

632.7  
L293초  
1995

1995 년도

최종보고서

천적사육용 솔잎혹파리 유충채집  
기술개발에 관한 연구

Development of Collection Method of Arboreal  
Parasite Larvae for the Biological Control  
against Pine Needle Gall Midge,  
*Thecodiplosis japonensis*

상 지 대 학 교

농 림 부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “천적사육용 솔잎혹파리 유충채집 기술  
개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1996.10

주관연구기관명 : 상지대학교

총괄연구책임자 : 정 상 배

연 구 원 : 배 운 익

연 구 원 : 김 철 수

# 要約文

## I. 題目

天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集技術開發에 關한 研究

## II. 研究開發의 目的 및 重要性

### 1. 目的

本 研究는 솔잎혹파리幼蟲의 自然落下는 대부분 降雨時에 이루어지는 生態的特性을 利用, 秋期의 幼蟲落下期에 被害林分內에 噴水裝置 (sprinkler system)를 設置하고 人工降水를 실시하여 天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集法을 開發 普及함으로서 ①現行 方法보다 幼蟲採集費를 節減시키며 ②短期間 內에 自然落下狀態와 같은條件의 健實한 幼蟲을 大量採集 할 수 있으므로 天敵飼育에 의한 生物的防除事業의 擴大實施가 可能케하며 ③幼蟲採集時期를 人爲的으로 調節함으로서 作業의 能率을 向上시키며 ④現行의 幼蟲採集方法으로 因한 山林毀損이 전혀 없으므로 採集跡地는 健全한 山林資源으로 育成하는 것을 目的으로 實施하였다.

### 2. 重要性

소나무(*Pinus densiflora*) 및 곰솔(*Pinus thunbergii*)에 致命的인 被害를 주고있는 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)의 防除法으로 現

在까지 研究開發되어 實用化되고있는 方法은 藥劑를 利用한 化學的方法 (樹幹注入)과 天敵(Proctotrupoid wasps)을 利用한 生物的方法 및 林地肥 培에 의한 林業的方法 등이 있으나 化學的防除法은 被害木의 줄기에 구멍(穿孔)을 뚫고 農藥을 注入하므로서 林木의 材質損傷과 美觀을 해칠뿐 만 아니라 農藥의 毒性으로 因한 人命被害와 環境問題가 대두되고 있으며 生物的方法은 生態系의 保護와 環境保存이라는 面에서 그 價値評價와 더 부러 事業의 擴大가 要求되나 現行方法은 天敵資源을 確保하기爲한 幼蟲 採集方法이 複雜하고 劣惡하여 擴大實施는 물론 現行의 事業量(每年 約 4,500 ha)確保에도 많은 問題點이 提起되고있다. 卽 첫째로 技術的側面 에서 볼 때 現在 實施되고있는 天敵飼育用 솔잎혹파리유충(寄生蜂) 採集 方法은 주로 被害林地로부터 가지치기(枝打)및 間伐에 依存하고 있으나 幼蟲의 大量確保를 위하여 限定된 地域內에서 지나친 間伐이나 가지치기 作業 등으로 因하여 天敵資源의 枯渴및 林分의 毀損은 불가피한 현상이 다. 이러한 問題點을 解決하기 爲하여 最近 林業研究院에서 새로 開發, '94년부터 一部地域에서 實施中인 幼蟲採集器를 利用한 採集方法은 幼蟲의 自然落下期(10 -1月)동안 採集器를 樹冠下에 固定設置하고 長期 間 기다려야하며 特히 降雨時에 大部分(95%이상) 落下하는 生態的 特性 때문에 全적으로 降雨에 依存해야하므로 事業의 失敗가 우려되며 또한 數個月間의 採集施設의 管理와 採集幼蟲의 自然斃死등 많은 問題點이 있 다. 둘째로 經濟 및 社會的側面에서 볼 때 現行方法은 前述한 바와같이 林木의 伐採와 가지치기作業에 依存하므로 그 採集過程이 복잡하고 採集

蟲確保가 어렵기때문에 幼蟲採集 所要人件費가 過多하며 特히 幼蟲採集으로 因한 林分毀損으로 木材生産에도 많은 支障이 招來되고 있다.

세째로 社會的側面에서 볼 때 強度의 間伐과 가지치기에 依한 蟲癭採集으로 因하여 山主및 住民과의 마찰은 不可避하며 이러한 현상은 今後 더욱 深化될 것으로 展望되며 또한 農村人口의 減少와 勞動力의 老齡化로 幼蟲採集을 爲한 勞動力確保가 至難한 實情이다.

以上과같은 問題點을 解決하기 爲해서는 現行의 幼蟲採集法에 對한 새로운 技術開發이 時急히 要求되고 있다.

### Ⅲ. 研究開發 內容 範圍

本 研究은 秋期의 솔잎혹파리 幼蟲의 自然落下期 동안 被害林地內의 樹冠上部에 噴霧裝置(sprinkler system)를 設置(1,000 m<sup>2</sup>)하고 降水量別(5水準:1.3-12.3 mm), 降水時期別(8水準:11.1-12.9 日) 및 降水時刻別(5水準:7-23時)로 人工降水를 實施하여 人工降水가 솔잎혹파리 幼蟲落下에 미치는 影響을 分析 檢討, 人工降水에 의한 天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集方法을 開發코자하였다.

本 研究에서 調査된 主要 研究內容은 다음과 같다.

1. 人工降水가 솔잎혹파리 幼蟲落下에 미치는 影響.

가. 幼蟲의 自然落下量 調査

나. 降水量 및 降水時間別 幼蟲落下量 調査

다. 降水時期別 幼蟲落下量 調査

라. 降水時刻別 幼蟲落下量 調査

2. 採集된 幼蟲의 落下時期(採集時期)別 天敵寄生率變動.

3. 幼蟲採集에 有用한 採集器(採集法)의 開發.

4. 幼蟲採集跡地에 對한 슬잎혹파리 被害回復效果.

5. 採集된 幼蟲의 活力度.

6. 現行 幼蟲採集方法과의 經濟性比較.

#### IV. 研究開發結果 및 活用に 對한 建議

##### 1. 研究結果

가. 自然環境 條件下에서의 幼蟲落下時期는 10月 中旬부터 12月 初旬까지 約 50日 間이었으며 落下 最盛期는 11月 初旬부터 中旬까지 約 20日 間으로서 이 期間에 落下한 幼蟲數는 全體 落下數의 95%를차지하였다. 그러나 大部分(80% 以上)의 幼蟲落下는 降雨時에 이루어진 것으로 調査되었다.

나. 人工降水에 依한 幼蟲落下量은 降水量에 比例하였으며 幼蟲採集에 필요한 效果的인 降水量은 5.3-9.4mm , 이때에 소요된 撤水量 및 撤水時間은 各各 8,000-16,000 ℓ 와 180-360分이었다

다. 人工降水에 의한 效果的인 幼蟲 採集時期는 11月 初旬부터 中旬  
까지 約 20日 間이며 이 期間에 落下한 幼蟲數는 全體 採集量의  
93.4% 였다.

라. 하루중에 있어서의 人工降水에 의한 幼蟲落下는 降水時刻에 別  
影響을 받지않았다.

