

솔잎혹파리 被害赤松林의 生態學的 研究(IV)¹

—廣州郡 소나무群集의 7年間的 植生變化分析—

李景宰² · 趙在昌 · 柳彰熙² · 宋根準³

Ecological Changes in Pine Gall Midge-damaged *Pinus densiflora* Forest at the Southern Temperate Forest Zone in Korea(IV)¹

—Analysis of Phytosociological Changes during Seven Years of the Korean Red Pine Community in Gwangju-Gun—

Kyong Jae Lee², Jae Chang Jo, Chang Hee Ryu² and Keun Joon Song³

要 約

京畿 廣州郡의 赤松林을 대상으로 솔잎혹파리極甚被害時期 및 被害回復時期의 森林群集構造의 變化내용을 분석하였다. 극심피해시기인 1980년에 4개의 調査區를 선정하고 각 조사구에 5개씩의 小調査區를 설치한후 식생조사를 하였으며 피해회복시기인 1987년에 동일장소에서 재조사를 실시하였다. 1980년의 出現種數는 39종, 1987년에는 41종으로 큰 차이는 없었다. 솔잎혹파리피해가 회복됨에따라, 피해가 심하였을때 소나무군집의 代償樹種으로 나타난 참나무류의 優占値가 낮아지고, 서어나무, 팔배나무, 쪽동백나무의 상대우점치가 다른 수종보다 증가하였으며, 7년간의 種構成狀態가 변화함에 따라 種多樣度, 均在度等도 증가하였다. 1980년과 1987년의 調査群集間의 類似度指數는 74.5%이었고 喬木上·下層 및 灌木層에서 각각 87.5, 52.9%, 51.9%로서 교목하층과 관목층의 種구성상태가 교목상층보다 이질화 하였다.

ABSTRACT

To investigate and analyze the change of the vegetation community structure between the severely damaged time (in 1980) and the restored time (in 1987) by the pine gall midge, *Thecodoplosis japonensis*, four plots with five subplots were sampled at Gwangju-gun of Kyongki-do. The total number of woody species per 500m² changed 39 in 1980 to 41 in 1987. According to the damage restoring, the importance value of the genus *Quercus* as substituting in the severely damaged forest showed a slight decrease but the importance value of *Carpinus laxiflora*, *Sorbus alnifolia* and *Styrax obassia* increased. As to changes of the vegetation community structure for seven years, the diversity of vegetation structure has increased.

The similarity indices between 1980 and 1987 were 52.9% and 51.9% in the understory and shrub stratum, respectively.

Key words : vegetation structure : species diversity : *Pinus densiflora*

¹ 接受 1989年 11月 8日 Received on November 8, 1989.

² 서울시立大學校 文理科大學 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul, Korea.

³ 蓮庵畜産園藝專門大學 Yonam Junior College of Livestock and Horticulture, Seonghwan, Korea.

緒 論

본 연구는 기왕에 발표된 연구보고(韓林誌50, 52, 54, 77號)^{1,2,3,4)}에 계속되는 것으로 이곳에서는 1980년에 솔잎혹파리피해가 극심하였던 京畿 廣州郡의 소나무의 群集構造를 보고하였던 것으로 최근에 솔잎혹파리피해에서 회복된 적송림에 대하여 다시 조사보고하는 것을 내용으로 하였다.

본 연구의 目的은 前報^{2,3,4)}에서 기술한 바와 같다.

材料 및 方法

1980년 5월에 솔잎혹파리 極甚被害地로 4개의 調査區(10×10m크기의 Quadrat)를 설치하여 조사하였던 동일장소에서 1987년 10월에 본 조사를 실시하였다. 조사구의 조건 및 설정방법, 그리고 계산에 적용된 數式등은 前報^{1,2,3)}에 기술한 바와 같다.

結果 및 考察

1. 調査地 概況

본 조사대상지의 행정적인 위치는 京畿道 廣州郡 中部面에서 소나무가 優占種인 군집이다. 中央氣象臺 水原測候所에서 측정한 1951~1980년의 30년간 氣象資料의 평균치에 의하면 年平均氣溫 10.9℃, 年平均最高氣溫 16.4℃, 年平均最低氣溫 7.3℃, 年平均降水量 2117.5mm이고, 溫量指數 및 寒冷指數는 각각 94℃, -24℃로서 水平的 森林帶에 의하면 溫帶中部林에 해당하며 낙엽활엽수가 優占種으로 출현할 수 있는 곳이다.

