

은행나무를 가해하는 검정주머니나방 (나비목: 주머니나방과)의 발생 및 생활사

Occurrence of *Mahasena aurea* (Butler) (Lepidoptera: Psychidae) Attacking *Ginkgo biloba* L. and Its Life Cycle in Korea

이상길 · 권영대¹ · 김복균¹ · 변봉규 · 오용기¹ · 이범영
S.G. LEE, Y.D. KWON¹, B.K. KIM¹, B.K. BYUN, Y.G. OH¹ and B.Y. LEE

ABSTRACT The local distribution and life cycle of *Mahasena aurea* (Butler) attacking *Ginkgo biloba* L. in Seoul and Incheon areas were studied during 1994 ~ 1996. The species had one generation a year. The overwintered 3rd larvae begin to feed on buds of the host plant from mid May and then on the leaves until early June. Newly hatched larvae mostly infested the leaves from mid August to late September. Pupation took place from mid June to early July, and the moths emerged in early July.

KEY WORDS life cycle, *Mahasena aurea* (Butler), Psychidae, Lepidoptera, Korea

초 록 본 연구는 서울 및 인천 등지에서 도심지의 주요 가로수 중 하나인 은행나무의 잎을 식해하여 극심한 피해를 야기시켰던 검정주머니나방의 피해분포상황 및 생활경과습성을 조사키위해 지난 1994년부터 1996년까지 수행하였다. 검정주머니나방은 연 1회 발생하였으며 3령유충태로 월동한 후 5월 중순~6월초순, 8월중순~9월말에 걸쳐 은행나무를 주로 가해하였다. 기주범위는 은행나무외에 벚나무, 조팝나무, 느티나무로 조사되었다. 유충은 7령 경과 후, 6월중순~7월초순에 용화하였으며 7월 초순부터 성충으로 우화하였다.

검색어 생활경과습성, 검정주머니나방, 주머니나방과, 나비목, 한국

서 론

주머니나방과는 유충시기에 각 종별로 특이한 모양의 주머니를 만들고 그속에서 생활하는 독특한 생활양식을 갖는데 우리나라에서는 현재까지 7종이 기록되어 있으나(한국곤충명집, 1994) 이들에 대한 종합적인 발생상황, 생태 등에 대한 연구는 거의 이루어져 있지 않은 실정이다. 최근 인천 및 서울지역의 은행나무의 새순 및 잎을 집중적으로 가해하여 도시경관을 해치는 주머니나방류의 발생이 확인된

바 있어(임업연구원, 1995) 이들의 정확한 종의 동정 및 생활사를 구명하기 위한 연구를 수행하였다.

본 종은 최근 도심지의 가로수 중에서도 주로 은행나무에 피해를 야기시키고 있으며 현재까지도 유충의 주머니 모양이 유사한 차주머니나방으로 잘못 인식되고 있어 이 종에 대한 정확한 동정의 필요성이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 유충 및 성충를 재료로 외부형태 및 성충 생식기 특징을 현미경으로 검사하여 종명을 정확하게 확인하고 급후방제대책을 수립키위한 피해분포상황, 생태 등에 대

임업연구원 산림곤충과(Division of Forest Entomology, Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea).
e-mail: fridoe@chollian.dacom.co.kr

¹ 경기도 산림환경연구소(Kyonggi Forest and Environmental Research Station, Osan 447-290, Korea)

한 기초자료를 얻고자 서울 및 인천등지를 중심으로 야외조사를 실시하였으며 각 층태별 경과습성 및 기주선호도를 알기 위해 실내,외 사육조사를 병행 실시하였다.

재료 및 방법

종의 동정

은행나무를 가해하는 주머니나방의 종동정을 위해 실내,외 사육을 실시하였으며 주머니의 모양, 유충의 형태 및 사육을 통해 우화한 성충의 외부형태와 생식기를 검경하여 동정하였다.

발생상황

검정주머니나방의 발생상황을 조사하기 위하여 과거 발생이 확인되었던 서울 및 인천의 주요도로의 가로수로 식재된 은행나무를 중심으로 조사하였다. 공시충확보를 위해서는 검정주머니나방이 발생 중인 서울지역의 신촌역에서 이화여대 거리, 서울시청부근, 세종로 및 을지로 등지와 인천시의 부평시장, 재물포역 및 인천시청 등지를 중심으로 1996년 3월~9월까지 월 1회의 채집조사를 실시하였다.

