

참나무시들음병과 광릉긴나무좀

김호준 박사/ 그린과학기술원 원장

1. 참나무와 광릉긴나무좀

참나무는 소나무 다음으로 우리들에게 잘 알려져 있는 나무다. 학술적으로 얘기하자면 다소 차이는 있지만, 일반적으로 겨울철 다람쥐의 양식 도토리가 열리는 나무를 통 털어 참나무라고 한다. 이러한 참나무가 최근에 들어 붉게 말라죽고 있다.

참나무가 말라죽는 원인은 나무좀의 일종인 「광릉긴나무좀」과 광릉긴나무좀이 매개한 곰팡이의 증식 때문이다. 즉, 광릉긴나무좀, *Platypus koryoensis* (Murayama)이 참나무 줄기와 가지에 구멍을 뚫고 들어가 조직이 파괴되고 이 과정에서 매개된 곰팡이의 증식 때문에 나무 전체가 말라죽는 것이다.

광릉긴나무좀이 우리나라 학계에 알려진 것은 80여 년 전인 1935년이였다. 그런데 지금처럼 참나무에 심각한 피해를 주기 시작한 것은 10여 년 전인 2004년부터이다. 당시 경기도 광주 뉴서울골프장과 인접한 자연림(보존림)에서 발생이 최초 발견되어 산림과학원에 신고함으로써 현재 「참나무시들음병, *Raffaelea quercus-mongolicae*」으로 명명되어 활발히 연구되고 있다.



2. 광릉긴나무좀 형태와 생태

■ 형태

성충은 4.5~5.5mm 정도이고 짙은 갈색의 긴 원통형으로서 암컷이 수컷보다 조금 더 크다. 수컷 머리에는 점각이 많고 짧은 털이 밀생하며 중앙에 세로줄 홈이 있다. 앞가슴등판의 바깥 가장자리가 허리선처럼 오목하고 후반부에 큰 점각이 밀생한다. 딱지날개에는 세로줄과 점각이 밀생하고 끝이 절단된 모양이다.

암컷 머리에는 4개의 줄과 점각의 세로줄 띠가 있다. 앞가슴등판의 뒤쪽에 원형의 함몰된 부분이 있고 그 중앙에는 6개 내외의 곰팡이 주머니 균낭(mycangia, 菌囊)이 있다. 딱지날개에는 세로줄과 점각이 밀생하고 끝이 절단된 모양이다. 5령기 노숙유충의 몸길이는 1.1mm 내외이다.



