

나비와 흡밀식물과의 관계 분석을 통한 조경설계에의 활용방안 연구

- 서울 월드컵공원을 대상으로 -

김지석* · 강현경**

*(주)기술사사무소 L.E.T · **상명대학교 환경조경학과

Analyzing Mutual Relationships Between Nectar Plants and Butterflies for Landscape Design

- Focusing on World Cup Park, Seoul -

Kim, Ji-Seok* · Kang, Hyun-Kyung**

*L.E.T Landscape Architect Co., Ltd.

**Dept. of Environment Landscape Architecture, Sangmyung University

ABSTRACT

In this paper, in order to select specialist butterfly species that inhabit Haneul and Noeul Parks, previously landfill areas, we verified the reciprocal relationships between nectar plants and butterflies. While we will design the butterfly habitats, this paper will provide the foundation data for selecting the plants.

The completed survey indicated that there were a total of 5 families, 23 species and 1,129 individuals. Butterflies of the main action were feeding on nectar, and such behavior was 36% of the total actions. Therefore, these parks play an important role in butterflies feeding on nectar. The correlation between butterflies and the nectar plants' color was not significant; therefore, it is not necessary to consider flower color when choosing plants to attract the butterflies. In addition, butterflies prefer naturalized plants for feeding on nectar. Thus, when creating butterfly habitats, there is no use in attracting the butterflies by classifying the naturalized plants and native plants. However, if some areas that are need to plant native plants such as *Inkigofera pseudo-tinctoria*, *Lespedeza bicolor*, *Aster koraiensis* make use it, there could be taken an advantage to attract the butterflies.

According to the algebraic curve model of curve estimation regression analysis, we were able to classify the generalist species and specialist species by regression analysis. As a result, *Colias erate*, *Artogeia rapae* and *Parnara guttata* were classified as generalist species, whereas *Rapala caerulea*, *Pieris melete*, *Zizera maha* and *Celastrina argiolus* were classified as specialist species. *Rapala caerulea* prefers hills and forest for its habitat; therefore, it is clearly distinct from *Pieris melete*, *Zizera maha* and *Celastrina argiolus* which prefer grassland for habitats. These results show that *Rapala caerulea* is high conservation value in a landfill area where is developing ecological succession from grasslands to wood lands.

Corresponding author: Ji-Seok Kim, L.E.T Landscape Architect Co., Ltd., Seoul 124-22, Korea, Tel.: +82-2-424-7170, E-mail: gstone1@hanmail.net

In conclusion, these research are able to contribute to select the target species and suitable species that consider a singularity between butterflies and nectar plants, when we are creating the butterfly habitats, moreover these research will contribute to maintain a stable habitats.

Key Words: Generalist Species, Specialist Species, Regression Analysis, Habitats

국문초록

본 연구는 난지도 쓰레기 매립지였던 월드컵공원내 하늘공원과 노을공원에 서식하는 나비 출현종 및 흡밀식물 현황, 흡밀식물과 나비와의 상호관계를 구명하여 나비 서식지 조성시 식재종 선정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 나비는 총 5과 23종 1,129개체가 출현하였으며, 나비의 주요 행동은 흡밀 행동이 전체의 36%로 연구대상지가 나비에게 흡밀공간으로서 중요한 역할을 하고 있었다.

월드컵공원에서 나비와 흡밀식물과의 관계를 분석한 결과, 나비와 흡밀식물의 꽃색은 상관관계를 보이지 않아 나비를 유인하기 위한 식재시 특별하게 꽃색을 고려할 필요는 없는 것으로 분석되었다. 또한 나비가 선호하는 흡밀식물은 대부분 귀화식물로 나비 서식지를 조성함에 있어 흡밀하는 식물로 자생종이나 귀화종을 구분하여 나비를 유인하는 것은 큰 의미가 없음을 알 수 있었다. 자생식물을 활용할 필요가 있는 지역의 경우에는 낭아초, 싸리, 별개미취와 같은 종이 나비 유입을 위해 유리한 것으로 판단되었다. 흡밀나비 개체수와 흡밀식물 종 수는 양의 상관관계를 보였으며, 곡선추정 회귀분석 대수모형 곡선에서 일반종과 특이종으로 구분한 결과, 노랑나비, 배추흰나비, 줄점팔랑나비는 일반종으로 구분되었고, 범부전나비, 큰줄흰나비, 남방부전나비, 푸른부전나비는 특이종으로 구분되었다. 특이종 중 범부전나비는 낮은 산이나 숲을 선호하는 종으로, 초지를 선호하는 3종(큰줄흰나비, 남방부전나비, 푸른부전나비)과 서식지 차이가 있어 초본식생지에서 목본식생지로 천이가 진행되고 있는 쓰레기 매립지의 식생현황에서 보전가치가 더 높다고 판단되었다. 이러한 결과는 나비서식지 조성시 목표종을 선정할 때, 식물과의 상호관계를 고려하여 상대적으로 특이성이 높은 종을 고려할 수 있음을 보여주었다. 이러한 특이종은 경우에 따라 대상지내의 목표종으로서의 가치를 가질 수 있을 것이다.

주제어: 일반종, 특이종, 회귀분석, 서식지

1. 서론

생물은 서로 다른 생태적 지위(Ecological niche)를 가지고 있으며, 나비는 1차 소비자로서 2차 소비자의 먹이원, 기생벌류의 숙주 역할, 수분매개자 및 야생조류의 먹이 자원이 되고 있다(Blair, 1999). 곤충의 서식은 생육기반과 식생 등 서식환경의 변화에 따라 발생양상과 개체군의 구조가 달라지고 있어(Warren, 1987), 생태적 공간 관리를 위해서는 이들의 서식구조 특성에 대한 연구가 선행되어야 한다.

