

寄生蜂飼育用 솔잎혹파리 幼蟲採集에 관한 研究^{1*}

鄭相煥² · 金哲洙³

Development of Collection Method of Arboreal Parasite Larvae for the Biological Control against Pine Needle Gall Midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye^{1*}

Sang Bae Chung² and Chul Soo Kim³

要 約

솔잎혹파리 幼蟲은 大部分 降雨時에 落下하는 生態의 特性을 利用, 秋期の 自然落下期 동안 被害林地內의 樹冠上部에 噴水裝置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 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 매우 效果的이었으며 幼蟲採集에 必要한 適正降水量은 5.3-9.4mm, 이때에 所要된 撒水量 및 撒水時間은 各各 8,000-16,000 ℓ 와 180-360分 이었다.
2. 人工降水에 依한 效果的인 幼蟲採集時期는 中部地方 소나무林의 경우 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 落下數의 93.4%였다.
3. 하루중에 있어서의 人工降水에 依한 幼蟲落下는 降水時刻에 影響을 받지 않았다.
4. 人工降水에 依한 幼蟲의 採集時期別 天敵寄生率은 11月的 것이 比較的 높았으며 12月 採集分은 다소 떨어지는 傾向을 보였다.
5. 人工降水에 依한 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.
6. 人工降水에 依한 幼蟲採集方法은 現行方法인 蟲癭採集法에 比하여 約 14-50%의 採集費用(經濟的) 節減效果가 있었다.

ABSTRACT

Artificial precipitation test with sprinkler system was carried out to develop the collection method of arboreal larvae(protothropoid 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 summarized as follows;

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

¹ 接受 1997年 5月 21日 Received on May 21, 1997.

² 尙志大學校 林學科 Department of Forestry, College of Agriculture, Sangji University Wonju 220-702, Korea.

³ 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

* 이 研究는 1995年度 農林水産 特定研究課題로 農林部の 研究費支援에 依하여 이루어진 것임.

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 larvae of 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 infested needles.

Key words: artificial precipitation, sprinkler system, pine needle gall midge, larvae falling.

緒 論

솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*) 防除에 관한 研究는 李德象(1958)에 의하여 化學的 防除 研究가 試圖된 것을 始初로 그동안 林業的(Lee 等, 1985; 林業試驗場, 1973), 化學的(趙道衍, 1959; 鄭相培, 1978, 1979, 1980; 鄭相培 等, 1980), 生物的(趙鏞涉, 1975; 玄在善, 1968; Kearby 等, 1965; Jeon, 1984) 및 其他(禹建錫, 1978; 李範英, 1980; 鄭相培 等, 1994) 防除 研究가 國內外的으로 不斷히 이루어져 왔으며 1995年 現在까지 各分野別로 約 100餘編의 論文이 發表되었으나 아직 滿足할 만한 效果의인 防除法은 開發되지 못하고 있는 實情이다.

現在까지 研究開發되어 實用化되고 있는 防除法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(高濟鏞, 1965, 1966, 1980) 및 林地肥培에 의한 林業的 方法(鄭相培, 1979, 1980) 等이 있으나 化學的 防除法(朴基南, 1967; 崔承允 等, 1982)은 被害木의 줄기에 구멍(穿孔)을 뚫고 農藥을 注入 함으로서 林木의 材質損傷과 美觀을 해칠 뿐만 아니라 農藥의 毒性으로 인한 人命被害와 環境汚染 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 4,500ha) 確保에 도 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하고 있으나 幼蟲의 大量確保를 爲하여 限定된 地域內에서 強度의 間伐이나 가지치기 에 依한 蟲瘿採集으로 因하여 林分毀損에 따른 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 蟲瘿採集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 幼蟲의 自然落下期동안 採集器를 樹冠下에 固定設置하고 長期間 기다려야 하며 特別히 大部分(95% 以上) 降水時에 落下하는 生態的 特性 때문에 全的으로 自然降水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되고 있다.

本 研究는 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, 秋季의 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.

材料 및 方法

1. 솔잎혹파리 幼蟲採集法 開發

1) 試驗地 選定

全國의 솔잎혹파리 被害中心地域으로서 1995年度 現在 솔잎혹파리의 蟲瘿形成率 및 天敵寄生率이 높고 天敵飼育用 幼蟲採集地로 適當하며 稼動

Table 1. General description of the study site in Osan, Kyunggi-do.

