

잣나무털녹병 발생에 影響하는 林地環境要因

金法中·李昌根·成載模*

林業試驗場

*江原大學校 林科大學

Stand Conditions Influencing the Infection of the Korean Pine Blister Rust Caused by *Cronartium ribicola*

Hyun Joong Kim, Chang Keun Yi and Jae Mo Sung*

Forest Research Institute, Seoul 131, Korea

* College of Forestry, Kangwon National University, Chuncheon 200, Korea

要 約

131개 잣나무털녹병被害林地에 設定된 221개 調査區를 對象으로 被害率과 이와 關聯된 8個 林地環境要因을 調査하였고, 被害率과 環境因子와의 關係은 多變量解析法으로 分析하였다. 잣나무털녹병發生에 影響하는 因子의 順位은 本病의 中間寄主植物인 송이풀類의 分布密度, 林地標高, 잣나무의 林齡, 林地方位, 枝打의 順으로 나타났다. 송이풀類의 分布密度는 發病率과 가장 關係가 깊은 因子로서 特히 잣나무林地內에 自生하는 송이풀類가 크게 影響하였고 잣나무林地에서 100m以上 外廓으로 隔離된 경우에는 거의 影響하지 않았다. 林地標高는 높을수록 被害가 甚하였으며 溫濕度條件이 有利한 1,000m以上의 山頂部에 가장 發病率이 높았다. 잣나무林齡은 10年生以下の 稚樹에서 가장 發病率이 높았고, 林齡이 增加할 수록 減少하여 16年生以上木에서는 아주 輕微하였다. 林地方位別로는 東, 北東向과 西, 南西向에서 被害率이 높았고, 南, 南東向과 北, 北西向에서 낮았다. 無枝打林地의 被害率은 枝下高60cm以上の 枝打林地보다 높았다.

ABSTRACT

Infection rate of the blister rust was investigated with special reference to the effect of eight stand factors at 221 plots selected from 131 Korean pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.) stands, and the data were analyzed by multivariate statistical analysis. Environmental factors such as the density of *Pedicularis* spp., alternate hosts of the Korean pine blister rust, altitude, stand age, aspect, and pruning treatment, from the highest to the lowest were found to be related to the occurrence of the rust disease. Density of *Pedicularis* spp. was the most closely related to the infection rate than any other factors. Especially, *Pedicularis* spp. growing naturally inside the pine stand had an important effect on the infection rate, but those on the outside more than 100 m away had little effects. The higher the elevation, the heavier the infection rate. Infection was the heaviest

at the altitudes of above 1,000m with high relative humidity and cool temperature. Infection rate was severe in young stands below 10 years old and had a reducing tendency as they mature. Stands above 16 years old were more resistant. The infection rate by the aspect of stand was higher at E~NE and W~SW exposures than at S~SE and N~NW. The infection rate at non-pruning stands was higher than at pruning stands with the lowest branch being at least 60cm high from the ground.

Key words : blister rust, Korean pine stand, environmental factor.

緒 論

國內에서의 잣나무털녹병 발생기록은 1936年 京畿道 加平郡에서 發見된 것이 最初이나(5, 13) 全國的으로 問題가 되기 始作한 것은 1965年 江原道 平昌郡에서 再發見된(3, 16)以後이다. 本病은 그 後 20余年동안에 全國7個道 21個市郡, 3,000ha以上の 잣나무林으로 急激히 擴散되어 致命的인 被害를 增으로서 가장 重要한 森林病害로 取扱되어왔다. 그러나 最近의 發生動向으로 보면, 中間寄主人 송이풀類가 自生하고 있는 잣나무林은 대부분이 傳播된 것으로 생각되지만 持續的인 防除의 結果로 被害率은 1970年代 初에 比하여 크게 減少되었다(9, 10, 19).

이 病의 中間寄主植物은 송이풀類와 까치밥나무類로 밝혀져 있고(11, 18, 20), 아시아地域의 털녹病菌은 中間寄主選擇性에 있어 同一한 레이스로 보고 있다(12, 21, 22). 그러나 까치밥나무類의 경우는 人工接種試驗結果로서 잣나무林에서 自然感染된 까치밥나무類같은 發見된 바 없다.

