

## 솔잎혹파리가 소나무生長에 미치는 影響에 관한 研究(II)<sup>1</sup>

—소나무의 被害—

朴 基 南<sup>2</sup> · 玄 在 善<sup>3</sup>

Studies on the Effects of the Pine Needle Gall Midge,

*Thecodiplosis japonensis*

Uchida et Inouye, on the Growth of

the Red Pine, *Pinus densiflora* S. et Z. (II)<sup>1</sup>

—Growth impact on red pine—

Ki Nam Park<sup>2</sup> · Jai Sun Hyun<sup>3</sup>

### 要 約

솔잎혹파리가 소나무 生長에 미치는 影響을 그 發生經過年數가 서로 다른 忠淸南道 舒川郡, 保寧郡, 洪城郡內 9個 地域에서 調査, 比較하였다. 이 調査는 被害許容限界를 알기 위한 첫 段階로 소나무被害의 概況을 본 것으로 얻어진 結果는 다음과 같다. 1) 솔잎혹파리가 發生된 소나무의 被害는 4~5年間 持續되는데 2~3年次에 가장 甚하였다. 2) 솔잎혹파리의 蟲癭形成은 소나무의 直徑生長과 樹高生長의 沮害를 同時에 일으킨다. 3) 소나무의 直徑生長과 樹高生長間에는 密接한 相關關係가 있었으며 솔잎혹파리 被害에도 불구하고 이 關係는 攪亂되지 않았다. 따라서, 主新梢의 生長沮害 狀況을 가지고 直徑生長의 沮害程度를 推定할 수 있을 것이다. 4) 솔잎혹파리의 蟲癭率은 北向에서 越等하게 높아 소나무의 枯死도 北向에서 높았다. 5) 솔잎혹파리로 因한 13年生 소나무의 材積生長損失은 수확표와 比較할 때 75~85% 以上이 되고 이 被害는 正常的인 生長을 되찾아도 復舊되기 어려울 것 같다.

### ABSTRACT

The effects of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*, on the growth of the Korean red pine, *Pinus densiflora*, were examined for the natural forest stands at nine locations: Seocheon-gun, Boryong-gun, and Hongseong-gun in Chooncheongnam-do, where consequence of the infestation had been different. To estimate the economic threshold level of the pine needle gall midge, the growth impacts due to the insect were examined with terminal shoot growth, and cambial growth by analyzing the growth horizontally and vertically. The results obtained are as follows: 1) In general, the growth impacts of the red pine trees were significant for the five consecutive years since damage had occurred, and its maximum retardation was shown in the second and the third years. 2) Simultaneous retardation occurred in both terminal and cambial growth of the tree, probably due to cumulative characteristics of the feeding behaviour. 3) Strong correlation was found

<sup>1</sup> 接受 11月 21日 Received November 21, 1983.

<sup>2</sup> 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul, Korea.

<sup>3</sup> 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea.

between terminal and cambial growth of Korean red pine and this was true for the trees infested by pine needle gall midge. Thus retardation in cambial growth due to the insect may be estimated with that in terminal growth. 4) Infestation was greater on slope facing north than south even though the history of the infestation had been similar. 5) The stem volume of 13-year-old, infested Korean red pine was reduced by more than 75-85%, compared to same aged, uninfested pine in yield table. Thus, much longer period is required to recover the normal growth.

*Key words:* Thecodiplosis japonensis; Pinus densiflora; growth impact; damage analysis.

## 緒 論

林業은 農業과는 달리 그 立地條件의 差違와 生育期間의 長期性으로 因한 經濟의 理由 등으로 自然의 힘에 主로 依存하는 粗放的 經營을 할 수 밖에 없는 바, 害蟲防除에 있어서도 이로 因한 많은 制限이 있다고 본다.

森林에 害蟲이 蔓延되었을 때, 우리가 取할 基本的인 防除戰略은 最少規模의 防除實施로 最大의 防除效果를 擧揚토록 하는 것이어야 할 것이다. 이 같은 效率의인 防除를 圖謀하기 위하여는 廣範한 發生地中에서 어느곳을 防除할 것이며, 또 언제 防除할 것인가 하는 點을 生物學的으로 또 經濟的으로 判斷할 수 있어야 한다.

이러한 決定은 害蟲加害로 因한 植物被害를 解析하고 이를 바탕으로 被害許容限界가 設定되었을 때 可能하여 진다.

솔잎혹파리로 因한 소나무被害의 解析에 關하여는 Miura(1962)와 倉永(1974)의 報告가 있다. 그러나 Miura의 研究는 被害許容限界를 設定하는 段階에 이르지 못한 것이었고, 倉永은 곰솔(海松)에 있어서 被害許容水準은 蟲癭率 50%로 推定하고 있으나 이는 蟲癭率이 減少되고 있는 林地에서 곰솔의 生長이 正常回復되기 始作하는 限界蟲癭率을 본 것이다.

