

## 잣나무넓적잎벌 被害가 잣나무生長에 미치는 影響에 關한 研究<sup>1</sup>

鄭相培<sup>2</sup> · 申相澈<sup>3</sup>

### **Studies on the Effects of Black-tipped Sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura on the Growth of the Korean White Pine, *Pinus koraiensis* S. et Z.<sup>1</sup>**

Sang Bae Chung<sup>2</sup> and Shang Chul Shin<sup>3</sup>

#### 要 約

本 研究는 最近 잣나무넓적잎벌의 被害가 急進의으로 擴散되고있는 京畿道 加平郡과 江原道 洪川郡의 2個 被害林分에 對한 被害解析을 通하여 經濟的 被害許容水準을 決定하고 害蟲 管理를 위한 綜合的 體系樹立의 基礎資料를 얻고자 1984년부터 4個年間 實施하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 林木의 被害樣狀은 樹冠 下部 보다는 上部에서 甚하게 나타나며 地上部 乾物質量의 垂直 分布는 健全木의 C型 分布에서 被害가 增加할수록 L型 分布化 되었다.
2. 잣나무넓적잎벌 被害로 因한 葉損失은 樹高生長과 直徑生長의 阻害를 同時에 일으키며 生長阻害는 葉損失率 50% 水準에서 부터 일어나며 이때의 生長減少率은 10% 內外였다.
3. 잣나무넓적잎벌 被害로 因한 直徑生長 減少는 樹冠 上部에서 顯著하며 下部로 갈수록 낮은 減少率을 보였다.
4. 葉損失에 의한 材積生長 損失은 被害發生 3年 後인 葉損失率 50% 範圍에서 나타났으며 70% 및 90% 被害木의 總材積 損失率은 健全木에 比하여 各各 9%와 20%였다.

#### ABSTRACT

The damage by the black-tipped sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura, has been increasing at several locations in central part of the Korean peninsula. This study was undertaken at selected plots in Kapyeong-gun, Kyunggi Province and Hongchon-gun, Kangwon Province from 1984 to 1987. The purpose of this study was to provide basic information for integrated control of this pest and to determine the economic threshold by investigating the pest host interactions with special reference to damage analysis.

The results obtained were as follows :

1. The damage was more severe at upper part than at lower part of the crown. The vertical distribution of dry weight of damaged trees above ground showed L-type distribution, whereas that of healthy trees showed C-type distribution.
2. The needle loss by sawfly reduced both of height and the diameter growth of the main stem. The growth reduction occurs when the needle loss is 50% or higher. About 10% of tree growth was reduced at 50% of needle loss.

<sup>1</sup> 接受 1994年 5月 3日 Received on May 3, 1994.

<sup>2</sup> 尚志大學校 林學科 Department of Forestry, College of Agriculture, Sangji University Wonju 220-702, Korea.

<sup>3</sup> 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

3. The reduction of diameter growth was more severe at upper part than at lower part of the main stem.
4. Volume growth was reduced when more than 50% of the needles were damaged after three years of the sawfly infestation. Reductions of total volume increment at the levels 70% and 90% of needle damage were 9% and 20%, respectively.

*Key words* : Black tipped sawfly, integrated control, economic threshold, damage analysis

## 緒 論

主要 經濟樹種인 잣나무(*Pinus koraiensis*)의 造林實績은 1992年 末 現在 全國의으로 約 25萬 ha에 달하며 앞으로도 繼續하여 植栽될 展望이나, 最近 잣나무넓적잎벌(*Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura)이 局部的으로 大發生하여 일을 加害함으로써 林木의 生長을 減少시키고 發生後 3-4年 間 放置狀態로 累積被害를 받을 境遇에는 林木을 枯死시키는 致命的인 被害를 주고 있다.

잣나무넓적잎벌은 1953年에 林業研究院 光陵試驗林에서 最初로 發見(1959)되었으며 以後 自然的인 密度 減少로 因하여 큰 被害없이 消滅되었으나 1979年에 京畿道 加平郡에서 發生되기 始作하여 1992年 末 現在 全國 發生面積은 1萬餘 ha에 달하며 그 代表的인 地域은 京畿道の 加平, 抱川郡과 江原道の 春川, 洪川 및 橫城郡으로서 被害面積은 每年 急速度로 增加하고 있다. 本 害蟲은 主로 3齡級 以上의 大單位 高密度 人工 單純林分에서 發生되었으나 最近에는 幼齡林分에서도 被害가 發生하고 있으며 被害程度에 따라 林木의 生長量 減少는 勿論 잣 種實의 生産에도 莫大한 損失을 加하고 있으므로 이에 對한 防除 對策이 時急한 實情이다.

잣나무넓적잎벌에 關한 研究는 Lee(1961)에 의하여 分類學的 位置가 學界에 報告된 것을 最初로 生活史 및 生態의 特性과 有效한 天敵의 種類에 關한 研究結果가 發表(1962, 1963)되었으며 最近의 研究로 鄭 等(1985, 1986)은 加平地域을 中心으로 發生한 잣나무넓적잎벌의 發生消長, 加害習性 및 土中幼蟲의 密度分布 等 生態學的 特性과 生活史를 調査, 生活經過表를 作成했으며 防除研究에서 無公害殺蟲劑인 Diflubenzuron을 開發하여 普及하였고 本 害蟲의 效果的인 防除에 關한 具體的方法을 定立, 提示하였다.

