

## 잣나무넓적잎벌 防除林분에 對한 잣나무 被害解析<sup>1</sup>

鄭相培<sup>2</sup> · 金哲洙<sup>3</sup>

## Damage Analysis of Korean White Pine Stands in which the Black-tipped Sawfly was Chemically Controlled<sup>1</sup>

Sang Bae Chung<sup>2</sup> and Chul Su Kim<sup>3</sup>

### 要 約

本 研究는 잣나무넓적잎벌(*Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura) 航空藥劑防除를 實施한 林分에 對한 防除 前後의 害蟲密度變動과 害蟲防除로 인한 被害林分の 回復過程을 分析함으로써 금후 本 害蟲의 管理體系와 防除戰略의 基礎資料를 提供하기 위하여 京畿道 加平郡 雪嶽面 槽谷里 所在의 國有林에서 遂行되었으며 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 航空藥劑防除 林分에서의 잣나무넓적잎벌 土中幼蟲密度는 1回 防除實施後 約 7年동안 被害許容水準(50%) 以下로 維持되었다.
2. 잣나무넓적잎벌의 加害로 인한 葉損失率 70% 以上の 被害木은 藥劑防除實施後에도 樹高生長과 直徑生長의 沮害가 2-3年間 持續되었다.
3. 잣나무넓적잎벌의 被害를 받았던 잣나무의 直徑生長은 樹幹의 下部보다는 上部에서 더 빠른 速度로 回復되었다.
4. 葉損失率 70% 以上の 被害木은 藥劑防除實施後에도 3-4年間 林木의 材積減少가 持續되었으며 이 期間의 材積損失率은 19.6-54.0% 範圍였다.
5. 잣나무넓적잎벌의 經濟的被害許容水準인 葉損失率 50% 以下에서 藥劑防除를 實施한 林分은 未防除狀態로 葉損失率 90% 以上の 被害極甚林分에 比하여 ha當 約 40m<sup>3</sup>의 林木材積 減少防止效果가 있었다.

### ABSTRACT

To obtain basic information for establishing a pest control strategy for insect pest management system, changes in the population densities of the black-tipped sawfly(*Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura) and damage patterns in tree growth were investigated in national forests in Hoigok-ri, Kapyung-gun, Kyunggi-do, where the pest control measures were taken. The results obtained were as follows ;

1. The larval density in the soil of the forests where the insecticides were applied have been kept below economic threshold for about 7 years. The density was the highest in the middle of slopes and similar to the level of the early stage of the insect outbreak.
2. After the pest control by insecticides, reduction in tree height and diameter growth lasted for 2-3 years in trees defoliated by over 70%.
3. The diameter growth of the trees damaged by black-tipped sawfly recovered faster in upper stem than in the lower.

<sup>1</sup> 接受 1997年 7月 3日 Received on July 3, 1997.

<sup>2</sup> 尙志大學校 生命資源科學大學 Department of Forestry, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University Wonju 220-702, Korea.

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

4. Volume growth of the trees defoliated over 70% by the insect decreased for three to four years. The volume loss of trees defoliated by 70% and 90% was 19.6% and 54.0%, respectively.
5. Maintaining the rate of defoliation below 50%, which is the economic threshold, by chemical control measures had an effect of reducing the tree volume loss by 40m<sup>3</sup>/ha as compared with a stand defoliated by 90%.

Key words : insect pest management, economic threshold, insect outbreak, pest control

## 緒 論

最近 잣나무(*Pinus koraiensis*)의 致命的인 被害害蟲으로 登場한 잣나무넓적잎벌(*Acantholyda posticalis posticalis*)은 1980年代에는 京畿道 및 江原道와 忠淸北道의 一部地域 等 主로 中部地方에 限定되었으나 1990年代에는 全羅北道와 慶尙南·北道 等 全國의으로 그 被害가 擴散되고 있으며 1996年度의 全國의인 發生面積은 1萬餘 ha에 達하고 있다. 本 害蟲에 對한 分類學의 位置, 地理의 分布, 生活史 等은 Lee(1961, 1962, 1963)에 依하여 最初로 밝혀졌으며, '60年代 初期이후 被害의 自然減少現象으로 因하여 研究가 이루어지지 않았으나 1980년부터 重要한 害蟲으로 再猖獗하므로서 本格的인 研究가 遂行되었다.

