

## 잣나무넓적잎벌 被害가 잣나무毬果形成과 毬果 및 種子生産量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 the Black-tipped Sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura, on Cone Formation and Cone and Seed Production of Korean White Pine, *Pinus koraiensis* Siebold et Zuccarini<sup>1</sup>

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

### 要 約

本 研究는 最近 잣나무넓적잎벌이 局部的으로 大發生하여 잣나무에 致命的 被害를 加하고, 또한 急進的으로 擴散되고 있는 中部地方의 잣나무林分에 對하여 害蟲에 依한 被害가 잣毬果의 花芽形成과 毬果 및 種子生産量에 미치는 影響을 檢討하여 經濟的 被害水準을 決定하고 防除戰略의 基礎資料를 提供하기 爲하여 京畿道 加平郡의 林分을 對象으로 實施하였으며 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 잣나무넓적잎벌 被害로 인한 잣나무毬果의 花芽形成 阻害는 葉損失率 30-40% 範圍에서부터 나타나며 70% 以上에서는 着果現象은 거의 일어나지 않았다.
2. 2年生 毬果에서의 着果率과 現存量의 減少는 葉損失率 61-70% 範圍에서 부터 나타나며 잣種實 生産에 미치는 葉損失率의 許容限界水準은 51% 範圍였다.
3. 잣나무넓적잎벌 被害로 인한 잣나무의 生長阻害는 葉損失率 50% 範圍에서, 그리고 毬果의 生産量을 阻害하는 葉損失率의 範圍는 30-40%이다. 따라서 本害蟲의 驅除를 對象으로하는 被害許容限界는 木材生産과 毬果生産의 兩 境遇로서 葉損失率 各各 50%와 30% 水準인 것으로 推定된다.

### 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 locality of Kapyung-gun, Kyunggi Province from 1984 through 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. One year old cone formation began to be reduced when 30-40% of the needles were destroyed. With 70% of defoliation, few cones were produced.

<sup>1</sup> 接受 1994年 7月 4日 Received on July 4, 1994.

<sup>2</sup> 尙志大學校 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.

2. Number of two year old cone formation and amount of cones began to be reduced when 61-70% of the needles were destroyed; economic threshold of the defoliation rate retarding the seed production was 51%.
3. Growth of the trees was significantly reduced when more than 50% of the needles were destroyed, and cone production began to be retarded at 30-40% of defoliation. Therefore, it was determined that the economic thresholds requiring the control practices to keep normal tree growth and cone production from being reduced were 50% and 30%, respectively.

*Key words* : Black-tipped sawfly, integrated control, economic threshold, cone formation, defoliation percentage.

### 緒 論

잣나무넓적잎벌(*Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura)은 大部分 3齡級 以上의 大單位 人工集團造林地에서 發生되어 被害 中心部를 起點으로하여 環狀으로 擴散되며 葉損失에 依한 被害의 進展度에 따라 林木의 生長에 影響을 미칠뿐 아니라 樹冠上端部에서 主로 形成되는 花芽의 分化 및 毬果의 成長을 阻止시킴으로서 잣(種實)의 生産에도 莫大한 損失을 招來하고 있으며 앞으로 그 被害는 더욱 擴散될 것으로 展望되므로 이에 對한 適切하고도 時急한 防除對策이 切實히 要求된다.

잎벌에 依한 葉損失이 針葉樹의 毬果生産에 미치는 影響에 關한 研究로 Zivojinovic(1954)는 *Pinus nigra*가 European pine sawfly에 依하여 71-86%의 葉損失을 받았을 때 種子生産量의 減少가 顯著하였다고 하였으며, Silver(1962) 및 Kozlowski와 Keller 等(1966)은 Douglas-fir와 같은 開花 卽 種子生産量이 많은 樹種은 葉量에 크게 影響받지 않는다고 하였으며 *Abies balsamea*에 對한 葉生産과 開花와의 關係研究가 Morris(1951)에 의해 實施되었다.

國內에 있어서의 잣나무毬果에 關한 研究로는 樹木의 生理, 生態 및 氣象條件과 關聯된 相當한 研究가 發表된바 있다.(全, 1977, 1978, 1979; 全과 金, 1982; 全과 盧 1983; 全 等, 1984). 그러나 害蟲被害와 關聯한 잣나무에 있어서의 葉損失과 毬果生産量에 關한 研究는 아직 報告된 바 없다.

