

# 삼척시산불지역에서의 나방류에 관한 종다양성 변화

배양섭 · 채도영 · 주영돈 · 배정훈<sup>1</sup> · 김종명<sup>2</sup> · 안능호<sup>3</sup> · 이철민<sup>4\*</sup>

인천대학교생명과학부, <sup>1</sup>(주)참생태연구소, <sup>2</sup>국립환경과학원생태계조사단, <sup>3</sup>국립생물자원관전시교육과, <sup>4</sup>국립산림과학원산림생태과

## Changes of Species Diversity on Moth Communities at Forest Fire Region in Samcheok, Korea

Yang Seop Bae, Do Young Chae, Young Don Ju, Jung Hoon Bae<sup>1</sup>, Jong Myung Kim<sup>2</sup>,  
Neung Ho Ahn<sup>3</sup> and Cheol Min Lee<sup>4\*</sup>

Division of Life Sciences, College of Natural Sciences, University of Incheon, Korea

<sup>1</sup>Institute of CHAM Ecology, Korea

<sup>2</sup>Ecosystem Survey Team, National Institute of Environmental Research, Korea

<sup>3</sup>Exhibition and Education Division, National Institute of Biological Resources, Korea

<sup>4</sup>Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, Korea

**ABSTRACT:** We investigated moth communities in Samcheok, Korea, to elucidate the influence of the East Coast Fire in 2000. Moths were collected with UV light traps 4 times a year from 2006 to 2009 at 3 sites: Unburned area (Site 1), Surface fire area (Site 2), and Crown fire area (Site 3) sites, respectively. A total of 3,804 individuals belonging to 727 species from 30 families were captured at the 3 study sites, 1,727 individuals of 505 species (27 families) at Site 1, 1,193 individuals of 353 species (24 families) at Site 2, and 885 individuals of 340 species (25 families) at Site 3. Species richness and individuals of Noctuidae, Pyralidae, Geometridae, and Tortricidae were the highest at all 3 sites. All of species richness, individuals, and species diversity ( $H'$ ) were the highest in Site 1 for 4 years. The index of similarity ( $\alpha$ -Index) was higher between Site 2 and 3 in 2006, while higher between Site 1 and 2 in 2009. Moths were grouped into 16 categories by hosts of the larval stage. Individuals of moths of herbaceous feeding habit continuously decreased at Site 3, but proportion of individuals of tree feeding habits continuously increased. The present results showed that moth communities was relatively recovered according to vegetation change after forest fire and regeneration of moth communities in surface fire area was more faster than in crown fire area.

**Key words:** Moth community, Forest fire, Surface fire area, Crown fire area, Species diversity, Korea

**조 록:** 2000년 삼척 동해안산불이 나방군집에 미친 영향을 조사하였다. 조사는 3개의 조사지(지점1: 미피해지역, 지점2: 지표화 피해지역, 지점3: 수관화 피해지역)를 설정하여 2006년부터 2009년 까지 1년에 4회 UV 라이트 트랩으로 실시하였다. 그 결과, 3개의 조사지에서 30과 727종 3,804개체를 채집하였다(지점1: 27과 505종 1,727개체, 지점2: 24과 353종 1,193개체, 지점3: 25과 340종 885개체). 밤나방과, 명나방과, 자나방과와 잎말이나방과는 중수와 개체수가 3개의 조사지에서 상위를 점했다. 중수, 개체수, 종다양도( $H'$ ) 모두 지점1에서 가장 높았다. 유사도( $\alpha$ -Index)는 2006년에는 지점2와 3이 더 높았지만, 2009년에는 지점1과 2가 더 높았다. 나방류를 유충기의 기주로 16개 카테고리 나눈 군집 변화를 분석하였다. 지점3에서 초본식성의 나방류의 개체수는 지속적으로 감소했지만, 목본식성의 개체수의 비율은 지속적으로 증가했다. 이 연구결과, 나방군집은 산불 이후 식생변화와 더불어 회복되었고 지표화 피해지역에서 나방군집의 재생은 수관화 피해지역보다 빠른 것으로 나타났다.

**검색어:** 나방류, 산불, 지표화 피해지역, 수관화 피해지역, 종다양성, 한국

산불은 산림생태계에서 주요 교란의 하나로 다양한 서식처를 만

들고 경관패턴을 결정하는 중요한 역할을 수행한다(Kreisel and Stein, 1999; Nakagoshi *et al.*, 2003). 한편, 산불은 산림경관에서 생물량 감소, 토양침식으로 인한 표토의 유실, 담수기능의 상실 등의 물리적, 화학적, 생물학적 변화도 야기시킨다(White *et al.*,

\*Corresponding author: kr-chulmin@hanmail.net

Received September 10 2010; Revised September 27 2010;

Accepted October 30 2010

1996; Rogan and Yool 2001; Lee *et al.*, 2008). 한국에서는 동해안 지역에서 대형산불이 집중적으로 발생하며 대표적 예로써, 2000년 4월에 발생한 동해안 산불을 들 수 있다. 총산림면적의 0.37%에 해당하는 23,794 ha를 태워 산불역사상 가장 큰 피해를 입혔고, 나무가 완전히 탄 수관화 피해지역은 51%, 하층부만 타고 나무의 상층부가 살아남은 지표화 피해지역은 49%로 집계되었다 (Ministry of Environment, 2002). 동해안 산불피해지역에서 식생은 비교적 빠르게 복원되고 있는 것으로 밝혀졌지만(Choung *et al.* 2004), 야생동물 중에는 조류(Lee *et al.*, 2010) 연구 이외에는 거의 이루어지지 않았다.

