

회화나무(*Sophora japonica*)를 가해하는 줄마디가지나방 [*Chiasmia cinerearia* (Bremer et Grey)]의 발생 및 생태적 특성

권건형 · 이민섭 · 엄훈식¹ · 김용훈² · 권영대*

경기도산림환경연구소, ¹서울바이오시스 중앙연구소, ²한국식물환경연구소

Occurrence and Ecological Characteristics of *Chiasmia cinerearia* (Bremer et Grey)(Lepidoptera: Geometridae) Attacking *Sophora japonica*

Gun-Hyung Kwon, Min-Seop Lee, Hoon-Sik Eom¹, Yong-Hun Kim² and Young-Dae Kwon*

Gyeonggi-do Forestry Environment Research Center 18118

¹Seoul Biosys Co. Central R&D Center 15429

²Korea plants Environmental Research 16642

ABSTRACT: *Chiasmia cinerearia* (Bremer et Grey) belonging to the subfamily Ennominae(Lepidoptera: Geometridae) is a new forestry pest attacking to *Sophora japonica* in Gyeonggi province. *Chiasmia cinerearia* oviposited about 250~300 eggs per female on leaves. Larva had five instar stages. Adults emerged twice a year in early May and late July. The period of one generation was about 48 days. Body length of larvae was 25~30 mm and body color was light green with dark yellow lateral lines in abdomen. The wingspan of adults was 30 to 35 mm in length. The color of forewings was greyish brown with quadrilateral patterns on outer lines.

Key words: *Chiasmia cinerearia*, *Sophora japonica*, Occurrence, Life cycle

조 록: 자나방과(Geometridae), 가지나방아과(Ennominae)에 속하는 줄마디가지나방(*Chiasmia cinerearia*)은 중부지방의 회화나무 가로수 및 조경수를 가해하는 대표적인 수목 해충이다. 본 연구의 결과 줄마디가지나방은 주로 잎 위에 250~300개의 알을 무더기로 산란하였으며, 유충은 총 5령기를 거쳐 용화되었다. 성충은 5월 초순과 7월 말경에 2회 우화하였으며, 1세대 경과일수는 약 48일로 조사되었다. 유충의 몸길이는 25~30 mm 정도이며 연녹색을 띠고 복부의 옆선은 황색이었다. 성충의 날개편 길이는 30~35 mm 정도이며 회갈색을 띠며 앞날개 외횡선을 중심으로 4각형의 무늬가 무리지어 있는 것이 특징이다.

검색어: 줄마디가지나방, 회화나무, 발생, 생활사

회화나무 가로수에 발생하여 심각한 피해를 주고 있는 줄마디가지나방은 2003년도에 경부고속도로 기흥IC주변에서 처음으로 확인된 이래 현재까지도 돌발적으로 그 피해가 확인되고 있다. 줄마디가지나방이 속해 있는 자나방과(Geometridae)는 전세계적으로 신열대구에 약 6,450종, 동양구에 약 4,150종, 구북구에 약 3,500종, 에티오피아구에 약 3,100종이 분포하는 것으로 알려져 있다(Scoble, 1999). 우리나라에는 자나방과가

574종이 알려져 있으며(Mun and Lee, 2014; Paek et al., 2010) 이 중 자나방과 내 가장 큰 분류군인 가지나방아과(Ennominae)에 267종이 기록되어 있다(Beljaev, 1997; Beljaev and Park, 1998; Choi et al., 1998; Kim, 2001). 가지나방아과는 대표적인 식엽성 해충으로 유충이 복부 8째 마디에 있는 한 쌍의 다리를 사용하여 나뭇가지에 붙어서 의태 행동을 보이는 것으로 널리 알려져 있다.

회화나무(*Sophora japonica* L.)는 중국원산으로 우리나라 각처에 널리 심겨져 있는 낙엽성 교목이며 높이가 25 m에 달하고 가지가 퍼지며 녹색을 띠는 특징이 있다. 꽃을 회화, 열매를

*Corresponding author: kwyd@gg.go.kr

Received October 1 2015; Revised December 4 2015

Accepted January 5 2016

괴실이라고 하며 약용으로 쓰이기도 한다. 최근에는 가로수 및 조경수로 널리 식재되고 있는 수종이다.

