

噴霧裝置를 利用한 솔잎혹파리 防除에 關한 研究<sup>1\*</sup>  
鄭相培<sup>2</sup> · 金哲洙<sup>3</sup>

Use of Sprinkler System for Control of the Pine Needle  
Gall Midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye<sup>1\*</sup>  
Chung, Sang Bae<sup>2</sup> and Chul Su Kim<sup>3</sup>

要 約

本 研究는 春期에 솔잎혹파리 成蟲이 羽化하여 地上에서 交尾後 소나무 新葉에 産卵하는 生態的 特性을 利用, 成蟲羽化期에 林分內 또는 樹冠上部에 噴霧裝置를 設置하여 羽化抑制와 交尾 및 産卵活動을 攪亂시키므로서 農藥使用없이 솔잎혹파리 被害를 防止하는 것을 目的으로 實施되었으며 要約된 結果는 다음과 같다.

1. 솔잎혹파리 成蟲羽化期間에 있어서의 林地內 晝間 噴霧處理는 土中越冬幼蟲의 密度變動에 影響을 주지 못하였다.
2. 噴霧處理는 總 羽化期間 및 羽化 個體數에는 影響을 미치지 못하였으나 羽化初期에는 遲延, 後期에는 促進시키는 效果가 있었으며 50% 羽化日까지는 約 7日間의 時差가 있었다.
3. 地上噴霧處理는 충영形成率 減少에 效果가 認定되었으나 防除價 45%로서 期待值(85% 以上)에는 미치지 못하였으며 噴霧의 葉面處理는 平均 충영形成率 2.6%로서 無處理區의 38.4%에 比較하여 높은 減少效果가 있었고 防除價는 93.2%에 達하였다.
4. 噴霧處理地의 충영內 在蟲數 調查 結果, 地上處理는 在蟲數 減少에 전혀 影響을 주지 못하였으나 葉面處理에서는 충영當 平均 在蟲數 2.3마리로서 對照區의 4.2마리에 比하여 約 45%의 減少效果가 있었다.
5. 噴霧處理는 솔잎혹파리 被害木에 對하여 15-18%의 新梢生長 增加 效果를 나타냈다.
6. 噴霧處理의 吸汁性 害蟲에 對한 密度減少 效果는 地上處理에서는 나타나지 않았으나 葉面處理에서는 顯著的한 密度減少 效果가 있었다.

ABSTRACT

Experiments were conducted to evaluate the efficacy of ground and foliar sprinkling of natural water for control of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*, by disturbing the reproductive behavior of adults such as copulation and oviposition. Diurnal ground spray for whole area application and foliar spray for single tree treatment were tested at day time during the period of adult emergence.

The results obtained are as follows :

1. The population density of overwintering larvae in soil was not affected by the water spray during the adult emergence period.

<sup>1</sup> 接受 1994年 3月 4日 Received on March 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 山林昆蟲科 Department of Forest Entomology, Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

\* 이 論文은 1992年度 教育部支援 韓國學術財團의 自由共謀課題 學術研究造成費에 의하여 研究되었음.

2. Spraying the water showed no effect on the whole period and number of adult emergence, but retarded early emergence and facilitated late emergence. The difference in the emerging time by 50% emergence day was approximately 7 days.
3. Ground spray was significantly different from control in gall formation rates but was not sufficient for effective control. As a single-tree treatment, the foliar spray was found to be highly effective for control of the pine needle gall midge. Average gall formation of spray plots and untreated ones were 2.6% and 38%, respectively; control value exceeded 90%.
4. Ground spray of water was not effective in reducing larvae in gall of needle. Foliar spray, however, reduced 45% of larval numbers.
5. Foliar spray accelerated shoot growth by 15%-18%.
6. Foliar spray was highly effective for the control of sucking insects, such as mites and aphids on pine trees.

*Key words* : Pine needle gall midge, sprinkler system, adult emergence, gall formation, foliar spray.

## 緒 論

솔잎혹파리는 우리나라 針葉樹의 代表的인 소나무林에 致命的인 被害를 주는 害蟲으로 충영을 形成하는 生態의 特性과 廣闊하고 峻險한 山林의 環境條件으로 因하여 防除가 極히 어려우며 따라서 1929年 서울과 木浦에서 發生이 報告된 以來 그 被害는 漸次的으로 增加하여 現在에는 全國에 擴散되어 있으며 每年 約 30萬 헥타의 소나무林이 被害를 받고 있다.

本 害蟲의 防除에 관한 研究는 李(1956)에 依하여 化學的 防除研究가 試圖된 것을 始初로 그 동안 林業的, 化學的, 物理的 및 其他 防除研究가 國內는 勿論, 海外 專門家와의 共同研究를 通하여 不斷히 이루어져 왔으며 現在까지 各 分野別로 約 100餘編의 論文이 發表되었으나 아직도 滿足할 만한 效果의인 防除法이 開發되지 못하고 있는 實情이다.

化學的 防除研究로는 李(1956)에 依하여 솔잎혹파리幼蟲의 土中潛伏期인 4월에 Naphthalene 粉末과 석회질소 등의 地面處理에 依한 殺蟲效果가 報告된 以後 李, 趙(1958) 및 趙(1959)의 BHC, DDT, Aldrin 등과 같은 有機鹽素系를 비롯하여 有機磷系(李, 1973), Carbamate系(鄭, 1979)에 依한 各 蟲態別 地面藥劑處理 結果가 發表되었으며 日本에서도 岡田剛(1971), 波光幸一(1973) 등에 依하여 우리나라와 類似한 研究結果가 報告된 바 있다. 또한 成蟲羽化時期에 있어서의 樹冠藥劑防除에 관한 研究도 崔(1979, 1980) 등, 鄭(1978) 및 橫溝康志(1973) 등에 依하여 實

施되었으며 특히 崔(1978) 등 및 安(1980) 등은 成蟲羽化期의 密度를 줄이기 爲한 手段으로 粘着物質과 忌避物質에 관한 研究結果를 發表한 바 있다. 그러나 이들의 어떠한 結果도 期待效果에는 미치지 못한 것으로 알려졌다. 한편 林(1969)은 樹上幼蟲 加害期에 있어서의 防除研究로 Dimecron 50% EC를 包含한 浸透移行性 殺蟲劑를 穿孔法에 依하여 樹幹에 注射함으로써 特效한 殺蟲效果가 있는 樹幹注入法을 開發 普及하였고 崔(1982) 등은 이 方法의 改善에 관한 研究를 實施한 바 있다. 또한 鄭(1978, 1979, 1984)은 成蟲羽化前인 春期에 土中處理함으로써 충영內 幼蟲에 特效한 浸透性 殺蟲劑인 Aldicarb(Temik) 15% G를 開發하여 普及하였다.