害蟲에 의한 林木의 被害解析에 關한 研究는 많다. 小林(1959)은 3年生의 일본잎갈나무 幼苗에 對한 人爲的 摘葉試驗에서 生長開始期인 5月에 摘葉하는 것이 生長量에 크게 影響을 미치며 摘葉時期 및 方法에 따라서 生長에 差가 나타나며 生長減少 現象은 上長生長보다도 肥大生長과 材積生長 쪽이 더 큰 影響을 받는다고 하였고, 菊容(1962)은 일본잎갈나무 幼齡木에 있어서의 針葉損失이 樹幹의 肥大生長과 完滿度에 미치는 量的解析과 樹幹의 部位에 따른 形狀變化를 質的 觀點에서 檢討한 結果, 樹高生長은 樹冠의 葉損失量에 크게 影響을 받았으며 摘葉時期別에서는 小林的 結果와 비슷한 傾向을 보였다고 하였다. Bruce(1956)는 *Pinus echinata*의 實生苗에 對하여 全 葉量의 30, 60, 90%를 摘葉한 結果 樹高生長은 24, 34, 51%, 直徑生長은 各各 14, 23, 및 39%의 生長減少가 있었으며, Burger(1951)는 *Pinus sylvestris*에 對하여 新葉을 除外한 舊葉 全部를 摘葉시킨 結果 樹高生長에서는 2.3%, 材積生長에서 15.45%, 葉의 生産에는 40%의 生産減少 效果가 있었다고 하였다. 害蟲으로 因한 生長阻害는 葉內에 貯藏되어 있는 營養物質의 喪失보다도 葉內에서 生成되어 同化物質을 利用하는데 關與하는 Hormone의 缺乏과 더 깊은 關係가 있다고 하였다(Kozlowski, 1969).

本 研究는 잣나무넓적잎벌의 被害로 因한 林木의 生長過程을 分析함으로써 被害의 許容限界를 究明하고 經濟的 防除水準을 定하여 綜合的인 害蟲管理體系에 의한 防除戰略의 基礎資料를 提供하기 爲하여 1984년부터 4年間 實施된 것으로서 그동안 事情에 의하여 發表가 遲延되었으나 最近 本害蟲의 被害擴散에 따른 防除의 重要性을 勘案하여 報告하는 것이다.

材料 및 方法

1. 試驗地 概況

本 研究는 1981年 부터 잣나무넓적잎벌의 被害가 群狀으로 發生하여 被害發生 中心으로부터 環狀으로 漸次 擴散되고 있는 23-25年生 잣나무 人工 集團造林地인 京畿道 加平郡(私有林)과 江原道 洪川郡(國有林)의 2個 地域에서 實施되었다 (Fig. 1). 各 地域의 單位 林分面積은 3ha 및 5ha 範圍로서 2個 地域 共히 林分의 山腹部에서 被害가 發生되었고 被害中心을 起點으로 한 林緣은 아직 被害를 全혀 받지 않은 狀態이며 各 地域別 立地條件은 Table 1 과 같다.

2. 調査方法

試驗地로 供試된 加平郡 台峰과 洪川郡 洪川の

Table 1. General description of experimental stands in the early of 1984.

	Taebong	Hongchon
Altitude(m)	150	180
Slop(degree)	15-20	15-25
Aspect	N	NW
Stand age(Yrs)	23	25
Mean height(m)	10.3	11.1
Mean DBH(cm)	14.0	15.5
Tree density(tree/ha)	1,800	1,310

2個 地域의 잣나무넓적잎벌 被害林分 內에서 被害度 別로 調査木을 定하고 年次 別 被害過程과 林木의 生長量을 比較分析하였다.

被害度 測定은 害蟲의 加害로 因한 잎의 損失率을 基準으로 豫備調査 結果 光度計(Photometer)에 依한 葉損失率 別 樹冠下의 相對照度와 層別切取法(Stratified clip method)에 依한 被害葉量의 實測值 間에는 直線回歸關係로 높은 相關關係( $r=0.834$ )가 있으므로 이 方法을 適用하였다.

林木의 生長調査는 2個 地域의 被害林分 內에서 健全木을 包含하여 葉損失 別로 20, 50, 70, 90, 100% 等 6個의 被害水準으로 나눈 다음 各 水準 別로 10×10m 크기의 標準地를 3反復으로 設定하고 標準地 內에서 反復當 3그루씩 供試木을 伐採하였다. 伐採한 供試木은 被害度 別로 各 節의 節間長과 樹高를 測定하였으며, 各 節의 中央部位에서 圓板을 採取, 實體顯微鏡 下에서 micrometer에 依하여 4方向으로 年輪幅을 測定하여 樹幹析解 方法으로 材積을 구하였으며 連年生長量(Current Annual Increment : CAI) 및 定期平均生長量(Periodic Annual Increment : PAI)을 計算하였다.

結 果

1. 樹高生長과 直徑生長

잣나무넓적잎벌에 依한 被害程度가 林木의 樹高生長 및 直徑生長에 미치는 影響을 檢討하기 爲하여 被害 發生後 經過年數가 5年次로 서로 같으며 樹齡은 各各 25年 및 27年生으로 서로 다른 2個의 被害林分 內에서 樹幹析解 用으로 伐採한 標準木에 對하여 잎의 損失率 別로 最近 10年間의 上長生長과 直徑生長을 測定한 結果는 다음과 같다.