國內 土着中間寄主人 송이풀類는 잣나무造林適地인 溫帶中·北部의 山岳地帶에 널리 分布하고 있으며(6, 7), 따라서 송이풀類가 自生하고 있지만 잣나무가 植栽되지 않은 潜在的 發病可能林地在 散在해 있고, 이것은 植栽地의 環境을 考慮치 않은 造林에 따라서는 새로운 林地의 被害擴散을 充分히 豫測할 수 있게 한다. 더우기 우리 나라 대부분의 山岳地帶는 感染時期의 氣象에 있어 程度의 差異는 있으나 털녹病 感染에 好適한 溫濕度條件을 갖추고 있다(8).

本病의 被害는 單一林地內에서도 位置에 따라서 다른 被害率을 나타내며, 局部的으로 林地를 破壞하고 있다. 이러한 被害樣狀은 局部的인 環境要因들이 複合的으로 作用하여 被害率에 影響한 것으로 볼 수 있다(1, 7).

따라서 本 研究는 잣나무털녹병의 發生率에 影響

하는 林地環境要因을 究明하고, 이들 環境要因에 依한 被害率豫測으로 잣나무造林地選定 및 既造林地에 對한 豫防對策을 樹立코져 實施하였으며, 既發病된 被害林地를 對象으로 잣나무털녹病被害率과 이와 關聯된 局地的 環境要因들을 現地調査하였고, 이들 因子間的 複合的인 關係를 考慮하여 數量化에 依한 多變量解析法으로 分析하였다.

材料 및 方法

調査對象林地. 國內에서 잣나무털녹病의 被害가 가장 甚하고, 가장 넓게 分布하고 있는 江原道一圃과 全北의 一部地域으로 調査當年度(1983-1984)에 發病되고 있는 林地를 對象으로 하였다(表1). 調査된 林地는 잣나무人工林으로서 大部分이 國有林이나 一部 私有林(8%)에서도 調査되었다.

調査時期. 잣나무털녹病菌의 銹孢子堆가 發見되어 罹病木을 뚜렷이 識別할 수 있는 5월부터 6월까지 被害林地를 現地踏査하였다.

被害率調査. 被害林地內에서도 罹病木의 分布가 가장 많은 地點을 中心으로 잣나무가 100~300本(0.1ha크기)이 包含되도록 調査區를 設定하여, 잣나무總生立本數에 對한 罹病木의 比率를 産出하였고, 被害林地가 큰 경우에는 立地條件을 다르게 하여 1個所以上을 設定하였다.

林況調査. 잣나무털녹病菌의 中間寄主人 송이풀類의 分布調査는 調査區內廓, 100m外廓, 200m外廓으로 區分하여 9m²씩 調査하되, 分布密度가 가장 높은 地點에 3m²크기의 plot를 3個씩 設定하여 plot內 生立本數(그루數)를 全數調査, 合算하였다. 잣나무 林齡은 잣나무가 山出되어 植栽된 年度를 基準하였으며, 疎密度는 樹冠鬱閉度を 基準으로하되 幼齡林分에서는 缺損本數로서 疎(40%以下), 適(41~70%), 密(71%以上)로 區分하였다. 枝打水準은 枝下高60cm以上の 枝打林分과 無枝打林分으로 區分하였다.

地況調査. 設定된 調査區에 對하여 方位는 羅針

Table 1. Numbers of plots and the Korean pine stands infected with *Cronartium ribicola*, surveyed in 1983 and 1984

Survey region	Total		1983		1984	
	Stands	Plots	Stands	Plots	Stands	Plots
Kangwon-do						
Hongchön-gun	1	1	1	1	-	-
Hoengsöng-gun	3	5	2	4	1	1
Pyöngchang-gun	61	105	19	22	42	83
Myöngju-gun	2	3	-	-	2	3
Chöngsön-gun	35	50	6	9	29	41
Taebaek-shi	21	47	-	-	21	47
Chöllabuk-do						
Muju-gun	5	6	5	6	-	-
Namwon-gun	3	4	3	4	-	-
Total	131	221	36	46	95	175