生物的 防除研究는 1962년에 高(1965, 1966)에 依하여 솔잎혹파리의 寄生蜂인 솔잎혹파리먹좀벌 (*Inostemma seoulis* Ko)外 3種이 發見되었고 이들 寄生蜂에 對한 生態의 究明과 生活史 및 利用法의 研究가 이루어졌으며 1980年度부터는 이들 天敵의 飼育에 依한 生物的 防除가 實用化되었다(高等, 1985). 이외에도 趙(1975) 및 李(1979) 등에 依한 病原微生物研究, 高(1969) 등의 捕食鳥類研究와 玄(1968) 및 金(1981)에 依하여 솔잎혹파리의 天敵에 관한 研究가 報告되었다.

林業的 防除에 관한 研究로 高(1968) 및 李(1980)는 被害木의 伐採와 間伐에 依한 被害擴散 沮止研究를, 鄭(1980)은 被害木에 對한 林地肥培 效果研究, 그리고 金(1976, 1984) 등에 依하여 솔잎혹파리 耐蟲性 候補木에 관한 研究가 實施된 바 있다.

其他 防除研究로는 成蟲의 羽化 및 飛散을 抑

제시키기 爲한 비닐被覆法, 林地內에 水平溝를 設置하여 落下幼蟲을 誘殺하는 誘殺法을 비롯한 많은 研究가 林業研究院으로부터 實施(1972, 1974)되었으나 비닐被覆法을 除外한 其他 方法은 效果를 거두지 못하였다.

現在까지 研究 開發되어 實用化되고 있는 防除法으로는 化學的 方法인 樹幹注射法과 根部處理法, 天敵인 먹좀벌류를 利用한 生物的 方法과 其他 林地施肥와 夏期伐採 등이 있으며 이들 方法에 依하여 每年 7萬餘 헥타가 防除되고 있으나 化學的 防除를 除外한 方法은 別 成果를 거두지 못하고 있으며 가장 效果的 防除法으로 評價받는 化學的 方法인 樹幹注入法과 根部處理法은 農藥의 毒性和 環境公害問題가 擡頭되어 根部處理藥劑인 테믹(Aldicarb)은 1992년부터 使用이 禁止되므로서 이에 代替할 수 있는 防除法 開發이 時急히 要求되고 있는 實情이며 特히 國立公園, 文化財 管理地域 및 觀光地와 같은 特定地域의 소나무를 솔잎혹파리로 부터 保護하기 爲한 研究가 切實한 것으로 思料된다.

本 研究는 春期에 솔잎혹파리 成蟲이 羽化하여 地上에서 交尾後 소나무 新葉에 産卵하는 生態的 特性을 利用, 成蟲羽化期에 林分內 또는 樹冠上部에 噴霧裝置를 設置하여 羽化抑制와 交尾 및 産卵活動을 攪亂시키므로서 農藥 使用없이 솔잎혹파리 被害를 防止하는 것을 目的으로 實施되었다.

材料 및 方法

1. 試驗地 概況

本 研究는 基礎試驗과 現地試驗의 二段階로 實施하였으며 基礎研究는 尙志大學校 構內에서, 그리고 現地研究는 솔잎혹파리가 1980年을 前後로 하여 發生한 것으로 推定되며 1991年度末 現在 총영形成率 70% 以上の 被害極基地域인 소나무

單純林을 江原道 春川市와 橫城郡에서 各各 1個 所씩 試驗地로 選定하였다(Fig. 1).

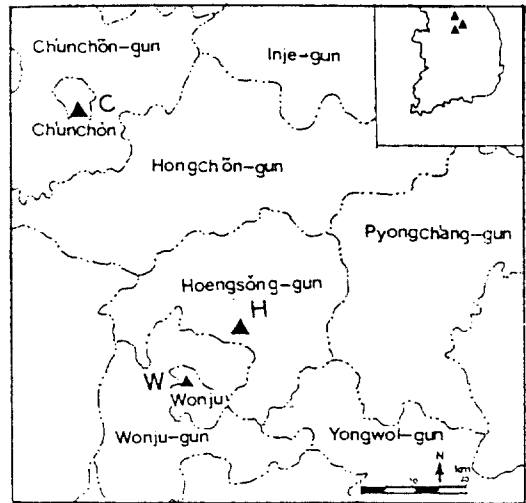


Fig. 1. Location map of the study sites in Kangwon-do.

- C : Ch'unch'ŏn-si ch'il-s'ŏng-dong
- H : Hoengsŏng-gun Uch'ŏn-myon
- W : Sangji University

特히 本 試驗地들은 成蟲羽化期 동안 給水가 容易하여 繼續的으로 噴霧裝置를 稼動할 수 있도록 水源地가 近接된 林分을 選定하는데 重點을 두었으며, 따라서 橫城地域은 溪谷으로부터 年中 流水되는 곳으로서 給水가 可能하며 또한 春川地域은 春川컨트리클럽 構內 林分으로서 잔디를 保護管理하기 爲한 給水施設이 完備된 곳으로 2個 地域 共히 給水에는 別 問題가 없었다. 이들 各 試驗地의 概略的인 地況과 林況을 보면 春川은 東向, 橫城은 西向으로 方位가 서로 다르며 傾斜度는 35-42°로 比較的 急한 편이고 平均樹高와 胸高直徑은 各各 8-9m와 13-15cm 範圍로 비슷하며 또한 疎密度는 春川과 橫城이 各各 75%와 82%로서 比較的 높은 편이었다(Table 1).

Table 1. Topography and forest characteristics of the study sites.