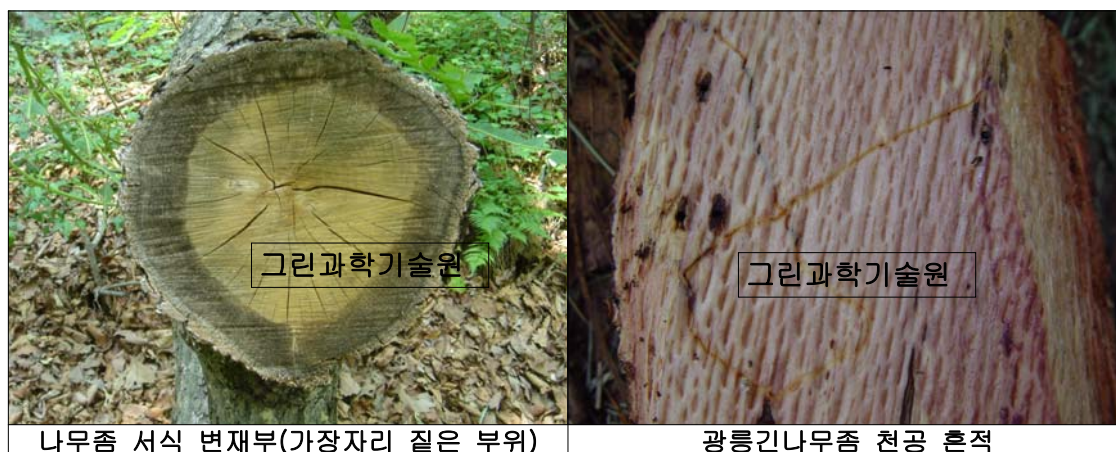
■ 생태

연 1회 발생하는 암브로시아 비틀(Ambrosia beetles) 곤충군으로서 참나무 변재부 10cm 내외에 서식하면서 조직을 가해한다. 성충은 5월 초순~10월 초순까지 나타나며 우화 최성기는 6월 초~중순이다.

5~6월경 최초 소수 수컷 성충이 먹이나무 줄기 또는 가지를 공격하여 구멍을 뚫고 갱도(坑道, 터널)를 만든다. 갱도를 만들 때 생기는 목질 가루와 배설물의 혼합물 프레스(frass)를 갱도 밖 구멍으로 배출한다. 이 프레스에 유인된 암컷이 짝짓기를 한다. 짝짓기 한 암컷은 변재부(邊材部, Sap wood)를 따라 수평으로 갱도를 뚫고 그 끝에 산란하며, 이 과정에서 균낭의 참나무시들음병균이 감염되어 증식된다.

부화한 유충은 모갱에서 갈라지는 새로운 터널 분지공(分枝孔, 수평갱도)을 만들면서 증식된 곰팡이 참나무시들음병균을 먹고 자란다. 참나무시들음병균은 암브로시아 균(Ambrosia fungi)에 속하는데, 그리스 신화에서 암브로시아 균을 신선들이 먹는 불로초(不老草)라고도 한다. 10월 중순경 5령기를 거친 노숙유충은 수평갱도와 수직으로 변대기 집(蛹室)을 짓고 월동한다.

이듬해 5~6월 우화한 새 성충은 밖으로 탈출하여 새로운 기주식물을 공격한다. 이로써 참나무시들음병균은 광릉긴나무좀에 의하여 또 다른 나무로 전파되는 공생 관계를 유지한다.



3. 광릉긴나무좀 먹이나마 공격

■ 공격 경향

광릉긴나무좀은 신갈나무, 졸참나무, 갈참나무, 굴참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 서어나무 목질부에 터널을 뚫으면서 가해하는데, 주로 직경 20cm 이상 되는 대경목 신갈나무에서 피해가 크다.

광릉긴나무좀의 천공부위는 120cm 이하의 줄기 하부에 집중되나 줄기 상단과 굵은 가지에서도 피해가 많다. 조사에 따르면 토심이 얇아 척박한 곳에 자라는 나무, 남서방향을 중심으로 피해가 집중되고, 남쪽 또는 남동쪽에 분포하는 참나무림에서 고사속도가 더 빨리 진행되는 것으로 보고되었다.

■ 집단공격

외형적인 가해특징은 목질부에 터널을 뚫고 가해하면서 침입구멍 입구로 먹이찌꺼기인 톱밥과 배설물이 섞인 프레스(frass)를 배출한다. 이 프레스는 동족의 수컷과 암컷을 유인하는 집합 페르몬(aggregation pheromone)으로 작용하는데, 집합 페로몬은 그 개체군의 집단을 형성하고 유지하는 데에 관여한다. 즉, 수지함량이나 기타 요인에 의하여 최초로 유인된 광릉긴나무좀의 수컷이 구멍을 뚫고 들어갈 때 생긴 톱밥가루와 배설물의 혼합물인 프레스를 구멍 밖으로 배출한다.

배출된 프레스에서 발산되는 집합 페로몬에 동족의 수컷들이 유인된다. 처음에는 적은 수의 개체가 모여들지만 점점 더 큰 무리의 개체군(population, 個體群)이 모

여 하나의 거대한 집단 공격단(colony)을 형성하여 나무를 공격한다. 이러한 개체군은 크면 클수록 피해율이 높아지고 일정한 밀도에 이르기까지 증식은 계속된다.