생활경과습성

검정주머니나방의 월동태, 각 층태별 기간 및 가해습성, 용기간, 성충의 발생시기 등을 조사하기 위하여 경기도산림환경연구소내에 특수제작된 사육장(100×100×200 cm)안에 은행나무 유목을 식재하였으며 피해지역에서 채집한 유충을 접종한 후 실외 사육조사를 실시하였다. 또한 유충의 발달과정과 가해습성, 섭식량 등을 조사하기 위해 샬레(φ10cm)에 1마리씩 넣은후 개별사육을 실시하였다.

영기(齡期)조사

검정주머니나방의 영기를 측정하기 위해 매월 야외조사지역에서 채집된 개체와 본 연구소내의 실외 사육장에서 사육시킨 개체들의 주머니의 길이 및 폭, 유충체장, 체폭 등을 캘리퍼스로 측정하였다. 특히 본종의 유충은 1회 탈피할 때마다 탈피각의 일부를 주머니의 끝부분에 붙여놓는 습성이 있어 이 탈피조각수를 계수하여 영기를 추정하였다.

섭식량 및 기주선호도 조사

검정주머니나방의 각 영기별 섭식량을 알아보기 위하여 은행나무를 가해하고 있는 검정주머니나방의 유충을 채집하여 1개체씩 샬레(φ10 cm)에 넣고 은행나무 건전엽을 24시간동안 제공한 후 각 유충의 영기별 섭식한 면적을 측정하였다. 또한 검정주머니나방의 기주선호도를 조사하기 위해 15종의 낙엽활엽수종의 건전한 잎을 9일동안 공급하면서 유충의 섭식여부를 관찰하였다.

결 과

종의 동정

금번조사에서 은행나무를 가해하는 주머니나방류의 종동정을 위해 채집된 월동유충을 실내사육하면서 유충의 특징을 관찰하였으며, 우화한 성충의 생식기를 검경한 결과 검정주머니나방으로 동정되었다. 성충 및 유충의 관찰된 특징들을 기록하였으며 본 종에 대한 분류학적 문헌 기록도 정리하였다.

Mahasena aurea (Butler, 1881) 검정주머니나방 (니토베주머니나방) (Figs. 1-3)

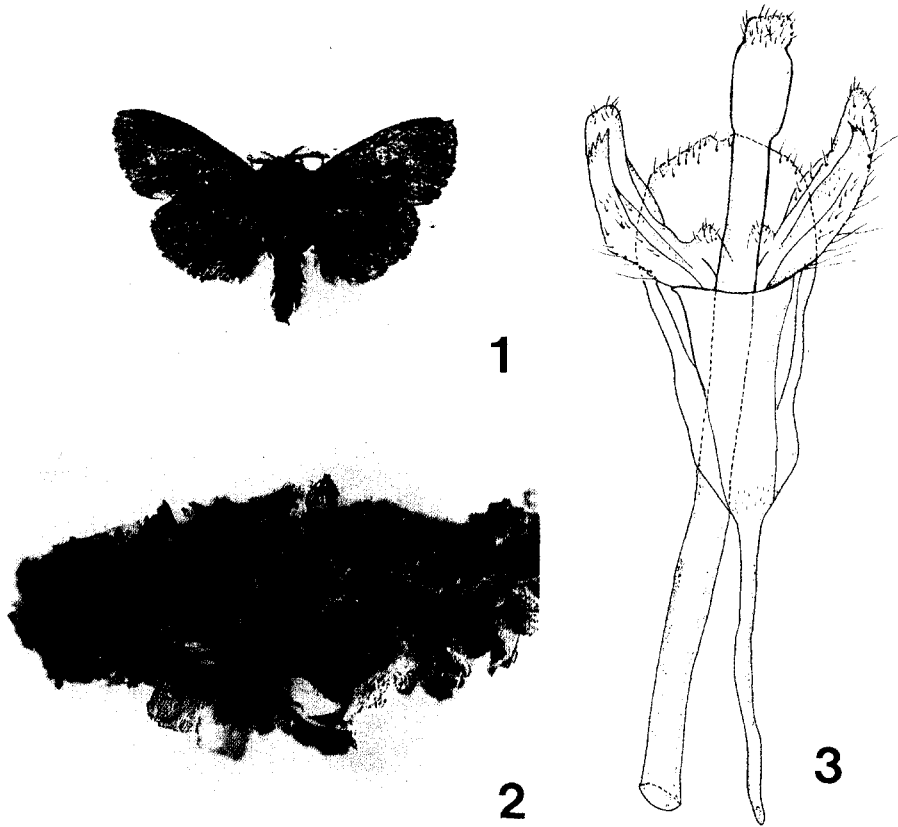
Platanumata aurea Butler, 1881, Trans. Ent. Soc. Lond., 1881: 23.

