

잣나무 種子形質에 미치는 몇 개 氣象因子的 影響

- 구과 무게 및 구과당 종자 무게 -

朱榮特¹ · 全尙根² · 鄭東浚²

¹강원대학교 산림자원학부 · ²경희대학교 생명과학부

(1999년 7월 11일 접수)

The Effect of some Meteorological Factors on the seed characteristics in Korean White pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.)

- The weight of cone and seed per cone -

Young-Tuk Joo¹ · Sang-Kuen Chon² · Dong-Jun Chung²

¹Department of Forest Protection, Kangwon National Univ., Ccuncheon, Korea

²Department of Forestry, Kyunghee Univ., Yongin, Korea

(Manuscript received 11 July 1999)

ABSTRACT

This study was conducted to reveal the effect of some meteorological factors on the weight of cone and seed per cone in Korean white pine (*Pinus koraiensis* SIEB. et ZUCC.). The weight of cone and seed per cone for 7 years from 1992 to 1998 on 45(1992) year-old trees and some meteorological factors for 9 years from 1990 to 1998 were surveyed in Hongcheon-Gun region, Gangweon-Do. Simple correlations and multiple regression between weight of cone and seed per cone and some meteorological factors were analyzed. The results obtained from the above experiments were as follows:

1. Positive correlations were found between weight of cone and monthly mean temperature of February in flower bud differentiation year, number of annual hoarfrost days of the cone production year, monthly mean temperature of May in the cone production year, as July respectively. There were negative correlations between weight of cone and monthly mean temperature of August in the flowering year, wind speed of April in the flower bud differentiation year, number of clear days of December in the flowering year, number of annual cloudy days of the flowering year, number of precipitation days of June in the flowering year, number of annual precipitation days of the flowering year, number of annual cloudy days of March in the cone production year, number of annual cloudy days from March to October in the flowering year as well as number of precipitation from March to October in the flowering year.
2. Positive correlation between weight of seed per cone and number of hours with sunshine duration of June in the flowering year, the percentage of sunshine duration of June in the flowering year, number of clear days of June in the flowering year, monthly mean temperature of May in the cone production year, as well as monthly mean temperature of July in the cone production year were found. Negative correlations were recognized between weight of seed per cone and monthly mean temperature of January in the flowering year, monthly mean temperature of August in the flowering year, wind speed of April in the flower bud differentiation year, number of annual cloudy days of the flowering year, number of precipitation days of June in the flowering year, number of annual cloudy days from March to October in the flowering year as well as number of precipitation from March to October in the flowering year.

Key Words : *Pinus koraiensis*, seed characteristics, climatic factors

Corresponding Author : Young-Tuk Joo(juu@cc.kangwon.ac.kr)

서 론

수목이 생존 성장해 가는 데는 여러 가지 환경인자가 관여됨은 물론, 수목과 환경인자들 간, 또는 환경인자 상호간에 서로 작용하면서 끊임없이 변한다. 이에 조림과 임업경영 차원에서는 생산성 향상을 위해서 수목 성장과정에 수반되고 작용하는 환경인자군의 정성인자 간 또는 이들 수목의 성장형질간의 상관성이 분석되어 왔다. 이러한 환경인자는 어떤 한 인자가 단독적으로 작용하는 경우와 여러 인자가 복합적으로 작용하는 경우를 생각해 볼 수 있는데 이 양자는 뚜렷이 구분 될 수 있는 것 같지만 어떤 국면에서는 간단히 분석하기 어려운 것이 많다(任 等, 1975). 예를 들면 온도는 광선과 불가분의 관계에 있고 또 乾濕에 큰 영향을 주므로 한 인자의 단독적 취급은 조심을 요한다. 그러나 어떠한 생명체의 생존 과정에 있어서는 특유한 인자가 지배적 작용을 하는 일도 있다.

Johnson과 Thornley(1984)는 어떤 복잡한 과정에서는 온도 의존도는 단순, 제한된 단계로 작용하거나 어떤 국면에서는 복합적으로 작용한다고 하였다. 또 Anderson(1965)은 유전적 생리적 요소와 조화를 이룬 환경적 요소는 개화의 특성 및 주기를 결정하므로써 종자형질에 대한 임목의 잠재력을 결정하는 중요한 역할을 하나 종자형질의 특성은 강한 유전적 지배를 받는다고 하였다. 그러나 종자형질과 毬果形質의 상관에 대해서는 알려진 바가 없다고 하였다. 또 Norway spruce 毬果의 길이나 무게에는 遺傳子 구성이 지배적 영향을 준다고 하였다. Khalil(1973)은 Spruce 종 구과형태의 대부분의 특성은 유전에 대한 영향을 크게 받는 반면, 환경요인은 지역간과 지역내의 모집단간의 다양성 때문에 적은 영향을 미칠 뿐이라고 했고 꽃의 구조는 일반적으로 성장특성보다 환경적 영향을 덜 받는다고 하였다. Haseba와 Ito(1982)는 식물의 葉溫度는 기상상태와 물리적 특성 및 생리적 작용과 밀접한 관계가 있으며

Table 1. Climatic variables estimated by weight of cone(Y_1) and seed per cone(Y_2).

