

## 나무와 곤충과의 관계



전주 산가농원 오 석 주

### 1. 숲과 나무와 곤충

한그루 한그루의 나무는 정원을 이루고 더 나가서는 숲을 이룬다.

숲을 지나다보면 산제비가 신선처럼 날기도 하고, 호랑나비와 꽃하늘소들이 꽃가루를 먹어대기도 한다.

상수리나무 몸통의 수액은 말벌들의 훌륭한 먹이가 되어준다.

이렇듯 나무와 숲과 곤충의 관계는 불가분의 관계임과 동시에 꽃은 벌들이 필요하고 벌들은 꽃이 필요하여 꽃이나 나무와 곤충은 상생공존이며 공존공영 관계가 아닐 수 없다.

그래서 “농업과학기술원”에서 나온 자료를 토대로하여 나무와 곤충과의 관계를 개진하여 조경수재배 농가분께 좋은 참고 자료로 상재코져 한다.

### 2. 숲에 얼마나 다양한 곤충이 사는가

숲에 곤충이 얼마나 다양한지는 정확히 판단하기가 어렵다. 1980년에는 특히 곤충의 보고라고 알려진 열대우림에서 곤충의 다양성을 파악하기 위한 연

구가 많이 수행되었다. 대표적인 사례로서 어윈(Erwin)은 1983년 페루의 열대우림에서 살충제를 수관부에 살포하고 그 아래에 천을 깔아놓아 떨어지는 곤충을 채집하여 수관부 곤충상을 조사하였다. 그는 특히 딱정벌레를 집중 조사하여 열대우림의 흔한 나무(*Luehea seemanni*) 한 그루에서 163종의 딱정벌레를 채집했다. 열대우림에 생육하는 5,000종의 수목이라고 보고, 각 수종에 동일한 종수의 딱정벌레가 산다는 가정해 보면, 열대우림의 딱정벌레목 전체는 8백 15만 종으로 계산된다. 또한 딱정벌레목은 곤충을 포함한 절지동물의 약 40%를 차지하므로 수관부에 사는 절지동물은 약 2천만 종이 될 것이고, 그 아래의 지표에 사는 종은 수관부의 약 1/2 정도가 되므로 열대우림의 절지동물 총 종수는 3천만 종이 될 것으로 계산된다. 하지만, 열대우림 뿐 만 아니라 영국과 남아프리카 등지에서 동일한 방법으로 조사한 스톡(1988)은 열대우림의 종수가 엄청나게 높다는 점에는 동의를 하지만, 어윈의 추정치는 다소 과장되었다고 주장하면서 곤충을 포함한 절지동물의 종수가 1,000만종 이하일 것이라고 하였고, 이를 전반적으로 수용하는 것이 대세이다.

### 3. 어느 나무를 곤충이 좋아하나

여러 식물 중에서 곤충의 인기가 높은 것은 누가 될 것인가는 매우 흥미 있는 물음일 것이다. 곤충의 연구가 가장 많이 이루어진 영국과 같은 나라에서는 주요한 교목과 관목을 먹는 곤충과 응애의 다양성을

조사한 기록이 있다(Fly와 Lonsdale, 1991). 이에 따르면 450종의 곤충을 부양하고 있는 것은 버드나무류였고, 두 번째가 참나무로서 423종의 곤충이 먹고 사는 것으로 조사되었다. 그 다음으로는 자작나무류가 300종 이상의 곤충을 그리고는 오리나무류, 느릅나무, 개암나무 등이 100여 종의 곤충을 부양하고 있었다(표1).