마. 人工降水에 의하여 採集된 幼蟲의 採集時期別 天敵寄生率은  
11月中의 것이 比較的 높았으며 12月採集分은 다소 떨어지는  
傾向을 보였다.

바. 人工降水에 依하여 採集된 幼蟲은 水中에 保管 할 경우 採集後  
約 25日 經過時까지는 比較的 높은(85%) 活力을 維持 할 수 있으  
나 그후 漸次的으로 低下되기시작, 採集 約 90日 後부터 致死幼  
蟲의 發生이 始作되었다.

사. 本 研究에서 供試된 幼蟲採集器(林業研究院 開發)는 人工降水에  
依한 幼蟲採集에 適合한 것으로 評價되었으나 幼蟲蒐集器의 位置  
變更(中央方向 約 50cm 移動)과 開閉(틈니)容器構造의 補完이 必  
要한 것으로 指摘되었다.

아. 人工降水에 의한 幼蟲採集跡地의 1年後의 密度變動은 採集 前과  
比較하여 約 34%의 密度減少效果가 있었다.

자. 人工降水에 의한 幼蟲採集方法은 現行方法(蟲癭採集法)과 比較하여 約 14-50%의 採集費用(經濟的効果)을 節減시킬 수 있었다.

## 2. 研究結果 活用に 對한 建議

人工降水(sprinkler system)에 의한 솔잎혹파리 天敵飼育用 幼蟲採集法은 아주 效果的인 것으로 評價되며 今後 天敵飼育事業에 實用化 하므로서 現行 幼蟲採集法과 比較하여 幼蟲採集費의 節減, 幼蟲의 大量採集可能, 作業能率의 向上, 採集跡地保護 等 솔잎혹파리 防除事業에 크게 寄與 할 것으로 期待된다

따라서 本 研究結果에 對한 活用方案으로 앞으로 關聯機關과 共同으로 實演事業을 通하여 未備點을 補完함과 同時에 全國적으로 擴大實施 될 수 있도록 林業關係機關(山林廳 等)에 書面 또는 弘報를 통하여 적극 勸奨 할 計劃이며,

本 研究結果의 實用化問題와 關聯하여 關係機關에서는 豫算上의 理由 등으로 因하여 死藏 또는 遲延시킴으로서 本 研究結果가 研究로 끝나지 않도록 充分한 檢討와 活用對策이 마련되어 今後 솔잎혹파리 防除事業에 寄與할 수 있기를 바란다.



## S U M M A R Y

Arboreal larvae of pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*, approximately get out from the gall and drop to the ground during rain fall in autumn.

Artificial precipitation test with sprinkler system was carried out to develop the collection method of arboreal larvae (proctotrupoid wasps) of pine needle gall midge for biological control in 1995.

Effects of larvae falling on each amount of precipitation, season of precipitation and time of precipitation of a day following artificial precipitation were examined during the period of larvae falling season.

The results obtained were as follows:

1. Artificial precipitation with sprinkler system was highly effective for larvae collection of pine needle gall midge and the most suitable amount of precipitation was 5.3-9.4 mm; application amount and hours of water were 8,000-16,000 ℓ and 180-360 minutes, respectively.

2. The most effective period of larvae collection for artificial precipitation was approximately 20 days, from early through mid November, and larvae falling was 93.4% of the total number of larvae collection during this period.
  
3. Larvae falling from the tree crown was not affected by the artificial precipitation for the precipitation hour intervals in a day.
  
4. The percentage of parasitism of collected the larvae, pine needle gall midge, in November exceeded that of December but was not significantly different between two seasons.
  
5. Artificial precipitation of sprinkler system was effective in reducing 34% of gall formation after one year at collected sites of pine needle gall midge larvae.
  
6. The collection method of larvae following artificial precipitation was effective in reducing the expenses by 14-50% than that of collection method of gall of needle.

# C O N T E N T S

Summary .....	2
I. Introduction .....	12
II. Materials and method .....	16
III. Results and discussion .....	21
1. Development of collection method of arboreal larvae, pine needle gall midge .....	21
1). Seasonal number of the larvae falling by meteorological condition .....	21
2). Larvae falling test of pine needle gall midge by artificial precipitation .....	22
3). Defference of parasitism of pine needle gall midge larvae seasonally collected .....	28
4). Comparison of seasonal vitality of larvae collected .....	29
2. Development of collection trap of falling larvae, pine needle gall midge .....	31
3. Change of larval density in collection stand of pine needle gall midge by artificial precipitation .....	31
4. Economic analysis of collection method of pine needle gall midge larvae .....	33
IV. Summary .....	35
V. Reference .....	37

## 目次

Summary .....	2
I. 緒論 .....	12
II. 材料 및 方法 .....	16
III. 結果 및 考察 .....	21
1. 솔잎혹파리 幼蟲採集技術開發 .....	21
가. 幼蟲의 自然落下量調査 .....	21
나. 人工降水에 依한 幼蟲採集試驗 .....	22
1). 降水量 및 降水時間別 幼蟲落下量調査 .....	22
2). 降水時期別 幼蟲落下量調査 .....	24
3). 降水時刻別 幼蟲落下量調査 .....	26
다. 天敵寄生率調査 .....	28
라. 採集幼蟲의 活力度調査 .....	29
2. 솔잎혹파리 幼蟲採集器 開發 .....	31
3. 솔잎혹파리 採集跡地 幼蟲密度 變動調査 .....	31
4. 經濟性 分析 .....	33
IV. 摘要 .....	35
V. 引用文獻 .....	37

## I. 緒論

솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)는 針葉樹의 代表 樹種인 소나무 林에 致命的인 被害를 주는 害蟲으로서 蟲癭을 形成하는 生態的特性과 廣闊하고 險峻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 確認된 以來 漸次的으로 擴散되어 1965년에는 忠淸北道 丹陽에서, 1973년에는 忠淸南道 溫陽에서, 1981년에는 江原道 江陵에서, 1982년에는 東海市에서부터 海岸線을따라 東草市에 이르기까지, 그리고 1984년에는 嶺東高速道路邊인 江原道 平昌郡에서 發生하는등 그 被害는 急速度로 擴散되어 1995年 現在에는 全國에 分布되어 있으며 每年 約 30萬ha의 소나무林이 被害를 받고 있다.

本 害蟲의 防除에 關한 研究는 李(1956)에 依하여 化學的 防除研究가 試圖된 것을 始初로 그동안 林業的, 化學的, 生物的 및 其他 防除研究가 國內는 물론, 外國의 關聯 專門家와의 共同研究를 通하여 不斷히 이루어져 왔으며 1995年度現在까지 各 分野別로 約 100餘編의 論文이 發表되었으나 滿足 할 만한 效果的인 防除法은 開發되지 못하고 있는 實情이다.

林業的 防除에 關한 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 研究를, 鄭(1980)은 被害木에 對한 林地肥培 效果 研究, 그리고 金(1976, 1984) 等에 依하여 耐蟲性 候補木에 關한 研究가 實施된 바 있다.

