

## 韓國 南西海岸地帶의 海松林에 蔓延된 솔껍질깍지벌레(*Matsucoccus thunbergiana*)의 생태, 기주범위 및 피해해석에 관한 연구(I)\*

Bionomics, Host range & Analysis of Damage Aspects on the Black Pine Bast Scale, *Matsucoccus thunbergiana* (Homoptera: Coccoidea), in the Coastal Area of Southwest Korea

김 규 진<sup>1</sup>·오 광 인<sup>2</sup>  
Kyu Chin Kim<sup>1</sup> and Kwang In Oh<sup>2</sup>

**ABSTRACT** The black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergiana*, causes severe damage to the black pines of southern coastal areas. It has one generation a year, coming out of the pine bark to mate and lay eggs from early March to early May. Especially, its peak time is from late March to mid-April. The host plants were found to be 7 species, *Pinus thunbergii*, *P. strobus*, *P. taeda*, *P. banksiana*, *P. massoniana*, *P. taiwanesis*, and *P. densiflora*. The percentage of damaged black pine by the age were 0.8% for 1-year old ones, 3.7% for 4-6 years, 5.2% for 7-9 years, 9.3% for 10-12 years, 8.1% for 13-15 years, 7.8% for 16-18 years, 6.7% for 19-21 years, 3.3% for 22-24 years, 1.9% for 25-27 years, and 1.1% for 28 years. The highest rate of damage happened to 7-20 years old trees, whereas the highest rate of damage upon branches happened to 6-7 years old ones. Finally, as far as the trunk is concerned, the damages proceeded from the middle parts of the trunk, whose branches were alive up to the top. The rates of damage spread in pure forest/mixed forest area were turned out to be 81.3/52.5% in Koheung, 80.3/58.1% in Haenam, and 76.3/48.5% in Muan. That is, the damage rate was higher in the pure forest areas than the mixed forest ones. The higher the density of trees beyond 20 trees per 100m<sup>2</sup>, the higher the damage rate was.

**KEY WORDS** *Matsucoccus thunbergiana*, black pine, damage aspects widespred area, progressive area, pure forest/mixed forest

**초**      **특**      솔껍질깍지벌레의 발생 상황은 피해만연지대(남서해안 및 도서지역), 피해확대지역(해안지역에서 내륙지대로, 해안에 연하여 북상)으로 구분되었다. 남부해안지대에 곰솔을 집중적으로 가해하는 솔껍질깍지벌레는 *Matsucoccus thunbergiana*로 조사되었으며 연 1회 발생하며 발생시기는 3월 초순~5월 초순에 걸쳐 소나무껍질밑으로부터 교미산란하기 위하여 외부로 출현하였으며 그 peak는 3월 하순~4월 중순이었다. 기주식물의 기주범위조사에서 곰솔(*Pinus thunbergii*)외에 스트로브잣나무(*Pinus strobus*), 테어데소나무(*Pinus taeda*), 방크스소나무(*Pinus banksiana*), 맛소니아소나무(*Pinus massoniana*), 타이완네시스소나무(*Pinus taiwanesis*), 소나무(*Pinus densiflora*)등 7종이 구명되었다. 피해목의 수령별 피해율은 1~3년생 0.8%, 4~6년생 3.7%, 7~9년생 5.2%, 10~12년생 9.3%, 13~15년생 8.1%, 16~18년생 7.8%, 19~21년생 6.7%, 22~24년생 3.3%, 25~27년생 1.9%, 28년생이상 1.1%로 7년생에서 20년생까지의 수령에서 피해율이 가장 높았고 피해목 가지의 수령별 피해율은 6~7년생가지에서 가장 높았으며 수간에서는 중간부위의 가지가 생존하는 하단부로부터 상위부

1 전남대학교 농과대학 농생물학과(Dept. of Agr. Biology, Colle. of Agriculture, Chonnam Natl. Uni. Kwangju, 500-757)

2 전남대학교 농과대학 임학과(Dept. of Forestry, Colle. of Agriculture, Chonnam Natl. Uni. Kwangju, 500-757)

\* 본 연구의 일부는 한국학술진흥재단 연구비(1988-1989)에 의하여 수행되었음.

로 피해가 진전되었다. 조사지대에서의 단순림/혼효림의 혼효도에 의해 피해율은 지역별 각각 고흥 : 81.3%/52.5%, 해남 : 80.3%/58.1%, 무안 : 76.3%/48.5%로 단순림에서 피해가 많았다. 입목밀도에 따른 피해율은 100m<sup>2</sup>당 20주이상의 밀도가 높아짐에 따라 피해율이 높았다.

**검 색 어** 솔껍질각지벌레, 해송(곰솔), 피해상, 피해만연지역, 피해확대지역, 단순림/혼효림

곰솔(*Pinus thunbergii*)은 암석이 많은 척박한 토양 조건에서도 잘 자라며 병, 해충의 피해도 적은 우리나라 해안지대의 대표적인 수종으로 알려져 왔었다. 그러나 1963년 전남 고흥군 도양 비봉산에서 발생하기 시작한 솔껍질각지벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)는 주로 곰솔만을 집중적으로 가해하기 때문에 곰솔의 분포가 많은 해안지역에서는 그 피해가 치명적인데 특히 최근에 이르러 전라남도 도서 및 남서해안지대에 위치한 무안군, 신안군, 목포시, 장흥군, 해남군, 고흥군, 강진군, 장성군 일대의 해송림은 피해가 극심한 편이며 영광군, 영암군, 과양군, 여천군과 경남, 하동, 남해, 삼천포는 그 피해가 서서히 확대되고 있는 실정이다. 이와 같은 피해에도 불구하고, 이에 대한 체계적인 기초 조사연구는 매우 미흡한 편이다.