Site	Aspect	Gradient (°)	Pine tree		Ground cover	
			Height* (m)	DBH* (cm)	Canopy (%)	Vegetation (%)
Chunchon	E	35-40	7.8±1.5	15.2±2.7	75	39
Hoengsong	W	35-42	9.4±3.1	13.3±3.4	82	46

\* Height and DBH : Mean±SD

한편 羽化成蟲의 交尾를 비롯한 産卵前 活動場 所인 下層植生의 被覆度는 春川 39%, 橫城 46% 이며 各 試驗地 周圍는 소나무 單純林으로 連結 되어 있다.

2. 試驗方法

(1) 基礎試驗

基礎試驗은 尙志大學校 樹木園에 20메쉬 (mesh)의 網箱 9個를 設置하고 各 網箱內에는 50×80×15cm 크기의 솔잎혹파리幼蟲 飼育箱(箱 當 4000마리) 2個씩을 投入하였으며(Fig. 3), 同時에 直徑 21.5cm의 플라스틱製 깔대기型 羽化箱 1個씩을 設置하였다(Fig. 2). 한편 噴霧裝置에 依한 솔잎혹파리 防除試驗을 爲하여 網箱內에 Fig. 3과 같이 噴霧裝置를 中心으로 上部와 下部에 各各 3本씩의 소나무 供試木을 높이別로 固定 시켰으며 供試木은 試驗의 正確度를 爲하여 솔잎혹파리 未發生地域인 江原道 溟州郡 香湖里 所在 소나무林分에서 採取(1991年), pot에서 育成한 4年生 實生苗를 活用하였다. 또한 噴霧裝置는 現在 構內에서 園藝作物의 灌水用으로 使用되고 있는 Sprinkler 中 4種을 選定하여 檢討한 結果, 本 試驗에 가장 適合한 것으로 判斷되는 Mini-Sprinkler(이스라엘製品)를 使用하였으며 給水 方法은 上水道管에 호스를 連結하여 處理하였다. Sprinkler는 網箱當 한개씩을 設置하고 한개의 時間當 噴水量은 37l, 噴射距離는 直徑 3m이며 噴射期間은 無處理를 包含하여 晝間의 11時間 (9:30-20:30)과 24時間 連續의 3水準으로 하였

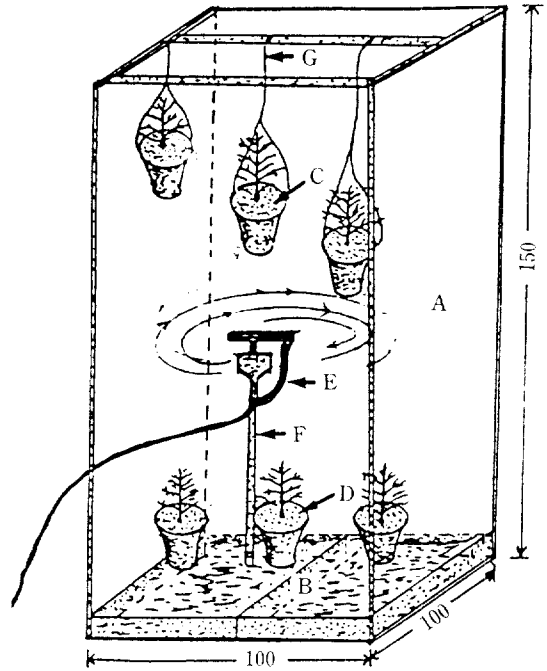


Fig. 3. Method of the basic test for control of the pine needle gall midge adults in cage by sprinkler system.

A : gauze, B : pine needle gall-midge(larval box),  
C and D : japanese red pine(Seedling),  
E and F : sprinkler system. G : hanger of seedling

고 이러한 過程은 成蟲의 羽化期間동안 繼續的으로 自動調節處理 되었으며 이 環境條件下에서 일어나는 羽化狀況, 交尾攪亂, 羽化成蟲의 飛散 및 産卵抑制效果 등을 比較 分析하였다.

(2) 現地試驗

現地試驗은 地上處理地域(春川)과 樹冠處理地域(橫城)으로 區分하여 實施하였다. 樹冠處理는 林分內에 羽化箱(Fig. 2)을 設置(3個×3反復)하고 2日 間隔으로 羽化狀況을 調査하는 한편, 給水源으로부터 40m 以內의 林分에서 供試木을 選定하고 各 供試木의 樹冠 最上端部位에 垂直으로 本當 1個씩의 噴霧裝置를 設置, 成蟲羽化期(5.27-7.10) 동안 每日 9時 30分부터 20時 30分까지 晝間에 限하여 噴水하였다. 噴霧裝置는 基礎研究에서와 같이 Mini-sprinkler를, 그리고 給水 方法은 水源地 附近에 1.5마력의 揚水機를 固定設置하고 호스를 供試木까지 連結하였으며 平均噴射 幅은 半徑 2.5m, 時間當 噴水量은 本當 37l였

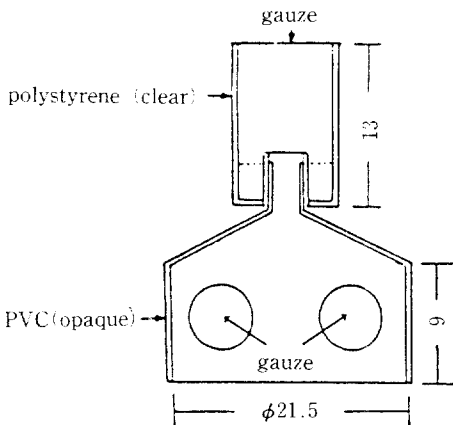


Fig. 2. Trap for emerging adults of the pine needle gall-midge

다. 地上處理는 獨立된 林分 約 1,200m<sup>2</sup> 試驗區로 選定하고 正方形(6×6m)으로 地面 50cm 上部에 垂直으로 總 32個(1,152m<sup>2</sup>)의 噴霧裝置를 全面積에 固定配置하였으며 給水는 골프장內에 設置된 給水管에 호스를 連結하는 方法을 取하였다. 年中 噴水日은 成蟲羽化期間인 49日(6.1-7.19), 1日中의 噴霧時間은 11時間(09.30-20.30)으로 自動 調節되었으며 噴霧裝置 1個의 時間當 噴水量은 30.75l, 噴射幅은 半徑 3m로 調節하였다.