나방류는 중수가 많고 육상생태계에서 초식자, 수분매개자, 소형동물의 먹이 등의 중요한 역할을 담당하고 있다(Summerville *et al.*, 2004). 또한, 유충기에는 지의류나 선태류를 비롯하여 고등식물의 잎 등을 먹을 뿐만 아니라 낙엽, 벌집, 버섯 등의 다양한 식성을 갖고 있기 때문에 산림환경을 측정하는 지표로서 유용하다고 생각된다(Powell, 1980; Kitching *et al.*, 2000; Hirowatari *et al.*, 2007; Choi, 2008; Hirowatari *et al.*, 2010).

본 연구는 나방류를 연구대상으로 선정하여 삼척시에 위치한 미피해지역, 지표화 피해지역, 수관화 피해지역에서 UV라이트 트랩법을 이용하여 포획조사를 실시하고, 각 종의 유충기식성 등에 주목하면서 나방군집의 변화를 분석하였다.

## 재료 및 방법

조사는 2000년 동해안 산불의 피해를 입은 강원도 삼척시에서 미피해지역(지점 1), 지표화 피해지역(지점 2)과 수관화 피해지역(지점 3)에서 2006년 5월부터 2009년 9월까지 4년간 연 4회씩 총 16회에 걸쳐 야간채집을 실시하였다(Fig. 1). 나방 채집은 12V 휴대용 건전지에 의해 작동되는 O형 22W 자외선 등 트랩(Bioquip, U.S.A)을 이용하였다. 트랩은 각 조사지에 1개씩 설치하고 채집은 일몰 후 약 3시간동안 실시하였다. 조사는 비가 오지 않고 바람이 불지 않는 날에 이루어졌고 가끔적 보름달이 있는 날은 피하였다. 채집된 나방은 건조표본으로 제작하여 분류한 후 국내외의 문헌을 참고하여 동정하였다. 외관상 동정이 어려운 종은 생식기를 해부하여 종을 확인하였다. 명명체계는 한국곤충총 목록을 따랐다(Paek *et al.*, 2010). 표본은 인천대학교 생명과학부에 보관하고 있다.

각 지점의 개요는 다음과 같다.

지점 1 (미피해지역: 37° 19' 40.0", 129° 12' 10.9"): 산불에 피해를 입지 않은 지역으로 고도 약 96 m 지점에 트랩을 설치했다. 조사지점 아래에는 작은 하천이 있고 식생은 소나무(*Pinus*

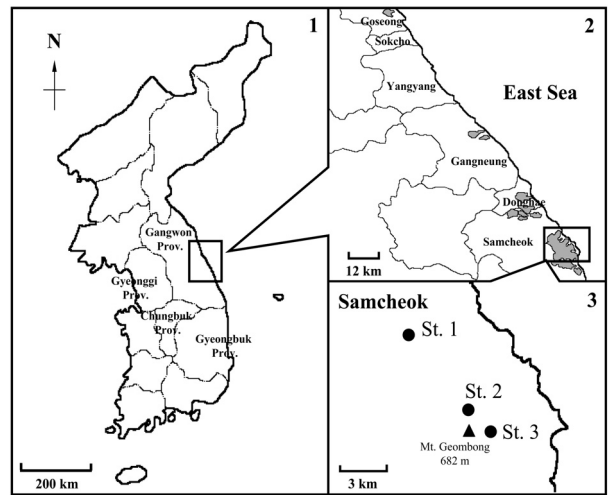


Fig. 1. Location of 3 study sites in Samcheok, Korea (1, 2, 3). Shading indicates all the regions affected by the East Coast Fires in 2000 (2).

*dendiflora*)가 우점하고 참나무류(*Quercus* spp.)와 싸리류(*Lespedeza* spp.) 등 다양했다.

지점 2 (지표화 피해지역: 37° 14' 13.9", 129° 18' 16.2"): 산불에 피해를 입은 지역으로 고도 326 m에 트랩을 설치했다. 목본류는 소나무가 우점하고 쇠물푸레나무(*Fraxinus sieboldiana*)와 참싸리(*L. cyrtobotrya*) 등이 있었다. 초본류는 큰기름새(*Spodiopogon sibiricus*)와 산거울(*Carex humilis*) 등이 자생하고 있었다. 식생은 비교적 양호했다.

지점 3 (수관화 피해지역: 37° 13' 49.7", 129° 18' 34.0"): 산불로 인한 훼손이 가장 심각한 지점으로 고도 약 268 m에 트랩을 설치했다. 목본류는 신갈나무(*Q. mongolica*)와 굴참나무(*Q. variabilis*) 등이 있었고, 초본류는 국화류(*Chrysanthemum* spp.)와 새류(*Arundinella* spp.) 등이 자생하고 있었으나 조사지점 중 식생이 가장 빈약했다.

