 수 있다. 배추흰나비와 호랑나비 및 노랑나비는 우리나라에서 가장 흔한 나비들인데 천불동계곡지역에서는 비교적 발견하기 힘들었다. 이번 조사에서는 노랑나비 1개체만 목격되었고, 배추흰나비와 호랑나비는 발견할 수 없었다.

2. 다양도와 풍부도

각 조사구간별 풍부도와 다양도를 비교한 것은 Figure 4이다. 여기서 풍부도는 과별 개체수를 km² 별로 환산하여 나타내었고, 다양도는 과별 누적종수로 표현하였다. 조사구간 중 다양도가 가장 높은 구간은 13종이 출현한 간섭지역인 구간 1이고, 구간 2와 3이 8종으로 가장 낮았으며, 비간섭지역인 구간 4가 11종으로 비교적 다양도가 높았다. 풍부도의 경우, 간섭지역이 비간섭지역에 비해 높고, 고도가 높아짐에 따라 풍부도가 점차 낮아지는 경향을 보인다. 과별로 다양도와 풍부도에 차이가 있는데 간섭지역은 제비나비과와 흰나비과의 다양도와 풍부도가 높는데 비해, 비간섭지역에서는 거의 출현하지 않았다. 이러한 사실은 인간간섭에 의한 서식처의 변형으로 인한 주연효과나 서식처의 다양화가 나비상의 다양도나 풍부도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단되며, 제비나비류나 흰나비류는 간섭지역에서 비교적 풍부한 나비류로 사료된다.

Table 7은 천불동계곡지역과 다른 지역의 나비군집의 풍부도와 다양도를 비교한 것이다. 풍부도는 천불동지역이 다른 지역에 비해 현저히 낮은 것으로

나타났다. 개체수가 가장 많았던 6월 조사에서 *km* 당 3.6개체가 목격되었는데, 이 수치는 10월 말에 조사되어 개체수가 낮아진 광릉을 제외한 다른 어떤 지역에 비해서도 낮다. 월별 비교를 해보면, 7월의 경우 풍부도는 다른 지역의 9.4%~25%에 불과하며, 8월에는 24.0%~49.2%, 9월에는 4.6%~9.9%에 불과한 실정이며, 10월에는 경기도의 천마산과 광릉에는 *km* 당 7.9개체 및 3.4개체가 출현하였으나 천불동계곡지역에서는 전혀 나비를 볼 수 없었다.

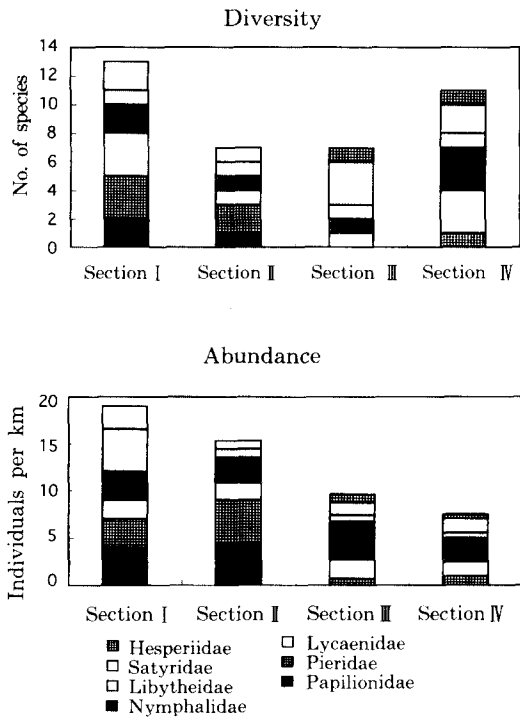


Figure 4. Diversity (number of species) and abundance (total individuals per *km*) of the survey section in the chunbul-dong valley of the Soraksan.

다양도는 천불동계곡지역에서는 17종이 출현하였던 6월이 가장 높았다. 그러나 이는 다른 지역과 비교했을 때 그다지 높은 수준은 아닌 것으로 판단된다. 조사거리와 시간이 비슷하였던 강원도의 가칠봉의 조사에서는 9종이 많은 26종이 발견되었으며, 부산의 도심에 위치한 황령산에서 9월말에 조사한 결과 조사시간은 천불동계곡지역의 1/4에 불과했지만

동일한 17종이 목격되었다. 8월에는 12종이 발견되어 두번째로 출현종수가 높았는데, 이는 서울의 도심에 있는 홍릉시험림에서 7월에 불과 1시간 반 동안 조사되었던 결과와 동일하다. Shannon 지수로 비교한 다양도의 경우, 계절적인 감소요인이 심한 10월의 조사결과를 제외하고 비교했을 때, 다양도는 천불동지역에서는 1.07~2.48이었고, 다른 지역에서는 1.27~2.67로서 천불동지역의 다양도는 다른 지역에 비해 다소 낮은 수준이었고, 균등도는 천불동지역이 0.77~0.92, 다른 지역들이 0.71~0.90으로 거의 비슷하였다(Table 7).