Mahasena aurea: Seino, 1978, Yugoto, 69: 81, figs. 1 9; Inoue *et al.*, 1982, Moths of Japan, 1: 162, 2: 185; pl. 4: 17; Entomol. Soc. Kor. & Kor. Soc. Appl. Entomol., 1994, Check List Ins. Kor.,: 322.

Mahasena nitobei Matsumura, 1931, 6000 Ill. Ins. Japan.: 1010; Inoue, 1954, Check List Lep. Japan, 1: 20Kor. Soc. Pl. Prot., 1972, List Pl. Dis. Ins. Pests & Weeds Korea: 141; Shin *et al.*, 1982, Ill. Fl. & Faun. Kor. 27: 933.

성충. 수컷의 날개편 길이는 23~25 mm이고 체장은 9~10 mm이다. 날개는 전반적으로 둥글고 암갈색을 띠고 있으며 날개무늬는 전체적으로 불분명하다. 두부와 흉부는 가늘고 덮여있고 주둥이는 퇴화되어서 없으며 더듬이의 길이는 2~3 mm이며 우모(羽毛)상이다. 암컷의 체장은 19 mm, 체폭은 7 mm로 날개와 다리가 퇴화되어 없고 유충의 모습과 매우 흡사하다. 번데기는 체장 12.3 mm 체폭 4.2 mm이다.

수컷생식기의 구상돌기(uncus)는 완전히 퇴화되



Figs. 1-3. *Mahasena aurea* (Butler). 1, Adult (male); 2, Larva; 3, Male genitalia.

있고 덮개판(tegumen)의 상부는 중앙으로 약간 함입되어 있다. 파악기(valva)는 짧고 가늘며 삭쿨루스(sacculus)는 파악기의 절반이상에 걸쳐 포개어져 있으며 끝부분은 작은 톱니모양을 하고 있으며 기부는 약간 볼록하다. 삭쿨루스는 가늘고 매우 길며 절반을 지나서부터는 마치 못처럼 가늘고 길게 세장되어 있다. 삽입기(aedeagus)는 매우 길어서 생식기의 전체길이를 넘으며 끝부위는 약간 볼록하며 끝부위는 가는 털들이 밀생되어 있다.

유충의 머리와 가슴은 흑갈색을 띠고 있으며 입에서 타액을 분비하여 주머니를 질기게 만들어 자기 몸을 보호하고 주머니 표면에는 나무조각, 잎, 줄기 등의 조각을 붙이고 다니며 주머니의 크기는 노숙유충의 경우 40mm이다.

검경표본. <인천> 1♂, Incheon, 31. VII. 1995 (Y.D.

Kwon)-coll. Forestry Research Institute. 1♂, Incheon, 15. VII. 1995 (Y.D. Kwon); 1♂, same locality, 8. VII. 1995 (Y.D. Kwon); 1♂, same locality, 10. VII. 1995 (Y.D. Kwon); 1♂, same locality, 24. VII. 1995 (Y.D. Kwon); 1♂, same locality, 15. VII. 1996 (Y.D. Kwon)-coll. Kyonggi Forest and Environmental Research Station.

분포. 한국(중부), 일본(전역).

