

## 우리나라에서 솔껍질각지벌레의 분포확산

임유진<sup>1</sup> · 이상명<sup>2</sup> · 김동수<sup>2</sup> · 김준범<sup>2</sup> · 최광식<sup>2</sup> · 이신혜<sup>2</sup> · 박정규<sup>1</sup> · 이동운<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 대학원 응용생명과학부 (BK21), <sup>2</sup>국립산림과학원 남부산림연구소, <sup>3</sup>경북대학교 생태환경관광학부 생물응용전공

## The Spread of Black Pine Bast Scale, *Matsucoccus thunbergianae* (Hemiptera: Margarodidae) in Korea

Lim Eugene<sup>1</sup>, Sang Myeong Lee<sup>2</sup>, Dong Soo Kim<sup>2</sup>, Joon Bum Kim<sup>2</sup>, Shin Hye Lee<sup>2</sup>, Kwang Sik Choi<sup>2</sup>,  
 Chung Gyoo Park<sup>1</sup> and Dong Woon Lee<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science (BK21 Program), Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Republic of Korea

<sup>2</sup>Southern Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju, 660-300, Republic of Korea

<sup>3</sup>Major of Applied Biology, School of Ecological Environment and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, 742-711, Korea

**ABSTRACT:** The black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergianae* (Hemiptera: Margarodidae), is a serious pest of the Japanese black pine, *Pinus thunbergii*, in Korea. The distribution of the black pine bast scale was examined, looking overall at 686 towns (eup), townships (myeon) or neighborhoods (dong). There were Japanese black pine (*Pinus thunbergii*) forests in 91 cities, counties (gun) and borough (gu), in seven provinces and three metropolitan cities during 2010. Black pine bast scale were found in 64.8% of cities or counties or borough (59) in 7 provinces and 3 metropolitan cities, and were distributed in all South Coastal regions, Pohang in East Coastal region and Boryeong in West Coastal region. Chungcheongbukdo, Daejeon and Jeju did not have black pine bast scale. All the gu regions in Busan had black pine bast scale, of which the area with the highest prevalence was Haenam in Jeollanamdo (1.713 crawlers/0.785 cm<sup>2</sup>). Songji-myeon had the highest occurrence rate (6.36 crawlers/0.785 cm<sup>2</sup>) from the towns, township and dong. The density of black pine bast scale in twigs was highly correlated with percentage of the sample with scale (Correlation coefficient=0.89).

**Key words:** *Matsucoccus thunbergianae*, distribution, density, frequency, Japanese black pine

**초 록:** 솔껍질각지벌레는 우리나라 곰솔림의 주요한 해충의 하나이다. 본 연구는 우리나라에서 솔껍질각지벌레의 분포를 알아보기 위하여 7개도 3개 광역시, 91개 시군구, 686 읍면동의 해송림에서 2010년 밀도를 조사하였다. 5개도 2개 광역시에서 솔껍질각지벌레가 서식하고 있었는데 시군구별로는 조사대상의 64.8%인 59개 시군구에서 서식이 확인되었다. 솔껍질각지벌레의 분포는 남해안 전역과 동해안의 포항, 서해안의 충남 보령 지역까지 분포하였다. 충북과 대전광역시 및 제주도에서는 솔껍질각지벌레의 분포가 확인되지 않았다. 부산지역은 16곳의 모든 구에서 솔껍질각지벌레가 분포하였고, 시군 단위에서는 전남 해남군의 솔껍질각지벌레 평균밀도가 1.713마리/0.785 cm<sup>2</sup>로 가장 높았으며 읍면동 단위에서는 해남군 송지면이 6.36마리/0.785 cm<sup>2</sup>로 가장 높았다. 곰솔 가지 내의 솔껍질각지벌레 밀도와 솔껍질각지벌레가 서식하고 있는 빈도와는 높은 상관관계가 있었다(상관계수=0.89).