■ 참나무의 저항

참나무도 그리 호락호락하지만은 않다. 최초 몇 마리의 광릉긴나무좀이 수피를 뚫고 파고들면 엄청난 양의 수액을 뿜어 방어한다. 이 과정에서 나무좀은 살아남기 위하여 저항하게 되고 수액은 마치 거품처럼 부풀면서 공격 구멍을 통해 밖으로 배출된다.

나무좀의 수가 적은 공격 초기이거나 참나무의 강력한 저항으로 나무좀이 공격력을 상실하였을 경우 수액은 서서히 마르고 나무는 회생하게 된다.

그러나 배출되는 수액 거품과 목질 프레스에서 발산되는 집합 페로몬에 동족의 수컷은 물론, 암컷들도 유인 합세하여 집단 공격단(colony)이 형성되면 나무는 저항의 한계를 넘어 더 이상 버티지 못하고 만다.

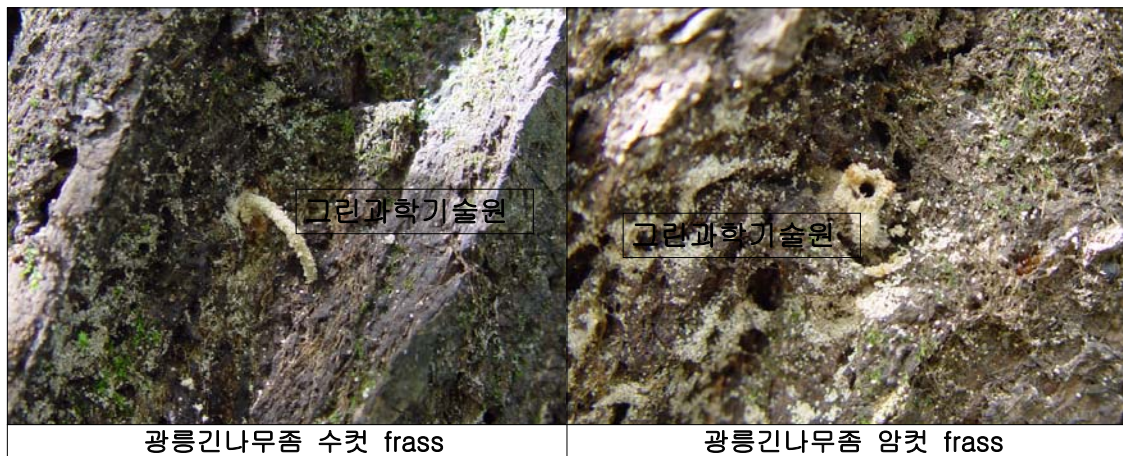
광릉긴나무좀의 공격이 성공하였을 경우 제일 먼저 수액유출이 멈춘다. 그러고 나서 유출된 수액은 서서히 마르고 유출 자국만 남는다. 시일이 경과하여 성충과 유충의 공격이 활발해지면 이들의 먹이활동으로 배출된 프레스가 나무 밑에 하얗게 떨어진다.



■ 프레스 방출 유형

집합 페로몬이 함유된 프레스(frass)는 암·수 및 생활 단계별 배출되는 모양이 다르다. 기주목 초기 공격 시기인 5~6월 수컷의 프레스는 1.2mm 굵기의 긴 원통형 프레스(toothpick-shaped frass)를 직선상으로 내보낸다. 반면, 6~7월 짝짓기한 이후 암컷은 2mm 굵기의 구형 프레스(ball-shaped frass)를 방출한다.

8~9월 유충기에는 분말형 프레스(powder-shaped frass)를 방출한다. 분말형으로 프레스가 방출되는 나무는 고사한다. 이 시기가 되면 이미 수많은 광릉긴나무좀 공격에 의하여 목질부 조직은 완전히 파괴된 상태가 되기 때문이다.



