韓國林學會誌 61:20-26 1983
Jour. Korean For. Soc. 61:20-26. 1983

솔잎혹파리가 소나무生長에 미치는 影響에 관한 硏究(Ⅰ)[1]

— 虫癭形成率의 變動 —

朴 基 南[2]·玄 在 善[3]

Studies on the Effects of the Pine Needle Gall Midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, on the Growth of the Red Pine, *Pinus densiflora* Siebold et Zuccarini (Ⅰ)[1]

— Changes in Gall Formation Rate —

Ki Nam Park[2] · Jai Sun Hyun[3]

要 約

솔잎혹파리로 因한 소나무의 蟲癭形成率變動樣相을 1977年부터 1982年까지 6個年間 忠淸南道 西海岸을 爲始하여 全國에서 調査하였다. 1) 地域別로 蟲癭率의 增加速度를 兩世代間의 忠癭率의 回歸方程式으로 比較한 바 솔잎혹파리密度가 增加中에 있는 先端地에서는 北向林地 ; Y=11.2+1.15X (r=0.833) 南向林地 ; Y=14.3+0.82X (r=0.739)로 增加하고 있었으며 後方地域에서는 北向林地 ; Y=7.3+0.46X (r=0.478), 南向林地 ; Y=11.4+0.19X (r=0.086)로 密度가 減少되고 있었다. 2) 솔잎혹파리는 새로운 地域으로 侵入하였을 때 約 6世代 동안 蟲癭率이 增加하고 그후 急激하게 減少하는 樣相을 보이며 이같은 蟲癭率의 變動過程은 約 12世代에 걸쳐 일어난다.

ABSTRACT

Some aspects of the change in the rate of gall formation on the red pine, *Pinus densiflora* Siebold et Zuccarini, by the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, were investigated at the coastal area in Chung Nam-Do from 1977 to 1982, and were analyzed with the nationwide survey data for 2 years from 1980 to 1981. The results obtained were as follows; the gall formation rate in several areas was compared between two consecutive generations. Four regression equations were established, with X as the gall formation rate in N year and Y as that in (N+1) year: 1) Y=11.2+1.15X (r=0.833) for the stands facing north on the phase of insect population increase, 2) Y=14.3+0.82X (r=0.739) for the stands facing south on the phase of population increase, 3) Y=7.3+0.46X (r=0.478) for stands facing north on the phase of population decrease and 4) Y=11.4+0.19X (r=0.086) for stands facing south on the phase of population decrease. After invasion of the pine needle gall midge into a red pine forest, gall formation rate increased for 6 consecutive generations and then decreased to low level within a period of another 6 years.

Key words: Thecoditlosis jatonensis; *gall formation.*

---

[1] 接受 8月 24日 Received August 24, 1983.
[2] 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul, Korea.
[3] 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea.

緒 論

솔잎혹파리는 1929年 高木에 依하여 서울과 全南 木浦에서 처음으로 發見된 以後 漸進的으로 그 分布가 擴大되어 現在에는 江原道, 慶尙北道, 그리고 忠淸 南北道의 一部 地域을 除外한 우리나라 全域으로 擴大되고 있는 實情이다.

이러한 發生狀況을 勘案할 때 侵入害蟲의 初期段階에서 흔히 取할 수 있는 撲滅이란 있을 수 없는 것으로 所謂 發生先端地에 對하여는 擴大를 沮止할 수 있는 方案을 繼續 講究하여 나가는 한편 旣存發生地域에 對하여는 勢力抑制 또는 密度調節이라는 目標아래 綜合的인 管理體系의 確立과 實踐이 時急한 것이라 본다.

이와같은 害蟲의 綜合的 管理體系(integrated pest management system)는 짚시나방 等에 對하여 發展, 適用되어 큰 成果를 거두고 있다(Waters and Stark. 1980). 이 綜合的 害蟲管理體系는 害蟲個體群의 動態를 基礎로 한 個體群密度變動의 推定, 被害許容水準의 設定 그리고 個體群密度變動 要因分析結果에 基礎를 둔 環境要因의 改變을 그 根幹으로 하고 있는 것이다.