Table 2. Environmental factors and their categories

Factors	Categories	No. of plots
Density of <i>Pedicularis</i> spp. at distance intervals from the pine stands (X_1)	(1) Outside of pine stand : 200m away	38
	(2) Outside of pine stand : 100m away	55
	(3) Inside of pine stand : rare(1-9 roots)	45
	(4) Inside of pine stand : medium(10-27 roots)	56
	(5) Inside of pine stand : dense(28 roots above)	27
Altitude of stand (X_2)	(1) Below 800m	87
	(2) Below 900m	62
	(3) Below 1,000m	50
	(4) 1,000m above	22
Stand age (X_3)	(1) Below 10 years	91
	(2) 11-15 years	68
	(3) 16 years above	62
Aspect of stand (X_4)	(1) N, NW	53
	(2) W, SW	49
	(3) S, SE	60
	(4) E, NE	59
Pruning treatment (X_5)	(1) Non-pruning stand	140
	(2) Pruning stand	81
Topography (X_6)	(1) Foot-mountain	72
	(2) Mountain side	102
	(3) Summit	47
Density of trees (X_7)	(1) Open(below 40%)	44
	(2) Medium(41-70%)	80
	(3) Dense(71% above)	97
Gradient of stand (X_8)	(1) 0-14°	78
	(2) 15-29°	116
	(3) 30° above	27

儀로 8方位로 區分하였고, 標高는 高度計, 傾斜度는 傾斜計로 實測하였고, 地形은 山麓, 山腹, 山頂으로 區分하였다.

資料分析. 잣나무털녹병의 發生量에 影響하는 環

境因子調査는 털녹병被害率(%)을 外的基準(目的變量)으로 하고 說明變量으로는 林況과 地況因子를 數量化하여 多變量分析法으로 分析하였다. 調査된 8個環境因子는 (表2)와 같이 2~5個의 Category로

區分하였고, Category에 依하여 Pattern table을 作成하였다. 分析은 林業試驗場Computer(NE-CS100/85)에 依하여 Category間的 Cross table, Cross table에 依한 Score table, 內部相關表, 重相關係數, 偏相關係數의 順으로 計算하였다. Category別 出現頻度는 各급적 高하게하고, 出力資料의 檢討에 따라 數차례 再分類하여 Cross table을 調節하였다. 各因子는 偏相關係數의 크기 順으로 配列하여 計算하였다.

結 果

잣나무털녹병發病率과 環境因子와의 關係. 調査된 各因子를 (表2)의 Category로 區分하여 作成된

Cross table에 依하여 因子群別로 計算된 Score table은 (表3)과 같다. 8個의 環境因子群으로 計算된 點數表에서(表3) Category間的 點數範圍와 因子群偏相關係數의 크기에 따른 털녹病發病率에 미치는 影響因子의 順位은 송이풀類의 分布와 密度, 林地標高, 잣나무林齡, 林地方位, 枝打與否, 地形, 잣나무疎密度, 傾斜度의 順으로 낮았으며, 特히 우리나라에서 主된 中間寄主植物인 송이풀類의 分布와 密度는 發病率에 가장 크게 影響하는 因子였다. 重相關係數의 變化도 같은 順序로 因子가 追加됨에 따라 增加하였다. 調査因子間的 內部相關關係(表4)는 標高와 地形間에 0.308, 林齡과 枝打의 0.297을 除外하고는 比較的 낮은 값으로 相互獨立의 이었다. 分析된 結果의 適合性을 알기위한 相關係數의 有意

Table 3. Score table by environmental factors to the infection rate of blister rust