化學的 防除研究로는 李(1956)에 依하여 幼蟲의 土中潛伏期인 4월에 Naphth-alene 粉末과 石灰窒素 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 등과같은 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) 等に 依하여 우리나라와 類似한 防除研究結果가 報告된 바 있다. 또한 成蟲羽化時期에 있어서의 樹冠藥劑撒布에 關한 研究도 崔等(1979, 1980), 鄭(1978) 및 橫溝康志 (1973) 等に 依하여 實施되었으며 特히 崔 等(1978) 및 安 等은 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 關한 研究結果를 發表 한 바 있다. 그러나 이들의 어떠한 結果도 期待效果에는 미치지 못하였다. 한편 朴(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 等(1982)은 이 方法의 改善에 關한 研究를 實施 한 바 있다. 또한 鄭(1978, 1979, 1984)은 成蟲羽化期인 春期에 土中處理 함으로써 蟲癭內 幼蟲에 特效한 Aldicarb (Temik)15%粒劑를 開發하여 普及하였다.

生物的 防除研究는 1962年 高(1965, 1966)에 依하여 솔잎혹파리의 寄生蜂인 솔잎혹파리먹좀벌(*Inostemma seoulis* Ko)外 3種이 發見되었고 이

들 寄生蜂에 對한 生態究明과 生活史 및 利用法의 研究가 이루어졌으며 1980년부터는 이들 天敵의 飼育에 依한 生物的 防除가 實用化되었다(高等, 1985). 이 외에도 趙(1975) 및 李 等(1979)에 依한 病原微生物研究와 玄(1968) 및 金(1981)에 依하여 솔잎혹파리의 天敵에 關한 研究가 報告 되었다.

其他 防除研究로는 成蟲의 羽化 및 飛散을 抑制시키기 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)되었으며 最近의 研究로 鄭(1994)은 成蟲의 羽化期(春期)에 林地內에 sprinkler system를 設置하고 噴水를 實施, 成蟲의 交尾 및 産卵活動을 攪亂시키므로써 被害를 豫防하는 方法을 研究 發表하였다.

現在까지 研究開發되어 實用化되고있는 防除方法은 藥劑를 利用한 化學的方法(樹幹注入)과 天敵(Proctotrupoid wasps)을 利用한 生物的方法 및 林地肥培에 依한 林業的方法 等이 있으나 化學的防除法은 被害木의 줄기에 구멍(穿孔)을 뚫고 農藥을 注入하므로써 林木의 材質損傷과 美觀을 해칠뿐만 아니라 農藥의 毒性으로 因한 人命被害와 環境問題가 擡頭되고 있으며 寄生蜂을 利用한 生物的方法은 生態系의 保護와 環境保存이라는 側面에서 그 價値評價와 더불어 事業의 擴大가 要求되나 現行方法은 天敵資源을 確保하기 爲한 幼蟲採集方法이 複雜하고 劣惡하여 擴大實施는

고사하고 現行의 事業量(年間 約 4,500 ha) 確保에도 많은 問題點이 提起되고 있다. 즉 現行의 幼蟲採集方法은 主로 被害林地로부터 枝打 및 間伐作業에 依存하고있으나 幼蟲의 大量確保를 爲하여 限定된 地域內에서 強度의 間伐이나 가지치기에 依한 蟲癭採集으로 因하여 林分毀損에 依한 山主 및 住民과의 마찰이 不可避하며 또한 農村人口의 減少와 老齡化로 因하여 幼蟲採集을 爲한 勞動力確保가 至難한 實情이다. 이러한 問題點을 解決하기 爲하여 最近 林業研究院에서 새로 開發하여 一部地域에서 實施中인 幼蟲採集器를 利用한 採集方法은 유충의 自然落下期동안 採集器를 樹冠下에 固定設置하고 長期間 기다려야하며 特히 大部分(95% 以上) 降水時에 落下하는 生態的 特性 때문에 全적으로 降水에 依存해야 하므로 事業의 失敗가 憂慮되며 또한 數個月間의 採集施設의 管理와 採集幼蟲의 自然斃死 等 많은 問題點이 提起되고있으며 따라서 새로운 幼蟲採集 技術開發이 時急히 要求되고있다.

本 研究은 솔잎혹파리幼蟲의 自然落下는 大部分 降水時에 이루어지는 生態的 特性을 利用, 秋期の 幼蟲落下期에 被害林分內에 噴水裝置를 設置하고 人工降水를 實施하여 天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲의 大量採集法을 開發, 普及함으로써 採集費用의 節減을 비롯한 現行 採集方法上의 問題點을 解決코자 하였다.



## II. 材料 및 方法

### 1. 솔잎혹파리 幼蟲採集 技術開發

#### 가. 試驗地 選定

全國의 솔잎혹파리 被害中心地域으로서 1995年度 現在 솔잎혹파리의 蟲癭形成率 및 天敵寄生率이 높고 天敵飼育用 幼蟲採集地로 適當하며 稼動에 필요한 給水 및 電氣施設이 可能한 地域을 選定토록 最大한 努力 하였으며 選定된 地域의 立地條件은 다음 “表1”과 같다.

表1. 試驗地 概況

경기도 화성군 정남면 과정리

地形	面積 (㎡)	標高 (m)	傾斜 (°)	胸高直徑 (cm)	樹高 (m)	ha當林木本數 (本)	蟲癭形成率 (%)
山腹	1,400	120	25	$\frac{14}{9-23}$	$\frac{11}{5-14}$	1,450	$\frac{32}{21-46}$

※ 蟲癭形成率: 試驗地 內에서 無作爲로 選定된 9本(3x3反復)에 대하여 各 本當 上下 10枝씩의 新梢를 採取하여 調査함.

#### 나. 人工降水施設 및 幼蟲採集器 設置

給水와 動力撒水裝置(噴霧機)의 稼動을 爲한 電氣施設은 人工降水의 必須條件으로서 給水源은 自家給水施設(水道), 그리고 電氣供給은 洞리에 設置된 農業用 電氣施設을 利用하였으며 人工降水施設 및 方法은 “그림1”에 說明하였다.

人工降水에 의하여 落下한 幼蟲의 採集을 爲한 樹冠下設置用 幼蟲採集器는 最近 林業研究院에서 開發하여 一部地域(各道 山林環境研究所)에서 活用中인 폴리에치렌製品(2x5 m)을 使用하였다.

한편 人工降水用 噴水裝置(Sprinkler system)는 豫備試驗結果 슬잎혹파리幼蟲採集에 가장 有效한 것으로 判斷된 園藝用 Mini-sprinkler(이스라엘製品)를 樹冠上部에 固定設置하여 利用하였다.