국내의 나비에 대한 연구동향은 1882년 영국인 버틀러(A. G. Butler)가 첫 논문을 발표한 이후로 50년이 지난 1930년대 초에 회귀한 일부 종을 제외하고 한국의 나비에 대한 연구는 이미 이루어진 상태였다. 일제시대에 우리나라 생물학 연구는 일본인 학자들에 의해 주도되었으나, 나비 분류학 분야에 관한 한 1930년대 초부터 석주명에 의해 본격적으로 시작되었다(문만용, 1999). 이후 국내 나비의 분포에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있었으며, 일부 생활사에 대한 연구(신유항, 1974; 이

기열 등, 2003), 종의 분류(Mori and Yoichi, 1985; 정세호와 김원택, 1998), 살충제의 영향(오흥규 등, 2002), 멸종 위기에 처한 나비의 복원 방안(김도성 등, 1999)에 관한 연구도 진행되었다. 나비는 알-애벌레-번데기의 과정을 거쳐 성충이 되는 완전변태를 하며, 애벌레는 정해진 식물만을 먹고 자라는 특성이 있으며, 성충이 되면 식물의 꽃에서 흡밀하기 때문에 식물과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 나비 애벌레의 먹이식물에 대한 연구는 김창환(1984)에 의해 이루어졌으며, 1984년 당시 한국산 나비 250여종 중 94종을 대상으로 한반도지역에 분포하는 식물과 나비의 서식관계를 분석하였다. 하지만 먹이식물 선정에 있어 일본에 분포하는 나비의 먹이식물을 그대로 적용하는 한계를 가지고 있었다. 현재, 나비의 흡밀식물에 대한 연구는 빈약한 실정이며, 설악산, 지리산, 광릉 등 비교적 자연성이 우수한 지역에 서식하는 나비를 3년 동안 조사하여 79종 나비의 흡밀식물에 대한 보고(신유항과 이광원, 1988)가 거의 유일하다.

나비의 흡밀식물은 산란을 위해 중요하며, 신체 유지를 위해

필수적이다. 특히, 꿀 농도는 날씨 조건과 계절, 날짜, 시간에 따라 각기 다른 양상을 나타내므로(Corbet, 1978; Shreeve, 1992) 주변환경의 변화는 꽃이 피는 식물 및 나비의 서식에 커다란 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 이러한 측면에서 나비의 형태적 특징과 흡밀식물과의 관계에 관한 연구동향으로 나비 주둥이 길이나 비행능력도 꽃을 선택하는데 중요한 요소이며(Corbet, 2000), 나비의 흡밀식물 선호도는 꽃의 꿀 농도(Pivnick and McNeil, 1985), 색과 형태 그리고 구조(May, 1985)에 따라 다르다는 사실을 밝혀냈다. 이와 같이 채득된 행동은 꽃 선택을 지속할 수 있는 커다란 특징(Goulson *et al.*, 1997a; 1997b)인 것으로 알려져 있으며, 흡밀식물에 대한 접근성은 나비의 분포를 변화시키는 중요한 요인이 된다(Dover, 1996; Feber *et al.*, 1996). Tudor *et al.*(2004)은 숲에 서식하는 나비들의 흡밀식물에 대한 연구를 진행한 결과, 특정 흡밀식물을 선택하는 특별한 나비가 존재하는 것을 확인하였으며, 이러한 종을 특이종(Specialist)이라 정의하였다. 또한, 특이종과는 달리 일반적으로 개방적 비오톱에 분포하는 종류를 일반종(Generalist)으로 분류하였다. Dennis *et al.*(2004)도 특이종과는 달리 일반종은 몸집이 크며 이동성이 좋고, 다양한 흡밀식물과의 접촉을 가지는 것으로 보고하였다. Tudor *et al.*(2004)도 일반종은 다양한 형태의 식물체에 접근할 수 있도록 형태적 특징으로 긴 주둥이를 가질 것으로 예측하였고, 특이종보다 다양한 기주식물을 가지며, 오랜 비행시간을 갖고, 더 많은 산란을 하는 것으로 확인하였다. 이와 같이 나비를 일반종과 특이종으로 구분하면서 특이종은 대체적으로 제한된 자원을 이용하는 것으로 확인되어, 이러한 종들은 보전 대상이 될 가능성이 높은 것으로 보고(Tudor *et al.*, 2004)하였으며, 특정한 공간의 나비특성을 연구하는데 활용되고 있었다. 이와 같이 국내에서는 나비 분포상에 따른 흡밀식물과의 관계에 관한 연구는 상당히 미미한 실정으로 본 연구에서는 과거 쓰레기 매립지였던 월드컵공원내 하늘공원과 노을공원에 서식하는 나비와 흡밀식물과의 상호관계성 구명을 통하여 도시내 나비 서식지 조성시 목표종으로 적용가능한 특이종 선정 및 서식지 조성을 위한 적절한 식재종 선택에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구대상지

본 연구대상지는 과거 난지도의 제 1매립지와 제 2매립지로 이용되었던 지역으로 현재, 월드컵 공원내 하늘공원과 노을공원을 대상으로 하였다(그림 1 참조). 또한, 대상지내 사면부와 정상부를 구분하여 10개의 영역을 구분하여 조사를 실시하였다.

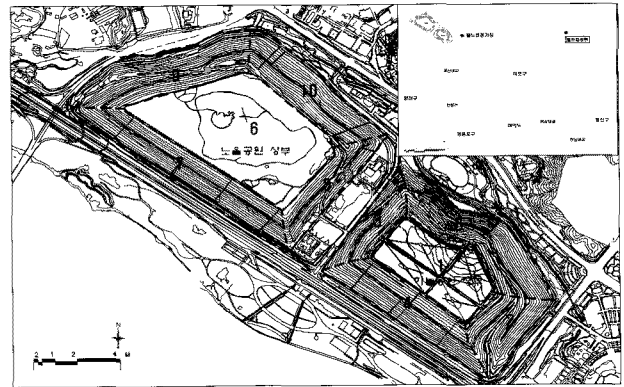


그림 1. 연구대상지 위치도

2. 연구방법

1) 주요 행동 분석

월드컵공원 내(하늘공원, 노을공원) 산책로와 관리도로를 따라 선조사법에 의거하여 조사를 실시하였다. 선조사법은 길을 중심으로 좌우 2.5m내의 범위에서 관찰되는 나비의 종과 개체수를 기록하였으며(Steffan-Dewenter and Tschamtker, 2000), 나비의 출현위치는 1:2,000 수치지형도에 표시하고, 나비의 주요 행동과 이용대상을 기록하였다. 주요 행동은 야외에서 나비의 행동을 먹이, 산란, 짝짓기, 멀리 이동, 물먹기, 휴식으로 구분하였으며, 그 이외의 행동은 기타로 구분하였다. 이용대상은 주요 행동에 따라 인공물, 식물, 흙, 물 등으로 구분하였고, 나비가 선택하는 흡밀식물명을 기록하였다. 조사 시기는 2007년 5월, 6월, 8월, 10월 4회에 걸쳐 이루어졌다. 나비의 종 동정은 주흥재 등(1997), 김용식(2002)을 활용하였으며, 육안으로 직접 동정이 되지 않는 나비는 망(지름 40cm)을 이용하여 채집하거나 사진촬영을 통하여 확인하였다. 나비명은 한국곤충명집(한국곤충학회와 한국응용곤충학회, 1994)에 의거하였다. 식물 동정은 이창복(1980)의 '대한식물도감', 이영로(1998)의 '한국식물도감', 이상태(1997)의 '한국식물검색집'을 활용하였다. 귀화식물의 경우는 박수현(1995) '한국귀화식물원색도감'을 참고로 하였다.

