

소나무 성 결정 요인의 특성을 고려한 조경공간 식재계획

이창훈

문화재청 국립문화재연구소 연구원

A Study on the Plant Planning in Landscape Space Considering the Characteristics of the Gender Determination of Pine Tree

Lee, Chang-Hun

Researcher, National Research Institute of Cultural Heritage

ABSTRACT

This study analyzed the components contained in the pine needles of first and second-year-olds to analyze the factors that the in vivo content of inorganic elements affects the sex determination of pine trees. In response, the plan for pine tree plant and maintenance was intended to be presented in consideration of the reproductive environment and physiological characteristics. The results are as follows.

First, last year, when there were many encyclopedias, the analyzed N(%) content was found to be high. The nitrogen content of the previous year's soil was found to affect the production of the spheres the following year. This is believed to be possible to reduce the rate of Pine pollen produced in the new plant in the following year through a dispute over quality consumption in the spring of the previous year.

Second, the weapons elements involved in the Pine cones and the generation of the Pine pollen in the new plant appeared to be P(%), K(%), Ca(%), and Fe(%). However, the nutrients from the previous year's leaves of Ca(%) and Fe(%) were found to have a low influence on the sex determination of first-year pine trees. Because Ca(%) and Fe(%) are not able to move nutrients accumulated in aging organs due to the nature of the components, feeding nutrients in the fall when the growth of the previous year's branches is reduced is expected to affect oral generation.

Third, pine trees are extremely positive and Pine pollen is related to the time of the northeast wind. Therefore, it is believed that it would be good to be located in the northern direction, where the sunlight is good, in an outdoor space. In addition, it is important to use vaginal consumer products in spring and carry out a quarrel involving Mg and Fe during fall to reduce the effect of the Pine pollen, which is an outdoor plant. This is an important part of maintaining and managing pine trees in outdoor spaces as well as the sex determination of pine trees.

This study suggested that plant planning, which derives the correlation between pine inorganic element content on sexual determination and takes into account the physiological characteristics of pine trees, is an important issue in the creation of outdoor space. Follow-up research on other factors affecting pine tree sex determination is expected.

Key words: Fertilizer Work, Inorganic Nutrient, Pine Cones, Planting Plan, Pine Pollen

국문초록

본 연구는 무기원소의 체내 함량이 소나무의 성 결정에 미치는 요인을 분석하기 위해 1, 2년생 솔잎에 포함된 성분을 분석하였으며, 이에 생육환경과 생리적 특성 고려한 소나무 식재계획 및 유지관리 방안을 제시하고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 구과가 많이 맺힌 작년가지의 잎에서 분석된 N(%)함량이 높은 것으로 나타났으며, 작년토양의 질소성분은 다음 연도 구과의

† **Corresponding Author** : Lee, Chang-Hun, National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon 35204, South Korea, Tel.: +82-42-610-7628, E-mail : leech4298@nate.com

생성에 영향을 주는 것으로 파악되었다. 이는 전년도 봄에 질소비료를 이용한 시비작업을 통해 다음해 신초에서 생성되는 송화비율의 저감이 가능할 것으로 판단된다.

둘째, 1년생 가지의 구과 및 송화가 열리는 데 관계하는 성분은 인산(P), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 철(Fe)이 유의미한 것으로 파악되었으며, 전년도에 생성된 Ca과 Fe는 신초의 성 결정에 낮은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. Ca과 Fe는 노화된 기관에 축적된 영양소의 이동이 어려운 특성을 지니므로 이듬해 봄철 구과생성에 영향을 미칠 수 있도록 전년도 가을에 양분을 공급을 주어야 할 것으로 생각된다.

셋째, 소나무의 송화가루는 봄철 북동풍이 부는 시기와 관련 있고 극양수의 속성을 지니므로 옥외공간에 식재할 때 벌이 잘 드는 북향이 적합한 것으로 판단된다. 또한 조경공간에 식재된 송화가루의 저감효과를 위해 봄철에 질소비료로 양분을 비축하고, 가을철에 Mg, Fe성분이 포함된 시비작업을 실시하는 것은 소나무의 성 결정 뿐만 아니라 소나무의 유지하고 관리계획에 고려되어야 할 사안으로 보인다.

본 연구는 소나무 무기원소 함량이 성 결정에 미치는 상관관계를 도출하고 소나무의 생리적 특성을 고려한 식재계획은 옥외공간 조성에 있어 중요한 사안임을 밝혔으며, 기타 소나무 성 결정에 영향을 주는 요인을 주제로 한 후속연구가 기대되는 바이다.