表2. 人工降水裝置의 主要施設裝備 內譯

重要品目名	規格	數量	用 途
給水用탱크(A)	4,000 ℓ	1	給水源(水道)으로부터 貯水하여 林地(B)로 給水하기 爲한 탱크
給水用탱크(B)	2,000 ℓ	2	林地(噴霧器)로부터 撤水하기 爲한 탱크
揚水機	2 hP	2	貯水탱크(A)로부터 林地(B)까지 給水 하기위한 裝備
動力噴霧器	2 hp	2	탱크(B)로부터 撤水에 必要한 裝置
스프링클러	mini	30	人工降水에  필요한 撤水裝置(樹冠上部에 設置)
幼蟲採集器	10 m <sup>2</sup>	70	落下幼蟲을 蒐集하기 爲한 裝備(地上部에 設置)

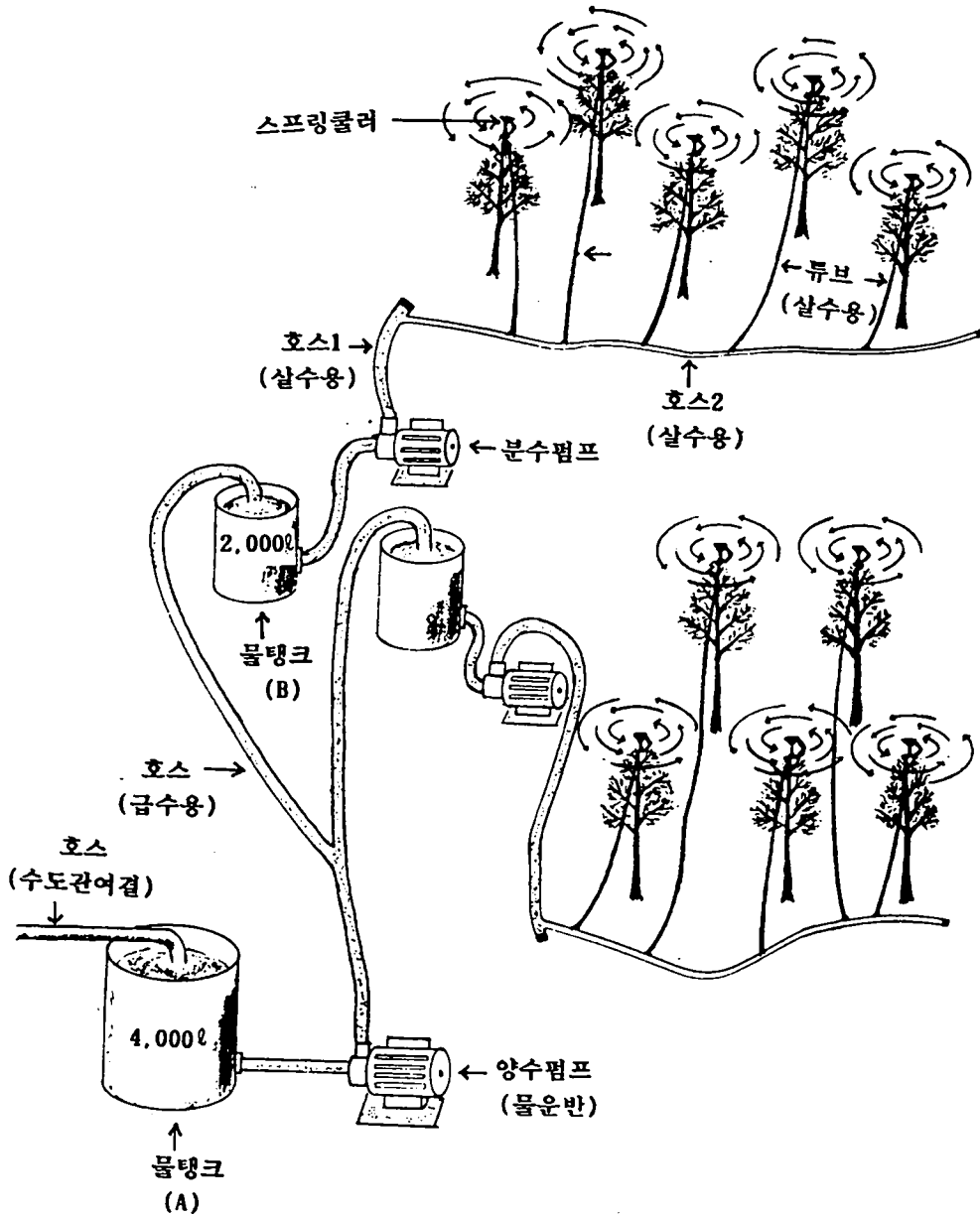


그림 1. 人工降水裝置 施設方法

## 다. 人工降水 實施 및 效果 調査方法

人工降水는 降水量(降水時間)別, 降水時期別 및 降水時刻別로 크게 3가지 方法으로 區分하여 實施하고 各 要因別로 人工降水가 솔잎혹파리 幼蟲落下에 미치는 影響을 調査分析하였다.

降水量試驗은 自然環境條件下에서의 幼蟲落下 最盛期인 11월 中旬(11.17 - 19)에 給水量, 給水時間, 降水量 等 現地條件을 考慮하여 5個水準(1.3 - 12.3mm)으로 實施하고 降水量 및 降水時間과 幼蟲落下量과의 關係를 調査하였으며, 降水時期別試驗은 11月1일부터 12月9일까지 8時期로 區分하여 實施, 降水時期와 幼蟲落下量과의 關係 및 幼蟲落下時期別 天敵寄生率을 比較하였으며, 그리고 하루중의 降水時刻別試驗은 07:00부터 23:00까지 사이를 5水準(2時間 間隔)으로 區分實施하고 降水時刻別 幼蟲落下量을 比較分析하는 한편 採集된 幼蟲에 對한 時期別 活力度를 測定하였다.

## 2. 솔잎혹파리 幼蟲採集器 開發

人工降水에 의한 落下幼蟲을 效果的으로 採集 할 수 있는 採集器 및 蒐集器를 開發하기 爲한 것으로서 本 試驗에 使用된 幼蟲採集器(蒐集器 包含)는 最近 林業研究院에서 開發하여 1994년부터 一部地域에서 活用中인 10m<sup>2</sup>(2x5m)짜리 合成纖維 製品을 利用하였으며 本 製品에 對한 設置 및 蒐集方法 等 幼蟲採集上의 問題點을 檢討 하였다.

### 3. 採集跡地 幼蟲密度 變動調查

人工降水에 의한 幼蟲採集이 솔잎혹파리 密度變動과 林分の 被害回復 度 等 林分構造에 끼치는 影響을 究明하기위하여 幼蟲採集 跡地에 對한 幼蟲密度의 年次別 變動(蟲癭形成率)을 比較分析하였다. 蟲癭形成率은 人工降水에 의한 幼蟲採集 試驗跡地內에서 任意로 15本(5x3 反復)의 調査木을 選定하고 調査木別로 樹冠의 上下部位에서 各各 5枝의 新梢를 採取하여 調査하였다.

### 4. 經濟性 比較

經濟性分析은 天敵飼育用 幼蟲採集에 所要되는 人件費를 中心으로 現行方法인 가지치기 및 間伐에 의한 採集方法(蟲癭採集法)과 人工降水에 의한 幼蟲採集方法과의 採集費用을 比較하였다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 솔잎혹파리 幼蟲採集技術開發

##### 가. 幼蟲의 自然落下量 調査

試驗地에서의 氣象條件에 따른 樹上幼蟲의 季節別 自然落下數頻度を 調査하기 위하여 '95年 10月11日부터 12月10日까지 2個月에 걸쳐 樹冠下에 總 50m<sup>2</sup>(10m<sup>2</sup>×5개)의 幼蟲採集器를 設置하고 5日 間隔으로 自然落下幼蟲을 採集하여 時期別로 落下頻度を 分析한 結果는 “表 3”과 같다.