Climatic variables	Descriptions
<i>Y₁: Weight of cone</i>	
X ₂	Monthly mean temperature of February in flower bud differentiation year
X ₃	Monthly mean temperature of August in the flowering year
X ₄	Wind speed of April in the flower bud differentiation year
X ₅	Number of clear days of December in the flowering year
X ₆	Number of annual cloudy days of the flowering year
X ₇	Number of precipitation days of June in the flowering year
X ₈	Number of annual precipitation days of the flowering year
X ₉	Number of annual cloudy days of March in the cone production year
X ₁₀	Number of annual hoarfrost days of the cone production year
X ₁₁	Monthly mean temperature of May in the cone production year
X ₁₂	Monthly mean temperature of July in the cone production year
X ₁₃	Number of annual cloudy days from March to October in the flowering year
X ₁₄	Number of precipitation from March to October in the flowering year
<i>Y₂: Weight of seed per cone</i>	
X ₂	Monthly mean temperature of January in the flowering year
X ₃	Monthly mean temperature of August in the flowering year
X ₄	Wind speed of April in the flower bud differentiation year
X ₅	Number of hours with sunshine duration of June in the flowering year
X ₆	The percentage of sunshine duration of June in the flowering year
X ₇	Number of clear days of June in the flowering year
X ₈	Number of clear days of December in the flowering year
X ₉	Number of annual cloudy days of the flowering year
X ₁₀	Number of precipitation days of June in the flowering year

Table 2. Mean weight of cone and mean weight of seed per cone. (Unit : g)

YEAR	WEIGHT OF CONE	WEIGHT OF SEED/CONE
'92	130.368	69.114
'93	130.461	76.787
'94	102.089	58.586
'95	136.976	81.301
'96	171.362	94.727
'97	127.215	76.756
'98	115.463	58.954
TOTAL	913.834	516.495
MEAN	130.548	73.785

Table 3. Monthly mean value of meteorological factors of each year.

Item	Year	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	Mean
Temperature		10.33	10.57	9.303	10.58	9.59	10.28	10.55	10.48	9.07	10.08
Precipitation		123.33	79.63	94.78	101.92	103.29	90.92	111.91	93.42	95.88	99.45
Sunshine (Hour)		218.83	228.52	220.26	219.60	216.57	217.56	212.36	214.28	208.84	217.42
Sunshine (%)		58.75	61.83	59.92	60.25	58.67	58.92	57.42	58.17	57.25	59.02
Wind speed (m/s)		0.87	0.91	0.84	0.69	0.85	0.87	0.79	0.83	0.86	0.83
No. of Weather Days											
Clear		6.08	8.17	5.92	6.83	7.17	7.25	7.83	6.92	9.17	7.26
Cloudy		11.33	8.75	9.75	9.67	9.42	7.33	9.58	10.42	10.08	9.59
Precipitation		7.33	8.25	9.00	9.08	9.08	7.33	8.33	8.75	0.08	8.36
Snow		3.42	2.50	2.25	2.33	2.33	1.33	1.75	1.08	2.17	2.06
Hoarfrost		4.42	4.17	9.83	8.50	8.50	10.67	11.33	8.92	10.33	8.63

풍속은 葉内나 수관내의 온도를 변화시켜 엽온도에 변화를 주어 기공의 활동이나 증산작용에 영향을 미친다고 했으며 기온과 상대온도와의 관계도 연구하였다. 그러나 전술한바와 같이 환경인자와 식물의 해부학적 생리학적인 연구는 多少되어 있으나 기상인자와 구과무게 및 구과당종자무게와의 관계를 究명한 연구는 미진한 것이 사실이다.

잣나무는 시베리아에서 만주를 거쳐 우리나라 중부이북지방과 남부의 고산지대에서 자라며 일본북부산맥까지 퍼져 있는 동아시아의 특산종이라 할 수 있다. 이와같은 잣나무는 150여종에 달하는 많은 소나무종 가운데 비교적 병충해에 강할 뿐 아니라 재질이 훌륭하고 종자의 경제적 가치 또한 높기 때문에 각처에서 대대적 조림을 시도하고 있다(민 1974). 이에 본 연구에서는 지금까지 연구된 바가 없는 잣나무의 구과무게와 구과당종자무게에 영향을 미치는 몇 가지 기상조건과를 구명하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구를 위해 사용된 조사임분은 강원도 홍천군 북방면 북방리에 소재한 약 60여ha에 달하는 45년생(조사착수 당시) 잣나무 인공식재림으로서, 비교적 토양이 양호하고 토심이 깊은 적지였다.

임분밀도는 516~766본/ha 수고는 최소 13m에서 20m에 달했으며 평균수고가 16.48±0.56m였다. 흉고직경은 최하 16cm에서 최고 38.5cm였고 평균흉고직경은 25.29±0.26cm였다.

