

솔잎혹파리의 生態와 防除戰略

玄 在 善

The Ecology of the Pine Needle Gall Midge (*Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye) and Its Control Strategies.

Jai Sun Hyun

ABSTRACT

The pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, is the most important insect pest. It requires two different habitats for the development; on trees and under the ground. The habitat specific mortality rates were 30~40%, and 50~60% for the respective habitats. The key developmental stage is the prepupa, and the key mortality factor is the moisture contents of the soil and its variability.

Since the insect is an exotic, the population status in the periphery and in the source of infestation are considerably different. Such a difference in habitats and the population status of the insect should be considered in relation to suppression of the insect.

The control strategies should be directional and rational based on the reality of the pest status. There have been substantial information on the control methods of the pine needle gall midge, and each control method has an important place, but none has always provided a satisfactory solution to the many problems associated by this insect. Those methods should be applied to a system based on the ecology of the insect.

There should be continued support for directed effort on the development of operational management systems for the insect: specifically, estimation of the critical economic injury level, and of the absolute density of the insect.

害虫 防除의 目的은 害虫에 依한 經濟的 損失의 合理的 抑制 乃至는 除去에 있으며 이러한 目的을 達成하기 爲하여는 여러가지 防除技術을 選擇의 適用 해야 한다. 지금까지 우리는 害虫의 分布擴大를 阻止 하거나 어떤 地域內의 害虫 密度를 減少시키기 爲하여 여러가지 防除 技術을 開發하여 適用함으로써 劃期的인 成功을 거둔 일도 많았다. 그러나 어떤 한 가지 防除 技術이 모든 害虫에 適用되어 꼭 같은 成功을 거두 었다면지 또는 어떤 境遇에나 成功할 수 있는 萬能的 防除法는 없었음을 또한 잘 알고 있다.

따라서 害虫의 合理的 防除란 害虫의 實際的인 狀況을 土臺로 現實的 狀況에 相應하는 “對應的”인 防除法의 選擇의 適用을 通하여 그 目的을 達成할 수 있다고 하겠다.

한편 害虫 防除를 實施하는 時點은 實質的인 被害가 없거나 極히 적은 때이다. 即 防除의 實施는 앞으로 있을 經濟的 損失을 豫想하고 이를 阻止하기 爲하여 實行되는 것이다. 이러한 害虫 防除의 經濟的 評價를 爲하여는 害虫의 生態學的인 過程과 作物의 이에 대한 反應을 土臺로 해야 될 것이다.

1. 森林資源 管理體系의 一般 Model

害虫個體群의 管理體系 Model은 害虫을 中心으로 生態系內의 害虫의 空間的 分布 pattern의 把握, 害虫個體群의 時間的 變動 pattern, 그리고 이에 따르는 林木의 反應 pattern을 內容으로 하고 있으며 다음과 같은 Model을 생각할 수 있다.

첫째는 害虫 個體群의 林內 또는 林內 分布의 空間的 特性을 나타내는 것으로 發生의 危險 나아가서는 被害 地域 또는 被害 林分을 區別할 수 있는 것으로 害虫 發生의 定量的 把握에 必要한 것이다.

둘째는 害虫 個體群의 密度나 生育段階(年齡構成) 變動을 包含한 害虫 密度의 經時的 變動에 關한 것으로 “언제” 經濟的으로 深刻한 狀況에 達할 것인가를 推定하는데 도움이 된다.

셋째로는 害虫數나 被害量이 얼마나 될 것인가에 關한 것으로 여러가지 變數를 包含하고 있으며 이들 變數와 害虫數나 被害量과의 關係를 나타내는 것이다.

이러한 Model들은 서로 獨立된 것이 아니고 對象地域이나 害虫이 生物學的, 理化學的 環境條件이나 經濟的 條件에 따라서 相互 關聯性을 갖게 되는 것이다.

林野는 地勢가 險峻하고 構成種이나 植生의 年齡構成이 多樣하고 複雜한 同時에 商品生産에 長久한 時間이 要求되는 등 一般 農作物의 生態系와는 相當한 差가 있어 實際로 害虫 管理計劃을 樹立할 때에는 이와 같은 特殊性이 充分히 考慮되어야 하며 特히 森林이란 木材生産外에 水源의 涵養, 情緒的 價値, 國土의 保存, 野生動物의 棲息處 提供等 그의 價値 體系에 있어서도 여러가지로 複雜한 內容이 包含되어 있다. 따라서 이와

같은 點도 管理體系에 包含되어야 할 것이다.

害虫 管理體系와 關聯하여 林業資源管理의 一般의 Model은 다음과 같다.

