

## 海松에서의 솔껍질깍지벌레 樹上分布樣式

Within-tree Distribution of *Matsucoccus thunbergianae*  
on *Pinus thunbergiana*

朴 承 瓊

Seung-Chan Park

**ABSTRACT** Population densities of intermediate nymphs and egg sacs of *Matsucoccus thunbergianae*, a major insect pest of *Pinus thunbergiana* in southern coastal area of Korean peninsula, were estimated. Tree samples of ca. 10 cm D.B.H. were collected from old infestation area and newly invaded area. The numbers of primary branches per tree were not significantly different by the locality, but those of secondary and smaller branches were smaller in old infestation area. The numbers of intermediate nymphs per tree in old infestation area and in newly invaded area were 10.8 and 13.1 times more than those on the trunk, respectively. Approximately between 4,200 and 208,500 nymphs per tree were estimated. When secondary and smaller branch samples collected from the basal part of middle crown height, or from the central or the basal part of lower crown height, the number of samples required for the error range of 20% were 21 and 11 for 10~20 cm and 20~3 cm long branches, respectively. Approximately 63.6% of egg sacs of the whole tree were on the trunk. The node/internode bearing the largest branch had the highest egg sac density; including that, four adjacent nodes/internodes had ca. 37% of egg sacs on the trunk.

**KEY WORDS** *Matsucoccus thunbergianae*, *Pinus thunbergiana*, within-tree distribution, sampling, intermediate nymph, egg sac

**초 록** 우리나라 남부지역 해송림에 피해를 주고 있는 솔껍질깍지벌레의 해송 단목당 밀도가 추정되었다. 구피해지와 신규발생지에서 흉고직경 10 cm 내외의 공시목을 채취, 가해 약충의 서식가능 면적을 조사한 바 1차측지 밀도는 차이가 없었으나 2차측지 이하 부속지의 밀도는 구피해지가 낮았다. 약충의 분포양식은 양 지역의 공시목에서 유사한 형태를 나타냈으며 단목당 약충 추정수는 주간 약충수에 비하여 구피해지에서는 10.8배, 신규발생지에서는 13.1배로서 최소 4,200마리, 최대 208,500마리이었다. 오차범위 20%내에서 필요한 공시목의 수는 수관중부의 내부, 수관하부의 중부 및 내부에서 채취한 길이가 10~20 cm, 20~30 cm인 2차측지 이하 부속지로서 각 21개 및 11개이었다. 알주머니는 단목당 63.6%가 주간에 분포하며 이중 가장 밀도가 높은 부위는 역지를 보유한 절간마디이었으며 이를 포함, 인접된 4개 절간에서의 알주머니 밀도는 주간 전체 밀도의 약 37%이었다

**검색어** 솔껍질깍지벌레, 해송, 수상분포, 표본조사, 2령약충, 알주머니

우리나라 해안지방의 주요수종은 海松[곰솔]으로서 남부지역을 비롯하여 서해안으로는 경기도 남부, 동해안은 경상북도 북부까지 천연림이 연결되어 있으나 1980년대초부터 남서해안지방의 해송림에는 솔껍질깍지벌레(*Matsucoccus thunbergianae* Miller

and Park)가 대발생하여 산림을 황폐화 시키고 있다 (Miller와 Park 1987). 솔껍질깍지벌레류(*Matsucoccus* spp.)는 종에 따라 기주범위를 달리하며 지구상의 북반구에 널리 분포하는 각종 소나무류를 가해하는 세계적으로도 매우 유해한 山林害蟲群으로서 현재

전남대학교 농과대학 임학과(Dept. of Forestry, Chonnam National University, Kwangju)