주제어: 무기영양소, 소나무 구과, 소나무 송화, 시비작업, 식재계획

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

예로부터 소나무는 건축자재, 땃감, 식용 등 경제적 가치가 높고 왕가의 능묘에 심는 나무로 존송사상(尊松思想)을 갖고 있으며[1], 한국 외에 중국, 일본 등 동양 각국에서도 인기있는 조경식물로 오늘에 이르기까지 활용되고 있다[2]. 또한 소나무가 지닌 이미지는 시·서·화의 단골 소재로 사용되었으며, 직설적이거나 혹은 객관적인 은유의 대상으로서 의미를 지니며 동양의 정서적인 공감대를 형성해 왔다[3].

최근 수목을 이용한 옥외공간에서의 조경계획은 공간의 품격을 결정하는 수단이 되었으며, 그 중 한국인들의 선호도와 조경공간에서 조형적 가치가 높은 소나무의 활용은 2000년대 이후 급증하고 있다[4].

이에 봄철 바람을 이용해 수분하는 소나무는 4월말-5월까지 대량의 꽃가루를 만들어내 사람들의 피부나 눈을 자극하고 비염을 유발하기도 하여 조경공간의 대표 관상수로서 약점을 지닌다 하겠다. 따라서 각 지자체에서는 봄철 꽃가루 피해에 의한 대책을 모색하고자 하나, 대부분이 자연현상으로 치부하고 제어가 어려움으로 결론을 내려 대처를 일괄하는 경우가 많다.

소나무는 자웅동주(雌雄同株)로 일가화(一家花) 특성을 지니지만 무기영양상태 및 식물호르몬 등 후천적 요인에 의해 소나무의 성이 결정되는 연구는 수목생리학 분야에서 밝혀진 바 있다[5-8]. 이는 소나무의 성 결정 요인을 미리 통제하여 솔방울이 다량으로 맺히는 암소나무 성향을 띄게 함으로써 봄철 옥외공간에서 소나무 송화가루의 저감효과를 고려한 조경관리

야에 적용가능성을 예측해 볼 수 있다.

그동안 소나무를 조경공간에서 활용하는 기준은 곧게 뻗은 외형으로부터 전달되는 이미지를 중심으로 공간설계에 적용하거나 소나무 유지관리에 대한 연구가 주로 수행되었고, 소나무가 갖는 생리학적 특성인 암·수 성 결정의 선택을 고려한 식재계획 연구는 이뤄지지 않고 있다.

이에 본 연구에서는 소나무의 성 결정에 미치는 요인에 대해 결과를 도출하고, 이를 활용한 조경공간에서의 효율적인 식재계획 방향을 제안하는 것을 목적으로 두고자 한다.

2. 소나무의 성 결정 요인

소나무의 구과와 송화는 수관(樹冠, Crown)을 기준으로 서로 다른 위치에 열리는 경향을 보이며, 수관의 상부에 수세가 높은 가지에는 구과가 맺히고, 수관 하부에 수세가 낮은 가지에 송화가 열리는 비중이 크다[9]. 그러나 수관위치에 따른 구과와 송화 생성과의 관계성에 대한 정량적 입증은 이뤄지지 않았으며, 그 밖에 수분을 포함한 무기영양소, 식물호르몬 등이 영향을 미치는 것으로 학계에 보고되고 있다[5].

무기영양소가 소나무속 식물의 성을 결정하는데 미치는 영향과 관련한 선행연구를 살펴보면 토양이 척박하거나 수목의 무기영양상태가 악화되어 결핍이 될 경우 수꽃이 열리며[7][8], 질소비료를 시비하면 수꽃에서 암꽃으로 전환이 일어난다[9]. 이는 무기영양상태가 양호할 때 구과의 생성이 촉진되며, 영양상태가 악화될 때 송화의 생성이 촉진되는 것을 시사하고 있다.

소나무류에서 옥신(auxin)이 많이 생산되는 수관의 상층부 역지(力枝)에서 주로 구과가 달리는 것과, 측백나무의 역지가

위에서 아래로 내려가면서 옥신의 농도가 낮아지는 가운데 암꽃에서 수꽃으로 전환되는 가지의 빈도가 높은 것으로 보아, 구과는 auxin 함량과 관계가 있다고 할 수 있다[10]. 또한 지베렐린(gibberellin)도 성 결정에 관여하며, auxin/gibberellin의 비율이 높을 때 암꽃이 되며, 비율이 중간 정도 될 때 수꽃이 되는 기존연구에서 식물호르몬 역시 수목의 성 결정과 관련성을 보이고 있다[10].