Factors	Categories	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Density of <i>Pedi-cularis</i> spp. at distance intervals from pine stands (X ₁)	(1) Outside(200m away)	0.593	0.387	1.697	1.392	1.688	1.918	2.185	2.277
	(2) Outside(100m away)	2.128	1.095	2.574	2.096	2.265	2.409	2.696	2.779
	(3) Inside(rare)	2.638	1.378	3.582	3.294	3.285	3.410	3.637	3.707
	(4) Inside(medium)	6.214	5.284	7.023	6.454	6.666	6.898	7.096	7.179
	(5) Inside(dense)	12.865	11.731	13.303	12.938	13.180	13.437	13.599	13.683
Altitude of stand (X ₂)	(1) Below 800m		0	0	0	0	0	0	0
	(2) Below 900m		0.299	0.703	0.454	0.305	0.443	0.464	0.443
	(3) Below 1,000m		0.901	1.057	0.804	0.583	0.844	0.856	0.854
	(4) 1,000m above		6.386	5.865	6.014	6.095	6.405	6.331	6.369
Stand age (X ₃)	(1) Below 10 years			0	0	0	0	0	0
	(2) 11-15 years			-2.743	-2.543	-2.326	-2.290	-2.343	-2.323
	(3) 16 years above			-3.307	-3.338	-2.833	-2.758	-2.795	-2.805
Aspect of stand (X ₄)	(1) N, NW				0	0	0	0	0
	(2) W, SW				1.231	1.461	1.435	1.387	1.363
	(3) S, SE				-0.550	-0.472	-0.452	-0.481	-0.500
	(4) E, NE				1.328	1.516	1.554	1.552	1.526
Pruning treatment (X ₅)	(1) Non-pruning					0	0	0	0
	(2) Pruning					-1.151	-1.169	-1.104	-1.098
Topography (X ₆)	(1) Foot-mountain						0	0	0
	(2) Mountain side						-0.505	-0.444	-0.448
	(3) Summit						-0.574	-0.528	-0.560
Density of trees (X ₇)	(1) Open							0	0
	(2) Medium							-0.193	-0.170
	(3) Dense							-0.411	-0.367
Gradient of stand (X ₈)	(1) 0-14'								0
	(2) 15-29'								-0.166
	(3) 30' above								-0.005
Multiple correlation coefficient		0.653	0.726	0.770	0.781	0.786	0.787	0.788	0.788
Partial correlation coefficient of factors			0.421	0.369	0.214	0.141	0.061	0.043	0.016

Table 4. Inner correlation coefficient table

Factors	Density of <i>Pedicularis</i> spp. at distance intervals from pine stands (X ₁)	Altitude of stand (X ₂)	Stand age (X ₃)	Aspect of stand (X ₄)	Pruning treatment (X ₅)	Topography (X ₆)	Density of trees (X ₇)	Gradient of stand (X ₈)	Blister rust infection rate (Y)
X ₁	1.000								
X ₂	0.061	1.000							
X ₃	-0.012	0.099	1.000						
X ₄	0.040	-0.082	0.016	1.000					
X ₅	-0.045	0.020	0.297	-0.123	1.000				
X ₆	-0.189	-0.308	0.075	-0.044	-0.012	1.000			
X ₇	0.217	0.115	-0.066	-0.054	0.139	0.094	1.000		
X ₈	0.061	-0.084	-0.030	0.102	0.047	-0.065	0.170	1.000	
Y	0.653	0.360	0.277	0.144	0.122	-0.168	0.196	0.041	1.000

Table 5. Significant test of correlation coefficient by environmental factors

Factors	Coefficient	Test of significance*
Multiple correlation	0.7878	F=49.7730**
Density of <i>Pedicularis</i> spp. at distance intervals from pine stand(X ₁)	0.7002	t=14.3127**
Altitude of stand(X ₂)	0.4319	t= 6.9894**
Stand age(X ₃)	0.3194	t= 4.9188**
Partial correlation		
Aspect of stand(X ₄)	0.2382	t= 3.5800**
Pruning treatment(X ₅)	0.1385	t= 2.0405*
Topography(X ₆)	0.0594	t= 0.8681
Density of trees(X ₇)	0.0368	t= 0.5381
Gradient of stand(X ₈)	0.0231	t= 0.3366

* : significantly different at the 0.05 probability level.

** : significantly different at the 0.01 probability level.

性檢定結果는 (表5)와 같으며 重相關係數 0.788은 1%水準에서 有意性이 있었다. 그러나 各因子의 偏相關係數는 송이풀類의 分布와 密度, 標高, 林齡, 方位, 枝打等 5個因子에서 有意性이 認定되었다.