鄭相培와 申相澈(1985)은 本 害蟲에 對한 發生所長, 生活史, 加害習性과 土中幼蟲의 垂直의 및 水平의 分布와 樹上幼蟲密度分布樣式 等 生態의 特性을, 그리고 鄭相培(1997)는 잣나무의 被害樣式을 究明하여 報告한 바 있으며, 防除에 關한 研究로 鄭相培와 申相澈(1986)은 樹上幼蟲加害期에 對한 噴霧 또는 航空撒布함으로서 90% 以上의 높은 殺蟲效果가 있는 低毒性 藥劑인 zuron(Dimilin) 水和劑를 開發하여 普及하였으며, 本 藥劑는 1985年 以後 現在까지 널리 活用되고 있다.

잣나무넓적잎벌의 加害로 因한 잣나무의 被害解析에 關한 研究는 鄭相培와 申相澈(1994a)에 依하여 最初로 試圖된 것으로서 이들은 本 害蟲에 依하여 葉損失率 50% 以上의 被害를 받았을 때부터 材積生長의 減少가 나타나기 시작하며, 毬果生産量의 阻害는 葉損失率 30~40% 範圍에서 부터 나타남을 밝혀내고(鄭相培와 申相澈, 1994b) 이 水準을 經濟的 被害 許容 水準으로 提示하였다. 이와 類似한 研究로서 朴基南(1982)은 솔잎혹파리의 被害로 因한 소나무의 生長阻害는 蟲癭形成率 50~60%에서 始作되며 그 被害는 4~5

年間 持續되는데 2~3年次에 가장 甚하다고 하였으며, Furuno(1964ab, 1965ab)는 솔나방의 被害를 假想한 摘葉試驗에서 葉損失率이 50~60%인 境遇에는 直徑生長 15~25%, 樹高生長 0~25%가 減少되고 그 被害는 2年間 持續되며 葉損失率이 60% 以上일 때는 急激히 生長에 큰 影響을 미친다고 하였다.

本 研究는 잣나무넓적잎벌의 被害가 發生하기 前에서부터 發生初期, 被害上昇期, 被害極甚期, 그리고 藥劑防除實施後 回復期까지의 林木生長過程을 比較分析함으로서 今後 本 害蟲에 對한 管理體系와 防除戰略의 基礎資料를 提供하기 爲하여 實施되었다.

## 材料 및 方法

### 1. 試驗地 概況

本 研究는 京畿道 加平郡 雪嶽面 檜谷里에 位置한 國有林으로서 北部地方山林管理廳 管轄區域의 32年生 잣나무 造林地에서 實施되었으며 試驗地의 立地條件은 다음과 같다.

#### 가. 地況 및 林況

供試面積 約 10ha, 標高 250m. 傾斜度 30°의 南向으로서 平均樹高 및 平均胸高直徑은 各各 13.4m와 19.0cm이며 ha當 平均林木密度는 1,159本이었다.

#### 나. 被害發生狀況

1980年度에 山腹部에서 처음 被害가 群狀으로 發生, 被害中心으로부터 年次的으로 急速히 擴散(環狀)되었으며 1984년까지의 累積被害로 因하여 被害發生 中心部는 枯死木(葉損失率 100%)이 發生하였으나 林緣은 被害가 거의 없는 健全한 狀態였다.

#### 다. 防除狀況

1985年 樹上의 加害幼蟲期(7月)에 本 害蟲의 防除藥劑로 開發된 zuron 25% wp 300倍液(50ℓ/ha)에 依한 航空撒布를 實施, 높은 殺蟲效果를

인음으로서 1986年 以後부터는 土中幼蟲密度의 減少(Table 1)와 더불어 더 以上의 被害가 進展되 지 않았으며 防除實施前의 枯死木을 除外한 大部分의 林木은 漸次 回復되기 시작, 1993年 現在에 는 供試林分 全體가 健全한 成長狀態에 있었다.