\*이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

26종이 기록되어 있다(박 1991). 우리나라의 *M. thunbergianae* 외에 큰 산림피해를 주는 종으로 미국의 *M. resinosa*(Anderson 등 1976), 중국의 *M. matsumurae*(Cheng과 Ming 1979), 프랑스의 *M. feytaudi*(Riom과 Fabre 1977), 이스라엘의 *M. josephi*(Mendel과 Resenberg 1988) 등이 있으며 각국에서 이들의 방제연구가 진행되어 오고 있다. 수상분포양식에 관한 연구로는 Duda(1961)에 의한 *M. resinosa*의 레지노사소나무 수관중부에서의 총태별 분포양식, Riom(1979)에 의한 *M. feytaudi*의 피해연혁별 수관내 각 부위에서의 총태별 밀도, 竹谷(1975)에 의한 *M. matsumurae*의 소나무 단위면적당 2령약층의 밀도 추정 등이 있다. 생명표 작성과 관련된 연구는 미국에서 McClure(1986), 중국에서 Cheng과 Ming(1979), Cheng 등(1983)에 의하여 수행되었으나 이들에 있어 수상분포양식에 근거한 sampling technique에 관한 내용은 언급되지 않았다.

솔껍질까지벌레류의 암컷성충은 우화하여 가지를 기어다니다가 교미 후 주로 수피틈 또는 가지의 파디부위에 정착(단목간의 이동능력은 없음), 알주머니를 만든 후 그속에 알을 낳고 이로부터 부화한 약충은 주간 및 가지의 인편밀에 정착, 다시 암컷 성충(수컷의 경우는 전성충: preadult)으로 우화할 때까지 장소의 이동이 없이 생장을 완료한다. 이렇게 알들이 부화하여 생장, 변식을 완료할 때까지 비행능력이 있는 수컷성충을 제외한 모든 총태는 같은 기주식물 개체내에 제한되어 있으므로 일부 부화약충이 바람에 날려 건전한 임분으로 진입되는 초기발생의 경우를 제외하고는 이러한 전입이 단목내 총밀도의 경시적 변화에 크게 작용하지는 않을 것이다. 더욱이 임지내 해송 단목간의 크기 변이와 함께 솔껍질까지벌레류의 피해 양상이 동일임분내에서도 피해가 點狀發生, 단목간의 밀도변이가 매우 높은 것을 고려할 때 개체군동태학적 연구는 지상 단위면적당의 총밀도(absolute population)에 의한 것 보다는 단목당의 총밀도 조사에 의한 접근방법이 매우 효율적일 것이다. 그러나 단목당의 총밀도를 多數조사한다는 것도 현실적으로 불가능할 뿐만 아니라 밀도조사시 충체를 보호하고 있는 인편이 제거되면 폐사하게 되므로(즉 destructive sampling에 의존할 수 밖에 없으므로) 총태별 단목당 해충밀도의 추정은 매우 중요한 의의를 갖는다. 본 연구는 해충의 총태별

수상분포양식을 조사, 단목당 밀도추정에 의한 해충의 개체군동태학적 연구법에 활용, 효율적 방제전략을 모색하기 위하여 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 공시목 채취 및 측지의 수관내 부위별, 크기별 밀도조사

본 조사를 위한 공시목은 솔껍질까지벌레 피해가 오래된 구피해지 및 최근 해충이 침입한 것으로 보이는 신규발생지에서 채취되었다. 구피해지는 전라남도 무안군 청계면 사마리에 위치하며 1983년 솔껍질까지벌레 최초 발견 당시에도 이미 수년간의 피해를 받고 있던 지역이고 신규발생지는 나주군 산포면 산재리에 위치하며 1992년에 이르러 본 해충에 의한 외관적 피해가 나타나기 시작한 지역이다. 구피해지의 우점종은 해송으로서 기타 적송, 리기다소나무, 참나무류 등이 서식하고 있었으며 신규발생지에서는 주로 해송과 적송이 혼재하고 있었다. 양 지역의 피해림에는 치수로부터 흉고직경 20 cm 이상의 해송이 혼재하여 있으나 해충의 수상분포양식은 입목 크기에 따라 큰 차이가 있을 것이므로 피해림에서 정상적인 생장 형태를 지니고 있으며 최근의 피해정도가 경미한(수관하부의 갈변된 잎이 거의 없는) 흉고직경 10 cm 내외의 공시목만을 선정, 채취하였다. 솔껍질까지벌레의 알주머니는 주로 주간의 수피틈에 분포하나 약충은 주간, 1차측지, 2차측지 이하의 부속지 등 수관 전체에 서식하므로 각 지역별로 10본씩의 공시목을 채취, 부위별 측지밀도를 고사한 가지를 제외하고 조사하였다. 1차측지는 그 연령에 따라 1~4, 5~9, 10년생 이상 등 3개 연령층으로 나누었으며, 2차측지 및 이에 발생한 부속지는 구별이 없이 수관부위에 따라 수관상부(2~4년생 1차측지에 발생), 수관중부(5~9년생 1차측지에 발생)의 외부 및 내부, 수관하부(10년생 이상 1차측지에 발생)의 외부, 중부 및 내부 등 6개 부위로 나누어 크기별 가지수를 조사하였다.