잣나무털녹病 發病率에 影響하는 環境因子. (表3)에서 有意性이 認定된 5個環境因子群으로 計算된 點數를 基準으로 各因子의 Category別 點數分布를 보면(그림1)과 같다. 송이풀類의 分布와 密度는 잣나무林地內에 自生하는 송이풀類가 크게 影響하였고, 林地에서 100m外廓, 200m外廓으로 떨어질수록 孢子飛散距離와 關聯되어 發病率은 점점 減少하였다. 特히 잣나무林地內에 m當1本以上의 高密度의 송이풀分布는 6.7과 13.2의 點數로서 致命的인 被害를 나타냈다. 林地標高는 높을수록 發病率이 높은 傾向을 나타냈고, 大部分의 被害林地가 高地帶에 位置하고 있었지만(表2), 그 中에서도 1,000m以上의 高標高에서 가장 높게 나타났다. 잣나무 林齡과 털녹病 發生率과의 關係는 10年生以下の 稚

樹에서 發病率이 아주 높았고, 樹齡이 增加할수록 減少하여 16年生以上에서는 아주 輕微한 被害를 나타냈다. 잣나무林地의 方位別로는 東, 北東向과 西, 南西向에서 높은 發病率을 나타냈고, 南, 南東向에서 가장 낮았다. 8方位로 볼때 南東~南向에서 北西~北向으로 뻗은 溪谷의 兩쪽 斜面에서 被害가 높았다. 無枝打林地의 發病率은 枝下高60cm以上の 枝打林地보다 높았으며, 現地踏查結果 被害林地의 大部分이 10年生前後의 幼齡林分(表2)으로 無枝打 林地가 아주 많았다.

環境因子에 依한 잣나무털녹病 發生率 豫測. 송이풀類의 分布와 密度, 標高, 林齡, 方位, 枝打與否等 5個林地環境要因으로 推定할 수 있는 잣나무털녹病 豫想發病率表는 (表6)과 같다. Category別點數는 (表3)에서 5個環境因子群으로 計算된 點數를 그대로 利用하였으며, 다만 Category間的 點數가 正負의 數로 分布된 因子는 가장 적은 負의 點數絶對值를 각 Category點數에 加算하여 正의 數로 變換시켰

