

솔잎혹파리의越冬後 密度變動에 미치는 主要因子에 關한 研究

鄭 榮 鎮¹ · 玄 在 善²

CHUNG, YEONG JIN AND JAI-SUN HYUN: Studies on the Major Factors Affecting the Population of the Overwintered Pine Needle Gall Midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye.

Korean J. Plant Prot. 25(1) : 1~9(1986)

ABSTRACT Periodical samplings were made in the fields, located Hwasong-Gun, Banwal-Myon, Doondai-Ri, for two years to study the major factors responsible to the population of the overwintered pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye.

The population densities of the overwintered larvae reduced greatly at the time of pupation and the changing patterns seemed to be influenced by environmental conditions. The estimated 50% pupation day was about two weeks earlier for the 1980 generation compared with the 1979 generation, and much higher average and the daily maximum temperatures in 1981 affected on the development of the larvae. The relative emergence rates were 14.1% for 1979 and 14.9% for 1980 generation. The relative emergence rates(Y) were affected by the moisture contents of soil (X_1) and its variance (X_2), $Y = -68.41 + 4.3206X_1 - 0.6887X_2$. The relative emergence rates seemed to be decreased with the increased variance of the moisture contents of soil. Percents of needle gall were 49.63% for 1980 and 86.87% for 1981 generation.

緒 論

솔잎혹파리는 1929年 서울秘苑과 1930年 木浦와 釜山에서 高木(1929, 1938)가 그 發生을 報告한 以來, 現在 忠南北, 江原, 그리고 京畿道의 一部를 除外한 全國에 分布가 擴大되고 있다.

솔잎혹파리는 赤松과 黑松의 針葉基部에 虫癭을 形成하여 新葉의 生長을 阻害하며 被害葉은 赤松에서는 當年에 枯死되며 黑松에서는 翌년까지 가나 同化量의 減少로 樹木生長이 阻害되고 樹勢가 弱화되어 二次害虫의 發生을 誘發한다.

高木(1929)의 發生報告 以後 그의 發生, 生活史, 分類學, 防除法, 天敵類에 關하여 高木(1938), 金(1955), 高(1965~80), 玄(1968), 崔等(1976), 三浦(1962) 등 여러 學者들의 報告가 있었다.

朴과 玄(1977)은 1973年에서 1976년까지 4個年에 걸쳐 京畿道 光陵에서 솔잎혹파리個體群動態에 關한 研究를 遂行하고 樹上棲息期와 土中棲息期로 區分하여 生命表를 作成하고 生態學

的으로 重要한 生育段階別 致死率을 報告하였다. 即, 樹上個體群 密度減少率은 卵期에 23.1%였으며 虫癭內 幼虫致死率은 14.2%라고 하고 이때의 致死率은 喰入幼虫數에 依한 密度效果가 있는 듯 하다고 하였다. 또, 土中棲息期 密度減少率은 越冬後에 25.0%, 前蛹期에 52.9%, 蛹期 32.0%였다고 하고 이때 致死因子로는 土壤의 水分含量과 그 變異가 가장 重要하다고 하였고 捕食天敵類도 關係가 있을 것이라고 하였다.

三浦(1962, 1970)는 日本에서 本害虫의 生態와 被害解析 및 寄生蜂의 活動에 關하여 調査하고 幼虫의 越冬中 致死率은 50% 內外로 그 主要原因은 寄生蜂에 依한 것이라고 하고 土壤含水量도 重要한 것이라고 推論하였다.

害虫問題의 合理的 解決은 野外害虫個體群의 reality를 土台로 戰略的이고 對應的이어야 하며 이를 爲하여는 密度抑制支配要因의 把握과 그의 強化라는 側面에서 防除計劃이 樹立되어야 한다.

本 研究에서는 前述한 研究結果를 土台로 土壤含水量은 降雨量, 土性, 林相, 傾斜, 其他에 依하여 變動될 것이므로 이러한 要因과의 關係를 分析하여 솔잎혹파리 防除戰略樹立의 基礎資料를 얻고자 遂行하였다.

本 研究은 韓國科學財團의 財政의 後援에 依

¹ 서울대학교 농과대학(College of Agriculture, Seoul National University, Professor, College of Agriculture, Seoul National University)

² 산림청 임업시험장 병충부 산림곤충과(Forestry Research Experiment Station)

한 연구의 일부로 科學財團의 支援에 忠心으로 感謝드립니다. 또, 調査地設定에 많은 後援을 아끼지 않은 京畿道 林業試驗場 朴永秉場長과 生態學 教室 여러분의 協調에 感謝드립니다.

材料 및 方法

1. 調査地의 概況

調査地는 京畿道 華城郡 半月面 屯台里 野山 三個 地點으로 各 調査區의 地形, 林相 其他의 特性을 다음과 같다.

