

## 중국 비래곤충으로 농작물 피해 관리 선택 폭 좁으나 '살충제 사용' 보편적

주 비래시기인 5~6월이 국내 문제의 출발점, 가을까지는 국내 환경에서 증식할 수 있어  
안정적 대처 위해 '예찰방법 표준화·발육 예측 정밀모델·성충 방제법' 개발 연구 시급



정진교 박사  
국립식량과학원  
중부작물부

올해 전국적으로 6월 말에서 7월 초 사이에 검정색의 나방 애벌레가 페로 집주변과 길에 출현하여 많은 국민을 놀라게 하였으며 이런 혐오감을 일으키는 애벌레의 갑작스런 대량 발생은 언론을 통해 사회문제화 되었다. 그 주인공이 멸강나방이다(그림 1). 이러한 멸강나방 출현이 잦아지면서 농가 피해가 많아질 것을 우려하여 멸강나방 발생현황과 피해, 방제법에 관해 그간 여러 연구자들이 낸 자료들을 다시 정리하여 풀어 보았다.

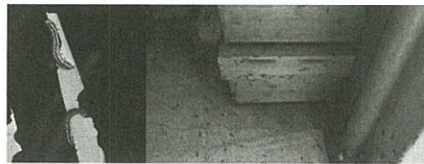


그림 1. 올해 발생한 멸강나방 애벌레

### 가. 멸강나방(Mythimna separata)의 형태와 생활사, 분포

멸강나방은 밤나방 집단의 한 종으로 농작물에 해를 입히는 곤충이다. 알-애벌레-번데기-어른벌레의 과정을 거치면서 자란다. 번데기에서 우

화한 어른벌레는 몸길이가 18mm 내외고, 날개를 편 너비가 40mm 내외의 중형 나방이다. 앞날개에 2개의 밝은 점이 있어 쉽게 정체를 알 수 있다(그림 2). 어른벌레는 알을 무더기로 낳는데, 한마리가 여러 번에 걸쳐 천개 내외를 낳는다. 알은 둥글고 지름이 1mm 보다 작다. 알에서 부화한 애벌레는 4~6번 허물을 벗고 자라는데 이 과정에서 농작물이 직접 피해를 입는다. 애벌레 머리를 앞에서 보면 '八' 혹은 'A'자로 보이는 무늬가 있어 구분이 가능하고, 몸 색깔은 일정하지 않고 몸 전체 옆과 등에 길게 띠가 지난다(그림 3). 다자란 애벌레는 약 45mm 길이이고 땅속(2~4cm 깊이)에 들어가 번데기가 된다. 번데기는 갈색을 띠고 몸길이는 15~20mm 정도이다. 이런 과정을 일 년에 몇 번 되풀이 할 수 있는데, 겨울에는 번데기 상태로 활동을 정지한다. 멸강나방은 북위 45도와 남위 45도, 동경 60도에서 서경 170도 사이에 우리나라를 비롯하여 중국, 일본, 동남아시아, 호주를 비롯한 오세아니아, 우즈베키스탄 남부, 러시아 극동지역 등에서

발견된다.

