

이상 기후에 의한 소나무와 잣나무의 피해

성주한, 오정수, 이명보, 변재경, 이승규
임업연구원 산림환경부

Damage of *Pinus densiflora* and *Pinus koraiensis* by Climatic Stress

Joo Han Sung, Jeong Soo Oh, Myoung-Bo Lee, Jae-Kyung Byun and Seung Kyu Lee
Department of Forest Environment, Korea Forest Research Institute

1. 서론

최근의 이상 기후현상은 수목의 개화시기 변화를 가져오고 나아가 수목 피해를 초래하기도 한다. 산림의 쇠퇴에 대하여는 국내외적으로 많은 연구가 이루어져 있으며(Krause et al, 1986; Kitajima, 1988) 이러한 쇠퇴림은 수분스트레스에 민감할 것으로 보고되었다(Hauhs and Wright, 1986; Ulrich, 1990). 우리나라에서도 1998년도의 엘니뇨 현상에 의한 영향에 대하여 많은 연구 이루어지고 있다(기상청, 1999). 이러한 이상 기후현상은 우리나라 산림에도 영향을 주어 잣나무 인공조림지와 남부지방의 소나무림에서 임목피해가 발생하였다. 이러한 이상 기후조건은 임목의 생리적 변화를 초래할 것이며 나아가 임목의 쇠퇴현상으로 나타날 것으로 예상된다. 본 연구는 1998년도에 대규모 피해가 발생된 지역에 대한 현지조사와 이들 결과를 토대로 향후 이러한 이상 기후현상에 대비한 임목의 관리방안을 모색하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

1998년도에 대규모 피해가 발생된 지역에 대한 기상자료(강수량, 평균기온)와 현지의 입지환경을 조사하였으며, 토양특성과 엽분석 등을 실시하였다. 성장과 피해 관계는 건전목과 피해목의 절간생장을 비교하였다. 또한 '98피해지역에 고정조사구를 설치 후 경시적 피해율 변화를 조사하였다. 피해목에서 채취한 병원균을 분리 동정하였으며 이 균의 적정 생육온도를 구명하기 위한 시험을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

'98년도에 임목피해가 집단적으로 나타난 진주, 전주 등 '88~'99년도까지의 기상자료를 분석한 결과 피해가 심하게 나타난 '89년과 '98년도에 있어서 온도 경우는 피해 전년도 9~12월에는 예년과 큰 차이가 없었으나 피해 당년도 1~3월 온도는 예년보다 '89년도에는 0.9~2.76℃, '98년도에는 1.4~3.5℃가 높았으며, 강수량은 피해 전년도 9~10월중 강수량이 예년에 비해 '88년도에는 136.1mm, '97년도에는 161.8mm가 적어 극심한 가을 가뭄 현상을 나타냈었다.

Table 1. Difference of temperature between current and standard normals average temperature (°C)

년도	전 년				당 년		
	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
'89	0.29	0.49	-1.31	-0.04	2.76	2.23	0.9
'93	0.12	-0.6	-0.64	1.52	0.66	1.39	0.11
'98	-0.26	-0.5	1.79	1.31	1.37	3.46	2.0
'99	1.76	2.45	0.6	1.59	1.71	1.15	1.25

Table 2. Difference of precipitation between current and standard normals precipitation (mm)

년도	전 년				당 년		
	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
'89	-96.0	-40.1	-28.7	-8.6	82.1	55.7	30.7
'93	32.1	-25.4	-16.1	20.1	4.9	24.5	-4.9
'98	-113.1	-48.7	117.3	27.0	8.2	0.6	-11.6
'99	115.3	9.7	-24.2	-20.5	-13.9	-14.2	36.2

임목피해지 현지조사 결과 임목피해가 나타난 지역의 모암은 대부분 화강편마암, 사암으로 구성되어 있었으며, 방위는 대부분 남향을 포함하고 있었으며 일부는 서향이나 북향에서도 피해가 나타나고 있었다. 지형은 산록내지 산복부위가 많았다. 경사는 대부분 20~30°로서 급경사내지 험준지가 많았으며, 토양은 약건내지 건조토양으로 배수가 불량하였다. 토심은 대부분 10~20cm내외로 얇은 편이었다. 토성은 양토(Loam)와 미사질양토(Silt Loam)로서 배수가 불량한 토양이었으며, 토양산도는 pH 4.7~5.3의 산성토양으로 나타났다. 토양내 양분함량은 유기물, 질소 등은 일반 산림토양과 비슷하였다.