第1區: 正北向의 斜面으로 10~20年生 赤松의 單純林으로 西端에 落葉松林이 있고 傾斜는 急한 便이며 土層이 깊고 表土에 腐植質이 많고 山의 중허리부터 山頂으로는 돌이 많았고 被害가 甚하여 1980年 調査時 거의 枯死狀態에 있었다. 1981年度에는 調査에서 除去하였다.

第2區: 第1區와 溪谷을 사이에 두고 正南에 가까운 斜面을 이루고 있는 15年生 以下의 赤松 單純林이며 表土에는 腐植質이 적고 土層은 얇으며 傾斜는 比較的 緩慢하고 林相은 3個 區中 가장 좋지 못하며 被害程度도 가장 낮았다.

第3區: 第1, 2區와 中間에 논을 두고 떨어져 있는 正西向의 林地의 山麓地로 10~15年生 赤松이 大部分을 차지하고 리기다소나무가 極히 드물게 있으며 南側에는 京畿道 林業試驗場의 튜립나무 試驗地가 있고 南端은 赤松林으로 連해져 있다. 極히 傾斜가 緩慢한 山麓으로 솔잎혹파리의 被害는 第1, 第2區의 中間程度였다.

2. 調査方法

(1) 土中幼虫密度調査: 各 調査地에 100m×100m의 調査區를 選定하고 山頂에서 山麓을 向해 兩分하고 各 部分을 20m×50m의 小區 5個로 再分割하여 計 10個의 調査小區를 設定하였다.

土壤採取는 直徑 5cm의 鐵製 core를 利用하여 小區當 10個의 core를 하나의 標本으로 하여 各 調査區當 100個의 core를 取하였다. 1980年 世代에 對하여는 各 調査區를 半分하여 樹幹에 Dimcron處理를 하였던 故로 無處理區에 對하여 同一한 調査를 行하였다.

採取한 土壤은 實驗室로 運搬하여 飽和食鹽水를 利用하여 浮遊物과 土粒을 分離한 다음 浮遊物을 2個의 mesh數를 달리한 2重체에 넣고 洗

滌하면서 밑의 체에 걸린 것을 모아 幼虫數와 蛹數를 調査하였다.

(2) 土壤含水量調査: 採取한 標本에서 10g의 土壤을 取하여 乾燥器(105°C)內에서 完全 乾燥시킨 後 秤量하여 重量 基準으로 表現하였으며 反覆數는 5個였다.

(3) 羽化狀況調査: 1979年 世代에 對하여는 小區當 1個의 羽化箱[吳等(1979) 參照]을, 1980年 世代에 對하여는 無處理 5個 小區에 各 2個의 羽化箱을 設置하고 羽化狀況을 每日 調査하였다.

調査期間은 1980년에는 5月 10일부터 7月 3日 까지, 1981년에는 5月 17일부터 7月 15日 까지였다.

(4) 虫癭形成率調査: 1980年度에는 各 調査地의 小區에서 5本을 任意로 擇하여 上, 下部에서 各 各 2個의 新梢를 切取하여 主梢와 側梢로 나누어 虫癭形成率을 調査하였으나 1981年度에는 各 小區마다 胸高直徑 階級別로 2本을 擇하여 同一한 方法으로 調査하였다.

結果 및 考察

1. 密度變動概況

兩 世代에 있어서의 密度變動概況은 表 1과 같다.

Table 1. Overall changes in population density of various stages of the pine needle gall midge over 2 years.

Location	Generation	Overwintered larvae in soil ^a	Total pupae ^b	Emerged adults ^c	Larvae in soil ^d
I	1979	45.90	6.20	3.07	—
	1980	—	—	—	—
II	1979	17.30	2.21	2.47	27.45
	1980	52.20	21.68	5.55	41.71
III	1979	47.40	6.59	10.07	29.64
	1980	29.50	9.32	6.65	36.82
Overall	1979	36.87	5.00	5.20	28.55
	1980	40.85	15.50	6.10	39.27
	Ave.	38.86	10.25	5.65	33.91

^a No. of larvae per 10 cores.

^b Total No. of pupae found during the sampling period.

^c Accumulated No. of emerged adults adjusted to 10 cores.

^d No. of larvae in a gall×No. of galls in 1cm shoot.

Table 2. Changes in overall densities of the pine needle gall midge in soil(1980)*

Location	Mar. 24	Apr. 7	Apr. 21	May 27	Jun. 9	Jun. 16	Jun. 23
I	37.83	65.46	52.17	51.73 (3.04)	10.33 (1.51)	8.85 (0.77)	6.51 (0.88)
II	17.29	17.24	17.62	18.98 (1.05)	3.73 (0.50)	2.19 (0.42)	1.06 (0.24)
III	52.36	49.85	44.47	48.76 (2.81)	11.14 (1.08)	8.67 (1.82)	3.80 (0.88)
Average	35.83	44.18	38.09	39.82 (2.30)	8.40 (1.03)	6.57 (1.00)	3.79 (0.67)

() : No. of pupae.