또한 소나무의 영양상태가 양호한 환경에서는 암꽃의 생산이 증가하며[5], 토양의 비옥도가 증가하면 유럽적송[11]이나 대왕송[12]에서 종자생산량이 증가한 것을 확인하였고, 이는 생육환경 조절을 통해 소나무 성 결정에 영향을 미칠 수 있다는 연구결과이다.

Table 1. A Factors Affecting Sex Determination in Pine Trees[5]

Determinant Factor		Pine Cone	Pine Pollen
Genetic Factor	Location of a Crown	Upper	Lower
	Vitality of a Branch	Strong	Weak
Environmental Factor	Inorganic Nutrient	Good	Faulty
	Nitrogen Fertilizer	Affect	No response
	Auxin Concentration	A Lot	Few
	Photosynthesis	A Lot	Few

II. 연구방법

시험재료로 충남 천안시에 소재한 Y대학교 캠퍼스에 식재된 지 30년 이상 된 소나무(*Pinus densiflora* Siebold & Zucc.) 5주를 이용하였다. 연구에 사용된 시험재료의 채취 및 정지·전정 등 샘플의 일반관리는 Y대학교 조경관리팀에서 실시하였다.

먼저, 2016년 5월 30일에 5개의 소나무별 (A)송화가 많이 열린 가지, (B)구과가 많이 열린 가지, (C)송화와 구과가 비슷한 양으로 열린 불특정 1년생과 2년생 가지를 채취하였다. 구체적인 채취방법은 소나무별 가지의 50%이상 전개된 신초를 수관의 상위부터 하위까지 고루 나누어 소나무당 21가지씩 총 105가지의 샘플을 수집하였다(Figure 1). 또한 연구에 사용된 1년생 가지는 새로 나온 잎과 신초전체를 포함하였고, 2년생 가지는 잎과 줄기를 포함해서 시료로 사용하였다.

소나무별로 채취되어 구분된 시료는 변질이 되는 것을 방지하기 위해 65℃ 미만의 열풍 건조기(LMD-1100R)에서 24시간 건조하여 조제되었다.

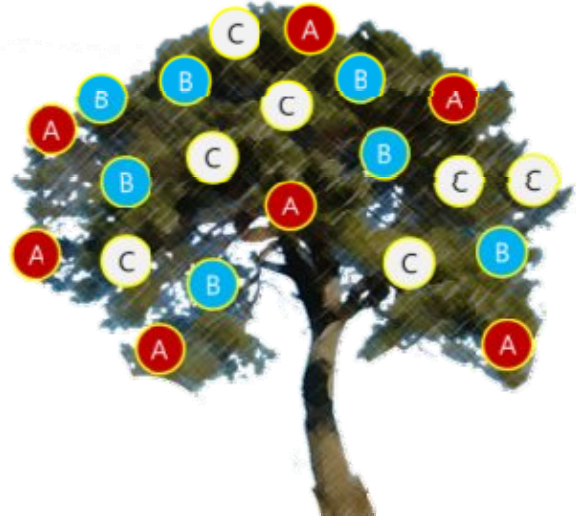


Figure 1. A Sampling for Pine Tree Branches Survey

- (A) Branch with a lot of Pine Pollen
- (B) Branch with a lot of Pine Cones
- (C) Branch with Similar Proportion of Pine Pollen and Pine Cones

일반적으로 사용되는 성분분석방법은 원자 흡광 분광법, 유도결합 플라즈마 방출 분광법, 유도결합 플라즈마 질량 분석법이 있으며, 본 연구에서는 전처리를 한 시료를 마이크로웨이브1)로 분해 한 후 ICP-OES(유도결합플라즈마 방출 분광법) 분석방법을 사용하였다.

성분함량의 분석을 위해 조제한 시료를 미세 분해 완료 후 0.5g 이하의 시료를 Vessl에 취하고 증류수 2ml를 가하였다. 다음으로 유해중금속측정용 질산 6ml를 가한 후 충분히 반응이 끝날 때까지 후드에서 방치하고 25℃에서 170℃까지 서서히 단계적으로 프로그램한 후 시료를 분해하였다. 구체적으로는 25℃에서 80℃까지 5분, 80℃에서 130℃까지 10분, 130℃에서 170℃까지 10분, 170℃에서 15분 간 작동하였다.