本 研究는 잣나무넓적잎벌의 被害가 急進的으로 擴散되고 있는 中部地方의 잣나무 林分을 對象으로 害蟲의 被害가 잣 毬果의 形成 및 生産量

에 미치는 影響을 檢討하여 經濟的 被害許容水準을 定하고 防除體系確立의 基礎資料를 提供하기 爲하여 實施되었다.

### 材料 및 方法

本 研究는 1980년부터 잣나무넓적잎벌의 被害가 群狀으로 發生, 被害發生中心部를 起點으로하여 環狀으로 擴散되어 가고 있는 28年生 잣나무 人工集團造林地인 京畿道 加平郡 上面 杏峴里에서 1984年 부터 5年間 實施되었다. 調査地의 單位林分面積은 約 15ha로서 林分의 山腹部에서 被害가 發生되어 被害中心部로부터 半徑 150m 距離까지 擴散되었으며 被害中心部는 害蟲의 加害로 因한 葉損失率 100%로서 林木은 大部分 枯死되었으며 林緣은 아직 被害를 전혀 받지않은 健全狀態이며 試驗地條件은 Table 1과 같다.

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 測定值間에는 直線回歸關係로 높은 相關關係( $r=0.8345$ )가 있으므로 이 方法을 適用하였다.

着果量의 推定은 害蟲의 加害에 依한 被害度를

**Table 1.** General description of the experimental stands.

Characteristics	Conditions
Altitude(m)	210
Slope(degree)	30-35
Aspect	NE
Stand age(Yrs)	28
Mean height(m)	13.6
Mean DBH(cm)	17.1
Tree density(trees/ha)	1,186
Year of new infestation	1980

葉損失率別로 11等級으로 分類하고 各 階級別로 10×10m 크기의 Plot를 4反復하여 設定, 年次的으로 葉損失率과 着果量과의 關係를 調査하였으며 新毬果와 2年生毬果의 調査는 登木에 依한 直接法으로, 2年生 毬果의 生産量은 採取에 依하여 全數調査하였고 毬果의 乾物質生産量은 現存量推定의 乾燥方法(Madgwick, 1981)에 依하여, 그리고 잣(種實)의 生産量은 毬果의 乾物質生産量推定을 爲한 乾燥前에 毬果로부터 種子를 分離하여 計測, 推定하였다.

結 果

1. 毬果形成

30年生의 잣나무넓적잎벌被害林分에서 葉損失率과 新毬果의 着果量과의 關係를 調査하여 Table 2 및 Fig 1에 나타냈다.

먼저 Table 2에서 葉損失의 程度에 따른 新毬果의 着果本數率은 葉損失率 30% 以下에서는 平均着果本數率 63.0-67.4%로서 着果本數率間에 差異가 없었으나 31-40%의 葉損失 階級에서는 平均着果本數率 54.3%로서 明白한 着果率의 差(11.6%)를 보이기 始作하였다. 이 階級을 分岐로, 被害率 增加에 따른 着果本數率은 急激한 水準幅으로 低下되어 71-80%의 葉損失 階級에서는 4.4%의 着果本數率을, 그리고 81% 以上の 階級에서는 着果本數率이 0%로 發見되지 않았다.

葉損失率과 着果數와의 關係에서도 着果本數率

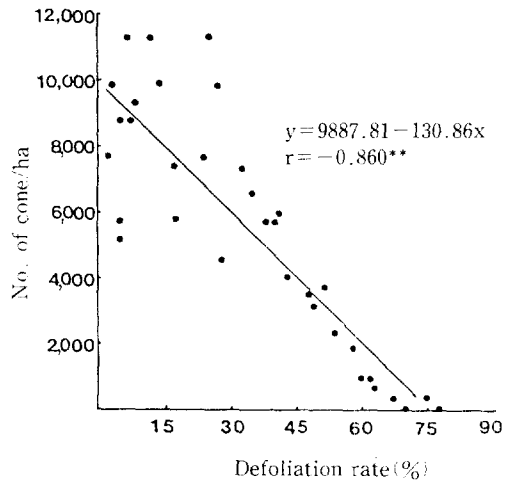


Fig. 1. Relationship between the defoliation percentage and the number of cones formed on Korean white pine by the black-tipped sawfly. \*\* Significant at 1% level.