2) 흡밀식물과의 상호관계

나비의 대부분은 식물의 꽃에서 흡밀하며, 낙엽층이나 동·식물의 사체, 수액, 곤충을 먹이로 하기도 한다. 성충기의 먹이 분석은 흡밀하는 식물을 대상으로 하였으며, 흡밀식물의 특성을 파악하기 위하여 나비가 흡밀하는 식물종을 파악하였다. 흡밀식물 특성과 나비의 관계를 구명하기 위하여 흡밀식물 꽃색, 흡밀식물내의 귀화식물 현황, 흡밀식물 종다양성을 분석하였고, 일반종과 특이종을 선정하였다.

흡밀식물의 꽃색은 이창복(1980)과 박수현(1994)의 자료를 정리하였으며, 정리된 꽃색을 바탕으로 이영로(1975)의 4색 계

열(흰색, 붉은색, 황색, 파랑)로 분류하여 분석을 용이하게 하였다. 흡밀식물 중 귀화식물 현황은 박수현(1994, 2001)에 따라 정리하여 개화한 식물 중 귀화식물의 이용현황을 분석하였다. 나비의 흡밀식물 다양성을 알아보기 위하여 Shannon의 종다양도지수와 우점도, 최대종다양도를 산출하였다. 나비 개체수와 흡밀식물 종수의 관계는 SPSS Ver. 12.0(SPSS Inc., 2003) 프로그램을 활용하여 회귀분석을 하였으며, 분석 결과를 바탕으로 일반종과 특이종을 구분하였고, 상대적으로 보전가치가 있는 특이종을 선정하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 나비의 출현 현황

연구대상지내 서식하는 나비는 총 5과 23종 1,129개체가 조사되었다(표 1 참조). 23종 중 네발나비과가 9종(43.5%)이었으며, 부전나비과 4종(21.7%), 흰나비과 4종(17.6%), 호랑나비과와 팔랑나비과는 각각 3종(13.0%)이었다.

표 1. 월별 나비의 출현 현황

과명	나비명	5월	6월	8월	10월	계
호랑나비과	산호랑나비 <i>Papilio machaon</i>	2	-	5	-	7
	호랑나비 <i>Papilio xuthus</i>	6	1	5	5	17
	긴꼬리제비나비 <i>Papilio macilentus</i>	2	-	-	1	3
흰나비과	노랑나비 <i>Colias erate</i>	5	91	12	31	139
	배추흰나비 <i>Artogenia rapae</i>	29	210	37	9	285
	대만흰나비 <i>Artogeia canidia</i>	1	-	6	1	8
	큰줄흰나비 <i>Artogeia melete</i>	2	24	4	3	33
부전나비과	범부전나비 <i>Rapala caerulea</i>	1	8	9	3	21
	남방부전나비 <i>Pseudoizeeria maha argia</i>	-	-	3	66	69
	암떡부전나비 <i>Everes argiades</i>	27	4	34	5	70
	푸른부전나비 <i>Celastrina argiolus</i>	28	41	76	6	151
네발나비과	뿔나비 <i>Libythea celtis celtoides</i>	-	1	-	1	2
	큰흰줄표범나비 <i>Argyronome rulsana</i>	-	-	1	-	1
	애기세줄나비 <i>Neptis sappho</i>	10	3	3	-	16
	별박이세줄나비 <i>Neptis pryri</i>	1	2	5	-	8
	네발나비 <i>Polygonia c-aureum</i>	-	1	34	135	170
	청띠신선나비 <i>Kaniska canace no-japonicum</i>	1	-	1	3	5
	작은뿔쟁이나비 <i>Cynthia cardui</i>	-	-	4	11	15
	황오색나비 <i>Apatura metis</i>	-	8	7	4	19
굴뚝나비 <i>Minois dryas bipunctata</i>	-	-	1	-	1	
팔랑나비과	왕팔랑나비 <i>Lobocla bifasciata</i>	1	3	-	-	4
	산팔랑나비 <i>Polytrems pellucida</i>	-	-	1	2	3
	줄점팔랑나비 <i>Pamara guttata</i>	-	-	19	63	82
계		14종	13종	20종	17종	23종
		116개체	397개체	267개체	349개체	1,129개체

2. 나비의 주요행동 분석

표 2는 연구대상지내 출현한 나비의 행동을 먹이, 이동, 휴식, 물먹기, 짝짓기, 산란 6개 유형으로 분류한 결과이다. 전체적으로 먹이 먹는 행동이 406개체(36.0%)로 가장 많았으며, 이동 327개체(29.0%), 휴식 157개체(13.9%), 물먹기 40개체(3.5%) 순으로 조사되었다.

3. 나비와 흡밀식물과의 상호관계

1) 출현종별 선호하는 흡밀식물 현황

나비 성충은 일부 곤충이나 기생하는 종을 제외하고, 대부분은 식물의 꽃을 먹이로 하므로 식물 종 수는 나비서식에 커다란 영향을 미치고 있다(Dennis and Shreeve, 1997). 연구대상지내 조사된 총 1,129개체의 나비 중 406개체는 먹이 먹는 행동을 하였으며, 이 중 398개체(전체의 35.3%)가 식물체에서 흡밀하였으며, 그 외 8개체는 나무의 수액이나 낙엽층에서 먹이를 먹었다.