Stand age (Yrs)	Altitude (m)	Slope (°)	Mean DBH (cm)	Mean height (m)	Density (trees/ha)	Gall formation (%)
35	120	25	14	11	1,450	32
			9-23	5-14		21-46

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 소나무 林分의 立地條件은 다음 “表 1”과 같다.

2) 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에 依하여 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중인 폴리에치렌製品(2×5m)을 使用하였다.

한편 人工降水用 噴水裝置(Sprinkler system)는 豫備試驗結果 솔잎혹파리 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. 人工降水施設 및 方法은 “그림 1”에 說明하였다.

3) 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의 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 11월 1일부터 12월 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, 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.

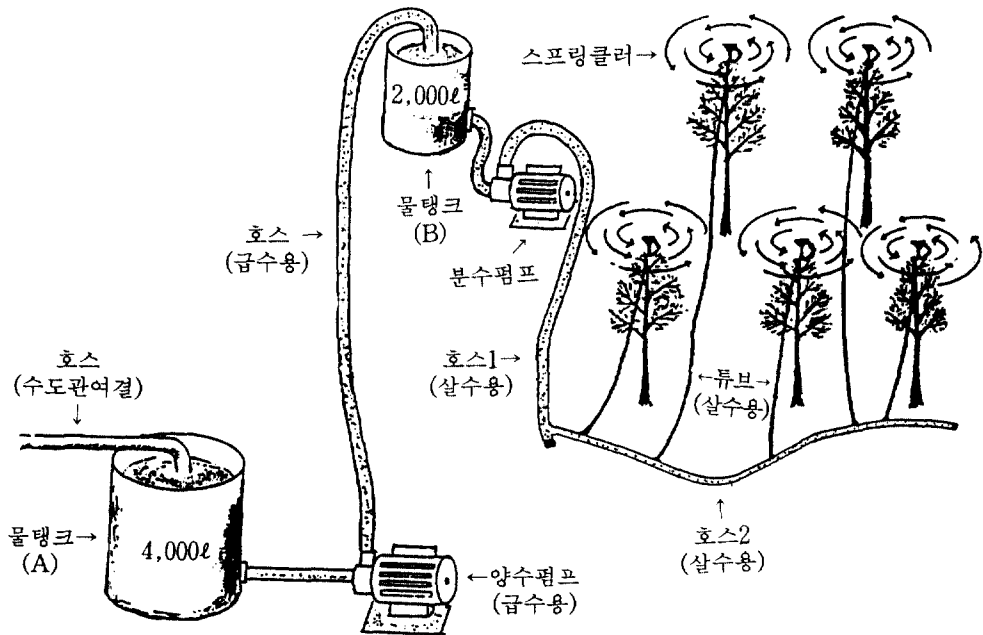


Fig. 1. Artificial precipitation facilities for collection of arboreal larvae of pine needle gall midge with sprinkler system.

2. 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 等に 끼치는 影響을 究明하기 위하여 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(5×3 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.

3. 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.

結果 및 考察

1. 솔잎혹파리 幼蟲採集技術開發

1) 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 1,000m²에 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 撒水量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 2에서 보인 바와 같이 人工降水는 솔잎혹파리 幼蟲落下에 絶對的으로 影響을 미치는 것으로 나타났다. 卽 人工降水에 의한 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 8,000-16,000 ℓ 와 180-360分이었다.

人工降水에 의하여 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 約 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 가장 많이 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 것과도 거의 一致하는 것이다.

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되고 있다.

(2) 降水時期別 幼蟲落下量 調査

人工降水에 의한 솔잎혹파리 幼蟲의 效果的인 採集時期를 究明하기 爲하여 11月 1일부터 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 270

Table 2. Number of the larvae falling of pine needle gall midge at each artificial precipitation by sprinkler system.