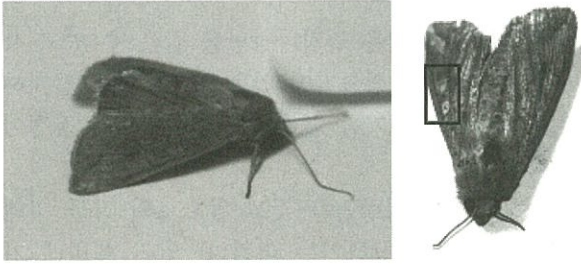


그림 2. 어른벌레. 앞날개에 2개의 밝은 점이 있어 쉽게 알 수 있음

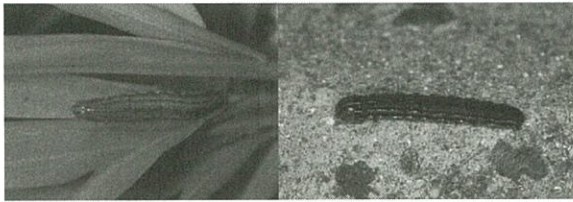


그림 3. 애벌레. 몸 전체 옆과 등에 길게 띠가 지남

## 나. 국내에서 멸강나방 발생 현황

1965년부터 신문지상에 멸강나방 피해가 발표된 시기는 대부분 6~7월이었다. 간혹 5, 8, 9월의 피해 발표가 있었으나 비율은 높지 않았다. 6~7월 애벌레는 5~6월 나타난 어른벌레가 낳은 알로부터 자란 것들인데, 이때의 어른벌레는 국내에서 겨울을 난 것이 아니다. 멸강나방은 1월 평균기온이 약 0℃ 이상인 북위 33도선 남쪽(중국), 혹은 4℃가 넘는 따뜻한 남쪽 일부(일본) 지역에서만 번데기로 월동하고, 국내에서는 월동하지 못한다. 따라서 국내에 처음 나타나는 멸강나방은 해마다 중국 동부로부터 날아온(비래) 것으로 짐작되고 있다. 어른벌레가 장거리 이동하는데 바람 부는 방향을 따라 300~1,000m 높이로 1,500km까지 비행한다.

우리나라에는 3~4월부터 비래하나 이들은 제주도나 남부지방 일부를 제외한 대부분의 환경에서는 먹이와 온도 때문에 애벌레 발육이 어렵다. 따라서 주 비래시기인 5~6월이 국내 문제의 출발점

이 된다(그림 4). 이렇게 들어온 멸강나방은 가을까지는 국내 환경에서 증식할 수 있다. 이때의 어른벌레가 낳은 애벌레들이 자라면 대체적으로 7월에 어른벌레가 된다. 그런데, 7월 어른벌레가 또 다음 세대의 애벌레를 만들면 8월 중에 피해가 예측되는데, 그간 7월 어른벌레의 대량 발생이나, 8월 애벌레에 의한 대규모 피해는 자주 관찰되지 않았다. 따라서 6~7월 애벌레의 대부분이 어른벌레가 되기 전에 사망하거나, 새 어른벌레들이 다른 곳으로 이동하는 것으로 짐작된다. 매년 11월 초까지는 어른벌레가 수시로 나타나는데, 간혹 8월 하순~9월 중순 사이에 많은 수가 관찰되는 해도 있다. 2012년 9월 초에 비래한 것으로 생각되는 어른벌레가 트랩에 많이 잡혔는데, 그 해 9월 제주도 목초지에서 애벌레 피해가 보고되었다. 결국 우리나라에서는 비래한 것들과 세대를 거친 것들이 섞여 한해에 여러 번 나타나는 것으로 짐작된다.

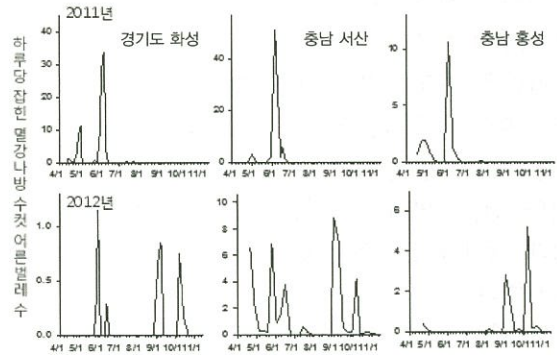


그림 4. 비래된 멸강나방이 많았던 해 어른벌레 연중 발생 모습.

## 다. 애벌레에 의한 피해

애벌레 먹이는 벼과 식물들(잡초 포함)이 주지만 콩과 배추 등도 있어 그 종류가 매우 많다. 옥수수와 벼과 사료작물들, 벼가 중요한 경제적 피해 작물들이다. 어린 애벌레는 밤낮 구분 없이 식물체를 갉아먹으나 그 양이 크지 않고, 4령 이후에는 주로 밤에 먹는데 양이 크게 증가한다(그림 5). 질소



시비가 많은 포장에서는 더 많이 먹는다. 피해 정도는 옥수수는 한 주당 유충 한 마리 피해로 생체중이 2~4% 감소한다. 벼과 목초류는 1마리 유충의 잎 섭식량은 약 4.5g으로, 1m<sup>2</sup> 당 약 50마리 유충 피해로 생체중이 약 20% 감소한다. 벼는 한 주당 1~2마리 유충이 대부분의 잎을 먹고, 이삭 하나 피해로 현미 무게가 약 5% 감소한다.