* Overall densities including pupae.

Table 3. Changes in overall densities of the pine needle gall midge in soil (1981).*

Location	April 20	May 2	May 12	May 21	May 31	June 13
II	52.16	44.72(3.12)	37.30(4.90)	32.24(7.74)	7.74(3.38)	2.94(1.72)
III	29.50	27.90(2.33)	21.64(3.86)	10.30(4.96)	3.82(2.59)	1.70(1.34)
Average	40.83	36.31(2.73)	28.47(4.38)	21.27(6.35)	5.78(2.99)	2.32(1.53)

() : No. of pupae.

* Overall densities including pupae.

Table 4. Changes in percent of pupae in the sample (1980).

Location	Apr. 21	May 27	Jun. 9	Jun. 16	Jun. 23
I	—	6.33(304)[49.0]	19.84(151)[79.4]	10.40(77)[85.8]	18.88(88)[100]
II	—	5.78(105)[47.5]	17.00(50)[70.1]	27.58(42)[89.1]	33.78(24)[100]
III	—	6.29(281)[42.6]	11.09(108)[59.0]	26.31(182)[86.6]	29.65(88)[100]
Average	—	6.13(690)[46.0]	15.98(309)[66.6]	21.43(301)[86.7]	27.44(200)[100]

() : No. of pupae.

[] : Accumulated percents of pupae to total no. of pupae.

表中 幼虫密度는 直徑 5cm core 10個의 密度이며 蛹密度는 調査期中에 出現한 總蛹數이며 成虫密度는 羽化箱의 底面積과 core의 面積比를 利用하여 core面積으로 換算한 總羽化數이다.

越冬後 幼虫密度는 1979年 世代에서 36.87로 1980年 世代의 40.85보다 若干 낮았으며 總羽化數도 各各 5.20과 6.10으로 1980年 世代에서 若干 높았고 虫癭形成率은 28.55와 39.27로 10%가 增加하고 있다. 總蛹數는 兩年度에 있어서 調査回數에 差가 있어 直接的인 比較는 不可能하다.

2. 土中幼虫密度的 變動

調査期間中 土中幼虫密度的 變動狀況은 表 2와 3과 같다.

兩世代의 越冬幼虫密度는 4月 中旬에 平均 38.09와 40.83으로 큰 差는 었다. 그러나 兩世代의 密度들 第2區와 第3區만으로 比較하면 31.05와 40.83으로 增加하였음을 알 수 있으며

특히 第2區에서는 17.62에서 52.16으로 크게 增加한 反面, 第3區에서는 44.47에서 29.50으로 減少하고 있어 被害의 程度와 關係가 있는 듯하다.

土中密度的 減少는 5月 下旬 以後에 急激히 甚해지고 있다. 即, 5月 下旬의 平均減少率은 1979年 世代에서 79.0%, 1980年 世代에서는 72.8%였다.

表 4와 5는 土中幼虫의 累積蛹化狀況이다.

蛹은 얇고 형성한 고치속에 들어 있고 幼虫에 比하면 機械的인 取扱에 不適當하며 또 調査回數에도 差가 있어 蛹化狀況은 하나의 傾向을 나타내는 것으로 定量的 比率는 할 수 있다.

表에서 보는 바와 같이 累積蛹化率이 50%에 達하는 것은 5月 下旬이며 年度와 調査區에 따라 多少의 差가 있다. 即, 1979年 世代에서는 6月 9일에 平均 66.6%가 蛹化하였는데 反하여

Table 5. Changes in percent of pupae in the sampl(1981).

Location	Apr. 20	May 2	May 12	May 21	May 31	Jun. 13
Ⅱ	—	8.13(156)[15.0]	13.46(245)[38.4]	23.12(387)[75.6]	43.59(169)[91.8]	57.53(86)[100]
Ⅲ	—	5.92(77)[16.6]	16.70(141)[46.9]	22.53(109)[70.3]	49.30(90)[89.7]	52.85(48)[100]
Average	—	7.03(233)[15.5]	15.08(386)[41.0]	22.83(469)[73.9]	46.45(259)[91.1]	55.19(134)[100]

() : No. of pupae.

[] : Accumulated percents of pupae to total no. of pupae.

1980年 世代에서는 5月 31日에 91.1%가 蛹化하고 있어 1980年 世代가 發育이 빨랐음을 알 수 있는데 이것은 後述하는 바와 같이 1981年 3月 下旬~4月 下旬에 걸친 高溫의 影響으로 생각된다.

이와 같은 蛹化狀況과 土中密度的 減少率을 比較하여 볼 때 土中密度的 減少와 蛹化率과는 密接한 關係가 있음을 알 수 있다.

3. 羽化狀況

그림 1은 調査地에서의 羽化狀況이다.