前報(朴 및 玄, 1983)에서는 솔잎혹파리가 擴散進行中에 있는 忠淸南道 舒川郡으로부터 洪城郡에 이르는 地域에서 그 蟲癭率의 年次的 變動을 調査하고, 솔잎혹파리는 새로운 地域으로 侵入하였을 때 約 6世代 동안 蟲癭率이 增加하여 地域間에 差異는 있으나 平均 60% 程度까지 增加한 後 急激하게 減少하는 樣相을 보이는데 約 10世代後부터는 10%未滿의 낮은 蟲癭率을 繼續 維持함을 報告하였다.

本報는 이와 같은 蟲癭率의 變動過程에서 소나무가 받는 累積的 被害를 調査, 分析한 것이다.

## 材料 및 方法

前報(朴 및 玄, 1983)의 솔잎혹파리 蟲癭率의 年次的 變動過程을 調査한 同一調査地에서 소나무의 生長狀況을 調査하였다. 다만, 이 北向林地와 가장 인접한 南向林地에 調査地를 追加設定하여 比較, 調査하였는데 이들 調査地의 솔잎혹파리 最初發生年次와 概略的인 林況 및 地況은 表 1과 같다.

소나무의 生長調査는 前報와 같이 各 調査地를 3개의 0.5 ha 크기의 小區로 區分하고 各 小區에서 소나무 10本씩을 定하여 節間길이와 樹高를 測定하였고, 其中 2本씩은 各節의 中央部에서 圓板을 採取하여 年輪幅을 實體顯微鏡下에서 micrometer에 依하여 3方向으로 測定 平均하였다. 또한 伐採된 供試木의 針葉을 전부 수집하여 生重量을 測定하였다.

소나무의 枯死率 및 主新梢枯死率 調査는 忠淸南道 保寧郡 藍浦調査地 以外에 保寧郡 嶺山面 성주리와 江原道 春城郡 新東面 학곡리에서 各 1個所씩 調査地가 追加되었다.

保寧郡 嶺山面 調査地는 立木本數가 ha當 10,000本以上 密生되어 있고, 樹高가 3m內外되는 單純林으로 1981年度 現在의 蟲癭率은 南向이 27%, 北向이 32%였고, 그 前年의 蟲癭率은 落葉의 흔적으로 보아 50%以上 되었던 林地이었다. 春城郡 調査地는 保寧郡과 비슷한 條件이나 ha當 立木本數가 5,000本 程度로 낮은 便이었고 1981年의 蟲癭率은 南向이 44%, 北向이 70%였으며, 그 前年度 蟲癭率은 80% 程度로 推定되었다.

## 結 果

### 1. 소나무 被害의 概況

솔잎혹파리가 소나무에 주는 被害의 概況을 알기 위하여 솔잎혹파리 蟲癭率의 差異가 있는 忠南 솔잎혹파리 擴散先端地에서 林地를 南北向別로 區分하

**Table 1.** General characters of the areas studied.

No. Location	Year of infestation started	Aspect	Slope (°)	Sample tree of <i>Pinus densiflora</i>			Bare ground (%)
				Height (m)	D. B. H. (cm)	Number/100m	
1 Hongseong Jang-gog	1978	S	15	3.44 ± 0.60	3.89 ± 1.28	86	40
		N	15	3.31 ± 0.60	4.33 ± 0.80	56	20
2 Boryeong Cheongso	1977	SW	10	2.82 ± 0.33	3.74 ± 0.63	79	50
		N	5	3.50 ± 0.24	4.24 ± 0.77	78	20
3 Boryeong Jupo	1976	S	10	3.06 ± 0.68	3.47 ± 0.54	101	50
		N	5	3.14 ± 0.65	4.19 ± 0.98	57	15
4 Boryeong Daecheon	1975	S	20	3.19 ± 0.51	4.07 ± 1.02	89	30
		N	15	3.59 ± 0.68	4.41 ± 0.68	88	5
5 Boryeong Nampo	1974	S	20	3.47 ± 0.57	4.09 ± 0.51	124	10
		N	20	4.15 ± 0.56	4.35 ± 0.85	84	5
6 Boryeong Uungcheon	1973	S	10	2.54 ± 0.40	3.09 ± 0.56	81	80
		NW	10	2.95 ± 0.38	3.76 ± 0.84	153	40
7 Boryeong Jusan	1972	S	20	3.32 ± 0.35	3.45 ± 0.25	82	30
		N	15	2.89 ± 0.47	4.05 ± 0.85	77	30
8 Seocheon Pan-gyo	1971		—	—	—	—	—
9 Seocheon Biin	1970	SW	10	2.40 ± 0.37	2.98 ± 0.39	260	60
		N	20	2.91 ± 0.56	3.26 ± 0.50	280	20
10 Seocheon Seocheon	1969	S	10	3.46 ± 0.82	4.43 ± 0.94	86	70
		N	5	3.86 ± 0.55	3.94 ± 0.74	70	10

**Table 2.** Effects of the pine needle gall midge infestation on the growth of *P. densiflora* in areas where its population increased(1981).