**검색어:** 솔껍질각지벌레, 분포, 밀도, 빈도, 곰솔

솔껍질각지벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)는 Miler & Park (1987)이 전남 고흥의 곰솔(*Pinus thunbergii*)에서 1983년 채집하여 최초로 보고되었는데 최초 피해는 전남 고흥군 도양읍 비

봉산의 곰솔림에서 고사목이 발생하면서 시작되어 1980년대 초반까지는 전남 서남부 해안지역에 주로 피해를 주다가 1980년대 후반에는 전남 남해안 지역과 경남 하동, 남해, 삼천포 등지로 확산되어 2000년대 이후에는 경남 남해안 전역과 부산, 울산 지역으로 확산되어 해안가 곰솔림에 큰 위협이 되고 있다(Park, 1991; Kim and Oh, 1992).

솔껍질각지벌레는 곰솔을 비롯하여 소나무(*P. densiflora*),

\*Corresponding author: whitegrub@knu.ac.kr

Received November 8, 2011; Revised December 6, 2011

Accepted December 22, 2011

스트로브잣나무(*P. strobus*), 테다소나무(*P. taeda*), 방크스소나무(*P. banksiana*), *P. mssoniana*, *P. taiwannensis* 등이 기주식물로 알려져 있으나(Kim and Oh, 1992) 자연림에서는 주로 곰솔에서 피해가 나타나고 있다(Miller and Park, 1987). 솔껍질깍지벌레류에 의한 피해는 수관하부의 잎부터 갈변하여 피해가 심해지면 전체 수관이 갈변되고, 고사하는데 어린 경단부에 피해를 받은 곰솔은 가지가 쳐져 성장하게 되며 피해를 입은 가도관은 정상보다 더 길고, 방사조직의 단위면적 당 수와 높이, 구성요소율이 정상보다 많거나 높게 나타난다(Park and Park, 1985; Lim and Soh, 1994). 또한 솔껍질깍지벌레의 피해를 받은 피해목은 자연부후균의 침입과 균사 확대가 건전목에 비하여 빨라지며 피해정도가 심할수록 년륜 성장이 감소하고, 단위면적당 세포수가 감소하며 휨 강도가 낮아져 목재로서의 활용 가치가 떨어진다(Kim *et al.*, 1995). 임내에서는 혼효림에 비하여 단순림의 피해가 심하고, 7-20년생에서 피해율이 높으며 임목밀도가 높을수록 피해가 심해진다(Kim and Oh, 1992).

솔껍질깍지벌레는 대부분 1년 1세대의 생활사를 가지는데 성별에 따라 상이한 생활사를 가져 암컷은 하면한 2령 약충에서 우화하여 성충이 되며 수컷은 2령 약충에서 3령 및 번데기 단계를 거쳐 성충이 된다(Park and Park, 1985; Kim and Oh, 1992). 솔껍질깍지벌레 수컷은 비행이 가능하지만 암컷이나 다른 층대에서는 자발적 비행이 불가능하여 자발적 이동에 의한 수관 또는 임내 이동은 어렵다(Park *et al.*, 1994). 그러나 솔껍질깍지벌레의 피해는 선단지로부터 매년 5 km의 속도로 이루어지고 있는데(Park, 1991) 이러한 확산은 주로 바람에 의한 부화약충의 전반으로 이루어지고, 일부가 난상시기에 바람에 의해 자연 확산되나(Park, 1991) 경우에 따라서는 조경수나 가로수로 식재할 목적으로 솔껍질깍지벌레 피해목을 굴취하여 다른 지역에 이동, 이식하는 인위적 확산도 발생하고 있다(Chung *et al.*, 2000a).

한편 솔껍질깍지벌레의 피해는 주로 남해안 해안지역을 중심으로 발생하고 있는 반면에 내륙지역의 해송림에서는 피해가 발생되지 않고 있어 발생양상에 있어 특이성을 보이고 있다.

