

## 곤충 기생 선충을 이용한 해충 방제 전망



▲ 모기천적선충인 *Ramanormis culicivora*의 사육장면

추 호 렬  
경상대학교 농과대학교수  
(농학박사)

곤충기생선충은  
대량사육이 가능하고  
기주범위가 대단히 넓으며  
장기간 보관이 가능하고  
기주발견능력과 침해력이 크며  
농약 종류에 따라 혼용이 가능한  
점등해충방제에 응용함에 있어  
매우 전망이 밝은 천적류이다.

수세기 동안 인류는 공동필요자원의 이용에 있어서 직접, 간접으로 해충과 경쟁관계에 있고, 인류가 이 지구상에 존속하는 한, 그 경쟁관계는 끊임없이 지속될 것이다. 특히, 농림산물의 생산과 이용면에서는 불가분의 이해관계에 있다.

근래, 농업 기술의 다양화와 재배 기술의 변천은 농생태계의 본질적인 변동뿐만 아니라 복잡한 해충상 구성을 유발하고 있으며, 농약 일변도의 방제는 환경에 대한 부작용과 함께 해충문제를 더욱 심각하게 하고 있다. 우리는 이러한 농약 일변도의 방제법에서 대체적인 방법을 개발해야 하는바, 생물적 방제법에 눈을 돌려볼 필요가 있다. 생물적 방제에 이용되는 천적에는 수많은 종류들이 있지만, 그중 곤충기생성 선충은 서식처의 다양화와 환경에 대한 적응력 및 기주의 내·외부에 미치는 효과등을 감안해 볼때, 매우 효율적이고 바람직한 해충방제 인자로 생각된다. 따라서 곤충기생성 선충의 중요성과 이용가능성을 인식하고 관심갖게 하기 위하여 이들에 관한 개략적인 점들을 소개해본다.

## 1. 곤충기생 선충의 중요성

이 지구상의 유기체 주변에는 그 유기체 자체에 영향을 미치는 역제

요인들이 있기 마련이다. 해충도 예외는 아니어서 주위길게 주변을 관찰해 보면 포식 곤충에 의하여 먹히는 해충, 조류에 의하여 취식당하는 해충, 설치류에 의해 당하는 해충등을 볼수 있다. 보다 더 깊은 관찰에서는 죽은 해충들을 군사가 둘러싸고 있거나, 기타의 병원 미생물에 의하여 죽은것을 알수 있다. 많은 경우에 실같은 벌레가 해충체내에서 탈출하거나 또는 죽은 해충체 주변을 수천~수만마리의 미생물적 동물이 에워싸서 우글거리는 것을 볼수 있는데, 이것들이 바로 곤충기생 선충이다.

선충이 해충에 침입하게 되면 종류에 따라 기주에 미치는 영향에 차이가 있으나, 대체로 다음과 같다. 즉, 기주의 치사, 기주의 가해행동억제, 수명단축, 불임, 생식능력감퇴, 밀도감소, 행동의 불활성화, 우화지연, 형태적 변화에 의한 기능마비, 변태실패, 조직의 이상 등 직접, 간접으로 영향을 주게 된다. 또한 기주특이성이 뚜렷하고, 종류에 따라서는 인공사육이 용이하면서도 치사력도 높을뿐만 아니라 기주범위도 넓어 매우 유용한 천적이다.

특히 주목할만한 것은 토양속이나 물속은 기생벌이나 병원미생물, 심지어는 농약까지도 침투가 곤란하고 효과가 제한적인데 비하여 선충은 이와 같은 서식처에서도 더욱 효과를 잘