Locations	Aspect	Gall formation (%)	Wt. of fresh needles/tree (kg)	Needle length (cm)	Top-shoot length (%)	Width* of rings (mm)	Tree mortalities (%)
Jang-gog	S.	7 ± 9	1.1	6.8 ± 0.9	31 ± 9	2.5 ± 0.4	0
	N.	2 ± 3	1.6	7.4 ± 0.7	38 ± 10	2.3 ± 0.5	0
Cheongso	S.	4 ± 3	2.3	8.7 ± 0.9	24 ± 8	1.8 ± 0.8	0
	N.	6 ± 5	1.8	7.9 ± 1.2	26 ± 9	2.2 ± 0.5	0
Jupo	S.	14 ± 7	2.1	7.8 ± 0.6	17 ± 8	1.6 ± 0.5	0
	N.	24 ± 11	1.8	7.7 ± 0.9	17 ± 7	1.6 ± 0.7	0
Daecheon	S.	28 ± 14	1.4	7.8 ± 1.0	13 ± 6	0.8 ± 0.4	0
	N.	46 ± 19	0.9	7.0 ± 0.8	13 ± 5	0.7 ± 0.5	7.7
Nampo	S.	12 ± 6	0.7	7.7 ± 1.3	8 ± 3	0.7 ± 0.6	0
	N.	18 ± 11	0.3	6.8 ± 0.9	6 ± 5	0.7 ± 0.4	28
Uungcheon	S.	6 ± 5	1.2	7.0 ± 1.1	11 ± 4	0.9 ± 0.4	0
	N.	17 ± 20	1.4	6.5 ± 0.8	8 ± 4	0.9 ± 0.3	0
Jusan	S.	6 ± 3	1.4	7.2 ± 0.9	7 ± 4	0.8 ± 0.2	0
	N.	11 ± 11	1.7	6.5 ± 1.4	6 ± 3	0.8 ± 0.2	0
Biin	S.	1 ± 1	1.7	7.5 ± 0.9	15 ± 7	1.7 ± 0.3	0
	N.	1 ± 1	2.2	8.0 ± 1.3	25 ± 7	1.8 ± 0.3	0
Seocheon	S.	2 ± 2	1.4	7.9 ± 1.1	29 ± 15	3.0 ± 0.4	0
	N.	4 ± 4	1.2	9.3 ± 1.4	45 ± 12	2.6 ± 0.1	0

\* The width of rings was measured at a 2m height from the ground.

여 소나무의 生長狀況을 調査한 結果는 表 2와 같다.

南向林地부터 살펴보면 1981年度의 平均 蟲瘻率은 大川調査地가 28%로 가장 높고, 이를 分岐點으로 하여 長谷부터 靑所 및 周浦는 各各 7%, 4%, 14%로 增加되는 傾向을 보이고 있고, 藍浦에서부터는 12%, 6%, 6% 등으로 蟲瘻率이 낮아지고 있다. 北向에 있어서도 大川調査地에서 46%의 가장 높은 蟲瘻率을 나타내고, 이를 分岐點으로 한 蟲瘻率의 增減傾向은 南向과 같으나 同一地域內에서의 斜面的 向에 따라 北向에서의 蟲瘻率이 南向의 그것보다 一般的으로 높은 傾向을 보이고 있다. 蟲瘻率의 變異係數는 10%以上 되는 곳에서는 50% 程度이나 낮은 곳에서는 變異가 甚하여 本害蟲의 樹上分布相의 特性을 나타내고 있다.

前記한 바와 같이 同一地域內에서의 北向의 蟲瘻率이 높은 傾向이지만 針葉重을 비롯하여 針葉長, 主新梢長, 年輪幅 등에 있어서는 큰 差가 없으며 枯死率에 있어서는 回復되어 가고 있는 곳의 北向에서 높은 傾向이다.

本害蟲의 累積的인 被害相은 主新梢生長과 直徑生長에 있어서 가장 顯著하게 나타나며 葉重이나 葉長에 있어서도 그 被害相을 볼 수 있다. 그리고 被害量은 被害의 累積年數와 密接한 關係가 있어 地域이나 斜面向에 따라 差가 있으나 發生年度가 1972~1973年頃의 것이 가장 크고 그 以前이나 被害累積年數가 짧은 곳에서는 減少하고 있다.

樹當 針葉의 平均 着生量은 重量으로 比較할 때 1980年度에 蟲瘻率이 가장 높았던(朴 및 玄, 1983) 藍浦 調査地에서 南向이 本當 0.7 kg, 北向이 0.3 kg로 가장 낮은 葉量을 나타내고 있으며, 이것은 各 調査地의 主新梢長과 견주어 볼 때 新梢生長 阻害로 因한 葉量減少임을 알 수 있다.

葉長에 있어서는 가장 짧은 調査地가 熊川이며 이 地域을 中心으로 減少되었다가 다시 길어지는 듯한 傾向으로 蟲瘻率의 增減變動과 聯關을 나타내고 있으나 그 影響은 新梢生長과 直徑生長의 阻害보다 늦게 나타나고 있었다.