가) 樹高生長

被害發生 初年度인 '81年을 基準으로 하여 前後 各 5個年씩 最近 10年間의 被害度 別 樹高生長量을 比較한 것을 Fig. 2에 나타냈다.

被害度를 無視한 兩 地域間에서의 大體的인 生長樣相은 서로 비슷한 傾向을 보이며 地域間 生長差異는 多少 認定할 수 있으나 이것은 被害가 發生하기 前인 '81年度 以前에 主로 發生한 것으로서 이러한 現象은 地域 間의 環境條件과 林木



Fig. 1. The location of study sites of black-tipped sawfly in Korea. A : Taebong B : Hongchon

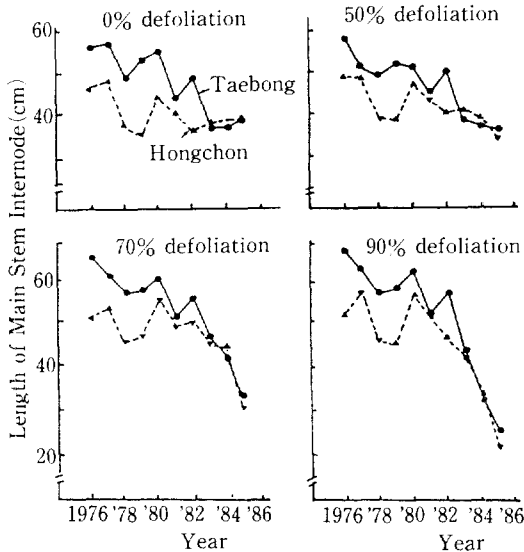


Fig. 2. Length of main stem internode at each defoliation rate by black-tipped sawfly.

의 生理的條件에서 起因된 것으로 判斷된다.

한편 被害發生 開始年度인 '81年 以後에 있어서의 被害度 및 連年生長量을 가지고 健全木과의 相對生長關係를 比較해보면 40% 以下の 葉損失에서는 生長量에 差異가 無었고 50% 葉損失에서 生長減少 現象이 나타나기 始作하여 70% 및 90%에서 各各 31%와 50% 內외의 樹高生長 減少를 보이므로서 70% 以上の 葉損失에 있어서는 急激한 上長生長 減少가 일어남을 明白히 알 수 있다.

이와같은 被害率의 年次의 變動過程을 地中 幼蟲密度 變動과 關聯시킨 林木의 年次別 生長量

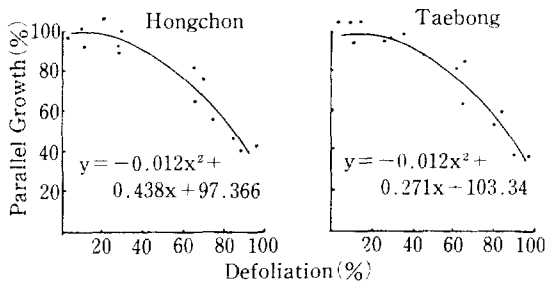


Fig. 3. Comparison of the growth percentage of height at each defoliation percentage.

$$* \text{Growth percent} = \frac{\log b - \log a}{t b - t a}$$

log a, log b : log value of measurement at time a or b.

t a - t b : Time elapsed from a to b.

減少는 前年度의 葉損失率 즉 地中 幼蟲의 密度 變動에 絶對的으로 支配되는 것으로 解析된다.

Fig. 3은 잣나무넓적잎벌에 의한 葉損失率과 節間生長率과의 關係를 나타낸 것이다. 여기서도 Fig. 2와 마찬가지로 兩 地域에 있어서의 生長量 減少는 葉損失率 50% 水準에서부터 確實하게 나타나기 始作하였으며 被害率 增加에 따라 生長率은 漸次 減少되어 90% 以上에서는 40% 以下の 生長率을 보이고 있다. Fig. 4는 被害度別 節間生長量(Fig. 2)을 다시 細分하여 被害發生 開始年度부터 5個年 間의 連年生長量(CAI)과 定期平均發生量(PAI)을 同一林分 內에서 比較한 것이다. Fig. 4에서 보는 바와같이 被害度別 生長量 減少는 PAI와 CAI 어느 쪽에서나 時期別로 區分할 수 있으며 PAI 보다는 CAI에서 顯著히 나타나고 있으나 2個 地域이 共通的으로 50% 以上の 葉損失에서부터 生長減少가 일어난다는 것을 分明히 하고 있다.

葉損失率 別로 生長減少가 最初로 나타난 時期 및 經過年度를 보면 50% 被害木은 '85年度, 70%는 '84年度, 90%는 '83年度로서 林木이 害蟲의 被害로 因하여 實質的으로 生長沮害를 받은 經過

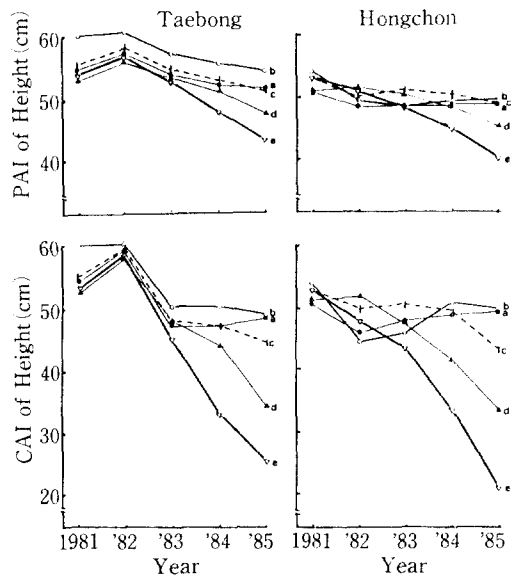


Fig. 4. Periodic annual increment and current annual increment of height at each defoliation rate by the black-tipped sawfly,

a : 0% defoliation, b : 20% defoliation, c : 50% defoliation, d : 70% defoliation, e : 90% defoliation.