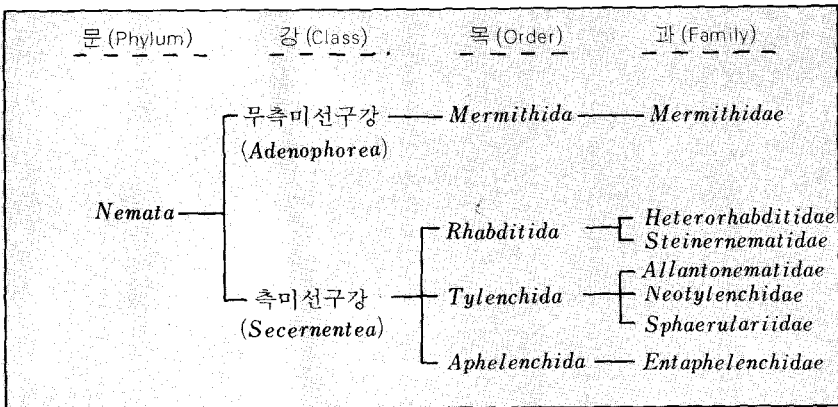
발휘하기 때문에 그 중요성을 아무리 강조해도 지나치지 않는다.

## 2. 동물분류학적 위치

선충문 (Nemata)은 무촉미선구강 (Adenophorea)과 촉미선구강 (Secernentea)으로 나누어지는데, 중요 곤충기생 선충은 무촉미선구강의 Mermithida목과 촉미선구강의 Rhabditida목 및 Tylenchida목, Ap-

elenchida목에 속해 있다. 일반적으로 해충체내에서 한두마리의 큰 선충이 발견되면 mermithids류이고, 다수의 성충이 수백~수천마리의 유충과 함께 발견되어지면 Tylenchida목의 sphaerulariids류이며, 치사된 해충에서 수천~수십만 마리의 유충이 세균과 함께 발견되면 Rhabditida목의 Heterorhabditis속이나 Steinernema속이다.

표 1. 곤충기생 선충의 위치



## 3. 곤충기생 선충과 곤충

곤충기생 선충과 곤충과의 관계는 3가지로 구분할수 있다.

즉, 첫째는 편승(Phoresy) 관계이다. 이는 선충이 어느 한 서식처에서 다른 서식처로 이동할 때, 곤충을

이용만하는 관계이다. 곤충의 시초나 배, 다리등의 외골격에 붙어서 또는 생식실, 기관, 두선, 말피기씨관등을 이용하여 이동한다.

둘째는 임의기생(Facultative parasitism) 관계이다. 해충에 기생하여 체강, 창자, 말피기씨관, 인두

선, 기관, 교질선등에 존재하는데 해충에 미치는 피해 양상은 다양하다.

셋째는 완전기생(Obligate parasitism) 관계이다. 해충의 혈체강내에 기생하면서 기주로 부터 영양분을 흡수해서 심한 타격을 가하거나, 탈출할때 표피에 구멍을 내어 수분 증발과 미생물의 침입으로 기주를 치사시킨다.

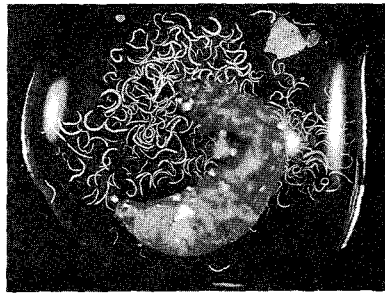
#### 4. 곤충기생 선충의 종류

1) *Mermithidae*과 : *Mermithidae* 과의 *Agamerimis unka* 가 벼멸구, 흰등멸구등에 기생하면서 높은 기생율을 나타냄과 동시에 치사를 가져오고, 기생된 벼멸구나 흰등멸구의 난소에서는 알을 거의 볼수없