표1. 관목과 교목의 잎을 먹는 곤충과 응애의 종수(Fly & Lonsdale, 1991)

| 교/관목                           | 섭식곤충종수 |
|--------------------------------|--------|
| 버드나무류(Salix spp.)              | 450    |
| 참나무류(Quercus petraealrobur)    | 423    |
| 자작나무류(Betula pubescenspendula) | 334    |
| 오리나무류(Alnus glutinosa)         | 141    |
| 느릅나무류(Ulmus spp.)              | 124    |
| 개암나무류(Colytus avellana)        | 106    |
| 너도밤나무류(Fagus sylvatica)        | 98     |
| 물푸레나무류(Fraxinus excelsior)     | 68     |
| 마가목류(Sorbus aucuparia)         | 58     |
| 피나무류(Tilia spp.)               | 57     |
| 단풍나무류(Acer campestre)          | 51     |
| 서어나무류(Carpinus betulus)        | 51     |
| 시카모어(Acer pseudoplatanus)      | 43     |
| 호랑가시나무(Ilex aquifolium)        | 10     |

#### 4 곤충은 식물을 어떻게 이용하는가

30년생의 흉고직경 60cm정도 된 높이 18m의 나무가 하나 있다고 가정해 보자. 곤충의 입장에서 보면 이 한 그루의 나무는 사람의 입장에서 본 하나의 산 또는 그 이상의 공간일 수 있다. 이 곤충이 생물들중에서 가장 다양한 무리를 유지하게 된 이유가 아주 작은 공간을 서식처로 이용한다는 점이며, 나무의 경우에는 눈, 잎, 꽃, 도토리, 새가지(신초), 잔가지, 줄기, 몸통 그리고 뿌리에 이르기까지 곤충이 이용하지 않는 부분은 없다고 해도 과언이 아니다. 나무가 새로 태어나서 죽을 때까지 그리고 심지어는 썩은 통나무나 목재가 되었을 때까지 곤충들이 어떻

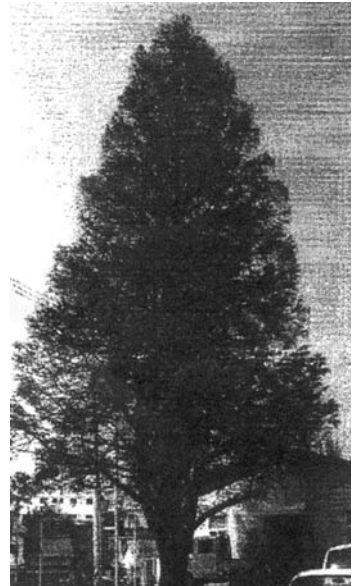
게 이용하는가의 문제를 곤충의 먹이습성별로 묶어서 살펴보자.

#### 1) 식엽성 곤충

식엽성 곤충이란 식물의 잎을 먹는 곤충을 총칭한 것으로 곤충의 무리중에서 메뚜기, 대벌레, 딱정벌레의 일부, 나비와 나방의 유

충에서 주로 갖는 특성이다. 이 외에도 벌목 가운데서 잎벌무리들은 주로 잎을 갉아먹으며 애벌레들은 흔히 나방의 애벌레들과 혼동되기도 한다. 가장 흔히 잎벌을 볼 수 있는 장면은 개나리꽃이 지고 나서 잎이 나온 후 잎을 갉아먹는 시커먼 애벌레들이다. 이들이 바로 개나리잎벌이란 종이다.

식엽성 곤충이 먹는 방식도 자신들이 갖고 있는 큰턱의 구조에 따라서 달라진다. 누에나방애벌레처럼 잎을 전체적으로 사각사각 갉아먹는 종이 있는가 하면, 풍뎅이나 섬서구메뚜기처럼 잎을 뽕뽕 뚫어놓기도 하고, 남생이잎벌레처럼 옆육조직만 살살 갉아먹기도 한다. 반면에 잎의 구조를 변경해 먹는 종들도 있다. 잎말이나방류나 밤나방의 일부는 한 장의 잎을 세로로 접고 그 속에서 서식하면서 잎을 먹기도 한다. 또한 거위벌레는 잎을 재단하여 세로로 접고 또다시 가로로 말면서 알을 낳아 두루마리처럼 생긴 잎덩이를 만든다. 즉, 잎덩이 속에 알이 들어 있고 알에서 깨어난 애벌레들이 속에서 잎을 갉아먹으며 자라므로 잎덩이를 요람이라고도 한다.