Chung *et al.*(2000b)은 솔껍질깍지벌레의 피해선단지 조사가 시작된 1983년부터 최초 피해를 중심으로 서해안 방향인 북향과 남해안 방향인 동향, 내륙 쪽인 동북향으로 구분하여 확산속도를 조사한 결과 각각 5.9 km, 3.3 km, 4.3 km로 차이가 있다고 하였으며 내륙으로의 확산은 1990년대부터 확산속도가 둔화되어 정체상태를 보인다고 하였고, 이러한 확산방향과 속도의 차이는 부화약충기인 5월의 풍향과 관련이 있을 것으로 추정하였다. 또한 당시까지의 자료를 바탕으로 서해안 지역인 충남 서산지역으로의 확산은 2020년경으로 추정하였고, 부산지

역은 2010년, 경북 울진지역은 2050년으로 추정하였다(Chung *et al.*, 2000b).

솔껍질깍지벌레의 피해 경감과 방제를 위하여 매년 선단지 조사를 수행하고 있으나 교통량의 증가와 조경수종의 전국적인 유통 및 기상환경의 변화 등으로 인하여 실제적인 분포를 파악하기 곤란하고, 조사자에 따라 조사대상지의 선정이나 조사목의 선정 등에 차이가 있어 객관적인 자료를 얻는데 제약이 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 솔껍질깍지벌레의 주 기주인 곰솔림이 분포하고 있는 피해선단지 주변을 중심으로 솔껍질깍지벌레의 피해분포를 조사하여 지역별 분포와 방제를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 조사지역

솔껍질깍지벌레의 피해가 발생하고 있는 피해선단지 주변을 중심으로 7개도, 3개 광역시의 91개 시군구, 686개 읍면동을 대상으로 조사하였다(Table 1).

### 시료 채취

시료의 채취는 각 조사지역에서 1 ha 이상의 곰솔 자연림을 대상으로 선정하였다. 시료채취 대상목은 대부분 치수를 대상으로 선정하였으나, 치수가 발생하지 않은 임지에서는 흉고직경 10±2 cm(중경목)인 것을 선정하였고, 1개소에서 10그루를 대상으로 치수는 주간부에서, 중경목은 수관부 3-4년생 가지에서 채취하였다. 시료는 20-30 cm 내외의 크기로 채취하였는데 채취 후 시퍼팩에 넣어 실험실로 운반하였다. 조사는 2009년 3월부터 7월까지 1차 예비 조사 후, 2010년 2월부터 5월까지 본 조사를 수행하였다.

### 솔껍질깍지벌레 밀도 및 빈도 조사

채취한 동이나 면단위 장소의 시료는 직경 1 cm cork borer로 각 가지별로 10곳을 표시한 다음, 현미경(SMZ-10, Nikon, Japan)하에서 각 표식 내의 밀도를 조사하였으며 1개의 가지를 한 반복으로 10반복 조사하였다. 한편 각 동이나 면단위의 시료에서 한 조사지역의 전체 cork bore로 표시한 곳(100개)에서 솔껍질깍지벌레가 발견된 표식의 수를 백분율로 나타내어 각 조사지의 출현빈도를 산출하였으며 이 값을 시군 단위에서 평균

**Table 1.** Number of survey sites and infest sites of *Matsucoccus thunbergianae* in Korea, 2010

Province	No. survey sites		No. infested sites	
	Borough, city or county	Town, township or dong	Borough, city or county(%)	Town, township or dong(%)
Busan	16	79	16 (100)	64 (81.0)
Jejudo	2	16	0	0
Chungcheongbukdo	1	10	0	0
Chungcheongnamdo	10	48	2 (20.0)	3 (6.3)
Daejeon	1	1	0	0
Gyeongsangbukdo	13	67	2 (15.4)	3 (4.5)
Gyeongsangnamdo	19	204	12 (63.2)	116 (56.9)
Jeollabukdo	4	30	4 (100)	27 (90.0)
Jeollanamdo	20	194	19 (95.0)	156 (80.4)
Ulsan	5	37	4 (80)	14 (37.8)
Total	91	686	32 (64.8)	383 (55.6)

하여 각 시군의 평균 출현빈도로 산출하였다.