조사방법은 임분내에 20m×30m의 Plot 7개를 입지조건을 고려하여 분산설치하고, 이 Plot내에서 생립한 총 240여본의 임목을 대상으로 1992년부터 1998년까지 7개년간 매년 2년생구과 즉 성숙구과를 9월초순에 채취한 다음 실험실에서 약 1개월 가량 陰乾한 후 구과의 무게를 측정하여 평균치를 구하고 이 구과에서 皮를 제거한 다음 구과당 종자 무게를 측정하였다. 한편 1990년부터 1998년까지 9개년간 홍천지방에 있어서의 기온, 일조량, 강수량, 풍속, 천기일수(맑은날수, 흐린날수, 강수일수, 강설일수, 서리일수) 등의 기상인자를 조사하고 이들을 연중, 월별

Table 4. Correlation coefficients between weight of cone and each of meteorological factors in the flower bud differentiation year.

Item	Month												Mean	Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Temperature	0.0569	0.07817**	0.6865*	-0.0226	-0.5088	0.3181	-0.7498*	-0.3412	-0.1769	0.1940	-0.3553	-0.0412	-0.0370		
Precipitation	-0.0919	0.6485	-0.3777	-0.2420	-0.6012	-0.2112	-0.0779	0.3827	-0.0881	-0.2620	0.2319	0.1243		0.0784	
Sunshine (Hours)	0.0437	-0.2092	0.1826	-0.0283	-0.0209	-0.0149	0.1525	-0.3531	-0.0710	-0.4448	0.2829	0.2735		-0.0440	
Sunshine (%)	0.0402	-0.2760	0.1661	-0.0229	-0.0317	-0.0290	0.0933	-0.3374	-0.0457	-0.4360	0.2415	0.2620	-0.0430		
Wind speed (m/s)	0.6097	-0.3714	0.2136	-0.8174**	-0.6400	-0.0935	0.2514	-0.1234	0.2300	0.2782	0.6049	0.3772		0.0056	
No. of Weather Days															
Clear	0.3972	-0.1793	0.0863	0.3129	0.2934	-0.0265	0.2782	-0.5812	0.1770	0.0268	0.2441	0.0951		0.2167	
Cloudy	0.0232	0.1745	0.5589	-0.4920	-0.1173	-0.0354	-0.2960	-0.0141	0.2780	0.4178	0.2017	-0.2740		-0.0244	
Precipitation	0.1678	0.2398	-0.4107	-0.5058	-0.1269	0.2494	-0.2678	0.4402	0.3566	-0.1291	0.2856	-0.1410		0.2004	
Snow	0.2317	0.0454	-0.2246	-0.5958	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3852	0.1567		0.1143	
Hoarfrost	-0.1282	-0.4545	-0.4752	-0.6198	-0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3517	0.1583	-0.0497		-0.2153	

***Significant at 1% level **Significant at 5% level *Significant at 10% level

Table 5. Correlation coefficients between weight of cone and each of meteorological factors in the flowering year.

Item	Month												Mean	Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Temperature	-0.6872*	-0.3844	0.0498	0.0089	0.3470	0.2344	0.2145	-0.7998**	-0.0954	0.2957	0.0653	0.0469	-0.2477		
Precipitation	-0.1475	-0.0248	-0.5821	0.5429	-0.1346	-0.2147	-0.1753	0.1309	-0.4024	-0.0358	0.6700*	0.6370		-0.2560	
Sunshine (Hours)	0.3347	0.2881	-0.2379	0.2774	0.0162	0.7123	0.2525	-0.3307	0.3848	-0.2987	-0.5955	-0.7365*	-0.1252	0.0035	
Sunshine (%)	0.3385	0.2358	-0.2688	0.2551	-0.0065	0.6958	0.2747	-0.3293	0.4097	-0.3244	-0.5882	-0.7409*			
Wind speed (m/s)	0.0199	0.4783	0.7093	0.2439	0.3029	0.5671	0.2749	0.2762	0.2776	0.1228	0.3289	0.0642		0.0634	
No. of Weather Days															
Clear	0.6518	0.2673	0.0633	0.3322	0.5149	0.6990	0.0878	0.0208	-0.1285	0.0686	-0.3925	-0.8929***		0.1534	
Cloudy	-0.4752	-0.6478	0.0142	-0.6590	-0.0155	-0.4940	-0.4661	0.2196	-0.4487	-0.4108	0.2967	-0.4573		-0.8488**	
Precipitation	-0.2805	-0.4967	-0.1764	0.1286	-0.5568	-0.8507	0.0143	-0.0151	0.5246	-0.4208	0.5478	0.6827*		-0.7792**	
Snow	-0.0760	-0.5919	-0.3095	0.4018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1008	0.2205		-0.0152	
Hoarfrost	0.0328	0.0148	0.2427	0.0229	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5771	0.0959	0.0287		0.1493	

***Significant at 1% level **Significant at 5% level *Significant at 10% level

Table 6. Correlation coefficients between weight of cone and each of meteorological factors in the cone production year.