效果分析은 幼蟲 2令期인 9月中에, 樹冠處理區는 全 供試木을, 그리고 地上處理區는 18本(2處理×3本×3反復)의 調査木을 任意로 選定하고 樹冠上, 下部에서 各各 10個씩의 新梢를 採取하여 成蟲形成率과 成蟲當 在中數를 調査하였으며 아울러 給水에 따른 新梢의 生長과 其他 吸收性害蟲의 密度 및 防除費用에 對한 經濟性을 分析하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 地中幼蟲의 密度變動

噴霧裝置에 依한 솔잎혹파리 防除 供試地인 江原道 原州, 春川 및 橫城郡의 3個 地域에 對하여 5月 25日부터 6月 20日까지 每 5日 間隔으로 100 cm<sup>2</sup> 面積範圍(20cm<sup>2</sup>×5plot)의 土壤을 採取, 水選法에 依하여 噴霧方法別 土中 越冬幼蟲의 密度變動을 調査한 結果는 Fig. 4와 같다.

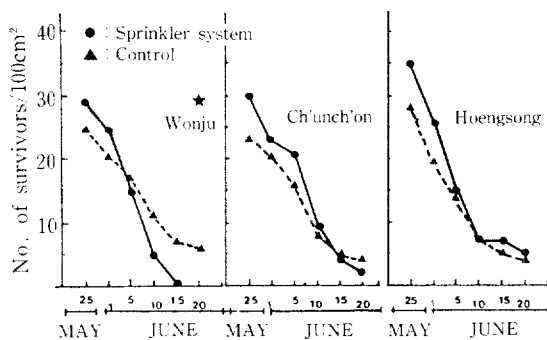


Fig. 4. Temporal changes in the larval density of the pine needle gall midge in soil at the study sites.

★Wonju was sprayed continuously, other sites were sprayed during the day time only.

水分供給方法과 時間을 달리한 3個 地域의 土中幼蟲密度는 各 試驗區別로 對照區와 比較하여 別 差異가 없는 것으로 나타났다. 卽 晝間에만 限定하여 噴霧가 實施된 橫城(樹冠撒布)과 春川(地上撒布)地域의 幼蟲密度는 對照區와 差異가 없었다. 그러나 24時間 連續的으로 地上噴霧가 實施된 原州地域에 있어서는 對照區에 比하여 相當한 斃死幼蟲數가 發生한 것으로 調査되었다. 따라서 솔잎혹파리 幼蟲의 土中密度變動은 土壤內 水分의 含量과 密接한 相關關係가 있는 바, 春川과 橫城地域에 處理된 晝間 1日 37mm의 降水量에 該當하는 噴霧條件下에서는 土中越冬幼蟲減少에 別 影響을 주지 못하는 것으로 思料된다.

#### 2. 成蟲羽化消長

成蟲의 羽化消長調査는 솔잎혹파리의 效果의 防除를 爲하여 實施되어야 할 必須的 條件이며 特히 樹上幼蟲期의 殺蟲을 對象으로 하는 藥劑의 樹幹注入法과는 달리 羽化成蟲의 生理的 活動을 人爲的으로 妨害함으로써 防除하려고 하는데 目的을 둔 本 研究方法에 있어서의 羽化消長調査는 必須的 項目이라 할 수 있겠다. 따라서 本 研究가 實施된 3個 地域에 對하여도 噴霧裝置가 設置된 試驗區 內外의 羽化箱에 依한 羽化消長調査와 아울러 Sweeping에 依한 樹冠과 地表의 成蟲을 捕獲, 羽化成蟲의 生理活動을 調査하였으며 橫城地域(1992)의 羽化消長調査 效果는 Fig. 5에 나타나 있다.

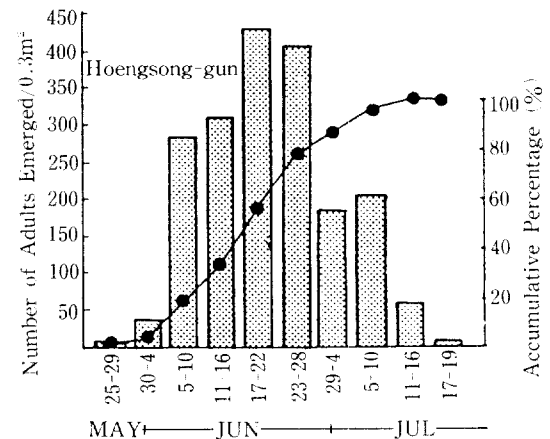


Fig. 5. Seasonal occurrence of the pine needle gall midge adult at Hoengsong in 1992.

그림에서 보인 바와 같이 橫城地域의 成蟲羽化 期間은 5月 下旬부터 7月 中旬까지 約 50日間이고 最成期는 6月 中下旬, 50% 羽化日은 6月 20日頃으로 調査되었으며 同一 林分內에서도 北向과 南向 및 山麓과 山頂 等の 立地條件에 따라 羽化最成期에 約 10日間の 差가 있었다. 한편 春川地域의 羽化消長調査(1993) 結果는 橫城地域과 아주 類似的한 傾向을 보이고 있다. 이러한 結果는 本 研究에서 뿐만 아니라 現在 솔잎혹파리 防除에 널리 活用中인 樹幹注射法의 注入時期에도 今後 반드시 考慮되어야 할 것으로 思料된다. 噴霧裝置(Sprinkler system) 設置地域에서의 羽化狀況과 活動에 관한 調査結果는 羽化成蟲의 生態項目(Fig. 6-7)에서 說明하였다.

3. 羽化成蟲의 生態

솔잎혹파리 被害林地에서의 噴霧裝置에 의한 給水가 成蟲의 生理活動에 미치는 影響을 檢討하기 爲하여 春川, 原州 및 橫城의 3個 地域에 設置된 噴霧裝置에 對하여 各 試驗方法別로 成蟲의 羽化 및 飛散과 交尾, 產卵活動 等を 調査하여 比較 分析하였다.