〈그림 1〉 가정해 보는 큰나무

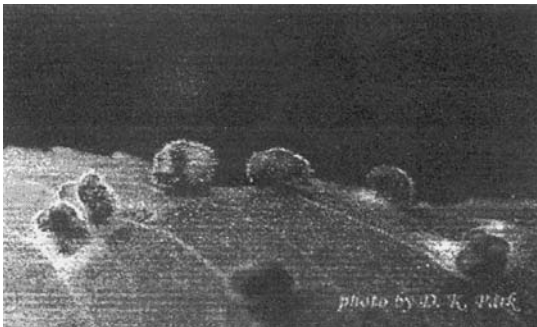
#### 2) 흡즙성 곤충

흡즙성 또는 액즙성 곤충이란 침모양으로 된 입

틀로 잎과 가지뿐만 아니라 줄기와 몸통의 틈새에서 즙액을 빨아 먹는 곤충을 말한다. 주로 나비와 나방의 성충, 노린재목, 매미목 및 파리목 곤충에서 흔히 볼 수 있는 특징이다.

산길가에서 나비와 나방이 꽃에서 꽃꿀을 빨기 위해 말려있던 긴 대롱 잎을 곧게 펴는 것은 조금만 관찰해 보면 쉽게 볼 수 있는 모습이다. 아울러 나리꽃이나 엉겅퀴 등의 줄기를 보면 빼곡히 달라붙어 있는 작은 벌레들이 잔뜩 있는데 이들이 바로 매미목의 진딧물들이며 즙액을 빨아먹고 있는 것이다. 흔히 나무줄기와 몸통에 붙어 있는 매미는 즙액을 빨아먹지 않는 것 같지만 실제로는 잘 빨아먹는다. 또한 칩덩굴이나 방동사니류와 같은 길가식생에 흔히 볼 수 있는 다양한 종류의 노린재들은 역시 침처럼 생긴 입으로 식물의 줄기와 잎에서 즙액을 탐닉한다.

### 3) 충영곤충



〈그림 2〉 버들혹응애의 충영

충영은 곤충에 의하여 식물에 형성된 혹과 같은 구조물로서, 식물의 세포가 비정상적으로 수가 많아 지거나 더 커지게 되는 경우 그리고 어린 가지나 열매와 같은 기관이 변형적으로 자라게 되어 형성된다. 충영의 형성은 식물체내에 침입한 곤충의 화학적 또는 기계적 자극에 의하여 시작되지만 때로는 이들 두 자극이 복합적으로 작용하기도 한다. 이같은 충영은 혹벌, 혹파리, 뿐 아니라 거미의 사촌인 응애 등 다양한 무리들에 의하여 형성될 수 있다.

실제로 충영은 침입 곤충의 활동에 대한 식물의

방어 기작으로 침입자의 활동이나 독소를 분리시키기 위한 시도이나, 아이러니하게도 이같은 식물의 대응은 자신의 적인 곤충에게 먹이와 서식처를 제공하게 되는 것이다. 식물 내에 충영이 형성되는 부위는 아마도 모든 부위라고 해도 과언이 아닌데, 대부분의 식물들에서는 50%이상이 잎에 국한되어 발생되지만 뿌리, 새 가지, 눈, 엽병, 꽃, 열매 등에도 형성된다.

### 4) 천공성 곤충

천공성 곤충은 나무의 줄기나 가지 및 몸통에 구멍을 뚫고 그 안에서 일생의 일부를 사는 곤충을 말한다. 이들 곤충은 씹은 입이 발달되어 있어서, 일반적으로 성충이 입으로 가지의 수피를 물어 뜯어내고 알을 산란하게 되며 그 알에서 깨어난 유충은 수피 아래의 목질부 쪽으로 파먹으면 자라게 된다. 다 자란 유충은 대개 목질부에서 번데기(용실)을 꾸며 놓고 번데기가 되며 성충이 되어야 나무 밖으로 나온다.