Item	Month									Mean	Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Temperature	0.0555	-0.4408	-0.4366	0.3668	0.3131**	0.1680	0.8233**	0.5155	0.4233	0.4603		
Precipitation	0.2604	-0.2606	0.0664	-0.3515	-0.1158	0.6780	-0.0220	-0.2433	0.0371		0.4222	
Sunshine (Hours)	-0.2106	-0.0373	-0.0469	0.6539	0.4144	0.0511	0.3084	0.1805	-0.5942		0.1718	
Sunshine (%)	-0.2205	0.0582	0.0023	0.6601	0.4060	0.0461	0.3282	0.1873	-0.6188	0.1548		
Wind speed (m/s)	-0.4270	-0.1360	0.0194	0.1899	0.0302	0.1972	-0.0642	-0.1743	-0.0872	-0.0576		
No. of Weather Days												
Clear	-0.5204	0.3045	0.4169	0.3999	0.0753	-0.0646	0.2814	-0.0461	-0.5078		0.2292	
Cloudy	0.0755	-0.1118	-0.8399***	0.0799	-0.5099	-0.2129	-0.1336	-0.0915	0.3350		-0.2448	
Precipitation	0.2664	-0.0632	-0.0210	-0.1733	-0.3683	0.1528	0.5707	-0.1032	0.1676		-0.1311	
Snow	0.1883	0.4319	0.1211	0.0592	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.3743	
Hoarfrost	0.5277	0.3946	0.7019*	0.7359	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.8289**	

***Significant at 1% level **Significant at 5% level *Significant at 10% level

Table 7. Correlation coefficients between weight of seed per cone and each of meteorological factors in the flower bud differentiation year.

Item	Month												Mean	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Temperature	-0.0833	0.7084'	0.6367	0.1900	-0.4906	0.2425	-0.6916	-0.2578	-0.0678	0.3144	-0.3816	-0.1336	-0.0236	
Precipitation	-0.1942	0.4175	0.5139	0.0437	-0.4740	-0.3952	0.1204	0.1115	0.0934	-0.4924	0.2425	0.1421		-0.1943
Sunshine (Hours)	0.2128	0.0367	0.1180	-0.2719	-0.1853	0.0106	0.0925	-0.0798	-0.0043	-0.5446	0.2743	0.3404		0.1549
Sunshine (%)	0.2128	-0.0191	0.0953	-0.2313	-0.2020	-0.0013	0.0392	-0.0622	0.0308	-0.5049	0.2542	0.3328	0.0195	
Wind speed (m/s)	0.5364	-0.1269	-0.0812	0.8600**	-0.6552	-0.1894	0.1749	-0.1104	0.2847	0.1006	0.5421	0.5359		-0.0099
No. of Weather Days														
Clear	0.5654	0.0335	-0.0570	0.2463	0.1198	-0.1594	-0.0571	-0.3145	0.0328	0.0278	0.1328	0.1338		0.2281
Cloudy	-0.1192	-0.0992	0.4719	-0.6173	0.0654	-0.0240	-0.2491	-0.3345	0.1986	0.5550	0.1468	0.4669		-0.2469
Precipitation	0.0939	0.1175	-0.1720	-0.3341	0.0089	0.3541	-0.2655	0.1113	0.3493	-0.2539	0.3272	-0.0234		0.2172
Snow	-0.0124	-0.1805	-0.3251	-0.4462	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2423	-0.2267		-0.0503
Hoarfrost	-0.0558	-0.3713	0.4885	-0.6612	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4507	0.1147	0.0708		-0.1881

Table 8. Correlation coefficients between weight of seed per cone and each of meteorological factors in the flowering year.

Item	Month												Mean	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Temperature	-0.8174**	-0.4607	-0.1805	-0.0910	0.4120	0.1038	0.1473	-0.7827**	0.1185	0.1827	-0.0614	0.4851	-0.3991	
Precipitation	-0.2687	0.1639	-0.5549	0.3204	-0.1439	-0.1859	0.0664	0.2766	-0.4648	0.2510	0.5995	0.6672		0.0236
Sunshine (Hours)	0.5205	0.1785	-0.2680	0.5136	0.0467	0.7948**	0.0626	-0.4764	0.3271	-0.5146	-0.5560	-0.7446'		-0.1167
Sunshine (%)	0.5181	0.1179	-0.2902	0.4845	0.0154	0.7780**	0.0994	0.4800	0.3495	-0.5534	0.5388	-0.7519'	-0.2273	
Wind speed (m/s)	-0.0318	0.1989	0.6001	0.2140	0.2395	0.6814'	0.1238	0.3480	0.1678	0.2218	0.1713	0.6274		0.4713
No. of Weather Days														
Clear	0.7271'	0.1296	0.0476	0.3055	0.5829	0.8877***	0.3289	-0.1646	-0.1054	-0.2571	-0.4464	-0.8873***		-0.0714
Cloudy	-0.6637	0.6048	0.0546	-0.6834'	0.0000	-0.6332	0.3589	0.5084	-0.4572	-0.2530	0.2059	-0.2941		-0.7619**
Precipitation	-0.2894	-0.3067	-0.1658	-0.0820	-0.5947	-0.8964***	0.2841	0.2065	-0.6065	-0.2431	0.4390	0.5903		-0.6217
Snow	0.1603	-0.3419	-0.0929	0.4472	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1906	0.1288		0.1170
Hoarfrost	0.2224	0.2150	0.2933	0.1144	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6946'	0.2150	0.1893		0.3180

Table 9. Correlation coefficients between weight of seed per cone and each of meteorological factors in the cone production year.