위의 Model은 ① 害虫個體群의 密度變動動態, ② 林木의 生長動態, ③ 害虫에 依한 被害와 林業經營과의 關係, ④ 防除戰略等 4個의 構成要素로 되어 있으며 이들 構成要素는 最終的으로는 經濟的 價値에 收斂되고 있다. ③과 ④는 經營收支와 直接의 關係가 있어 實行與否 決定의 土臺이다. 各 構成要素는 二次, 三次의 亞系로 되어 있으며 實行系에 必要한 推定 Model의 開發이나 實行을 爲한 研究의 對象이 된다.

點線으로 둘러싸여 있는 內容은 研究分野의 對象이 되는 項目이고 이들에 關한 研究結果는 害虫의 空間的 分布, 發生時期, 發生量 그리고 林木의 密度, 林相, 生育狀況 等の 調査와 아울러 防除實施의 與否, 防除時期, 防除手段 그 밖의 具體的 防除對策을 實行機關이 選別的으로 適用하는 데 利用된다.

2. 솔잎혹파리의 生態

솔잎혹파리의 成虫은 5月 中旬부터 6月 中旬에 걸쳐 出現하여 새 針葉 사이에 産卵한다. 孵化한 幼虫은 어린 솔잎의 基部에 喰入하여 虫癭을 形成하며 寄生을 받은 針葉은 生長이 停止된다. 老熟幼虫은 中部地方에서는 10月 下旬~11月中에 南部地方에서는 越冬後 이듬해 봄에 地面에 落下하여 地中에서 蛹化한다.

따라서 이 害虫의 密度 變動狀況은 樹上과 地中에서 서로 다른 環境要因의 影響을 받는다.

(1) 樹上: 密度의 變動

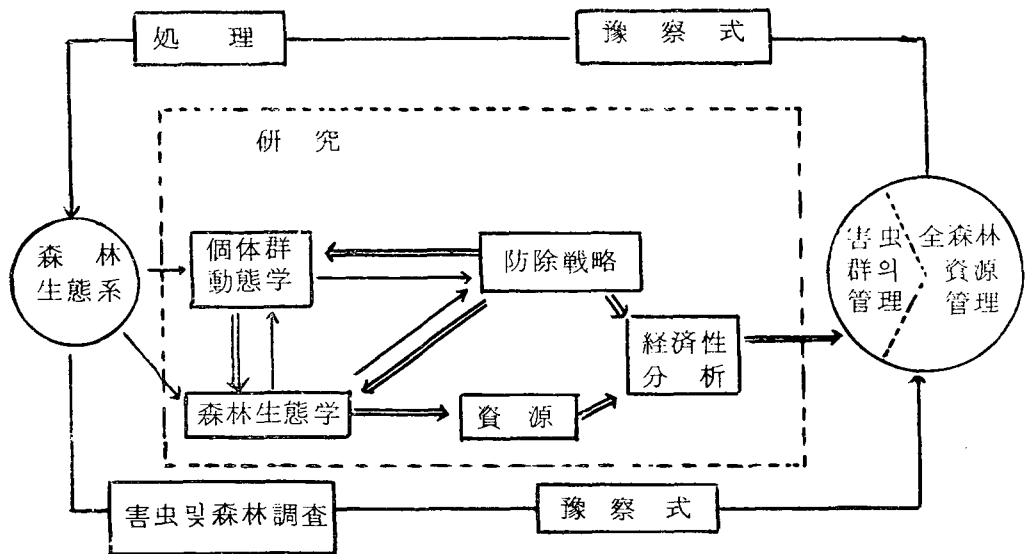


그림 1. 森林害虫管理系의 一般의 Model(Water, Cowling 1976)

솔잎혹파리의 樹上 密度의 變動은 寄主의 種類, 品種, 葉의 生育狀況에 따라 差가 있을 것으로 생각된다. Park(1970)는 소나무와 리기다소나무의 솔잎혹파리에 對한 反應을 調査하고 리기다소나무에서 虫癭形成이 完全하지 못한 것은 어린 幼虫을 둘러싸고 있는 細胞의 死亡現象에 의한 것임을 밝히고 이것은 一種의 過敏感受性에 의한 것이라고 推論한 바 있고 또 抵抗性 系統이 소나무류에서는 瘡痕率이 높음을 報告하였다(鄭과 玄, 1982). 玄(1968)는 樹上 虫癭內 幼虫 密度 變動을 調査하고 虫癭當 幼虫數는 瘡入後에는 큰 變動이 없다고 推論하고 樹上에서의 密度 減少率은 瘡入前에 일어날 것이라고 推論하였으며 朴과 玄(1977)은 卵期 致死率이 3.08%이고 瘡入後 幼虫의 그것은 14.24%였고 脫出 不可能한 老熟幼虫이 7.83%로 樹上에서의 密度 減少率은 37.89%라고 報告한 바 있다.