年數는 各各 1, 2 및 3年째 임을 알 수 있다.

結果的으로 이러한 生長減少 樣相은 全的으로 本害蟲의 被害가 그 原因이라고 생각된다.

나) 直徑生長

前項의 樹高生長率 調査木을 가지고 最近 10年 間의 各 節에서 髓(Pith)로 부터 첫번째의 年輪幅을 測定하여 被害度 別로 比較한 것이 Fig. 5 이다.

健全木과의 相對生長 關係를 比較할 때 여기서도 樹高生長의 結果와 마찬가지로 兩地域에서의 被害度 別 直徑生長 減少는 葉損失率 50% 以上에서부터 顯著히 나타나기 시작하였으며 被害率의 增加에 따라 일어나는 年次別 直徑生長 減少도 樹高生長과 類似한 傾向을 보이고 있다. 그러나 被害度別 減少率의 程度는 樹高生長 減少率과 比較하여 높은편이며 被害率이 增加할수록 그 幅은 甚하게 나타났다. 葉損失率 90%의 被害木은 兩地域 모두 被害가 最初로 나타난 被害發生 中心部의 것으로서 健全木과 比較한 年次的 生長減少率을 보면 被害發生 3年次인 '83年度에는 7.1%, '84年度에는 35.9%, 그리고 5年次인 '85年度에 있어서는 71%의 減少率을 보이고 있으며 이러한 減少傾向은 台峰地域에서도 類似하였다.

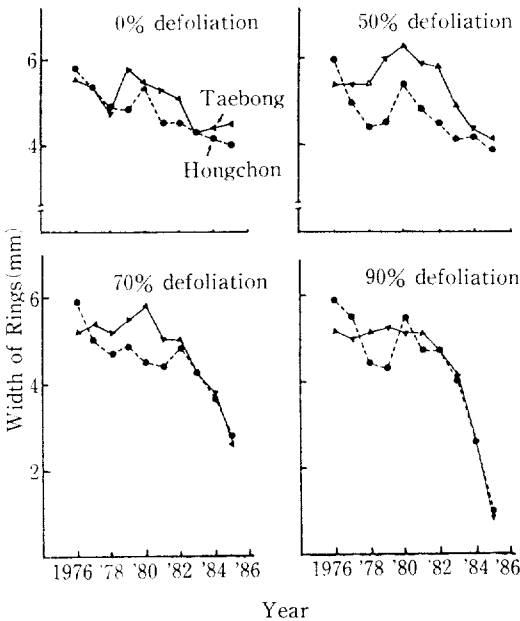


Fig. 5. Vertical sequence of the first ring widths from the pith in each internode for 10 years at each defoliation rate.

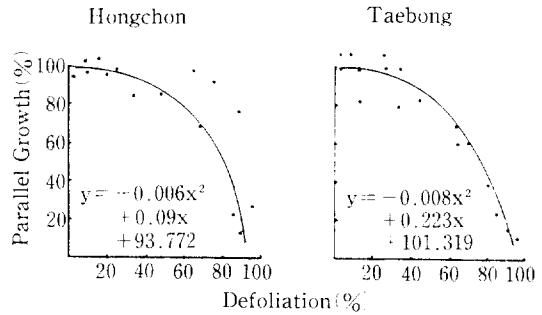


Fig. 6. Comparison of the growth percentage of diameter at DBH at each defoliation percentage.

따라서 直徑生長 減少는 樹高生長에서와 마찬가지로 被害發生 3年次부터 나타나며 이때의 葉損失率은 約 50%인 것으로 推定할 수 있다. Fig. 6은 葉損失率과 直徑生長率과의 關係를 胸高部位에서 比較한 것이다. 大體的으로 前項 樹高生長率과 葉損失率과의 關係에서와 類似한 傾向을 나타내고 있으나 樹高生長率에서 보다는 個體間의 變異가 크다는 것을 알 수 있으며 이러한 變異幅은 台峰地域에서 顯著하게 나타났다. 即 그림에서와 같이 葉損失率 40% 以下에서도 14-20%의 生長率 減少 個體가 台峰地域에서 2그루, 洪川地域에서는 1그루가 發生되었다. 이와 같이 樹高生長에 比하여 個體變異가 크게 나타나는 것은 Mott 等(1957)이 밝힌 바 있는 直徑生長은 樹木自體의 生理的 因子와 外部環境因子的 影響을 樹高生長에 比하여 많이 받은 結果로 解析된다.

樹幹의 部位別 直徑生長量을 被害度 別로 比較하기 위하여 樹幹을 樹冠 中心部인 梢頭部로부터 第 10 節과 力枝 附近인 地上 5.2m部位 및 胸高部位로 3等分하고 同一年度の 最近 10年 間 年輪幅을 各各 水平으로 連結한 것이 Fig. 7이다.