### 약충의 수상분포양식

주간에서의 약충밀도: 구피해지 및 신규발생지에서 각 10본의 공시목을 채취, 이중 각 2본을 임의로 선정하여 매 공시목에서의 절간별(주간내 연령별)

밀도를 조사하였다. 각 절간의 상부에 인접되어 있는 마디부위는 같은 해당절간으로 간주하였으며 직경 2cm 미만의 절간은 전수조사하였다. 박과 박(1985)에 의하면 각 절간내의 약충밀도는 높이부위별(마디, 절간상부, 절간중부, 절간하부)로는 차이가 있었으나 방위별로는 차이가 인정되지 않았으므로 그 이상 직경의 절간은 임의로 방위를 선정, 각 1cm 세로 띠내의 약충수를 조사한 후 실제로 약충밀도가 조사된 면적에 대한 해당 절간의 면적비에 의거, 각 절간별 약충밀도를 산출하였다. 나머지 공시목(각 지역당 8본)에서의 주간내 총밀도는 전수조사된 공시목의 총 분포양식에 의거, 밀도를 추정하였다.

**1차측지에서의 약충밀도 :** 각 조사지역에서 채취한 10본의 공시목중 주간의 약충밀도가 평균치에 가까운 3본씩의 공시목으로부터 선정, 공시목당 각 연령계급별(1~4, 5~9, 10년 이상)로 길이 20, 60, 100, 150, 200 cm 내외의 1차측지를 5개씩 선정(공시지가 부족한 부위는 가능한 가지수만을 채취), 각 연령계급별, 크기별 1차측지에서의 평균서식약충수를 동일 공시목 주간의 약충밀도와 비교, 그 비율을 산출하였다. 1차측지의 경우 가지의 윗면(dorsal part)과 밑면(ventral part)은 인편의 부착상태 및 약충의 분포양상이 다르므로(박과 박 1985) 1차측지의 둘레중 옆 절반면내의 밀도를 조사하여 그 배수를 가지당 총밀도로 하였다

**2차측지 이하 부속지에서의 약충 밀도 :** 1차측지의 약충밀도 조사시와 동일한 공시목 6본에서 공시목당 각 수관내 부위로부터 각 크기별 부속지를 10개씩 채취(공시지가 부족한 부위는 가능한 가지수만을 채취), 각 가지당의 약충밀도를 조사하였다. 약충밀도는 임의로 가지의 세로 절반면에서 조사, 그 배수를 가지당의 약충밀도로 하였다.