樹高生長과 直徑生長을 發生歷史가 가장 짧은 長谷과 比較하여 볼 때 靑所와 周浦의 生長狀況은 低調한 편인데, 이것은 表 1에서 보는 바와 같이 솔잎혹파리 發生年度가 1976年과 1977年으로 比較的 最近에 發生된 地域일 뿐만 아니라 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 이들 調査地의 生長狀況이 過

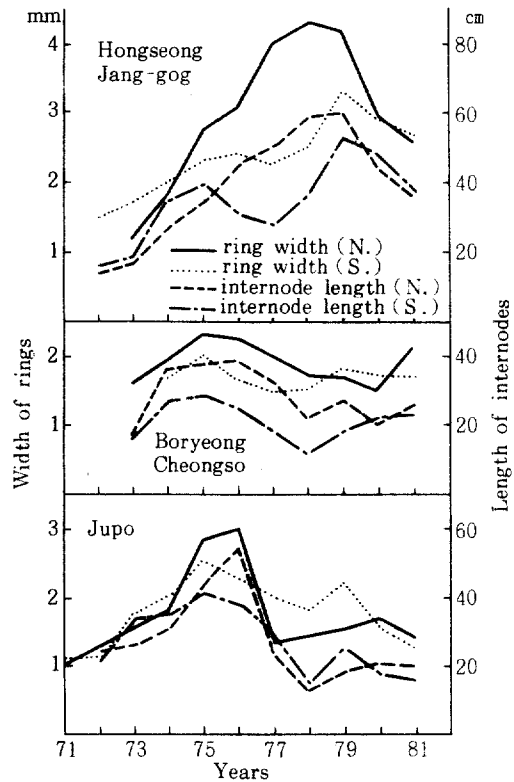


Fig. 1. Vertical sequence of the 4th ring-widths from the pith in all internodes and of internode length in the main stem.

去부터 좋지 않았던 것으로 미루어 보아 本害蟲의 被害만이 그 原因이라고 보기는 힘들 것 같다.

蟲瘻率이 가장 높은 大川에 있어서는 主新梢의 길이 南北向에서 平均 13 cm, 年輪幅이 0.8 및 0.7 mm로 顯著的한 減少를 볼 수 있고, 1980年度에 蟲瘻率의 絶頂을 이루었던 藍浦 調査地에서는 主新梢의 길이가 南向이 8 cm, 北向이 6 cm였고 年輪幅은 0.7 mm로 極甚한 生長阻害를 받았다. 이와 같은 生長阻害는 熊川과 珠山調査地에서도 볼 수 있고 庇仁調査地에서는 主新梢長이 南北向에서 各各 15 cm 및 25 cm였고 年輪幅은 1.7 mm 및 1.8 mm로 回復되기 始作하였으며 舒川調査地에서는 長谷과 比等한 正常的인 生長을 되찾았다. 이와 같이 樹高 및 直徑生長의 減少가 蟲瘻率의 變動과 關聯을 가지고 일어나는 點으로 보아 솔잎혹파리로 因한 生長阻害라 본다.

그리고, 立木枯死는 蟲瘻率이 가장 높은 大川의 北向林地에서 나타나기 始作하여 前年度에 蟲瘻率이

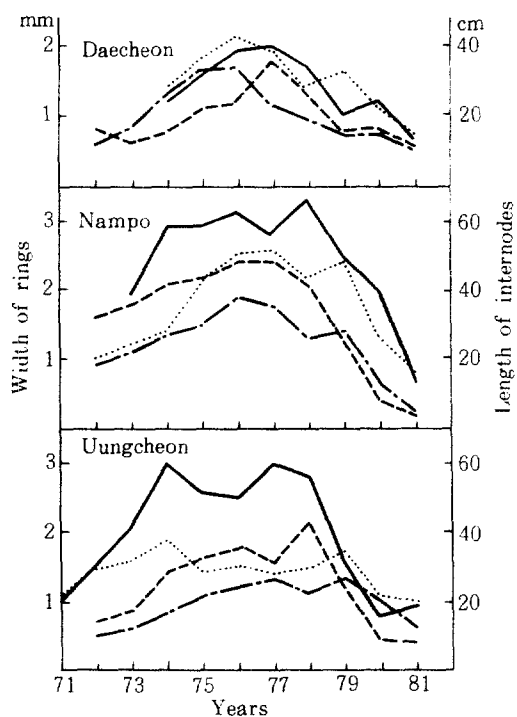


Fig. 2. Vertical sequence of the 4th ring-widths from the pith in all internodes and of internode length in the main stem.

가장 높았던 藍浦의 北向林地에서 28% 나타나고 있으나, 南向林地에서의 立木枯死는 거의 찾아 볼 수 없었다.

2. 樹高生長과 直徑生長에 미치는 影響

솔잎혹파리가 소나무의 樹高 및 直徑生長에 미치는 影響을 보기 위하여 솔잎혹파리의 發生年度가 서로 다른 地域의 樹高 및 直徑의 連年生長變動을 比較한 것이 그림 1, 2, 3이다.