본 조사대상지의 토성은 대체로 砂質壤土가 주를 이루고, 경사는 10~20°로서 완경사지이다.

Table 1은 각 조사구의 일반개황을 나타낸 것
Table 1. General description for each plot

Plot	Aspect	Slope (°)	Altitude (m)	Soil		Health condition of <i>Pinus densiflora</i>	
				Depth	pH	1980	1987
1	NW	10	180	Moderate	4.86	2.3	5.0
2	NW	20	380	Deep	4.70	2.3	5.0
3	NE	20	340	Deep	4.81	2.3	5.0
4	NW	15	260	Moderate	4.78	2.3	5.0

로 모든 조사구는 북향에 위치하며 토심은 중간이상이다. 한편 土壤酸度는 평균4.79인 強酸性의 토양으로서 소나무가 우점종인 다른 지역^{2,3,4)}과 토양산도를 비교하여 보면 비슷한 수준이었다.

본래 遷移初期에는 토양에 의하여 그 진행이 지배되다가 어느 단계에 이르면 生物群集이 발달을 지배하게 되는데, 본 대상지는 土壤의 酸度가 낮아서 우리나라 生態遷移上 소나무림에 대한 環境要因의 균형이 깨지게 되면 산성의 토양조건에서도 생육가능한 활엽수인 참나무류의 移入이 용이하여지게 된다.⁴⁾ 이와같은 맥락으로 보아 1970년대 말에 솔잎혹파리피해가 극심하여 우점종인 소나무의 세력이 약하여지자 代償樹種인 참나무류의 세력이 크게 증가되었던 것이다. 1980년도에 소나무의 外部健康度를 前報¹⁾에서 기술한 바와 같이 5단계로 구분 측정하였는데, 1980년 5월의 소나무의 건강도는 피해가 매우 심한 상태인 2.3이였으나, 1987년 10월의 건강도는 5.0으로서 정상상태를 나타내 그간 소나무가 솔잎혹파리피해로부터 거의 회복된 건강한 소나무군집임을 알 수 있다.

2. 植生調査

1980년도와 1987년의 調査區別, 層位別로 각 수종의 相對優占值 (important value : IV)를 계산한 것이 Table 2이다. 표에서 보듯이 1980년의 전조사구의 出現樹種數는 총39종이던것이, 1987년에는 41종으로 2종이 증가하였다. 소나무優占種의 식물사회가 솔잎혹파리피해로 上·中層의 樹冠層에서 우점종이던 소나무가 크게 피해를 입자 신갈나무등의 참나무류가 代償樹種으로 中·下層에서 주요수종으로 출현하였다. 그러나 솔잎혹파리피해로부터 소나무가 회복되는데 7년간의 기간이 지나는 동안 다른 식생보다 상대적으로 쪽동백나무, 서어나무등의 稀小種 개체수가 증가하여 주요종으로서 세력을 확보하게 되었다. 그러므로 솔잎혹파리피해가 심하였던 본 조사대상지역은 피해가 회복됨

Table 2. Importance values of the crown story for each year (unit : %)