(1) 羽化時期

Fig. 6은 橫城試驗區에서의 晝間의 樹冠撒布에 對한 時間別 羽化狀況을 比較한 것이다. 噴霧區는 對照區와 比較하여 羽化時期와 數에 있어서는 別 差異가 있었으나 羽化率에 있어서는 多少 影響이 있는 것으로 나타났다. 卽 噴霧區는 噴霧初인 6月 初旬부터 6月 20日頃까지는 對照區에 比하여 羽化率이 낮았으며 그 以後부터는 反對로 羽化率이 높아지는 傾向이 있었으며 50% 羽化率에 達하는 時期는 無處理區가 6月 15日, 그리고 處理區는 6月 20日頃으로서 處理間에는 約 7日間の 時差가 있었다. 全(1984)에 依하면 降雨時에 있어서는 솔잎혹파리 成蟲羽化는 전혀 일어나지 않으며 흐린날의 境遇에는 不規則的이라고 하였다. 本 調査에서 나타난 噴霧地域에서의 羽化現象은 全이 報告한 內容과 마찬가지로 噴霧初期에는 降雨時와 같은 影響을 받으나 時間의 經過에 따라 環境條件에 適應力이 나타나는 昆蟲의 生態의 特性이 作用한 것으로 思料된다. 그러나 同一 方法으로 網內에서 飼育에 依하여 實施한 基礎試驗區(原州)에서의 晝間處理區는 對照區에 比하여 90% 以上の 높은 羽化減少 效果가 있었으며 特

히 連續處理區(24時間)는 100%의 羽化沮止 效果가 있었던 바 이러한 現象은 小規模의 人爲의 措置로 因한 土壤水分含量(90% 以上)에 起因된 것으로 解析된다.

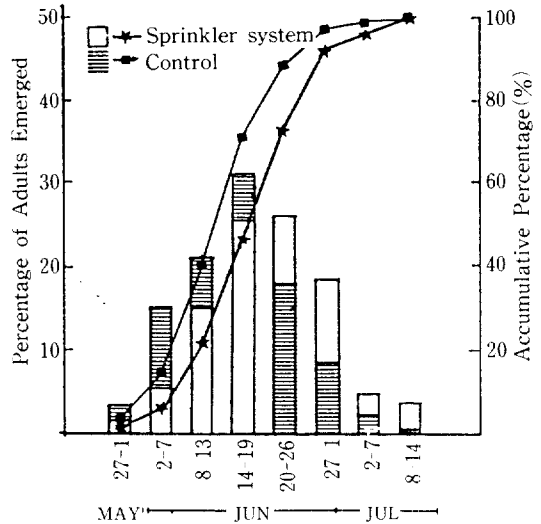


Fig. 6. Seasonal occurrence of the pine needle gall midge at the foliar spray plot of natural water by sprinkler system.

Fig. 7은 噴霧處理結果를 效果의으로 分析하기 爲한 基礎資料로서 羽化箱과 Sweeping에 依하여 樹冠 및 地表部位에서 活動하는 成蟲을 2時間 間隔으로 無處理地에서 調査하여 時刻別로 나타낸 것이다. 羽化成蟲의 時刻別 分布를 보면 成蟲의 羽化는 10時부터 18時 사이에, 그리고 羽化最成期는 14時부터 18時까지로서 이 期間에 全體羽化數의 約 80%가 羽化하였으며 地面이나 樹冠에서 捕獲된 成蟲의 時刻別 比率도 羽化箱의 것과 類似하였다. 그러나 羽化가 거의 일어나지 않는 時刻인 午前 8-10時 사이에 羽化箱內의 羽化數 1%에 比하여 樹冠과 地表에서 捕獲된 成蟲數는 各 各 11.9%와 5.4%나 되는 바 이들 成蟲은 前日에 羽化한 個體들인 것으로 思料된다.

(2) 飛散, 交尾, 產卵

噴霧時에 있어서는 솔잎혹파리 羽化成蟲의 生理活動을 具體的으로 把握하기 爲하여 尙志大學 校 構內에 設置(Fig. 3)된 噴霧裝置 條件下에서 羽化後의 飛散, 交尾 및 產卵活動을 調査하였다.

먼저 噴霧가 이루어지고 있는 狀態에서, 羽化한 成蟲은 噴霧粒子가 일에 直接 撒布되는 噴霧

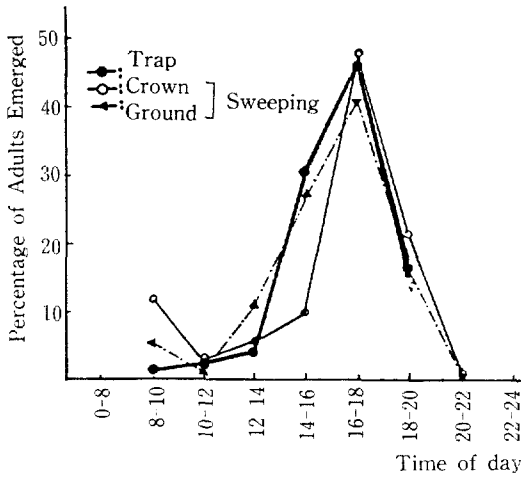


Fig. 7. Adults captured by emergence trap or sweeping at two hour intervals.

裝置의 下部地域(Fig. 3의 D)에서는 交尾 및 産卵活動이 전혀 이루어지지 않았으나 上部(Fig. 3의 C)에서는 上記의 生理活動이 活潑히 進行되는 것으로 觀察되었다. 卽 地上에서의 羽化成蟲은 噴霧中인 空間을 뚫고 上部로 飛散한 다음, 上部에 設置된 供試木의 밑에서 交尾後 産卵活動을 계속하는 것으로 觀察되었다. 高 暲 全(1985)의 報告에 依하면 自然條件下에서 羽化한 成蟲은 地上의 下層木이나 草類上에서 交尾行動이 이루어지며 그後 樹冠上部로 飛散함과 同時에 밑에 産卵한다고 하였는 바 本 研究結果로 미루어 볼 때 솔잎혹파리의 生殖活動은 環境條件에 對한 適

應能力이 매우 敏感함을 알 수 있었다.

Table 2는 위의 試驗에서 使用된 供試木에 對한 成蟲形成率을 調査한 것으로서 肉眼觀察結果를 잘 立證해 주고 있다. 表에서 보인 바와 같이 對照區의 上, 下部와 晝間處理區의 上部는 平均 47-61%의 높은 成蟲形成率로서 서로간에는 差異가 없었으나 晝間處理區의 下部와 24時間 連續處理에서는 極히 낮은 形成率을 보이고 있으며 여기서 24時間 處理區는 土中幼蟲期間에 이미 大部分 斃死되었다.