Item	Month									Mean	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Temperature	0.0157	-0.2223	-0.2851	0.5638	0.6399	0.2817	0.7979**	0.5726	0.5435	0.6671	
Precipitation	0.0011	-0.2167	0.7322'	-0.3768	-0.2968	0.6855'	-0.0295	0.2541	0.0786		0.3437
Sunshine (Hours)	-0.2062	-0.1253	-0.1838	0.6629	0.2746	0.1219	0.5320	0.3777	-0.7329'		0.2523
Sunshine (%)	-0.2144	-0.0093	-0.1331	0.6736'	0.2742	0.1204	0.5348	0.3916	-0.7571**	0.2189	
Wind speed (m/s)	-0.3729	-0.0718	-0.0170	0.1279	-0.0767	0.1222	-0.1492	-0.1065	-0.1740		0.8750***
No. of Weather Days											
Clear	-0.5013	0.2702	0.3733	0.5723	-0.0373	-0.2301	0.1514	0.0522	-0.7012'		0.1577
Cloudy	0.0703	-0.0918	-0.7439'	-0.1551	-0.5493	-0.3360	-0.1769	-0.3877	0.5699		-0.3821
Precipitation	0.2140	-0.0130	-0.0257	-0.0114	-0.3443	-0.0115	0.3697	-0.2445	0.0889		-0.0863
Snow	0.0408	0.4098	0.0559	-0.0302	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.2357
Hoarfrost	0.6244	0.3414	0.6151	0.5478	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.7552**

또는 구과생육시간별에 따른 표 1과 같은 누적기상인자 등으로 나누어 이들과 구과형질과의 단순상관 관계를 검토하였다. 또한 구과형질과 기상인자간 그리고 구과당 종자무게와 기상인자간의 중회귀 분석을 하였다.

결과 및 고찰

1. 구과형질과 기상인자

(1) 구과형질

잣나무는 9.10월경에 花芽分化가 일어나 다음해 봄까지 花蕾가 형성되어 5월경에 개화수분하고 그 후 수분은 상당 기간을 지나 일어나게 되며 성숙구과는 다음해 9월경에 채취하게 된다. 구과형질은 구과무게와 구과당종자 무게를 조사한 것으로 연도별로 정리해 보면 표 2에서 보는 바와 같다. 구과무게와 구과당종자무게 간의 상관관계를 검토해 본 결과 상관계수는 $r=0.9395$ (1% 수준의 유의성)로 정의 상관을 나타내고 있었으며 이들 간에는 $Y=14.19314+1.57695X$ 의 회귀관계도 인정 할 수 있었다.

(2) 기상인자

기상인자는 92년도 조사된 구과형질에 미쳤을지도 모르는 영향을 감안하여 화아분화가 시작되는 2년전인 90년도 부터 조사기간 중 마지막으로 성숙구과를 수취한 98년 9월 까지의 자료를 조사하였는데 기온, 강수량 일조시간, 일조율, 풍속, 천기일수(맑은날 수, 흐린날 수, 강수일수, 강설일수, 서리내린날수)에 대하여 연도별로 수집하였고 그 평균치를 표 3에 나타내었다.

2. 구과형질과 기상인자와의 상관

(1) 구과형질과 기상인자 간의 단순상관

구과형질에 미치는 기상인자의 영향을 알기 위하여 조사된 구과무게 및 구과당종자무게와 기상인자와의 상관관계를 검토해 본 결과 표 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10에서 보는 바와 같다. 기상인자와 각 구과형질과의 상관 및 회귀관계는 花芽分化當年, 開花當年 및 結實年의 기상인자, 그리고 년중, 월별, 또는 몇 개월의 누적기상인자를 독립변수로 하고 구과형질을 종속변수로 하여 검토한 것이다.

기온과 구과 무게와의 상관관계에 있어서 화아분화년 2월 기온과 구과무게 간에는 상관계수 $r=0.7814$ (5% 수준의 유의성)로 정의 상관을 검정할 수 있었으며 $Y=152.42541+8.46099X$ 의 회귀관계를 구할 수 있었다. 開花當年의 월평균기온과의 관계는 8월평균기온과 $r=-0.7992$ (5%의 유의성)로 부의 상관을 나타냈으며 $Y=490.48963-15.01546X$ 의 회귀식을 보였다. 결과년의 월평균 기온과는 5월과 7월 평균기온이 각각 상관계수 $r=0.8131$, $r=0.8233$ (5% 유의성)을 나타냈으며 $Y=232.2678+22.65574X$, $Y=-188.80422+13.17303X$ 식을 각각 인정할 수 있었다(표 4, 5, 6).

기온과 구과당종자 무게와의 상관에 있어서는 개화당년 1월과 8월 평균기온에 있어서 상관계수 $r=-0.8174$, $r=-0.7827$ 로 각각 1%의 유의성과 $Y=54.211668-3.7702X$, $Y=283.64649-8.75466X$ 식의 회귀관계를 구할 수 있었으며 결과년 7월평균기온과는 $r=0.7979$ (5% 유의성)의 상관계수를 보이고 $Y=-110.61181+7.60622X$ 의 회귀식을 나타냈다(표 7, 8, 9).