그림에서 보는 바와 같이 1979年 世代는 1980年 世代에 比하여 羽化가 多少 늦어지고 있다. 1979年 世代 50% 羽化日은 第1區 6月 13日~14日, 第2區 6月 5~6日, 第3區 6月 7日 등으로 南向인 第2區가 가장 빠르고 西向, 北向의 順이며, 北向에서는 約 1半旬程度가 늦어지고 있다.

1980年 世代에서는 50% 羽化日이 南向인 第2區가 6月 7~8日, 西向인 第3區가 6月 2~3日이었으며 1979年 世代와는 달리 西向林地에서 羽化가 빨라지고 있어 興味있는 事實이다. 特히 表 5에서 第2區가 第3區보다 蛹化가 빠름을 參酌할 때 蛹化後 羽化脫出은 또 다른 環境要因이 作用하고 있음을 示唆하고 있다.

表 6은 調査地에서의 總羽化數들 4月 中旬 越冬幼虫數에 對한 比率로 表示하였다.

兩世代의 平均羽化率은 14.71%와 19.03%로 1980年 世代가 若干 높다.

1979年 世代 第1區의 羽化率이 特히 낮은 것은 被害가 甚한 것과도 關係가 있는 것으로 생각된다. 即, 朴과 玄(1977)은 被害가 甚한 곳에서는 幼虫이 작아지며 羽化率이 낮아지는 傾向을 報告한 바 있다.

1980年 世代 羽化率은 第2區에서는 減少하고

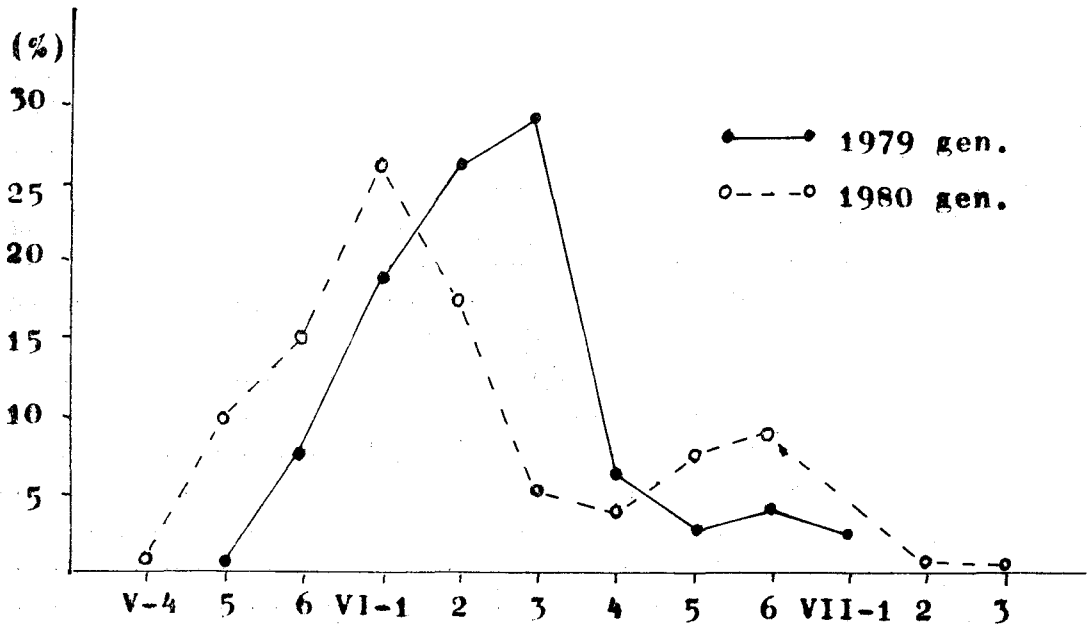


Fig. 1. Emergence curve of the pine needle gall midge.

Table 6. Relative emergence rate of the pine needle gall midge.

Generation	Location	Plot										Ave.	C.V.
1978	I	4.28	10.35	3.60	8.42	13.73	3.58	0.58	7.25	8.57	4.19	6.46	60.53
	II	18.82	6.53	7.96	4.48	21.13	8.84	7.51	12.25	32.95	34.22	15.47	70.65
	III	22.28	17.73	20.76	19.43	8.30	6.50	52.66	35.21	11.69	27.33	22.19	62.01
	Ave.												
1980 ^a	II	6.37	14.39	3.86	12.46	17.87	—	—	—	—	—	10.99	52.50
	III	25.22	31.66	38.75	15.07	24.65	—	—	—	—	—	27.07	32.55
	Ave.											19.03	

^a Percent of total emerged adults to larval density on Apr. 21.

^b Percent of total emerged adults to larval density on Apr. 20.

있으나 實際로 兩世代에 共通되는 第 1~5區의 平均値는 11.78%로 큰 差가 있고 第 3區에서 兩世代 共通平均은 17.70%에서 27.07%로 크게 增加하고 있다.