Species	1980				1987			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	91.4	7.6	5.2	49.1	80.7	4.1	0.4	41.7
<i>Alnus hirsuta</i>	2.2	3.6	1.9	2.6	8.7	5.1	0.8	6.1
<i>Castanea crenata</i>	8.0	5.9	0.4	5.9	4.6	1.8	1.3	3.1
<i>Quercus serrata</i>	2.1	0.5	4.8	2.0		3.4	1.6	1.4
<i>Quercus acutissima</i>	2.2	0.6	1.5	1.6			0.2	0.0
<i>Quercus mongolica</i>		22.5	13.6	9.8	3.4	10.5	4.4	5.9
<i>Quercus dentata</i>		6.4		2.1			1.1	0.2
<i>Quercus aliena</i>		0.9		0.3		3.2	0.4	1.1
<i>Robinia pseudoacacia</i>		2.0		0.7		3.0	1.3	1.2
<i>Sorbus alnifolia</i>		4.2	7.8	2.7		10.2	11.3	5.3
<i>Lespedeza cytobotrya</i>		1.7	2.2	0.9		0.5	3.1	0.7
<i>Rhus trichocarpa</i>		7.0	1.8	2.6		8.4	7.1	4.0
<i>Elaeagnus umbellata</i>		2.5		0.8		1.6	0.7	0.6
<i>Stephanandra incisa</i>		1.6	5.4	1.4			17.8	3.0
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		5.7	15.3	4.5		2.0	14.1	3.0
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		3.2	7.3	2.3			2.1	0.4
<i>Prunus sargentii</i>		0.6		0.2	1.1	9.3	1.1	3.9
<i>Carpinus cordata</i>		1.9		0.6				
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		1.7	3.0	1.1		1.7	0.6	0.7
<i>Euonymus alatus</i>		0.5	3.6	0.6		0.4	0.2	0.2
<i>Euonymus oxyphyllus</i>		0.5		0.2			0.0	0.0
<i>Lindera obtusiloba</i>		2.5	0.9	1.0		1.9	2.0	0.9
<i>Zanthoxylum piperitum</i>		1.5	2.0	0.8			0.2	0.0
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		2.0	1.1	0.9		0.7	3.2	0.8
<i>Kalopanax pictus</i>		2.3	0.8	0.9		1.6	1.7	0.8
<i>Styrax obassia</i>		5.0		1.7	1.4	12.8	5.1	5.8
<i>Weigela subsessilis</i>		3.9	3.2	1.8		1.0	3.3	0.9
<i>Gleditsia japonica</i> var. <i>koraiensis</i>		2.9		1.0				
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		1.3	5.4	1.2		2.4	1.9	1.1
<i>Ribes mandshricum</i>		0.5		0.2				
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>			7.0	1.2				
<i>Juniperus rigida</i>			0.6	0.1				
<i>Smilax china</i>			0.6	0.1			1.6	0.3
<i>Carpinus laxiflora</i>			1.0	0.3		6.1	3.6	2.6
<i>Wistaria floribunda</i>			0.6	1.2				
<i>Morus bombycis</i>			0.5	0.1				
<i>Acer ginnala</i>			0.9	0.2				
<i>Alangium platanifolium</i>			0.4	0.1				
<i>Prunus padus</i>			0.6	0.1		0.8	0.2	0.3
<i>Acer palmatum</i> var. <i>palmatum</i>						2.9	1.9	1.3
<i>Rosa multiflora</i>							2.1	0.4
<i>Styrax japonica</i>						1.9	0.8	0.8
<i>Ligustrum obtusifolium</i>						0.3	0.3	0.2
<i>Rubus crataegifolius</i>							2.1	0.4
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>							0.2	0.0
<i>Securinega suffruticosa</i>						0.2		0.1
<i>Pyrus pyrifolia</i>						0.2		0.1
<i>Maackia amurensis</i>						1.6		0.5
<i>Pueraria thunbergiana</i>							0.6	
<i>Rhus japonica</i>						0.3		0.1

C : canopy, U : understory, S : shrub stratum, M : mean

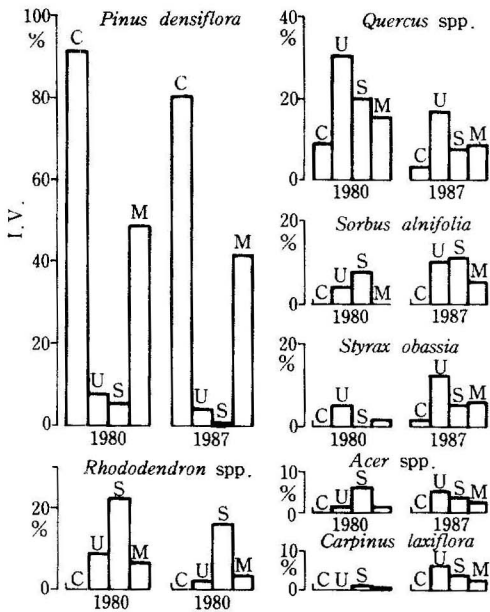


Figure 1. Changes of important values between 1980 and 1987.
C : canopy, U : understory, S : shrub stratum, M : mean

에 따라 대상수종이던 참나무류에서 천이가 소나무로 역행되지 않고 쪽동백나무, 서어나무로 이된 것으로 추측된다.