**알주머니의 수상분포양식**

Riom(1979)은 *M. feytaudi*의 알주머니 분포가 방위별로 차이가 없음을 보고하였으며 솔껍질각지벌레에서도 방위별 차이는 인정되지 않았으나 주간내 동일연령 절간에서의 알주머니 밀도는 마디부위>절간상부>절간중하부로 차이가 있음이 조사된 바 있다(박과 박 1985). 따라서 직경 3cm 이하의 주간은 전수 조사하고 그 이상 직경의 절간은 절간하부로부터 그 절간의 바로 위에 인접된 마디부위까지 임

의로 선정된 방위에 폭 3cm의 세로띠를 설정, 그 안의 알주머니 밀도를 조사하고 해당절간의 직경에 의거, 면적비로 절간당 밀도를 산출하였다. 수관하부의 연령구분이 되지 않는 부위는 매 20cm 길이내의 밀도를 수간을 따라 내려가며 조사하여 매공시목별 주간전체의 알주머니수를 추정하였다. 솔방울내의 알주머니수는 전수조사하였으며 각 주간마디에서 1개씩 채취한 1차측지 및 이의 부속지에서도 알주머니를 전수조사, 각 주간마디의 1차측지와 곱하여 공시목당 모든 측지내의 알주머니수를 추정하였다.

**결과 및 고찰**

**공시목의 부위별 측지밀도 조사**

각 연령계급별 1차측지의 단목당 밀도는 피해지역별로 차이가 인정되지 않았다(t-test, p>0.05)(표 1). 수관상부, 수관중부의 외부 및 내부, 수관하부의 외부에서의 단목당 2차측지이하 부속지의 밀도는 피해지역별로 차이가 없었으나 수관하부의 중부 및

**Table 1. Number of primary branches per tree, by age and length classes\* (old infestation area/newly invaded area)**

Branch length (cm)	Age (years)			Total
	1~4	5~9	10 or more	
5-10**	10.0/ 8.1	1.5/ 2.8	0.3/ 0.8	11.8/11.7
10-20	3.4/ 4.6	1.9/ 2.9	0.4/ 0.6	5.7/ 8.1
20-30	3.0/ 3.4	3.0/ 4.4	2.0/ 1.3	8.0/ 9.1
30-40	2.3/ 1.6	3.4/ 3.2	1.2/ 1.4	6.9/ 6.2
40-50	1.3/ 1.6	3.5/ 2.5	1.4/ 1.4	6.2/ 5.5
50-60	0.9/ 0.5	2.7/ 1.5	1.6/ 1.1	5.2/ 3.1
60-80	1.0/ 1.7	3.1/ 4.5	2.3/ 3.1	6.4/ 9.3
80-100	0.3/ 0.9	2.0/ 3.3	1.8/ 1.6	4.1/ 5.8
100-120	0.4/ 0.2	1.8/ 1.8	1.6/ 1.6	3.8/ 3.6
120-140	0.3/ 0.2	1.6/ 1.7	0.8/ 1.4	2.7/ 3.3
140-160	0 / 0.1	1.2/ 0.6	1.8/ 2.1	3.0/ 2.8
160-180	0 / 0	0.9/ 0.8	1.2/ 1.3	2.1/ 2.1
180-200	0 / 0	0.6/ 0.2	0.9/ 1.2	1.5/ 1.4
200-220	0 / 0	0.4/ 0.2	1.0/ 0.5	1.4/ 0.7
220-250	0 / 0	0.4/ 0.1	1.1/ 1.3	1.5/ 1.4
250-	0 / 0	0 / 0	0.8/ 0.9	0.8/ 0.9
Total	22.9/22.9	28.0/30.5	20.2/21.6	71.1/75.0

\*Average of 10 sample trees from each study area.

\*\*Branches shorter than 5 cm were ignored

**Table 2. Number of secondary and smaller branches per tree, by sections within the crown and length classes\* (old infestation area/newly invaded area)**

Height**	Section Distance from trunk	Branch length (cm)					Total
		3~10***	10~20	20~30	30~40	40~	
Upper		83.4/ 75.0	25.8/ 20.5	8.0/ 9.3	1.8/ 1.5	1.8/ 2.1	120.8/108.4
Middle	Distal	194.3/181.3	99.8/ 83.0	49.7/47.0	8.2/10.2	5.8/ 6.6	357.8/328.1
	Basal	154.0/152.8	59.5/ 63.4	46.2/48.0	16.7/23.1	8.7/10.0	285.1/295.3
Lower	Distal	180.5/185.7	50.6/ 49.3	36.3/51.7	8.4/ 9.9	11.5/13.2	287.3/309.8
	Central	91.3/134.2	32.2/ 57.8	32.8/49.8	18.0/20.6	6.5/ 8.4	180.8/270.8
	Basal	119.3/227.5	57.0/128.6	27.1/59.4	8.7/13.9	11.3/15.3	223.4/444.7