羽化率의 小區當 C.V.는 1979年 世代에서 큰 데 이것은 小區當 羽化箱數와도 一部 關係가 있을 것으로 思料되며 第 2區가 第 3區에 比하여 C.V.가 크다는 것은 이 區의 環境條件의 不均質性을 말해주고 있다.

4. 虫癭形成率

無處理區에서의 虫癭形成率은 表 7과 같다.

Table 7. Percents of the needle gall of the midge on trees.

Generation	Location	Ave.	C.V.
1980	II	45.42	19.15
	III	53.83	12.84
	Ave.	49.63	
1981	II	87.62	6.29
	III	86.12	6.36
	Ave.	86.87	

1980年 世代의 虫癭平均形成率은 49.63%였고 1981年 世代의 그것은 86.87%로 크게 增加하고 있다. 特히 第 2區에서는 約 2倍로 增加하고 있다. 이것은 第 3區에서의 被害狀況의 進行으로 赤松의 生長阻害로 因한 葉量의 絕對數 減少에 依한 間接的인 影響이 一部 原因이 된 것으로 思料되나 第 2區와 隣接되어 있는 第 1區의 赤松이 거의 枯死한 데 起因된 分散活動도 有關한 것으로 思料된다.

以上 1979, 1980年 兩 世代의 솔잎혹파리 越冬後 幼虫密度의 變動狀況을 說明하였다.

越冬直後의 土中密度는 平均 36.87頭에서 40.

85頭로 約 4頭가 增加하고 있으며 調査區別로는 第 2區에서는 約 3倍가 增加한 데 反하여 第 3區에서는 約 18頭가 減少하고 있고 羽化數는 羽化箱當 666.3頭에서 780.9頭로 增加하고 있는 데 그 內容은 第 2區에서는 約 125%가 增加한 反面, 第 3區에서는 約 33%가 減少하고 있다. 이에 따라 虫癭形成率은 49.63%에서 86.87%로 增加하고 있는 데 그 內容은 第 2區에서 42.20%, 第 3區에서 32.29%가 增加하고 있다(表 7).

이와 같은 世代間 密度變動의 差는 越冬後 幼虫期와 蛹期의 生存率과 密接한 關係를 갖고 있을 것으로 생각된다.

5. 幼虫의 發育과 溫·濕度와의 關係

(1) 蛹化에 미치는 影響

表 4, 5에서 보는 바와 같이 50% 蛹化日은 大體로 1979年 世代에서는 5月末頃이고 1980年 世代는 5月中旬頃으로 1980年 世代의 50% 蛹化日이 1979年 世代에 比해 約 2週程度 앞당겨진 것으로 생각할 수 있다.

一般的으로 溫帶地方에서 越冬虫의 發育開始는 2月上旬이라고 생각되며 實質的인 發育은 3月上旬以後의 溫度에 크게 影響을 받는 것으로 생각된다.

表 8은 2月부터 5月末까지의 旬別 平均氣溫과 最高氣溫이며 表 9는 10°C以上되는 平均氣溫과 最高氣溫의 積算值이다.

表에서 보는 바와 같이 1981年度와 1980年度의 月平均氣溫은 1981年度가 1980年度보다 높으며 平均最高氣溫에서도 同一한 傾向을 갖고 있으나 5月에서는 비슷하거나 若干 낮았다.

5月末까지의 10°C 以上の 積算溫度를 보면 兩年度에서 各各 210.0°C와 219.8°C로 1981年이

Table 8. Average and maximum temperatures in 1980 and 1981.

Year	Feb.						March						April						May													
	E		M		L		E		M		L		E		M		L		E		M		L		E		M		L		Ave.	
	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.	Max.	Ave.		
1980	-4.5	2.2	8.1	1.7	10.8	9.3	10.9	10.3	15.6	13.7	15.4	14.9	20.3	27.2	24.1	21.6	15.6	13.7	15.4	14.9	20.3	27.2	24.1	21.6	15.6	13.7	15.4	14.9	20.3	27.2	24.1	21.6
1981	-10.4	-4.3	1.3	-1.6	5.1	3.0	5.1	4.1	9.7	9.6	9.7	9.7	13.4	15.0	18.2	15.6	15.9	16.3	20.1	17.4	21.0	17.3	24.5	21.0	15.5	12.8	18.0	21.5	15.5	12.8	18.0	21.5

Table 9. Accumulated average and maximum temperatures above 10°C in 1980 and 1981.

Year	Feb.			March			April			May			Total															
	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	Total												
	Max.	Ave.	Total	Max.	Ave.	Total	Max.	Ave.	Total	Max.	Ave.	Total	Max.	Ave.	Total	Max.	Ave.	Total										
1980	5.8	5.8	43.9	13.5	5.7	24.7	56.2	39.8	53.9	102.9	101.9	154.6	359.4	11.4	10.5	26.8	33.9	49.6	99.7	183.2	110.0	72.5	159.2	341.7	55.4	28.4	87.9	171.7
1981	0.4	0.4	94.4	49.2	45.2	94.4	58.7	62.5	101.2	222.4	222.4	222.4	48.1	14.4	3.8	29.9	55.4	28.4	87.9	171.7	110.0	72.5	159.2	341.7	55.4	28.4	87.9	171.7

높았으며 最高溫度에 있어서도 그 積算値는 559.0°C와 658.9°C로 1981년이 約 100°C程度 높았다.