Table 3. Site environment of damage forest stands

구 분	전북 완주.소양	전북 무주.무주	경북 경산.진광	경북 영천.금호	경남 진주.문산	경남 의령.대의	경북 청도.화양
수 종	잣나무	잣나무	잣나무	잣나무	소나무	소나무	소나무
방 위	남서	남	남동	남서	북	북서	서
지 형	산록	산록	완구릉지	완구릉지	산복	산록	산록
경사도(°)	25~30	20~25	5° 미만	15~20	25~30	15~20	25~30
암석노출도	10~30	10미만	10~30	없다	10~30	10미만	10~30
토양배수	보통	양호	불량	불량	양호	양호	보통
유효토심 (cm)	30	23	10	11	16	16	14
건습도	약건	적윤	과건	약건	약건	약건	약건

Table 4. Soil physical and chemical characteristics of damage forest stands

지역	입도분석(%)				산도 (pH)	유기물 (%)	질소 (%)	유효인산 (ppm)	C.E.C (me/100g)	치환성 양이온(me/100g)			
	모래	미사	점토	토성						K	Na	Ca	Mg
완주	20.5	73.4	6.1	SiL	4.7	9.5	0.36	26	16.28	0.22	0.13	1.21	0.28
무주	62.7	30.3	7.0	SL	5.0	4.0	0.18	8	6.82	0.12	0.11	2.03	0.56
경산	69.6	24.6	5.8	SL	6.7	2.7	0.11	52	5.50	0.22	0.13	11.67	2.77
영천	27.0	56.3	16.7	SiL	4.9	2.6	0.11	6	8.58	0.19	0.13	1.52	0.59
진주	40.0	46.5	13.5	L	4.7	4.6	0.19	6	10.34	0.15	0.12	2.40	1.24
의령	43.3	39.6	17.1	L	5.3	4.8	0.23	7	9.46	0.33	0.12	3.26	3.22
청도	8.6	67.6	23.8	SiL	5.0	5.0	0.22	2	12.32	0.12	0.14	1.23	0.55

피해엽과 건전엽의 엽내 성분을 분석한 결과 건전엽에서는 많았으며, 피해엽에서는 유효인산이 많이 나타났다.

Table 5. Component analysis of needle leaves

구 분		질 소(%)	유효인산(%)	K ₂ O%	CaO%	MgO%
잣 나 무	전북 소양 피해	1.20	0.35	0.68	0.38	0.37
	건 전	1.33	0.31	0.53	0.58	0.32
	전북 무주 피해	1.01	0.34	1.01	0.56	0.26
	건 전	1.12	0.28	0.64	0.47	0.26
소 나 무	경북 경산 피해	0.98	0.45	0.89	0.56	0.40
	건 전	0.98	0.42	0.70	0.66	0.36
	경북 영천 피해	1.15	0.40	0.82	0.70	0.43
	건 전	0.91	0.29	0.60	0.83	0.33
소 나 무	경북 의령 피해	1.09	0.38	0.48	0.66	0.35
	건 전	1.24	0.32	0.99	0.57	0.32
	경북 청도 피해	0.89	0.28	0.63	0.63	0.24
	건 전	1.06	0.24	0.43	0.81	0.30

'98년도에 피해가 발생한 지역에서 소나무와 잣나무의 고정조사구를 설치하여 피해 진전상태를 조사한결과 '98년도에 이후에 피해율의 증가는 거의 없었다.

Table 6. Change of damage percentage after outbreak in 1998 (단위: %)

수 종	1998	1999	2000	2001	비 고
소나무	23.5	26.3	26.3	26.3	진 주
잣나무	52.3	56.4	56.4	56.4	무 주

무주, 경산, 소양의 잣나무 피해림에서 병든 가지 및 줄기에서 채집한 피해 병원균은 피목 가지마름병원균으로 알려져 있는 *Cenangium feruginosum*으로 동정되었으며, 이는 이등(1998)결과와 동일하였다. 가지와 침엽의 분쇄물을 첨가하여 배양한 결과 15℃에서 균사생장이 가장 양호하였으며, 잣나무 침엽 첨가시 생장이 양호한 것으로 나타나 피목가지마름병에 감수성인 것으로 추정되었다.

Table 7. Growth of mycelium under different temperature and extract materials of *Cenangium feruginosum* (mm)

추출물원	수종	온도	
		25℃	15℃
가지	해송	1.65a	5.70a
	잣나무	1.42a	7.42a
	소나무	1.60a	8.15a
침엽	해송	0.98b	4.05b
	잣나무	1.82a	7.22a
	소나무	0.98b	3.67b

인용문헌

- 기상청. 1999. 이상기후 워크샵 발표집. 148pp.
- 이상용외 2인. 1998. 잣나무에서 분리한 피목가지마름병균, *Cenangium ferruginosum*의 배양특성 및 병원성 검정. 한국임학회지 87(4): 557-561.
- Hauhs, M. and R. F. Wright 1986. Regional pattern of acid deposition and forest decline along a cross section through Europe. Water, Air and Soil pollution 31: 463-474.
- Kitajima, K. 1988. The current status of the forest decline and its research in Central Europe. Hap. J. Ecol. 38: 269-277.
- Krause et al. 1986. Forest decline in Europe: Development and possible causes. Water, Air and Soil Pollution 31: 647-668.
- Ulrich, B. 1990. Waldsterben: Forest decline in West Germany. Environ. Sci. Technol. 24: 436-441.