害蟲個體群의 密度變動은 時間·空間的으로 이루어지는 것이므로 森林의 立地條件과 關聯시킨 個體群動態의 空間的 特性의 把握과 個體群密度의 增加速度 및 寄主와의 相互作用相 即 被害進展狀況에 關한 充分한 知識은 防除를 必要로 하는 地域과 時期를 科學的으로 豫測하고 判斷할 수 있게 할 것이다. 이같은 個體群密度變動의 推定은 害蟲加害로 因한 植物被害의 解析에 依하여 設定되는 被害許容水準과 더불어 綜合的 害蟲管理體系의 基本要素가 되는 decision making을 可能케 하는 것이다

이에 關聯되는 硏究로서는 Park 과 Hyun (1977)및 Sonne (1980)의 솔잎혹파리의 個體群動態에 關한 硏究 等이 있으나 솔잎혹파리 個體群密度의 變動樣相과 이 過程에서 소나무가 받은 被害의 解析的 硏究에 關하여는 이루어진 바가 없다.

本 硏究는 솔잎혹파리가 소나무生長에 미치는 影響에 關한 硏究의 첫 段階로 1977年부터 1982年까지 솔잎혹파리가 擴散되고 있는 忠淸南道 洪城郡 및 保寧郡 그리고 어느程度 被害가 回復되어 있는 舒川郡에서 蟲癭形成率의 變動過程을 調査하는 한편 全國規模로 調査된 1980 및 1981 兩年間의 蟲癭形成率變動의 地域別 特性을 分析한 것이다.

材料 및 方法

1. 솔잎혹파리虫癭率의 地域間 變動調査

93個 솔잎혹파리發生 郡에서 各各 3個의 林地를 定하여 1980年과 1981年에 蟲癭率을 調査한 結果를 比較하였다. 蟲癭率은 1 ha넓이의 調査區에서 20本의 調査木을 任意로 定하고 樹冠을 上·下部로 區分하여 各 部位別로 5個의 新梢를 無作爲로 採取하여 總葉數에 對한 蟲癭率의 比率로 하였다.

이 調査結果中 密度가 最近에 增加하고 있는 發生先端地域에서 北向林地 29個所, 南向林地 39個所 그리고 其他 地域에서는 北向林地 40個所, 南向林地 68個所를 區分하여 兩年間의 蟲癭率의 相關과 回歸分析을 實施하였다. 이 分析에 있어 모든 蟲癭率은 arcsine $\sqrt{x}$로 變換시킨 후 分析에 利用하였다.

2. 虫癭率의 年次的 變動過程

솔잎혹파리가 比較的 最近에 發生하여 年次的으로 北上擴大하고 있는 忠淸南道 舒川郡에서부터 保寧郡 洪城郡에 이르는 約 100㎞範圍의 區間에서 솔잎혹파리가 發生하기 始作한 年度別로 地域을 區分하여 各

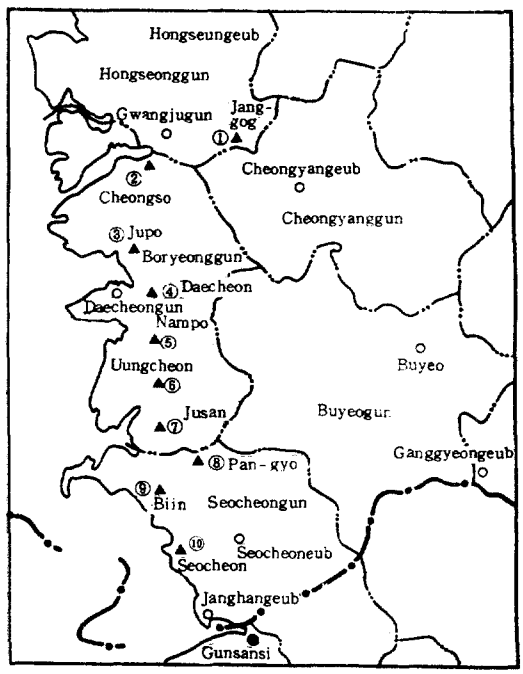

Fig. 1. Locations of the studied area.