3. 생존전략별 분포특성

설악산 천불동지역 분포종들의 생존전략은 Table 6과 같다. 분포종 중 전문가는 호랑나비과 2종, 부전나비과 1종, 네발나비과 2종, 빨나비과 1종, 뱀눈나비과 1종, 팔랑나비과 1종 등 전체종의 17%인 8종이었고, 비전문가는 제비나비과 1종, 흰나비과 5

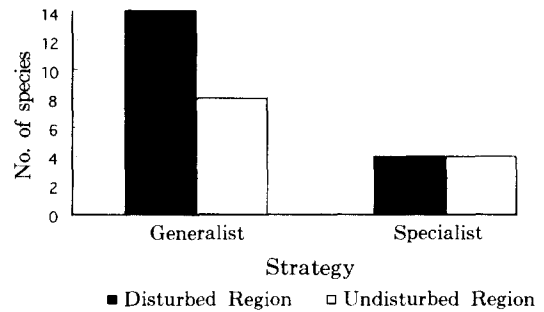


Figure 5. Generalists and specialists found in the distributed region and the undisturbed region

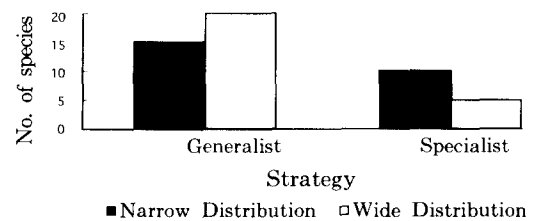


Figure 6. Generalists and specialists showing narrow distribution and wide distribution

Table 6. (Continued)

Species	Location				Section				Strategy	Research
	SA	SH	BS	CB	I	II	III	IV		
5. Libytheidae										
<i>Libythea celtis</i> F.	○	○	○		○	○	○	○	Specialist	1, 2, +
6. Satyridae										
<i>Ypthima argus</i> B.	○	○							Generalist	1, 2
<i>Erebia cyclopius</i> E.					○		○			+
<i>Erebia wanga</i> B.			○					○		1, +
<i>Minois dryas</i> S.	○						○			2, +
<i>Melanargia epimede</i> S.		○								1
<i>Mycalesis francisca</i> C.	○	○							Specialist	1, 2
<i>Mycalesis gotama</i> M.	○								Generalist	2
7. Hesperiiidae										
<i>Daimio tethys</i> M.	○			○						2
<i>Erynnis montanus</i> B.	○								Specialist	2
<i>Heteropterus morpheus</i> P.	○									2
<i>Thymelicus sylvaticus</i> B.							○	○		+
<i>Ochlodes ochracea</i> B.	○									2
<i>Ochlodes subhyalina</i> B. et G.	○									2
<i>Parnara guttata</i> B. et G.	○								Generalist	2

Table 7. Abundance and diversity for butterfly fauna in the Chonbuldong valley region and the other regions. Values of parenthesis in distance are replication of the survey. Location for region is shown in Figure 1

Month	Region	Distance	No. of Species	Individuals	Abundance (ind./km)	Diversity	Evenness
		(km)					
6	Chunbuldong valley	6.6(2)	17	44	3.6	2.48	0.88
7	Chunbuldong valley	6.6(2)	7	12	1.0	1.79	0.92
	Seoul Honglung	3.2(1)	12	34	10.6	1.91	0.77
	Kwangwon Gachilbong	6.1(2)	26	129	10.3	2.67	0.82
	Kwangwon D retgol	5.0(1)	22	83	9.1	2.54	0.82
	Kwangwon Daeusan	5.0(1)	6	20	4.0	1.27	0.71
	8	Chunbuldong valley	6.6(2)	12	38	3.1	2.23
8	Seoul Honglung	3.2(1)	6	20	6.3	1.33	0.74
	Kwangwon S hach n	2.1(1)	8	27	12.9	1.76	0.85
	9	Chunbuldong valley	6.6(2)	4	8	0.7	1.07
9	Kyung-gi Chunmasan	4.5(1)	14	32	7.1	2.21	0.84
	Pusan Hwangryungsan	3.6(1)	17	54	15.1	2.56	0.90
	10	Chunbuldong valley	3.1(2)	0	0	0.0	0.00
10	Kyung-gi Chunmasan	1.4(1)	8	11	7.9	2.02	0.97
	Kyung-gi Kwangnung	1.2(1)	2	4	3.4	0.56	0.81

종, 부전나비과 3종, 네발나비과 4종, 뱀눈나비과 2종, 팔랑나비과 1종 등 전체종의 31%인 16종으로 전문가에 비해 많았다.