## 2. 調査方法

잣나무넓적잎벌 防除地域에 對한 害蟲의 土中 密度變動調査는 1993年 5月에 實施하였으며 調査 方法은 1985年度 航空防除實施 當時의 林木被害 度("甚", "中", "輕")別로 0.05ha(20×25m) 크기의 調査區(3反復)를 設定하고 Iwao(1968)의 回歸 分析法(mean crowding)에 依한 適正標本數 算出 公式에 依據, 調査區別로 1m<sup>2</sup>(1m×1m)크기의 20 個 plot에 對한 土中幼蟲密度를 調査하여 1985年 5月 當時의 被害度別 幼蟲密度와 比較하였다. 林木의 年次別 生長量調査는 1985年度 防除實施 直前 當時의 被害度를 葉損失率 0, 50, 70, 90%의 4個水準으로 區分하고 各 水準別로 10m×10m 크기의 標準地를 3個所씩 設定, 各 標準地內에서 3本の 標準木을 選定, 生長錐(increment borer)를 利用하여 胸高直徑部位(4方向)의 木片(core)을 採取하여 木片에 나타난 年輪幅을 實體顯微鏡下에서 micrometer에 依한 直徑生長量을 測定하였다. 또한 各 標準地別로 1本の 標準木을 伐採하여 年度別 節間生長量과 樹高를 測定하고 Huber式에 依한 樹幹分析을 爲하여 製作한 圓板을 가지고 위와 같은 方法으로 4方向의 年輪幅을 測定, 連年生長量(current annual increment)과 材積生長量을 求하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 土中幼蟲의 密度變動

土中幼蟲의 密度變動調査는 1980年度에 처음

發生後 1984년까지 5年間 放置狀態로 被害를 받 았던 地域으로서 林木被害度(葉損失率)를 "甚", "中", "輕"으로 區分하고 m<sup>2</sup>當의 plot內 平均土中 幼蟲密度를 調査하였던 1985年 및 1986年度와 同一한 方法(時期, 場所, 調査地點, 方法)으로 調査하여 防除實施 直前(1985) 및 直後(1986)의 土中 幼蟲密度와 比較한 結果는 Table 1과 같다. 卽 1993年의 土中幼蟲密度는 防除實施 前의 被害 進展過程에서 가장 甚한 被害率을 보였던 山腹部 位가 63.2마리로서 가장 높았으며 被害度 "輕"인 地域은 20.6마리의 比較的 낮은 幼蟲密度를 보이 고 있으나 3地域 共히 1985年의 "輕"地域보다 낮은 密度로서 鄭相培와 申相澈(1986, 1994a)이 잣 나무넓적잎벌의 被害研究에서 밝힌 m<sup>2</sup>當 土中幼 蟲密度 約 190마리인 被害許容水準(葉損失率 50 %)以下의 幼蟲密度를 維持하고 있는 것으로 調査되었다. 또한 被害度別 土中幼蟲密度變動은 山 腹部에서 처음 發生하여 環狀으로 擴散되었던 發 生初期(1981-1985年)의 被害進展過程과 類似한 傾向을 보여주고 있다. 이러한 結果는 잣나무넓 적잎벌 被害가 甚한 林分이라 할지라도 zuron 25% WP에 依한 航空防除를 實施할 境遇, 그 林分에 對하여는 防除實施後 約 7年間은 被害許 容水準 以下의 幼蟲密度를 維持할 수 있음을 알 수 있다.

### 2. 林木生長에 미치는 影響

#### 가. 樹高生長

本 害蟲의 被害가 樹高生長에 미치는 影響과 藥劑防除實施後의 被害回復過程을 究明하기 爲하 여 各 被害度別 連年樹高生長量을 比較한 것이 Fig. 1이다. 葉損失率 50% 以下의 被害木은 健 全木과 비슷한 生長 pattern을 보이고 있으며 70% 以上의 被害木은 防除年度인 1985년에는 健 全木에 비해 相當히 低調한 生長을 보였으나 다

Table 1. The densities of black-tipped sawfly larvae in soil by year and damage degree before and after pesticide treatment

Time of investigation	Degree of tree damaged(No. of larvae per m <sup>2</sup> )		
	Heavy	Medium	Light
1985. 5 (a)	178.8±1.9	192.2±6.1	64.1±3.2
1986. 5 (b)	5.7±0.5	4.8±0.7	3.8±0.4
1993. 5 (c)	63.2±3.7	38.8±2.5	20.6±3.1