于先 葉損失率을 考慮치 않은 各 部位別 生長 關係를 보면 大體로 樹幹의 中間部位가 가장 높은 生長量을 나타내고 있으며 그 다음으로 樹冠 部位가, 그리고 가장 낮은 生長量을 보인 곳은 胸高部位임을 그림에서 쉽게 찾아 볼 수 있다. 또한 樹幹의 位置에 따른 年輪幅의 年次的 變動도 거의 같은 幅으로, 比較的 安定된 比率를 維持하고 있음을 알 수 있다.

葉損失率 別로 본 年輪生長의 年次的 變動幅은 健全木과 比較하여 差異가 認定되나 이것은 모두

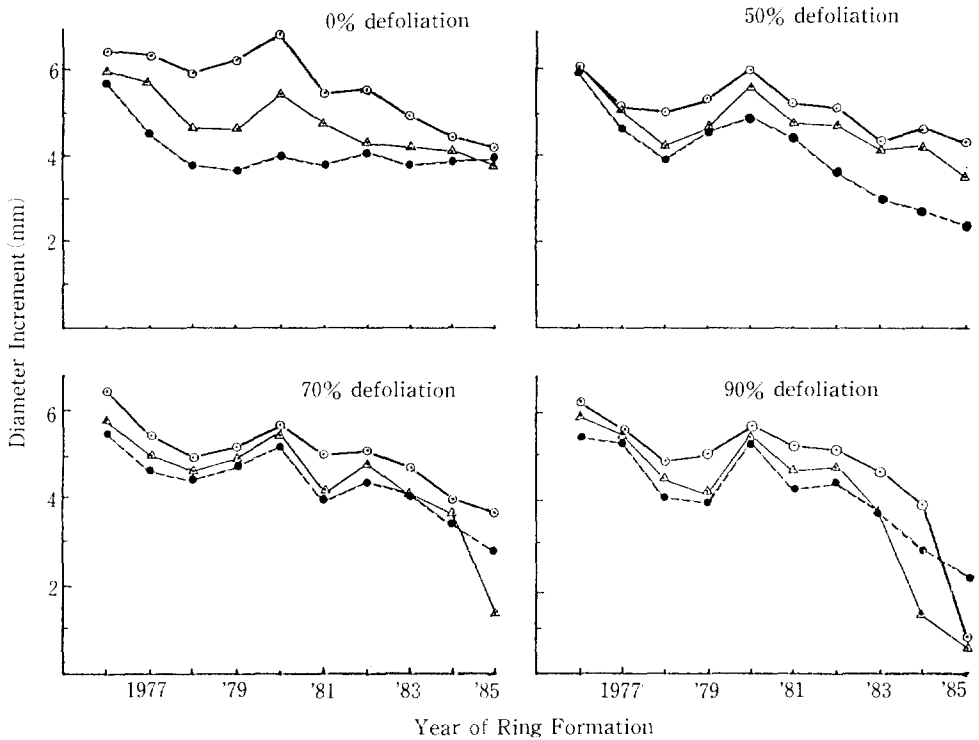


Fig. 7. Curves of diameter growth for the horizontal sequence at each height level of the main stem in Korean white pine infested with the black-tipped sawfly at hongchon.  
 ▲-▲ : Upper part of crown level  
 ○-○ : Middle part of main stem  
 ●-● : DBH level of main stem

被害發生 開始年度인 '80年 以後에 發生한 것이 며 被害程度가 높을수록, 그리고 樹皮에 가까운 것일 수록 큰 幅으로 나타났다. 즉 葉損失率 50% 被害木은 '85年度에 約 5%의 直徑生長量 減少가 있었고 70% 被害木은 '84 및 '85年度에 各各 10.9%와 33.5%, 90%의 被害木은 '83年度 부터 '85년까지 3個年 間 各各 6.8%, 35.9% 및 77.1%의 生長阻害를 받은 것이다.

이와같은 年輪幅의 減少는 樹幹의 位置別 年輪 幅 比較에서 더욱 明白하다. 앞에서 提及한 바와 같이 健全木의 部位別 直徑生長量은 下部보다는 上部에서 더 높은 傾向을 보였으나 葉損失率 70% 및 90% 被害木에서는 '83年度를 起點으로 하여 '84年 및 '85년에는 上部보다는 下部에서 높은 生長量을 나타냈으며 90%에서는 그 幅이 더욱 크다.

結果의으로 잣나무넓적잎벌의 被害는 樹幹의 下部보다는 上部에서 더 큰 生長阻害를 받고 있

음을 잘 나타내고 있으며 Park(1984) 이 솔잎혹 파리의 被害研究에서 밝힌 水平 分布에서의 結果와 類似한 傾向을 보인다.