현재 경기도지역 일부 가로수에 발생되어 피해를 주고 있는 줄마디가지나방(*Chiasmia cinerearia*)은 국내에는 중부이남과 남부 일부지역에서 확인되었을 뿐 아직까지 대발생된 기록은 없었으나, 최근 경기도 일부지역의 회화나무 가로수에 돌발적으로 대발생하고 있으며 발생밀도 및 섭식량이 높아 경계해야 할 해충으로 판단된다.

따라서 이번 연구를 통해 회화나무의 주요해충인 줄마디가지나방에 대한 생활사 및 생태적 특성을 구명하여 가로수 등 수목관리에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

성충의 우화시기 조사

줄마디가지나방의 발생상황을 조사하기 위하여 기 발생지인 경부고속도로 기흥 IC주변의 회화나무로부터 피해지역 중심으로 4월 초와 7월 초에 월동 중인 번데기를 토양과 같이 채집하여 경기도산림환경연구소로 가져온 후 채집지와 유사한 환경의 토양에 이식하고 그 위치에 망사우화상(90×90×80 cm)을 설치하였다. 우화조사를 위해 매일 10시경 우화상 상단의 채집통에 모인 줄마디가지나방 성충의 개체수를 조사하였다.

각 충태별 형태조사

줄마디가지나방의 형태를 조사하기 위하여 피해지에서 우

화된 성충에서 산란을 받은 후 항온습습기내에서 2~3일 간격으로 회화나무 잎을 공급하면서 각 충태별 두폭, 체폭, 체장 등을 기록하였다. 또한 1~2령의 유령충은 광학현미경하에서, 3령 이상의 노숙유충들은 육안으로 유충의 형태별 특징을 관찰하였다.

유충의 발육 및 생육기간 조사

줄마디가지나방 유충의 발육단계별 크기 및 생육기간을 조사하기 위하여 우화된 성충 암수 한 쌍씩 아크릴 사육상자(30×30×30 cm)에 넣고 개체 사육을 실시하였다. 회화나무 잎에 산란된 알이 부화하면서부터 유충을 개별 사육용기에 분리하여 신선한 회화나무 잎을 공급하면서 각 개체별 알기간, 유충기간, 번데기기간 및 성충수명을 조사하였다. 사육조건은 온도 조건 25℃, 습도조건 60%, 광조건 16L:8D이었다.

결과 및 고찰

성충의 우화시기 조사

줄마디가지나방의 성충 우화시기를 조사하기 위하여 4월 중순부터 8월 초순까지 우화상을 이용하여 우화시기를 조사한 결과 연 2회 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 줄마디가지나방은 연 1~2회 발생하며 성충은 5~6월, 8월에 나타난다고 기록되어 있으나(Mun and Lee, 2014), 이번 우화시기 조사결과 1화기의 최초 우화일은 4월 28일이었으며, 2화기의 최초 우화일은 7월 22일로 조사되어 우화시기는 거의 비슷하였다. 또한 우화 최

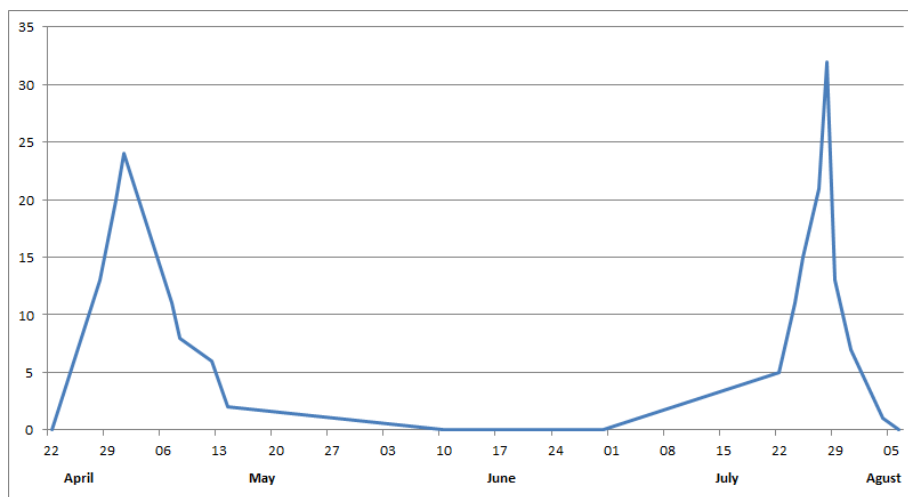


Fig. 1. Seasonal occurrence of *Chiasmia cinerearia* in Gyeonggi province.