각 지점의 나방군집 변화를 비교하기 위해서 종수, 개체수, Shannon and Weaver(1949)의 다양도지수( $H'$ )를 이용했다. 또한, 군집간의 변화를 비교하기 위해서 Pianka(1973)의 유사도( $\alpha$ -Index)를 이용하고, 비가중평균결합(UPGMA)에 의해 클러스터분석을 수행했다. 종다양도( $H'$ ), 유사도( $\alpha$ -Index)는 각각 다음 식으로 산출했다.

$$H' = - \sum((n_i / N) \log_2 (n_i / N))$$

$n_i$ 는  $i$ 번째의 종의 개체수,  $N$ 은 군집내의 총개체수

$$\alpha = \sum(p^{1i}, p^{2i}) / \sqrt{(\sum(p^{1i})^2 \cdot (\sum(p^{2i})^2))}$$

$p^i, p^{2i}$ : 각각의 조사지에서 종  $i$ 의 점유율(총개체수에 접하는 그 종의 비율)

벌집(Comb), 불명(Unkown)의 16종류로 분류하여 나방군집의 변화를 분석하였다.

또한, 각 지점에서 채집된 나방류의 식성을 Kim *et al.*(1982), Inoue *et al.*(1982), Shin *et al.*(1983), Sugi *et al.*(1987), Byun *et al.*(1998), Nam(1998), Kim *et al.*(2001), Shin(2001), Bae(2001, 2004), Park(2004), Bae and Paek(2006), Park *et al.*(2006), Son(2006) 과 Park and Ponomarenko(2007)에 기재되어 있는 식성정보를 기준으로 다식성(Polyphagy), 상록수와 낙엽수(Evergreen and deciduous trees), 상록수(Evergreen tree), 낙엽수(Deciduous tree), 초본(Grass plant), 덩굴식물(Climbing plant), 대나무(Bamboo), 양치류(Fern), 이끼(Moss), 지의류(Lichen), 버섯(Mushroom), 곡물(Cereal), 과일(Fruit), 낙엽(Falling leaf),

## 결과 및 고찰

### 각 지점의 종수, 개체수와 우점종

동해안 산불이후 나방류의 변화를 조사하기 위하여 삼척시에 위치한 3지점에서 2006년부터 2009년까지 야간채집을 실시하였으며, 그 결과 29과 727종 3,804개체가 채집되었다(Table 1). 각 지점의 나방류의 과수, 종수, 개체수를 보면 지점1(미피해지점)이 28과 505종 1,726개체로 가장 많았고, 지점2(지표화 피해지점)는 23과 354종 1,193개체, 지점3(수관화 피해지점)은 24과

**Table 1.** Summary of species richness and individuals of moths collected light traps at each of 3 study sites in Samcheok, Korea from 2006 to 2009

Family name	St. 1		St. 2		St. 3		Whole sites	
	No. Species	No. individuals	No. Species	No. individuals	No. Species	No. individuals	No. Species	No. individuals
Cossidae	1	2	1	3	1	11	1	16
Tortricidae	38	90	44	107	23	38	62	235
Tineidae	4	6	3	4	2	5	5	15
Gracillariidae	3	5	2	3	3	3	4	11
Yponomeutidae	2	2	1	4	1	8	3	14
Oecophoridae	5	8	3	11	2	2	6	21
Stathmopodidae	0	0	0	0	1	3	1	3
Coleophoridae	1	1	0	0	0	0	1	1
Lecithoceridae	1	1	0	0	0	0	1	1
Gelechiidae	19	50	11	72	9	21	21	143
Crambidae	10	14	6	8	4	8	11	30
Pyralidae	111	478	73	192	79	206	139	876
Thyrididae	2	2	1	1	2	3	3	6
Pterophoridae	2	4	0	0	2	3	4	7
Limacodidae	11	31	11	60	7	12	13	103
Drepanidae	5	15	3	8	2	8	6	31
Cyclidiidae	1	1	0	0	0	0	1	1
Thyatiridae	4	21	5	23	6	16	9	60
Geometridae	100	392	68	269	66	188	144	849
Epiplemlidae	0	0	1	1	0	0	1	1
Lasiocampidae	6	21	2	5	4	4	8	30
Bombycidae	1	1	1	2	1	3	1	6
Brahmaeidae	0	0	1	1	1	1	1	2
Saturniidae	1	3	0	0	0	0	1	3
Sphingidae	7	12	6	18	5	10	12	40
Notodontidae	17	30	6	24	6	12	24	66
Lymantriidae	8	14	6	12	5	7	15	33
Arctiidae	12	47	10	33	8	22	21	102
Nolidae	1	1	1	1	3	3	4	5
Noctuidae	132	474	88	331	97	288	204	1093
Total	505	1726	354	1193	340	885	727	3804

340종 885개체로 종수와 개체수가 가장 적었다. 각 지점의 과별 종수와 개체수는 3지점 모두 밤나방과(Noctuidae), 명나방과(Pyralidae), 자나방과(Geometridae), 잎말이나방과(Tortricidae)가 상위를 점했다.

각 우점과를 아과별로 분석해보면, 밤나방과에서 흰무늬밤나방아과(Amphipyridae)는 지점1: 21종, 지점2: 17종, 지점3: 21종, 짙은나방아과(Ophiderinae)는 지점1: 21종, 지점2: 13종, 지점3: 13종으로 두 아과 모두 지점1이 종수가 더 많은 반면, 뒷날개밤나방아과(Catocalinae)는 지점1: 2종, 지점2: 2종, 지점3: 8종으로 지점3이 더 많았다. Keith et al.(2003)은 뒷날개밤나방아과가 생활사 및 분류학적, 생태학적으로 연구가 잘 되어 있어 지표종으로 적합하다고 제시했다. 뒷날개밤나방아과에 속하는 작은분홍뒷날개나방(*Catocala adultera*) 등의 7종은 지점3에서만 채집되었으며 이 종들은 산불피해지역을 대표할 수 있는 종이라고 생각한다.