表에서 보인 바와같이 幼蟲의 落下時期는 10月 中旬부터 12月 初까지 約 50日 間이었으며 集中的으로 落下한 時期는 11月 初旬부터 中旬까지 約 20日間으로서 이 期間에 落下된 幼蟲數는 全體 落下量의 95% 以上을 차지 하였다. 여기서 集中 幼蟲落下時期에 對한 氣象關係를 分析하면 5日間의 平均最低溫度는 零下(-1.5 ~ -2.4℃)의 氣溫을 維持하고 있으며 11월 中旬의 集中降雨時에 80% 以上の 幼蟲이 落下하였음을 알 수 있다.

表 3. 氣象條件에 의한 幼蟲의 自然落下量 比較

月別 日別 區分	10月				11月				12月		計		
	11-15	16-20	21-25	26-31	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30		1-5	6-10
最低溫度(℃)	5.6	6.8	6.4	4.7	-2.4	-3.5	-1.4	-1.5	-4.3	-6.9	-7.5	-10.9	
降雨量(mm)	0	5.1	13.8	6.3	4.6	12.3	4.8	9.5	0	0	0	0	
幼蟲落下數(마리)	0	50	100	1,250	9,860	76,780	108,550	449,670	0	100	50	0	646,410
(%)	(0)	(0)	(0)	(0.2)	(1.5)	(11.9)	(16.8)	(69.6)	(0)	(0)	(0)	(0)	(100)

※ 最低溫度 : 5日間の 最低溫度平均値

降 雨 量 : 5日間の 降雨量 合計

幼蟲落下數 : 採集器面積 50m<sup>2</sup>(10m<sup>2</sup> x 5個)의 合計(1cc當 1,300마리)

## 나. 人工降水에 의한 幼蟲採集試驗

### 1). 降水量 및 降水時間別 幼蟲落下量 調査

自然 環境條件下에서의 降水量에 따른 幼蟲落下量 調査結果를 土臺로 1次 豫備試驗結果 供試된 動力噴霧器 1臺當의 人工降水 可能面積 約 1,000m<sup>2</sup>에 對하여 5水準(1.3-12.3mm)의 人工降水를 實施하고 各 水準別 降水量 및 撤水量과 所要時間을 測定, 이 結果로 얻어진 人工降水量別 幼蟲採集量을 各 處理別로 分析하였다.

表 4에서 보인 바와같이 人工降水는 솔잎혹파리 幼蟲落下에 絶對的으

로 影響을 미치는 것으로 나타났다. 卽 人工降水에 依한 幼蟲落下量은 降水量에 比例하였으며 幼蟲採集에 必要한 效果的인 降水量은 5.3 - 9.4mm인 것으로 分析되었으며 이때에 所要되는 撒水量 및 撒水時間은 各各 8,000 - 16,000ℓ 와 180 - 360分이었다.

人工降水에 依하여 落下된 幼蟲은 同一期間에 落下된 無處理區의 落下量과 比較 할 때 人工降水量 5.3mm의 境遇 幼蟲落下數는 1,092,000마리로서 無處理區의 211마리와 比較하여 約 5,175倍의 幼蟲採集效果가, 그리고 9.4mm의 降水時의 幼蟲落下數 1,755,000마리에 比하여 無處理區는 1,310마리로서 約 1,340倍의 採集效果가 있는 것으로 나타났다. 여기서 確認된 새로운 事實은 人工降水에 있어서의 最初의 幼蟲落下는 撒水開始後 約 20分부터 始作되며 약 60分부터는 落下量이 急速히 增加하여 180分頃(撒水量 5.3mm)에서부터 360分頃(降水量 9.4mm)까지 사이에는 最大에 達하며 降水가 停止된 後 約 30分까지는 落下가 繼續되나 以後(蟲癭葉의 乾燥後)에는 落下도 停止되는 것이었다.

高(1966)는 서울지방에 있어서의 時期別 自然落下率을 調査한 結果 솔잎혹파리幼蟲은 11月中에 가장많이 落下하며 이 期間의 落下數頻度는 全體落下數의 76%에 達하였으며 이들 大部分의 幼蟲落下는 降雨時에 이루어졌다고 報告한 바 있으며 이러한 結果는 鄭(1994)이 調査한 것 과도 거의 一致하는것이다.



以上을 綜合하면 人工降水는 솔잎혹파리 幼蟲落下에 絶對的인 影響을 미치며 따라서 本 結果는 今後 솔잎혹파리 天敵飼育用 幼蟲採集法의 새로운 技術開發의 基礎가 될 것으로 評價되고있다.

表4. 降水量및降水時間別幼蟲落量

水準別	要因別 撒水量 (ℓ)	撒水時間 (分)	降水量 (mm)	幼蟲採集量 (마리)		
				人工降水(A)	無處理(B)	A/B
A	2,000	45	1.3	2,700	388	7.1
B	4,000	90	2.8	585,000	308	1899.4
C	8,000	180	5.3	1,092,000	211	5175.4
D	16,000	360	9.4	1,755,000	1,310	1339.7
E	18,000	405	12.3	1,585,000	1,129	1403.9
計				5,019,700	3,441	1502.5

※ 實施 時期 : 1995. 11. 17 - 19 ( 3日間)

採集器面積 : 270m<sup>2</sup>(10m<sup>2</sup> x 27個)

## 2). 降水時期別 幼蟲落下量 調査

人工降水에 依한 솔잎혹파리 幼蟲의 效果的인 採集時期를 究明하기 爲하여 11月1日부터 12月9日까지의 期間을 5日間隔單位로 區分, 8時期동안 人工降水를 實施한 後 各 時期別로 處理當 270m<sup>2</sup>의 採集器(27개)에 落下된 幼蟲을 調査하였으며 이때에 撒水된 各 處理別 降水量은

4.7mm(1,000m<sup>2</sup>當 8,000ℓ)로서 이에 所要되는 撒水時間은 90分 씩이었다.

본 試驗에서 얻어진 結果는 表 5에서 보는 바와 같이 8水準의 人工降水處理期間中 幼蟲落下는 어느 時期에서나 發生하였으나 落下量의 頻度가 比較的 높은(10%以上) 時期는 11月10日부터 19日까지의 3時期로서 이 期間동안에 落下된 幼蟲數는 全體採集量의 93.4%를 차지하고 있다. 따라서 人工降水에 依한 效果的인 幼蟲採集時期는 11月 初旬부터 中旬까지인 것으로 分析되었다. 이와같은 結果는 自然狀態에서의 幼蟲落下時期 및 落下頻度와도 거의 一致하는 傾向을 보인 것으로서 이것은 솔잎혹파리 幼蟲落下는 降水에 依하여 支配되고 있으나 더욱 重要한 것은 충영엽의 變色程度 즉 幼蟲이 충영내로부터 脫出 할 수 있는 環境條件이 造成되어야 可能하다는 것으로 推定된다.