에서와 類似한 傾向을 보이고 있다. 卽 30% 以下の 葉損失階級에서는 平均毬果數 8,210個/ha로서 階級間에 差가 認定되지 않았으나 31-40% 階級에서 約 20%의 着果數減少가 나타나기 始作하여 51-61% 階級에서 72%가, 또한 61-70% 階級에서는 95%의 着果減少가 나타나, 葉損失率이 낮은 林木보다는 높은 林木에서 毬果形成의 阻害幅이 크게 나타남을 알 수 있다. 이로써 잣나무 葉損失의 程度가 新毬果의 形成에 미치는 影響은

Table 2. One year-old cone formation for various defoliation rate(%) causal by the black-tipped sawfly on the Korean white pine stand at Hainghyun.

Defoliation percentage (%)	No. of trees in sample plots	No. of trees with cone formation	Cone formation (%)	Total No. of cone formation	No. of cone formation/tree	No. of cone formation/ha	No. of tree/ha
0- 5	47	31	65.9	311	10.0	7,750	1.175
6- 10	43	27	63.0	399	12.6	8,505	1.075
11- 20	46	31	67.4	335	10.8	8,370	1.150
21- 30	46	31	67.4	329	10.6	8,215	1.150
31- 40	46	25	54.3	247	9.9	6,188	1.150
41- 50	48	21	43.8	159	7.6	3,900	1.200
51- 60	47	12	25.5	86	7.2	2,160	1.175
61- 70	49	6	12.2	17	2.8	420	1,225
71- 80	45	2	4.4	3	1.5	75	1,125
81- 90	49	0	0	0	0	0	1,225
91-100	47	0	0	0	0	0	1,175

\* Surveyed plot size : 10m×10m. Replicated four times.

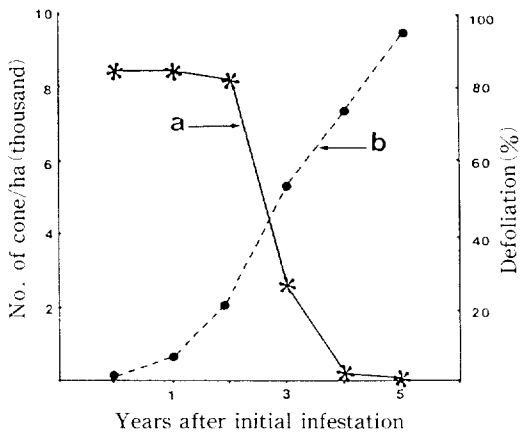


Fig. 2. Relationship between the number of new cones and defoliation percentage at each periods after the initial infestation by black-tipped sawfly.  
 a : No. of cones  
 b : Defoliation percentage

樹高生長, 直徑生長과 材積生長 等 調査된 어느 因子보다도 强하게 作用하는 것으로 分析되었다.

葉損失率과 ha當 新毬果의 着果數와의 相關關係를 본 것은 Fig. 1이며 相關計數  $r = -0.860$  ( $df=33, 1\%$  水準의 有意性)으로서 負의 相關關係를 보였으며  $y = 9887.81 - 130.86x$ 의 直線回歸關係가 成立하였다.

Fig. 2는 被害發生開始年度 以後 葉損失率과 新毬果 着果數의 年次的 變動을 본 것이다. 一般的으로 被害發生 2年째인 葉損失率 20-30% 範圍까지는 着果에 別로 影響이 없으나 3年째 以後 即 葉損失率 50-60% 範圍에서 急激히 低下되어 70% 以上인 4年次에 이르르면 着花 即 毬果形成能力은 거의 없는 것으로 나타났다.