명나방과에서 들명나방아과(Pyraustinae)는 지점1: 30종, 지점2: 16종, 지점3: 23종, 알락명나방은 지점1: 22종, 지점2: 16종, 지점3: 17종으로 지점1이 많았다. 들명나방아과에서 등심무늬들명나방(*Nomophila noctuella*)이나 콩잎말이명나방(*Pleuroptera ruralis*)과 같은 12종은 3지점 모두에서 채집되었다. 한편, 초본을 기주로 하는 들깨잎말이명나방(*Pyrausta panopealis*)은 지점3에서만 확인되었다. 알락명나방아과는 들명나방아과에 비해 종수는 커다란 차이를 보이지 않았다. Hirowatari et al.(2007)은 다양한 기주식물을 이용하는 알락명나방아과는 산림의 유용한 환경지표로 이용 가능 할 것으로 제안했다.

자나방과에서 우점아과인 가지나방아과(Ennominae)는 지점1: 49종, 지점2: 31종, 지점3: 30종, 물결자나방아과(Larentiinae)는 지점1: 19종, 지점2: 15종, 지점3: 12종으로 지점1이 종수가 많았다. 자나방은 쌍떡잎식물, 겉씨식물, 양치식물 또는 지의류등 다양한 식물을 기주로 이용하며(Robinson et al., 2007), 자나방과 식생의 다양성 사이에 유의한 상관관계가 인정되었다(Intachat et al., 1999; Beck et al., 2002). 본 연구의 결과도 선행연구의 결과를 지지한다고 생각한다.

잎말이나방과에서는 잎말이나방아과(Tortricidae)는 지점1: 22종, 지점2: 14종, 지점3: 9종, 애기잎말이나방아과(Olethreutinae)는 지점1: 10종, 지점2: 22종, 지점3: 10종으로 애기잎말이나방아과에서는 지점1과 3이 같은 종수를 보였지만, 잎말이나방아과는 지점1이 지점3보다 두배이상 확인되었다. 지점1과 2는 상록수, 또는 상록수와 낙엽수를 기주로 하는 솔잎말이나방(*Archips oporamus*)이나 낙타등잎말이나방(*Homonopsis foederatana*) 등과 같은 종이 채집되었지만, 지점3에서는 확인되지 않았다. 지점3은 산불피해 이후 소나무와 같은 상록수가 상대적으로 회복되지 않았고 이를 기주로 하는 잎말이나방류에게도 영향을 미친 것

으로 생각한다.

또한, 불나방과는 주로 이끼불나방아과(Lithosiinae)가 우점했고 지점1: 10종, 지점2: 6종, 지점3: 5종, 불나방아과(Arctiinae)는 지점1: 2종, 지점2: 3종, 지점3: 3종이 채집되었다. Hilt and Fiedler(2005)은 불나방과가 교란된 서식지에서 비교적 쉽게 적응하며, 교란지표종으로 이용할 수 있다고 제안했다. 특히, 이끼불나방아과는 많은 종이 지의류를 기주로 이용하며 지의류를 이용하는 종 중 노랑배불나방(*Eilema deplana*)은 전지점에서 채집되었지만, 앞노랑검은불나방(*Agylla collitoides*), 붉은줄불나방(*Cyana hamata*), 넉점박이불나방(*Lithosia quadra*)과 홍줄불나방(*Miltochrista striata*)은 지점1, 앞선두리불나방(*A. gigantea*)과 교차무늬주홍테불나방(*Miltochrista aberrans*)은 지점2, 노랑불나방(*M. pallida*)은 지점3에서만 채집되었다. 산림에서 지의류의 분포는 수목수령, 산림타입 등에 의존하기 때문에(Júriado et al., 2003), 이끼불나방아과는 산불에 대한 좋은 환경지표로 이용 가능하다고 생각한다.

각 지점의 우점종의 구성과 식성을 비교하기 위해서 지점별 상위 10종과 그 개체수, 식성을 Table 2에 나타냈다. 지점1~3의 최우점종은 각각 썩은밤나방(*Axylia putris*), 각시담혹밤나방(*Athetis lapidea*), 흰점국화밤나방(*A. albisignata*)으로 모두 달랐다. 특히, 지점3의 최우점인 흰점국화밤나방은 지점1에서 확인되지 않았다. 흰점국화밤나방은 국화를 기주식물로 한다고 알려져 있다(Park et al., 2006). 이것은 산불로 인하여 열린공간이 만들어지고 국화와 같은 초본류의 증가로 인하여 결과적으로 흰점국화나방이 우점했다고 생각한다.