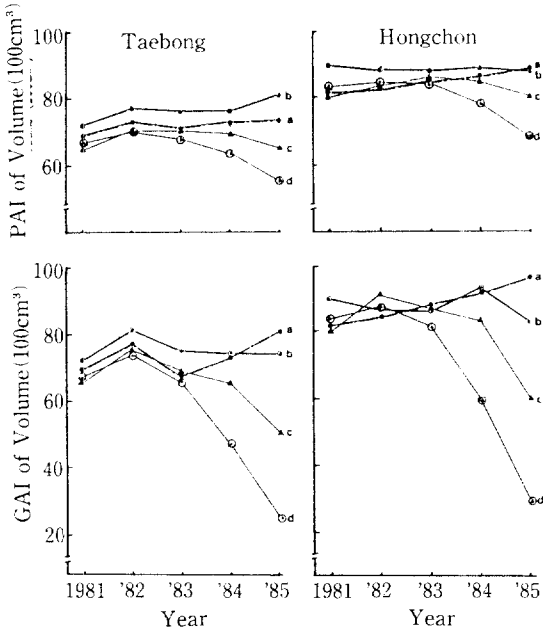
## 2. 材積成長

잣나무넓적잎벌 被害가 材積生長에 미치는 程度를 究明코저 樹幹析解 方法으로 最近 6個年 間 幹材積의 連年生長量을 被害度 別로 比較한 것이 Table 2이다. 먼저 被害度 別 生長量을 健全木과 比較하면 6個年 間의 總材積生長量은 葉損失率 50% 以下에서는 差가 없었고 70% 및 90% 損失에서 各各 9%와 11%의 生長量 減少가 있었다. 그러나 連年生長量에서는 50% 被害木은 '85年度에 8.2%의 減少가, 70%에서는 '85年度 및 '84年度에 各各 38.2% 및 10.9%, 그리고 90% 損失率에서는 '85년부터 3個年 間에 各各 69.3%, 37.1% 및 3.5%의 生長減少가 나타났다.

이러한 生長量의 減少가 確實히 害蟲被害에 의

**Table 2.** The annual stem growth calculated by stem analysis at each defoliation rate by the black tipped sawfly at Taebong in period of 1980-1985.

Defoliation Percentage	No. of individual	Annual stem growth Volume without bark, cm <sup>3</sup> /tree)					Total Vol. for 6 years (m <sup>3</sup> /tree)	
		1980	1981	1982	1983	1984		1985
0	9	6.797	6.910	7.707	6.796	7.399	8.135	0.0437
20	9	6.370	6.930	7.690	7.314	7.664	8.259	0.0442
50	9	7.044	7.234	8.199	7.521	7.480	7.466	0.0449
70	9	7.039	6.599	7.557	6.891	6.592	5.025	0.0397
90	9	6.646	6.716	7.331	6.560	4.654	2.494	0.0344



**Fig. 8.** Periodic annual increment and current annual increment in volume at each defoliation rate by the black-tipped sawfly.  
\* a : 0% b : 50% c : 70% d : 90%

한 것인지 아니면 林木自體의 生理現象 또는 害蟲 外의 다른 外的 環境의 作用에 의한 것인지를 具體的으로 檢討하기 위하여 最近 5個年 間 洪川과 台峰地域에서 被害度 別 PAI와 CAI를 比較한 結果는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 害蟲發生 初期인 '83年 以前에는 生長幅의 比率이 分明치 않으며 또한 減少率이 被害度 間에 一貫性이 없으나 '83年度 以後에 나타난 被害度 別 生長量 減少傾向은 確實히 害蟲 被害에 의한 것임을 쉽게 判斷할 수 있으며 兩 地域에서의 生長減少 比率은 아주 恰似하다.

結果的으로 이와 같은 幹材積의 平均生長量이나 連年生長量을 把握함으로써 過去에 받았던 時

期別 葉損失率의 程度는 勿論 本 害蟲의 最初 發生時期 등을 推定할 수 있을 것으로 본다.

**考察 및 結論**

食葉性害蟲의 大部分은 收穫對象인 樹木의 材部를 直接的으로 混害하는 것이 아니고 잎의 加害로 因한 葉損失을 통하여 林木의 生理的 條件이 變化되어 그것이 收穫量 또는 品質의 低下를 가져오게 되는 것이라고 하였다(Graham, 1943 ; Kramer et al, 1960).

食葉性害蟲에 대한 被害解析에는 一般的으로 加害를 模型으로 한 잎의 摘葉試驗이 널리 행하여지고 있다(Craighead, 1940 ; 菊容, 1960, 1962 ; Kulman, 1965 ; Linzon, 1958 ; Oneil, Kondo et al, 1968). 그러나 이들 大部分의 試驗은 圃場의 幼令木을 對象으로 實施된 것으로서 本 調査에서는 잣나무넓적잎벌은 3齡級 以上の 林分에서만 發生된다는 事實을 勘案하여 被害林分을 對象으로 本 害蟲의 生態의 特性調査를 併行하여 實施한 것이다.

잣나무넓적잎벌 被害에 依한 葉損失率에 따른 樹高生長과 直徑生長의 混害는 同時에 일어나며 減少量의 程度는 Fig. 2, 4 그리고 5에서 보인 바와같이 葉損失量과 깊은 關係가 있음을 보여준다. 즉 樹高生長과 直徑生長의 어느 쪽에서나 累積 葉損失率 50%에서부터 生長量의 混害가 나타나며 이를 起點으로 葉損失率 增加에 따른 生長減少는 아주 뚜렷함을 알 수 있으며 이것이 本 害蟲의 被害에 의한 것임은 樹高生長의 PAI와 CAI의 比較에서 더욱 明白함을 보여준다(Fig. 4). 이와같은 現象은 Furuno(1963-1966)와 Park (1983)의 報告에서도 찾아볼 수 있다. 즉 Furuno는 솔나방에 의한 被害를 假想한 人爲的