표 2. 나비의 주요 행동에 따른 월별 개체수 변화

주요행동	5월		6월		8월		10월		계	
	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)
먹이	20	17.2	100	25.2	94	35.2	192	55.0	406	36.0
이동	52	44.8	108	27.2	87	32.6	80	22.9	327	29.0
휴식	29	25.0	20	5.0	56	21.0	52	14.9	157	13.9
물먹기	3	2.6	10	2.5	11	4.1	16	4.6	40	3.5
짝짓기	10	8.6	11	2.8	3	1.1	7	2.0	31	2.7
산란	2	1.7	5	1.3	10	3.7	2	0.6	19	1.7
기타	0	0.0	143	36.0	6	2.2	0	0.0	149	13.2
계	116	100.0	397	100.0	267	100.0	349	100.0	1,129	100.0

표 3. 흡밀하는 나비종과 이용식물

나비명	흡밀 식물명	개체수	
노랑나비 <i>Colias erate</i>	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	9
	개쑥부쟁이	<i>Aster meyerdorffii</i>	1
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	5
	벌개미취	<i>Aster koraiensis</i>	5
	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	17
	사데풀	<i>Sonchus brachyotus</i>	1
	서양벌노랑이	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>corniculatus</i>	2
	왕고들빼기	<i>Lactuca indica</i>	1
	울산도깨비바늘	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	1
	큰금계국	<i>Coreopsis lanceolata</i>	1
배추흰나비 <i>Artogenia rapae</i>	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	1
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	2
	절레꽃	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>	2
	갯	<i>Brassica juncea</i> var. <i>juncea</i>	2
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	34
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	3
	배초향	<i>Agastache rugosa</i>	1
	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	4
	서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i>	2
	서양벌노랑이	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>corniculatus</i>	8
대만흰나비 <i>Artogeia canidia</i>	선토끼풀	<i>Trifolium hybridum</i>	1
	익모초	<i>Leonurus japonicus</i>	1
큰줄흰나비 <i>Artogeia melete</i>	모감주나무	<i>Koeleruteria paniculata</i>	2
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	9
	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	1
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	1
	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	6
호랑나비 <i>Papilio xuthus</i>	익모초	<i>Leonurus japonicus</i>	1
	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	4
범부전나비 <i>Rapala caerulea</i>	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	1
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	5
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	1
	꽃비수리	<i>Lespedeza rosea</i>	1
남방부전나비 <i>Pseudoizeeria maha argia</i>	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	4
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	3
	꽃향유	<i>Elsholtzia splendens</i>	1
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	22
	쥐꼬리망초	<i>Justicia procumbens</i>	1

(표 3 계속)

나비명	흡밀 식물명		개체수
암떡부전나비 <i>Everes argiades</i>	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	8
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	1
	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	1
	부처꽃	<i>Lythrum anceps</i>	1
	서양별노랑이	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>corniculatus</i>	2
	쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i>	3
	왕포아풀	<i>Poa pratensis</i>	1
	지칭개	<i>Hemistepa lyrata</i>	1
	흰명아주	<i>Chenopodium album</i> var. <i>album</i>	1
푸른부전나비 <i>Celastrina argiolus</i>	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	16
	모감주나무	<i>Koelreuteria paniculata</i>	3
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	21
	참싸리	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	1
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	4
	토끼풀	<i>Trifolium repens</i>	2
애기세줄나비 <i>Neptis sappho</i>	갓	<i>Brassica juncea</i> var. <i>juncea</i>	1
네발나비 <i>Polygonia c-aureum</i>	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	2
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	2
	개쑥부쟁이	<i>Aster meyerendorffii</i>	2
	등근잎유홍초	<i>Quamoclit coccinea</i>	1
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	20
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	8
	사태풀	<i>Sonchus brachyotus</i>	3
	서양등골나물	<i>Eupatorium rugosum</i>	43
	흰명아주	<i>Chenopodium album</i> var. <i>album</i>	1
작은뿔쟁이나비 <i>Cyntia cardui</i>	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	1
	서양등골나물	<i>Eupatorium rugosum</i>	2
왕팔랑나비 <i>Lobocla bifasciata</i>	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	1
	컴프리	<i>Symphytum officinale</i>	1
산팔랑나비 <i>Polytrems pellucida</i>	등근잎나팔꽃	<i>Ipomoea purpurea</i>	1
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	1
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	1
줄점팔랑나비 <i>Pamara guttata</i>	남아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	1
	꽃범의꼬리	<i>Physostegia virginiana</i>	1
	등근잎나팔꽃	<i>Ipomoea purpurea</i>	1
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	19
	배초향	<i>Agastache rugosa</i>	1
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	15
	별나팔꽃	<i>Ipomoea triloba</i>	1
	부처꽃	<i>Lythrum anceps</i>	1
	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	1
	사태풀	<i>Sonchus brachyotus</i>	2
	서양등골나물	<i>Eupatorium rugosum</i>	31
계			398

흡밀하는 나비와 이용식물을 분석한 결과(표 3 참조), 식물에서 흡밀하는 나비는 노랑나비, 범부전나비, 네발나비 등 15종이었다. 배추흰나비와 줄점팔랑나비가 11종의 식물에서 흡밀하

고 있어 가장 많은 식물을 이용하였고, 노랑나비는 10종, 네발나비 9종, 푸른부전나비와 남방부전나비는 각각 6종의 식물에서 흡밀하였다. 노랑나비는 붉은토끼풀과 개망초를 가장 선호

하였으며, 배추흰나비, 큰줄흰나비는 개망초를 선호하였다. 범부전나비는 개망초와 낭아초, 남방부전나비는 미국쑥부쟁이, 암떡부전나비는 낭아초, 푸른부전나비는 싸리와 낭아초, 네발나비와 줄점팔랑나비는 서양등골나물과 미국쑥부쟁이를 선호하였다.

2) 나비종별 선호하는 흡밀식물의 꽃색
 조사결과, 흡밀하는 나비 398개체는 왕포아풀, 흰명아주, 갓, 질레꽃 등 총 35종의 식물을 이용하였으며, 국화과가 12종으로 가장 많았고, 콩과 8종, 꿀풀과 4종, 메꽃과 3종의 순이었다(표 4 참조).