高(1966)는 中部地方에서의 솔잎혹파리 幼蟲落下頻度を 落下時期別로 分析한 結果 10月中旬에 7.3%, 11月 75.2%, 그리고 12月中旬에는 17.5%가 落下하였으며 이 期間中 頻도가 가장 높은 時期는 11月初旬이었다고 報告하였으며 鄭(1981)은 同一地域에서의 調查結果 10月과 11월에 各各 1%와 98.9%가 落下하였다고 發表한 바 있다. 또한 鄭(1994)은 京畿道 烏山地域에서의 季節別 솔잎혹파리 幼蟲落下變動을 調查, 降水量과 比較分析한 結果 10月中旬에 27.6mm의 降雨가, 그리고 11月初旬에는 10.3mm의 降雨가 있었으나 이 期間의 幼蟲落下는 全體落下率의 1%에도 미치지 못하였으며 11月初旬의 15.2mm와 12月初旬의 7.0mm의 降雨時에는 各各 62%와

20.7%의 높은 率의 落下가 있었음을 報告하였는 바 이것은 위에서 記述한 솔잎혹파리 幼蟲落下는 葉組織(葉變色)의 季節的變化에 가장 큰 影響을 받고있음을 뒷바침하고 있다.

表 5. 人工降水 時期別 幼蟲落下量 比較

降水時期別('95)	11.1	11.5	11.10	11.15	11.19	11.25	12.1	12.9	計
幼蟲落下量(cc)	12.3	19.4	319.0	450.0	420.0	15.3	31.0	6.4	1,273.4
(%)	(1.0)	(1.5)	(25.1)	(35.3)	(33.0)	(1.2)	(2.4)	(0.5)	(100.0)

※ 11月19日 午後에 5時間(15:00-20:00)동안 9.8mm의 自然 降雨가 있었음.

### 3). 降水時刻別 幼蟲落下量 調査

人工降水가 하루중의 時刻別 幼蟲落下量에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 07:00時부터 23:00時까지를 5水準으로 區分하고 各 處理別로 2時間씩 4,000ℓ의 水量을 撒水한 後 撒水時刻別로 幼蟲落下頻度を 調査하여 그림2의 結果를 얻었다. 즉 하루중의 降水時刻別 幼蟲落下量은 낮期間 中에는 午前이, 그리고 午前보다는 夜間이 比較的 높은 傾向을 보이고 있으나 各 處理間의 統計的差異는 나타나지 않았다.

鄭(1981)은 서울지방에 對한 降雨가 없는 自然狀態에서의 솔잎혹파리 幼蟲落下量을 時刻別로 調査하여 分析한 結果 全體 落下量의 20%는 午前 中에, 10%는 午後에, 그리고 70%는 夜間에 落下하였다고 報告한 바 있다. 이것은 아마도 自然狀態에 있어서는 낮 期間보다는 午前이, 午前보다는 夜間이 氣溫이 낮을 뿐만아니라 關係濕度가 높기 때문인 것으로 推定된 다.

結果的으로 人工降水에 依한 솔잎혹파리 天敵採集에 있어서의 幼蟲落 下는 降水時刻에 別로 影響 받지 않음을 알 수 있다.

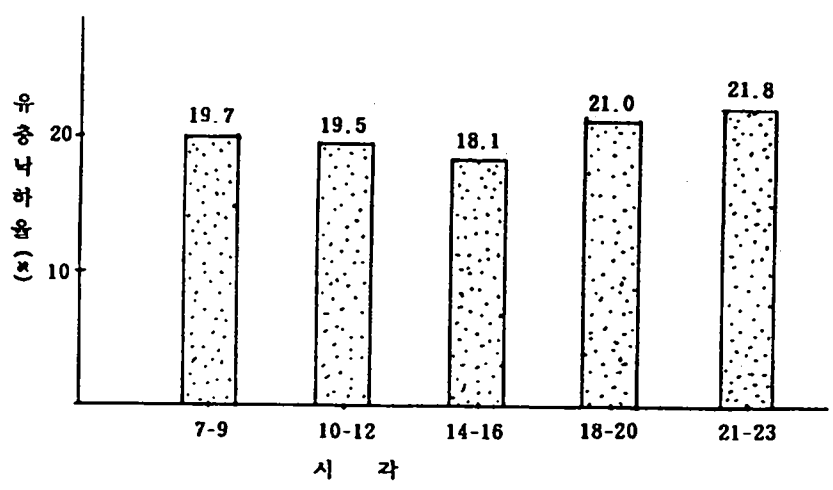


그림2. 降水時刻別 幼蟲落下率

## 다. 天敵寄生率 調査

天敵飼育用 솔잎혹파리 採集幼蟲의 天敵寄生率은 天敵飼育事業의 事業량을 左右하는 가장 重要한 要因인 것이다. 따라서 天敵飼育用 幼蟲採集地의 決定은 반드시 寄生率의 事前調査後에 이루어지고있다. 그러나 幼蟲의 落下時期에 따른 寄生率의 變動은 아직 發表된 바 없으므로 이에 對한 基礎調査가 要求되며 特히 人工降水에 依한 天敵採集法의 實用化를 對備하여 採集時期別 天敵寄生率의 密度變動檢討는 必然的인 것이다. 따라서 本 調査에서는 '95年 11月6日부터 12月9日까지의 사이에 人工降水에 依하여 採集된 幼蟲을 5個水準의 採集時期別로 區分하고 각 處理當 1,000마리 以上씩의 幼蟲을 無作爲로 抽出, 寄生率을 調査(檢鏡)하여 表6의 結果를 얻었다.

그림에 나타난 바와같이 人工降水에 依하여 採集된 幼蟲에 對한 天敵寄生率은 11月の 採集分(4時期)은 平均寄生率範圍 11.7-16.2%로서 時期間에는 別 差異가 없었으나 12月9日의 採集分은 8.8%로서 11월에 比較하여 寄生率이 多少 떨어지는 傾向을 보였다. 이와같은 結果는 今後 人工降水에 依한 天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集이 實用化될 境遇 採集時期를 가능한 限 幼蟲落下頻度 最大인 11月中으로 限定함이 바람직한 것으로 判斷된다.

表6. 幼蟲採集時期別 天敵寄生率

採集 時期	'95.11.6	11.15	11.19	12.1	12.9
調査幼蟲數(마리)	1,133	1,016	1,140	1,077	1,157
寄生幼蟲數( " )	168	172	164	126	102
寄 生 率 ( % )	14.8	16.2	14.4	11.7	8.8

#### 라. 採集幼蟲의 活力度 調査

寄生蜂(Proctotrupoid wasps)에 의한 天敵飼育事業의 成功與否는 솔잎혹파리 幼蟲의 寄生率 程度와 飼育된 寄生蜂의 活力度에 따라 左右된다고 할 수 있다. 一般的으로 降雨가 없는 氣象條件에서 幼蟲採集器에 落下한 幼蟲의 活力度는 降雨時에 落下된 것보다 떨어지며 그것은 降雨가 없을 때의 落下幼蟲은 降水時에 落下한 幼蟲에 比하여 蒐集器까지의 移動時間이 길어서 自力移動期間에 많은 活力이 消耗되었기 때문인 것으로 推定된다 (鄭, 1994).

本 調査는 人工降水에 依하여 一時에 採集된 幼蟲에 對한 活力度의 持續期間을 체크하기 爲한 것으로서 1995年의 幼蟲落下頻度 最大期間인 11月中旬(11.19)에 人工降水에 依하여 採集된 幼蟲 3,000마리를 對象으로 室內에서 물속에 保管하고 15日間隔으로 높이 14mm, 直徑 9cm 크기의 샤레(飽和狀態의 水分)에 옮겨 놓은 다음 24時間 後의 幼蟲活力度(脫出,

動作狀態)를 調査 比較하였다.