\*Average of 10 sample trees from each study area; \*\*Upper on 2~4 year old primary branches. Middle: on 5~9 year old ones. Lower: on 10 or more year old ones; \*\*\*Branches shorter than 3 cm were ignored.

**Table 3. Number of intermediate nymphs on each yearly growth of trunk**

Age of internode and node	Old infestation area				Newly invaded area			
	Tree sample #1		Tree sample #2		Tree sample #1		Tree sample #2	
	Diameter (cm)	No. nymphs	Diameter (cm)	No. nymphs	Diameter (cm)	No. nymphs	Diameter (cm)	No. nymphs
1	1.0	0	1.0	0	0.9	2	1.1	0
2	1.2	13	1.2	0	1.2	31	1.2	15
3	1.6	31	1.3	18	1.5	97	1.4	57
4	1.9	113	1.4	72	1.8	334	1.7	151
5	2.3	279	1.6	165	2.5	618	2.1	430
6	2.5	586	1.8	202	3.2	1247	2.7	355
7	3.1	327	2.3	50	3.6	490	3.4	277
8	3.5	360	3.0	8	4.3	127	4.2	136
9	4.2	73	3.5	3	4.6	58	4.9	55
10	4.7	44	3.9	6	5.2	32	5.4	34
11	5.1	36	4.3	3	5.3	20	6.3	10
12	5.6	9	4.9	0	6.0	6	6.9	8
13	6.8	0	5.0	0	6.3	0	7.2	0
Total	—	1871	—	527	—	3062	—	1528

내부에서는 구피해지에서 채취된 공시목의 부속지 밀도가 신규발생지에 비하여 낮았는데(t-test, p<0.05) 이는 장기간 반복된 해충피해에 의하여 고사, 탈락된 가지가 많았기 때문인 것으로 풀이된다(표 2).

**약층의 수상분포양식**

**주간에서의 약층분포 :** 각 조사지역에서 선정된 2 본씩의 공시목으로부터 산출된 주간에서의 각 절간 별 약층수는 표 3과 같다. 주간에서의 약층분포양식은 구피해지 및 신규발생지에 있어 유사한 양상

으로 주간 총약층밀도의 5%가 넘는 절간은 대체로 4~8년생, 직경 1.5~4.0 cm이었다. 그 이상의 직경에서 서식밀도가 낮았던 것은 수피가 두터워 약층의 흡즙이 어렵기 때문일 것이다. 각 공시목에서 총밀도가 가장 높은 3개 절간의 약층수 합계는 주간 총약층밀도의 74.6±7.3%로 3개 절간의 밀도를 조사함으로써 나머지 공시목에서 주간의 총약층밀도를 추정할 때 각 지역 10본의 공시목에 있어 구피해지에서의 단목당 주간내의 총밀도는 2705.9±1911.0 마리(최소 527, 최대 6923), 신규 발생지에서는

**Table 4. Density of intermediate nymphs per primary branch, represented by percentage of the number of nymphs on the trunk\***

Age (year)	Branch length (cm)				
	20(5~40)	60(40~80)	100(80~120)	150(120~180)	200(180~)
1~4	0.0	0.4	—**	—**	—**
5~10	0.8	2.2	7.1	10.5	13.0
10 or more	0.8	3.4	12.0	17.9	25.8

\*Average of 6 sample trees; \*\*Ignored due to low nymphal density and small number of branches per tree.