Vessl 제거 시 질산 gas가 공기 중에 희석된 것을 확인하고 증류수로 50ml mess up 한 후 시린지필터 0.45μl로 여과한 액을 시료로 하여 ICP-OES 장비를 활용하여 무기원소를 분류하였다. 본 연구의 분석에 사용한 무기원소의 선정은 다량원소인 질소(N), 인산(P), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)과 기타 미량원소인 철(Fe)을 분석하였다. 다른 원소의 체내 함량이 충분하더라도 Fe가 결핍될 경우 엽록소가 생성되지 않으며, 또한 Fe는 엽록소를 만드는 촉매작용을 하는 중요한 성분이므로 분석 항목에 추가하였다.

성분분석에 수집된 자료는 SPSS 25.0 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA분석을 실시하였다. 구체적인 분석내용은 첫째, (A)송화가 많이 생긴 가지, (B)구과가 많이 달린 가지, 그리고 (C)송화와 구과가 비슷하게 달린 가지 내 성분 비교와 둘째, 신초와 작년가지 간 분석된 성분의 상관관계를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 무기원소함량 통계분석

소나무 1년생 신초의 무기원소 성분의 차이를 살펴보기 위해 일원분산분석을 실시한 결과, 신초에서 송화가 많이 생긴 가지, 구과가 많이 달린 가지 그리고 송화와 구과가 비슷하게 열린 가지에 함량된 P, K는 통계적으로 유의미한 차이를 보였

다(F=5,070, p<.05; F=9,939, p<.01).

그러나 소나무 2년생 가지인 전년도 앞에 포함된 6가지 무기원소 성분은 송화와 구과의 생성에 있어 통계적으로 유의미하지 않는 결과를 보이고 있는 것으로 분석되었다.

신초와 작년 잎의 성분별 차이의 분석결과는 P, K, Ca, Fe 항목이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(Table 4, F=27.247, p<.001; F=13.585, p<.01; F=46.559, p<.001; F=30.2, p<.001). 신초와 작년 잎의 성분별 차이는 1년생 신초의 영양소의 상태에 따른 2년생 잎의 영양소의 이동 관계로 볼

Table 2. A Differences in Inorganic Elements of First-Year Leaves

Classification		A(%)	B(%)	C(%)	Classification		A(%)	B(%)	C(%)
N	1	1.5	1.37	1.06	Ca	1	0.19	0.38	0.2
	2	1.7	1.36	1.48		2	0.19	0.18	0.15
	3	1.13	1.23	1.12		3	0.14	0.11	0.17
	4	1.43	1.12	1.32		4	0.14	0.16	0.15
	5	1.3	1.28	1.3		5	0.19	0.15	0.21
Total		7.06	6.36	6.28	Total		0.85	0.98	0.88
Average		1.412	1.272	1.256	Average		0.17	0.196	0.176
Deviation		0.213939	0.102811	0.168167	Deviation		0.027386	0.105972	0.027928
F		1.306			F		.218		
P Value		.307			P Value		.807		
P	1	0.22	0.12	0.2	Mg	1	0.14	0.12	0.1
	2	0.24	0.21	0.2		2	0.15	0.13	0.11
	3	0.24	0.2	0.19		3	0.12	0.11	0.11
	4	0.26	0.2	0.17		4	0.12	0.11	0.13
	5	0.21	0.21	0.19		5	0.12	0.11	0.12
Total		1.17	0.94	0.95	Total		0.65	0.58	0.57
Average		0.234	0.188	0.19	Average		0.13	0.116	0.114
Deviation		0.019494	0.038341	0.012247	Deviation		0.014142	0.008944	0.011402
F		5,070*			F		2,780		
P Value		.025			P Value		.102		
K	1	0.82	0.4	0.72	Fe	1	0.008	0.0222	0.0077
	2	1.08	0.6	0.7		2	0.0069	0.0072	0.0063
	3	1.05	0.83	0.82		3	0.0067	0.0079	0.0067
	4	0.98	0.67	0.69		4	0.0072	0.0081	0.0088
	5	0.82	0.61	0.74		5	0.0084	0.0053	0.0056
Total		4.75	3.11	3.67	Total		0.0372	0.0507	0.0351
Average		0.95	0.622	0.734	Average		0.00744	0.01014	0.00702
Deviation		0.124097	0.154499	0.051769	Deviation		0.00073	0.006832	0.001252
F		9,939**			F		.882		
P Value		.003			P Value		.439		