2. 毬果 生産

Table 3은 前項(1)의 毬果形成 調査用 供試木에 對한 2年生 毬果의 物質生産量을 葉損失率別

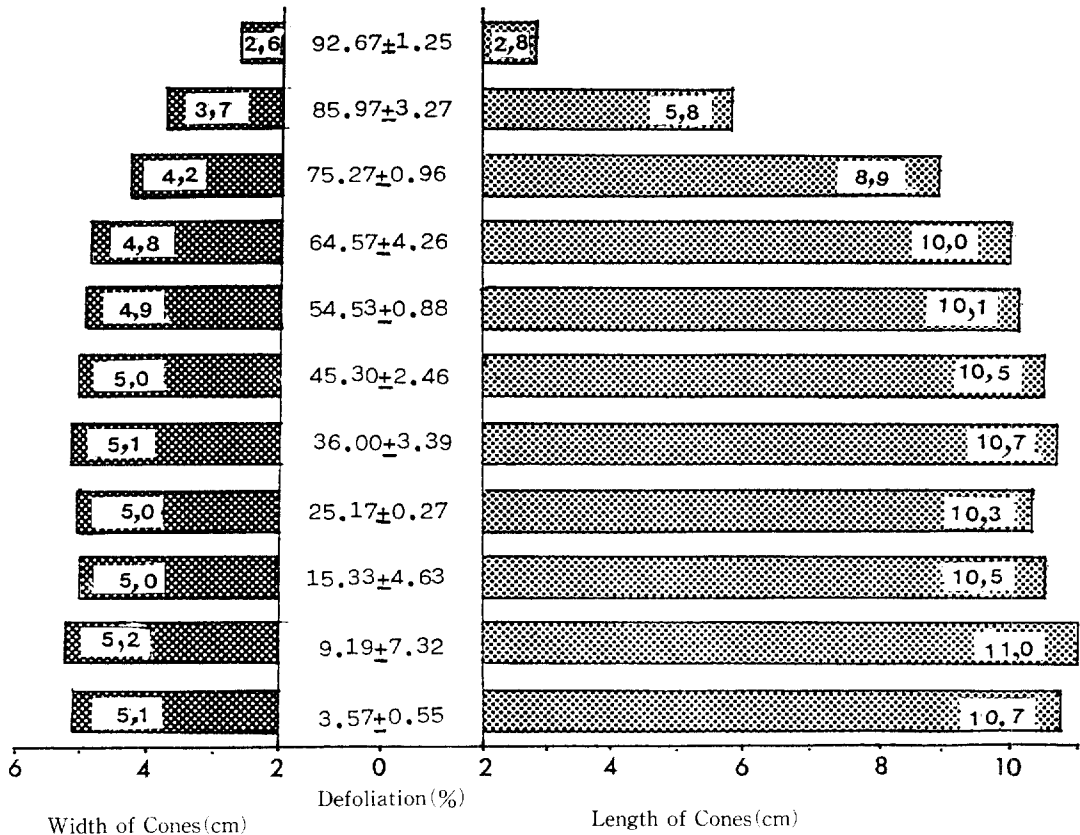


Fig. 3. Length and width of cones at each defoliation rates by the black-tipped sawfly at Hainghyun.

**Table 3.** Dry weight productivity of cone for various defoliation rate causal by the black tipped sawfly on the Korean white pine stand at Hainghyun.

Defoliation percentage	No. of trees in surveyed plots	No. of trees with cone formation	Total No. of cones in plots	% of cone formation	Dry weight of cones/ plot	Dry weight of cones/ tree	Dry weight of cones/ ha
%				%	kg	kg	kg
0-5	47	26	278	55.3	24.489	0.521	612.23
6-10	43	27	266	62.8	23.435	0.545	585.88
11-20	46	29	316	63.0	27.741	0.603	693.53
21-30	46	25	254	54.4	23.056	0.501	576.40
31-40	46	25	285	54.4	25.242	0.549	631.05
41-50	48	26	273	54.2	23.781	0.495	594.53
51-60	47	27	263	57.5	18.649	0.397	466.23
61-70	49	23	249	46.9	15.503	0.316	387.58
71-80	45	10	96	22.2	3.850	0.082	85.60
81-90	49	6	67	12.2	2.278	0.047	56.95
91-100	47	1	11	2.1	0.259	0.006	6.48

\* Surveyed plot size : 10m×10m, Replicated four times

로 比較한 것이다. 먼저 2年生 毬果의 着果量을 보면 葉損失率 60% 以下에서 平均着果率은 57.4%로서 着果率間에는 有意差가 없었고 61-70% 階級에서 差異가 나타나기 始作, 그後 葉損失量에 따른 着果率減少는 階級別로 아주 뚜렷하였다.