천공성 곤충은 대개 딱정벌레목에 속하는 하늘소, 바구미류, 나무좀이 대표적이다. 이들 곤충은 종에 따라서 좋아하는 나무의 상태가 매우 상이하다. 즉, 하늘소는 활동이 왕성한 살아있는 나무(건전목)를 선호하고, 오리나무좀은 쇠약한 나무(쇠약목)를 좋아하며 가루나무좀은 가공된 목재에서 산다. 반면에 털두꺼비하늘소는 베어진 나무(벌채목)를 선호하는데 특히, 표고버섯을 재배할 때 종균을 접종하는 벌채원목인 골목을 매우 좋아하여 큰 피해를 주는 것으로 알려져 있다. 이외에도 나방류의 굴벌레나방 등도 상수리나무를 비롯한 여러 참나무를 공격하는 것으로 알려져 있다.

### 5) 열매의 곤충

흔히 도토리나 밤과 같은 견과류도 곤충들이 먹이감이 되므로, 이같은 먹이를 좋아하여 열매속에서 자기 일생의 대부분을 보내는 곤충을 견과 곤충이라고 한다. 사례로서 도토리를 보면, 공격하는 곤충을 습성에 따라서 크게 두 무리로 구분할 수 있다. 딱정벌레목의 바구미와 거위벌레는 긴 주둥이를 갖고 있



〈그림 3〉 수액 속에 머리를 박은 말벌과 파리류

어서 단단한 도토리틀 잎으로 뚫고 알을 낳아 견과 속에서 깨어난 유충이 쉽게 먹이를 찾게 하지만, 나비목의 나방들은 도토리틀 뚫을 수 없기 때문에 도토리 근처의 잎이나 가지 등에 알을 산란하고 깨어난 유충이 어린 도토리를 찾아가게 한다. 이들 곤충은 도토리 껍질안의 과육을 먹으면서 유충을 보내고, 다 자란 유충은 도토리를 탈출하여 흙이나 낙엽 등에서 흠집을 짓고 월동을 한 후 이듬해 성충이 된다. 특히, 도토리거위벌레의 암컷 성충은 알을 산란한 후에 주둥이를 이용하여 산란된 도토리가 달려 있는 가지를 톱으로 자르듯 잘라 땅위에 떨어뜨리는 습성을 갖고 있다.

열매 가운데 견과류 말고 복숭아같은 핵과류도 있다. 이들도 견과류를 공격한 무리들의 표적이 된다. 특히, 속담에 ‘벌레먹은 복숭아를 먹으면 미인이 된다.’ 그랬듯이 복숭아의 벌레는 매우 많은데 대개는 복숭아거위벌레나 복숭아나방 등이다.

## 6) 뿌리 곤충

나무의 뿌리 역시 곤충을 피할 수는 없다. 흔히 알고 있는 매미의 애벌레들이 뿌리에서 즙액을 빨아 먹으면서 2~7년의 생활을 종에 따라서 이루어낸다. 또한 풍뎅이의 애벌레인 굼벵이, 그리고 방오벌레의 애벌레인 철사벌레들이 식물의 뿌리를 공격하는 대표적인 딱정벌레들이다. 그 외에도 땅강아지는 애벌레와 성충이 모두 식물의 뿌리를 먹는데, 특히 어린 나무를 좋아한다.

## 7) 수액의 곤충

6월말부터 8월의 여름동안 특히 참나무는 몸통과 가지의 상처난 부분을 통하여 수액이 흘러나온다. 수액은 광합성의 산물로서 유관속의 바깥층에 해당하는 체관부를 타고 흐르는 당분이 많이 함유된 액체이므로, 발효되면서 멀리서도 시큼하면서도 달착지근한 냄새를 풍기게 된다. 흔히 홍점알락나비, 오색나비, 은판나비, 청띠신선나비, 네발나비, 애사슴벌레, 풍이, 고려나무썩시기, 장수말벌 등의 다양한 곤충들이 수액을 찾는다. 수액은 이들 곤충에게는 필수적인 먹이는 아니지만 한 여름의 부족한 먹이원을 공급해 주는 대용식량으로서의 가치가 매우 크다.