Legend

(A) Branch with a lot of Pine Pollen

(B) Branch with a lot of Pine Cones

(C) Branch with Similar Proportion of Pine Pollen and Pine Cones

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

수 있다. N의 경우는 1년생 잎과 2년생 잎, 그리고 1, 2년생 잎에 포함된 성분과의 관계성을 살펴본 결과에서 모두 유의미하지 않는 것으로 나타났으며, 이는 질소 영양소가 구과에만 반응하고 수꽃이 열리는 송화에는 무반응[5]하기 때문에 두 데이터의 표준편차가 큰 결과에 기인하는 것으로 보인다.

2. 소나무 1년생과 2년생 잎의 무기원소함량 비교

소나무 1년생과 2년생 잎의 무기원소함량(%) 비교결과 송

화가 많은 1년생 가지의 질소함량(N%)이 구과가 많이 맺히거나 송화와 구과가 비슷한 비율로 열리는 1, 2년생 가지에 비해 높은 것으로 나타났다(Figure 2a). 특히 신초에서 질소성분이 부족할 경우 2년생 잎에서 신초 방향으로 영양소 이동이 이뤄지기 때문에 송화가 많은 신초는 당해 연도에 많은 질소 상태를 보유하고, 구과가 많은 소나무는 작년 가지에 질소함량이 높은 것을 볼 수 있다(Figure 3a). 즉 토양에 많은 질소 성분이 포함되어 있어 노엽에서 신초로 이동이 필요 없는 상태로 판단된다.

Table 3. A Differences in Inorganic Elements of Second-Year Leaves

Classification		A(%)	B(%)	C(%)	Classification		A(%)	B(%)	C(%)
N	1	1.15	1.44	0.93	Ca	1	0.74	0.14	0.67
	2	1.5	1.36	1.55		2	0.2	0.48	0.65
	3	0.84	1.18	1.16		3	0.29	0.47	0.55
	4	1.21	1.22	1.23		4	0.75	0.57	0.51
	5	1.09	1.23	1.13		5	0.7	0.68	0.65
Total		5.79	6.43	6	Total		2.68	2.34	3.03
Average		1.158	1.286	1.2	Average		0.536	0.468	0.606
Deviation		0.237424	0.109453	0.225167	Deviation		0.268198	0.201916	0.071274
F		.536			F		.606		
P Value		.598			P Value		.561		
P	1	0.1	0.21	0.09	Mg	1	0.12	0.11	0.11
	2	0.25	0.11	0.16		2	0.15	0.13	0.16
	3	0.09	0.12	0.12		3	0.09	0.08	0.1
	4	0.12	0.13	0.13		4	0.12	0.11	0.1
	5	0.1	0.09	0.08		5	0.09	0.1	0.07
Total		0.66	0.66	0.58	Total		0.57	0.53	0.54
Average		0.132	0.132	0.116	Average		0.114	0.106	0.108
Deviation		0.066858	0.046043	0.032094	Deviation		0.0251	0.018166	0.032711
F		.168			F		.128		
P Value		.847			P Value		.881		
K	1	0.37	0.66	0.45	Fe	1	0.0244	0.0076	0.026
	2	1.12	0.3	0.43		2	0.0071	0.0143	0.0187
	3	0.51	0.53	0.54		3	0.0265	0.0188	0.0219
	4	0.37	0.37	0.61		4	0.0206	0.0167	0.0248
	5	0.49	0.32	0.62		5	0.0189	0.0145	0.0157
Total		2.86	2.18	2.65	Total		0.0975	0.0719	0.1071
Average		0.572	0.436	0.53	Average		0.0195	0.01438	0.02142
Deviation		0.313241	0.15437	0.088034	Deviation		0.007555	0.00421	0.004265
F		.561			F		2.136		
P Value		.585			P Value		.161		

Legend

- (A) A Branch with a lot of Pine pollen
 - (B) A Branch with a lot of Pine cones
 - (C) A Branch with similar proportion of pine pollen and pine cones
- *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Table 4. A Differences in Inorganic Elements of First-and Second-Year Leaves