솔껍질각지벌레속은 Homoptera, Coccoidae상과, Margrodiidae과(Morrison 1928), Xylococcinae아과 (Pergande 1989), *Matsucoccus*속 (Cockerell 1909)으로 보고 되었으며 세계적으로 24종이 기록되어 있고(Rieux 1975), Cockerell (1909)이 북미에 15종과 유럽 지중해지역에 분포된 3종의 신종을 보고한 바 있으며, 金(1986)은 전남 남서해안지대에 분포된 곰솔각지벌레가 *Matsucoccus*속임을 보고한 바 있으며 Park (1989)등은 *Matsucoccus thunbergianae*라고 보고 하였다.

솔껍질각지벌레속의 기주식물에 대하여 Duda (1961)는 *Pinus balbouriana*의 27종을 보고한 바 있고 Bean(1955)등은 *Matsucoccus resinosa*는 기주특이적이며 임상내에서 *P. resinosa*만을 가해한다고 하였으나 Hartzell(1965)은 22종의 소나무에 집중하여 *P. densiflora* var. *umbra-culifera*, *P. taburaeformis* 등 3종을 새로운 기주로 밝혔으며 Grimble(1976)는 *P. thunbergii*도

가해한다고 보고하였다.

Cockerell(1909)은 북미에서 *M. acalyptus*의 기주로서 *P. monophylla*와 3종을 *M. bisetosus*의 기주로서 *P. contorta*와 6종을 *M. macrocitrices*의 기주로서 *P. strobus*를 *M. resinosa* 기주로서 *P. resinosa*, *P. thunbergii*를 *M. matsumurae* 종의 기주로서 *P. thunbergii*를 Taketani(1972)는 *P. densiflora*, *P. thunbergii*, *P. luchuensis*, *P. massoniana*를 보고한 바 있다.

솔껍질각지벌레속의 발생소장에 대하여 (Bean & Godwin 1955, Herbert 1919, 김 1986, 고 1985, Kuwana 1905, Stephens 1978) 연 1~2회 발생하며 1회 발생종은 정착약충으로 월동하여 봄에 성충이 우화되고 2회 발생하는 종은 봄과 가을에 각각 1회성충이 우화된다고 하였다.

Taketani(1972)는 *M. matsunurae*는 솔껍질벌에 산란하는 이주형과 줄기위에 산란하는 정주형이 있는데 전자보다는 후자의 산란수가 많다고 하였다. McClure(1977)는 *M. resinosa*가 유목에서 흡즙하는 경우 약충의 우화기간이 2~3주 더 소요되며 암컷의 산란수도 감소된다고 보고 하였다.

한편 솔껍질각지벌레의 분산은 주로 1령 약충태로 바람에 의해 이루어지며 흐르는 물, 새, 바람, 피해목의 이동등에도 기인한다고 하였다 (McClure 1977).

솔껍질각지벌레속의 소나무 피해상에 대하여 Bean등(1955)은 각지벌레 밀도가 증가하고 섭식이 계속됨에 따라 줄기의 새로운 생장부위는 짧아지고 변형되며 가해부위는 괴사현상이 나타난다고 하였고 Plum(1950)은 *M. resinosa*에 감염된 나무의 사관부 괴사 현상은 세포구성물질의 제거와 함께 흡즙중에 독성을 가진 타액의 주입에 있다고 하였으며 Beardsley(1975)

등도 흡즙각지벌레의 식물독성 타액분비현상에 대하여 보고한 바 있다.

McClure(1983) 등은 입상내에서 *M. matumarae*의 피해는 혼효림보다 단순림에서 심하고 수령별로 5~20년생에서 가장 심하였으며 수관내에서 상부보다 하부에서 심하였다고 한다. 高(1985)는 입목의 밀도가 낮거나 혼효도가 높을 때에 그 피해율이 낮았고 흉고 직경이 큰 나무일수록 피해가 적었다고 보고하였다. 王(1981)도 소나무 입목밀도가 낮으며 혼효도가 높고 입목의 흉고직경이 큰 경우일수록 피해가 현저히 낮았다고 하였다. Kuwana(1905)도 솔껍질각지벌레 피해목은 피층조직이 파괴됨으로서 수세가 약해진다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 가해충의 정확한 종을 동정함은 물론 생활사, 기주식물의 범위, 수종 및 수령별 피해양상과 피해율, 단순림과 혼효림에서의 피해차이 및 입목밀도에 따른 피해정도등 피해해석적인 면을 1985~1989년에 걸쳐 조사 연구한 결과를 이에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

본 연구는 1985. 1.~1989. 12. 5개년에 걸쳐, 솔껍질각지벌레(*Matsucoccus thunbergiana*)의 피해가 심한 전라남도 도서 및 남서해안지대에 위치한 무안군, 신안군, 목포시, 장흥군, 해남군, 고흥군, 강진군, 보성군 일대의 해송림지대와 피해가 확대되고 있는 영광군, 영암군, 광양군, 여천군과 경상남도 하동군, 남해군, 삼천포 일대를 중심으로 하여 연구가 수행되었다.