#### 4. 防除效果

솔잎혹파리의 生殖活動을 妨害함으로써 被害를 防除할 目的으로 被害林分內에 噴霧裝置를 設置하고 羽化期間동안 晝間을 利用, 噴霧를 實施하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

##### (1) 成蟲形成率

Table 3은 噴霧裝置를 林分內의 地表部位에 一定間隔으로 配置하고 噴霧處理한 結果이다. 表에서와 같이 噴霧處理區의 平均 成蟲形成率은 32%로서 無處理區의 59.8%와 比較하여 處理間에는 統計的 效果가 認定되었으나 防除效果는 期待에 미치지 못하였다. 鄭(1980)의 研究에 依하면 自然狀態에서의 솔잎혹파리 成蟲形成率은 樹冠의 下部보다는 上部에서 多少 높으며 그 差異는 10% 範圍인 것으로 報告하였으나 本 研究에서의 成蟲률의 差異는 前項 基礎研究의 生態調査 結果에서도 밝힌 바와 같이 噴霧處理에 依한

Table 2. Comparison of activities of pine needle gall midge adults in breeding cage following water spray of sprinkler system.

Treatment	Operated all the time			Operated daytime only			Untreated		
	Estimated No. of needles	Infested No. of needles	%infested needles	Estimated No. of needles	Infested No. of needles	%infested needles	Estimated No. of needles	Infested No. of needles	%infested needles
Upper p.*									
10cm	362	0	0.0	215	55	25.6	274	153	55.8
20cm	169	6	3.6	109	87	79.8	154	69	44.8
30cm	152	0	0.0	147	89	60.5	204	73	35.8
Mean	227	2	0.9	157	77	49.0	211	98	46.7
Lower p.*									
10cm	311	0	0.0	242	0	0.0	278	182	65.5
20cm	247	0	0.0	311	2	0.6	199	112	56.3
30cm	196	0	0.0	183	0	0.0	243	147	60.5
Mean	251	0	0.0	245	0.7	0.3	240	147	61.3

\* Distance from sprinkler system to seedling

**Table 3.** Percentage of gall formation of the pine needle gall midge on the ground application plot, of natural water by sprinkler system.

Treatment	Crown levels	Percent of gall formation			
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Average
Ground spray	Upper part	45.1	53.2	56.1	51.7 c*
	Lower part	7.7	15.2	14.0	12.3 a
	Average	26.8	34.1	35.1	32.0 b
Control	Upper part	48.1	71.8	66.8	62.2 c
	Lower part	62.5	50.7	58.9	57.4 c
	Average	55.3	61.3	62.9	59.8 c

\* Significant at 5% level

**Table 4.** Percent of gall formation of the pine needle gall midge on the foliar application plot, Hoengsong, of natural water by sprinkler system.

Treatment	Crown levels	Percent of gall formation			
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Average
Foliar spray	Upper part	0.3	3.6	1.7	1.9 a*
	Lower part	3.5	3.2	3.2	3.3 a
	Average	1.9	3.4	2.5	2.6 a
Untreated	Upper part	41.7	42.0	34.8	39.5 b
	Lower part	31.7	51.2	28.8	37.2 b
	Average	36.7	46.6	31.8	38.4 b

\* Significant at 5% level

影響이 作用한 것임을 알 수 있다.

솔잎혹파리 被害木의 樹冠上端部에 噴霧裝置를 同定 設置하고 羽化成蟲의 産卵時刻인 晝間에 噴霧를 葉面處理한 後, 충형形成率을 比較한 結果는 Table 4와 같다. 噴霧處理區의 平均 충형形成率은 2.6%로서 無處理區의 38.4%와 比較하여 높은 防除效果가 있었으며 樹冠上下間의 部位別 충형形成率에는 差異가 없었다.

이와 같은 效果는 表 2의 生態調查 結果에서도 잘 나타나 있는 것으로서 結果적으로 針葉에의 直接噴霧는 솔잎혹파리의 産卵行動을 妨害 또는 攪亂시킴으로써 被害를 防止하는데 높은 效果가

있는 것으로 評價된다.

#### (2) 충형內 在蟲數 調査

表 5와 Fig. 8은 噴霧裝置의 地上處理 및 葉面處理 供試木에 對한 충형內 在蟲數를 調査한 것이다. 地面處理區의 在蟲數는 Table 3의 충형形成率 比較에서와 같이 對照區와는 類似하였고 樹冠部位別로는 上部에서 多少 많은 傾向을 보였다 (表 5).

한편 葉面處理에 對한 在蟲數 比較에서는 處理木의 충형當 平均幼蟲數가 2.3마리로서 無處理木의 4.2에 比하여 約 45%의 減少率을 나타내므로 同一方法의 충형減少 效果(Table 4)와 더불어

**Table 5.** Number of pine needle gall midge larvae per gall following the ground application of natural water with sprinkler system.

Treatment	Crown levels	No. of larvae per gall			
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Average
Sprinkler**	Upper part	5.4	5.1	5.1	5.2*
	Lower part	3.0	2.7	3.4	3.0
	Mean	4.2	3.9	4.3	4.1
Control	Upper part	4.3	4.7	4.0	4.3
	Lower part	3.2	4.3	4.3	3.9
	Mean	3.8	4.5	4.2	4.1

\* No significant difference between the upper and lower part, or treatment and control.

\*\* Ground application plot at the day time only.



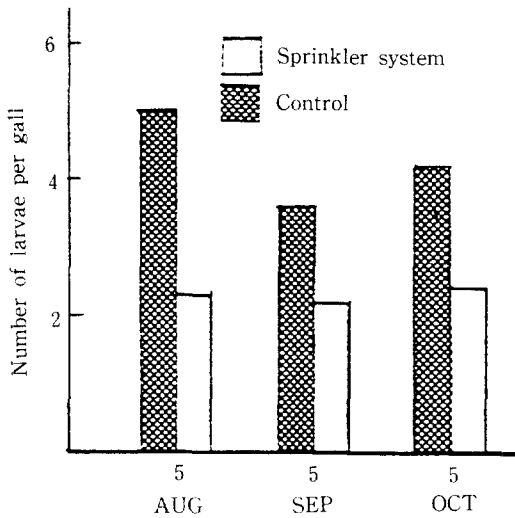


Fig. 8. Fluctuation of larval number per gall between foliar spray of natural water by sprinkler system and control.