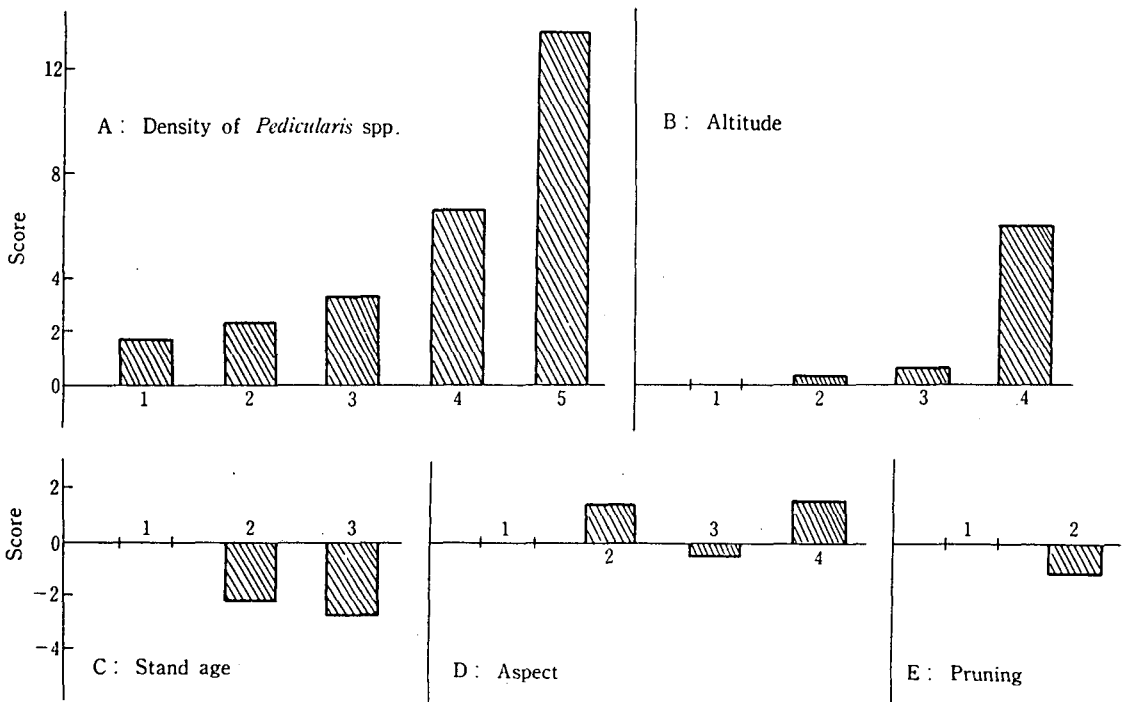


Fig. 1. Score ratio in each category of five environmental factors to the infection rate of the blister rust. A : 1. outside (200m away), 2. outside (100m away), 3. inside (rare), 4. inside (medium), 5. inside (dense). B : 1. below 800 m, 2. below 900m, 3. below 1,000m, 4. 1,000m above. C : 1. below 10 years, 2. 11-15 years, 3. 16 years above. D : 1. N, NW 2. W, SW 3. S, SE 4. E, NE. E : 1. non-pruning stand 2. pruning stand.

Table 6. Score table for prediction of the infection rate of blister rust in Korean pine stand*

Factors	Class	1	2	3	4	5
Density of <i>Pedicularis</i> spp. at distance intervals from pine stands	Class	Outside (200m away)	Outside (100m away)	Inside (1-9 roots)	Inside (10-27 roots)	Inside (28 roots-)
	Score	1.69	2.27	3.29	6.67	13.18
Altitude of stand	Class	Below 800m	Below 900m	Below 1,000m	1,000m above	
	Score	0	0.31	0.58	6.10	
Stand age	Class	Below 10 years	11-15 years	16 years above		
	Score	2.83	0.50	0		
Aspect of stand	Class	N, NW	W, SW	S, SE	E, NE	
	Score	0.47	1.93	0	1.99	
Pruning treatment	Class	Non-pruning	Pruning			
	Score	1.15	0			

* Each score is the index for the probability of the blister rust infection analyzed with five environmental factors. The infection rate (%) of blister rust is deducted by 4.45 from the total score by five factors.

다. 따라서 (表6)에서 잣나무털녹병 發病率豫測은 5個因子에 依한 總點數에서 4.45點을 除한 點數를 豫想發病率 (%)로 推定할 수 있다.

考 察

잣나무털녹병은 適當한 溫度, 豊富한 濕度, 豊富한 孢子 및 感受性 寄主가 同時에 存在할 때 發生하며, 感染時期의 最低溫度, 最高溫度, 濕度 및 氣流

가 感染에 크게 影響하는 要因으로, 이들 要因들이 充分한 時間동안에 制限된 地域內에서 同時에 適切하게 作用할 때 感染이 어난다(1, 4, 14). 우리나라에서 이들 要因에 對한 氣象資料를 分析, 調査한 結果에 依하면(8), 國內에서 잣나무털녹병發生에 好適한 氣象分布는 京畿道, 忠南北의 一部地域과 東海岸 및 南部海岸地帶를 除外한 大部分의 山岳地帶가 程度의 差異는 있으나 病發生에 適合한 氣象條件을 갖추고 있었다. 따라서 本 研究의 調査對象地

는 同一한 氣象條件下에 있는 잣나무 造林地로서 中間寄主인 송이풀類가 自生하고 있어, 既 發病되고 있는 被害林地를 對象으로 하였고, 잣나무털녹병被害率과 이와 關聯된 손쉽게 調査될 수 있는 局地的인 環境因子들을 調査, 多變量解析法으로 分析하였다. 病 發生率에 크게 影響하는 因子의 順位는 송이풀類의 分布密度, 林地標高, 林齡, 林地方位, 枝打, 地形, 잣나무疎密度, 林地傾斜度의 順으로 나타났고 5個因子에서 有意性이 있었다(表 5).