### 발생피해상황

조사대상지역을 중심으로하여 정착약충의 우화산란이 시작되는 3월부터 6월 초순까지(피해주 피해엽 갈변고사), 5월 하순~6월 초 9월 초순경까지 하면기, 9월 상중순부터 기온이 내려가면 정착약충의 활동개시 및 활동기(흡즙가해), 익년 5월 하순까지 현지답사 및 관찰에

의하여 피해지역을 조사하였다.

### 형태적 특징 및 생활사

조사지역중 피해가 심한 해남, 무안, 보성지역에서 3월 상순~5월 하순에 걸쳐 피해가 심한 나무의 2~3년생 가지를 70 cm정도 채취하여 실험실 및 온실에서 피해목이 건조되지 않도록 습도를  $70 \pm 5\%$  상태로 보존하면서 난, 약충, 용(♂), 성충 각각 100개체를 Vernier Caliper 및 Micro meter를 활용 80배의 해부현미경하에서 조사하였다. 생활사는 피해지 및 연구실(온실)에서 피해부위를 층의 탈출을 막기 위하여 망사 cage를 씌워 관찰조사 하였으며 조사시마다 피해부위를 분해조사하였다.

### 기주범위 조사

피해지에 자생하는 침엽수(소나무, 곰솔, 노간주나무, 니기다, 삼나무, 니기테에다, 야생향나무)를 대상으로 관찰조사함은 물론 전라남도 임업시험장에서 30종(표 2 참조)을 분양받아 실험실에서 그림 1과 같이 40 cm로 절단하여 부화약충을 30마리씩 접종하여 plastic pot(12×20 cm)에 각 기주(소나무)를 수직으로 고정하고 이들 sample들의 건조를 막기 위하여 밑부분에 5 cm 정도 수분을 공급한 후 접종된 층의 이동을 막기 위해 상하부위에 glycerin을 바르고 이들 기주를 층의 고온조건하에서 휴면(休眠)을 막기 위하여  $16 \pm 1.5^\circ\text{C}$  항온항습기에 보관하면서 3개월 이상 생존하는 것을 기주식물로 판정하였다.

### 발생소장

솔껍질각지벌레의 피해가 심한 고흥, 보성, 무안, 해남지역에서 피해정도에 따라 다, 중, 소 3개지역을 구분하여 각 지역에서 9~10년생 곰솔 10주씩을 임의로 선정하여 7월 간격으로 우화하는 성충수를 조사 산출하였다.

### 피해양상조사

#### 1) 수령별 피해

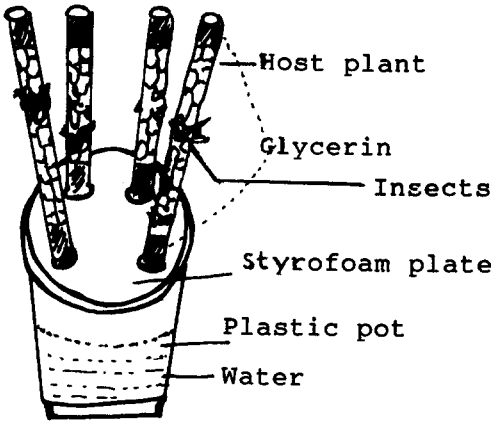


Fig. 1. Method of insect inoculation of Host plant.

해남과 무안 2개지역에서 피해정도에 따라 심한 지역, 중간지역, 경미한 지역으로 나누어 각 지역 3개 지점에서 90주씩 각 피해목의 피해정도를 甚, 中, 小로 구분하여 3반복으로 수령을 1~3, 4~6, 7~9, 10~12, 13~15, 16~18, 19~21, 22~24, 25~27, 28년생 이상으로 세분하여 조사하였고, 피해의 정도에서 甚은 80%이상 고사, 中은 40~50% 고사, 小는 20%이하 고사 정도를 기준으로 하였다.

2) 수간 및 가지의 연령별 피해

피해가 심한 해남군 화산면, 고흥군 도양면, 무안군 청계면지역에서 3개지점을 선정하여 피해목을 그림 2와 같이 상, 중, 하로 구분하여 90주를 조사하면서 각 부위에서 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7년생까지 90개를 조사 산출하였다.

3) 혼효도에 의한 피해율

피해지인 해남, 고흥, 무안에서 단순림과 혼효림을 구분하여 단순림에서 각 지역별 3개 지점을 선정하여 지점별로 200개체를 조사하였고 혼효림(혼효도 30%이상)에서도 단순림과 같은 방법으로 피해율을 조사하였다.

4) 입목밀도별 피해

해남, 고흥, 무안에서 조사구 100m<sup>2</sup>이내의 입목밀도가 1~20, 21~40, 41~60, 61~80, 81~100 주인 곳을 지역별로 3개 지점을 선정

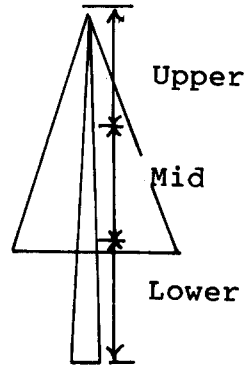


Fig. 2. Damage patterns of pine scale on the pine tree heights.