표 4. 나비가 선호하는 흡밀식물 특성

과명	식물명		개화 시기	꽃색	귀화 여부	흡밀나비 개체수				
						5월	6월	8월	10월	계
벼과	왕포아풀	<i>Poa pratensis</i>	6~7월	연두색	귀화	1	-	-	-	1
명아주과	흰명아주	<i>Chenopodium album</i> var. <i>album</i>	6~7월	황록색	귀화	-	-	-	2	2
십자화과	갓	<i>Brassica juncea</i> var. <i>juncea</i>	4~5월	황색	귀화	3	-	-	-	3
장미과	질레꽃	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>	5월	흰색	자생	2	-	-	-	2
콩과	꽃비수리	<i>Lespedeza rosea</i>	10월	자주색	자생	-	-	-	1	1
	낭아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	7~8월	홍색	자생	-	2	31	5	38
	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	6~7월	자홍색	귀화	1	21	1	6	29
	서양별노랑이	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>corniculatus</i>	5~9월	황색	귀화	6	5	1	-	12
	선토끼풀	<i>Trifolium hybridum</i>	5~9월	담홍색	귀화	-	1	-	-	1
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	7~8월	홍자색	자생	-	10	13	7	30
	참싸리	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	7~8월	홍자색	자생	-	-	1	-	1
무환자나무과	모감주나무	<i>Koeleria paniculata</i>	7월	황색	자생	-	5	-	-	5
부처꽃과	부처꽃	<i>Lythrum anceps</i>	7~8월	홍자색	자생	-	-	2	-	2
메꽃과	등근잎나팔꽃	<i>Ipomoea purpurea</i>	7~10월	자주색	귀화	-	-	-	2	2
	등근잎유홍초	<i>Quamoclit coccinea</i>	8~9월	황자색	귀화	-	-	-	1	1
	별나팔꽃	<i>Ipomoea triloba</i>	7~9월	담홍색	귀화	-	-	-	1	1
지치과	컴프리	<i>Symphytum officinale</i>	6~7월	자주색, 백색	귀화	-	1	-	-	1
꿀풀과	꽃향유	<i>Elsholtzia splendens</i>	9~10월	홍자색	자생	-	-	-	1	1
	배초향	<i>Agastache rugosa</i>	7~9월	자주색	자생	-	-	-	2	2
	익모초	<i>Leonurus japonicus</i>	7~8월	홍자색	자생	-	-	1	1	2
	꽃범의꼬리	<i>Physostegia virginiana</i>	7~9월	홍색, 흰색	귀화	-	-	1	-	1
쥐꼬리망초과	쥐꼬리망초	<i>Justicia procumbens</i>	7~9월	자홍색	자생	-	-	-	1	1
국화과	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	6~7월	흰색	귀화	1	54	6	-	61
	개쑥부쟁이	<i>Aster meendorffii</i>	7~8월	남자색	자생	-	-	-	3	3
	미국쑥부쟁이	<i>Aster pilosus</i>	9~10월	흰색	귀화	-	-	-	73	73
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	6~10월	자주색	자생	-	-	27	2	29
	사태풀	<i>Sonchus brachyotus</i>	8~10월	황색	자생	-	-	-	6	6
	서양등골나물	<i>Eupatorium rugosum</i>	8~10월	흰색	귀화	-	-	-	76	76
	서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i>	3~9월	황색	귀화	2	-	-	-	2
	쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i>	7~10월	자주색	자생	-	-	3	-	3
	왕고들빼기	<i>Lactuca indica</i>	7~9월	황색	자생	-	-	-	1	1
	울산도깨비바늘	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	6~8월	황색	귀화	-	-	-	1	1
	지칭개	<i>Hemistepa lyrata</i>	5~7월	자주색	자생	1	-	-	-	1
	큰금계국	<i>Coreopsis lanceolata</i>	6~8월	황색	귀화	-	1	-	-	1
	계					흡밀 나비 개체수	19	100	87	192
					흡밀 식물 종 수	9	9	11	19	35

표 5. 연구대상지내 흡밀나비의 선호하는 꽃색

꽃색 계열	5월		6월		8월		10월		계	
	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)	개체수	비율(%)
흰색	5	26.3	54	54.0	6	6.9	149	77.6	214	53.8
붉은색	2	10.5	35	35.0	80	92.0	33	17.2	150	37.7
황색	12	63.2	11	11.0	1	1.1	10	5.2	34	8.5
계	19	100.0	100	100.0	87	100.0	192	100.0	398	100.0

연구대상지내 서식하는 나비가 흡밀하는 식물의 꽃색을 이영로(1975)의 기준에 따라 흰색, 붉은색, 황색, 파란색으로 분류하여 분석한 결과(표 5 참조), 흡밀식물 중 파랑색 계열의 꽃은 이용되지 않았으며, 전체적으로 흰색 꽃을 선호하였다. 흡밀하는 나비들은 5월에 황색을 선호하였으며, 6월에는 흰색, 8월에는 붉은색, 10월에는 흰색 계열의 꽃에서 흡밀을 많이 하였다. 연구대상지의 월별 개화 식물의 꽃색과 흡밀나비가 찾은 식물 꽃색의 상관관계 분석 결과, 유의미한 특징을 찾을 수 없었고, 이는 나비들이 선호하는 흡밀 정도가 꽃색(May, 1985)과 관계가 있다는 기존 연구와는 조금 다른 결과를 나타내었다.

3) 나비종별 선호하는 식물 현황

표 6은 흡밀식물별 나비의 흡밀 개체수를 나타낸 것으로 서양등골나물(76개체, 19.1%)의 이용도가 가장 높았으며, 미국쑥부쟁이 73개체(18.3%), 개망초 61개체(15.3%) 순이었다. 나비들이 흡밀한 식물 35종 중 가장 선호하는 서양등골나물, 미국쑥부쟁이, 개망초 3종은 모두 귀화식물로 전체의 52.7%(210개체)를 차지하였다. 자생식물의 경우 낭아초(38개체), 싸리(30개체), 별개미취(29개체)가 주로 이용되고 있었다.

귀화식물 중 가장 많이 흡밀하는 서양등골나물은 네발나비(43개체), 줄점팔랑나비(31개체), 작은멋쟁이나비(2개체)가 주로 이용하였으며, 미국쑥부쟁이는 남방부전나비(22개체), 네발나비(20개체), 줄점팔랑나비(19개체), 노랑나비(5개체) 등 9종이 이용하였다. 개망초는 배추흰나비(34개체), 노랑나비와 큰줄흰나비(각각 9개체), 범부전나비(5개체) 등이 이용하였다. 붉은토끼풀은 노랑나비가 17개체로 가장 많이 이용하였으며, 큰줄흰나비 6개체, 배추흰나비 4개체 순이었다. 나비 중에서 귀화식물에서 가장 많은 흡밀을 한 종류는 네발나비로 65개체였으며, 배추흰나비와 줄점팔랑나비(각각 54개체), 노랑나비(35개체), 남방부전나비(22개체) 순이었다.