Table 1. Topographical and forest characteristics of the studied area

No.	Location	Direction	Gradient	Pine tree			Bare ground (%)
				Height (m)	D.B.H. (cm)	Number/100m²	
1	Hongseong Janggog	N	15	3.31 ± 0.60	4.33 ± 0.80	56	20
2	Boryeong Cheongso	N	5	3.50 ± 0.24	4.24 ± 0.77	78	20
3	Boryeong Jupo	N	5	3.14 ± 0.65	4.19 ± 0.98	57	15
4	Boryeong Daecheon	N	15	3.59 ± 0.68	4.41 ± 0.68	88	5
5	Boryeong Nampo	N	20	4.15 ± 0.56	4.35 ± 0.85	84	5
6	Boryeong Uungcheon	NW	10	2.95 ± 0.38	3.76 ± 0.84	153	40
7	Boryeong Jusan	N	15	2.89 ± 0.47	4.05 ± 0.85	77	30
8	Seocheon Pangyo		-	-	-	-	-
9	Seocheon Biin	N	20	2.91 ± 0.56	3.26 ± 0.50	280	20
10	Seocheon Seocheon	N	5	3.86 ± 0.55	3.94 ± 0.74	70	10

地域에서 北向인 소나무單純林을 選定하였다. 調査地(그림 1)는 舒川邑에서 洪城邑에 이르는 國道邊에 設定되었는데 海岸으로부터 最少 2 *km*, 最大 10 *km* 程度 떨어진 곳으로 面積은 2ha 以上인 林地로 可及的 同一한 林況과 地況에서 選定하도록 努力하였다.

이 調査區間은 車嶺山脈의 下端部 西便에 位置하는 地域으로 우리나라 中部地方에서 흔히 볼 수 있는 林相條件을 具備하고 있었으며 林業試驗場에 依하여 每年 一齊調査가 實施되고 있어 솔잎혹파리의 發生經過가 比較的 잘 把握되어 있는 곳이다.

各 調査地의 槪略的인 林況과 地況은 表1과 같다. 그리고 調査途中 板橋地域調査地는 모두 伐採되어 調査가 中斷되었다.

蟲瘿率調査는 各 調査地를 3個의 0.5ha 크기의 小區로 나누고, 各 小區에서 20本의 調査木을 任意로 定하여 1項과 같은 方法으로 調査하였다.

結　　果

1. 솔잎혹파리虫瘿率의 地域間 變動特性

Table 2. The current status in the gall percentage (%) on the red pine needles by pine needle gall midge.

Province	Front area			Rear area		
	Number of plots	1980	1981	Number of plots	1980	1981
Gyeong-gi	19	19 ± 13	39 ± 15	17	21 ± 9	27 ± 12
Gang-weon	17	12 ± 15	28 ± 23	-	-	-
Chung Bug	6	33 ± 20	47 ± 24	9	16 ± 7	14 ± 8
Chung Nam	20	19 ± 13	30 ± 22	9	15 ± 7	7 ± 3
Jeon Bug	-	-	-	36	12 ± 7	7 ± 5
Jeon Nam	-	-	-	55	20 ± 11	12 ± 8
Gyeong Bug	15	26 ± 17	36 ± 24	36	27 ± 15	15 ± 9
Gyeong Nam	-	-	-	39	20 ± 10	10 ± 7
Overall	77	22 ± 16	36 ± 22	201	19 ± 9	13 ± 7

全國 솔잎혹파리發生地域內 93個郡에서 各郡別로 3個所씩 總 278個所를 定하여 80年度와 81年度의 蟲癭率을 調査한 結果를 道別로 擴大先端地와 그 後方地域으로 區分하여 表示한 것이 表 2 이다.

全國的으로 볼 때 先端地의 平均 蟲癭率은 1980年보다 1981年에 約 14%가 增加한 反面에 그 後方地域에서는 6%가 減少되었다.