하여 3반복으로 조사하였다.

결과 및 고찰

가해충의 동정 및 피해상황

우리나라 남서해안지대에 피해를 주고 있는 곰솔(해송) ‘솔껍질까지벌레’는 *Matsucoccus* sp.(金 1986), *Matsucoccus thunbergianae*(Park 1988)로 동정되었으며, 1989. 12. 현재 그림 3에서 보는 바와 같이 피해만연지대(해안 및 도서지대)와 피해확대진행지대(해안지대에서 내륙지대)로 구분되고 있으며 피해지의 삼림은 거의 황폐화되고 있는 실정이다.

형태적 특징 및 생활사

각 태벌 특징을 보면 표 1에서와 같이 난은 긴타원형으로 처음에는 담황색인데 점차 황갈색으로 변하여 장경이 0.25±0.07 mm 부화약충은 담황색으로 미모를 가지고 있으며 0.34±0.04 mm였으며 2령약충은 흑갈색의 구형으로 다리는 퇴화되어 있으며 1.91±0.25 mm였고 3령 약충은 체장이 1.41±0.27 mm로 등갈색이며 구기는 퇴화되어 있고 암컷 성충과 비슷한 모양을 하고 있으며 용(♂)은 나용으로 체장은 1.36±0.15 mm였다. 이상의 결과로 보면

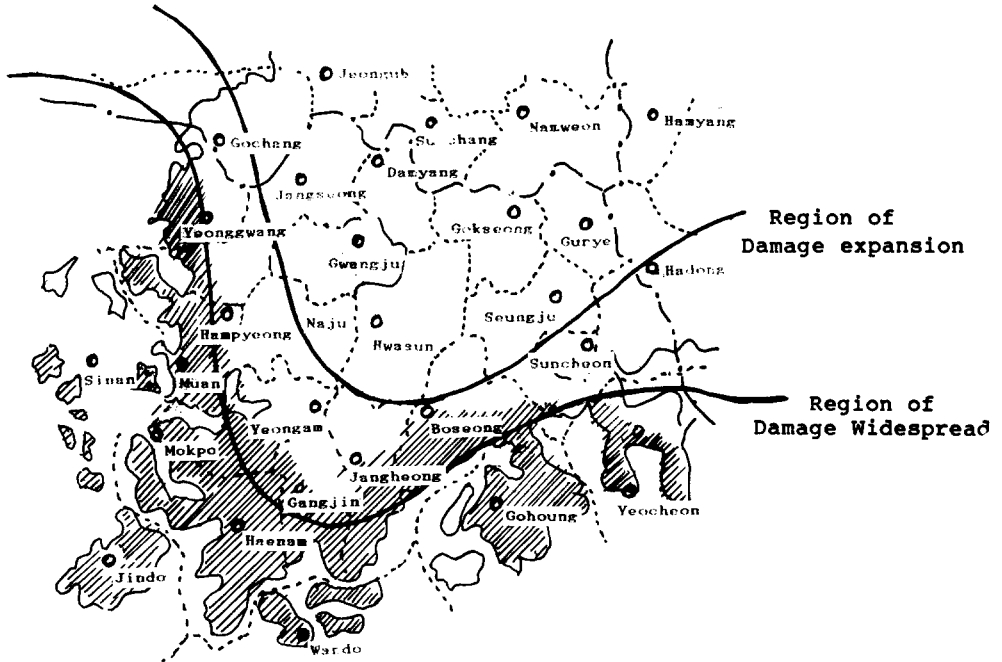


Fig. 3. Distribution of Black Pine Bast Scale damage in Chonnam area.

Table 1. Morphological characters in each stage of Black Pine Bast Scale in 1989

Stage	No. of tested insect	Size(mm) ± Sd
Egg	100	0.25 ± 0.07
Hatching nymph	100	0.34 ± 0.04
2nd-nymph	100	1.91 ± 0.25
3rd-nymph	100	1.41 ± 0.27
Pupa (♂)	100	1.36 ± 0.15
Adult (♀)	100	1.87 ± 0.35
Adult (♂)	100	1.16 ± 0.25

*Matsucoccus massoniana* 보다 다소 작기는 하지만 형태적으로 유사한 편이었다(Hu 1976).

한편 본 해충의 생활사를 보면 그림 4에서 보는 바와 같이 암컷은 부화 후 2령약충을 거쳐 2령 약충에서 성충이 되는 불완전변태를 하고 수컷은 3령약충을 거쳐 용이되고 성충이 되는 완전변태를 하고 있었다.

**발생소장**

지역에 따른 발생소장을 1988~1989 2개년

에 걸쳐 피해가 만연된 무안군 청계면, 해남군 화산면, 고흥군 도양면, 보성군 등량면 등 4개 지역에서 조사한 결과를 보면 그림 5에서와 같이 '88년도는 발생 및 발생 peak가 '89년에 비하여 다소 늦은 편이기는 하였으나 큰 차이는 보이지 않았고 지역에 있어서는 해남과 고흥이 무안이나 보성지역에 비하여 약 5일정도 빨리 나타나고 있었으며 발생시기는 해남의 경우 3월 초순에서 5월 초순까지 발생되고 있었으며 그 peak는 3월 하순 4월 초순, 고흥에서는 적정 3월 초순에서 4월 말까지에 그 peak는 3월 중하순에 형성되고 있었으며 무안에서는 3월 중순에서 5월 초까지 발생하고 peak는 3월 하순~4월 초순이었고 발생량이 적었는데 이는 이 지대는 이미 피해가 심하여 벌목이 많이 된 상태에서 비롯된 것 같다. 보성에서는 3월 초순에서 4월 말까지에 발생되고 있었고 그 peak는 3월 하순~4월 초순경에 형성되고 있었다.