인 摘葉試驗을 實施한 結果 50%를 摘葉하였을 때까지는 소나무 生長에 큰 影響을 주지 않으며 樹高生長과 直徑生長의 阻害는 摘葉의 時期와 位置에 따라서 顯著的한 差異가 있다고 하였다. 또한 Park은 솔잎혹파리로 인한 소나무의 生長阻害는 樹高와 直徑生長에서 同時에 일어나며 층形成率 50-60% 範圍에서 시작된다고 하였는 바 이러한 結果들은 本 調査의 結果에서와 類似的한 傾向을 보인 것이다. 이 밖에도 European sawfly를 포함한 일벌류의 被害解析에 關한 상당한 報告가 있다(Reeks et al, 1951; Morris et al, 1962, 1963; Kapler et al, 1960; Eklund, 1964).

Duff와 Nolan(1953)은 針葉樹의 生長量 變動樣相을 測定하는 方法으로 年輪幅을 가지고 3가지 方法 즉 圓板에 나타난 年輪幅을 水平으로 比較한 Horizontal sequence와 樹幹 上部에서부터 下部로 向한 各節의 同一 生理的 年輪을 잇는 Vertical sequence, 그리고 各節에서 同一 年度에 지난 年輪幅을 連結한 Oblique sequence로 나누고 이들 方法에 對한 各各의 長短點을 提示하였다.

Fig. 7은 樹幹의 部位에 따른 直徑生長量의 阻害樣相을 檢討하기 위하여 Duff-Nolan의 3가지 生長量 測定方法 中 Horizontal sequence로 比較한 結果 Park(1984)의 솔잎혹파리 被害木의 調査結果에서와 마찬가지로 樹幹의 下部보다는 上部에서 生長阻害가 크게 나타나며 이러한 現象은 發生 4年째인 葉損失率 70%에서부터 顯著함을 쉽게 찾아 볼 수 있다.

台峰地域에서 調査된 25年生의 葉損失率 別 材積의 連年生長量의 比較에서도 樹高生長이나 直徑生長에서와 같이 葉損失率 50% 範圍에서 나타나기 始作하였다. 그러나 最近 6年間의 生長量의 合計를 比較해 볼 때 70%의 葉損失에서 9%의 材積生長量 減少가 있었을 뿐이다. 이와같은 結果가 本 害蟲에 의한 被害임은 Fig. 8의 PAI와 CAI의 比較에서 確實히 立證되었다. 즉 健全木의 生長은 PAI 및 CAI에서 年次的으로 水平 내지 增加하는 傾向을 보이는 반면 葉損失量의 增加에 따라서 急激하게 減少되고 있음을 分明히 알 수 있으며 이러한 樣相은 CAI에서 더욱 顯著하게 나타나고 있다.

收穫表(山林廳, 1982)에 나타난 25年生의 ha當 CAI는 地位指數 10에서 14.14m<sup>3</sup> 이며 本 調

査에서 同一 樹令의 健全木 14.64m<sup>3</sup>/ha와는 아주 類似的한 數値를 보여 준다. 이와 比較하여 90%의 葉損失에서는 4.49m<sup>3</sup>/ha로서 69.3%의 材積生長 阻害를 받은 것이나 이것은 被害發生 3年次부터 5年次까지 3年 間에 걸쳐 累積된 減少量임을 알 수 있다.

以上の 結果를 綜合하면 잣나무넓적잎벌의 被害는 一般的으로 林木의 樹高生長과 直徑生長, 그리고 材積生長은 葉損失率 50% 以上에서 顯著하게 나타나기 始作하며 이 被害는 被害發生 開始 後 地中 幼蟲密度가 最高度에 달하기 前年인 3年째가 되며 生長量에 急激한 阻害를 받는 時期는 翌年度인 4年째가 된다.

따라서 가장 적절한 防除(化學的)時期는 被害發生 後 50%의 葉損失을 받는 時期인 3年次 즉 地中 幼蟲密度 約 150마리/m<sup>2</sup>가 되었으나 可能한 限 被害發生 中心으로부터 全體 林分으로 擴散되기 전에 被害 擴散根源地를 綜合防除體系를 動員, 擴散을 事前에 阻止하는 것이 經濟的 防除를 위하여 바람직하다고 보겠다.

### 引用 文獻

1. Bruce, D., 1956. Effect of defoliation on growth of longleaf pine seedling. Forest Sci., 2: 31-35.
2. Chung, S.B., and J.H. Ko, 1986. Sawfly problems in Korean white pine forest in the Republic of Korea. 18th IUFRO World Congress Division, 2(1): 253-256.
3. 鄭相燾, 申相澈, 1985. 잣나무넓적잎벌의 生態에 關한 研究. 林試研報, 32: 31-37.
4. 鄭相燾, 申相澈, 1986. 잣나무넓적잎벌의 防除에 關한 研究(化學的 防除). 林試研報 33: 126-131.
5. Craighead, F.C., 1940. Some effects of artificial defoliation on pine and larch. Jor. For., 38: 885-888.
6. Duff, G.H., and N.J. Nolan, 1953. Growth and morphogenesis in the Canadian forest species. 1. The controls of cambial and apical activity in *Pinus resinosa* Ait. Can. Jour. Bot., 31: 471-513.
7. Eklund, B., 1964. On the effect of damage caused by the European sawfly as measured by the diameter growth at breast-height (Swedish).