先端地域에 있어 道別로 보면 忠北道가 1980年度에 蟲癭率이 33% 內外로 가장 높고 1981年度에는 14%가 더 增加하였으며 京畿道와 江原道는 倍以上 增加하였고 其他 道에서도 14% 內外가 增加하였다.

後方地域에서는 京畿道가 21%에서 27%로 6% 增加를 보이고 있으나 其他 道에서는 2～10% 程度가 減少되고 있다.

이로보아 솔잎혹파리는 最近에 擴大된 先端地에서

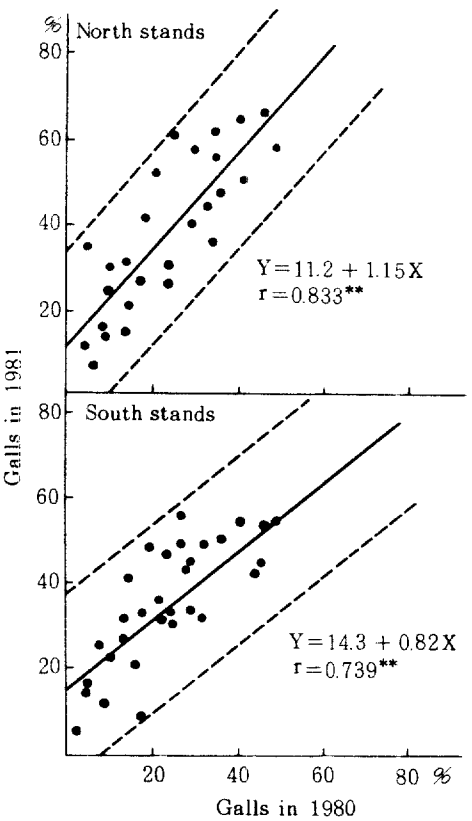

Fig. 2. Relationship of the gall percentages in the red pine needles between the years 1980 and 1981, in the front area of the infestation where the pine needle gall midge population is increasing. Data were transformed into arcsine $\sqrt{x}$.

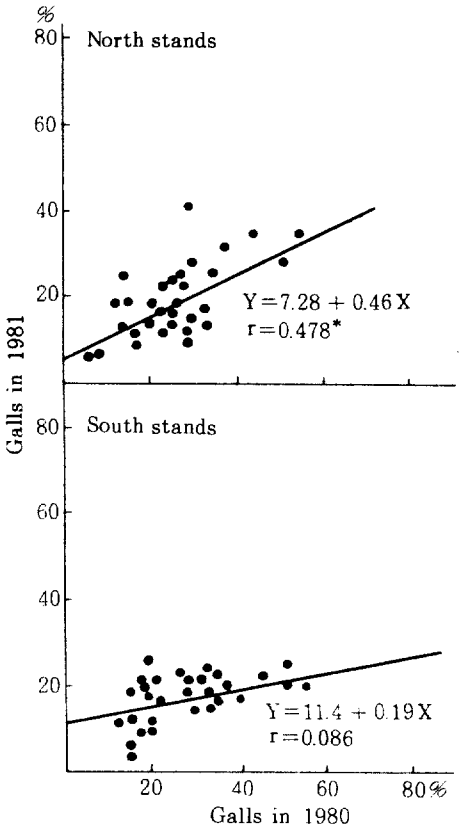

Fig. 3. Relationship of the gall percentages in the red pine needles between the years 1980 and 1981, in the rear area of the infestation where the pine needle gall midge population is declining. Data were transformed into arcsine $\sqrt{x}$.

만 蟲癭率이 높고 또한 增加하고 있을 뿐 기타 地域에서는 그 密度가 낮은 狀態를 維持하고 있어 큰 問題가 되지 않고 있음을 알 수 있다.

그림 2와 3은 蟲癭率의 年間增減樣相을 보기 위하여 表 2에서와 같이 全國的으로 調査된 蟲癭率을 가지고 1980年度 蟲癭率을 X軸에 그리고 1981年度의 蟲癭率을 Y軸으로 하여 相關과 回歸關係를 先端地의 南北向林地 및 後方地域의 南北向林地別로 본 것이다.