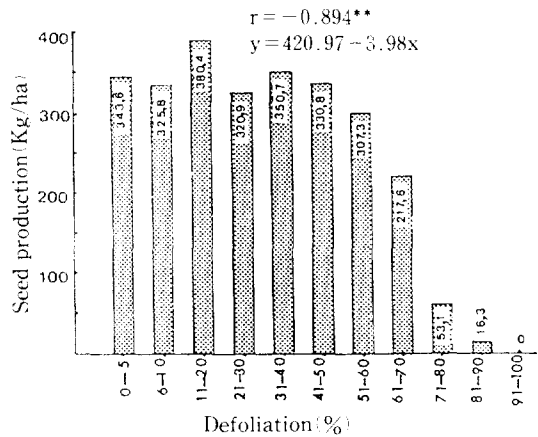
2年生 毬果의 ha當 物質生産量은 葉損失率 50% 以下에서는 平均乾重量 594.5kg/ha으로서 被害度間에 差가 없었으며 51-60% 葉損失階級에서부터 24.3%의 減少幅을 始作으로 葉損失率의 增加에 따라 急激한 毬果生産阻害를 받았음을 分明히 알 수 있다.

Fig. 3은 成長이 完了 또는 停止된 狀態의 2年生 毬果의 길이와 幅을 葉損失率別로 보인것으로서 葉損失率 65% 以下에서는 毬果길이(平均 10.5cm) 또는 幅(平均 5.0cm)과 葉損失率間에 有意差가 없었으며, 그러나 70% 以上에서는 길이와 幅에서 다같이 急激히 減少됨을 쉽게 判斷할 수 있다.

### 3. 種子生産

毬果로부터 種子를 分離하여 葉損失率別로 ha當 生産量을 測定한 結果는 Fig. 4와 같다. 卽 葉損失率 45% 以下에서의 平均 種子生産量은 345.4kg/ha로 葉損失率別로 差異가 없으나 51-60% 階級에서 約 14%의 重量減少가 보였고 이後에는 急激한 生産量의 減少가 있음을 알 수 있다. 葉損失率과 種子生産量과의 關係를 본 結果  $Y=420.97-3.98x$ 의 回歸關係式이 成立하였다.

結果의으로 葉損失率의 增加에 따른 毬果의 物



**Fig. 4.** Seed production of the Korean white pine for each defoliation rates by the black tipped sawfly.

質生産量과 種子生産量의 相對的變動은 매우 恰似하며 葉損失率이 높은 쪽에서 그 變動幅은 甚하게 나타남을 알 수 있다.

### 考察 및 結論

잣나무넓적잎벌에 의한 加害가 잣나무에 미치는 被害中 毬果生産에 미치는 影響은 가장 큰 것이다. 全(1983)은 잣나무毬果形成에 作用하는 外의 要因으로 氣象要因을 指摘하였으나 本 害蟲의 被害는 外의 因子中 가장 큰 阻害要因은 明確한 것이다.

Table 2에서 新毬果의 形成阻害는 葉損失率 30-40%에서 나타나기 始作하여 41-50% 損失範

園에서는 50%의 沮害를 받으므로 가장 큰 被害를 받고 있음을 알 수 있다.

그러나 葉損失率 30% 以下로서 前年度에 이미 形成된 2年生 毬果에 있어서는 葉損失率 60% 以上の 被害를 받지 않는한 毬果의 生産量에는 別影響이 없음을 Table 3에서 쉽게 判斷할 수 있으며 이러한 結果는 잣나무넓적잎벌의 加害는 7月 上旬부터 始作(鄭, 1985)되므로 2年生 毬果는 이 時期에 이미 生理的 成長을 거의 完了하였거나 成長에 必要한 相當한 養料가 供給된 狀態이기 때문인 것으로 解析된다. 한편 잣 種實生産에 미치는 葉損失率의 範圍는 約 50%로서 이것은 毬果生産量의 沮害에 影響하는 葉損失率 60% 以上과 比較하여 多少 낮은 被害水準에서 沮害를 받는 것으로 나타났으며 이러한 現象은 7月 以後에 主로 成熟하는 毬果內 잣 種實의 生理的 條件과 이 時期와 並行하여 잣나무넓적잎벌의 加害에 依한 被害增加가 主要한 原因인 것으로 思料된다. Lee(1983)는 잣나무의 經濟的 分析으로 30年生 林分에서의 種子生産量은 363kg/ha이며 樹齡의 增加에 따라서 比例的으로 增加한다고 하였으며 이것은 本 調査에서 나타난 同一 樹齡의 健全木에서의 種子生産量 345kg/ha와는 類似한 값을 가지며 61-70%의 葉損失에서는 37%의 種子損失을 가져오게 됨으로서 本 害蟲의 被害가 種子生産에 미치는 影響은 큰 것임을 알 수 있다.