### 지역별 솔껍질깍지벌레 피해 분포도 작성

솔껍질깍지벌레의 출현빈도를 기준으로 피해분포도를 포토샵 CS2 프로그램을 이용하여 작성하였다. 조사가 이루어지지 않은 지역과 솔껍질깍지벌레가 출현하지 않은 지역, 총의 출현빈도가 1%미만, 1-20%이하, 21-30, 31-50, 51-70, 71%이상 지역으로 구분하여 작성하였다.

### 통계분석

동이나 면 단위 조사지역에서 조사된 솔껍질깍지벌레 평균 밀도 자료와 발생빈도율 자료는 EXCEL program을 이용하여 두 인자 간 회귀식과  $r^2$ 값을 광역시와 도 단위 및 전체 조사지역을 대상으로 구하였으며 전체 조사지의 자료를 이용하여 상관계수를 구하였다.

### 결과

#### 솔껍질깍지벌레 밀도와 빈도

91개 시군구와 686곳의 읍면동 지역에서 솔껍질깍지벌레의 피해가 확인된 곳은 59개 시군구, 383개 읍면동이었다(Table 1).

광역시와 도별로는 전라북도 지역이 조사를 수행한 4개 시군구 지역 모두에서 솔껍질깍지벌레가 분포하고 있었고, 조사대상

읍면동 지역의 90%인 27지역에서 솔껍질깍지벌레의 서식이 확인되었다. 반면 제주도와 충청북도, 대전광역시에서는 솔껍질깍지벌레가 확인되지 않았으며 경상북도 지역은 67개 읍면동 지역들 중 세 곳에서만 솔껍질깍지벌레가 확인되었다(Table 2, Fig. 2).

솔껍질깍지벌레의 조사지 전체의 평균밀도는 0.356마리/0.785 cm<sup>2</sup>였으며 표본들 중 솔껍질깍지벌레의 서식이 확인된 표본의 비율은 평균 15.41%였다(Table 2). 솔껍질깍지벌레의 서식 밀도가 가장 높은 시군은 전남 보성군으로 평균 밀도는 1.713마리/0.785 cm<sup>2</sup>였으며 발생 빈도율은 평균 64.17%였다(Table 2). 읍면동 지역에서 솔껍질깍지벌레의 밀도가 가장 높은 곳은 전남 해남군 송지면 지역으로 평균 서식 밀도가 6.36마리/0.785 cm<sup>2</sup>였으며 출현빈도율은 84.0%였다.

곰솔 가지 내에서 솔껍질깍지벌레의 출현빈도는 발생지가 3곳뿐인 경북이나 충남지역을 포함하여 솔껍질깍지벌레가 발생하고 있는 모든 도 및 광역시 단위의 조사지 모두에서 서식밀도와 상관관계가 높았다(Fig. 1).  $r^2$ 값은 충남지역이 0.9786으로 가장 높았으며 전남지역이 0.6738로 가장 낮았다(Fig. 1).

전체 686지점의 발생빈도율과 평균밀도와의 상관계수는 0.89로 높은 상관관계를 보였다(Fig. 1).

#### 지역별 솔껍질깍지벌레 피해 분포도 작성

91개 시군구, 686곳의 읍면동지역의 솔껍질깍지벌레 발생상황을 알아보기 위하여 각 지역의 출현빈도율을 기반으로 작성한 분포도는 Fig. 2와 같았다.