그림 2에서 보는 바와 같이 先端地에서는 兩年度蟲癭率間에 明白한 相關이 있으며 南向林에 比하여 北向林에서 더 높은 相關을 보여 密度增加에 보다 安定性이 있음을 보여 주고 있다. 그리고 蟲癭增加率의 指標가 되는 回歸係數는 北向이 1.15로 南向의 0.82

보다 높아 北向林은 南向보다 蟲瘿率의 增加가 빠름을 보여 주고 있다. 그리고 兩對比區에서 1980年度의 蟲瘿率과 1981年度의 蟲瘿率間에서 모두 높은 相關關係를 가지고 있다는 것은 密度가 增加하고 있는 先端地에 있어서는 翌年度 蟲瘿率을 어느程度의 精度를 가지고 豫測할 수 있음을 뜻한다.

그림 3은 先端地를 除外한 後方의 旣存發生地에 있어서 1980年度와 1981年度의 蟲瘿率의 關係를 본 것이다. 後方地域에 있어서는 先端地에 比하여 回歸係數가 顯著히 작아 蟲瘿率이 減少함을 알 수 있으며 그 樣相은 北向과 南向에서 差가 있다. 즉 北向林에 있어서의 回歸係數는 0.46으로 南向의 0.19보다 높아 北向林의 蟲瘿率이 南向林보다 역시 높다. 그러나 前後兩年度間의 蟲瘿率間의 相關係數는 北向林과 南向林에서 各各 0.48과 0.09로 낮으며 南向林에서는 統計的인 有意差를 볼 수 없어 南向에서의 솔잎혹파리 密度增加率은 極히 不安定한 것임을 알 수 있다.

2. 虫瘿率의 年次的 變動過程

솔잎혹파리密度가 繼續 增加하면서 北上 擴大되고 있는 忠淸南道 舒川郡에서 洪城郡에 이르는 地域에서 솔잎혹파리의 擴散經路를 좇아 發生 經過年數別로 地域을 區分하여 77年度부터 蟲瘿率의 變動動向을 調査한 結果는 表 3과 같다.

Table 3. Yearly change in the gall percentage (%) on the red pine needles by the pine needle gall midge, in relation to the initial infestation year.

Locations	Initial infestation year	1977	1978	1980	1981	1982
Jang-gog	1978	-	-	-	2 ± 3	4 ± 3
Cheongso	1977	-	-	10 ± 5	6 ± 5	19 ± 13
Jupo	1976	-	-	17 ± 14	24 ± 10	48 ± 16
Daecheon	1975	-	5 ± 4	18 ± 10	46 ± 18	31 ± 12
Nampo	1974	5 ± 4	26 ± 4	28 ± 15	18 ± 15	5 ± 5
Ungcheon	1973	18 ± 12	40 ± 13	9 ± 6	17 ± 20	2 ± 1
Jusan	1972	36 ± 16	63 ± 23	5 ± 3	11 ± 11	3 ± 2
Pan-gyo	1971	83 ± 8	36 ± 19	-	-	-
Biin	1970	50 ± 14	4 ± 4	2 ± 1	1 ± 4	3 ± 2
Seocheon	1969	12 ± 7	6 ± 5	3 ± 2	4 ± 1	4 ± 3