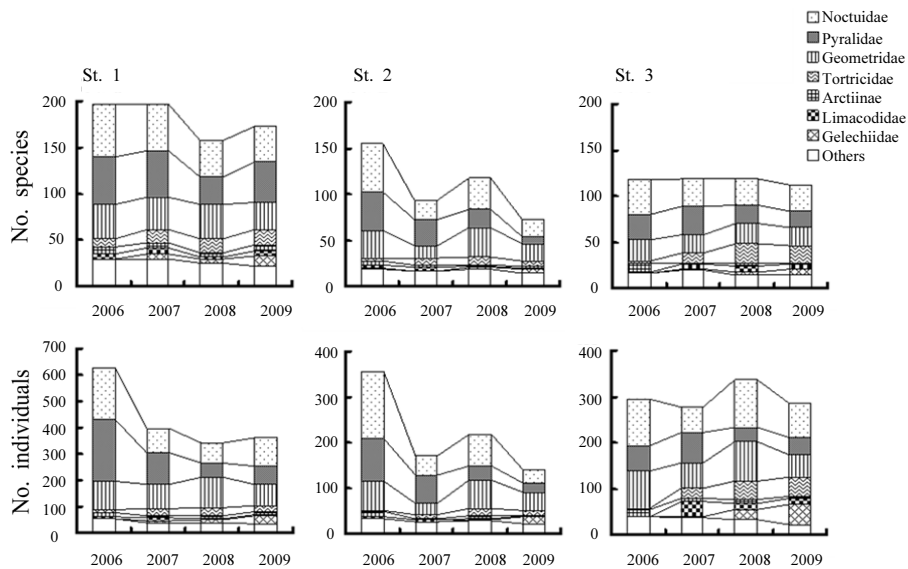
지점1의 제 8위종 얼룩애기들명나방(*Nacoleia commixta*)과 제 10위종 외줄들명나방(*Bradina geminalis*)은 지점2에서 확인되지 않았고 지점2의 제 8위종 민무늬노랑수염나방(*Stenhyphena nigripuncta*)은 지점1에서 확인되지 않았고, 제9위종 장수쟁기나방(*Latoia consocia*)은 지점2에서만 포획되었다. 이와 달리 노랑띠애기자나방(*Idaea impexa*)과 두줄가지나방(*Rikiosatoa grisea*)은 3지점 모두 우점10종이내를 점했다. 각 지점의 우점10종 중 식성이 불명인 종이 비교적 많았지만, 지점1과 2는 목본식성인 종이 우점했다. 반면, 지점3에서는 초본식성인 종도 우점했다. 우점10종의 포획개체수가 점하는 비율은 지점1은 18.5%, 지점2는 22.3%, 지점3은 19.4%로 전체적으로 비교적 낮았다.

## 나방군집 변화와 나방의 식성

우점과의 연변화는 지점1에서는 잎말이나방과와 빨나방과의 종수는 증가경향을 보였고, 빨나방과는 개체수도 증가경향을 보였다(Fig. 2). 반면, 밤나방과의 종수는 감소경향을 보였다. 지점2

**Table 2.** Ten dominant moths in decreasing order and their feeding habit at each of 3 study sites in Samcheok, Korea from 2006 to 2009. Percentage of each species is also shown in parentheses

Order	St. 1	Feeding habit	St. 2	Feeding habit	St. 3	Feeding habit
1	<i>Axylia putris</i> 71 (4.1)	Cruciferae, Rosaceae, Plantaginaceae	<i>Athetis lapidea</i> 39 (3.3)	-	<i>Athetis albisignata</i> 52 (5.9)	Compositae
2	<i>Rikiosatoa grisea</i> 42 (2.4)	Pinaceae	<i>Jankowskia fuscaria</i> 38 (3.2)	Theaceae, Fagaceae, Rosaceae	<i>Dichocrocis punctiferalis</i> 21 (2.4)	Compositae, Ebenaceae, Fagaceae etc.
3	<i>Gonepatica opalina</i> 42 (2.4)	Fagaceae	<i>Rikiosatoa grisea</i> 36 (3.0)	Pinaceae	<i>Deltote nemorum</i> 16 (1.8)	-
4	<i>Idaea impexa</i> 30 (1.7)	-	<i>Paracolax tristalis</i> 31 (2.6)	-	<i>Scopula superior</i> 14 (1.6)	Rosaceae
5	<i>Heterothera postalbida</i> 30 (1.7)	Pinaceae	<i>Deltote nemorum</i> 28 (2.3)	-	<i>Athetis lapidea</i> 14 (1.6)	-
6	<i>Endotricha consocia</i> 28 (1.6)	-	<i>Evippe albidorcella</i> 23 (1.9)	Leguminosae	<i>Rikiosatoa grisea</i> 12 (1.4)	Pinaceae
7	<i>Jankowskia fuscaria</i> 22 (1.3)	Theaceae, Fagaceae, Rosaceae	<i>Idaea impexa</i> 19 (1.6)	-	<i>Biston panterinaria</i> 12 (1.4)	-
8	<i>Nacoleia commixta</i> 19 (1.1)	-	<i>Stenhyphena nigripuncta</i> 19 (1.6)	-	<i>Zeuzera multistrigata</i> 11 (1.2)	Fagaceae
9	<i>Agrotera posticalis</i> 18 (1.0)	-	<i>Latoia consocia</i> 18 (1.5)	Ebenaceae, Rosaceae, Salicaceae, Fagaceae	<i>Idaea impexa</i> 10 (1.1)	-
10	<i>Bradina geminalis</i> 18 (1.0)	-	<i>Monema flavescens</i> 15 (1.3)	Ebenaceae, Rosaceae, Salicaceae	<i>Athetis lineosa</i> 10 (1.1)	Convolvulaceae, Compositae
Total	320 (18.5)		266 (22.3)		172 (19.4)	



**Fig. 2.** Species richness and individuals of 7 dominant moth families, Noctuidae, Pyralidae, Geometridae, Tortricidae, Arctiidae, Limacodidae and Gelechiidae at 3 study sites in Samcheok, Korea from 2006 to 2009.