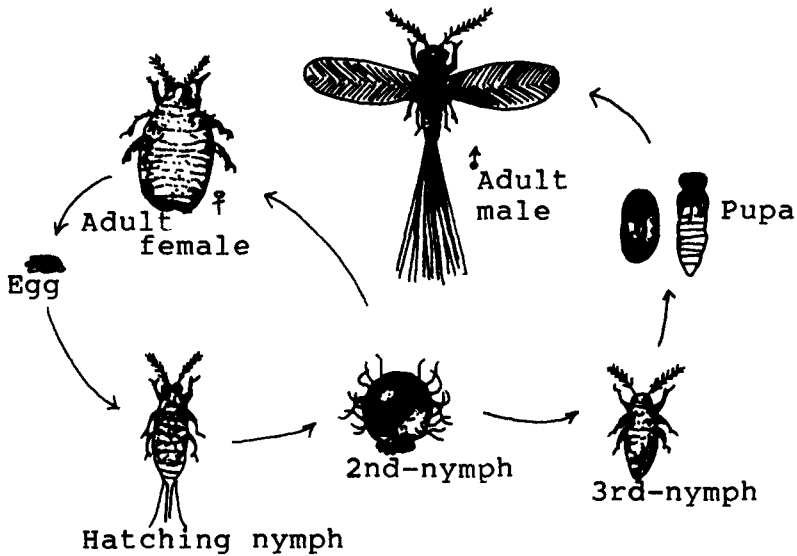


Fig. 4. Life cycle of Black Pine Bast Scale.

**기주식물**

기주범위조사에서 표 2에서와 같이 *Pinus* 속을 중심으로한 침엽수 32종을 실험실에서 저온항온항습기를 활용한 접종 시험결과 스트로브잣나무(*Pinus strobus*), 테에다소나무(*Pinus taeda*), 방크스소나무(*Pinus banksiana*), 맛소니아소나무(*Pinus massoniana*), 타이완네시스소나무(*Pinus taiwannensis*) 등 5종이 구멍되어 이미 필자가(金 1986) 보고한 소나무(*Pinus densiflora*), 곰솔(*Pinus thunbergii*) 등을 합하여 7종이 확인되었다. Hartzell(1971)은 *Matsucoccus resinosa*를 22종의 소나무에 접종하여 *P. densiflora*, *P. densiflora* var. *umbra culifera*, var. *umbraculifera*, *P. taburae formis* 등 3종을 구멍한 바 있고 Grimbale(1976)는 *M. resinosa*가 곰솔(*P. thunbergii*)도 가해한다고 보고하였으며 Cockerell(1909)은 북미에서 *M. resinosa*가 곰솔을 *M. matsumurae*가 소나무와 곰솔을 그리고 *M. macrocitrices*가 *P. strobus*를 가해한다고 보고한 바 있는데, 이러한 보고들과 본 연구에서 구멍된 *M. thunbergiana*가 소나무, 스트로브잣나무, 곰솔을 기주로 하고

있는 연구의 결과는 *Matsucoccus*속들의 솔껍질각지벌레들이 *Pinus*속들의 동일 기주범위를 갖는다는 것을 암시하고 있다.

**피해양상**

가. 수령별 피해

피해목의 수령에 따른 피해율을 살펴보면 그림 6에서와 같이 피해가 심한 피해목들 수령별 피해율에서 1~3년생 : 0.8%, 4~6년생 : 3.7%, 7~9년생 : 5.2%, 10~12년생 : 9.3%, 13~15년생 : 8.1%, 16~18년생 : 7.8%, 19~21년생 : 6.7%, 22~24년생 : 3.3%, 25~27년생 : 1.9%, 28년생 이상에서 1.1%로 7년생에서 20년생의 수령에서 피해율이 높았고 특히 유목인 1~6년생의 경우에는 인위적으로 충이 접종될 수 있도록(탈지면으로 충을 보호접종) 처리하면 피해가 심하게 나타나는데 자연조건에서는 유목에서 솔껍질각지벌레가 붙어 살 수 있는 수피(솔껍질)가 형성되지 않는 조건에서 비롯된 것으로 조사, 관찰되었다. 한편 피해정도 증정도의 수령에 따른 피해율은 피해가 심한 수령에서와 같은 경향을 보였고 피해가 경미한