**Table 5. Density of intermediate nymphs on all the primary branches per tree, represented by percentage of the number of nymphs on the trunk\***

Age (year)	Branch length (cm)				
	20(5~40)	60(40~80)	100(80~120)	150(120~180)	200(180~)
1~4	0	1.2	—	—	—
5~10	9.3	20.0	32.0	35.7	13.0
10 or more	3.2	18.7	39.6	77.0	87.7
Total			337.4		

\*Based on Tables 1 and 4

**Table 6. Density of intermediate nymphs per secondary and smaller branch, represented by percentage of the number of nymphs on the trunk\***

Section	Branch length (cm)				
	3~10	10~20	20~30	30~40	40~
Upper	0.02	0.05	0.16	0.28	0.25
Middle, distal/Lower, distal	0.06	0.18	0.39	0.80	1.42
Middle, basal/Lower, central/Lower, basal	0.19	0.67	1.32	2.08	4.22

\*Average of 6 sample trees

4102.8±4694.5마리(최소 322, 최대 15917)이었다. 솔껍질까치벌레에 의한 입목의 외관적피해는 초기에 입지내에서 점상발생의 양상을 나타낸 후 점차 전면적으로 그 피해가 확대되는데 신규발생지에서 단목간의 밀도변이가 컸던 것은 이와 같은 피해초기 입지내의 점상발생 양상과 관련되는 것으로 사료된다.

**1차측지에서의 약충밀도** : 구피해지 및 신규발생지에서의 1차측지의 연령계급별, 크기별 평균약충수의 주간내 총밀도에 대한 비율은 차이가 인정되지 않아 이들의 통계량을 평균한 바 표 4와 같다. 또한 표 1에서 양지역에서의 1차측지의 단목당 평균밀도는 유사하였으므로 이들의 평균치에 표 4의 각 연령계급별, 크기별 가지당 총밀도를 곱하여 단목당 1

차측지 전체의 주간 총밀도에 대한 비교밀도를 산출한 바(표 5) 단목내 1차측지 전체의 총밀도는 주간약충밀도의 약 3.4배로 추정되었다.

**2차측지 이하 부속지에서의 약충밀도** : 수관내 각 부위별 약충밀도의 조사결과 중부의 외부 및 하부의 외부간에, 그리고 중부의 내부 및 하부의 중부와 내부간에서는 유사한 밀도를 나타내어 이들 각 부위의 조사치를 평균하였다. 또한 구피해지와 신규발생지에서의 주간내 총밀도에 대한 부속지내 총밀도의 비율은 차이가 나타나지 않아 공시목 6본에서 분석된 자료를 평균한 바 표 6과 같다. 이에 표 2의 각 부위별, 크기별 가지당 총밀도를 곱하여 단목당 부속지 전체의 주간총밀도에 대한 비교밀도를 산출한 바(표 7, 8) 구피해지에 있어 2차측지 이하 부속지

**Table 7. Density of intermediate nymphs on all the secondary and smaller branches per tree in old infestation area, as represented by percentage of the number of nymphs on the trunk\***

Section	Branch length (cm)				
	3~10	10~20	20~30	30~40	40~
Upper	1.7	1.3	1.3	0.5	0.5
Middle, distal/Lower, distal	22.5	27.1	33.5	13.3	24.6
Middle, basal/Lower, central/Lower, basal	69.3	99.6	140.1	90.3	111.8
Total	637.4				

\*Based on the Tables 2 and 6.

**Table 8. Density of intermediate nymphs on all the secondary and smaller branches per tree in newly invaded area, as represented by percentage of the number of nymphs on the trunk\***

Section	Branch length (cm)				
	3~10	10~20	20~30	30~40	40~
Upper	1.5	1.0	1.5	0.4	0.5
Middle, distal/Lower, distal	22.0	23.7	38.8	16.1	28.1
Middle, basal/Lower, central/Lower, basal	97.8	167.4	207.5	119.8	142.2
Total	868.2				

\*Based on the Tables 2 and 6

전체의 총밀도는 주간 총밀도의 약 6.4배, 신규발생지의 경우 약 8.7배이었다. 따라서 구피해지에 있어 단목당의 총 약충밀도는 주간내 약충수의 10.8배, 신규발생지는 13.1배로 추정되며 본조사에서의 단목당 총 약충밀도 추정치는 최소 약 4,200마리, 최대 약 208,500마리이었다.