Figure 1은 주요종에 대하여 1980년과 1987년도의 IV를 비교한 것이다. 소나무IV는 1980년의 喬木上·下層 및 灌木層이 각각 91.4, 7.6, 5.2%이던 것이 1987년에는 80.7, 4.1, 0.4%로 감소하였고 또한 平均相對優占值(MIV)도 49.1%에서 41.7%로 감소하였다. 솔잎혹파리피해에 의해 소나무의 일부가 고사되고 다시 차대가 형성되지 않았기에 전체의 소나무의 IV가 7년간 감소된 것인데, 소나무는 極陽樹로서 참나무류가 우점종인 삼림에서는 광량의 부족으로 인하여 소나무로의 갱신이 매우 어려운 것이다.

1980년에 조사보고한바에 의하면 솔잎혹파리에 의한 피해극심지인 본 대상지역의 소나무림에서 代價樹種은 신갈나무(MIV 9.8%)로 보고되었으나¹⁾, 1987년 조사에서는 MIV가 5.9%로 세력이 감소되었다. 또한 1980년의 喬木上·下層 및 灌木層의 참나무류의 전체IV가 각각 4.3, 30.9, 19.9%이던 것이 1987년에는 각각 3.4, 17.1, 7.7%로 감소되었다. 반면에 優占值가 크게 증가된 수종은

팔배나무, 쪽동백나무, 서어나무이었다. 팔배나무는 교목하층과 관목층의 IV가 1980년에는 각각 4.2, 7.8%이던 것이 1987년에는 10.2, 11.3%로 증가하였다. 또한 쪽동백나무는 1980년에는 교목하층에서만 발달되었던 수종(교목하층 IV 5.0%)이던 것이 세력이 크게 증가되어 1987년에는 교목상·하층 및 관목층의 IV가 각각 1.4, 12.8, 5.1%로 발달되었다. 서어나무의 세력도 크게 증가하여 1980년의 조사에서는 관목층에서만 IV가 1.0%이던 것이 1987년 교목하층 및 관목층에서의 IV가 각각 6.1, 3.6%로 높아졌다. 이것은 앞에서 설명하였듯이 솔잎혹파리에 의한 피해를 입었던 소나무가 건강을 회복함에 따라 대상수종인 참나무류에서 소나무로의 천이가 역행되지 않고 소나무→참나무류→팔배나무, 쪽동백→서어나무로의 천이가 진행되고 있음을 추론할 수 있다. 이와같은 사실은 박동⁵⁾이 우리나라 온대중부림의 생태적 천이가 소나무→참나무류, 팔배나무→서어나무로 진행된다고 발표한 내용과 일치한다. 그러므로 현재 南漢山城의 주요 植生景觀을 이루고 있는 소나무군집은 팔배나무, 쪽동백, 서어나무로의 천이가 계속 진행되어 중국에는 음수의 활엽수가 우점종인 숲으로 바뀔 것으로 생각된다.

3. 森林群集의 構造分析

(1) 種多樣性

Table 3는 연도별, 조사구별로 出現種數, 個體數 그리고 種多樣性을 계산한 것이다. 모든 조사구에서 출현종수, 출현개체수의 1987년 값이 1980년 값보다 증가되었다. 또한 種多樣度(H')에서도 1980년에는 0.93~1.11이었으나 1987년에는 0.96~1.22로 다소 증가되었는데 이는 소나무의 세력이 약화됨에 따라 토양등 환경요인의 변화에 따른 稀少種인 활엽수의 移入이 늘어났기 때문이다. 이러한 현상은 優占度(D)가 대체로 감소된바 그 이유가 1980년에 소나무에 집중된 우점치가 1987년에는 다른 수종으로 분산된 것으로 판단되는 것과도 일치한다.