Ingredient	Classification	M	SD	F	df	P Value
N	(A)	1.3133	.17158	2.196	29	.150
	(B)	1.2147	.19250			
P	(A)	.2040	.03247	27.247***	29	.000
	(B)	.1267	.04731			
K	(A)	.7687	.17844	13.585**	29	.001
	(B)	.5127	.20130			
Ca	(A)	.1807	.06147	46.559***	29	.000
	(B)	.5367	.19249			
Mg	(A)	.1200000	.01309307	2.234	29	.146
	(B)	.1093333	.02433888			
Fe	(A)	.0082000	.00399786	30.200***	29	.000
	(B)	.0184333	.00600258			

(A) First-Year's Leaf (B) Second-Year's Leaf
*p<.05, **p<.01, ***p<.001

소나무 1년생 잎의 인 함량(P%)은 2년생 잎에 비해 평균적으로 높았고 인 함량이 수꽃 생성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구과가 많은 가지와 송화와 구과가 비슷하게 맺히는 1, 2년생 샘플의 인 함량이 비슷한 통계수치를 보이고 있어 암꽃의 생성에는 영향력이 낮은 것으로 보인다(Figure 2b, 3b).

또한, 송화가 많이 맺히는 소나무 1, 2년생 잎에 포함된 칼륨

함량(K%)이 높은 것으로 나타났으며, 구과가 많은 가지의 칼륨 함량은 송화와 구과가 비슷하게 열리는 샘플에 비해 평균 이하의 수치로 조사되었다. 이는 칼륨 함량이 높으면 수꽃 생성에 영향을 미치는 요인으로 분석되었다.

소나무 2년생 가지에 포함된 칼슘함량(Ca%)이 1년생 신초에 비해 평균적으로 높았고, 1년생 소나무의 성 결정에는 영향력이 낮은 것으로 나타났다(Figure 2d, 3d).

송화가 많은 가지의 1, 2년생 샘플의 마그네슘 함량(Mg%)이 구과가 많거나 송화와 구과가 비슷한 비율로 열리는 다른 가지와 잎에 포함된 마그네슘 비율에 비해 높은 것으로 나타났다(Figure 2e, 3e).

소나무 2년생 가지의 철분 함량(Fe%)은 1년생 신초에 비해 평균적으로 높았다. 2년생 가지에 축적된 철분 함량이 송화가 많은 가지 및 송화와 구과가 비슷하게 맺히는 가지보다 낮았게 나타났다(Figure 3f). 그리고 소나무 1년생 가지에 구과가 많이 열린 잎의 성분분석 결과 철분함량이 비율이 높아진 것을 확인하였고, 이는 철분이 구과 생성에 영향을 미치는 것으로 파악되었다.

질소(N), 인산(P), 칼슘(K), 마그네슘(Mg)은 체내의 노화 기관에서 새롭게 생성되어 기관 내에서 물질의 이동이 잘되는 원소이다. 이와 반대로 칼슘(Ca)과 철분(Fe)은 노화된 기관에서 새로운 기관으로 이동이 안 되는 특성상 전년도 가지에 칼슘과 철분의 함량이 당해 연도보다 높은 것으로 파악되었다(Figure 3d, f).