4) 나비종별 흡밀식물의 다양성

주요 나비종별 흡밀식물 다양도지수를 산출한 결과(표 8 참조), 가장 다양한 흡밀식물을 이용하는 나비는 노랑나비(H' 0.7708)였으며, 암떡부전나비(H' : 0.7197), 배추흰나비(H' :

표 6. 흡밀식물별 나비 출현 개체수 및 비율

과명	흡밀식물	개체수	비율(%)	
벼과	왕포아풀	1	0.3	
명아주과	흰명아주	2	0.5	
십자화과	갯	3	0.8	
장미과	절레꽃	2	0.5	
콩과	꽃비수리	1	0.3	
	선토끼풀	1	0.3	
	참싸리	1	0.3	
	토끼풀	2	0.5	
	서양벌노랑이	12	3.0	
	붉은토끼풀	29	7.3	
	싸리	30	7.5	
	낭아초	38	9.5	
무환자나무과	모감주나무	5	1.3	
부처꽃과	부처꽃	2	0.5	
메꽃과	등근잎유홍초	1	0.3	
	별나팔꽃	1	0.3	
	등근잎나팔꽃	2	0.5	
지치과	컴프리	1	0.3	
꿀풀과	꽃향유	1	0.3	
	배초향	2	0.5	
	익모초	2	0.5	
	꽃범의꼬리	1	0.3	
쥐꼬리망초과	쥐꼬리망초	1	0.3	
	왕고들빼기	1	0.3	
	울산도깨비바늘	1	0.3	
	지칭개	1	0.3	
	큰금계국	1	0.3	
	서양민들레	2	0.5	
	개쑥부쟁이	3	0.8	
	쑥부쟁이	3	0.8	
	사데풀	6	1.5	
	별개미취	29	7.3	
	개망초	61	15.3	
	미국쑥부쟁이	73	18.3	
	서양등골나물	76	19.1	
	계		398	100.0

표 7. 나비종별 귀화식물 흡밀현황

귀화식물명	흡밀 나비명	개체수	계
갯	배추흰나비	2	3
	애기세줄나비	1	
개망초	노랑나비	9	61
	배추흰나비	34	
	범부전나비	5	
	큰줄흰나비	9	
	푸른부전나비	4	
꽃범의꼬리	줄점팔랑나비	1	1
동근잎나팔꽃	산팔랑나비	1	2
	줄점팔랑나비	1	
동근잎유홍초	네발나비	1	1
미국쭉부쟁이	남방부전나비	22	73
	네발나비	20	
	노랑나비	5	
	배추흰나비	3	
	범부전나비	1	
	산팔랑나비	1	
	작은멋쟁이나비	1	
	줄점팔랑나비	19	
	큰줄흰나비	1	
	별나팔꽃	줄점팔랑나비	
붉은토끼풀	노랑나비	17	29
	배추흰나비	4	
	왕팔랑나비	1	
	줄점팔랑나비	1	
	큰줄흰나비	6	
서양등골나물	네발나비	43	76
	작은멋쟁이나비	2	
	줄점팔랑나비	31	
서양민들레	배추흰나비	2	
서양별노랑이	노랑나비	2	12
	배추흰나비	8	
	암떡부전나비	2	
선토끼풀	배추흰나비	1	1
왕포아풀	암떡부전나비	1	1
울산도깨비바늘	노랑나비	1	1
킴프리	왕팔랑나비	1	1
큰금계국	노랑나비	1	1
토끼풀	푸른부전나비	2	2
흰명아주	네발나비	1	1

0.6858) 순이었다. 반면에 흡밀식물의 종다양도지수가 가장 낮은 나비는 남방부전나비(H': 0.4622)였으며, 범부전나비(H': 0.5047), 큰줄흰나비(H': 0.5493) 순이었다. 우점도지수(D)는 전체적으로 0.1616~0.4060으로 남방부전나비가 가장 높은 우

표 8. 주요 나비종별 흡밀식물 다양도지수

나비명	종다양도(H')	우점도(D)	균제도(J')	최대종다양도(Hmax)
남방부전나비	0.4622	0.4060	0.5940	0.7782
네발나비	0.6123	0.3583	0.6417	0.9542
노랑나비	0.7708	0.2292	0.7708	1.0000
배추흰나비	0.6858	0.3415	0.6585	1.0414
범부전나비	0.5047	0.1616	0.8384	0.6021
암떡부전나비	0.7197	0.2031	0.7969	0.9031
줄점팔랑나비	0.6696	0.3570	0.6430	1.0414
큰줄흰나비	0.5493	0.2141	0.7859	0.6990
푸른부전나비	0.5769	0.2586	0.7414	0.7782

점도를 보였으며, 네발나비, 줄점팔랑나비, 배추흰나비 순이어서 일부 식물을 집중적으로 흡밀하는 것으로 나타났다. 균제도(J')는 범부전나비가 0.8384로 가장 높은 값을 보여 흡밀식물을 균질하게 이용하는 것으로 나타났으며 암떡부전나비, 큰줄흰나비, 노랑나비 순이었다.

5) 일반종과 특이종 선정

표 9는 흡밀하는 나비의 개체수와 흡밀하는 식물의 종수를 나타낸 것으로 흡밀하는 나비의 개체는 1~74개체로 다양하였다. 네발나비가 82개체로 가장 많이 흡밀하였으며, 줄점팔랑나비(74개체), 배추흰나비(60개체), 푸른부전나비(47개체), 노랑나비(43개체) 순이었다. 대만흰나비, 애기세줄나비, 호랑나비는 1개체만이 흡밀을 하고 있었다. 흡밀하는 식물의 종수는 줄점팔랑나비와 배추흰나비가 각각 11종류로 가장 많은 식물을 이용하여 흡밀하였고, 노랑나비(10종류), 네발나비(9종류), 암떡부전나비(8종류) 순이었다.

흡밀하는 나비 개체수와 흡밀식물 종수와의 상관관계를 알아보기 위하여 나비 개체수가 10개체 이상인 종을 대상으로 회귀분석을 하였다(그림 2 참조). 그 결과, 흡밀식물 종수와 나비 개체수와의 양의 상관관계($F=8.838$, $P=0.020$, $df=8$)를 보였다. 따라서 나비의 개체수가 늘어남에 따라서 흡밀식물의 종수도 함께 증가하는 것으로 나타나고 있다. 그리고 설명력(R^2)은 0.558로 나타나 흡밀식물 종수와 나비 개체수 간에는 비교적 높은 상관성을 보였다.

그림 2는 흡밀하는 나비 개체수와 흡밀식물 종수의 관계를 나타낸 것으로, 한 종의 나비 개체수가 증가함에 따라 흡밀을 위해 이용하는 식물 종수도 증가하는 것을 파악하였다. Tudor et al.(2004)은 흡밀하는 나비 종류와 흡밀식물과의 관계를 분석하여 나비의 종류를 일반종과 특이종으로 분류하였다. 곡선 추정 회귀분석의 대수모형곡선으로부터 표준편차를 벗어난 것으로 일반종과 특이종을 구분하였다.