a : Larval density before treatment

b : Larval density after 1 year of treatment

c : Larval density after 7 years of treatment

음해인 1986年度부터는 漸次 回復되는 傾向을 보이고 있다. 卽 70%被害木은 被害進展期間인 1984年度에 44.0cm의 樹高生長을 보였으며 被害가 累積된 1985年度에는 25.8cm의 鈍화된 生長을 보였다. 1986年度와 1987年度에는 各各 38.1cm와 41.1cm의 樹高生長을 하므로서 防除實施 2年後에는 健全木과 비슷한 生長量을 나타내고 있다. 또한 90%被害木의 경우, 1985年の 生長量은 21.6cm으로서 健全木의 43.3cm에 比하여 뚜렷한 生長量의 差異를 나타내고 있으나 3年後인 1988년에는 42.3cm로서 健全木의 52.8cm와 比較하여 1985年보다 生長幅의 差異가 相當히 줄어들었다. 따라서, 本 害蟲의 被害로 因하여 葉損失率이 70% 以上인 林木은 急激한 樹高生長量의 減少가 나타났으나 防除實施 約 4年後에는 正常的으로 回復됨을 알 수 있다.

나. 直徑生長

本 害蟲의 被害度別로 胸高直徑 部位에서 最初 被害發生年度부터 最近까지의 年輪幅을 比較한 것이 Fig. 2이다. 그림에서 보인 바와 같이 50% 以下の 被害木의 年輪幅은 1980年度부터 漸次 減少를 보이다가 1980年代 中반부터 增加하였으며 1990年度부터는 다시 減少하는 樣相을 보이므로서 被害度와는 無關하게 나타나고 있는 바, 이는 잣나무 自體의 生長pattern에 의하여 나타나는 一般의인 生長推移인 것으로 推測된다. 그러나 70% 以上の 甚한 被害를 받은 林木은 健全木에 比하여 減少現狀이 뚜렷하게 나타났으며 防除實施 4年後인 1989년부터는 健全木과 비슷한 樣相을 보이고 있다. 즉 最初로 被害가 나타난 時

期부터 防除 實施前인 1981年과 1985年の 直徑生長量은 健全木은 4.60mm와 3.55mm, 50%被害木은 4.49mm와 2.60mm로서 被害度間에는 뚜렷한 生長差異가 없었으나 70% 및 90%被害木은 各各 5.61mm와 1.10mm, 5.26mm와 1.14mm의 生長量을 보여 健全木에 比하여 높은 減少率을 나타내고 있다. 그러나 防除實施 4年後인 1989年度の 直徑生長量은 70%被害木이 2.99mm, 90%被害木 3.49mm로서 健全木生長量 3.33mm와 거의 비슷한 傾向을 보이고 있다. 朴基南(1982)은 솔잎혹파리의 被害研究에서 소나무 胸高部位에서의 年輪幅에 의한 直徑生長量의 測定은 正確도가 떨어진다고 하였으나 本 害蟲의 被害에 의한 잣나무 被害에서는 葉損失率 50% 以下에서는 直徑生長에 미치는 影響이 거의 없으나 70% 以上에서는 相當한 支障을 招來하며 이러한 被害林分은 藥劑防除 實施後에도 約 3年間은 持續的인 影響을 미치는 것으로 把握되었다.

Fig. 3은 90% 被害木에 對하여 藥劑防除 實施後 樹高의 位置에 따른 直徑生長의 回復樣相을 檢討하기 爲하여 1985年度부터 1989年度까지 5個年の 年輪幅을 樹幹의 上部로부터 下部로 向하여 一定한 間隔으로 連結한 것이다. 全般的으로 防除 實施前인 1985年の 年輪幅에 比하여 防除 實施 後인 1986年度 以後의 年輪幅은 連次的으로 넓어지고 있으며 4年後인 1989년에는 防除前과 比較하여 相當한 差異를 보이고 있는 바, 이는 防除 以後의 被害回復過程을 잘 나타내고 있다. 한편 同一年度の 節間의 位置別 直徑生長量 比較에서는 1985年度에는 樹幹의 下部보다는 上部에서 더 낮은 生長을 보이고 있으나 防除實施 以後

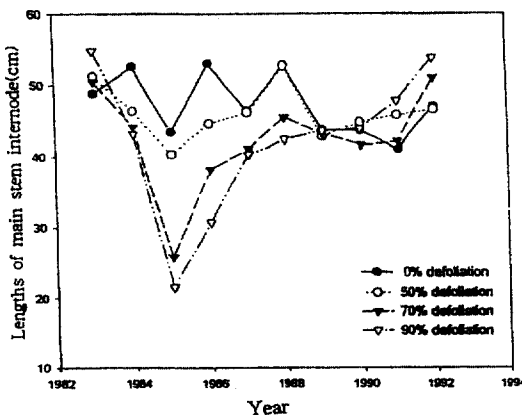


Fig. 1. Lengths of main stem internode at each defoliation rate by the black-tipped sawfly.