4. 참나무시들음병 피해기작

■ 참나무시들음병 감염과 도관 폐쇄

참나무가 붉게 말라죽는 것은 광릉긴나무좀이 목질부에 터널을 뚫고 가해할 때 암컷의 가슴등판에 있는 균낭(mycangium, 菌囊)에서 곰팡이의 일종인 참나무시들음병균, *Raffaelea quercus-mongolicae* 이 매개 감염되기 때문이다.

참나무시들음병균은 광릉긴나무좀의 촉각(antennae), 부속지, 복부말단부위에서도 부착 운반될 수 있으나 주로 가슴등판에 오목하게 발달한 균낭에서 운반 전파된다.

병균에 감염된 나무는 균의 증식이 확산되어 수분이동로인 도관(導管, vessel)을 막고 분해(파괴)함으로써 수분상승이 차단 또는 저해되어 7월 하순경부터 잎이 붉게 말라죽는다.

■ 도관 파괴(조직 파괴)

광릉긴나무좀 가해부위는 수피 안쪽 10cm 내외의 변재부(邊材部, Sap wood)이다. 이 부위는 살아있는 조직으로서 뿌리에서 흡수한 물과 그 속에 녹아있는 각종 영양분 및 잎에서 합성된 광합성 물질의 이동로이다. 즉 사람의 혈관과 같은 곳이다.

이러한 물질 전류기관이 거대한 집단의 공격에 파괴됨으로써 양·수분 전류기능 손실로 고사하고 마는 것이다.

5. 방제

■ 피해목 벌채 및 소각

땅에 떨어진 배출물(frass)이 나무둘레의 1/2 이상 면적을 차지하는 나무는 회복이 불가능하므로 벌채하여 소각한다. 벌채한 나무는 번식처가 되지 않도록 4월 하순 이전까지 소각 처리하고 방치 또는 야적해서는 안 된다. 방치된 나무는 나무좀 발생의 온상지가 된다.



■ 끈끈이 롤 트랩 줄기감기

성충 발생기인 5월 초순~10월 초순에 끈끈이 롤 트랩을 피해지역 나무줄기에 감아 날아오는 성충을 잡는다. 끈끈이 롤 트랩은 비래하는 광릉긴나무좀의 부착력은 좋으나 일반 곤충까지도 포획되는 단점이 있다.

■ 도포제 줄기 바르기

툽신페스트 등의 도포제에 살충제를 혼합하여 줄기에 바르면 방제효과가 있다.

■ 천적

천적으로는 반날개류와 응애류가 있다.



■ 훈증처리

회복 불가능한 나무는 벌채, 훈증처리 하여 목질부에서 가해중인 성충과 유충을 죽인다. 훈증은 낙엽 이후 이듬해 성충 우화기 전 4월말 이전까지 피해목(고사목)을 1~1.5m 길이로 잘라 쌓고 메탐소듐(길퍼) 1ℓ/cm³를 뿌리고 비닐을 덮어 밀봉한다. 벌채한 그루터기도 훈증처리 한다.

조사한 바에 의하면 훈증처리는 가을철보다 봄철 4월에 처리할 경우 사용 약량의 1/2로도 효과적이라고 한다.

■ 살충제 수간살포

우화 최성기인 6월초~중순에 페니트로티온(스미치온, 메프치온) 500배액을 10일 간격으로 2~3회 이상 줄기가 흠뻑 젖도록 살포한다. 이때 줄기에 녹화마대를 감고 시약한 다음 비닐감기를 하면 방제효과가 높다.



■ 살균·살충제 수간주입

건전한 나무에 프로피코나졸, 베노밀을 수간주입하면 예방효과가 있다.

근원부 줄기의 1.5m 내외에 직경 10mm, 깊이 10cm의 구멍을 10~20cm 간격으로 뚫고 메탐소듐(킬퍼) 3ml/구멍을 주입한다.