참고. 과거 본 종의 학명은 *Mahasena nitobei* Matsumura, 국명은 니토베주머니나방으로 알려져 왔으나(신 등, 1983) 일본인 Seino(1978)가 이 두종의 모식표본을 검경한 결과 *Mahasena aurea* (Butler)의 동물이명(同物異名)인 것으로 확인정리된 바 있다.

발생상황

은행나무를 가해하는 검정주머니나방의 발생은 1993년 인천에서 처음으로 확인되기 시작하여 1994년도에는 서울 및 인천시 일부지역에서 국부적으로 극심한 피해를 받은 피해목들이 관찰되었고 인천시의 일부 지역에서는 끊어내리기법등으로 방제효과를 보았다. 특히 1995년도에는 비교적 발생정도가 미미하여 실험용 공시충 확보가 어려울 정도로 밀도가 낮았으며 1996년도에 실시한 조사에서도 처음 발생당시에 비해서는 비교적 좁은 발생범위를 보였다. 그러나 이들의 피해발생 범위는 처음 발생당시 일부지역에 국한되어 있던 것이 매년 확산되는 추세를 나타내다가 1996년에는 피해가 없었던 서울시청, 을지로, 세종로 등에서 새로이 발견되었다(Table 1).

1996년 3월부터 9월까지 본종의 유충 활동기간동안 서울, 인천등지의 발생지역을 중심으로 조사구간

Table 1. Occurrence area of *Mahasena aurea* (Butler) during 1993~1996

Locality/Year	1993	1994	1995	1996
Seoul				
Sinchon	-	o	o	o
Cityhall	-	-	-	o
Sejongro	-	-	-	o
Uljiro	-	-	-	o
Incheon				
Jemulpo	o	o	o	o
Bupyong	o	o	o	o

* -: absent, o: present

Table 2. The survey areas and injury rate by *Mahasena aurea* (Butler) in 1996

Survey site	Period	Injury rate(%)	No. of larvae collected
Incheon			
Jemulpo	March ~ June	26.7	1,200
Bupyong	March ~ June	10.0	40
Seoul			
Sinchon	April ~ August	20.0	250
Cityhall	September	23.3	20
Sejongro	September	12.5	130
Uljiro	September	20.0	150
Average		18.6%	298

별 피해목발생율을 조사한 결과 인천시 제물포지역이 26.7%로 가장 높았고 그외에 서울의 신촌, 서울시청, 을지로 구간이 20% 이상의 피해율을 보였다(Table 2).

조사지역의 주변환경을 고려하여 분석해본 결과 대체로 피해가 심한 은행나무의 위치는 특이하게도 쾌적하고 한적한 지역보다는 사람들의 왕래가 빈번한 버스정류장이나 전철역 입구 등에서 다수 관찰되는 것으로 보아 성충이 가로등에 유인되어 근처의 은행나무에 있는 암컷과 교미하기 때문인 것으로 판단되어 해충방제에 있어서 방제지역 선정시 참고하여야 할 것으로 사료된다.

생활경과습성

검정주머니나방은 연 1회 발생하였으며 3령 유충으로 월동하였다. 월동유충은 주머니에 2개의 탈피각이 붙어 있었으며 가지가 분지되는 부위에 모여 월동하는 것으로 조사되었다. 3월에는 월동충 상태로 섭식활동은 하지 않았으며 월동이 끝난 유충은 4월하순~5월초순에 걸쳐 가지에 눈이 나오기 시작할 때 가지로 이동하여 눈을 식해하기 시작한다. 5월중순~6월초순에 많은 섭식량을 보이며 노숙유충인 7령충상태에 이른다. 용기간은 6월중순~7월초에 15일이었다. 성충은 7월초순부터 7월중순까지 우화하였으며 수컷의 경우 유충주머니의 하단에 구멍을 내고 탈피각을 노출시키면서 우화하는 반면, 암컷은 주머니에 남아 수컷과 교미후 산란을 한 후 일생을 마치게 된다.

교미가 끝난 암컷은 주머니속에 300~400개의 알을 무더기로 낳으며 알에서 부화한 유충들은 암컷의 주머니하단을 통해 이탈한 후 은행잎으로 나와 바람을 타고 거미줄을 내어 분산하였다. 이들은 8월중순경 새로운 잎에 붙어 주머니를 만들고 가해를 시작하며 9월중순경 3령충으로 월동을 시작하였다.