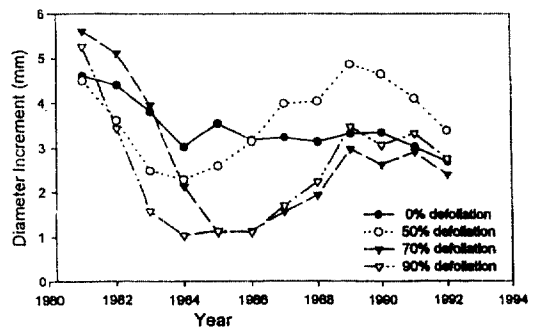


Fig. 2. Curves of diameter growth for the horizontal sequence at DBH level of the main stem of Korean white pine infested with the black-tipped sawfly.

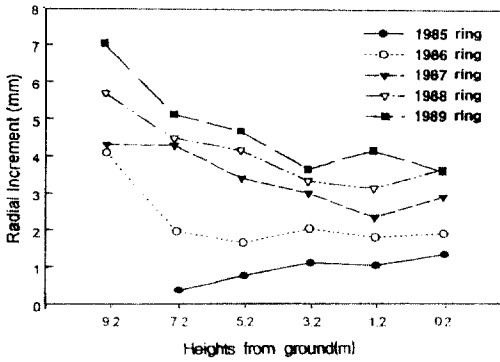


Fig. 3. Curves of radial growth for the oblique sequence of the Korean white pine defoliated of 90% with the black-tipped sawfly at Hoigok from 1985 to 1989.

인 1986年度부터는 오히려 上部에서 더욱 旺盛한 生長率을 보이고 있어 鄭相培 等(1994a)의 잣나무넓적잎벌 被害研究와 朴基南(1982)의 솔잎혹파리 被害研究에서 밝힌 結果와 類似한 樣相을 나타내고 있다. 따라서 本 害蟲의 防除林분에 있어서 樹高의 位置에 따른 直徑生長量의 回復速度는 被害上昇時와 같이 樹幹의 下部보다는 上部에서 더 빠르게 나타남을 알 수 있다.

다. 材積生長

被害發生初期(1981)에서부터 被害極甚期를 지나 藥劑防除實施(1985)로 因하여 樹勢가 거의 正常狀態로 回復된 1990年度까지 10年間의 材積生長量의 變動過程을 檢討하기 爲하여 各 被害度別로 樹幹析解에 依한 連年材積生長量을 比較한 結果는 Table 2와 같다. 防除實施前인 1981년부터 1985년까지의 被害度別 材積生長量은 健全木과 比較하여 70% 및 90%被害木에서 各各 8.4%와 27.7%의 材積生長率減少가 있었으나 50%被害木에서는 別 差異가 없었으며, 이러한 傾向은 鄭相培(1994a)가 잣나무넓적잎벌의 被害研究에서 밝힌

結果와 類似한 것이다. 또한 防除實施 다음해인 1986년부터 1990년까지 5個年間の 健全木에 대한 被害度別 材積生長量 減少는 70% 및 90%被害木에서 各各 19.6%와 54.0%인 것으로 나타났다. 따라서 被害를 받기 始作하여 正常的인 生長으로 回復하기까지 10年동안에 發生한 總材積生長量減少率은 70%被害木에서 15.7%와 90%被害木에서 44.8%였으며, 平均材積損失量은 70%와 90%被害木에서 各各 0.0141m<sup>3</sup> 및 0.0347m<sup>3</sup>인 것으로 測定되었다.

以上の 結果로 本 害蟲의 被害에 依한 林木材積減少는 70% 以上の 被害를 받을 境遇에는 防除實施後에도 3-4年間 繼續되고 그 減少率程度는 約 16-45% 範圍이며, 被害許容水準(葉損失率 50%) 以下에서 防除를 實施할 境遇, 放置狀態로 90%까지 被害를 받았을 때와 比較하여 本當 0.0347m<sup>3</sup>의 林木材積損失 防止效果가 있는 것으로 推定된다.