(2) 地中 密度의 變動

虫癭에서 老熟幼虫이 脫出 落下하는 것을 中部地方에서 調査한 것을 보면 92.17%였다(朴과 玄, 1977).

中部地方에서 落下 幼虫의 越冬中 致死率은 1976年 35.4%였으며 越冬 幼虫의 羽化率은 表 1 과 같다.

土中 幼虫의 致死率은 地域이나 해에 따라 相當한 差가 있으며 따라서 羽化率에도 變異가 甚하다. 鄭과 玄이 1979, 1980年 兩世代에 對한 羽化率의 調査結果를 보면 南向인 第2 調査區에서는 15.47%와 10.99%였으며 西向인 第3 調査區에서는 22.19%와 27.07%로 西向 山麓에서의 羽化率이 높았으며 1979年 世代에서 낮았다.

土中 幼虫 密度의 經時的 變動을 보면 前蛹期인 5月 中旬~下旬에 가장 減少率이 크다. 朴과 玄(1977)은 光陵에서 이때에 越冬 幼虫의 平均 52.86%가 減少한다고 하고 鄭과 玄(1982)은 水原에서 75.87%가 減少한다고 하였다.

土中幼虫의 羽化率과 가장 密接한 關係가 있는 要因은 土壤의 含水量과 土壤含水量의 變異이다. 朴과 玄(1977)이 落下後 幼虫 密度의 減少에 미치는 有機, 無有機 要因에 關한 調査 結果를 보면 捕食性 動物의 影響보다도 土壤 含水量이 重要하였으며 그 結果는 表 2 와

Table 1. Per cents of emerged adults to the number of overwintered larvae.

Locations	Years	Per cent	Average
Kwangneung*	1973	23.90	24.14
	1974	27.46	
	1975	18.76	
Suweon**	1980	14.71	16.87
	1981	19.03	

*:Park and Hyun, **: Chung and Hyun

같다.

Table 2. Average survivorship of the pine needle gall midge larvae in various soil moisture contents, 1973~1975. (Park 1977).

Range of M.C(%)	No. of plots	survivorship
12	7	6.63
12.1~14	9	12.78
14.1~16.0	7	16.25
16.1	6	16.65

表 3에서 보는 바와 같이 土壤 含水量이 12% 以下에서는 14% 以上の 곳에 比하여 約 50% 以上이 높다.

表 3은 調査期間中の 土壤 含水量의 變異係數와 生存率과의 關係이다.

Table 3. Average survivorship of the pine needle gall midge larvae in various ranges of coefficients of variance of soil moisture contents, 1973~1975. (Park, 1977).

Range of C.V.	No. of plots	survivorship
25	5	14.07
25.1~30	11	15.12
30.1~35	6	10.04
35.1~40	3	18.04
40.1	4	6.06

表 3에서 보는 바와 같이 土中 水分 含量의 變異係數가 30% 以下로 적은 곳의 生存率은 그 보다 큰 곳에 比하면 높음을 알 수 있다. 그러나 이 變異係數는 調査時의 水分 含量의 變異係數로 하나의 傾向値라고 생각할 수 있으며 實際의 變異는 降雨量, 降雨頻度, 土質, 有機物의 含量, 林相 其他 등에 依하여 變化할 것으로 생각된다.

鄭과 玄(1982)은 1980~1981年 兩년에 걸쳐 水原地方에서 同一한 調査를 하고 4월부터 6월까지 사이에 降雨量이 例年에 比하여 적었던 1981年의 土壤 含水量(X_1), 含水量의 變異係數(X_2)와 羽化率(Y)間에는 $Y = 4.3206X_1 - 0.6887X_2 + 68.41$ 라는 關係가 있음을 報告한 바 있으며 이것은 統計的으로 有意性이 있다고 하였다.

3. 結 論

솔잎혹파리의 世代內 密度 變動狀況을 概觀 要約하면 樹上에서 約 30%, 落下後 羽化할 때 까지에 約 50%가 減少하는 것으로 推定되며 樹上에서는 孵化直後 瘡

入時까지가 重要하며 虫癭形成後에는 幼虫 密度는 安定化 되는 反面, 落下後 密度 減少 혹은 地域이나 年度에 따라 變異幅이 큰 것으로 보아 Morris 等이指摘한 바 이 時期가 Key developmental stage라 할 수 있고 이때의 生育段階는 前蛹期이고 Key Mortality factor는 土壤含水量과 그 變異係數임을 알 수 있다.