中間寄主인 송이풀類의 分布密度는 여러 因子中에서도 發病率에 가장 크게 影響하는 要因이었으며, 특히 잣나무林地內에 自生하고 있는 경우에는 그 密度에 따라 높은 被害率을 나타냈고, 林地外廓에 分布하는 경우에는 相對的으로 아주 낮았다(그림 1). 이는 病原菌의 冬孢子에 形成된 小生子의 飛散距離는 約 300 m로서 우리나라의 잣나무털녹병防除指針에도 林地外廓 300 m까지 송이풀類를 除去하고 있으며, 本 調査에서도 100m, 200m, 300m 距離로 區分하여 疎密度를 調査하였으나, 300m 外廓分布의 경우는 被害林地의 頻도가 아주 적을 뿐 아니라 發病率도 極히 輕微하여 200 m 外廓으로 包含하여 分析하였다. 특히 現地調査地 被害林地內에서도 發病率이 가장 높은 地點에 調査區를 設定하였으므로 分析된 結果(그림 1)로 보아서는 100m 以上 外廓地域에 分布하는 송이풀類는 發病에 크게 影響하지 않을 것으로 생각된다. 또한 小生子의 飛散距離에 있어 歐美地域과의 이러한 差異는 歐美의 中間寄主植物이 灌木類인 까치밥나무類인데 對하여 송이풀類는 草長이 짧은 草本인 데 起因한 것으로 思料된다.

林地標高는 高地帶로 갈수록 發生率이 높게 나타났는데, 특히 1,000 m 以上の 山頂部에서 높은 發生率을 나타낸 것으로 보아, 이것은 高地帶일수록 氣溫이 寒冷하고 안개나 낮은 구름帶의 影響으로 濕度條件이 有利해진 結果로 思料되었다. 從來는 標高가 높을수록 송이풀類의 分布가 많고 따라서 高地帶에서 被害가 甚한 것으로 생각되었으나, (表 4)에서와 같이 송이풀類의 密度와 標高와는 關係가 없는 것으로 나타났다.

잣나무林齡에서는 10年生 以下の 稚樹에서 發生率이 높았고, 被害頻度も 높았으며, 樹齡이 增加할수록 發生率은 急激히 減少하는 傾向을 나타냈다. 現地踏査結果(表 2) 20年生 以上の 發病林地는 드물 뿐만 아니라 被害도 아주 輕微하였다.

林地方位別로는 東, 北東向과 西, 南西向에서 發

病率이 높은 反面, 南, 南東向에서 가장 낮게 나타났는데, 1975年度 被害分布調査結果(17), 被害面積으로는 西~北向에 位置한 林地가 가장 많았던 것과는 달리 被害程度에 있어서는 南, 南東向에서 北·北西로 轉은 溪谷의 兩쪽 斜面이 높게 나타났다.

枝打林地的 被害가 낮은 것은 枝打의 效果라고 볼 수 있으며, 이는 송이풀類가 草本임에 따라 주로 잣나무樹冠아래쪽에서 쉽게 感染되는 結果로 思料된다. 罹病木의 銹孢子發現部位가 90% 以上이 地上 1m 以下部位에 나타나는 것(8)도 동일한 結果로 이러한 點을 考慮하면 北美地域과 같이(2, 15) 初期에 枝打를 해주는 것이 效果의 일 것이다. 특히 우리나라 잣나무의 銹孢子發現部位는 스트로브잣나무와는 달리 側枝와 主幹部에 동시에 發病되는 傾向이 높으므로 일단 感染된 나무는 罹病枝의 除去 등으로 防除하기가 어려우므로 發病以前에 早期枝打를 해주는 것이 必要하다고 思料된다.

以上の 結果에서 볼때 송이풀類가 自生하고 있는 林地, 특히 高地帶로서 西~南西向 또는 北~北東向 林地에서 적어도 100 m 以內에 송이풀類가 分布하고 있는 경우는 本病의 豫防의 側面에 造林을 避하는 것이 바람직하며, 既 發病된 林地는 撫育을 兼하여 早期枝打를 해주고, 잣나무 林地內에 自生하는 송이풀類를 重點的으로 除去하는 것이 必要하다. 5個 環境因子의 各 Category 別로 點數를 부여하여 調製된 잣나무털녹병 發生率豫測表(表 6)는 既造林地 뿐만 아니라 今後 잣나무 植栽豫定地에서 豫想되는 發病率을 推定함으로써 事前에 被害를 豫防할 수 있다.