結 論

잣나무넓적잎벌의 被害林분에 對하여 zuron 25% wp에 依한 航空防除를 實施한 林分の 土中幼蟲 密度는 防除前의 密度에 關係없이 約 7年間 被害許容水準 以下の 土中幼蟲密度를 維持 할 수 있으며 密度變動樣相은 被害發生初期와 類似하다. 葉損失率 70% 以上인 被害木은 藥劑防除 實施後에도 林木生長의 鈍化가 數年間 持續되며 正常的인 生長으로 回復하기까지는 2-4년이 所要되며, 防除實施後 5年間に 發生한 林木材積損失은 19.6 - 54.0% 범위이다. 經濟的被害許容水準(50%) 以下에서 防除를 實施한 林分은 90% 以上の 放置된 林분에 比하여 ha當 約 40m<sup>3</sup>의 材積減少 防止效果가 있다.

Table 2. The volume growth calculated by stem analysis at each defoliation rate by the black-tipped sawfly (1981-1990)

Defoliation percentage (%)	Volume growth (m <sup>3</sup> /tree)							Total*
	1981-1985	1986	1987	1988	1989	1990	1986-1990	
0	0.0249	0.0062	0.0075	0.0094	0.0096	0.0132	0.0459	0.0708
50	0.0245	0.0056	0.0071	0.0100	0.0108	0.0158	0.0493	0.0738
70	0.0228	0.0021	0.0044	0.0074	0.0100	0.0130	0.0369	0.0597
90	0.0180	0.0004	0.0015	0.0042	0.0056	0.0094	0.0211	0.0391

★ Total volume growth for 10 years (1981-1990)

## 引用文獻

1. 朴基南. 1982. 솔잎혹파리가 소나무生長에 미치는 影響에 關한 研究. 서울大學校 大學院 博士學位論文, 48pp.
2. 鄭相燁·申相澈. 1985. 잣나무넓적잎벌의 生態에 關한 研究. 林業試驗場 研究報告, 32 : 31-37.
3. 鄭相燁·申相澈. 1986. 잣나무넓적잎벌의 防除에 關한 研究. 林業試驗場 研究報告, 33 : 126-131.
4. 鄭相燁·申相澈. 1994a. 잣나무넓적잎벌의 被害가 잣나무生長에 미치는 影響에 關한 研究. 韓國林學會誌, 83(4) : 450-459.
5. 鄭相燁·申相澈. 1994b. 잣나무넓적잎벌 被害가 잣나무毬果形成 및 毬果生長量에 미치는 影響에 關한 研究. 韓國林學會誌, 83(4) : 498-504.
6. 鄭相燁. 1997. 잣나무넓적잎벌 加害에 依한 잣나무物質生産構造의 垂直的 分布. 尙志大學校 生命自然科學論叢, 1 : 1-7.
7. Furuno, T. 1964a. The effects of the feeding damage of the pine caterpillar (*Dendrolimus spectabilis*) upon the red-pine (*Pinus densiflora*) by artificial defoliation. (in Japanese) J. Jap. For. Soc. 46(2) : 52-59.
8. Furuno, T. 1964b. On the damage analysis of red pine (*Pinus densiflora*) infested with pine caterpillar (*Dendrolimus spectabilis*) and sugi leaf beetle (*Basilepta pallidulum*). (in Japanese) J. Jap. For. Soc. 46(4) : 115-123.
9. Furuno, T. 1965a. The effects of artificial defoliation before growing period upon the growth, especially height growth Japanese red pine. (in Japanese) Bull. Kyoto Univ. Forests 36 : 85-98.
10. Furuno, T. 1965b. The damage analysis on the growth of middle age Japanese red pine (*Pinus densiflora*) infested with pine caterpillar (*Dendrolimus spectabilis*). (in Japanese) Bull. Kyoto Univ. Forests 37 : 9-24.
11. Iwao, S. and E. Kuno. 1968. Use of the regression of mean crowding on mean density for estimation sample size and the transformation of data for the analysis of variance. Res. Poul. Ecol. 10 : 210-214.
12. Lee, D.S. 1961. Studies on a Korean unrecorded pamphilid-sawfly (Hymenoptera, Symphyta), feeding on Korean white pine(I). Kor. Jour. Zool., 4(1) : 1-6.
13. Lee, D.S. 1962. Studies on a Korean unrecorded pamphilid-sawfly (Hymenoptera, Symphyta), feeding on Korean white pine(II). Kor. Jour. Zool., 5(1) : 21-29.
14. Lee, D.S. 1963. Studies on a Korean unrecorded pamphilid-sawfly (Hymenoptera, Symphyta), feeding on Korean white pine(III). Kor. Jour. Zool., 6(1) : 21-24.