◇ 벼멸구에서 탈출해 나오는 *Agamerimis unka* 선충

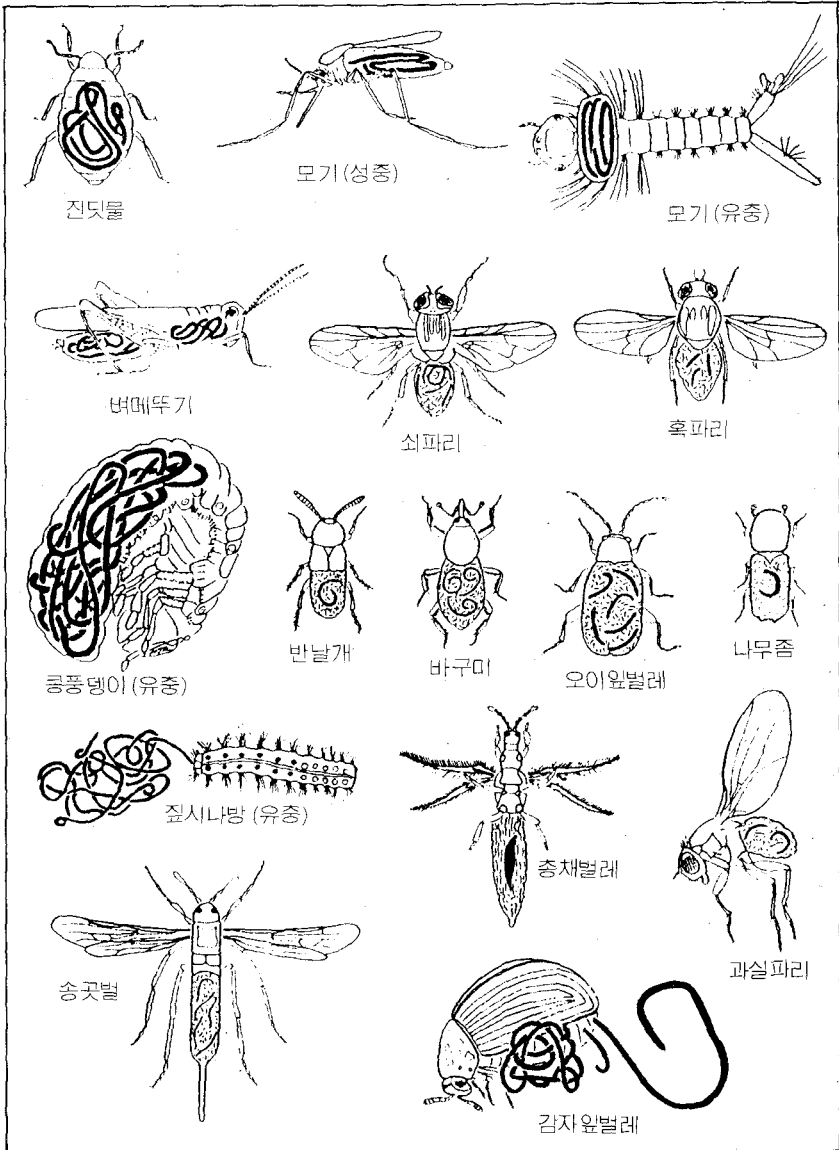
어 후기세대의 밀도감소에 매우 효과적인 천적이다. 그외에 *Amphimermis* 가 이화명나방에서, *Mermis* 는 메뚜기·여치등에서, *Hexasmermis* 는 나방류와 거품벌레, 잎벌레등에서 분리되고 있으며 그 외에도 수많은 종류가 기록되어 있다.



◇ *Heterorhabditis heliothidis* 에 의해죽은 곤충과 분리된 선충들

2) *Heterorhabditidae* 과 : 이 과에 속하는 *Heterorhabditis heliothidis* 는 나비목유충, 풍뎅이, 고자리파리, 바구미, 토양서식해충에 효과적인 치사력을 나타내고 있고 기주 범위도 대단히 넓다.

3) *Steinernematidae* 과 : 이 과의 *Steinernema feltiae* 는 나비목유충, 파리목유충, 노린재류, 메뚜기류, 풍뎅이, 토양서식해충에서 병원성이 뛰어나다. 현재 우리나라에서도 *Steinernema* 가 필자에 의하여 발견되어 높은 병원성과 방제력을 보이고 있다.



〈그림 1〉 여러가지 곤충에 기생하는 선충

4) *Neotylenchidae* 과 : *Daladenus* 가 잎벌이나 송곳벌의 체내에서 발견되어지며 기주에게 악영향을 미치고 있다.

5) *Allantonematidae* 과 : *Allantonema* 가 나무좀이나 바구미, 반날개등에 기생하고 있다.