調査開始年度인 1977年度를 基準으로 調査地間의 蟲瘿率을 보면 長谷, 靑所, 周浦, 大川地域은 未發生地였고 藍浦, 熊川, 珠山 等地는 進行中인 地域이고 板橋와 旺仁地域은 回復地域이라고 할 수 있겠다. 솔잎혹파리 發生 豫察調査結果에 依하면 保寧郡 藍浦調査地에서는 1974年에 最初의 發生報告가 있었고 熊川에서는 1973年, 珠山에서는 1972年 그리고 板橋에서는 1971年에 最初의 發生報告가 있었다. 이로 보면 3個年이 經過한 藍浦에서 5%內外의 顯著한 蟲瘿率을 보이기 始作하여 4個年이 經過된 熊川에서는 18%로 蟲瘿率이 上昇하였고 6年次인 珠山에서는 36%로 높아 지다가 7年次인 板橋에 이르러서는 그 蟲瘿率이 急激히 높아져 83%로 가장 높은 水準에 達하고 있음을 推定할 수 있다. 反面에 回復地區인 旺仁에서는 50%, 舒川에서는 12%로 蟲瘿率은 낮다. 1978年度 調査에 있어서도 1977年에 蟲瘿率이 가장 높았던 板橋는 蟲瘿率이 36%로 減少되었고 1977年에 36%의 蟲瘿率을 나타냈던 珠山이 1978年에 63% 內外로 가장 높은 蟲瘿率을 나타내고 있다. 또한 1977年度에는 蟲瘿을 찾기가 힘들었던 大川調査地가 1978年 調査에서 5% 內外의 蟲瘿形成을 보이기 始作하였으며 其他 地域에 있어서도 1977年의 蟲瘿率 增減傾向과 매우 類似한 變動을 보이고 있다.

이와 같이 傾向은 1980, 1981, 1982年度의 調査에 있어서도 마찬가지로서 調査年度別로 蟲瘿率의 높고 낮음에 차이는 있으나 그 增減傾向은 같아 솔잎혹파리의 年次別 密度增減傾向과 擴散樣相을 分明하게 볼 수 있었다.

考 察

솔잎혹파리蟲瘿率의 年間變動은 南北向林地間에 差異가 있음을 보여준다(그림 2 및 3). 즉 北向에 있어서 蟲瘿率 增加速度는 南向林地보다 多少 빠르고 그 減少는 도리어 늦는다는 事實이다.

Park과 Hyun(1977) 그리고 鄭(1982)은 各各 솔

잎혹파리 個體群動態에 미치는 主要因子로 土壤含水率과 그 變異를 報告한 바 이러한 觀點에서 볼 때 南向은 一般的으로 立木度가 낮고 地被物이 적은 것이 보통이며 봄에 地表溫度가 높아 蒸發量이 커서 土壤含水率이 낮을 뿐만 아니라 그 變異도 클 것이므로 上記한 南北向間의 差가 生길 것으로 判斷된다.

한편 Chon과 Woo (1981)는 소나무林의 林分條件이 솔잎혹파리의 被害程度에 미치는 影響을 調査하고 林地의 傾斜方向은 솔잎혹파리被害率에 影響을 주어 南向 및 西向이 다른 方位보다 그 被害가 甚하다고 報告한바 있으나 本 調査結果와는 一致하지 않는다.

그리고 發生先端地에 있어서 前後兩世代間의 相關關係가 明白히 나타나나(그림 2) 後方地域에서는 덜 分明하다(그림 3). 이것은 先端地에서는 密度抑制要因이 定着되어 있지 못한 反面에 後方地域에서는 密抑制要因이 定着되어 有效하게 作用하고 있음을 推理케 하고 있다.

이와 같은 發生動態上의 特性은 先端地 後方地間에는 앞으로 防除對策樹立에 있어서 서로 다른 槪念을 土臺로 해야 함을 示唆하고 있다. 즉 後方地域에 있어서의 솔잎혹파리 個體群 抑制要因에 關한 定量的 分析을 通하여 支配的 個體群 密度抑制要因을 究明하고 先端地에서 이와 같은 支配的 要因의 短時日內 定着을 꾀하는 方案이 摸索되어야 할것이며 後方地域에서는 보다 廣範圍하게 精度높은 發生調査를 通하여 어떤 原因에 依한 支配的 密度抑制要因의 一時的 弱化의 探索에 注力해야 할 것으로 생각한다.

昆蟲의 個體群은 時間-空間的으로 變動하는 바 솔잎혹파리의 年次的 密度變動過程을 알기 위하여 本蟲이 繼續 擴散되고 있는 忠南道의 솔잎혹파리 擴大의 前面地域에서 發生經過를 年度別로 調査地를 設定하여 順次的으로 變動하여 나가는 密度를 追跡 調査하므로서 時間的 變動過程을 推定코저 한 것이다(表 3).