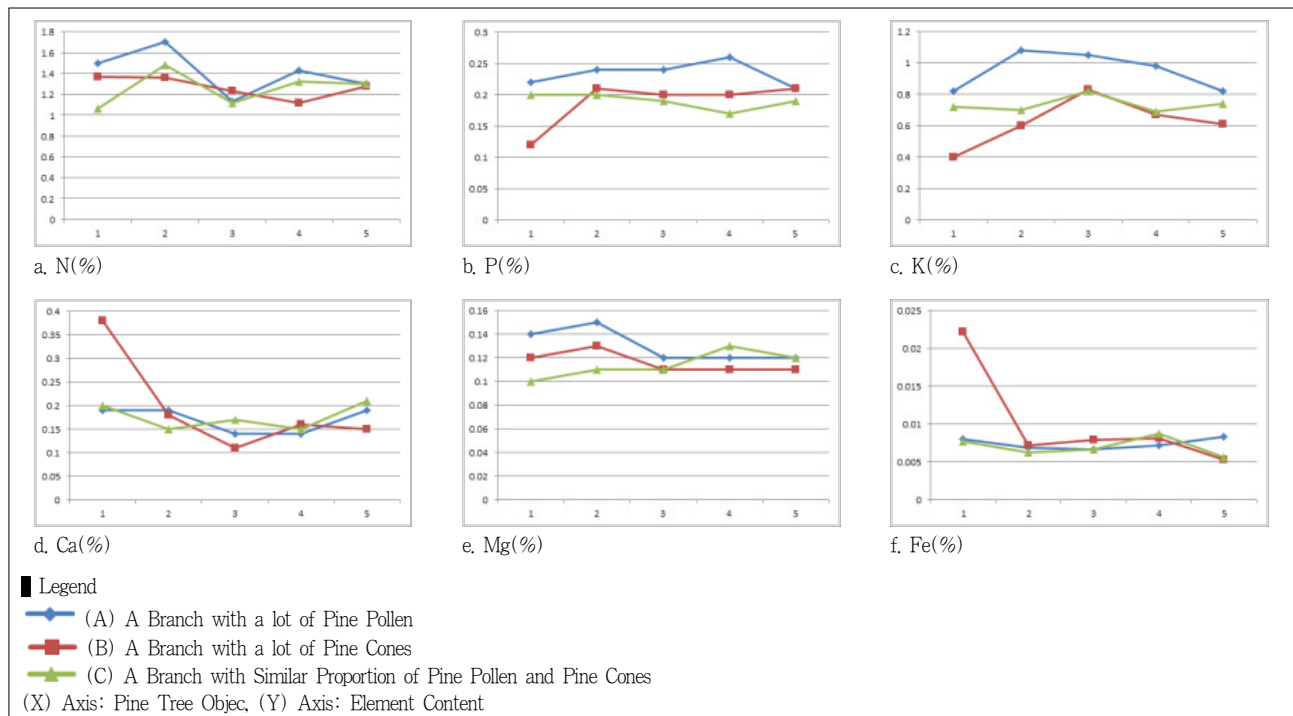


Figure 2. An Inorganic Element Content of Pine Branches and Leaves Grown First-Year