6) *Sphaerulariidae* 과 : *Contortylenchus* 나 *Parasitienchus* 등은 나무좀에 기생하면서 기주행동의 변화, 생식력감소, 치사, 산란력감소등을 초래하며, *Heterotylenchus* 는 파리나 벼룩, *Howardula* 는 잎벌레, 총채벌레등에서 발견되어지고 있다.

7) *Entaphelenchidae* 과 : *Praecocilenchus* 가 바구미에서 발견되고 있다.

8) *Aphelenchoididae* 과 : *Parasitaphelenchus* 가 나무좀의 혈체강에 기생하면서 피해를 주고 있다.

## 5. 선충이 해충에 미치는 영향

1) 외부에 미치는 영향 : *Mermithid* 선충이 기생하게 되면 메뚜기의 경우 날개 길이가 짧아진다. 바구미는 시초의 기형화를 가져오며, 개미의 경우는 배가 팽창되어 공급이 불분명해지고, 모기붙이는 성분화(性分化)의 실패와 생식기 축소를 유발한다. 그의 체색의 변화, 탈피곤란등

도 수반한다.

2) 내부에 미치는 영향 : *Sphaerulariidae* 과와 *Tetradonematidae* 과, *Neotylenchidae* 과는 불임을 유발하며, 산란 능력 소멸, 난수(卵數)감소를 가져온다. 생식기피해, 인두선의 기능마비, 내부조직괴멸등이 있으며 타액선의 조직변화까지도 가져온다.

3) 발육에 미치는 영향 : *Parasitienchus elongatus* 에 기생당한 느린나무좀(*Scolytus ventralis*)은 정상적인 것에 비하여 우화율도 낮고 성충수명도 단축되며, 모기에 *Romanomermis culicivora* 가 기생하면 탈피가 지연된다.

4) 행동에 미치는 영향 : 선충에 기생당한 해충은 비산력이나 가해능력이 둔화된다. 메뚜기와 모기붙이의 현저한 비산력 감소는 잘 알려져 있으며, *Sphaerulariidae* 에 기생당한 벌들은 벌집을 짓지 못하기도 한다. 섭식의 중단으로 인한 기주의 치사도 초래한다.

5) 기주치사 : 해충체내에 *Mermithid* 가 기생하게 되면 선충의 발육으로 기주내에 선충에 의해서 꼭차게 되고, 탈출시 형성된 표피의 구멍으로 미생물이 침입하며 과다한 수분증발로 기주는 죽게 된다. *Steiner-nema* 나 *Heterorhabditis* 는 침입 후 세균(*Xenorhabdus* spp.)의 분

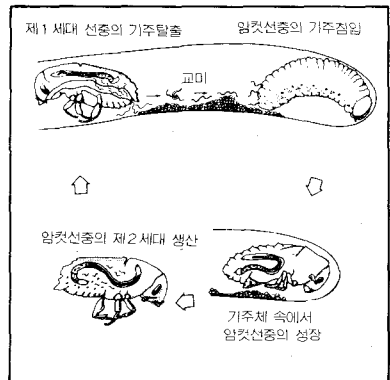
비로 기주는 48시간내에 치사하게 되며 *Sphaerulariids* 는 내부조직의 세포괴사와 소화과정을 파괴해서 기주가 죽게된다.

## 6. 선충의 생활사

많은 종류의 선충생활사를 소개하 기관 한정된 지면으로는 곤란하기 때문에 나무좀에서 기생율이 높은 *Contortylenchus* 를 예로 소개하고자 한다. *C. elongatus* 의 한 세대는 보통 1개월에서 8개월 정도인데 기주에 따라 차이가 있다. *C. reversus* 는 2년이 소요되는데 기주인 *Dendroctonus rufipennis* 가 2년의 생활환을 가지고 있기 때문이다. *Parasitaphelenchus oldharmi* 는 기주인 *Scolytus multistriatus* 가 휴면상태에 들어가면 같이 겨울동안의 휴면에 들어간다. *contortylenchids* 는 다른 선충과 마찬가지로 4령까지 유충기를 보내고 성충이 된다. 교미한 암컷은 갱도내에서 나무좀 유충을 찾아 헤미는데 보통 2령충과 3령충의 나무좀을 침입한다. 침입은 나무좀의 표피를 직접 뚫고 들어간다고 알려져 있으나, 구기나 항문을 통하여 창자내에 일단 침입하였다가 창자벽을 뚫고 나가 혈체강에 다다를 가능성도 배제할 수는 없다. 선충의 암컷 성충은 주로 배나 앞가슴에서