各 調査地間의 蟲瘿率變動이 同一地域에 있어서의 時間的 變動과는 差異가 있겠으나 同一한 調査를 年度別로 反復하므로서 橫的으로 同一林地에 있어서의 時間的 密度變動을 엿 볼 수 있는 것이므로 그 密度의 一般的인 變動過程을 밝히는 데 큰 無理는 없을 것으로 생각한다.

蟲瘿率의 變動은 發生이 始作된 年度順으로 波狀的으로 일어나는데 이를 分明케 하기 위하여 蟲瘿率이 가장 높았던 調査地를 相互 一致시켜 調査地를 無視하고 5個年의 調査結果를 順序대로 平均한 것은 그림 4와 같다.

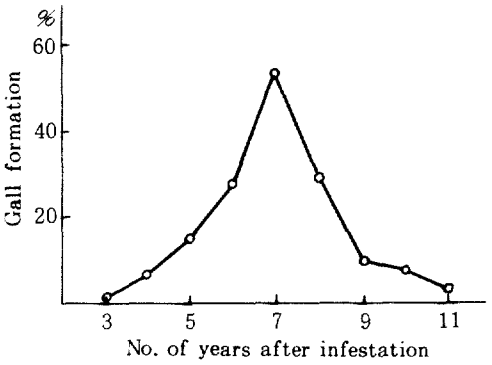

Fig. 4. Change in the pine needle gall midge population.

솔잎혹파리蟲瘿率이 이와 같이 7年次에 絶頂을 이룬 후 急激히 降下하는 原因에 關하여는 寄生蜂 等 여러가지 抑制因子의 作用을 생각할 수 있겠으나 蟲瘿率의 增加에 따라 나타나는 新梢長의 減少와 이 위에 附着하는 葉量의 減少 또는 新梢枯死로 産卵處의 상실을 생각할 수 있으며 또한 樹勢弱化가 솔잎혹파리 幼蟲生育에 어떤 影響을 미쳤을 것이라는 點도 看過할 수 없겠다. 이같이 솔잎혹파리密度의 急激한 減少가 主로 寄主植物의 破壞에 基因하는 것이라 한다면 被害를 받은 발삼전나무林의 復舊와 關聯하여 周期的으로 大發을 反復하는 *Christoneura fumiferana* 의 경우(Morris, 1963)와 같이 激減되었던 솔잎혹파리密度는 언제인가 다시 增加될 것이 豫想되기도 한다.

여하튼 當面한 問題로서 防除的 側面에서 볼 때 그림 4와 같은 솔잎혹파리密度의 變動過程中에서 소나무가 받는 損失의 定量的 解析이 매우 緊要한 것이 된다. 이 土臺위에서 被害의 許容限界가 定하여 질 것이며 이 限界를 넘지 않도록 密度管理를 하는 것이 合理的인 防除戰略이라 보기 때문이다.

引 用 文 獻

1. Chon, S.K. and C.H.Woo. 1981. The effect of forest stand condition on the infestation rate of pine gall midge(*Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye). J. Res. Inst. Sci. & Technol. Kyung Hee Univ. 7:38-49.

2. 鄭榮鎭. 1982. 솔잎혹파리의 越冬後密度變動에 미치는 主要因子에 關한 硏究. 서울大學校 大學院 碩士論文. 38pp.
3. Morris, R.F. 1963. The dynamics of epidemic spruce budworm populations. Mem. Entomol. Soc. Can. 31. 332pp.
4. Park, K.N. and J.S. Hyun. 1977. Studies on the population dynamics of pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye. Res. Rep. Forest Res. Inst. 24:91-107.
5. Sone, K. 1980. Seasonal changes in the population of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye (Diptera : Cecidomyiidae). J. Jap. For. Soc. 62:168-175.
6. 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.
7. Waters, W.E. and R.W. Stark. 1980. Forest pest management : Concept and reality. Ann Rev. Entomol. 25:476-509.