調査結果 表 7에서 보는 바와같이 人工降水에 依하여 採集된 幼蟲은 採集後 約 25日 經過時까지는 水中에서 85% 以上은 比較的 높은 活力을 維持 할 수가 있었으며 그 後부터 活力度가 漸次 低下되는 傾向을 보이다가 採集 約 90日이 經過時에는 致死幼蟲이 發生하는 것으로 調査되었다.

結果적으로 人工降水에 依한 天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集의 境遇 寄生蜂의 活力을 最大한 維持시키기 爲해서는 可能的 限 採集 即時, 늦어도 採集後 約 10日이 經過하기 前에 越冬措置함이 效果的인 것으로 評價되었다.

表 7. 人工降水에 의한 採集幼蟲의 活力度 比較

單位: %

調査	1995			1996								
	12.1	12.15	12.31	1.15	1.30	2.15	3.1	3.15	3.30	4.15	4.30	5.10
活力度												
A	99.9	86.5	83.1	69.6	64.1	57.4	43.7	16.8	0	0	0	0
B	0.1	13.6	16.9	30.4	35.9	42.5	55.4	78.2	73.6	60.5	50.1	5.1
C	0	0	0	0	0	0.1	0.9	5.0	26.4	39.5	49.9	95.0

- ※ A: 사례밖으로 脫出한 幼蟲
- B: 脫出은 못하나 動作 가능한 幼蟲
- C: 致死한 幼蟲

## 2. 솔잎혹파리 幼蟲採集器 開發

人工降水에 의한 幼蟲採集 技術開發試驗에서 供試되었던 幼蟲採集器 (林業研究院 開發品)를 中心으로 本 製品에 對한 採集上의 問題點(採集器 및 蒐集器)을 分析하고 그에 對한 補完策을 檢討하였다.

그 結果 本 研究에서 供試되었던 幼蟲採集器에 對한 採集上의 問題點은 別로 發見되지 않았으며 本 製品은 人工降水에 의한 幼蟲採集에 比較的 適合한 것으로 評價되었다. 卽 幼蟲採集器(纖維製品)는 人工降水에 依하여 落下된 幼蟲을 落下와 同時에 降水의 흐름에따라 蒐集器까지 쉽게 運搬시킬 수 있으며 採集器 下部에 附着된 蒐集器도 幼蟲을 蒐集하는데 比較的 充分하였다. 그러나 幼蟲蒐集器의 位置가 한쪽方向으로 너무 치우쳐있어 落下幼蟲蒐集에 若干의 問題가 있으므로 蒐集器를 採集器의 中央方向으로 移動(約 50cm)시키는 것이 幼蟲採集에 더욱 效果的인 것으로 分析되며 특히 採集된 幼蟲을 收去하기 爲한 蒐集器의 開閉가 보다 容易하도록 罎의 構造가 必히 補完 改善되어야 할 것으로 指摘되었다.

## 3. 採集跡地 幼蟲密度 變動調查

人工降水에 의한 幼蟲採集이 솔잎혹파리 幼蟲密度變動에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 幼蟲採集跡地에 對한 採集前後의 年度別 蟲癭形成



率을 比較하였다. 蟲癭形成率 調査方法은 1996年 8月중에 幼蟲採集 試驗地('95採集跡地)內에서 各 地域別로 固定調査木 10本씩을 選定하고 調査木當 樹冠의 上下에서 各各 10枝의 新梢를 採取하여 實施하였다.

人工降水에 依한 솔잎혹파리 幼蟲採集跡地の 年次的 密度變動은 表8에서 보인 바와같이 採集前인 1995年度の 平均 蟲癭形成率 32%에 比較하여 採集後 1年次인 1996年度는 21%로서 採集前에 比하여 約 34%의 密度減少를 나타냈다. 이것은 當初의 期待値에는 多少 未洽한 것으로서 이 結果만을 가지고 볼때에는 人工降水에 依한 幼蟲採集이 솔잎혹파리 密度變動에 큰 影響을 주지못한 것으로 評價되지만 本 結果는 天敵飼育을 爲한 幼蟲의 大量採集을 目標로하여 遂行된 것으로서 만일 防除側面까지 同時に 考慮하여 個體木이 아닌 全面積에 對하여 幼蟲採集器를 設置할 境遇에는 더욱 높은 密度減少效果를 期待 할 수 있을것으로 分析되었다.

한편 幼蟲採集跡地の 年次的 密度變動調査用으로 採取된 供試枝에 對한 新梢長을 測定한 結果 人工降水林分은 無處理地域과 比較하여 約 10%의 生長增加가 있는 것으로 調査되었으며 이것은 今後 被害林分에 對한 回復度를 더욱 促進시킬 것으로 사료된다.

表8. 人工降水에 의한 幼蟲採集跡地 幼蟲密度變動

區分 年度別	蟲 癭 形 成 率 (%)				備 考
	1地域	2地域	3地域	平 均	
1995(A)	21	29	46	32	B/A 100
1996(B)	12	22	29	21	65.6

#### 4. 經濟性 分析

經濟性分析은 現行方法인 蟲癭採集에 의한 幼蟲採集法과 人工降水에 의한 採集方法의 1ha當 所要 採集費用을 比較하였으며 費用에 對한 算出 根據로, 蟲癭採集은 1997年度 全國의 總 天敵飼育計劃面積(4,550 ha)에 對한 總 幼蟲採集費(山林廳 資料)를, 人工降水에 의한 採集方法은 本 研究遂行過程에서 實際로 所要된 費用과 幼蟲採集量과의 關係를 換算하여 分析하였다. 特히 人工降水에 의한 採集方法은 幼蟲落下 最盛期인 11月 中旬의 10日間을 採集最適期로하고 이 期間동안 一定區域 範圍內에서 1日 12時間(4時間x3回)씩 幼蟲採集地를 移動하면서 人工降水를 實施하는 것으로, 그리고 採集費用은 人工降水裝置의 使用年限(耐久性)을 考慮(3年)하여 分析하였다.

表9 에서와같이 人工降水에 의한 幼蟲採集方法은 現行方法인 蟲癭採集

에 의한 採集方法과 比較하여 約 14-50%의 採集費用을 節減시킬 수 있는 것으로 分析되었다. 여기서 이 두가지 方法이 差異를 보이는 것은 蟲癭 採集에 依한 方法은 費用의 大部分(98%)이 人件費임에 比하여 人工降水에 依한 方法은 材料費의 比率이 比較的 높은 것(42%)으로서, 이것은 大部分 人工降水에 必要한 施設裝備로서 한번 購入하면 繼續使用(最少 3年)이 可能하므로 裝備의 管理程度에 따라서 費用節減은 增加 될 수 있을 것으로 思料된다.

結論적으로 本 分析結果는 人工降水施設裝置 및 降水方法에 對한 充分한 檢討가 없는狀態에서 實施된 것이므로 今後 實演事業을 通하여 問題點을 補完改善 할 境遇, 더욱 높은 採集費用 節減效果를 얻을 수 있을 것으로 期待된다.