그림 5. 목초지에서 멸강나방 피해

## 라. 예찰 및 방제

### 1) 예찰과 예측

예찰은 어떤 수단을 써서 해충 발생의 시기와 그 양을 아는 것인데, 그 결과를 써서 해충을 언제 방제할 것인가를 결정할 수 있다. 멸강나방은 어른벌레와, 알, 애벌레를 대상으로 예찰할 수 있다. 어른벌레 예찰에서는 트랩에 잡히는 수를 주기적으로 조사한다.

한 예로 밤에 빛에 끌려 트랩에 잡히게 하는 유인등 트랩(black-light trap: 근자외선영역 파장 포함)이 있는데, 1987년부터 전국의 농업기술센터에 설치되어 운영하고 있다. 다른 것으로 성페로몬트랩이 있는데, 트랩에 멸강나방 성페로몬(cis-11-hexadecenal/cis-11-hexadecenyl acetate/cis-11-hexadecenol=5:5:0.1, 1 mg)이 포함된 미끼를 넣어 수컷을 피어 잡는 방법으로 2004년부터 역시 농업기술센터에서 운영하고 있다. 마지막으로 당밀트랩이 있는데, 멸강나방 어른벌레가 알을 낳기 전에 반드시 당분을 섭취하는 것을 이용한 것으로 미끼(흑설탕/청주/식초/물

=2.4kg/1.8L/180mL/720mL)를 트랩에 설치하는데, 현재 국내에서는 거의 사용하지 않는다. 이중 성페로몬트랩은 멸강나방만을 잡을 수 있고 사용이 간편하고, 성숙기에 있는 어른벌레를 탐지하여 알을 낳는 시기를 쉽게 예측할 수 있는 장점이 있다.

어른벌레 발생량만을 갖고 앞으로의 작물 피해 정도를 바로 예상하기는 어렵다. 알과 애벌레 기간 중에 사망하는 수가 환경에 따라 달라지기 때문이다. 따라서 알과 애벌레 단계의 예찰이 필요하다. 이때는 작물재배지 안에서 식물체들을 눈으로 직접 확인하여야 하는데, 피해조사기준에 따라 일정 면적이나 식물체 수별로 해충이 얼마나 발견되는가를 주기적으로 조사한다. 알이나 어린 애벌레는 십사리 눈에 띄지 않으니 식물체를 자세히 관찰하여야 한다(알은 더 어렵다). 이때 관찰된 수를 기준으로 방제 여부를 결정할 수 있는데, 살충제 살포를 생각하고 애벌레가 논벼에서는 주당 0.4~1마리, 옥수수는 1마리, 밀은 평방미터당 14~34마리, 보리는 평방미터당 큰 애벌레 2~3마리 이상의 기준들이 알려져 있다. 만일 어른벌레가 많이 비래했고 애벌레가 눈에 쉽게 필 정도라면 바로 방제를 하여야 할 것이다.

예찰을 통해 해충이 발견된 시기로부터 언제 관심 있는 다음 발육단계가 오는지 예측할 수 있는데, 이를 통해 여러 대처방법을 미리 준비할 수 있다. 이 예측하는 수단은 외부 온도에 따라 곤충이 자라는 기간이 달라지는 속성을 이용하여 수학식으로 만드는데(표 1), 어떤 식에서는 곤충 발육이 정지되는 온도인 최저발육온도와 어느 단계를 끝내기까지 필요한 적산온도가 산출된다. 멸강나방에 대해서는 농촌진흥청 영농활용에 애벌레가 각 단계와 번데기, 어른벌레가 될 때까지의 최저발육온도와 발육적산온도들이 알려져 있다(표 2). 이 자료를 쓰는 방식은, 알이 부화하는 날부터 하루 평균온도에서 10도를 뺀 값을 매일 합해, 보고자 하는 해충 발육단계의 적산온도에 도달하면 그 때

가 야외에서 그 단계의 멸강나방이 있을 거라고 짐작하는 것이다. 그런데 알에 대한 수확식은 아직 마련되지 않아, <표 1>의 자료를 참고하여 알 발육 기간을 더해야 할 것이다. 멸강나방 애벌레가 작물에 피해를 심하게 입히는 단계는 4령 이후부터이니 방제는 1~3령 사이에 하는 것이 바람직한데, 어른벌레가 나타나는 5~6월 이후의 온도와 관련하여 농촌진흥청에서는 성충 발견 후 19일이 지나기 전에 방제하는 것을 권하고 있다.