특히 蛹化와 關係가 깊다고 생각되는 4月 中旬부터 5月 上旬間의 平均氣溫이다 最高氣溫에서 큰 差를 나타내고 있다. 이와 같은 氣溫에 있어서의 年度間 差가 蛹化率 50%에 크게 影響을 미쳤을 것으로 思料된다.

(2) 成虫羽化에 미치는 影響

Fig. 1의 成虫의 半旬別 羽化率을 볼 때 成虫 羽化最盛期가 1979年世代와 1980年世代間에는 約 1~2半旬程度 差가 있으나 1980年世代의 調査時 除外된 第1區를 除外한 兩世代의 50% 羽化日을 比較해 보면 各各 6月 6日과 6月 4日로 뚜렷한 差가 없었다.

이것은 第1區가 北向이고 5月末까지 平均氣溫이 10°C 以上되는 積算溫度가 1980年度에는 210日度이고 1981년이 219.8日度였으며 最高氣溫에서는 各各 553.2日度和 658.5日度였고 特히 發育初期인 3月과 4月に 그 差가 顯著하였던 것을 勘案할 때 北向인 第1區에서의 發育이 第2區와 第3區에 比하여 늦어진 것으로 理解할 수 있을 듯 하다.

한 便, 區別로 兩世代 50% 羽化日을 比較해 보면 第2區의 境遇, 各各 6月 5日~6日과 6月 7日~8日로 1980年世代에서 約 2日程度 늦었으며 第3區의 境遇는 6月 7日과 6月 2~3日로 1980年世代에서 約 4~5日 앞당겨졌다. 이것은 表 5에서 보는 바와 같이 蛹化狀況이 第2區와 第3區에서 거의 비슷하게 進行된 것을 생각할 때 興味있는 事實이다.

成虫羽化時期와 關聯되는 要因으로는 虫의 生理的 條件은 勿論이겠으나 外的 條件으로 氣溫과 降雨量, 土壤條件, 其他를 생각할 수 있겠다. 그러나 가장 重要한 要因은 氣溫이라고 생각된다.

三浦(1970)는 越冬後期인 2,3,4月의 3個月間의 溫度와 成虫의 羽化消長에 크게 影響을 주는 데, 溫度가 높을수록 期盛期가 빨라진다고 하였고, 吳等(1979)도 12月 中旬부터 5月 上旬까지의 溫度가 높을수록 成虫羽化가 促進됨을 報告하였다.

Table 10. The amount of precipitation in 1980 and 1981.

Year	April				May				June			
	E	M	L	Total	E	M	L	Total	E	M	L	Total
1980 mm	134.3	68.5	23.4	226.4	4.0	42.1	33.9	80.0	40.1	81.4	45.0	166.5
days	2	7	1	10	2	3	2	7	6	2	4	12
1981 mm	10.4	15.5	24.8	50.7	32.9	22.5	7.0	62.4	6.4	6.2	52.3	64.9
days	4	3	3	10	3	4	1	8	3	2	5	10

兩世代의 羽化期間은 5月 下旬부터 6月 下旬까지의 1個月間이며 羽化初日과 終日에는 若干의 差가 있으나 그 樣相에는 큰 差가 없다(Fig. 1)

그리고 氣溫은 1980年度가 1981年度에 比하여 낮았던 故로 羽化 50%日에 미친 影響은 北向인 第1區에서 뚜렷하였으나 第2區와 第3區에서는 明白하지 않다. 이것은 어느 程度以上の 溫度에서는 더 以上の 높은 溫度가 羽化促進에 미치는 影響은 그렇게 크지 않다는 것을 뜻하는 것으로 1980年度와 같은 低溫에서도 第2區와 第3區間에는 그렇게 큰 差를 나타내지 않았던 것으로 생각된다.

따라서 1981年度에 第2區와 第3區의 羽化狀況에 미친 影響은 氣溫以外的 要因에서 그 原因을 찾아야 할 것이다.

表 10은 1980年과 1981年度 降雨量의 旬別分布이다.

表에서 보는 바와 같이 1980년에는 1981년에 比하여 降雨量이 많았다. 特히 솔잎혹파리 成虫 羽化最盛期인 5月 下旬부터 6月 中旬까지의 降雨量은 1980年이 155.4mm인 데 反하여 1981年度에는 19.6mm에 不過하였으며 降雨日數도 10日과 6日로 顯著한 差가 있었다. 이와 같은 降雨의 量的, 分布相의 差는 直接的으로는 空中溫度를 通하여 間接적으로 土壤含水量의 變動을 通하여 羽化에 影響을 미쳤을 것이라 생각된다.