성기는 1화기는 5월1일, 2화기는 7월 28일로 조사되었다. 우화 기간은 1화기는 15일, 2화기는 14일로 비슷하였다(Fig. 1). 줄 마디가지나방은 5월과 7월에 연 2회 발생하는 해충으로 2화기 때보다 1화기때에 더욱 피해가 심하게 나타나는 경향이 있다.

각 충태별 형태조사

알은 직경 0.5 mm 정도의 크기로 원형이며 흰색을 띤다. 번데기는 폭 4.5~5.5 mm, 길이 14~16 mm 이며 흑갈색을 띠고 있다(Fig. 2). 부화 유충은 몸길이 1.2 mm 이며, 회화나무 잎 뒷면 색과 유사한 연녹색이고 2령 유충은 몸길이 약 6.2 mm 정도로 머리, 가슴, 복부 마지막 마디는 연한 황색을 띠며 나머지 부

분은 연녹색을 띠고 복부 마디마다 검은 점들이 2줄로 배열되어 있다. 3령 유충은 몸길이 10.2 mm로 전반적으로 연한 황색을 띠며, 4령 유충은 몸길이 17.8 mm 정도이다. 5령 유충의 몸 길이는 25~30 mm 정도이며 전반적으로 연녹색을 띠고 있다. 복부의 옆선은 황색이며 각 마디마다 검은점이 배열되어 있다. 또한 4령과 5령 유충은 복부의 각 마디에 검은 띠가 있거나 없는 개체의 변이가 존재하며 이들간의 변이폭은 크다(Table 1, Fig. 2).

줄마디가지나방 유충의 령기를 조사하기 위하여 항온항습 조건하에서 매일 회화나무 잎을 공급하면서 개체사육하여 유충들의 령기별 두폭 및 체장을 측정한 결과 총 5령을 거쳐 용화되는 것이 관찰되었다(Table 1). 성충의 날개편 길이는 30~35 mm