먼저 樹高生長 狀況부터 살펴보면 그 發生經過年數가 4~5년에 不過한 長谷과 靑所의 連年樹高生長 狀況에 있어서(그림 1) 長谷의 北向林을 除外하고는 '77~'78년에 모두 生長에 큰 阻害를 받은 흔적을 볼 수 있는데, '81年 現在 이 調査地들 蟲癭率이 10% 未滿이고 그 發生年度가 '77年 以後인 것으로 보아 솔잎혹파리로 因한 阻害라고는 볼 수 없고 솔나방의 被害가 아닌가 推測된다. 其後 1979년부터 樹高生長이 增加하였으나 長谷에서는 '80年과 '81年度에 다시 減少되고 있는 바, 이는 15年生 内外에서 一般的으로 나타나는 소나무 自體의 生長 pattern이 아닌가 生覺된다. 靑所에 있어서는 樹高

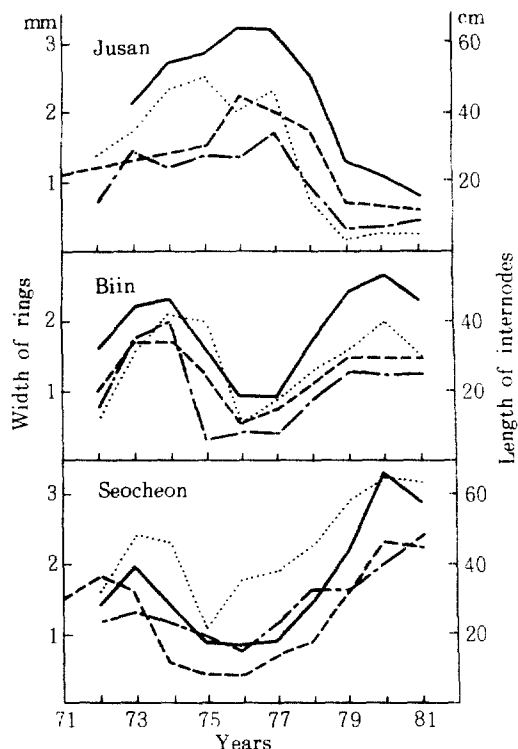


Fig. 3. Vertical sequence of the 4th ring-widths from the pith in all internodes and of internode length in the main stem.

生長이 低調한 便이나, 1981年度에 多少 增加하는 듯한 傾向을 보여주고 있어 1980年 以後 本 調査地에 特別한 外部의 原因으로 因한 生長阻害가 있는 것 같지는 않다.

다음으로 表 1에 依하여 各 調査地의 솔잎혹파리 發生 6年次에 該當되는 年度를 뽑아보면 周浦가 '81年度, 大川이 '80年度, 藍浦가 '79年度, 熊川이 '78年度, 珠山이 '77年度, 庇仁이 '75年度, 그리고 舒川이 '74年度가 된다. 이를 基點으로 發生年次別로 各 調査地의 樹高生長 狀況을 살펴보면 우선 6年次에 있어서 周浦, 大川, 熊川, 珠山の 南北向 모두와 藍浦의 南向林地在 前年度에 比하여 樹高生長에 있어 減少現象을 볼 수 없으나 藍浦의 北向을 위시하여 庇仁의 南北向 및 舒川의 北向에서 30%以上の 樹高生長減少가 나타나고 있어 蟲癭形成率 增加가 빠른 경우에는 發生經過 6年次부터 被害를 받는 것 같다.

前報의 表 3 및 그림 4에서와 같이 蟲癭率이 가장 높은 水準에 達하는 發生 7年次에 있어서는 熊川의 南向調査地만이 前年度보다 樹高生長이 約 15

9%가 增加하였을 뿐, 다른 모든 調査地에서는 程度의 差異는 있으나 樹高生長이 減少되었다. 즉 大川에서는 南北向에서 모두 25%程度, 藍浦에서는 南北向에서 모두 65%로 大川보다 높은 減少率을 보였고, 珠山の 경우에는 北向에서는 約 15%의 減少率을 보인 反面, 南向에서는 44%程度의 比較的 높은 減少率을 보였으며, 庇仁의 南向은 이미 前年에 樹高生長이 6 cm 程度로 7年次에도 比等한 生長阻害가 繼續되고 있었고, 北向은 7年次에 비로소 54%의 높은 減少率을 보여 南向보다 被害進展이 늦고 있었다. 舒川은 反對로 北向의 被害進展이 前年度부터 12 cm 以下の 非正常的인 樹高生長을 나타내기 始作하였으나 南向林은 前年度와 比等한 20 cm 內외의 生長을 持續하고 있어 北向보다 生長阻害가 輕微하였다.

8年次에 와서는 어느 調査地에 있어서나 樹高生長이 10 cm 未滿으로 이들 地域의 正常的인 樹高生長을 30~40 cm로 볼 때 70% 以上の 生長阻害를 받고 있었고, 9年次에서는 熊川과 珠山에서는 前年度와 比等한 生長阻害가 繼續되고 있었으나 庇仁과 舒川에서는 그 生長이 回復되는 傾向을 보이기 始作하였으며, 다음 10年次에는 珠山調査地는 生長阻害가 繼續되고 있으나 被害進展이 빠른 庇仁과 舒川에서는 거의 正常에 가까운 生長狀況을 되찾고 있었다.

이렇게 볼 때, 樹高生長의 阻害는 發生 6~7年 부터 始作되어 初年度에는 20~60%의 生長阻害를 받은 後, 다음年度인 7~8年次부터는 樹高生長이 10 cm 未滿으로 70% 以上の 阻害를 2~3年間 받은 後 9~10年度부터 回復되기 始作함을 알 수 있으며 南北向林地間 生長阻害의 差異는 地域間에 變異가 甚하여 어느 方位에서 被害가 더 甚하다고 말할 수 없겠다.