- Norrands Skogs. Forb. Tidskr., 3 : 205-218.
8. Furuno, T., 1963. On the feeding quantity of the pine caterpillar, (*Dendrolimus spectabilis* BUTLER). Jour. Jap. For. Soc., 45(11) : 368-374.
  9. Furuno, T., 1964 a). The effects of the feeding damage of the pine caterpillar, *D. spectabilis* BUTLER upon the red-pine, *Pinus densiflora* Sieb. et. Zucc., by artificial defoliation. Jour. Jap. For. Soc., 46(2) : 52-59.
  10. Furuno, T., 1964 b). On the damage analysis of red-pine, *Pinus densiflora*, infested with pine and sugi leaf-beetle, *Basilepta pallidulum*. Jour. Jap. For. Soc., 46(4) : 115-123.
  11. Furuno, T., 1964. c) The effects of the leaf-eating insects upon the growth of the forest-trees (in Japanese). Bull. Kyoto Univ. Forests, 35 : 177-206.
  12. Furuno, T., 1964. d) On the feeding quantity of the gypsy-moth, *Lymantria dispar* Linne, and the camphor silk moth, *Dictyoploca japonica* BUTLER. Jour. Jap. For. Soc., 46(1) : 14-19.
  13. Furuno, T., 1965. The damage-analysis on the growth of middle aged Japanese red-pine, *Pinus densiflora*, infested with pine caterpillar, *Dendrolimus spectabilis*, (in Japanese). Bull. Kyoto Univ. Forests, 37 : 9-24.
  14. 占野東洲, 1966. 林木の生育におよぼす食葉性害蟲の影響. 日林誌, 48(3) : 105.
  15. 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.
  16. Graham, S.A., 1952. Forest Entomology. pp. 1-351. McGRAW Hill, New York.
  17. Kapler, J.E., and D.M. Benjamin, 1960. The biology and ecology of the red-pine sawfly in Wisconsin. Forest Sci., 6 : 253-268.
  18. 菊谷光重, 1960. アカマツ幼令木の摘葉がその年の生長におよぼす影響. 第70回日本林學會大會講演集, 331-334.
  19. 菊谷光重, 1962. アカマツ幼令木における針葉の喪失が樹幹の肥大生長と完満度におよぼす影響. 第72回日本林學會大會講演集, pp. 337-340
  20. Kondo, H., S. Kaminaga, and T. Furuno, 1968. The damage-analysis on the growth of young Japanese red-pine, *Pinus densiflora*, infested with pine caterpillar, *Dendrolimus spectabilis* Japanese. Rep. Ibaraki Pref. For. Exp. sta., 2 : 17.
  21. Kramer, P.J., and Kozlowski, T.T., 1960. Physiology of Tree. pp.526-531.
  22. Kulman, H.M., 1965. Effects of artificial defoliation of pine on subsequent shoot and needle growth. Forest science, 11 : 90-98.
  23. Kulman, H.M., 1971. Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. Ann. Rev. Entomol., 16 : 289-324.
  24. Lee, D.S., and B.S. Cho, 1959. Studies on the destructive leaf-rolling sawfly of the Korean white pine (preannouncement). Bull. For. Exp. Sta. Korea, 8 : 85-110.
  25. Lee, D.S., 1961. Studies on a Korean unrecorded pamphilid sawfly (Hymenoptera, Symphyta), Feeding on Korean pine(1). Kor. Jour. Zool., 4(1) : 1-6.
  26. Lee, D.S., 1961. Studies on a Korean unrecorded pamphilid-sawfly (Hymenoptera, Symphyta), Feeding on Korean pine(2). Kor. Jour. Zool., 5(1) : 21-29.
  27. Linzon, S.N., 1958. The effect of artificial defoliation of various ages of leaves upon white pine growth. Forest Chron., 34 : 50-56.
  28. Morris, C.L., W.J. Schroeder, and M.L. Robb, 1963. A pine sawfly, *Neodiprion pratti* (Dyar), in Virginia. Va. Div. Forest Dep., Lonserv. Econ. Devel., p.42.
  29. Morris, C.L., W.J. Schroeder, and K.A. Knox, 1964. Growth loss in short leaf and virginia pines from sawfly defoliation. Jour. For., 62 : 500-501.
  30. Mott, D.G., L.D. Nairn, and J.A. Cook, 1957. Radial growth in forest trees and effects of insect defoliation. For. Sci., 3(3) : 286-304.
  31. O'Neil, L.C., 1962. Some effects of artificial defoliation on the growth of jack pine, *Pinus banksiana* Lamb., Can. Jour. Bot., 40 : 273-282.
  32. 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* Sieb. et Zucc.(1). Changes in gall formation rate. Jour. Kor. For. Soc., 61 : 20-26.
33. 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* Sieb. et Zucc.(2). Growth impact on red-pine. Jour. Kor. For. Soc., 62 : 87-95.
34. Park, K.N., and J.S. Hyun, 1984. Studies on the effects of the pine needle gall-midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, on the growth of the red pine, *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.(3). Jour. Kor. For. Soc., 65 : 48-53.
35. Reeks, W.A., and G.W. Barther, 1951. Growth reduction and mortality of spruce caused by the European spruce sawfly, *Gilpinia hercyniae*(Htg.) Forest Chron., 27 : 140-156.