이와 같은 影響은 降雨 이 顯著히 적었던 1981年度에 南向이고 土中 有機物 含量이 적은 第2區에서 西向이고 有機物 含量이 많은 第3區보

다 50% 羽化日이 늦었던 것의 原因이 되었다고 생각된다.

6. 密度變動과 土壤含水量과의 關係

1979年과 1980年 솔잎혹파리 兩世代 의 密度變動狀況을 第2區와 第3區의 調査成績을 中心으로 살펴 보면(表 1 參照). 兩世代의 越冬後 平均密度는 32.35와 40.85로 1980年世代에서 8.50이 增加하였으며 그 成虫인 1980年世代와 1981年世代의 樹上密度는 28.55와 39.27로 10.72가 增加하고 있다.

이와 같은 密度變動狀況은 內的, 外的 要因에 基因된 것으로 생각되나 여기서는 主로 土壤含水量과의 關係를 中心으로 論하러 한다.

成虫數는 兩世代에 있어서 6.27과 6.10頭로 큰 差가 없었는데 樹上密度에 있어서의 世代間 差는 前記한 被害가 甚하여 針葉數가 減少한 것 외에 成虫活動과 關係가 있는 것으로 생각되며 이것은 主로 降雨量과 降雨頻度, 特히 羽化最盛期인 6月 上旬에 1980에는 40.1mm가 6日間에 걸쳐 있었던 데 反하여 1981년에는 6.4mm가 3日間에 걸쳐 있었던 것과 關係가 있는 것으로 생각된다.

調査時期別 土壤含水量을 나타낸 것이 表 11, 이다.

表에서 보는 土壤含水量은 하나의 傾向以上の 意味는 없을 것 같다. 即, 蛹化段階에서 成虫羽化時期까지 調査地에서의 持續的인 土壤含水量 調査가 이루어져야 하나 實際로는 土中幼虫密度 調査時 採取한 標本의 土壤含水量을 調査하였기

Table 11. Seasonal trends of the soil moisture content (%) in 1980.

Location	Mar. 10	Mar. 24	Apr. 7	Apr. 21	May 27	Ave.	C.V.
I	33.34	28.70	37.29	37.29	37.47	34.83	11.05
II	12.16	14.91	21.58	19.58	21.63	17.91	23.34
III	22.40	12.99	22.50	26.45	25.87	23.44	11.43
Ave.						25.39	

Table 12. Seasonal trends of the soil moisture content (%) in 1981.

Location	Apr. 20	May 2	May 12	May 21	May 31	Jun. 13	Ave.	C.V.
Ⅱ	21.52	21.22	21.92	20.14	19.32	16.55	20.11	10.29
Ⅲ	26.81	26.52	26.52	26.24	24.12	17.12	24.55	15.36
Ave.							22.33	

때문에 實際와는 相當한 差가 있을 것 같다. 특히 1980年度의 境遇는 蛹化段階에서 成虫羽化時期까지 1회 밖에 土壤含水量을 調査하지 못하였기 때문에 土壤含水量의 調査成績과 蛹化率 및 羽化率을 關聯지어 생각한다는 것은 無理하다고 하겠다.

1981年度의 土壤含水量(X_1)과 含水量의 變異係數(X_2), 그리고 相對的 羽化率(Y)間的 重相關關係를 求해 본 結果,

$$Y = -68.41 + 4.3206X_1 - 0.6887X_2$$

라는 回歸方程式이 成立되었으며 $F(2, 7) = 7.458$ 로서 95% 信賴區間에서 有意性이 있었다.

한 便, 含水量의 變異係數와 相對的 羽化率間的 單相關關係를 求해 본 結果, 第2區가 $r = -0.0261$, 第3區가 $r = -0.6469$ 로 有意性은 없었으나 共に 負의 相關關係를 나타내었다.

이것은 變異係數가 클 때 相對的 羽化率은 낮아지는 것을 뜻하는 것으로 羽化時의 致死는 含水量 自體의 問題와 아울러 變動幅과도 有關하다고 볼 수 있다.

朴과 玄(1977)은 土中棲息期의 密度減少要因으로 土壤의 水分含量과 그 變異, 그리고 地表에서 活動하는 捕食虫의 影響等이 重要하다고 하였고 三浦(1970)는 潛土幼虫의 死亡率에 미치는 影響中 土性の 影響은 直接的으로 나타내지 않으나 土壤含水量이 主要因子로 作用하여 土壤含水量이 낮아지면 致死率은 높아진다고 하였다.

以上の 結果를 綜合해 보면, 蛹化時期는 3月上旬 以後의 溫度에 크게 影響을 받으며 土壤의 水分含量이 主要致死要因으로 作用하며 含水量의 變動幅도 致死率과 有關하다고 볼 수 있겠다.