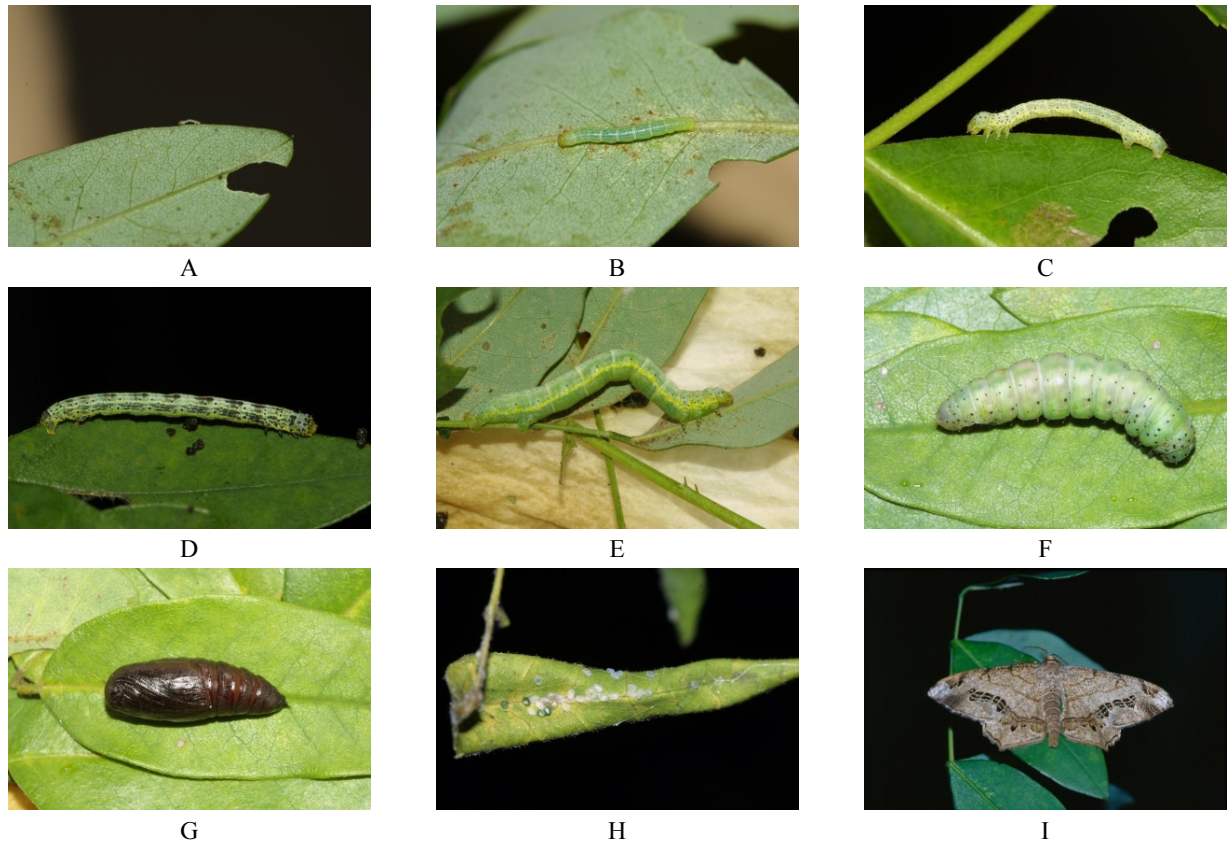


Fig. 2. *Chiasmia cinerearia* (Bremer et Grey). A. 1st instar. B. 2nd instar. C. 3rd instar. D. 4th instar. E. last instar. F. Prepupa. G. Pupa. H. Eggs. I. Adult.

Table 1. Size of *Chiasmia cinerearia* in each larval development stage

	Larva (Mean $\pm$ S.E., mm)				
	1 st Instar	2 nd instar	3 rd instar	4 th instar	last instar
Head capsule	0.10 $\pm$ 0.01	0.50 $\pm$ 0.02	1.04 $\pm$ 0.10	1.90 $\pm$ 0.19	2.52 $\pm$ 0.42
Width	0.12 $\pm$ 0.01	0.60 $\pm$ 0.09	1.00 $\pm$ 0.09	1.71 $\pm$ 0.25	2.20 $\pm$ 0.35
Length	1.28 $\pm$ 0.20	6.19 $\pm$ 0.68	10.24 $\pm$ 0.65	17.82 $\pm$ 2.96	24.75 $\pm$ 4.60

정도이며 더듬이는 수컷은 미모상, 암컷은 실모양이다(Fig. 2). 날개는 전반적으로 회갈색을 띠며 내횡선은 뚜렷하다. 내횡선은 앞날개 전연에서 출발하나 전연 바로 뒤에서 예각으로 꺾여 후연에 이른다. 외횡선에는 외횡선을 중심으로 흑갈색의 사각형 무늬가 무리지어 있어 다른 종과 쉽게 구별된다(Fig. 2).

유충의 발육 및 생육기간 조사

줄마디가지나방의 생육기간을 조사한 결과, 유충 기간은 총 22일이 소요되었으며 그 중 종령인 5령의 기간이 7일 정도로 다른 령기의 유충에 비해 가장 길었다(Table 2). 또한 알은 4.5일, 번데기 기간은 14일, 성충 기간은 6.5일이 소요되어 총 1세대를 거치는 생육기간은 모두 47일이 소요되었다(Table 2). 이러한 발육기간과 성충 우화기간을 고려하면 유충이 회화나무 잎을 가해하는 기간은 약 2개월 정도인 것으로 조사되었다(Table 2).

한 줄마디가지나방의 산란습성을 조사한 결과 주로 잎 위에 산란하였으며, 이 때 알의 수는 개체당 250~300개 정도이고 부화율은 92.5%로 조사되었다(Table 3). 이와 같이 산란수와 부화율이 높기 때문에 대발생시 가로수나 조경수로 소면적 군집으로 식재되어 있는 회화나무의 경우 거의 모든 잎이 식해되는 큰 피해를 입게 된다.

줄마디가지나방의 우화시기 조사, 야외채집 조사, 실내사육을 통한 유충의 발육조사 등을 토대로 생활사를 분석한 결과 9월부터 이듬해 4월까지 번데기상태로 회화나무 지체부 부근의 토양에서 월동하였고 4월 초순에 1화기 성충, 7월 초순에 2화기 성충이 우화하기 시작하여 각각 5월 초와 7월 중순에 우화최성기를 보였다. 우화한 성충이 산란하여 부화한 유충은 5월 중순부터 보이기 시작하였고, 2화기 때에는 7월 말부터 잎을 가해하기 시작하였다(Fig. 3). 이와 같은 조사결과를 토대로 줄마디가지나방의 지상 약제방제는 유충발생 초기인 5월 중순과 7월 말이 적기라고 판단된다.