**Table 2.** Highest density *Matsucoccus thunbergianae* in province, 2010

Province	% of samples with scale±SD	Mean no. scale/0.785 cm <sup>2</sup> ±SD	Borough, city or county			Town, township or dong		
			Locality	% of sample with scale ±SD	Mean no. scale/0.785 cm <sup>2</sup> ±SD	Locality	% of samples with scale	Mean no. scale/0.785 cm <sup>2</sup> ±SD
Busan	18.39 ± 20.64	0.471 ± 0.707	Gijang	43.42 ± 43.52	1.466 ± 1.861	Jangan	100	4.5 ± 3.1
Jejudo	0	0	-	-	-	-	-	-
Chungcheongbukdo	0	0	-	-	-	-	-	-
Chungcheongnamdo	0.25 ± 1.04	0.004 ± 0.015	Boryeong	2.0 ± 2.8	0.035 ± 0.049	Seo (Seocheon)	6.0	0.08 ± 0.19
Daejeon	0	0	-	-	-	-	-	3.55 ± 2.04
Gyeongsangbukdo	1.64 ± 7.98	0.036 ± 0.176	Namgu (Pohang)	13.67 ± 22.29	0.225 ± 0.381	Gampo (Gyeongju)	28.0	1.05 ± 2.5
Gyeongsangnamdo	12.98 ± 20.7	0.317 ± 0.622	Geoje	37.67 ± 25.25	1.153 ± 1.16	Hacheong	81.0	4.15 ± 2.18
Jeollabukdo	33.83 ± 23.59	0.671 ± 0.696	Buan	38.58 ± 29.4	0.808 ± 0.951	Julpo	100	3.55 ± 2.04
Jeollanamdo	24.43 ± 21.15	0.539 ± 0.709	Boseong	64.17 ± 29.83	1.713 ± 1.23	Songji (Haenam)	84.0	6.36 ± 5.69
Ulsan	16.46 ± 25.92	0.412 ± 0.711	Donggu	49.83 ± 9.06	1.273 ± 0.589	Donggu	64.0	2.41 ± 2.2
Total	15.407 ± 21.237	0.356 ± 0.634	-	-	-	-	-	-

2010년 현재 솔껍질깍지벌레의 분포는 전남과 경남, 부산, 울산 지역의 남해안 전역에서 발생하고 있었으며 서해안 지역으로는 충남 보령시 웅천읍 지역에서 발생이 확인되었다. 동해안 지역에서는 포항시 남구 구룡포읍과 장기면 지역에서 발생이 확인되었다. 최초발생지역인 전남지역에서는 화순군 지역을 제외하고는 발생이 확인되었고, 1980년대 후반에 솔껍질깍지벌레가 확산된 경남지역에서는 내륙지역인 산청, 함양, 거창, 함천, 창영, 의령, 밀양 지역에서는 발견되지 않았다(Fig. 2).

## 고찰

솔껍질깍지벌레는 우리나라 남해안은 물론 서해안의 충남 보령지역과 동해안의 경북 포항지역에서의 분포가 확인되었다. 솔껍질깍지벌레는 매년 약 5 km 정도 이동하여 피해가 확산되는 것으로 알려져 있으며 주요 이동방법은 바람에 의해 부화 약충이 날려서 확산된다(Park, 1991). 바람에 의한 깍지벌레의 확산은 *M. resinosae*의 경우 실내실험에서 5 m/sec 이하의 풍속에서는 이동이 일어나지 않고, 17-22 m/sec 풍속에서 모든 1령 약충의 이동이 일어났는데 솔잎보다 소나무 가지에서의 이동에 더 많은 풍속이 요구된다(Stephens and Aylor, 1978). 그리고 Chung *et al.*(2000a)은 1983년부터 1998년까지 5년 단위로 솔껍질깍지벌레 발생 선단지의 확산 현황을 조사하여 실제적인 년 간 확산거리가 많지 않다고 하였는데 방향에 따라 솔껍질깍지벌레의 확산속도는 차이가 있었다(Chung *et al.*, 2000a).

최초 발생지역인 전남 지역은 피해 확산 초기인 1983년에서 1993년의 10년 사이에 급격히 이루어졌는데(Chung *et al.*, 2000a) 1998년의 발생지와 12년이 지난 2010년 본 조사에서의 발생지 분포는 내륙 일부 지역이 확산된 것을 제외하고는 차이가 없었으며 바닷가 지역에서의 확산은 빠른 반면에 내륙으로의 확산은 지체되는 경향을 보여 Chung *et al.*(2000b)의 결과와 일치하는 경향을 보였으며 상대적으로 초기의 확산 속도가 빠른 것을 확인 할 수 있었다. 한편 경남지역의 경우 1990년 남해군 서면에서 최초 발생하여 1998년 통영시 도산면 일대로 확산되었는데(Chung *et al.*, 2000a) 2010년 현재에는 바닷가 모든 지역과 함양, 산청, 함천, 밀양 등을 제외한 전 지역으로 확산되어 있었다.