이에 따르면 일반종은 대수모형곡선보다 상위에 위치하는

표 9. 흡밀나비의 개체수와 흡밀하는 식물 종수

나비명	나비 개체수	식물 종 수
대만흰나비 <i>Artogeia canidia</i>	1	1
애기세죽나비 <i>Neptis sappho</i>	1	1
호랑나비 <i>Papilio xuthus</i>	1	1
작은멋쟁이나비 <i>Cynthia cardui</i>	3	2
산팔랑나비 <i>Polytremis pellucida</i>	3	3
왕팔랑나비 <i>Lobocla bifasciata</i>	2	2
범부전나비 <i>Rapala caerulea</i>	11	4
큰줄흰나비 <i>Artogeia melete</i>	19	5
남방부전나비 <i>Pseudozizeeria maha argia</i>	32	6
푸른부전나비 <i>Celastrina argiolus</i>	47	6
암먹부전나비 <i>Everes argiades</i>	19	8
네발나비 <i>Polygonia c-aureum</i>	82	9
노랑나비 <i>Colias erate</i>	43	10
배추흰나비 <i>Artogenia rapae</i>	60	11
줄점팔랑나비 <i>Parnara guttata</i>	74	11
계	398개체	35종

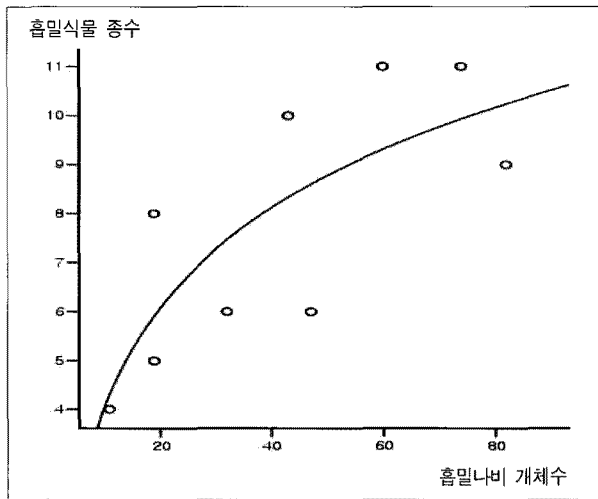


그림 2. 흡밀하는 나비 개체수와 흡밀식물 종수 관계

종류이며, 특이종은 하위에 위치하는 종류이다. 이러한 기준으로 대상지내 나비의 흡밀식물에 따른 일반종과 특이종을 구분한 결과, 일반종은 노랑나비, 배추흰나비, 줄점팔랑나비 3종이었고, 특이종은 범부전나비, 큰줄흰나비, 남방부전나비, 푸른부전나비 4종이 선정되었다.

특이종으로 선정된 4종은 전국적으로 흔하게 볼 수 있는 나비로 낮은 산이나 숲을 선호하는 범부전나비를 제외한 나머지 나비는 초지에 서식하는 종류였으며, 일반종은 개방적 비오톱에 분포하는 종류로서 특이종은 전형적으로 숲 속에 서식하는 종류로 구분한 기준 연구(Dennis et al., 2004)와는 상이한 결과였다. 이는 일반종이나 특이종의 개념이 지역에 따른 상대적인 결과이기 때문에 조사 지역에 따라 상이한 결과를 도출할

수 있을 것으로 판단되었다. 그런 관점에서 본 연구대상지는 과거 난지도 쓰레기 매립지에서 제한된 자원을 이용하는 4종의 특이종들은 보전가치가 더 높은 것으로 판단되었다.

IV. 고찰

과거 쓰레기 매립지였던 월드컵공원내 하늘공원과 노을공원을 대상으로 서식하는 나비 현황, 흡밀식물과의 상호관계성을 구명하고, 나비 서식지 조성시 식재종 선정에 위한 기초자료를 제공하기 위하여 서식 특성을 조사하였다. 나비 출현현황은 총 5과 23종 1,129개체의 나비가 출현하였으며, 네발나비과가 가장 많았고, 부전나비과, 흰나비과, 호랑나비과와 팔랑나비과가 출현하였다. 나비의 주요 행동 분석 결과, 먹이를 먹는 흡밀 행동이 전체의 36%로 가장 많아 연구대상지가 나비에게 흡밀공간으로서 중요한 역할을 하고 있었다.

흡밀나비와 흡밀식물간의 상호관계를 분석한 결과, 노랑나비, 범부전나비, 네발나비 등 15종의 나비가 서양등골나물, 미국쭈부쟁이, 개망초, 낭아초 등 35종의 식물에서 흡밀하였다. 나비와 흡밀식물의 꽃색은 상관관계를 보이지 않아 나비를 유인하기 위한 식재시 특별하게 꽃색을 고려할 필요는 없는 것으로 분석되었다.

나비가 가장 선호하는 흡밀식물은 서양등골나물(19.1%), 미국쭈부쟁이(18.3%), 개망초(15.3%), 낭아초(9.5%), 싸리(7.5%), 붉은토끼풀(7.3%)이었으며, 이들은 대부분 귀화식물이었다. 또한 미국쭈부쟁이에는 9종의 나비가 흡밀하였으며, 낭아초 8종, 싸리 6종, 붉은토끼풀과 개망초 각각 5종, 별개미취 4종, 서양등골나물과 서양별노랑이가 각각 3종이 흡밀하는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 나비 서식지를 조성함에 있어 흡밀하는 식물로 자생종이나 귀화종을 구분하여 나비를 유인하는 것은 큰 의미가 없음을 알 수 있었다. 자생식물을 활용할 필요가 있는 지역의 경우에는 낭아초, 싸리, 별개미취와 같은 종을 활용하는 것이 나비 유입을 위해 유리한 것으로 판단할 수 있었다.

흡밀나비 개체수와 흡밀식물 종수의 상관관계 분석결과 양의 상관관계를 보였다. 곡선추정 회귀분석 대수모형곡선에서 표준편차를 벗어난 것을 기준으로 일반종과 특이종으로 구분한 결과, 노랑나비, 배추흰나비, 줄점팔랑나비는 일반종으로 구분되었고, 범부전나비, 큰줄흰나비, 남방부전나비, 푸른부전나비는 특이종으로 구분되었다. 특이종 중 범부전나비는 낮은 산이나 숲을 선호하는 종으로, 초지를 선호하는 3종(큰줄흰나비, 남방부전나비, 푸른부전나비)과 서식지 차이가 있어 초본식생지에서 목본식생지로 천이가 진행되고 있는 쓰레기 매립지의 식생현황에서 보전가치가 더 높다고 판단되었다. 이러한 결과는 나비서식지 조성시 목표종을 선정할 때, 식물과의 상호관계를 고려하여 상대적으로 특이성이 높은 종을 선정하여 목표종

의 가치를 높을 수 있을 것이다.