본 조사에서는 구피해지 및 이미 외견상 피해가 나타난 지역의 공시목이 선정되었는데 외견적피해가 나타난 수목은 이미 수년간의 해충피해를 받았을 것이므로 초기해충 발생과는 양상이 다를 수 있다. Riom(1977)에 의하면 솔껍질각지벌레류의 일종 *Matsucoccus feytaudi*에 있어 초기발생 입목은 주간에 많은 약충이 분포하고 장기적으로 피해를 받은 입목은 상대적으로 측지에 많이 분포하는데 본 조사에 있어서는 양 지역간의 분포양식이 유사하였던 것으로 보아 앞으로 해충 초기발생 입목에서의 수상분포양식이 본 조사결과와 비교되어야 할 것으로 사료된다.

개체군동태학적 연구를 위한 총밀도의 경시적 변화 조사에 있어 고정공시목별로 여러 차례에 걸친 계속적인 공시지 채취를 위하여는 단목당 유사한

조건을 갖춘 많은 가지가 필요하다. 수관 중부의 내부, 그리고 수관 하부의 중부 및 내부에 위치한 2차측지 이하의 부속지중 10~20 및 20~30 cm 크기의 가지는 단목당 가지수도 많고 총밀도도 비교적 높아 공시지로 적합할 것이 예상되어 각 지역 별로 채취한 7본씩의 공시목으로부터 단목당 상기 수관내부위에서 크기별로 10개씩의 가지를 채취, 각 공시지의 약충밀도를 조사하고 단목내에서의 변이 계수를 산출하였다. 14본 공시목에서의 평균 변이 계수는 10~20cm 가지가 46.2%, 20~30 cm 가지가 33.7%이었던 바 단순임의 추출법에 의한 표본수 도출식  $n=t^2s^2/E^2$ 을 이용한 오차범위 20%에서의 표본수는 각 20.5개 및 10.9개이었다.

#### 알주머니의 수상분포양식

구피해지 및 신규발생지에서의 알주머니 밀도는 주간에서  $2705.9 \pm 1911.0$  및  $4102.8 \pm 4694.5$ 이었는데 약충밀도의 경우와 같이 신규발생지에서 단목간의 밀도변이가 높았다 주간과 측지의 알주머니 분포 비교에 있어 신·구발생지는 유사한 경향을 나타내며 주간의 총 알주머니 추정밀도에 대한 솔방

Table 9. Egg sacs distribution characteristics on the trunk\*

Item	Locality	
	Old infestation	Newly invaded
Age of node/internode with highest density of egg sacs (A)	13.8±3.8	12.5±2.9
Age of node bearing the largest branch (B)	13.5±4.2	12.9±2.5
A-B (Differences in ages between A and B)	0.3±1.8	-0.4±1.6
Ages of five nodes/internodes with highest egg sac densities, compared with the node/internode having maximum number of egg sacs	Maximum (9.6)**	(10.8)
	Second +1 (7.8)	+1 (7.7)
	Third +2 (6.9)	-1 (7.2)
	Fourth -1 (6.0)	+2 (6.6)
	Fifth +3 (5.8)	+3 (5.9)
	(Total) (36.1)	(38.2)

\*Ten sample trees from each locality; \*\*In parentheses are density of egg sacs on each node/internode, represented by the percentage of egg sacs on the whole trunk.