Factor Level	Water sprayed (ℓ)	Hours sprayed (min.)	Precipitation (mm)	No. of larvae falling(individuals)		
				Artipicial Precipitation(A)	Non-treated(B)	A/B ratio
A	2,000	45	1.3	2,700	388	7.1
B	4,000	90	2.8	585,000	308	1,899.4
C	8,000	180	5.3	1,092,000	211	5,175.4
D	16,000	360	9.4	1,755,000	1,310	1,339.7
E	18,000	405	12.3	1,585,000	1,129	1,403.9
Total				5,019,700	3,341	1,502.5

* Application date : November 11,17 and 19 (3 days)
Collection area : 270m² per treatment (10m²×27 individuals)

m²의 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 (1,000m²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 3에서 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도가 比較的 높은(10% 以上) 時期는 11月 10일부터 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의인 幼蟲採集時期는 11月 初旬부터 中旬까지인 것으로 分析되었다. 이와 같은 結果는 自然狀態에서의 幼蟲落下 時期 및 落下頻도와도 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 蟲癭葉의 變色程度 卽 幼蟲이 蟲癭內로부터 脫出할 수 있는 蟲癭組織의 物理的條件이 造成되어야 可能한 것으로 推定된다.

高(1966)는 中部地方에서의 솔잎혹파리 幼蟲落下頻도를 落下時期別로 分析한 結果 10月中에 7.3%, 11月 75.2%, 그리고 12月中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 調査結果 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 調査, 降水量과 比較 分析한 結果 10月中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 받고 있음을 뒷받침하고 있다.

(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 幼蟲落下數頻도를 調査하여 그림 2의 結果를 얻었다. 즉 하루중의 降水時刻別 幼蟲落下率은 낮 期間 중에는 午前이, 그리고 午前보다는 夜間이 比較的 높은 傾向을 보이고 있으나 各 處理間의 有意差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 뿐만 아니라 關係濕도가 높기 때문인 것으로 思料되며 結果의으로 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 않는 것으로 推定된다.

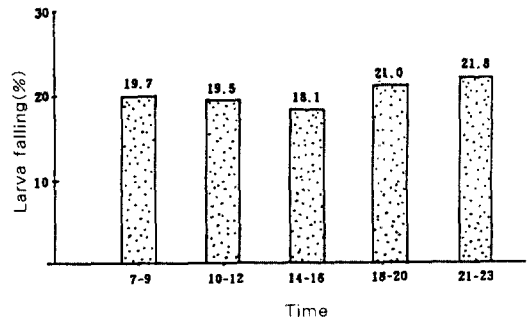


Fig. 2. Comparison of larvae falling of pine needle gall midge following precipitation hour intervals in a day with sprinkler system.

Table 3. Comparison of seasonal change of the arboreal larvae falling of pine needle gall midge following artificial precipitation by sprinkler system.

Application time	November						December		Total
	1	5	10	15	19	25	1	9	
Larvae falling(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)

* Number of falling ; 1,300 individuals per cubic centimetre(cc)
 Amount of artificial precipitation ; 4.7mm or 8,000ℓ per 1,000m²
 Duration of spray ; 90 minutes per treatment

2) 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 事業量을 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 이루어지고 있다. 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 6일부터 12月 9일까지의 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 各 處理當 1,000마리 以上의 幼蟲을 無作爲로 抽出, 寄生率을 調査(檢鏡)하여 表 4의 結果를 얻었다.

表에서와 바와 같이 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. 이와 같은 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 可能한 限 幼蟲落下頻度 最大인 11月中旬으로 限定함이 바람직한 것으로 判斷된다.

2. 採集跡地 幼蟲密度 變動調査

人工降水에 依한 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의 年次의 密度變動은 表 5에서 보인 바와 같이 採集前인 1995年度의 平均 蟲癭形成率 32%에 比較하여 採集後 1年次인 1996年度는 21%로

Table 5. Comparison of larval density of the pine needle gall midge at the study sites of artificial precipitation with sprinkler system.

Year	% gall formation				A/B ratio
	site I	site II	site III	Mean	
1995(A)	21.3	29.2	46.7	32.4	100
1996(B)	12.1	22.3	29.2	21.2	65.4

서 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 볼 때에는 人工降水에 依한 幼蟲採集이 솔잎혹파리 密度變動에 큰 影響을 주지 못한 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로 하여 遂行된 것으로서 만일 防除側面까지 同時에 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 있을 것으로 推定된다. 한편 幼蟲採集跡地의 年次의 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 人工降水水分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 思料된다.