경남 진주지역과 창원, 김해 및 경북 포항이나 경주, 충남 서천, 태안 등의 지역에서는 읍면동 단위로 발생의 차이가 많아 동일 행정구역 내이지만 특정 지역에서만 솔껍질깍지벌레의 분포가 확인되었다. Chung *et al.*(2000a)에 의하면 경남의 진해와 부산시 남구와 연제구의 경우 솔껍질깍지벌레의 확산이 자연적인 것이 아니고 피해지역에서 피해목 굴취에 의한 이식과정에서 전파되었다고 하였는데 인접지역에서는 발생이 되지 않고, 독립적으로 발생 되는 지역은 이러한 인위적 전파에 의해 확산으로 생각된다. 실제로 경남지역에서는 가로수로 이식해 놓은 곰솔에 솔껍질깍지벌레가 만연된 것을 확인 할 수 있었는데(관찰자료) 조경용 또는 조림용으로 곰솔을 솔껍질깍지벌레 피해지에서 굴취하여 식재할 경우 확산방지를 위해 면밀한 조사와 사

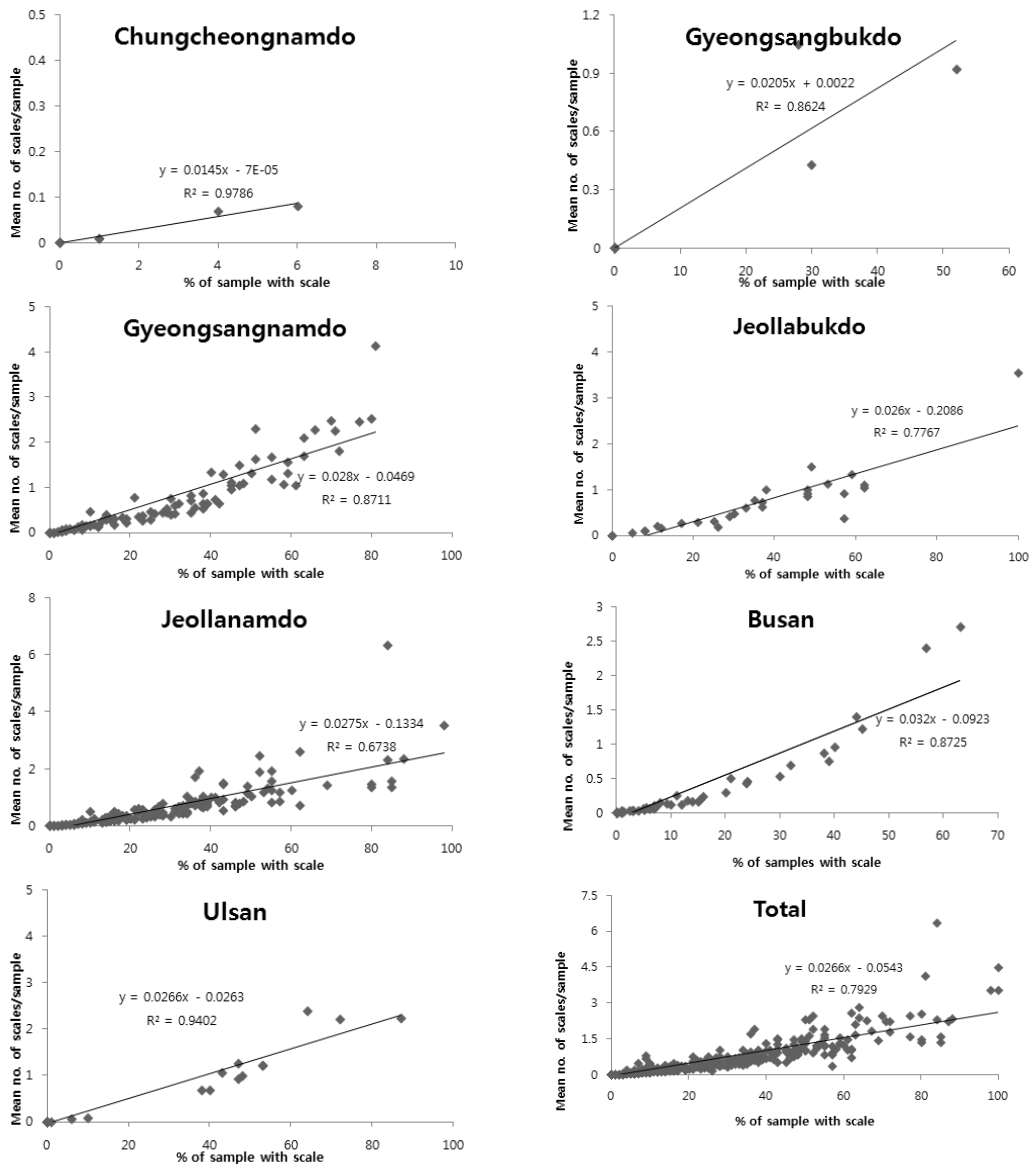


Fig. 1. Correlation between density of *Matsucoccus thunbergianae* in Japanese black pine trees and percentage of sample with scale each sampled province in Korea, 2010.

전 방제가 필요할 것으로 생각된다. 또한 이러한 인위적 확산은 기존의 선단지 중심의 방제 효율을 감소시키고, 신규 발생지에서 피해가 만연 될 때까지 예찰이 이루어지지 않아 조기방제 시기를 실기하여 피해를 배가시킬 우려가 있기 때문에 각별한 주의가 요구된다.

실제 발생 빈도율이나 서식밀도가 가장 높은 부산지역의 경우 Chung et al.(2000b)은 2010년경에 솔껍질각지벌레가 확산 될 것으로 추정하였으나 1997년 이미 인위적 확산에 의한 피해가 나타나 예상보다 이른 시기에 전체적으로 확산되어 피해가 만연되어 나타나고 있다. 그리고 충남 서산지역은 2020년경에