에서는 밤나방과의 빨나방과의 종수와 잎말이나방과의 빨나방과의 개체수는 증가경향을 보였다. 지점3에서는 명나방과의 종수와 개체수는 감소경향을 보였지만 빨나방과의 개체수는 증가

경향을 나타냈다.

나방군집의 종수, 개체수, 다양도의 연변화는 지점1이 지점2와3보다 모든 수치가 높았다(Fig. 3). 각 지점에서의 종다양도의

연변화를 보면, 전 지점이 5.70 이상으로 비교적 높았다. 이 결과는 많은 종이 서식하는 것을 의미하며 2000년 산불피해 이후 주변의 미피해지역에서 나방류가 유입되어 군집구조가 비교적 회복되었다고 생각한다. 한편, 지점2는 2006년에 중수와 개채수가 지점3보다 적었지만, 그 이후에는 지점2가 모두 상회했다. 그 원인으로 중수에서는 잎말이나방과, 명나방과, 썩기나방과등이 증가했고, 개채수에서는 장수썩기나방과 애기사과잎말이나방(*Argyrotaenia litana*)과 같은 낙엽수를 가해하는 나방 및 오리엔트잎말이나방(*Fulcrifera orientis*)과 흰무늬뽕나방(*A. lineosa*)과 같은 초본을 먹이로 하는 나방류의 증가를 들 수 있다. 이 결과는 지표화 피해지역이 수관화 피해지역보다 식생복원이 빨랐다는 것을 나타낸다

고 생각한다.

2006년과 2009년의 지점간의 나방류 군집구조의 유사도( $\alpha$ -Index)는 0.5이하로 비교적 낮았다(Fig. 4). 그러나 2006년에는 산불피해를 받은 지점2와 3이 군집구조가 비교적 유사했지만 2009년에는 미피해지역인 지점1과 지점2가 보다 유사했다. 이것은 지표화 피해지역이 수관화 피해지역보다 식생복원이 빨라 나방군집의 구조가 미피해지역과 유사하게 변화되었다고 생각한다.

각 지점의 식성에 따른 나방류의 연변화는 Fig. 5에 나타났다. 전지점에서 식성이 불명인 종이 많았지만, 식성 형태에 따른 나방류의 연발생 비율의 변화를 살펴보면, 수관화 피해지역인 지점3

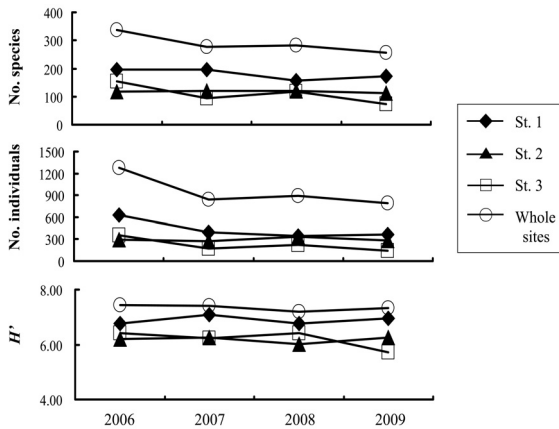


Fig. 3. Year changes of species richness, individuals and species diversity ( $H'$ ) of moth communities at 3 study sites in Samcheok, Korea.

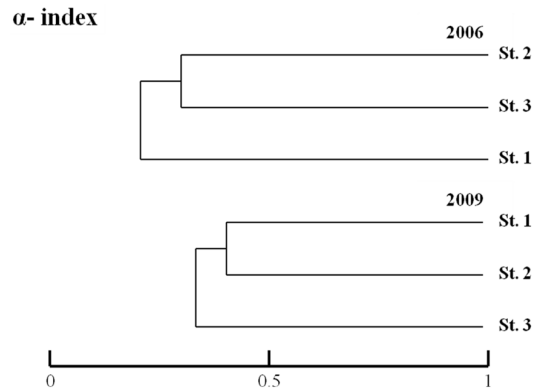


Fig. 4. Dendrograms showing the results of UPGMA cluster analysis based on Pianka's overlap index  $\alpha$  among moth communities of 3 study sites in Samcheok, Korea in 2006 and 2009.