다음으로 直径生長의 年次的 變動은 Duff와 Nolan (1953)의 方法으로 各節에서 pith로부터 4番째의 年輪幅을 뽑아 比較하였는데, 發生經過年數가 4~5年인 長谷과 靑所의 年輪幅에 있어서도 樹高生長에 있어서와 같이 1977年과 1978年에 生長阻害가 나타나고 있고, 그 變動相은 大體的으로 樹高生長과 類似한 傾向을 나타내고 있다. 다만 靑所에 있어 北向林地的 1981年度의 年輪幅은 同一地域의 樹高生長보다 比較的 높은 增加率을 보이고 있을 뿐이다.

樹高生長 比較에서와 같이 發生年次別로 보면 6

年次에 該當하는 年輪幅의 增減變動은 大川の 南向, 藍浦의 北向, 庇仁의 北向 및 舒川の 北向에서만 30% 內외의 顯著的한 年輪幅 減少가 나타나고 있어 樹高生長 變動傾向과 大體로 흡사하다.

7年次에 있어서도 거의 모든 調査地에서 年輪幅이 減少되었는데 大川, 庇仁 및 舒川の 南北向林地와 珠山の 南向林地에서 年輪幅이 1 mm 以下로 正常的인 것에 比하여 50~80%의 甚한 減少를 나타내었고 其他 調査地에서도 年輪幅이 2 mm 內외로 前年度에 比하여 30~50%程度 減少되었다. 그러나 熊川の 南向에서는 樹高生長에 있어서와 같이 年輪幅에 있어서도 도리어 增加하는 모습을 보여주고 있다.

8年次에서는 모든 調査地의 年輪幅이 1 mm 未滿으로 減少前에 比하여 70% 以上の 極甚한 生長阻害를 받고 있었고, 9年次에 와서는 被害進展이 빠른 庇仁과 舒川에서는 樹高生長의 경우와 마찬가지로 年輪幅 역시 回復되는 傾向을 보이기 始作하였으며 其他 調査地는 前年度와 같은 生長阻害가 持續되고 있었다.

10年次에서는 珠山の 경우는 그 生長阻害가 繼續되고 있었으나 庇仁과 舒川은 繼續 回復勢를 보이고 있었다.

以上の 年次別 年輪幅 變動傾向은 樹高生長傾向과 매우 類似하여 서로 密接한 關係를 가지고 變動됨을 알 수 있으며, 年輪生長量에 미치는 阻害程度도 樹高生長量에 있어서와 거의 類似함을 알 수 있다.

### 3. 林積生長量에 미치는 影響

숲잎혹파리의 被害는 特히 累積的이다. 따라서 被害의 累年經過를 通하여 소나무가 얼마나 林積上의 損失을 받는가를 알기 위하여 숲잎혹파리被害가 없는 長谷調査地와 被害를 이미 받고 現在 回復되어 있는 庇仁調査地의 供試木을 樹幹析解하여 連年幹材積成長을 比較한 것이 表 3이다.

兩地域의 南向林地에 있어서 被害를 받기 前인 '74年 以前까지는 도리어 庇仁의 連年幹材積의 生長이 長谷보다 큰 便이었으나, 1975년부터 庇仁의 生長量은 減少되기 始作하여 1977년까지 極甚한 隔差를 보였고, 1978년부터 年間生長率에 있어서 正常을 되찾기 始作하였으나 그 隔差를 줄이지 못하고 總材積에 있어 不過 34%밖에 生長하지 못하였고 北向에 있어서도 被害前에는 庇仁이 長谷보

**Table 3.** Annual stem growth between infested red pines at Biin, Seocheon and healthy red pines at Jang-gog, Hongseong.

Location	Aspect	~1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Total stem volume (cm <sup>3</sup> )
Jang-gog	South	527.4	3.2	10.0	29.9	55.0	96.3	179.3	333.9	366.3	341.3	1943.1
	North	494.0	2.1	7.9	41.9	105.9	252.6	425.9	594.9	561.3	589.7	3076.6
Biin	South	321.2	2.9	15.1	12.7	10.6	18.1	33.1	68.9	89.6	86.1	658.5
	North	421.4	3.1	19.8	26.7	16.1	45.6	73.4	135.8	188.7	189.8	1120.3

다 越等한 生長率을 보였으나 '75년부터 生長率의 隔差가 생기기 始作하여 總材積에 있어 36%밖에 生長하지 못하고 있다.

이렇게 볼 때, 솔잎혹파리로 因한 13年生 内外의 赤松에 있어서의 材積損失은 60%가 넘는 莫大한 것이며 長谷調査地의 소나무 生育狀況이 正常的인 林地에 比하여 良好한 便이 못된다는 것을 勘案하면 그 損失이 보다 크다고 할 수 있겠다.

**4. 枯死率에 미치는 影響**

表 4는 솔잎혹파리로 因한 소나무의 枯死狀況을 蟲癭率의 絶頂을 지나 回復期에 있는 3個地域에서 方位別로 調査한 結果이다. 立木枯死率은 地域間에 큰 差가 없었으나 方位間에는 매우 큰 差가 있어 北向林地에서 立木枯死率이 越等하게 높았다.