Table 3과 같이 검정주머니나방은 유충태로 월동하기 때문에 전 생육기간중에 유충단계가 가장 길며 노숙유충단계인 5월~6월, 부화후인 8월~9월에 은행나무에 피해를 주는 것으로 조사되었다.

영기조사

검정주머니나방 유충의 체장, 체폭 및 주머니크기를 조사한 결과는 Table 4와 같으며 총 7령을 경과하는 것으로 조사되었다. 영기조사를 위해 62개체를

Table 3. Life cycle of *Mahasena aurea* (Butler)

Stage/ Month	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	August	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Egg												
Larva												
Pupa												
Adult												

Table 4. Size of larva and case of *Mahasena aurea* (Butler)

Instar	Number of individuals measured	Case(mm)		Larva(mm)		Number of skins molted on case
		Length	Width	Length	Width	
1st instar larva	10	4.47	2.38	3.32	2.01	0
2nd "	10	8.90	4.19	5.09	3.25	1
3rd "	20	15.30	8.41	9.27	4.92	2
4th "	5	19.66	9.71	11.53	5.15	3
5th "	7	28.47	11.23	16.28	5.75	4
6th "	5	35.51	17.83	20.54	6.25	5
7th "	5	42.78	18.39	25.62	7.83	6

Table 5. Measurement of larval feeding amount

Instar	Number of individuals measured	Areas of leaves given (cm ²)	Areas of fed by larvae (cm ²)	Area of fed by one larva (cm ²)	Rate of fed area (%)
2nd ~ 3th	20	414.72	9.90	0.495	2.4
4th ~ 5th	13	205.88	24.12	1.855	12.2
6th ~ 7th	5	97.85	29.81	5.962	31.0

대상으로 조사하였으며, 금번조사에서는 유충의 체 폭이나 두께 등은 개체간 변이가 심하여 영기확인에는 큰 도움이 되지 않았으며 유충이 탈피후 자신의 몸에 맞는 크기로 주머니를 다시 만드는 점에 착안하여 주머니 크기를 우선적으로 적용하여 영기를 판정하였다.

섭식량 및 기주선호도조사

실내에서 사육용기에 신선한 은행잎을 매일 공급하여 섭식량을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 유령 유충(2~3령)은 1개체당 0.495 cm², 중령유충(4~5령)은 1개체당 1.885 cm², 노숙유충(6~7령)은 1개체당 5.962 cm²로 각각 조사되었으며 영기가 높아질수록 섭식량은 급속히 증가하였다. 노숙유충의 경우 1개체당 은행잎의 31%를 가해하는 것으로 조사되어 검정주머니나방의 대발생시에는 큰피해가 예상된다.

Table 6. Host preferences of *Mahasena aurea* (Butler)

Scientific name	Host Plant		Preference (%)
	Scientific name	Korean name	
<i>Prunus sargentii</i> Rehder		벗나무	22.8
<i>Ginkgo biloba</i> L.		은행나무	18.3
<i>Soiraca prunifolia</i> Nakai		조팝나무	10.0
<i>Malus asiatica</i> Nakai		꽃아그배나무	7.2
<i>Acer paimatam</i> Thunb.		단풍나무	7.2
<i>Zelkova serrata</i> Makkio		느티나무	6.7
<i>Prunus armeniaca</i> Maxim		살구나무	4.4
<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim		문배나무	3.3
<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.		밤나무	1.7
<i>Philadelphus scherenckii</i> Rupr		고광나무	0.6
<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.)		회잎나무	0.6
<i>Aeonumus turbinata</i> Bl.		칠엽수	0.6
<i>Diospyrod kaki</i> Thunb.		감나무	0.6
<i>Platanus occidentalis</i> L		버즘나무	0.6
<i>Ribes macimowiczianum</i> K.		까치밥나무	0.6

검정주머니나방에 대한 기주선호도를 조사하기 위하여 15종의 낙엽활엽수의 잎을 공급하여 섭식여부를 조사하고 전체 투여량중 섭식량을 면적으로 계산한 결과는 Table 6과 같다. 벗나무의 경우 투여량 중 22.8%를 섭식하여 가장 높았고, 은행나무 18.3%, 꽃아그배 7.2%, 단풍나무 6.7%, 느티나무 5.0%, 살구나무 4.4%, 문배나무 3.3%순으로 나타났으며 나머지 8개수종은 섭식하지 않았다.