## 8) 죽은 나무의 곤충



〈그림 4〉 나무좀이 만들어낸 목질부의 갭도

곤충은 병약한 식물과 그들의 주검도 정리해 준다. 쇠약한 나무에서 나는 나무의 향을 맡은 나무좀들은 페로몬이란 냄새를 통하여 서로 통신을 하고 목표포 한 나무로 모여든다. 쇠약한 나무는 이들의 집단 공격을 몸통에 받으면서 영양분통로가 폐쇄되



어 얼마 지나지 않아 선채로 죽게된다. 죽은 나무들은 곧 다른 곤충들이 이용한다. 나무 그루터기의 깊은 곳에서는 사슴벌레나 거저리의 애벌레들이 부지런히 목질부를 분해시킨다. 흰개미 떼 역시 사회를 이루어 통나무 속을 자신의 도시로 만들고, 마침내 껍질만 남기고는 가루처럼 부수어 놓는다.

또한 나무 밑에 수북이 쌓인 낙엽들도 어느 덧 톱토기 같은 미세한 곤충들에 의하여 아주 잘게 분해된다. 물속으로 떨어져 쌓인 낙엽들도 물속 곤충인 날도래의 애벌레들에 의하여 잎맥만 겨우 남긴 채 다 분해되고 만다.

### 5. 식물을 줄일 것 같던 곤충 떼 왜 사라지나

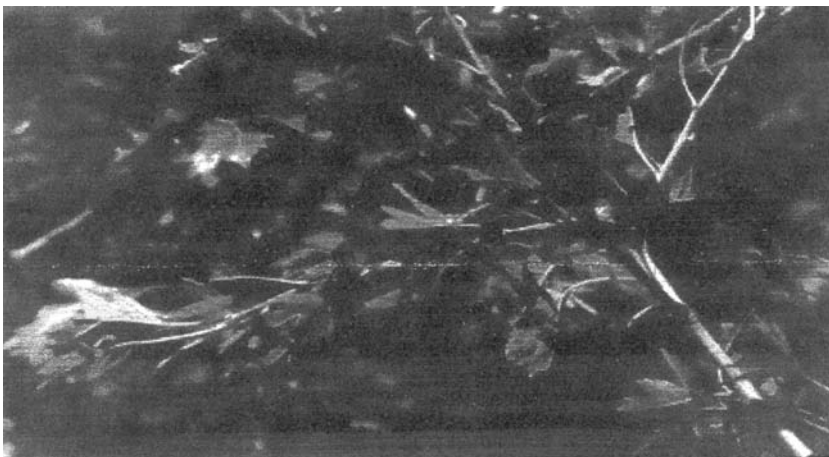
봄철의 활엽수를 보면 곤충의 애벌레들이 마구 갹아먹어 나무가 곧 죽을 것 같다. 하지만, 한여름으로 접어들면서 곤충에 의하여 공격당한 상흔을 남긴 채 잘 살아가는 것을 보면 신기하단 생각이 든다. 사실, 한 나무를 공격하는 곤충들이 많지만 실제로 심각한 피해를 주는 종들은 그리 많지 않다. 예를 들어 식물에 심각한 피해를 일으키는 해충을 관건해충이라고 하는데, 미국의 예에서 보면, 그 넓은 산림에서 참나무류에서 대발생을 일으키는 주요 해충은 31종에 불과하다. 원래, 참나무에 사는 식엽성 및 흡즙성 곤충만 해도 100여종이 넘는데 이들 각종마다 총엽량의 1%씩만 가해한다면 아마도 나무는 가지만 앙

상한 채로 서 있게 될 것이다. 하지만 지금까지의 기록에 의하면 이같은 일은 거의 일어나지 않으며 온대지역에서 심한 경우에 총 엽량의 22%까지도 손상된 적도 있지만 대개는 10%미만의 엽량만 손실될 뿐이었다.