主新梢의 枯死率은 春城調査地에서는 比較的 낮았으나 其他 2個地域에서는 90%를 넘는 枯死率을 보여 注目된다.

**Table 4.** Mortalities of the red pines infested with the pine needle gall midges. (1982)

Location	Aspect	Tree mortality (%)	Mortality of top shoot (%)
Boryeong	South	12.9	92
Misan	North	24.3	86
Chunseong	South	0.2	3
Sindong	North	21.3	17
Boryeong	South	7.7	85
Nampo	North	28.0	95

**考 察**

솔나방被害를 假想한 Furuno (1964a, 1966)의 摘葉試驗結果에 依하면 直徑生長阻害는 摘葉當年에 나타나고 樹高生長阻害는 그 翌년에 나타나거나 當

년에 나타난다 하더라도 直徑生長에 比하여 그 影響이 그리 크지 않다고 하였다.

그러나 솔잎혹파리의 경우에는 이러한 事實을 찾아볼 수 없었다. 어떠한 調査地에 있어서나 直徑生長과 樹高生長은 密接한 關係를 가지고 同時に 變動하며, 솔잎혹파리被害로 이 關係가 攪亂되는 것 같지 않았다.

이러한 相異點은 이들間的 加害習性和 關係가 있는 것이 아닌가 生覺된다. 즉 솔잎혹파리의 被害는 持續的이고 累積的이나 솔나방의 被害는 大概當年에 限하고 있다. 또, 新梢의 生長은 前年度의 營養物質에 依하여 이루어진다고 볼 때 (Kulman, 1971; Dickmann and Kozlowski, 1968) 솔나방은 針葉을 切斷攝食하는 것으로 葉量의 直接的 減少를 招來하는 同時に 그 被害時期는 6~7月로 夏季直徑生長期의 同化량을 크게 減少시키는데 反하여 솔잎혹파리의 경우에는 新梢의 伸長初期에 産卵을 行하여 孵化한 幼蟲이 즉시 蟲癭을 形成하고 針葉組織内部에서 攝食을 한다. 이와 같은 加害樣式은 新梢生長을 위하여 移動하는 前年度同化貯藏物質을 6~7月 頃に 奪取하므로써 一次的으로 新梢生長을 阻害하고 加害新梢上 針葉의 同化量減少와 直徑生長을 위하여 移動하는 當年同化量의 奪取로 直徑生長을 阻害하는 것으로 推理할 수 있다.

또한 各 地域의 南北向別 樹高生長과 直徑生長과의 關係를 보면 表 5와 같이 大川 및 熊川의 南向林地만을 除外하고는 大部分의 地域에서 높은 相關關係가 認定되어 Duff와 Nolan (1953)이 *Pinus resinosa*에서 暗示한 바와 같이 樹高生長의 變化만을 가지고도 直徑生長阻害의 實相을 쉽게 推定할 수 있을 것으로 본다.

前報에 본바와 같이 솔잎혹파리 蟲癭率의 變動過程은 一旦 蟲癭率이 絶頂을 이룬 후에는 다음 해에 急速하게 減少되고 있다. 그럼에도 不拘하고 소나무의 生長阻害는 4~5個年間 繼續되고 있다. 이에

**Table 5.** Simple correlation coefficients between diameter growth and height growth of the red pines.

Areas	South stands	North stands
Jang-gog	0.929	0.974
Cheongso	0.656	0.865
Jupo	0.731	0.926
Daecheon	0.378	0.883
Nampo	0.872	0.830
Uungcheon	0.093	0.868
Jusan	0.925	0.959
Biin	0.857	0.872
Seocheon	0.887	0.977

對하여 솔잎혹파리의 直接的 影響以外에 新梢長의 短縮에 따르는 葉量의 減少로 因한 間接的인 影響을 生覺치 않을 수 없다. Onaka(1950)는 곰솔에 있어서 葉의 存在는 直徑生長에 매우 重要的 것임을 究明하였으며 Dickmann과 Kozlowski(1968)가 *Pinus resinosa*를 材料로 實驗한 結果에 依하면 前年度의 針葉은 다음해 春期生長에 必要的 同化物質의 主要根原이 되는 것으로 報告하였다. 表 2에서 볼 수 있는 바와 같이 솔잎혹파리 被害木은 正常木에 比하여 60~80%에 達하는 極度의 葉量減少가 있어 이것이 必然的으로 소나무의 生長阻害를 加重시킬 것으로 본다.

以上과 같은 솔잎혹파리로 因한 生長阻害는 結局에 소나무의 材積損失이라는 累積的 損失로 나타나게 된다. 立木에 있어서 材積生長은 既存材積과 密接한 關係가 있는 것이므로 一旦 生長阻害를 받은 立木은 生長이 正常化되더라도 健全木에 比하여 生長의 隔差가 持續되게 마련이다. 이와 같은 事實은 Furuno(1964a, 1965)가 摘葉試驗 結果에서 指摘한 솔나방被害와 類似的한 것이다.