고 찰

금번조사 결과 서울, 인천일대에서 은행나무 가로수를 식해하였던 해충은 검정주머니나방으로 밝혀졌으며 이들에 대한 간단한 생활경과 습성이 조사되었다. 일본의 경우 본종은 연 1회발생하고 6월하순부터 8월상순까지 성충이 출현하는데 대부분 6령(체장 7 mm × 주머니길이 11 mm)으로 월동하며 전 생활기간동안 9령을 경과한다고 보고되어 있으나(Seino, 1978) 금번조사결과 우리나라에서는 월동

충을 채집하여 영기조사를 한 결과 대부분이 3령유충으로 월동하여 이듬해 4월에 활동을 재개하여 7령까지 이르는 특성을 보여 일본과는 다소 상이한 점을 보였다. 이와같이 우리나라에서는 본 종이 유령유충으로 월동하는 점으로 미루어보아 월동후 먹이요구도가 높아 초기피해가 심하게 나타나는 것으로 판단된다. 금번조사기간동안 본 종은 유충기에 기생파리류에 의해 기생당하는 것이 종종 관찰되었는데 기생성천적에 대해서는 집중적인 조사가 이루어지지 않아 금번결과에서는 제외 시켰다. 이외에도 본 해충의 은행나무에 대한 피해량을 파악하기 위하여 섭식량을 조사한 결과 영기가 높아질수록 섭식량이 급속히 증가하는 것으로 나타났다. 노령유충의 경우에는 1개체당 은행잎의 30%를 가해하는 것으로 조사되어 검정주머니나방이 대발생할 경우 심한 피해가 발생될 것으로 예상된다. 또한 은행나무 외에 피해가능성이 있는 수종을 파악하기 위해 섭식량 및 기주선호도를 조사한 결과 벚나무, 꽃아그배, 단풍나무, 느티나무, 살구나무, 문배나무에 대해 섭식선호성이 있는 것으로 나타났다. 특히 이 중에서 벚나무는 은행나무에 비해 섭식선호도가 높게 나타나 이후에도 본 해충으로부터 피해가능성이 높으므로 이에 대한 주의가 요망된다.

인용문헌

- Henderick, H. 1982.** Bidrage tot de kennis van de Biologie van *Phalacropterix graslinella* (Lepidoptera: Psychidae). Entomobrochura 2: 1-46.
- Henderick, H. 1987.** Morfologie en bespreking van taxonomische status van enkele Luffia-mannetjes uit een Parthenogenetische kolonie (Lepidoptera: Psychidae). Phegea 15(4): 177-186.
- Inoue, H. et al. 1982.** Psychidae, In Inoue et al., The Moths of Japan. I: 158-162, II: 184-185, pl. 4.
- Seino, A. 1978.** Notes on Three Japanese Psychidae, with Illustration of Their Types and A New Synonymy (Lepidoptera). TINEA 10(21): 205-211.
- Weidlich, M. 1982.** Zusammenstellung der in der DDR nachgewiesenen Psychiden (Lepidoptera, Psychidae). Dt. Ent. Z., N.F. 31: 29-31.
- 신유항, 박규택, 남상호. 1983.** 한국동식물도감 제27권 동물편 (곤충류 IX). 문교부, pp. 546-549, pl 36.
- 이상길, 오용기, 변봉규. 1996.** 은행나무를 가해하는 주머니나방 1종의 생물학적 특성, 1996년 한국임학회 학술발표회 초록집 p. 52.
- 임업연구원. 1995.** 돌발해충의 생태와 방제. 임업연구원 연구보고서, pp. 208-215.
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회, 1994.** 한국곤충명집. pp. 313-382.
(1997년 6월 12일 접수, 1997년 8월 22일 수리)