遷移系列을 初期, 發展期, 成熟期로 구분할때 종다양도는 점차 증가하다가 성숙기에 이르러 감소하는데, 이와같은 예는 보고된 다른 연구결과에서 찾아볼 수가 있다. 즉 Blair등은 택벌을 실시한 침엽수림에서 9년간은 침엽수의 相對優占值가

Table 3. Values of various diversity indices for each year

Plot	Year	Number of species	Number of individuals	Species diversity (H')	Maximum H'(H'/max)	Evenness (J')	Dominance (1-J')
1	1980	23	908	0.9910	1.3617	0.7277	0.2723
	1987	34	1,010	1.2189	1.5315	0.7959	0.2041
2	1980	27	612	1.1115	1.4314	0.7794	0.2206
	1987	24	911	0.9685	1.3802	0.7017	0.2983
3	1980	19	919	0.9340	1.2788	0.7304	0.2696
	1987	25	671	1.2207	1.3979	0.8732	0.1268
4	1980	22	814	1.0021	1.3467	0.7432	0.2568
	1987	32	837	1.2014	1.5051	0.7982	0.2018
Mean	1980	39	813	1.0097	1.5911	0.6346	0.3654
	1987	41	857	1.1524	1.6128	0.7145	0.2855

증가하나, 이후에는 활엽수의 침입경쟁으로 감소된다고 보고하였다.¹⁾ 본 연구결과를 위와같은 연구보고와 연관시킬 때 본 조사지는 소나무개체군이 솔잎혹파리에 의해 상당수가 도태되자 潤葉樹 개체군이 침입하여 種間競爭을 하는 K selection 단계를 이루는 발전기로서, 계속 천이가 진행될 경우 저질의 토양조건에 의하여 방해받는 상태가 아니라면 서어나무가 우점종인 極相林이 형성될 것이다.

(2) 類似度指數

Figure 2는 연도별 조사구간 및 전 조사구의 연도별간 類似度指數(similarity index; S.I)를 나타낸 것이다. 1980년의 조사구간 S.I는 48~75%, 1987년의 값은 57~68%로 큰 차이는 없었다.

遷移過程中 極相林에 달한 군집간의 유사도지수는 대체로 20%이하이거나 80%이상인데¹⁾ 본 조사대상지에서는 연도별로 각 조사구간에는 종구성상태가 유사하다고 할 수 있겠다. 연도간의 전체 및 교목상층의 S.I는 각각 74.5, 87.5%로 높은 값인데 이는 교목상층에서 소나무의 IV가 높기 때문이다. 한편 교목상층 및 관목층은 각각 52.9, 51.

9%로 위의 값보다 낮는데 이는 수년간의 솔잎혹파리피해 및 회복으로 인하여 교목상층 및 관목층에서 代償樹種 및 稀少種의 생성발전 등으로 종의 구성상태가 이질화 되었음을 보여주는 것이다. 1980년도의 솔잎혹파리무피해지와 피해지간의 S.I는 45~60%의 수준으로서¹⁾ 본 조사값보다 낮는데 이는 솔잎혹파리피해가 발생함에 따라 소나무 세력이 약화되어 대상수종인 참나무류가 대량유입되어 林床層에 도달되는 광량이 감소되는 것 등이 원인이 되어 관목층의 출현종에 차이가 있었기 때문이다.

引用文獻

1. 任慶彬·朴仁協·李景宰. 1980. 京畿道地方 害蟲被害 赤松林의 植物社會學的 研究. 韓林誌 50: 56-71.
2. 任慶彬·李景宰·金用植. 1982. 솔잎혹파리被害赤松林의 生態學的 研究(I). 韓林誌 52: 58-71.
3. 任慶彬·李景宰·朴仁協. 1981. 솔잎혹파리被害赤松林의 生態學的 研究(II). 韓林誌 54: 49-59.
4. 李景宰·吳求均·任慶彬. 1988. 솔잎혹파리被害赤松林의 生態學的 研究(III). 韓林誌 77(3): 315-321.
5. 박인협·이경재·조재창. 1988. 치악산국립공원의 삼림군집구조-구룡사-비로봉지역을 중심으로-. 응용생태연구 2권1호: 1-8.

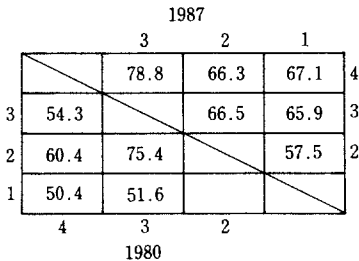


Figure 2. Similarity index between the plot and year