羽化時期는 虫의 生理的 條件 뿐만 아니라 外의 條件으로 降雨量 및 降雨頻度와 密接한 關係를 나타내며 특히 羽化最盛期인 5月末에서 6月初까지의 降雨量 및 降雨頻도가 成虫의 羽化消長에 크게 影響을 미치는 것으로 생각할 수 있다.

摘 要

1980年 3月부터 1981年 9月까지 京畿道 華城郡 半月面 屯台里 野山에서 越冬後 솔잎혹파리 密度變動에 미치는 主要因子에 關한 試驗을 遂行한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 土中密度 減少率은 兩世代에서 蛹化前까지는 뚜렷하지 않았으나 蛹化期에 急激히 減少하였으며 그 變動相은 世代에 따라 差가 있었다.

2. 1979年과 1980年 兩世代의 推定 蛹化 50%日을 比較해 볼 때, 1980年世代에서 約 2週程度 앞당겨졌는데, 이는 溫度의 影響으로 생각된다.

3. 越冬幼虫密度에 對한 成虫羽化率은 平均 14.5%로 1979年世代에서는 14.1%였고 1980年 世代는 14.9%로 그 差는 明白하지 않았다.

4. 成虫의 相對的 羽化率(Y)과 土壤含水量(X_1) 및 含水量의 變異係數(X_2)와는 $Y = -68.41 + 4.3206X_1 - 0.6887X_2$ 라는 式이 成立되었으며 5% 水準에서 有意性이 있었다.

5. 成虫의 相對的 羽化率과 含水量의 變異係數와의 相關關係를 求해 본 結果, 含水量의 變異係數가 클 때 羽化率이 낮아지는 傾向이 있다.

6. 樹上 虫癭形成率은 1980年世代에서는 平均 49.63%였으나, 1981年世代에서는 平均 86.87%로 大部分의 赤松이 枯死내지 枯死段階에 이르렀다.

引用文獻

1. 崔承允·宋裕漢·李炯來. 1976. 浸透性 殺虫劑에 依한 솔잎혹파리 防除에 關한 研究. 林試用役事業報告. p. 64.
2. 玄在善. 1968. 솔잎혹파리 天敵에 關한 研究. 山林廳事業報告. p. 20.
3. 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.
4. 玄在善. 1983. 솔잎혹파리의 生態와 防除戰

- 略. 學術院論文集 22 : 337~62.
5. 金昌煥. 1955. 솔잎혹파리(松五倍子蠅) *Thecodiplosis pinicola* Takagi(sp. nov.)에 관한 연구. 高大文理論集 1 : 231~43.
 6. 高濟鎬. 1965. 솔잎혹파리의寄生蜂(*Isostasius seoulis* Ko)에 관한 연구 I. 形態 및 分類學的 研究. 農試研報 8(2) : 91~96.
 7. 高濟鎬. 1965. 솔잎혹파리의寄生蜂에 관한 연구 II. 寄生相 및 寄生率. 農試研報 8(2) : 97~101.
 8. 高濟鎬. 1966. 솔잎혹파리의寄生蜂에 관한 연구 III. 生活史. 農試研報 9(2) : 57~67.
 9. 高濟鎬. 1966. 솔잎혹파리의生態調査 (I) 幼虫落下率 및 虫癭形成率. 韓林誌 5 : 22~26.
 10. 高濟鎬. 1968. 솔잎혹파리의生態調査 (II) 原期伐採時期와 被害分布. 韓林誌 7 : 40~44.
 11. 高濟鎬. 1969. 봄철의 솔잎혹파리 幼虫의 密度變動調査. 韓林誌 9 : 45~48.
 12. 高濟鎬. 1980. 솔잎혹파리 寄生蜂의 新種. 韓植保護誌 19 : 35~37.
 13. 三浦 正. 1962. 마쯔바노타마바エとその天敵の研究. 島根林試. p.186.
 14. 三浦 正. 1970. 마쯔바노타마바エ의生態について. 森林防疫 19 : 187~92.
 15. 吳明熙·禹建錫·沈載昱. 1979. 솔잎혹파리 發生豫察을 爲한 羽化器具 開發에 관한 研究 II. 羽化器具別 溫度效果가 羽化消長에 미치는 影響. 韓植保護誌 18 : 127~32.
 16. 朴基南·玄在善. 1977. 솔잎혹파리 個體群動態에 관한 研究. 林試研報 24 : 91~107.
 17. 高木五六. 1929. 恐るべき赤松の新害虫發生す. 朝鮮山林會報 53 : 43~44.
 18. 高木五六. 1938. 松ヲ害スル松ノ五倍子蠅. 朝鮮博物學會會報 5號.
 19. Waters, W. E. and R. W. Stark. 1980. Forest pest management: Concept and reality. Ann. Rev. Entomol. 25 : 479~509.