어 높은 防除效果가 있는 것으로 評價된다.

(3) 新梢生長

噴霧處理에 依한 林地內의 給水가 솔잎혹파리 被害木의 生長에 미치는 影響을 檢討하기 爲하여

총영形成率 調査用 供試枝에 對한 新梢長을 測定하여 表 6의 結果를 얻었다. 이 結果에서 보던 地面處理와 葉面處理區는 對照區와 比較하여 各 各 18% 및 15%의 生長效果가 있는 것으로서 今後 이 方法은 給水源에 隣接한 솔잎혹파리 被害 回復期인 林分에서의 回復促進을 爲하여 實用化가 期待된다.

(4) 其他害蟲

솔잎혹파리의 被害가 進展됨에 따라 自然的으로 發生, 소나무 枯死에 重要한 役割을 하는 것으로 알려진 吸收性 害蟲은 水分의 身體的 接觸에 敏感한 反應을 보이는 것으로서 本 試驗에 依한 噴霧處理가 이들 吸收性 害蟲에 미치는 影響을 調査한 結果는 Table 7과 같다.

噴霧處理 前인 5月の 密度는 調査된 3種類의 吸收性 害蟲 모두가 높은 密度分布를 보였으나 處理 2個月 後인 9月の 調査에서는 葉面撒布區의 密度가 顯著하게 減少되었음을 쉽게 알 수 있다. 따라서 噴霧裝置에 依한 葉面給水處理方法은 소나무 保護樹 또는 반송과 같은 個體木이나 公園內의 局部地域에 對한 솔잎혹파리防除 또는 소나무 枯死防止를 爲하여 噴霧法 改善과 함께 널리

Table 6. Length of shoot growth of japanese red pine by sprinkler system application of the pine needle gall midge infestation site.

Treatment	Crown levels	Shoot length (cm)					Ratio
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Mean		
Block I. (Ground spray)	Upper part	23.3	25.7	27.3	25.4	118	
	Lower part	22.0	21.7	16.5	20.1		
	Mean	22.7	23.7	21.9	22.7		
Control	Upper part	20.0	22.0	21.0	21.0	100	
	Lower part	15.0	25.0	13.0	17.0		
	Mean	17.5	23.5	17.0	19.3		
Block II. (Foliar spray)	Upper part	41.1	24.0	22.0	29.0	115	
	Lower part	30.0	24.0	14.0	22.7		
	Mean	35.5	24.0	18.0	25.8		
Control	Upper part	30.0	19.0	21.8	23.6	100	
	Lower part	22.7	17.8	22.7	21.1		
	Mean	26.4	18.4	22.3	22.4		

Table 7. Density of sucking insects on pine shoots before or after ground and foliar spray of natural water by sprinkler system.

Treatment	Before treatment*			After treatment**		
	Mite	Aphid	Mealybug	Mite	Aphid	Mealybug
Foliar spray	+++	+++	-+	-	+	-
Ground spray	+++	+++	+++	+++	+-	++-
Control	+++	+++	+++	+++	+++	+++

+++ : Heavy ++ : Medium + : Light - : Nothing \* : May. 20 \*\* : Sep. 20

Table 8. 經濟分析(防除費用)

資 材 名	規 格	單價(원)	數 量	金額(원)	備 考
호스	Φ 13mm	200	100m	20,000	※1: 防除條件
	Φ 3.2mm	120	60m	7,200	○樹種名: 반송
편치	Φ 3.2mm	1,500	1個	1,200	○本 數: 10本
스프링 클러	이스라엘제(미니)	1,200	10個	12,000	○面 積: 250m <sup>2</sup>
타이머	-	25,000	1個	25,000	○給水源의 距離
기타	-	-	-	10,000	※2: 施設方法에 따라 費用
합 計	-	-	-	75,700	變動 있음

活用될 것으로 期待된다.

## 引 用 文 獻

### 5. 經濟分析

本 研究 結果에 對한 防除費用(經濟性) 分析은 今後 實用化가 可能한 噴霧裝置에 對한 葉面處理 方法에 對하여 所要經費를 分析하였다. 費用分析 方法은 골프장 또는 公園과 같이 防除對象地 周圍에 給水 및 電氣施設이 完備된 곳으로서 위의 施設을 無償으로 提供받는 것을 前提로 實際的 防除을 假想하여 分析하였다(Table 8).

## 結 論

噴霧裝置에 의한 給水方法으로 솔잎혹파리 成蟲의 生殖活動을 妨害함으로써 被害를 防止할 目的으로 被害林分內에 噴霧裝置를 地上部 또는 樹冠上部에 固定 設置하고 羽化成蟲의 生理活動期間에 噴霧處理한 結果, 噴霧處理는 솔잎혹파리의 土中 越冬幼蟲 密度와 成蟲羽化期間 및 羽化數에 是 影響을 미치지 못하였다. 噴霧의 地上處理는 충형形成率의 減少에는 效果가 있었으나 期待值에 是 미치지 못하였으며, 葉面에의 直接處理는 90% 以上의 높은 防除效果가 있었으며 충형內 在蟲數에서도 45%의 減少率을 나타냈다. 또한 噴霧의 葉面處理는 被害木의 新梢生長에도 15% 以上의 生長率 增加 效果가 있었으며, 特히 吸汁性 害蟲의 密度減少에 높은 效果가 있었다.

以上의 結果를 綜合하면 噴霧裝置에 의한 成蟲 羽化期의 給水方法은 솔잎혹파리 被害防除 및 回復에 特効한 것으로서 앞으로 噴霧裝置方法의 改善과 더불어 保護樹 또는 반송과 같이 化學的 防除가 困難한 特定地域의 소나무 保護를 위해 널리 活用될 것으로 期待된다.