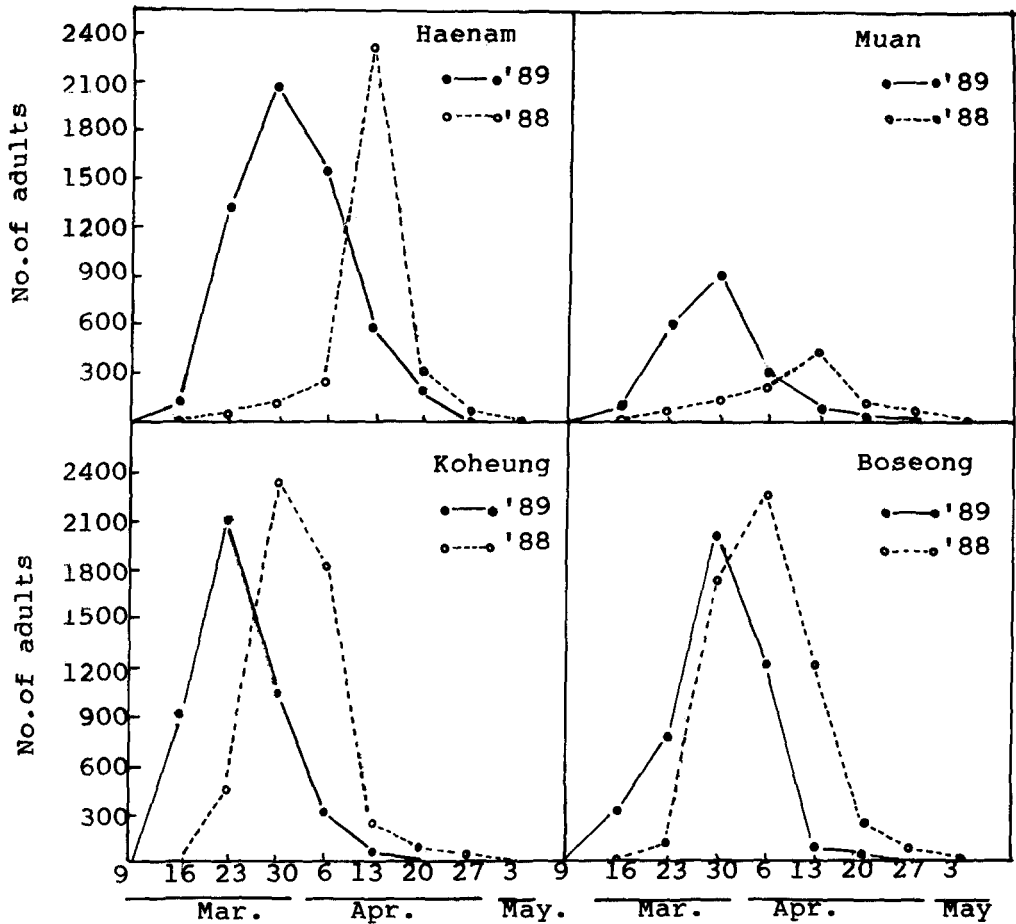


Fig. 5. Seasonal occurrence of *Matsucoccus thunbergianae* in 1988-1989.

경우에는 10년생을 기점으로 하여 수령이 높아짐에 따라 피해율이 높아지는 경향으로 피해 양상이 피해가 심한 경우의 수령과는 역의 상태로 나타났는데 이는 수령이 높아짐에 따라 솔껍질각지벌레에 대하여 내성을 갖기 때문에 수령이 높은 수목들이 피해를 받고 있어도 많은 개체들이 경미한 상태로 서서히 피해가 진전되는데서 비롯된 결과로 판단되었다. 中國辻行省林科報告(1979)에서도 *M. mastumurae*가 소나무 5~15년생의 수령에서 피해가 크다고 보고 하였고 McClure(1983)도 *Matsucoccus*속들의 수령별 피해가 5~20년생에서 피해가 높다는 결과와 일치되고 있었다.

나) 피해목 가지의 연령별 피해

피해목들의 가지의 연령에 따른 피해율을 보면 그림 7에서와 같이 6~7년생 가지에서 피해가 심하였고 1~2년생 어린가지에서 피해가 적었는데 역시 피해목에서와 같이 정착 약충이 정착할 수 있는 수피의 형성이 미약한 것에 비롯된 것으로 생각되었다.

다) 수간의 부위에 따른 피해

피해목의 樹高에 따른 피해율은 표 3에서와 같이 중위부에서 높았고 상위부, 하위부순으로 나타났는데 피해를 받은 소나무는 수간에서 가지가 생존하고 있는 하위부로부터 위쪽으로 서서히 고사되고 있었다. Bean(1955)도 소나무