參 考 文 獻

1. BEGA, R. V. (1960). The effect of environment on germination of sporidia in *Cronartium ribicola*. *Phytopathology* 50: 61-69.
2. BROWN, H. D. (1972). Guidelines; pruning white pine in the Lake States for blister rust control. St. Paul S. & PT Field Office For. Ser.: 1-13.
3. 邊炳浩. (1967). 光陵試驗林內 病害發生分布調査. 林業試驗場年報: 26.
4. CHARLTON, J. W. (1963). Relating climate to eastern white pine blister rust infection hazard Eastern Region, For. Ser. USDA Upper

- Darby, Pa. : 1-38.
5. 平塚直秀.(1936). 日本産 銹菌類雜記(其七). 植物研究雜 12(3) : 161-164.
 6. 金鍾鎮.(1976). 잣나무털녹病的 綜合的 防除對策에 關한 研究 [1]. 江原大論文集 10 : 291-307.
 7. 金鍾鎮.(1977). 잣나무털녹病 防除에 關한 研究-第2報 : 江原道 一圓의 송이풀類의 分布와 잣나무털녹病的 發生現況. 江原大論文集 11 : 11-15.
 8. 金炫中·李昌根.(1982). 잣나무털녹病에 關한 研究. 林業試驗場 研究報告書. 1109-1138.
 9. 金炫中·李昌根·羅瑢俊.(1982). 잣나무털녹病的 罹病實態와 種間耐病度 比較. 林試研報 29 : 239-252.
 10. LA, Y.J. & YI, C.K.(1975). The status of a white pine blister rust in Korea. *Jour. Korean For. Soc.* 28 : 97-100.
 11. LA, Y.J. & YI, C.K.(1976). New developments in the white pine blister rusts in Korea. *Proc. XVI IUFRO World Congress, Div. 2* : 344-353.
 12. RESEARCH GROUP OF PINE BLISTER RUST, HEILONGJIANG PROVINCE.(1979). A study on blister rust of Korean pine. *Scientica Silvae Sinicae* 15(2) : 119-124.
 13. 高木五六.(1937). 朝鮮に於て新に發見されたる テウセンマツの病害. 朝鮮山林會報. 151 : 19-24.
 14. VAN ARSDEL, E. P., RIKER, A.J.& PATTON, R.F.(1956). The effects of temperature and moisture on the spread of white pine blister rust. *Phytopathology* 46 : 307-316.
 15. WEBER, R.(1964). Early pruning reduces blister rust mortality in white pine plantation. *USDA For. Ser. Res. Note La-38* : 1-2.
 16. YI, C.K.(1971). The blister rust of *Pinus koraiensis* caused by a *Cronartium* sp. in Korea. Rept. Working Group-1 of Section 24, IUFRO : 1-6.
 17. 李昌根·邊炳浩.(1975). 잣나무털녹病에 關한 研究. 林業試驗場 研究報告書 : 451-468.
 18. 李昌根·金炫中.(1983). 우리나라 잣나무털녹病菌의 寄主選擇性과 病原性調查. 韓林誌 62 : 76-81.
 19. 李昌根·金炫中·呂運鴻.(1981). 除草制處理에 依한 잣나무털녹病 中間寄主(송이풀類) 除去試驗. 韓林誌 51 : 51-55.
 20. 李昌根·羅瑢俊.(1974). 우리나라 잣나무털녹病菌(毛銹病菌)의 中間寄主範圍와 生態에 關한 研究. 林試研報 21 : 207-213.
 21. YOKODA, S. & HAMA, T.(1981). On the race of *Cronartium ribicola*, the causal fungus of the blister rust of white pines(interim report). *Proc. XVII IUFRO World Congress, Div. 2* : 230-238.
 22. YOKODA, S. & UOZUMI, T.(1976). New developments in the white pine blister rusts in Japan. *Proc. XVI IUFRO World Congress, Div. 2* : 330-343.