표 1. 옥수수로 키운 멸강나방의 온도별 발육 기간(일)  
(고해랑 등, 2003)

온도(°C)	알	애벌레	번데기	알-번데기
13	발육 못함	-	-	-
15	10.2	44.1	26.6	80.6
18	6.3	36.1	14.1	56.9
20	6.0	29.3	13.8	49.1
25	4.4	18.2	9.8	32.5
30	4.1	15.3	7.9	27.3
33	발육 못함	-	-	-

표 2. 멸강나방 유충 발육과정에서 발육단계별 적산 온도  
(최저발육온도 10°C)

발육단계	1령	2령	3령	4령	5령	6령	번데기	어른벌레
적산온도	36.9	83.8	113.5	146.6	187.6	253.5	480.9	590.5

(박창규 등, 2005년 농촌진흥청 농업기술정보 영농활용)

## 2) 방제

국내의 멸강나방 피해가 주로 외국에서 비래한 집단 때문이다 보니, 장기적인 관리법 선택 폭이 넓지 않다. 보편적으로 사용할 수 있는 방법은 애벌레 대상으로 살충제를 뿌리는 것이다. 현재 국내에 등록된 살충제는 30여개가 있는데(농촌진흥청 농약등록정보), 농약안전사용기준을 반드시 지켜 사용하여야 한다. 한편, 위와 같은 살충제로 방

제하기 어려운 친환경재배지에서는 대체 살포제가 필요한데, 현재 보고된 것들 중 고삼추출물(80% 함유), 피마자유(50% 함유), 고삼과 차추출물 혼합액(고삼 95%, 차 5%)으로 방제가 가능하다(최덕수 등, 2014, 농촌진흥청 농업기술정보 영농활용). 애벌레의 활동 시간대를 고려하여 늦은 오후나 이른 아침에 살충제를 뿌리는 것이 방제 효율이 높다.

물리적인 방제방법으로 논에서는 수위를 높이거나, 목초지에서는 어른벌레 발생을 관찰한 이후 애벌레가 크게 자라기 전에 수확을 하여 피해를 예방할 수 있다. 또 주변에 기주식물이 되는 벼과 잡초들을 제거하는 것이 좋다.

생물적 방제방법으로 이용할 수 있는 수단에는 알에 기생하는 알기생벌과 유충에 기생하는 고치벌류 천적이 있다. 저항성 품종을 재배할 수도 있다. 다른 것으로 페로몬이나 당밀트랩을 이용하여 어른벌레를 방제하는 것을 생각해 볼 수 있다. 그러나 이런 방법들은 국내에서 시도된 적이 전혀 없는 것들이라 당장 이용할 수 없는 실정이다.

이상으로 간단하게 정리하였지만, 멸강나방을 제대로 관리할 표준지침을 만들기에는 현재의 국내 정보가 너무 부족하다. 매년 되풀이되는 문제에 안정적으로 대처하기 위해서는 예찰방법의 표준화, 발육과 예측에 관련된 정밀모델, 알 대상 천적 이용, 성충 방제방법 개발 연구들이 시급하다. 또 예방적인 대처를 위해 비래시기와 발생장소, 비행경로를 더 빨리 더 정확하게 아는 연구가 필요하다. ㉞

## <참고 및 인용문헌>

- 고해랑 등(2003, 한국응용곤충학회지) 농촌진흥청 농약등록정보 검색 서비스
- 농촌진흥청 국가농작물병해충관리시스템
- 정진교 등(2013, 한국응용곤충학회지) 농촌진흥청 농업기술정보,
- 엄기백 등(2006, 농촌진흥청 농업과학기술원 2005년 연구보고서)
- 최귀문 등(1976, 농촌진흥청 농업기술연구소 1975년 연구보고서)
- Lee 등(1995, Insect migration: tracking resources through space and time, Cambridge)
- (본 글에 인용된 외국자료들은 기입하지 않았음)