Table 2. Host plant of *Matsucoccus thunbergianae*

Scientific Name	Korean Name	Degree of damage
<i>Abies holophylla</i> M.	전나무	-
<i>Pinus pungens</i> L.	퐁젠스소나무	-
<i>Pinus strobus</i> L.	스트로브잣나무	+
<i>Pinus echinata</i> M.	에키나타소나무	-
<i>Pinus parviflora</i> S.	섬잣나무	-
<i>Pinus glabra</i> W.	그라브라스나무	-
<i>Pinus taeda</i> L.	데에다소나무	+
<i>Pinus lambertiana</i> D.	람버티아나소나무	-
<i>Pinus rigida</i> L.	리기다소나무	-
<i>Torreya nucifera</i> S.et Z.	비자나무	-
<i>Pinus banksiana</i> L.	방크스소나무	++
<i>Taxus cuspidata</i> S.et Z.	주목	-
<i>Pinus sylvestris</i> L.	구주소나무	-
<i>Picea jezoensis</i> C.	가문비소나무	-
<i>Pinus thunbergii</i> P.	곰솔	+++
<i>Picea abies</i> K.	독일가문비	-
<i>Juniperus rigida</i> S.	노간주나무	-
<i>Pinus koraiensis</i> S.et Z.	잣나무	-
<i>Pinus densiflora</i> S.et Z.	소나무	++
<i>Taxodiun distichum</i> R.	낙우송	-
<i>Pinus virginiana</i> M.	버지니아소나무	-
<i>Sciadopitys verticillata</i> S.et Z.	금송	-
<i>Pinus massoniana</i> L.	맛소니아소나무	++
<i>Cryptomeria japonica</i> D.	삼나무	-
<i>Cedrus deodara</i> L.	히말라야시다	-
<i>Chamaecyparis obtusa</i> E.	편백	-
<i>Pinus taiwannensis</i> H.	타이완네시스소나무	++
<i>Juniperus chinensis</i> L.	향나무	-
<i>Pinus rigida taeda</i>	리기테다소나무	-
<i>Metasequoia glytostroboides</i> H.	메타세쿼시아	-

\* Damage; Number of Insects (75day after inoculation).

- ; None    + ; 1-3    ++ ; 4-6    +++ ; above 7

각지벌레의 밀도가 높아지면 소나무의 하단부 위로부터 고사하기 시작하는 것이 특징이라고 하였다.

라) 混濶度에 의한 피해

혼효림과 단순림에서의 피해율을 살펴 보면 표 4에서와 같이 혼효림보다는 단순림에서 피해율이 높아 조사지역 단순림/혼효림에서의 피해율은 각각 고흥 81.3%/52.5% 해남 80.3/58.9%, 무안 76.3/48.5%였는데 이는 단순림에서의 솔껍질각지벌레 이동이 혼효림지대에서보다는 용이하였을 것이고 혼효림은 곤충의 기주다양화로 여기에 분포된 천적들도 다양화됨에 따

라 피해율이 낮은 것으로 생각되었다.

본 연구 결과는 McClure등(1977)이 임상목에서의 *M. matsumurae*의 피해가 혼효림보다 단순림에서 심하였다고 한 보고와 일치되고 있었다.

마) 입목밀도에 따른 피해

피해지역에서의 입목밀도에 따른 솔껍질지벌레의 피해를 보면 표 5에서 보는 바와 같이 100m<sup>2</sup>당 입목밀도가 20주 이하인 곳에서는 피해율이 낮았고 20주 이상의 밀도조건에서는 피해율이 높았는데 이는 밀도가 높아짐에 따라 솔껍질각지벌레의 이동이나 분산이 용이한데



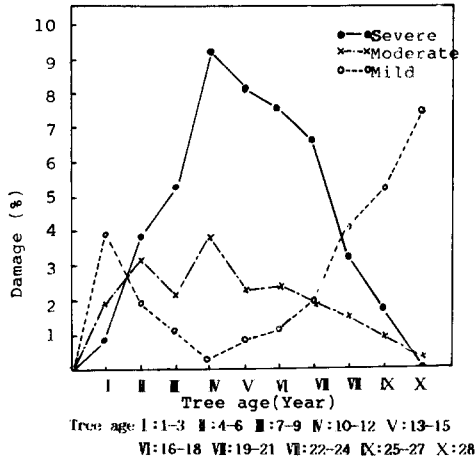


Fig. 6. Percentage of damage with ago of trees in haenam.

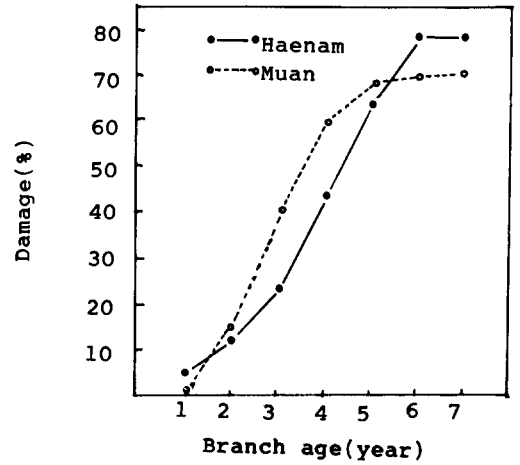


Fig. 7. Percentage of damage on the branch aged in *Matuscoccus thunbergianae*.

Table 3. Degree of damage in the part of the trees

Parts	Koheung			Haenam			Muan		
	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)
Upper	300	234.6	78.2	300	240.3	80.1	300	221.3	73.7
Mid	300	288.3	96.1	300	286.3	95.4	300	277.3	92.4
Low	300	146.6	48.8	300	152.6	50.8	300	137.3	45.7

\* The sum of one hundreds trees in three area.

Table 4. Degree of damage in the mixed and pure forest

Classification of forests	Goheung			Haenam			Muan		
	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)
Mixed forest	600	325	52.5	600	349	58.1	600	291	48.5
Pure forest	600	488	81.3	600	482	80.3	600	459	76.3

\* The sum of two hundreds trees in three area.