수많은 유충과 함께 발견된다. 기생된 나무좀이 계속 발육해서 용화하고 우화하여 성충이 되는 동안 선충도 함께 자란다. 나무좀 번데기를 해부했을 경우 알을 가진 완전 발육된 기생충의 성충이 발견되나, 기주가 성충이 되기 전에는 알을 낳지 않는다.

*Ips paraconfusus* 혈체강에서 *C. elongatus* 의 알과 유충이 7,500 개체 정도 발견되었고, 83마리의 암컷 성충이 한 개체에서 발견되기도 하였으나, 필자는 소나무 빨나무좀인 *Orthotomicus angulatus* 에서 *Parasitelylenchus* sp. 의 성충이 97마리까지 기생된 것을 관찰할 수 있었다.



〈그림 2〉 나무좀 기생선충의 생활사

1 회 탈피는 알속에서 이루어지며 2령충으로 알을 벗어난다. 두번 더

탈피한 후 4령충이 되고 소화관 가까이 가서 후장으로 뚫고 들어가 소화관이나 생식관을 통해 갱도로 탈출한다. 4령충은 갱도에서 한번 더 탈피한 후 성충인 암컷과 수컷으로 되며, 교미후 수컷은 죽고 암컷은 나무줄의 유충이나 번데기를 찾아 움직인다.

## 7. 유용식물, 동물에는 안전

곤충기생성 선충이 비록 해충에게 결정적인 억제인자로 작용한다손 치더라도, 그들이 유용식물이나 동물에게까지 악영향을 미친다면 바람직하지 못하겠지만, 지금까지의 실험 결과는 전혀 무관한 것으로 보고되고 있다. 즉, 잎벌류에 기생하는 *Deladenus* 는 생활사중 곰팡이를 먹고사는 자유생활단계가 있으나, 식물에게는 전혀 문제되지 않고 있으며, 바구미에 기생하는 *Deladenus* 도 배추에서 보내는 시기가 있으나 식물에의 피해는 전혀 없다.

모기기생선충인 *Romanomermis culicivorax* 나 병원성이 높은 *Steinernema feltiae* 및 *Heterorhabditis heliothidis* 를 올챙이나 생쥐, 쥐, 물고기 등에 주입한 결과도 전혀 조직에서의 이상변이를 볼수 없으며, 필자가 상기 두선충을 쥐의 눈

에 주입한 결과도 쥐에서의 이상적인 변화를 볼수 없었다.

## 8. 곤충기생 선충의 응용 전망

곤충기생 선충을 이용한 해충방제에서 지금까지 많은 효과를 얻고 있다. 우리나라의 경우 농약 무살포담에서는 때때로 80%가 넘는 벼멸구 천적선충의 기생율을 볼수 있어 앞으로 계속적인 선충의 보존과 자연 방제적인 측면에서 합리적인 벼멸구 방제법을 개발해야 하리라 생각된다. 한편으로는 *Steinernema* 나 *Heterorhabditis* 가 고차리파리, 담배거세미나방에서 80~100%의 방제효과와 함께, 기타 해충에서도 높은 살충력을 보이고 있어, 지속적인 응용이 필요하다.

특히, 곤충기생 선충은 다음과 같은 점에서 응용의 전망이 밝다고 볼수 있다. 즉, ① 대량사육이 가능하고 ② 기주범위가 대단히 넓으며 ③ 장기간 보관할수 있을뿐만 아니라 ④ 기주 발견 능력과 침해 능력이 높으며 ⑤ 농약의 종류에 따라서는 함께 혼합해서 사용할수 있다는 점에서 매우 전망이 밝은 천적류라고 할수 있겠다.