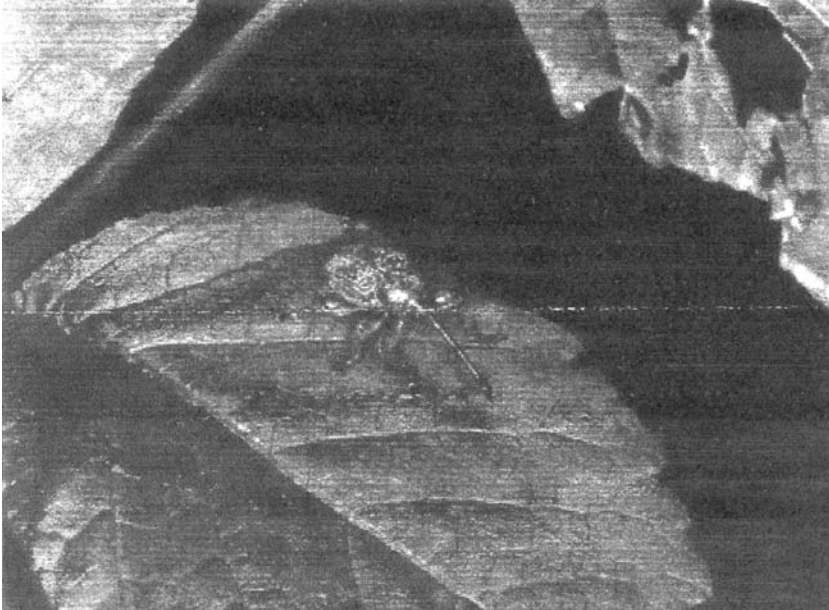
참나무를 예로 볼 때, 4월에서 5월 사이에 어린잎이 나고 6월에 접어들어 잎은 진한 초록의 윤기를 더 해 간다. 본격적인 여름이 되면 잎의 표면은 코팅된 듯이 광택이 나면서 두꺼워지고 가을에 접어들어 푸르름이 사라지는 대신에 황혼이 깃들게 된다. 계절에 따른 참나무 잎의 변화는 그곳을 삶의 터전으로 하는 많은 식엽성 곤충들에게 어떠한 영향을 미칠까? 식물의 잎은 천연 화학공장이다. 잎들이 수많은 식엽성, 흡즙성 그리고 총영곤충들에 약탈당해진다면 영양분의 부족으로 나무는 생명을 부지하기가 어려웠을 것이다. 하지만 우리 주위에서 볼 수 있는 대부분의 참나무들은 잘 사고 있지 않은가! 그 이유는 식물은 곤충에 의하여 자신의 생존을 위태롭게 할 정도의 과식 피해를 당하지 않도록 다양한 방법으로 진화되어 왔기 때문일 것이다. 그럼 참나무가 갖는 충의 상호작용에서 기피작용을 하게 한 주요 요인으로 손꼽을 수 있지만 가장 큰 요인은 참나무 잎이 보유한 강력한 화학무기로서 탄닌이란 성분이다. 탄닌(tannin)은 잎을 혁화시켜서 동물을 쫓아내게 하는 능력을 갖고 있다. 즉, 탄닌이 단백질의 펩타이드(peptide)나 다른 기능군과 종종 단단하게 결합되어 이를 먹는 곤충이 소화효소로 분해시키는 것

을 방해한다. 식물 탄닌은 참나무를 비롯한 목본식물의 잎에 비교적 높은 농도로 매우 넓게 분포하며 수용성 탄닌과 농축 탄닌의 형태를 갖고 있다. 특히, 농축 탄닌은 높은 분자량을 갖으며 형태가 복잡한 상태로 응축되어 있어서 곤충으로서는 소화가 불가능하다.