강수량과 구과무게 간의 상관에 있어서는 개화당년 11월 강수량과 $r=0.6700$ (10% 유의성)을 보였을뿐 화아분화년과 결과년에는 상관관계를 인정할 수 없었다. 강수량과 구과

Table 10. Correlation coefficient between weight of cone and seed per cone and respectively meteorological factors of September and October in the year of flower bud differentiation.

Item	weight of cone	weight of seed/cone
Temperature	-0.0088	0.1988
Precipitation	-0.1618	-0.0175
Sunshine (Hour)	-0.2932	-0.2750
Sunshine (%)	-0.2966	-0.2587
Wind speed (m/s)	-0.3517	-0.4507
No. of Weather Days		
Clear	0.0557	0.0326
Cloudy	0.4512	0.5053
Precipitation	0.1608	0.0901
Snow	0.0000	0.0000
Hoarfrost	0.2300	0.2847

당량자 무게 간에는 3월과 6월강수량 간에 각각 정의 상관($r=0.7322$, $r=0.6855$)을 보였으나 화아분화년과 결과년에는 상관관계를 찾을 수 없었다(표 7, 8, 9).

일조시간과 구과형질 간의 상관을 조사하여 본바 개화당년도 6월의 일조시간과 구과당 종자무게간 $r=0.7948$ (5% 유의성)을 구할 수 있었으며 $Y=-52.60006+0.49397X$ 의 직선회귀식을 구할 수 었다(표 7). 일조율과 구과당종자무게 간에는 개화당년 6월 $r=0.7180$ (5% 유의성)을 나타내었으며 회귀식 $Y=-49.9601+2.13354X$ 도 구할 수 있었다. 결과년에는 9월 일조율 간에 $r=-0.7571$ (5% 유의성) $Y=178.80237-1.85170X$ 를 각각 구할 수 있었다(표 8, 9).

$Y=244.9505-92.04822X$ 를 그리고 구과당종자무게 간에는 $r=-0.8600$, $Y=145.500-57.70190X$ 식을 나타내었다(표 7, 8, 9). 개화당년 6월의 맑은날수와 구과당 종자무게 간에는 상관계수 $r=-0.8877$ 로 정의 상관을, $Y=57.51767+4.95086X$ 의 식을 인정할 수 있었고, 개화당년 12월 맑은날수와 구과무게 및 구과당 종자무게 간에는 각각 상관계수 $r=-0.8929$, $r=-0.8873$ (1% 유의성)로 각각 부의 상관과 $Y=169.2404-3.56380X$, $Y=96.69440-2.11010X$ 의 식을 구할 수 있었다(표 4, 5, 6, 7, 8, 9). 개화당년의 6월 강수일수와 구과무게 및 구과당종자무게 간에는 상관계수 $r=-0.8507$, $r=-0.8964$ 로 부의 상관을 그리고 $Y=195.4413-5.2804X$, $Y=114.52719-3.31624X$ 를 각각 인정할 수 있었다.

Table 11. Correlation coefficients between weight of cone and seed per cone and seed per cone and each of meteorological factors in the winter

Item	Weight of cone		Weight of seed/cone	
	n-2	n-1	n-2	n-1
Temperature	-0.5113	-0.0836	-0.6841*	0.0668
Precipitation	-0.0512	-0.0324	0.0951	-0.0113
Sunshine (Hour)	0.3998	-0.4956	0.4767	-0.5362
Sunshine (%)	0.3569	-0.4813	0.4232	-0.5174
Wind speed (m/s)	0.5933	0.1147	0.3856	0.2555
No. of Weather Days				
Clear	0.5384	-0.6870*	0.5001	-0.6999*
Cloudy	-0.6503	0.1626	-0.7825**	0.1885
Precipitation	-0.5134	0.4272	-0.3263	0.3931
Snow	-0.0919	0.4701	0.1282	0.3112
Hoarfrost	0.0051	0.4650	0.1825	0.5443

** : Significant at 5% level, * : Significant at 10% level

r-2: Flower bud differentiation year, n-1: Flowering year, n: Cone production year

Table 12. Correlation coefficients between weigh of cone and seed per cone and of meteorological factors in the flowering year from March to October.

Item	weight of cone	weight of seed/cone
Temperature	0.0752	-0.0362
Precipitation	-0.4368	-0.1759
Sunshine (Hour)	0.2688	0.0602
Sunshine (%)	0.2207	-0.0017
Wind speed (m/s)	0.5312	0.4646
No. of Weather Days		
Clear	0.5362	0.5124
Cloudy	-0.8295**	-0.6983*
Precipitation	-0.7863**	-0.6680*
Snow	-0.0954	0.0874
Hoarfrost	0.2390	0.3172

** : Significant at 5% level * : Significant at 10% level

풍속과 구과형질과의 상관관계는 화아분화당년 4월 평균 풍속과 구과무게 간에는 $r=-0.8173$ (5% 유의성) 그리고 개화당년의 강우수일수와 구과무게간에는

$r = -0.7792$, $Y = 354.88835 - 2.18717X$ 를 각각 구할 수 있었다 (표 4, 5, 6, 7, 8, 9).