以上の 結果를 綜合하면 잣나무넓적잎벌의 加害로 인한 被害가 잣나무 毬果形成에 미치는 影響은 葉損失率 30-40% 範圍에서, 2年生 毬果의 物質生産에 있어서는 60%, 그리고 種實生産量에 있어서는 50% 水準에서 나타나기 始作하며 따라서 잣 生産을 爲한 가장 適切한 防除時期는 30%의 葉損失을 받는 時期인 被害發生後 2年次 卽 土中幼蟲密度 約 120/m<sup>2</sup>마리 內外가 되겠으나 可能한 한 被害發生 中心으로부터 全體林分으로 擴散되기 前에 集中的으로 防除를 實施하여 密度增加를 沮止시키는 것이 바람직한 것으로 思料된다.

引用 文 獻

1. 全尙根, 1977. 잣나무 着果量이 毬果 및 種子의 몇개 形質에 미치는 影響. 慶熙大學校 産業大學 科技研 論文集, 5 : 61-67.

2. 全尙根, 1978. 잣나무成熟木의 毬果 및 種子 結實量. 慶熙大學校 産業大學 科技研 論文集, 6 : 81-89.

3. 全尙根, 1979. 잣나무에 있어서 結實量이 落果量에 미치는 影響. 慶熙大學校 産業大學 科技研 論文集, 9 : 649-659.

4. Chon, S.K., and I.H. Kim, 1982. Effects of some meteorological factors on number of cone formation in *Pinus koraiensis*. Jour. Kor. For. Soc., 57 : 45-51.

5. Chon, S.K., and Y.H. Noh, 1983. Effects of tree form on number of cone formation in Korean white pine, *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. Jour. Kor. For. Soc., 62 : 19-23.

6. Chon, S.K., H.P. Chung, and J.K. Hong, 1984. Variation of the number of empty seeds per cone in *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. Jour. Kor. For. Soc., 65 : 24-30.

7. Chung, S.B., and S.C. Shin, 1985. Studies on the bionomics of the black-tipped sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura. Res. Rep. For. Inst. Korea, 32 : 31-37.

8. Chung, S.B., and S.C. Shin, 1986. Control of the black tipped sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura with some insecticides. Res. Rep. For. Inst. Korea, 33 : 126-131.

9. Chung, S.B., and S.C. Shin, 1994. Studies on the effects of the black-tipped sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura on growth of the Korean white pine, *Pinus koraiensis* Siebald et Zuccrini. Jour. Kor. For. Soc., (보고 중)

10. Kozłowski, T.T., and T. Keller, 1966. Food relations of woody plants. Bot. Rev., 32 : 293-382.

11. Lee, H.K., J.W. You, S.I. Kim, and J.Y. Kim, 1983. Financial Analysis of major tree species by their management survey. Res. Rep. For. Inst., 30 : 7-26.

12. Madgwick, H.A.I., 1981. Estimating the aboveground weight of forest plots using the basal area ratio method. N.Z.J. For. Sci., 11(3) : 278-286.

13. Morris, R.F., 1951. The effects of flowering on the foliage production and growth of balsam fir. For. Chron, 27 : 40-57.

14. Silver, G.T., 1962. The distribution of Douglas  
fir foliage by age. *Forest Chron.*, 38 : 433-438.
15. Zivojinovic, C., 1954. *Diprion pini* on Mt.

Maljen : History of the outbreak and conse-  
quences of the defoliation of *Pinus nigra*. *Zast.*  
*Bilja*, 24 : 3-19.