Table 5. Degree of damage in the stocking density of the trees/100 m<sup>2</sup>

Range of stocking denisty	Goheung			Haenam			Muan		
	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)	No.of tested trees	No.of damage trees	Damage (%)
1-20	160	105	65.6	162	111	68.5	158	97	55.0
21-40	348	259	74.7	354	260	73.4	349	233	66.7
41-60	531	423	79.6	534	435	81.4	530	394	74.3
61-80	710	601	84.6	715	617	86.2	712	572	80.3
81-100	887	764	86.1	892	781	87.5	883	731	82.7

기인하는 것으로 보였는데 본 연구 결과로 보아 위생간벌의 효과를 암시하고 있었다. 본 연구결과는 祀景 과 王(1981)의 솔껍질각지벌레 발생과 환경과의 관계에 대하여 입목밀도가 낮은 경우일수록 피해도가 현저히 낮았다는 보고와 일치되는 경향이였다.

### 인 용 문 헌

- Bean J.L. & P.A. Godwin. 1955. Description and bionomics of a new red pine scale, *Matsucoccus resinosae* Forest Sci 1 : 164~167.
- Beardsley, J.W. & R.H. Gonzalez. 1975. The biology and ecology of armored scale. Ann. Rev. Entomol. 20 : 47~73.
- Cockerell, T.D.A. 1909. The Japanese coccidea. Can. Ent. 41 : 55~56.
- Duda, E.J. 1961. Some aspects of biology and ecology of the red pine scale, *Matsucoccus resinosae* B. & G. (Homoptera: Margarodidae). Ph.D. thesis, Univ. of Massachusetts, 168pp.
- Duda, E.J. 1964. Survival of red pine scale on cut logs. Sci. Tree Topics. 2(10) : 3~4.
- Grimble, D.G. 1976. Red Pine scale in New York. New York state tree pest leaflet 1~28.
- Hartzell, A. 1975. Red pine scale with special reference to its hosts and cold hardness. Contrib. Boyce Thompson Inst. 18 : 281~282.
- Herbert. F.B. 1919. A new species of *Matsucoccus* from pine in California (Hemip. Homop.) Proc. Ento. Soc. Wash. 21 : 157~161.
- Hu, H. & Wang, L. 1976. Studies on the red pine bark scale *Matsucoccus massoniana* Y. & H. Acta Entomol. Sinica. 19 : 383~392.
- 鄭業等. 1979. 松干蚊稱 群變態和生物防治, 昆蟲學報 22(2) : 149~155. 軒仲云
- 金奎眞, 任奉基, 1986. 솔껍질각지벌레의 생태 및被害에 관한 研究. 全南大 論文集 31 : 1~11.
- 高濟鎬, 朴承瓌, 金鍾國. 1985. 솔껍질각지벌레의 생태 및 防除에 관한 研究. 林試年報 1227~1252.
- Kuwana, S.L. 1905. A new *Xylococcus* in Japan. Insect world 9 : 91~94.
- Li, G., L. Zhuang, R.Han, X.Liu & R. Xia. 1980. A study on the pine stem coccid *Matsucoccus matsumurae* Kuwana. Rep. Inst. for. Liaoning prov. 9 : 1~27.
- Lewis, T. 1970. Patterns of distribution of insects near a windbreak of tall trees Ann. Appl. Biol. 65 : 213~220.
- Moelscher, L.E. 1967. Wind dispersals of brown soft scale crawlers, *Coccus hesperidum* (Homoptera: Coccidae) and Texas citrus mites, *Eutetranychus banksi* (Acarina: Tetrani: Chidae) from Texas citrus. Ann. Entomol. Soc. America 60(3) 673~678.
- McClure, M.S. 1976. Colonization and establishment of the red pine scale
- McClure, M.S. 1977. Population dynamics of the red pine scale (Homoptera: Margarodidae): The influence of the resinosis. Env. Entomol. 6 : 789~795.
- McClure, M. 1983. Temperature and Host availability affect the distribution of *Matsucoccus matsumurae* (Homoptera: Margarodidae) in Asia and North America. Ann. Entomol. Soc. Ame. 76 : 761~765.
- Morrison, H. 1927. Description of new genera and species belonging to the coccid family Margarodidae. Proc. Biol. Soc. Wash. 40 : 99~109.
- Plum, K.G.H. 1950. A new and serious insect pest of red pine Conn. Agric. Exp. Stn. special circ. 4pp.
- Park, S.C. 1988. Biology and pheromone-mediated behavior of *Matsucoccus thum* in Korea with Reference to *Matsucoccus resinosae* in the United States Ph.D. thesis, state univ. of New York. 154pp.
- Stephens, G.R. 1978. Effect of low temperature on survival of red pine scale, *Matsucoccus resinosae* B.G. (Homoptera: Margarodidae). J.N.Y. Entomol. Soc. 86 : 323~324.
- Stimel, J.F. 1981. First record of red pine scale, *Matsucoccus resinosae* (Homoptera: Margarodidae) from Pennsylvania. Proc Entomol. Soc. Wash. 83 : 804.
- Taketani, A. 1972. Studies on Margarodidae Scale, *Matsucoccus matsumurae* Kuwana, 1. Bionomics, Jap. Forest. Exp. Stn. Bull. 246 : 1~9.
- 山東省林科所. 1964. 松干기研究報告, 中國 : 230pp.
- 近宇省林科所. 1979. 松干기防治枝木の 研究報告 中國 森保1號.

(1992년 6월 26일 접수)