상수리나무는 잎이



〈그림 5〉 신나무를 때로 먹다가 흠어진 십이점박이잎벌레 애벌레들



〈그림 6〉 참나무류의 도토리를 공격하는 도토리귀벌레 : 이들은 탄닌에 대한 해독력이 큰 것일까?

나기 시작하는 시기를 제외하고는 식식성 곤충과 이를 제어하는 포식 또는 기생성 곤충과 어느 정도의 안정상태를 유지하고 있다고 볼 수 있다. 또 다른 예로서 참나무의 흡즙성 해충인 진딧물과 깍지벌레를 포식하는 무당벌레를 조사해 보았다. 서울의 홍릉과 청계산 그리고 경기도의 명지산에서 총 13종의 무당벌레가 참나무에서 진딧물과 깍지벌레를 포식하였으며 이 종수는 지금까지 기록된 우리나라 무당벌레과의 약 18%에 해당한다. 이처럼 우리 눈에 식물은 곤충에게 무한정 당하기만 하는 것 같지만 먹이망이 안정화된 곳에서는 또 다른 곤충이나 거미, 새 등에 의하여 자연스런 평형을 유지한다.

## 6. 맺는말

숲은 곤충의 입장에서 보면, 인간의 복잡한 대도시와 같다. 모든 자원이 집중되어 있으며, 매우 세밀한 도로망 대신에 먹이망으로 엮힌 대도시이다. 그 도심 속에서 곤충들은 식물들의 짝을 맺게해주고, 치워야 할 것들을 청소해 주며, 최종적으로 미생물들이 잘 활동할 환경을 만들어 주어 숲의 양분으로 식물을 재생하게 한다. 즉, 숲의 물질 순환 과정에서

단계마다 곤충들이 관여하게 되는 셈이며 곤충들은 숲 전체를 운영해 나가는 조정자의 역할을 한다고 볼 수 있다. 다시 말해 생태적 측면에서 곤충은 숲을 이루는 풀과 나무 생육의 조력자인 동시에 숲의 천이를 이루어내는 동인이 된다. 대표적인 사례가 현재 우리나라의 소나무 숲들에서 찾아 볼 수 있다. 조선시대 이래로 지리한 솔나방의 공격이 끝나거나 싶더니, 솔잎혹파리의 공격이 최근까지 계속되었고, 이제는 솔수염하늘소가 매개하

는 소나무재선충이 남부의 숲을 교란시키고 있다. 결국, 곤충은 숲에서 식물들의 생존병사에 관여하는 셈으로, 그 과정 속에서는 소나무림처럼 아예 특정한 수림이 숲으로부터 사라지고 다른 식물의 숲으로 대체되도록 하는 역할도 맡고 있는 것이다.

하찮아 보이는 곤충이지만 숲생태계에서 이들의 높은 종 다양성과 밀도로 잘 보이지 않는 세계속에서 소리 없이 일을 내곤 한다. 따라서 우리들이 숲과 곤충의 관계를 이해하기 위해서는 곤충을 볼 수 있는 아주 미세한 눈과 숲 전체를 아우르는 커다란 눈 두 가지를 가져야 한다. 두 개의 눈으로 각각 보기하고, 서로를 중복해 보면서 숲을 조망해야만 우리는 곤충과 숲의 은밀한 이야기를 이해할 수 있다. 오늘 이 순간부터라도 우리의 눈높이를 자유자재로 조정하는 연습을 하고, 인쇄 한 장을 먹으려 달려드는 식물성 곤충으로부터 포식과 기생 곤충으로 이어지는 연결고리를 지어보며, 다시 떨어진 낙엽이나 낙지들의 분해 과정 속에서 곤충들의 연결성을 목걸이를 만들듯이 지어보는 노력을 하자. 🌳