이번 조사에서 간섭지역과 비간섭지역에 출현한 전문가와 비전문가의 종수를 비교한 것이 Figure 5이다. 비전문가의 경우 비간섭지역에 출현한 종은 4종, 간섭지역에 출현한 종은 7종으로 간섭지역에서 출현한 종이 많은 반면, 전문가의 경우에는 양지역에서 각 2종이 출현하여 차이를 보이지 않았다. 분포범위별로 비교한 경우(Figure 6), 비전문가의 경우에는 광역분포(간섭지역과 비간섭지역에 동시에 분포)종이 4종이고 협역분포(간섭지역과 비간섭지역 어느 한 곳에만 출현)종은 3종으로 광역분포종이 다소 많은데 비해, 전문가의 경우에는 오히려 협역분포종이 1종 많은 것으로 나타났다.

생존전략별로 분포특성을 보면, 전문가의 경우에는 특수한 조건에서만 서식이 가능하기 때문에 대개의 경우 비전문가에 비해 집중적인 분포경향을 보이고, 분포범위는 비교적 좁은 편이며, 서식처가 훼손된 간섭지역에서는 전문가보다는 환경적응 범위가 넓은 비전문가의 생존가능성이 높다(Kitahara와 Fujii, 1994). 위 조사결과는 소수의 종을 대상으로 분석한 결과이기 때문에 일반적인 결론을 도출하기는 곤란하지만, 전문가와 비전문가의 분포특성에서 예견되는 것과 거의 일치하는 결과를 보여주고 있다. 종보존적인 측면에서 보면, 인간간섭에 의해 서식처가 파괴되는 경우 전문가는 절멸의 위험성이 높은 반면, 비전문가의 경우에는 환경에 대한 유연성이 높아 절멸의 위험성도 상대적으로 낮다고 할 수 있다(Southwood 등, 1974). 따라서 이러한 생존전략에 대한 정보는 어떤 종의 절멸가능성을 예측하는데 있어서 중요한 기준이 될 수 있다고 하겠다.

감사의 글

귀중한 문헌을 제공하여 주신 손정달씨와 조언을 하여 주신 김성수 선생님, 그리고 조사에 도움을 주신 이범영 박사님과 여운홍 박사님께 감사를 드립니다.

인용 문헌

김정환, 이원규(1993) 우리가 정말 알아야 할 우리나라 비 백가지. 현암사. 341쪽.
김정환(1975) 비무장지대 인접지역의 곤충상. 문화공

보부 182-257.

- 김창환, 남상호(1984) 설악산곤충의 분포와 임상과의 관계. 설악산 학술조사보고서, 강원도, 303-350.
김현규(1959) 설악산 접류의 수직적 분포. 응용동물학 잡지 2(1):4-11.
문교부(1967) 설악산 학술조사보고서. 서울, 188-202쪽.
이승모(1971) 설악산의 접류. 청호림곤충연구소 자료집 (1): 1-10.
이승모(1973) 설악산 접류목록. 청호림곤충연구소 자료집 (4): 1-10.
손경석, 성동규(1993) 설악산. 대원사, 26쪽.
한국인시류동호인회(1989) 강원도 나비에 대하여. 한국인시류동호인회지 2(1):5-44.
福田晴夫 외 8인(1982) 原色日本蝶類生態圖鑑(I). 保育社, 日本, 248-260 pp.
福田晴夫 외 8인(1983) 原色日本蝶類生態圖鑑(II). 保育社, 日本, 294-308 pp.
福田晴夫 외 8인(1984) 原色日本蝶類生態圖鑑(IV). 保育社, 日本, 330-346 pp.
山本道也(1988) 蝶類群集の研究法. Sprc. Bull. Lep. Soc. Jap. (6): 191-210 pp.
森下正明(1967) 東京近郊における蝶の季節分布. 自然-生態學的研究(森下 吉良編). pp.95-132 中央 公論社, 東京.
石宙明(1942) 韓國産蝶類の研究(第二報). 鹿兒島博物同志會, 日本.
江崎梯三校閱, 横山光夫(1955) 原色日本蝶類圖鑑. 保育社, 日本, 330-346 pp.
Kitahara M., K. Fujii(1994) Biodiversity and community structure of temperate butterfly species within a gradient of human disturbance: an analysis based on the concept of generalist vs. specialist strategies. Res. Popul. Ecol. 36(2): 187-199.
Ludwig J.A., J.F. Reynolds(1988) Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons a Wiley-Interscience Pub. New York, U.S.A. 337pp.
MacArthur, R.H., E.O. Wilson(1967) The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J. 203pp.
Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. Wiley, New York, U.S.A.
Pielou, E.C.(1977) Mathematical ecology. Wiley, New York, U.S.A.

- Pollard, E., T.J. Yates(1993) Monitoring butterflies for ecology and conservation. Chapman & Hall, London, U.K. 274pp.
- Shannon, C.E., W. Weaver(1949) The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, U.S.A. IL.
- Southwood, T.R.E., R.M. May, M.P. Hassell, and G.R. Conway(1974) Ecological strategies and population parameters. The American Naturalist 108(964): 791-804.