舒川郡 庇仁에서 調査된 被害木의 材積生長損失을 評價함에 있어 對照木의 問題는 Kulman(1971)이 指摘한 바와 같이 매우 어려운 것이었다. 솔잎혹파리의 被害를 받은 바 없는 地域이라 하더라도 그림 1에서 본 바와 같이 正常的인 경우는 찾기 힘들었다. 洪城郡 長谷에 있어서도 特히 南向과 같이 過去 어떤 被害를 받은 적이 있고 北向에 있어서도 Lee(1971)에 依하여 作成된 中部地方 소나무의 收穫表上的 낮은 地位指數 6의 同令 소나무의 材積 4,400cm<sup>3</sup>에 크게 못미치는 것이었다. 그러므로 庇仁의 被害木材積은 이 收穫表上的 材積과 比較한 다면 75~85%의 損失을 본 것이다.

Furuno(1964b)는 本 調査에서와 比等한 樹齡의 소나무가 솔나방被害를 極甚하게 받은 것을 樹幹析解하고 生長阻害를 받은 期間은 3個年間이며 3年後에는 正常的生長을 回復한다고 하였다. 이에 比하여 솔잎혹파리 被害木은 보다 긴 期間에 걸쳐 生長阻害를 받는듯 하여 솔잎혹파리 被害는 一旦 發生하면 솔나방의 경우보다 더 持續的인 影響을 及하고 있다.

끝으로 소나무의 枯死率은 蟲癭率의 程度와 林地條件 等에 依하여 크게 變化될 것이므로 本 調査는 한 事例에 不週할 수도 있겠으나 南北向間에 큰 差異가 있음을 볼 수 있었다. 北向林地에서는 20~30%의 枯死木이 發生하는데 比하여 南向에서는 13%以內의 낮은 枯死率을 보이고 있다. 이와 같은 原因은 우선 蟲癭率의 南北向間 差異로 說明될 수 있을 것이다.

그러나 主新梢의 枯死는 大概 90%에 達하며 南北向間에 差異가 없었다. 이것은 蟲癭形成이 樹冠의 上層部에 集中되는 솔잎혹파리의 一般的인 樹冠內 分布相과 關聯이 있는듯 하나 보다 여러 地域에서 確認하여야 될 問題라 본다. 여하튼 이 新梢枯死는 樹木의 生長阻害와 樹形의 惡化로 重大한 意味를 갖는다고 生覺된다. 어느 程度의 枯死木發生은 이것이 集團的인 것이 아닌 限, 過密狀態에 있는 우리나라 소나무林에 큰 影響을 주지 않는다고 볼 수도 있겠으나 이와 같이 높은 新梢枯死는 立木의 價値를 低下시키는 主要한 要素가 되므로 앞으로 어느 程度의 新梢枯死를 許容할 것이냐 하는 問題가 檢討되어야 할 것이다.

## 引 用 文 獻

1. Dickmann, D.I. and T.T. Kozlowski. 1968. Mobilization by *Pinus resinosa* cones and shoots of C<sup>14</sup>-photosynthate from needles of different ages. *Amer. J. Bot.* 55(8): 900-906.
2. Duff, G.H. and N.J. Nolan. 1953. Growth and morphogenesis in the Canadian forest species. I. The controls of cambial and apical activity in *Pinus resinosa* Ait. *Can. J. Bot.* 31: 471-513.
3. Furuno, T. 1964a. The effects of the feeding-damage of the pine caterpillar (*D. spectabilis* Butler) upon the red-pine (*P. densiflora* S. et Z.) by artificial defoliation. *J. Jap. For. Soc.*



- 46(2): 52-59.
4. Furuno, T. 1964b. On the damage-analysis of red pine (*Pinus densiflora*) infested with pine caterpillar (*Dendrolimus spectabilis*) and sugi leaf-beetle (*Basilepta pallidulum*). J. Jap. For. Soc. 46(4): 115-123.
  5. Furuno, T. 1965. The damage-analysis on the growth of middle-aged Japanese red pine (*Pinus densiflora*) infested with pine caterpillar (*Dendrolimus spectabilis*). Bull. Kyoto Univ. Forests 37: 9-24.
  6. Furuno, T. 1966. The effects of artificial defoliation before growing period upon the growth of Japanese red pine (*Pinus densiflora*). Bull. Kyoto Univ. Forests 38: 15-25.
  7. Kulman, H.M. 1971. Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. Ann. Rev. Entomol. 16: 289-324.
  8. 倉永善太郎. 1974. マツハノタマバエの被害許容水準. 日本林試九州支場年報 16: 40.
  9. Lee, H.K. 1971. A study on the yield and growth of the central region pine. Res. Rep. Forest Res. Inst. 18: 9-30.
  10. Miura, T. 1962. Studies on *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye and its important parasite, *Platygaster* sp. Shimane Pref. Forest Exp. St. 181 pp.
  11. Onaka, F. 1950. The effects of defoliation, disbudding, girdling and other treatments upon growth, especially radial growth in evergreen conifers. Bull. Kyoto Univ. Forests 18: 55-93.
  12. Park, K.N. and J.S. Hyun. 1983. Studies on the effects of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, on the growth of the red pine, *Pinus densiflora* Siebold et Zuccarini (I) - Changes in gall formation rate-. Jour. Korean For. Soc. 61: 20-26.