솔잎혹파리는 100個 内外의 알을 産卵하는 것으로 알려져 있다. 따라서 世代間平衡密度維持에 必要한 世代的 總致死率은 98%이며 現在의 自然致死率 80% 内外로는 密度 增加를 抑制할 수 없어 20% 内外의 人力에 依한 致死率 增加에 必要한 補助가 必要하다 하겠다.

古野(1963)의 솔나방에 依한 赤松의 被害解析結果에 依하면 生長에 阻害를 받는 被害 限界 喰葉率은 60% 이라고 한다.

이와 같은 被害 限界 喰葉率을 솔잎혹파리의 境遇에도 適用할 수 있을 것으로 생각되는 故로 防除의 目標을 60% 虫癭形成率에 達하지 못하도록 하는 것으로 定할 수 있겠다.

이를 爲하여는 世代間 密度增加 動態가 把握되어야 하겠다. 이러한 研究結果를 通하여 被害限界 密度를 定하고 여기서 被害限界密度로 達하는 것을 阻止하는 方法이 講究되어야 하겠다. 現在까지 알려진 바로는 浸透性 殺虫劑의 樹幹注入이 가장 効果的이고 正確한 것으로 適期에 施行되었을 때에는 95% 以上の 效果를 期待할 수 있다.

이때에 問題가 되는 것은 林地 全體에 對한 處理 本數의 適正水準 算出이다. 이것은 林地內的 林木 密度와 林木의 葉量 그리고 虫癭當 虫數를 土臺로 算出되어야 할 것이다. 다시 말하면 處理는 林地內的 總幼虫數 即 絕對密度와 葉量과의 關係에 依하여 決定된다. 赤松이나 黑松의 葉量은 大體로 胸高直徑과 關係가 있는 것으로 林地內的 胸高直徑에 對한 處理比率를 推定하고 大形木을 中心으로 處理함으로써 實際의 處理本數를 減少시켜 時間을 節約할 수 있을 것이다.

現在 솔잎혹파리의 被害進行狀況은 先端地와 所謂 “被害回復”地에서 差가 있다. 先端地에서의 被害進行狀況은 比較的 急進的이며 어떤 被害 集中地가 形成되고 그 後에 擴散되는 樣相을 흔히 볼 수 있다. 따라서 이와 같은 被害 先端地 附近에서는 于先 危險도가 높은 이와 같은 被害中心地를 調査를 通하여 밝히고 이

런 林地에 集中的인 處理를 하는 것이 効果的이라 생각된다.

所謂 “被害回復” 地區에서는 被害 先端地에 比하여 被害 進行狀況이 多少 느린 故로 被害密度의 調査를 通하여 被害限界 密度에 達한 林地를 探知하여 應急手摺을 쓰는 것도 必要하겠으나 樹上과 地中幼虫의 減少를 爲한 森林條件의 改善 例를 들면 幼稚木의 初期 除去 捕食性 天敵의 增殖 促進, 寄生蜂의 活動 大를 爲한 林業의 施業이 並行되어야 할 것이다.

結論적으로 솔잎혹파리의 防除를 爲하여는 그의 生態學의 特性을 土臺로 各各의 與件에 相應하는 對應的이고 戰略的인 防除手摺의 選擇과 適用이 重要한 것으로 體系的이고 戰略的인 研究는 앞으로의 合理的 防除 對象 樹立을 爲하여 大端히 重要한 일이라 할 수 있겠다.

따라서 一次的으로는 이러한 研究活動에 對한 積極的이고 持續的인 支援이 必要하며 現在 實行機關과 研究機關間에 介在하고 있는 相互 不信(?) 또는 獨善의 風潮를 解消하기 爲한 努力이 切實히 要求 된다.

參考文獻

- 高濟鎬. 1975. 솔잎혹파리 防除·綜合研究: 1-74.
- 三浦正. 1982. 마ツバナタマバエとこの天敵に關する研究 島根林式 1-86.
- 朴基南, 玄在善. 1977. 솔잎혹파리 個體群動態에 關한 研究. 林試研報. 24: 91-107.
- 鄭榮鎭, 玄在善. 1982. 솔잎혹파리의 越冬後 密度變動에 미치는 主要因子에 關한 研究. 서울大學校 碩士論文.
- 玄在善. 1980. 솔잎혹파리의 樹上分布樣式에 關한 研究. 서울大 農學研究. 5(1): 25-41.
- Stark, R.W. 1975. Forest Insect Pest Management Pages 509-528, In Introduction to Insect Pest Management, ed. by R.L. Matcalf, W.H Luckmann. John Wiley & Sons Co. N.Y.
- . 1977. Integrated Pest Management in Forest Practice. J. For. 75: 251-254.
- Waters, W.E. and R.W. Stark. 1980. Forest pest management. Ann. Rev. Entomol. 25: 479-509.