확산이 될 것으로 예측(Chung et al., 2000b)하였으나 이미 보령 지역에서 피해가 확인되어 확산속도가 급격히 단축될 것으로 예상된다. 특히 솔껍질각지벌레는 저온이 솔껍질각지벌레의 확산 저해요인이 되지 못하기 때문에(Park, 1991) 우리나라에서 곰솔이 자라고 있는 곳에서는 생존하여 정착할 수 있다.

본 연구에서는 각 조사지별로 10그루의 나무를 대상으로 조사를 하였는데 Park(1994)은 오차범위 20% 내에서 필요한 공시가지의 수는 수관 중부의 내부, 수관하부의 중부 및 내부에서 길이가 20-30 cm인 2차 측지이하의 부속지인 경우 11개가 필요하다고 하였다. 그러나 이는 임내에서 솔껍질각지벌레의 수상분



Fig. 2. Map of damaged areas of *Matsuococcus thunbergianae* in Korea, 2010.

포와 관련 된 것으로서 임내의 솔껍질각지벌레 밀도와는 차이가 있다. 그리고 솔껍질각지벌레의 분포와 관련이 있는 피해율은 수령별이나 수간 위치, 임목밀도 등에 따라 차이를 보이며 (Kim and Oh, 1992) 피해목으로부터 거리별에 따라서도 *M. resinosa*의 경우 차이를 보였다(McClure, 1976). 따라서 지역 간 밀도비교나 임분이나 임상별 밀도비교의 경우 표본추출의 방법과 크기, 횡수 등에 대한 연구가 필요한데 본 연구에서는 분포에 주안점을 두었기 때문에 10그루의 나무에서 조사를 하였으며 신뢰성을 높이기 위해 주로 치수를 대상으로 조사를 하였다. 특히 조사한 가지의 밀도와 빈도 간에 높은 상관관계를 보여 수관 내 특정 부위의 동일한 연령의 가지를 이용하여 발생빈도만 구하여도 상대적인 밀도값으로 대체가 가능할 것으로 생각된다. 이는 현미경하에서 수피 내에 서식하고 있는 솔껍질각지벌레를 일일이 조사하는 시간적 노력과 조사에 필요한 노동력의 절감을 꾀할 수 있는 방법으로 생각된다. 또한 수관 내 분포가