본 연구는 과거 쓰레기 매립지라는 대상지 특성아래 조경설계 활용방안을 위한 나비서식지로서 보전가치가 높은 종인 특이종을 제안하였다. 즉, 일반종과 특이종을 구분함으로써 목표종을 설정, 최적의 서식 및 보호를 위한 먹이자원인 흡밀식물종을 제안함으로써 기초적인 자료제공의 의의를 갖는다. 그러나 본 연구는 흡밀나비 개체수와 흡밀식물 종 수의 상관관계, 극선추정 회귀분석을 통한 일반종과 특이종을 도출하였으며, 일반적인 지침마련에는 한계를 가지며 향후, 지속적인 모니터링을 통한 충분한 데이터의 수집, 나비의 생리·형태학적 구조 등의 추가적 데이터 확보를 통한 과학적인 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

인용문헌

- 김도성, 조영복, 고재기(1999) 옥천군 지역의 붉은점모시나비(*Parnassius bremeri*)의 소멸 원인과 복원 방안. 한국환경생물학회지 17(4): 467-479.
- 김용식(2002) 원색한국나비도감. 서울: 교학사.
- 김창환(1984) 한국산 나비류와 그 식이식물의 분포에 관한 연구. 한국곤충연구소 연구보고 (10): 35-124.
- 문만용(1999) '조선적 생물학자' 석주명의 나비분류학. 한국과학사학회지 21(2): 157-193.
- 박수현(1994) 한국의 귀화식물에 관한 연구. 한국자연보존 85: 39-49.
- 박수현(1995) 한국귀화식물원색도감. 서울: 일조각.
- 박수현(2001) 한국귀화식물원색도감 보유편. 서울: 일조각.
- 신유향(1974) 꼬리명주나비의 생활사에 관하여. 경희대학교 논문집 8: 319-325.
- 신유향, 이광원(1988) 한국산 나비의 흡밀식물에 관한 연구. 경희대학교 논문집 71: 247-262.
- 오흥규, 이영수, 이상계, 박형만, 최용석, 류갑희, 장영덕(2002) 줄점팔랑나비(*Parnara guttata*)에 대한 몇 가지 살충제의 활성과 아치사농도에 의한 영향. 한국농약과학회지 6(4): 257-263.
- 이기열, 안기수, 박성규, 김태수, 최용석(2003) 벼줄점팔랑나비의 형태적 특징 및 생활사. 한국응용곤충학회지 42(4): 323-327.
- 이상태(1997) 한국식물검색집. 서울: 아카데미서적.
- 이영로(1975) 한국식물의 화색의 다양성에 대하여. 한국생활과학연구원 논문 16: 51-57.
- 이영로(1998) 한국식물도감. 서울: 교학사.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 서울: 향문사.
- 정세호, 김원택(1998) 한국산 *Narathura japonica*(Murray, 1875) 남방남색꼬리부전나비의 발견 (나비목, 부전나비과). 제주생명과학연구 1(1): 73-75.
- 주홍재, 김성수, 손정달(1997) 한국의 나비. 서울: 교학사.
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회(1994) 한국곤충명집. 서울: 건국대학교출판부.
- Blair, R. B.(1999) Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate taxa for assessing biodiversity?. Ecological Applications 9(1): 164-170.
- Corbet, S. A.(1978) Bee visits and the nectar of *Echium vulgare* L. and *Sinapis alba* L. Ecological Entomology 3: 25-37.
- Corbet, S. A.(2000) Butterfly nectaring flowers: butterfly morphology and flower form. Entomologia Experimentalis et Applicata 96: 289-298.
- Dennis, R. L. H. and T. G. Shreeve(1997) Diversity of butterflies on British islands: ecological influences underlying the roles of area, isolation and the size of the faunal source. Biological Journal of the Linnean Society 60: 257-275.
- Dennis, R. L. H., J. G. Hodgson, R. Grenyer, T. G. Shreeve and D. B. Roy(2004) Host plants and butterfly biology. Do host-plant strategies drive butterfly status?. Ecological Entomology 29: 12-26.
- Dover, J. W.(1996) Factors affecting the distribution of satyrid butterflies on arable farmland. Journal of Applied Ecology 33: 723-734.
- Feber, R. E., H. Smith and D. W. MacDonald(1996) The effects on butterfly abundance of the management of uncropped edges of arable fields. Journal of Applied Ecology 33: 1191-1205.
- Goulson, D., J. Ollerton and S. Sluman(1997a) Foraging strategies in the small skipper butterfly. *Thymelicus flavus*: when to switch?. Animal Behaviour 53: 1009-1016.
- Goulson, D., J. C. Staut and S. A. Hawson(1997b) Can flower constancy in nectaring butterflies be explained by Darwin's interference hypothesis?. Oecologia 112: 225-231.
- May, P. G.(1985) Nectar uptake rates and optimal nectar concentrations of two butterfly species. Oecologia 66: 381-386.
- Mori, W. and F. Yoichi(1985) A new *Favonius* species from the Korean Peninsula(Lepidoptera: Lycaenidae). Nature & Life 15(2): 33-46.
- Pivnick, K. A. and J. N. McNeil(1985) Effects of nectar concentration on butterfly feeding: measured feeding rates for *Thymelicus lineola*(Lepidoptera: Hesperidae) and a general feeding model for adult Lepidoptera. Oecologia 66: 226-237.
- Shreeve, T. G.(1992) Adult behaviour. In: Dennis, R. L. H.(Ed.). The Ecology of Butterflies in Britain. Oxford University Press, Oxford, pp. 22-45.
- Steffan-Dewenter, I. and T. Tscharntke(2000) Butterfly community structure in fragmented habitats. Ecology Letters 3: 449-456.
- Tudor, O., R. L. H. Dennis, J. N. Greatorex-Davies and T. H. Sparks(2004) Flower preferences of woodland butterflies in the UK: nectaring specialists are species of conservation concern. Biological Conservation 119: 397-403.
- Warren, M. S.(1987) The ecology and conservation of the heath fritillary butterfly, *Melitica athalia*. III. Population dynamics and the effect of habitat management. Journal of Applied Ecology 24: 499-513.

원 고 접 수 일: 2010년 3월 16일
 심사 일: 2010년 7월 9일(1차)
 2011년 2월 7일(2차)
 게재확정일: 2011년 2월 9일
 3인익명 심사필