表9 經濟性 比較

區 分 採集方法	ha當 幼蟲採集費用			計	備 考
	人件費	需用費	材料費		
蟲癭採集法	91,283	1,795	-	93,078	100 (%)
人工降水法(A)	46,154	1,282	33,917	81,353	87.4
人工降水法(B)	46,154	1,282	1,910	49,346	53.0

※ A: 降水施設裝備 購入當年の 採集費用

B: 降水施設裝備 購入3年(耐久年限)째의 採集費用

#### IV. 摘要

本 研究는 솔잎혹파리幼蟲은 大部分 降雨時에 落下하는 生態的特性을 利用 , 秋期의 솔잎혹파리幼蟲의 自然落下期 동안 被害林地內的 樹冠上部에 噴水裝置(sprinkler system)를 設置하고 降水量別, 降水時期別 및 降水時刻別로 人工降水를 實施하여 人工降水가 솔잎혹파리 幼蟲落下에 미치는 影響을 分析檢討, 人工降水에 依한 새로운 天敵飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集法을 開發코자 實施하였으며 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 人工降水에 依한 솔잎혹파리 天敵飼育用 幼蟲採集法은 아주 效果的인 것으로 評價되었다.
2. 人工降水에 依한 幼蟲落下는 降水量에 比例하였으며 幼蟲採集에 必要한 效果적인 降水量은 5.3-9.4mm, 이때에 소요된 撤水量 및 撤水時間은 各各 8,000-16,000 ℓ 와 180-360分이었다.
3. 人工降水에 依한 效果的인 幼蟲採集時期는 11月初旬부터 中旬까지 約 20日間이며 이 期間에 落下한 幼蟲數는 全體 落下量의 93.4%였다.
4. 하루中에 있어서의 人工降水에 依한 幼蟲落下는 降水時刻에 別 影響을 받지않았다.
5. 人工降水에 依한 採集幼蟲의 採集時期別 天敵寄生率은 11月中의 것이 比較的 높았으며 12月 採集分은 다소 떨어지는 傾向을 보였다.

6. 人工降水에 의하여 採集된 幼蟲은 採集後 水中에서 約 25日 經過時까지는 比較的 높은 活力을 維持할 수 있으나 그후 漸次的으로 低下되기 始作, 採集 約 90日後에는 致死幼蟲의 發生이 始作되었다.
7. 本 研究에서 供試된 幼蟲採集器는 人工降水에 依한 幼蟲採集에 適合한 것으로 評價되었으나 幼蟲蒐集器의 採集器 中央方向으로의 位置變更(約 50cm)과 蒐集器의 開閉構造의 補完이 必要한 것으로 指摘되었다.
8. 人工降水에 依한 幼蟲採集跡地의 採集 1年後의 幼蟲密度變動은 採集前과 比較하여 約 34%의 密度減少效果가 있었다.
9. 人工降水에 依한 幼蟲採集方法은 現行方法인 蟲癭採集法과 比較하여 約 14-50%의 採集費用 節減效果가 있었다.

## V. 引用 文 獻

1. 高濟鎬. 1965. 솔잎혹파리 寄生蜂(*Isostasius seoulis* sp. nov.)에 관한 研究(1), 形態 및 分類學的 研究. 農事試驗研報, 8(2):91-96.
2. 高濟鎬. 1965. 솔잎혹파리 寄生蜂(*Isostasius seoulis* Ko.)에 관한 研究(2), 寄生相과 寄生率. 農事試驗研報, 8(2):97-101.
3. 高濟鎬. 1966. 솔잎혹파리 寄生蜂(*Isostasius seoulis* Ko. )에 관한 研究(3), 生活史. 農事試驗研報, 9(2):59-67.
4. 高濟鎬. 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. 高濟鎬. 1980. 솔잎혹파리 寄生蜂의 新1種. 韓國林學會誌, 19(1):35-38
6. 高濟鎬. 李範英. 鄭相培. 全文章. 邊炳浩. 1985. 솔잎혹파리 研究白書. 林業試驗場, 278pp.
7. 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.
8. 金鼎錫. 洪性昊. 崔澈. 柳長發. 1976. 솔잎혹파리 耐蟲性 곰솔의 針葉內(monoterpene )의 季節的變化. 韓國育種學會誌, 8(3):137-142.
9. 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.
10. 朴基南. 玄在善. 1983. 솔잎혹파리가 소나무 生長에 미치는 影響에 관한 研究(2), 소나무 被害. 韓國林學會誌, 62:87-95.

11. 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.
12. 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.
13. 李德象. 趙道衍. 1958. 솔잎혹파리 驅除試驗(2). 林業試驗場 研究報告, 7:51-61.
14. 李範英. 1980. 솔잎혹파리 蔓延阻止試驗. 林業試驗場 研究報告書, 699-711.
15. 林業試驗場. 1973. 솔잎혹파리 林業的防除試驗. 林業試驗場 研究報告書, 425-437.
16. 鄭相培. 1978. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗. 林業試驗場 研究報告書, 501-520.
17. 鄭相培. 1979. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗. 林業試驗場 研究報告書, 555-573.
18. 鄭相培. 1980. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗. 林業試驗場 研究報告書, 673-698.
19. 鄭相培. 金鍾國. 朴承瓊. 朴基南. 高濟鎬. 1984. 浸透性殺蟲劑에 依한 솔잎혹파리 防除에 關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.
20. 鄭相培. 金哲洙. 1994. 噴霧裝置를 利用한 솔잎혹파리 防除에 關한 研究. 韓國林學會誌, 83(3):311-321.
21. 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.

22. 趙鏞涉. 1975. 솔잎혹파리의 病原體(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.
23. 趙鏞變. 鄭厚變. 1979. 솔잎혹파리 病原體 調查 및 그 活用に 關한 研究. 林業試驗場 用役研究報告書, 33pp.
24. 崔承允. 宋裕漢. 李炯來. 1979. 솔잎혹파리의 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.
25. 崔承允. 李炯來. 安龍濬. 宋裕漢. 1980. 솔잎혹파리의 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.
26. 崔承允. 朴亨萬. 鄭富根. 1982. 솔잎혹파리의 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.
27. 玄在善. 1968. 솔잎혹파리 天敵에 關한 研究. 山林廳 用役研究報告書, 20pp.
28. Jeon, M. J., 1984. Biological studies on the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasites, *Platygaster matsutama* and *Inostemma seoulis* (Hymenoptera: Platygasteridae). Phd. Thesis, Kyushu Univ., pp. 180.
29. Lee, B. Y., J. H. Ko, B. H. Choi, M. J. Jeon, T. Miura and Y. Hirashima, 1985. Utilization of Proctotrupoid wasps in Korea for control of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera, Cecidomyiidae). *Esakia*, 23:145-150.
30. Kearby, W. H. and D. M. Benjamin, 1965. Parasite Associated with the Red-pine needle gall midge, *Thecodiplosis piniresinosae* Kwarby, *Jour. Econ. Ento.*, 58(1):166-167.



31. 岡田剛. 1971. マツバノダマバエ 防除試験. 光島縣林試業務報告, 62pp.
32. 横溝康志. 1973. マツバノダマバエに 對する 葉面撒布試験. 森林防疫 News, 22(7):6-7.
33. 高木五六. 1929. 恐るべき赤松の 新害蟲發生す. 朝鮮山林會報, 53: 43-44.
34. 波光幸一. 1973. マツバノダマバエ 防除試験. 廣島縣 林試業務報告, 51pp.