1. 高濟鎬. 1965. 솔잎혹파리의 寄生蜂(*Isostasius seoulis* sp. nov.)에 關한 研究(1), 形態 및 分類學的 研究. 農事試驗研報. 8(2): 91-96.
2. \_\_\_\_\_. 1965. 솔잎혹파리 寄生蜂(*Isostasius seoulis*, Ko)에 關한 研究(2), 寄生相과 寄生率. 農事試驗研報. 8(2): 97-101.
3. \_\_\_\_\_. 1966. 솔잎혹파리 寄生蜂(*Isostasius seoulis*, Ko)에 關한 研究(3), 生活史. 農事試驗研報. 9(2): 59-67.
4. \_\_\_\_\_. 1968. 솔잎혹파리의 生態調查(2), 夏期伐採時期와 被害分布. 韓國林學會誌. 7: 40-44.
5. \_\_\_\_\_. 金相旭·金閔山. 1969. 솔잎혹파리 幼蟲의 捕食性 鳥類에 對하여. 韓國林學會誌. 9: 49-54.
6. 高濟鎬. 1980. 솔잎혹파리 寄生蜂의 1新種. 韓國林學會誌. 19(1): 35-38.
7. \_\_\_\_\_. 李範英·鄭相培·全文章·邊炳浩. 1985. 솔잎혹파리 研究白書. 林業試驗場. 278pp.
8. 金奎植·洪性昊·全桂相·朴亨淳. 1984. 소나무 秀型木 次代의 솔잎혹파리 耐蟲性 檢定. 林木育種研究所 研究報告. 20: 52-57.
9. 金鼎錫·洪性昊·崔撤·柳長發. 1976. 솔잎혹파리 耐蟲性 곰솔의 針葉內 monoterpene의 季節的 變化. 韓國育種學會誌. 8(3): 137-142.
10. 金昌煥. 1981. 節足動物에 依한 솔잎혹파리 防除에 關한 研究. 韓國昆蟲研究所 研究報告. 8: 1-22.
11. 波光幸一. 1973. マツバノタマバエ 防除試驗. 廣島縣 林試業務報告. 51pp.
12. 朴基南. 1967. 浸透性 殺蟲劑의 樹幹注入에 依한 솔잎혹파리 驅除試驗. 林業試驗場 研究

- 報告, 14: 119-125.
13. \_\_\_\_\_·玄在善, 1983. 솔잎혹파리가 소나무  
生長에 미치는 影響에 關한 研究(2), 소나무  
被害, 韓國林學會誌, 62: 87-95.
  14. 白龍均·成耆昌, 1976. 솔잎혹파리 驅除를  
爲한 遺傳的 處理方法의 開發, 林業試驗場  
用役研究報告, 102pp.
  15. 안영준·조남숙·조광연, 1980. 솔잎혹파리  
忌避物質에 關한 研究, 科學技術處, 147pp.
  16. 岡田剛, 1971. 마ツバナタ마바エ 防除試驗,  
廣島縣 林試業務報告, 62pp.
  17. 禹建錫·沈載昱, 1978. 솔잎혹파리 成蟲密度  
를 줄이기 爲한 粘着物質의 利用에 關한 研  
究, 韓國植物保護學會誌, 18(4): 153-160.
  18. 橫溝康志, 1973. 마ツバナタ마바エ に對  
する 葉面撒布試驗, 森林防疫 News, 22(7):  
6-7.
  19. 李德象, 1958. 소나무害蟲 솔잎혹파리(松五  
倍子蠅)에 對하여, 林業試驗場研究報告, 5:  
1-38.
  20. \_\_\_\_\_·趙道衍, 1958. 솔잎혹파리 驅除試驗  
(2), 林業試驗場 研究報告, 7: 51-61.
  21. 李敦求, 1970. 소나무(*Pinus densiflora*)와  
리기다소나무(*Pinus rigida*)에 對한 솔잎혹  
파리 加害現狀의 比較研究, 林業育種研究所  
研究報告, 8: 32-37.
  22. 李範英, 1980. 솔잎혹파리 蔓延沮止試驗,  
林業試驗場 研究報告書, 699-711.
  23. 林業試驗場, 1972. 솔잎혹파리 防除試驗, 林  
業試驗場年報, 270-283.
  24. \_\_\_\_\_, 1973. 솔잎혹파리 林業의 防除  
試驗, 林業試驗場 研究報告書, 425-437.
  25. 鄭相培, 1978. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗, 林  
業試驗場 研究報告書, 501-520.
  26. \_\_\_\_\_, 1979. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗, 林  
業試驗場 研究報告書, 555-573.
  27. \_\_\_\_\_, 1980. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗, 林  
業試驗場 研究報告書, 673-698.
  28. \_\_\_\_\_·金鍾國·朴承瓚·朴基南·高濟鎬, 1984.  
浸透性 殺蟲劑에 依한 솔잎혹파리 防除에 管  
한 研究(1), Aldicarb(Temik)의 地面處理  
效果, 林業試驗場 研究報告, 31: 143-151.
  29. 趙道衍, 1959. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗(2),  
林業試驗場 研究報告書, 8: 111-117.
  30. 趙鏞涉, 1975. 솔잎혹파리의 病源體(Virus  
包含) 調查 및 그 活用に 關한 研究, 林業試  
驗場 用役 研究報告書, 37pp.
  31. 趙鏞涉·鄭厚燮, 1979. 솔잎혹파리 病源體  
調查 및 그 活用に 關한 研究, 林業試驗場  
用役研究報告書, 33pp.
  32. 崔承允·宋裕漢·李炯來, 1979. 솔잎혹파리  
의 藥劑防除에 關한 研究(1), 高濃度微量葉  
面撒布, 韓國植物保護學會誌, 18(2):  
111-116.
  33. \_\_\_\_\_·李炯來·安龍濬·宋裕漢, 1980. 솔  
잎혹파리의 藥劑防除에 關한 研究(2), ULV  
葉面撒布, 韓國植物保護學會誌, 19(1):  
5-10.
  34. \_\_\_\_\_·朴亨萬·鄭富根, 1982. 솔잎혹파리  
의 藥劑防除에 關한 研究(7), 浸透性 殺蟲劑  
樹幹注入方法 改善에 關한 研究, 韓國植物保  
護學會誌, 21(4): 191-194.
  35. 玄在善, 1968. 솔잎혹파리 天敵에 關한 研  
究, 山林廳 用役研究報告書, 20pp.
  36. Keardy, W.H., and D.M. Benjamin. 1965.  
Parasite Assosited with the Red-pine needle  
gall midge, *Thecodiplosis piniviresinosae* Kear-  
dy. Jour. Econ. Ento. 58(1): 166-167.