이러한 줄마디가지나방은 2003년 경부고속도로 기흥IC 주변 가로수에 처음으로 발생이 확인된 이후 2~3년을 주기로 지속적으로 피해가 발생되고 있으며, 2011년부터는 인근 오산시 수청동에서도 피해가 확인되어 아직까지는 그 피해가 크게 확산되어 우려할 정도는 아니나(Table 4), 향후 피해가 확산되어 대발생시 수목의 생육에 커다란 영향을 줄 것으로 예측되며, 현재까지도 돌발적으로 발생이 되고 있어 경계해야 할 해충으로 취급되어야 할 것이다. 특히 회화나무는 대부분 대도시의 가로수나 주택가의 조경수 등으로 식재되어 있어 화학적 방제보다는 천적개발 등 친환경 방제방법 개발이 시급한 실정이다.

Table 2. Duration of egg, larval, pupal and adult development stage under 16L:8D at 25℃

Period in days (Mean ± S.E.)							
Egg	1 st instar	2 nd instar	3 rd instar	4 th instar	last instar	Pupa	adult
4.58 ± 0.66	3.83 ± 0.71	3.91 ± 0.66	3.25 ± 0.45	4.16 ± 0.71	7.41 ± 0.66	14.6 ± 0.98	6.58 ± 0.79

Table 3. Number of eggs and hatching rate of *Chiasmia cinerearia*

individuals	No. of eggs (Mean ± S.E.)	hatching rate
5(♀)	274.8±16.34	92.5%

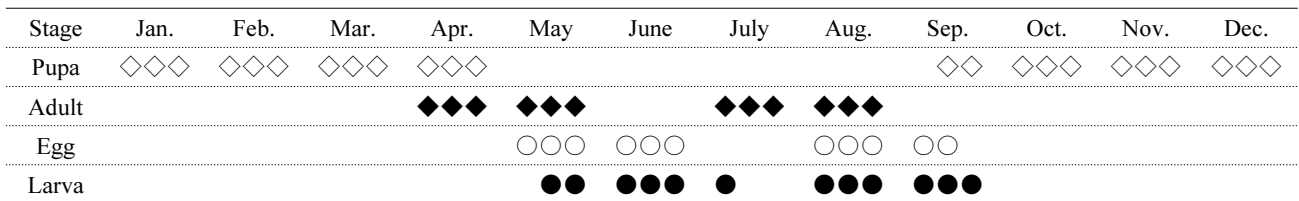


Fig. 3. Life cycle of *Chiasmia cinerearia*.

Table 4. Damaged area of *Chiasmia cinerearia* in Gyeonggi province

City	Damaged cites	Period of Fisrt Occurrence	No. of Damaged trees
Yongin	Giheung-dong	2003	40-50
Osan	Sucheong-dong	2011	15-20

사 사

본 연구는 경기도산림환경연구소 자체 연구비로 수행되었으며, 현장채집 및 실내사육에 도움을 주신 예찰조사원분들에게 감사를 드립니다.

Literature Cited

Beljaev, E.A., 1997. A new genus and a new species of the Ennominae (Lepidoptera, Geometridae) from Russian Far East, with remarks on the phylogeny of the related genera. *Tinea* 15, 125-130.
Beljaev, E.A., Park K.T., 1998. New and little known Ennominae (Lepidoptera, Geometridae) from Korea and Russian Far East, with descriptions of three new species. *Tinea* 15, 243-255.

Choi, S.W., Kim, S.S., Shin, Y.H., 1998. Systematics of the tribe Abraxini (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae) in South Korea. *Ins. Kor.* 15, 41-76.
Kim, S.S., Beljaev, E.A., Oh, S.H., 2001. Illustrated Catalogue of Geometridae in Korea (Lepidoptera: Geometrinae, Ennominae). *Ins. of Kor. Ser. 8*, Junghaeng-sa, Seoul.
Mun, S.C., Lee, S.G., 2014. Diseases and Insects Pests of Woody Plants. *Checkl. of Org. in Kor.* 10, Nature and Ecology, Seoul.
Paek, M.K., Hwang, J.M., Jung, K.S., Kim, T.W., Kim, M.C., Lee, Y.J., Cho, Y.B., Park, S.W., Lee, H.S., Ku, D.S., Jeong, J.C., Kim, K.G., Choi, D.S., Shin, E.H., Hwang, J.H., Lee, J.S., Kim, S.S., Bae, Y.S., 2010. *Checkl. of Kor. Ins. Nature and Ecology*, Seoul.
Scoble, M.J., 1999. Geometrid moths of the world a Catalogue (Lepidoptera, Geometridae) 1, 2. Apollo Books, Stenstrup.