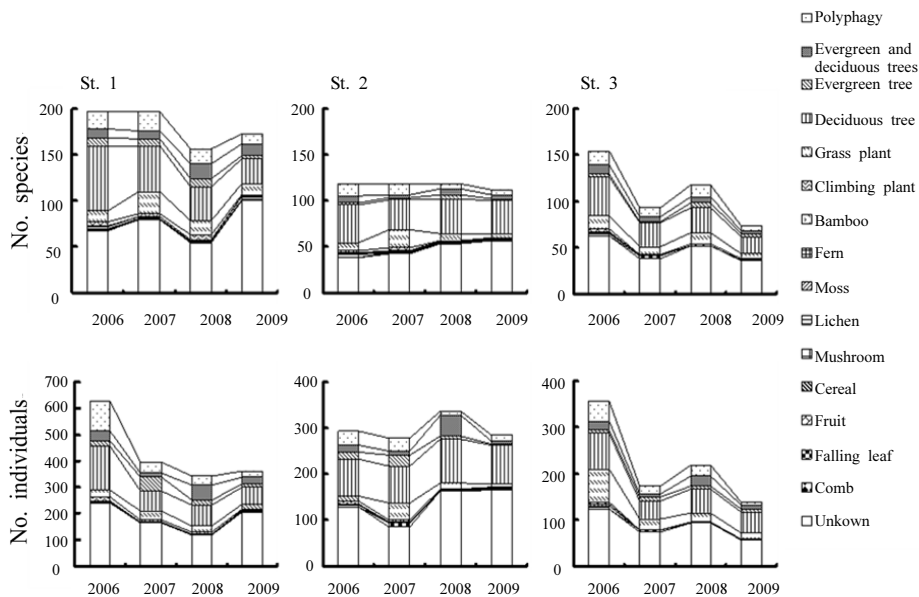


Fig. 5. Species richness and individuals of moths of 16 different feeding habit at 3 study sites in Samcheok, Korea from 2006 to 2009.

은 지점1과2에 비교하여 초본을 이용하는 종의 개체수가 계속적으로 감소하였다. 반면, 낙엽수, 상록수, 상록수와 낙엽수와 같은 수목성을 이용하는 개체수의 비율은 지점1과2는 증감이 나타났지만, 지점3은 지속적으로 증가했다. 낙엽을 먹이로 하는 나방류의 종수는 각 지점에서 큰 차이를 보이지 않았지만, 주로 산림의 지표면에 서식하는 이끼와 버섯 등을 이용하는 종은 지점3에서 채집되지 않았다. 반면, 지점1에서는 버섯을 이용하는 비로드잎 밤나방(*Hypostrotia cinerea*)과 이끼를 이용하는 꼬마세줄수염 나방(*Sinarella aegrota*), 지점2에서는 버섯을 이용하는 보라잎 밤나방(*Diomea cremata*)이 채집되었다. 앞으로 지점3에서도 버섯이나 이끼를 이용하는 나방류가 채집될 것으로 예상된다.

나방군집은 미피해지점, 지표화 피해지점과 수관화 피해지점에서 종구성, 우점종과 종다양도가 비교적 다르다는 것이 밝혀졌다. 하지만, 시간이 지남에 따라 지표화 피해지역의 나방류는 미피해지역과 유사해졌다. 이 연구결과로 나방군집은 산불 이후 식생변화에 의하여 비교적 회복되었고 지표화 피해지역에서 나방군집의 재생은 수관화 피해지역보다 빠른 것으로 나타났다.

또한, 다양한 식성을 갖는 나방류는 산림환경의 변화를 평가할 수 있는 환경지표로서 유용하다고 생각하며, 나방류를 환경지표로 더욱 활용하기 위해서는 각 종의 식성과 생활사, 이동성 등에 관해서도 더 연구가 필요하다.

## 사 사

본 연구는 환경부 국가장기생태모니터링 사업과 인천대학교 2007년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 연구를 원활히 수행할 수 있도록 도와준 인천대학교 이상철, Le Xuan Vi와 UlzijjargalBayarsaikhan님께 감사드립니다.

## Literatures Cited

Bae, Y.S. 2001. Family Pyraloidea: Pyraustinae and Pyralinae. Economic insects of Korea 9. Ins. Koreana Suppl. 16. Junghaeng-sa. 252 pp.

Bae, Y.S. 2004. Superfamily Pyraloidea II (Phycitinae and Crambinae etc.). Economic Insects of Korea 22. Ins. Koreana Suppl. 29. Junghaeng-sa. 207 pp.

Bae, Y.S. and M.K. Paek. 2006. Host-plants for Larvae of Pyraloidea (Lepidoptera). Economic insects of Korea 26. Ins. Koreana Suppl. 33. Junghaeng-sa. 181 pp.

Beck, J., C.H. Schulzek, K.E. Linsenmair and K. Fiedler. 2002. From forest to farmland: diversity of geometrid moths along two habitat gradients on Borneo. J. Trop. Ecol. 17: 33-51.

Byun, B.K., Y.S. Bae and K.T. Park. 1998. Illustrated catalogue of

Tortricidae In Korea. Junghaeng-sa. 317 pp.

Choi, S.W. 2008. Diversity and composition of larger moths in three different forest types of Southern Korea. Ecol. Res. 23: 503-509.

Choung, Y.S., B.C. Lee, J.H. Cho, K.S. Lee, I.S. Jang, S.H. Kim, S.K. Hong, H.C. Jung and H.L. Choung. 2004. Forest Responses to the Large-Scale East Coast Fires in Korea. Ecol. Res. 19(1): 43-54.

Hilt, N. and K. Fiedler, 2005. Diversity and composition of Arctiidae moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. Diversity Distrib. 11: 387-398.

Hirawatari, T., K. Tateiwa, S. Takaki, N.H. Ahn, B.W. Lee, H. Mizukawa, G.H. Huang and T. Ueda. 2010. Species diversity of microlepidoptera assemblages within three forest ecosystems. 2. Evaluation of monitoring microlepidoptera using light. Jpn. J. Environ. Entomol. Zool. 21(1): 37-52.

Hirawatari, T., S. Takaki, K. Tateiwa, N.H. Ahn, B.W. Lee, K. Yamada, H. Mizukawa and T. Ueda. 2007. Species diversity of microlepidoptera assemblages within three forest ecosystems. Jpn. J. Environ. Entomol. Zool. 18(1): 23-37.