3. 經濟性 比較

經濟性分析은 現行方法인 蟲癭採集에 依한 幼蟲採集法과 人工降水에 依한 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(4,550ha)에 對한 總 幼蟲採集費(山林廳 資料)를, 人工降水에 依한 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 依한 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로 하고 이 期間동안 一定區域 範圍內에서 1日 12時間(4時間×3回)씩 幼蟲採集地를 移動하면서 人工降水를 實施하는

Table 4. Difference in parasitism of pine needle gall midge larvae seasonally collected in 1995.

Date collected	November			December		Total (mean)
	6	15	19	1	9	
No. of larva checked	1,133	1,016	1,140	1,077	1,157	5,523
No. of larva parasited	168	172	164	126	102	732
(% parasitism)	(14.8)	(16.2)	(14.4)	(11.7)	(8.8)	(13.3)

表 6. 經濟性 比較

採集方法	ha當 幼蟲採集費用				計	備 考
	區 分	人 件 費	需 用 費	材 料 費		
蟲瘿採集法		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)제의 採集費用

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 6에서와 같이 人工降水에 依한 幼蟲採集 方法은 現行方法인 蟲瘿採集에 依한 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 두 가지 方法의 費用差異는 蟲瘿採集에 依한 方法은 費用의 大部分(98%)이 人件費에 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

人工降水에 依한 솔잎혹파리 天敵飼育用 幼蟲 採集法은 매우 效果의인 것으로 評價되며 今後 寄生蜂에 依한 天敵飼育事業에 實用化함으로서 現行的 蟲瘿採集方法과 比較하여 幼蟲採集費의 節減, 幼蟲의 大量採集에 依한 事業量 擴大, 作業能率 向上, 採集跡地의 保護 等 솔잎혹파리 防除事業에 寄與할 것으로 思料된다.

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. 1980. 솔잎혹파리 寄生蜂의 新1種.

- 韓國林學會誌, 19(1) : 35-38.
5. 高濟鎬 · 李範英 · 鄭相煥 · 全文章 · 邊炳浩. 1985. 솔잎혹파리 研究白書, 林業試驗場, 278pp.
6. 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.
7. 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.
8. 禹建錫 · 沈載昱. 1978. 솔잎혹파리 成蟲密度를 줄이기 爲한 粘着物質의 利用에 관한 研究. 韓國植物保護學會誌, 18(4) : 153-160.
9. 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.
10. 李範英. 1980. 솔잎혹파리 蔓延阻止試驗. 林業試驗場 研究報告書, 699-711.
11. 林業試驗場. 1973. 솔잎혹파리 林業의 防除試驗. 林業試驗場研究報告書, 425-437.
12. 鄭相煥. 1978. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗. 林業試驗場研究報告書, 501-520.
13. 鄭相煥. 1979. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗. 林業試驗場 研究報告書, 555-573.
14. 鄭相煥. 1980. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗. 林業試驗場 研究報告書, 673-698.
15. 鄭相煥 · 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 관한 研究(1). Aldicarb(temik)의 地面處理效果. 林業試驗場研究報告, 31 : 143 : -151.
16. 鄭相煥 · 金哲洙. 1994. 噴霧裝置를 利用한 솔잎혹파리 防除에 관한 研究. 韓國林學誌, 83 (3) : 311-321.
17. 趙道衍. 1959. 솔잎혹파리 藥劑防除試驗(2). 林業試驗場 研究報告 8 : 111-117.
18. 趙鏞涉. 1975. 솔잎혹파리의 病原體(Virus 包含)調查 및 그 活用に 관한 研究. 林業試驗

- 場 用役研究報告書, 37pp.
19. 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.
 20. 玄在善. 1968. 솔잎혹파리 天敵에 關한 研究. 山林廳 用役研究報告書, 20pp.
 21. Jeon, M.J., 1984. Biological studies on the pine needle gallmidge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera : Cecidomyiidae) and its parasites, *Platygaster matsutama* and *Inostemma seoulis* (Hymenoptera : Platygasteridae) Ph D. Thesis, Kyushu Univ., pp.180.
 22. 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.
 23. 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.