올내 알주머니 밀도 및 수관전체(술방울 제외) 알주머니 추정밀도의 비율은 각각 4.8% 및 52.4%로서 단목당 알주머니 총밀도의 63.6%가 주간에 형성되어 있어 약층의 수상분포와는 현저한 차이가 있었다. 주간에서 가장 밀도가 높은 절간의 연령은 공시목간의 변이가 컸으나 역지가 발생된 절간과 가장 알주머니의 밀도가 높은 절간은 거의 일치하며 이의 비교는 가장 알주머니가 많은 절간의 연령보다 변이가 낮아(표 9) 역지가 발생된 주간마디를 보아 가장 알주머니 밀도가 높은 절간을 추정하는 것이 보다 효율적일 것으로 판단된다.

역지가 발생된 주간마디를 포함하여 알주머니 밀도가 가장 높은 5개의 절간은 본 절간의 바로 위 1개 절간 및 인접된 아래의 3개 절간이었으며 이들에는 주간 전체 알주머니 수의 약 37%가 분포되어 있었는데 본 5개 절간내의 알주머니 수를 조사하여 주간의 알주머니 밀도를 추정할 수 있을 것이다. 약층의 밀도조사는 총체가 작은 관개로 야외에서의 조사가 어려워 시료를 채취, 실내에서 검경하여야 하므로 2차측지 이하 부속지에서의 총밀도 조사가 고려되었다. 알주머니는 대부분이 주간에 분포하고 야외에서 밀도조사가 가능하지만 조사시 수피가 제거되어야 하므로(즉, 알주머니 형성장소가 파괴되므로) 세대간의 밀도 비교를 위하여는 주간의 일부분에서 조사가 되어야한다. 본 조사에서 사용된 각 절간에서의 세로피 구간내 밀도조사는 이에 적용할 수 있는 방법으로 사료된다.

## 인용문헌

- Anderson, J.F., R.P. Ford, J.D. Keg & J.H. Risley 1976. The red pine scale in North America. *Conn. Agr. Expt. Sta. Bull.* 765: 1-6.
- Cheng, H. & W. Ming. 1979. Population dynamics and biological control of *Matsucoccus matsumurae* Kuwana (Homoptera: Margarodidae). *Acta Entomol. Sinica* 2: 149-155.
- Cheng, H., W. Ming & Q. Ge. 1983. Experiments on integrated pest control of *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana). *J. Nanjing Tech. Coll. For Prod.* 1: 11-30.
- Duda, E.J. 1961. Some aspects of the biology and ecology of the red pine scale, *Matsucoccus resinosae* B. and G. (Homoptera: Margarodidae). Ph.D. dissertation, Univ. of Massachusetts, Amherst. 168 pp.
- McClure, M.S. 1986. Role of predators in regulation of endemic populations of *Matsucoccus matsumurae* (Homoptera: Margarodidae) in Japan. *Environ. Entomol.* 15: 976-983.
- Mendel, Z. & U. Rosenberg. 1988. Trials to control *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Margarodidae) with Fenoxycarb. *Jour. Econ. Entomol.* 81: 1143-1147.
- Miller, D.R. & S.C. Park. 1987. A new species of *Matsucoccus* from Korea. *Korean J. Plant Prot.* 26: 49-62.
- 박승찬, 박남창 1985. 솔껍질까지벌레 생태 및 방제에 관한 연구. 임업시험장 시험연구보고서 695-709
- 박승찬. 1991. 솔껍질까지벌레류의 지리적 분포, 생태, 피해 및 방제연구(총설). 한국임학회지 80: 326-349.
- Riom, J. & J.P. Fabre. 1977. Etude biologique et ecolo-

logique de la Cochenille du pin Maritime, *Matsucoccus feytaudi* Ducasse, 1942 (Coccoidea, Margarodidae, Xylococcinae) dans le sud-est de la France. 3 Structure des populations sur l'arbre. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* **9**: 181-209.

Riorn, J. 1979. (ibid.) 4. Potentiel biotique et dynamique des populations. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* **11**: 397-356.

竹谷昭彦. 1975. マツに寄生するカイガラムシ個體數推定の豫備調査. *森林防疫* **24**: 96-100.

(1994년 5월 3일 접수)