Inoue, H., S. Sugi, H. Kuroko, S. Moriuti and A. Kawabe. 1982. Moths of Japan. Kodansha. Vol. 1: 966 pp.; Vol. 2: 552 pp. pls. 392pp.

Intachat, J., J.D. Holloway and M.R. Speight. 1999. The impact of logging on geometrid moth populations and their diversity in lowland forests of Peninsular Malaysia. J. Trop. Forest Sci. 11: 61-78.

Jüriado, I., J. Paal and J. Liira. 2003. Epiphytic and epixylic lichen species diversity in Estonian natural forests. Biodiver. and Conser. 12: 1587-1607.

Keith, S.S., L.M. Ritter and T.O. Crist. 2003. Forest moth taxa as indicators of lepidopteran richness and habitat disturbance: a preliminary assessment. Biological Conservation. 116(2004): 9-18.

Kim, C.W., S.H. Nam and S.M. Lee. 1982. Illustrated flora and fauna of Korea vol. 26 Insecta (VIII). Ministry of education republic of Korea. 919 pp.

Kim, S.S., E.A. Beljaev and S.H. Oh. 2001. Illustrated Catalogue of Geometridae in Korea. Junghaeng-sa. 278 pp.

Kitching, R.L., A.G. Orr, L. Thalib, H. Mitchell, M.S. Hopkins and A.W. Graham. 2000. Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. J. Appl. Ecol. 37: 284-297.

Kreisel, K.J. and S.J. Stein. 1999. Bird use of burned and unburned coniferous forests during winter. Wilson Bull. 111: 243-250.

Lee, B.D., S.Y. Kim, J.S. Chung and P.S. Park. 2008. Estimation of fire severity by use of Landsat TM images and its relevance to vegetation and topography in the 2000 Samcheok forest fire. J. For. Res. 13: 197-204.

Lee, E.J., W.S. Lee, S.H. Son and S.J. Rhim. 2010. Differences in bird communities in postfire silvicultural practices stand within pine forest of South Korea. Landscape Ecol. Eng. DOI.1007/s11355-010-0111-6. Ministry of Environment. 2002. Studies on the Ecosystem Restoration and the Polices in East Coast Fire Regions. 244 pp.

Nakagoshi, N., E.V. Angara and K. Nehira. 2003. Species composition

- 
- through twenty years post-fire succession on Etajima Island, southwestern Japan. *Vegetation Science* 20(1): 17-30.
- Nam, S.H. 1998. Insects' life in Korea V. Korea University Korean Entomological Institute. 259 pp.
- Paek, M.K., J.M. Hwang, K.S. Jung, T.W. Kim, M.C. Kim, Y.J. Lee, Y.B. Cho, S.W. Park, H.S. Lee, D.S. Ku, J.C. Jeong, K.G. Kim, D.S. Choi, E.H. Shin, J.H. Hwang, J.S. Lee, S.S. Kim and Y.S. Bae. 2010. Checklist of Korean Insects. *Nature and Ecology*. 598 pp.
- Park, K.T. 2004. Families Gelechiidae and Lecithoceridae. *Economic Insects of Korea* 21. *Ins. Koreana Suppl.* 28, 152 pp.
- Park, K.T. and M.G. Ponomarenko. 2007. Gelechiidae of the Korean Peninsula and Adjacent Territories. *Junghaeng-sa*. 306 pp.
- Park, K.T., J.C. Son and H.L. Han. 2006. Host-plants for Larvae of Noctuidae (Lepidoptera). National Institute of Agricultural Science and Technology Suwon, Korea. 136 pp.
- Pianka, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *A. Rev. ecol. Syst.* 4: 53-74.
- Powell, J.A. 1980. Evolution of larval food preferences in Microlepidoptera. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 133-159.
- Robinson, G.S., P.R. Ackery, I.J. Kitching, G.W. Beccaloni and L.M. Hernández. 2007. Hosts – a Database of the World's Lepidopteran Hostplants. Available at: <http://internat.nhm.ac.uk/jdsml/research-curation/projects/hostplants>.
- Rogan, J. and S.R. Yool. 2001. Mapping fire-induced vegetation depletion in the Peloncillo Mountains, Arisona and New Mexico. *Int. J. Remote Sens.* 16: 3101-3121.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. *A Mathematical Model of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Shin, Y.H. 2001. *Coloured illustrations of the Moths of Korea*. Academybook Publishing Co. Ltd. 551 pp.
- Shin, Y.H., K.T. Park and S.H. Nam. 1983. *Illustrated flora and fauna of Korea vol. 27 Insecta (IX)*. Ministry of education republic of Korea. 1053 pp.
- Son, J.C. 2006. *Insect larva book in pocket. Slow and steady*. 455 pp.
- Sugi, S., K. Nakatomi, R. Sato, H. Nakajima and M. Owada. 1987. *Larvae of larger moths in Japan*. Kodansha. 453 pp.
- Summerville, K.S., L.M. Ritter and T.O. Crist. 2004. Forest moth taxa as indicators of lepidopteran richness and habitat disturbance: A preliminary assessment. *Biological Conservation* 116: 9-18.
- White, J.D., K.C. Ryan, C.C. Key and S.W. Running. 1996. Remote sensing of forest fire severity and vegetation recovery. *Int. J. Remote Sens.* 6: 125-136.