화아분화당년 화아분화가 일어나는 9, 10월의 기상인자의 영향을 알아보기 위하여 화아분화당년 9, 10월의 누적 기상인자와 구과형질과의 상관관계를 검토해 보았던 바 그 결과는 다음 표 10와 같다. 기온, 강수량, 일조시간, 일조율, 풍속, 천기일수 등 기상인자는 구과의 형질에 영향을 주고 있지 못했다.

잣나무 구과형질에 미치는 겨울철(12, 1, 2월) 기상인자의 영향을 알아보기 위하여 겨울철의 누적기상인자와 구과형질과의 관계를 조사했던 바 그 결과는 표 11에서와 같다. 화아분화당년 겨울의 흐린날수와 구과당종자 무게간에는 상관계수 $r = -0.7825$ 로 부의 상관관계를 나타냈다.

이것은 화아분화 후 화기발달기에 속하는 겨울철의 광합성량과 관계되는 것으로 판단되며 흐린날수가 많으면 광합성은 그만큼 적어질 것이므로 구과의 모체인 화기발달에 영향을 주었을 것으로 추측된다. 아직 잣나무에 대한 통계 광합성량이 측정된 바 없어 앞으로 더욱 이 방면의 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다. 구과의 형태가 완전히 갖추어지고 왕성한 생장을 하는 개화당년의 3월부터 10월까지의 누적기상인자가 구과형질에 미치는 영향을 알기 위하여 상관관계를 분석해 본 결과는 표 12과 같다. 다시 전술한 기상인자들을 봄(3, 4, 5월), 여름(6, 7, 8월), 가을(9, 10, 11월)의 계절별로 나누어 검토해본 결과는 표 13과 같았다.

Table 13. Correlation coefficients between weight of cone and seed per cone and of meteorological factors of the flowering year in spring, summer and autumn.

Item	Spring(3,4,5)		Summer(6,7,8)		Autum(9,10,11)	
	W.cone	W.seed/c.	W.cone	W.seed/c.	W.cone	W.seed/c.
Temperature	0.1781	0.0441	-0.1953	-0.2763	0.0928	0.0698
Precipitation	0.1235	-0.0136	-0.2029	0.0274	-0.1535	-0.1600
Sunshine (Hour)	-0.0096	0.1315	0.2996	0.0993	-0.1115	-0.2669
Wind speed (m/s)	0.2460	0.3563	-0.1259	-0.4004	0.2680	0.2017
No. of Weather Days						
Cloudy	-0.4119	-0.3543	-0.7356*	-0.6045	-0.3564	-0.3097
Precipitation	-0.3163	-0.3975	-0.6280	-0.5352	-0.0393	0.0773
Snow	-0.0954	-0.0874	0.0000	0.0000	0.1008	0.1906
Hoarfrost	0.1736	0.2391	0.0000	0.0000	0.2212	0.3581

* Significant at 10% level

Table 14. The equations estimated from multiple regression among weight of cone and some meteorological factors, and weight of seed per cone and some meteorological factors.

Dependant Variables	Regression Equations	R ²
weight of cone	$Y_1 = 378.73462 + 5.47899X_2 - 9.79481X_3$	0.791
	$Y_1 = -62.08844 - 7.41643X_9 - 0.55197X_{10} - 10.13004X_{11} - 1104.1351X_{12} + 7.60457X_{13}$	0.974
	$Y_1 = 359.76071 - 3.80000X_3 - 1.92589X_5 - 0.73426X_6 - 0.51902X_8 + 0.20564X_{14}$	0.999
	$Y_1 = 199.86570 + 2.83985X_2 - 2.46432X_3 - 0.5199X_5 + 6.25469X_7 - 0.53510X_9$	0.981
	$Y_1 = 9.31631 + 0.12641X_{11} + 0.12641X_{11} + 5.18649X_{12} - 1.23839X_{13}$	0.921
weight of seed per cone	$Y_2 = 125.74375 - 3.87758X_2 - 3.04731X_3$	0.077
	$Y_2 = 128.59011 - 1.35191X_3 - 26.01429X_4 + 0.65898X_5 - 2.89627X_6 + 2.83274X_7$	0.899
	$Y_2 = 105.30285 - 0.70249X_{10} - 0.83589X_8 + 0.31191X_7 - 17.25096X_4 - 1.26644X_2$	0.977
	$Y_2 = 86.97105 - 0.99237X_{10} - 0.83444X_8 + 2.45465X_7$	0.942

(2) 구과형질과 기상인자 간의 중회귀

이상의 단순 상관관계 검사에서 고도의 유의성을 나타낸 기상인자들과 구과무게(Y_1) 및 구과당 종자무게(Y_2)와의 중회귀관계를 검사하였으며 그 결과는 표 14에 나타났다.