아닌 선단지나 임내 분포와 관련 된 자료를 얻기 위한 목적으로 표본조사를 한다면 통일된 공시목을 대상으로 빈도 조사를 하는 것도 대체조사 방법이 될 수 있을 것으로 생각되지만 광범위한 지역을 대상으로 솔껍질각지벌레의 밀도조사를 효율적으로 수행할 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 한편 일부 지역의 경우 실제 솔껍질각지벌레가 서식하는 지역임에도 불구하고, 수피부분의 껍질이 형성되지 않는 가지와 같은 부적절한 시료를 채취하여 재조사를 한 경우도 있었는데 이런 점을 고려한다면 솔껍질각지벌레의 분포나 밀도 조사에 적합한 표본조사의 방법에 대한 연구가 시급히 요구된다.

본 연구를 통하여 우리나라에서 솔껍질각지벌레의 실제적인 분포를 파악할 수 있었으나 목적에 따라 효율적이고 합리적인 솔껍질각지벌레 표본추출 방법의 강구에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

---

## Acknowledgments

E. Lim was supported by a grant from the BK21 Program, the Ministry of Education, Science and Technology, Korea.

## Literature Cited

- Chung, Y. J., W. I. Bae, Y. S. Park, K. S. Choi, S. G. Lee and S. C. Shin. 2000a. Distribution of black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergiana* (Homoptera: Margarodidae), infestations in Korea. KFRI J. For. Sci. 63: 85-89.
- Chung, Y. J., Y. S. Park, T. S. Chon, S. C. Shin and J. D. Park. 2000b. Dispersal pattern of the black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergiana* (Homoptera: Margarodidae), in Korea. J. Kor. For. Soc. 89: 306-309.
- Kim, K. C., J. W. Kim and G. K. Lim. 1995. Biological and physiological structure change of black pine bast scale (*Matsucoccus thunbergiana*) in coast area of Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 34: 174-180.
- Kim, K. C. and K. I. Oh. 1992. Bionomics, host range & analysis of damage aspects on the black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergiana* (Homoptera: Coccoidea), in the costal area of southwest Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 31: 386-395.
- Lim, D. O. and W. Y. Soh. 1994. Patho-historical aspects of secondary xylem in Korean *Pinus thunbergii* Parl. affected by *Matsucoccus thunbergiana*. Kor. J. Environ. Biol. 12: 1-12.
- McClure, M. S. 1976. Colonization and establishment of the red pine scale, *Matsucoccus resinosae* (Homoptera; Margarodidae) in a Connecticut plantation. Environ. Entomol. 5: 943-947.
- Miller, D. R. and S. C. Park. 1987. A new species of *Matsucoccus* (Homoptera: Coccoidea: Margarodidae) from Korea. Kor. J. Plant Prot. 26: 49-62.
- Park, S. C. 1991. Geographical distribution, biology, and research for the control of *Matsucoccus* pine bast scales (Homoptera: Coccoidea: Margarodidae). J. Kor. For. Soc. 80: 326-349.
- Park, S. C. 1994. Within-tree distribution of *Matsucoccus thunbergiana* on *Pinus thunbergiana*. Kor. J. Appl. Entomol. 33: 114-121.
- Park, S. C., A. J. Wi and K. Mori. 1994. Flight of *Matsucoccus thunbergiana* males and their response to the synthetic sex pheromone (Homoptera: Coccoidea: Margarodidae). Kor. J. Appl. Entomol. 33: 250-256.
- Park, S. C. and N. C. Park. 1985. Life history and summer diapause of the black pine bast scale, *Matsucoccus* n. sp., in Korea. Res. Rep. For. Res. Inst. Korea. 32: 11-16.
- Stephens, G. R. and D. E. Aylor. 1978. Aerial dispersal of red pine scale, *Matsucoccus resinosae* (Homoptera; Margarodidae). Environ. Entomol. 7: 556-563.