모든 기상인자에 대한 구과무게를 추정하는 중회귀식들 중 화아분화년의 2월 평균기온과 개화년의 8월 평균기온에 대한 결정계수 0.79를 제외한 나머지의 결정계수는 0.9 이상으로 매우 높은 설명력을 유지하고 있다. 구과당 종자무게와 기상인자들과의 중회귀 관계에선 개화년 6월의 맑은 날수와 개화년 12월의 맑은 날수에 대한 결정계수 0.94로 가장 높은 설명력을 나타냈으며 나머지 중회귀식이 대한 결정계수들은 0.77 정도를 상회 하고 있다.

적 요

강원도 홍천군 북방면 북방리에 있는 45년생(조사착수 당시) 잣나무 인공식재지에서 1992년부터 1998년까지 7개년간의 구과무게 및 구과당종자 무게와 1990년부터 1998까지 9개년간 이 지방의 기상인자를 조사하여 이들 간의 관계를 조사하였다.

화아분화년 2월과 결과년 5, 7월의 기온이 높고, 개화년 8월 기온이 낮으면 구과무게가 무거우며, 구과당 종자무게는 개화년 1월, 8월의 기온이 낮고 결과년 7월 기온이 높으면 무겁게 나타났다. 개화년 6월의 일조시간이 많으면 구과당 종자무게가 무겁고, 개화년 6월 일조율이 높고 결과년 9월이 낮으면 무게가 가벼움을 알 수 있었다. 화아분화년 4월의 월평균풍속이 강하면 구과무게 및 구과당 종자무게는 각기 적음을 알 수 있었다.

개화년 12월의 맑은날수가 많고, 3월과 년간 총 흐린날수, 3월부터 10까지의 총 흐린날수가 적으면, 구과무게가 무거우며, 개화년 6월의 맑은날수가 많고 년간 총 흐린날수와 화아분화후 11월에서 수분전 5월까지의 총 흐린날수가 적으면 구과당종자 무게가 무겁고 개화년 12월 맑은날수가 많으면 가벼움을 알 수 있었다. 개화년의 6월과 년간 총 강수인수, 3월부터 10월의 강수일수가 많으면 구과무게는 적고, 개화년 6월의 강수일수와 결과년의 총 서리일수가 적으면 구과당 종자무게도 적음을 알 수 있었다.

인용문헌

김일현, 1982: 잣나무 착과량에 미치는 몇 개 기상인자의 영향, 경희대학교 석사학위 논문.

- 민호현, 1974: 잣나무 종자 성숙과정에 있어서의 내적 변화와 발아력에 대한 연구, 한국임학회지, 21:1-34.
- 임경빈, 이수옥, 1975: 조림학적으로 본 온도인자(온량지수를 중심으로), 한국임학회지, 25:1-12.
- 전상근, 1977: 잣나무의 착과량이 구과 및 종자의 몇 개 형질에 미치는 영향, 경희대학교 산업과학기술연구소 논문집, 5:61-67.
- 전상근, 1978: 잣나무 성숙목의 구과 및 종자결과량, 경희대학교 산업과학기술연구소 논문집, 6: 81-89.
- Anderson, E., 1965: Cone and seed study in Norway spruce (*Picea abies*(L)), KAKST Stud, Forest Suecica, No. 23.
- Drozdzov, S. N., A.F. Titov, V. V. Talannova, S. P. Kritento, E. G. Sheridiro, T.V. Akimova, 1984: The Effect of Temperature on Cold and Heat Resistance of Growing Plants, *Journal of Experimental Botany*, 35(60): 1595- 1602.
- Gates, D.M. and L.E. Papian, 1971: Atlas of energy budgets within canopy models, *J. Agr. Met.*, 29:25-33.
- Haseba tesuya, Daijiro Ito, 1982: Leaf Temperature to Meteorological Factor, (2) Leaf Temperature Variation with Air Temperature and humidity, *J. Agr. Met.*, 28(3): 269-277.
- Horowitz, M., R. B. Taylorson, 1982: Effect of High Temperature on Imbibition and Thermal Death of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Seed, *CAN. J. BOT.*, 61:2269-2276.
- Johnson I. R., J. H. M. Tornley, 1984: Temperature Dependence of Plant and Crop process, *Annals of Botany*, 55:1-24.
- Khalil, M. A.K., 1973: Genetics of Cone Morphology in White spruce (*pecea glauca*), *CAN. J. BOT.*, 52:15-21.
- Khalil, M. A. K., 1983: Genetics of Cone Morphology of Black spruce (*Picea mariana* M.) in Newfoundland, Canada, *Silvae Genetiea*.
- Krugman, S.L. and E.C. Stone, 1966: The Effect of Cold Night on the Root-Regeneration Potential of Ponderosa Pine Seedling, *Forest Science*, 12(4): 451-459.
- Kummerow, J., B. A. Ellis, 1984: Temperature effect on biomass and root per shoot biomass ratio in two arctic sedges under controlled environmental condition, *CAN. J. BOT.*, 62:2150-2153.

Strain, B. R., 1966: The Effect of a Late Spring Froast
on the Radial Growth of Variant Quaking Aspen
Biotype, *Forest Science.*, **12**(3):334-337.