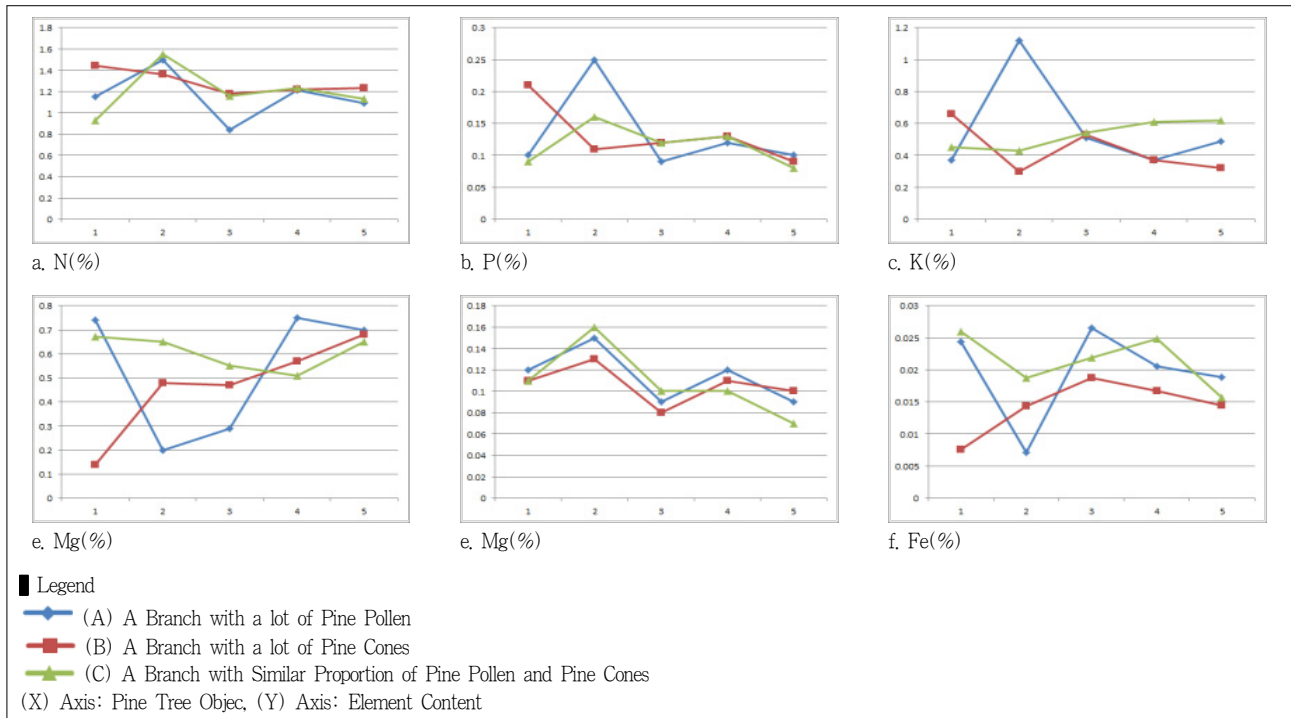


Figure 3. An Inorganic Element Content of Pine Branches and Leaves Grown Second-Year

앞의 분석값을 기준으로 소나무 1년생 잎에 함량된 칼슘과 철분의 비율이 2년생 잎에 비해 월등히 낮은 수치를 보이는 것은 칼슘과 철분이 노기관에서 신초로 이동이 안 되는 수목의 생리적 메카니즘에 기인한 것으로 판단된다. 따라서 구과가 많은 소나무 가지의 1, 2년생의 잎에 포함된 칼슘과 철분의 무기 원소의 함유량은 비슷하나 송화가 많은 소나무는 차이가 많이 나는 것으로 나타났다(Figure 2d, f, 3d, f).

3. 생육환경 · 생리적 특성을 고려한 소나무 식재 계획

옥외공간에서의 식재계획은 수목을 도입하여 자연을 연출하고 미관적으로 주위환경을 가꾸는 장식적인 목적 외에 녹음, 방풍, 방연 등 목적에 따라 기대효과가 다르다.

소나무는 다양한 생육환경 조건에 적응이 가능하고 동서남북 어느 방향에서도 자라지만 일반적으로 북향이나 동향에서 잘 자라며, 토양환경은 모래의 비중이 높은 사양토나 양토의 PH 5.0~5.5인 곳에서 잘 자란다[13]. 특히 소나무는 극양수의 성향을 지니므로 일광조건은 소나무 생장에 영향을 미치는 중요한 환경인자이다.

1980년 이전까지는 낙엽교목이 상록교목에 비해 조경공간에서의 활용비중이 높았으며, 1990년대부터 소나무가 출현하기 시작하여 2000년대에 들어 스트로브스 잣나무를 제외한 가장 높은 비율을 차지한 수종으로 조사되었다[14]. 특히 대형 녹음

수에 포함되는 소나무는 대부분이 아파트단지에 식재되고 있으며 소나무에 대한 국내 조경공간에서의 선호도는 계속해서 유지될 것으로 학계에서는 전망하고 있다.

소나무는 대개 개체군으로 구성되어 발달하므로 조경공간에서 계획할 때 독립수보다는 군락형태를 설계단계에서 적용하고 있으며, 최근 가로수로의 활용도 높아지는 등 도심 내 옥외공간에서 사람과의 접촉빈도가 높아지고 있다.

Rho(2009)는 조경설계측면에서 고려되는 소나무의 선정기준을 전문가를 대상으로 분석한 결과 ‘소나무가 갖는 경관적 가치(81.2%)’ 항목이 다른 항목에 비해 월등히 높은 것으로 조사된 바 있다[14]. 이렇듯 우리나라의 문화 · 경관적 특성과 선호도를 고려하였을 때 아파트 단지 및 공원과 같은 옥외공간에서 소나무를 이용한 식재가 광범위하게 이루어지고 있으며, 송화가루로 인한 옥외공간에서의 불편지도 증가할 수밖에 없다. 일반적으로 4-5월 봄철에 발생하는 송화가루는 다른 수목류에 비해 화분증(pollinosis)을 유발하는 가능성은 낮지만 꽃가루 농도가 전국에서 가장 높아 알레르기 질환과 연결될 수도 있다. 봄철 바람에 의한 수매가 시작되는 시기에는 북서계절풍에서 북동계절풍으로 전환되는 시기로 노란 송화가루가 대기 중에 발생한다. 소나무류가 알레르기에 비교적 안전한 화분성분이라고 생태학적으로 밝혀진 바가 있으나, 모든 화분은 천식과 피부질환 등의 알레르기 증상을 일으킬 소지가 있고 선천적으로 약한 이들에겐 위험이 될 수 있으므로 주의가 요구된다.

소나무는 봄에서 여름 사이에 고정성장 하므로 생장속진을

위한 시비작업은 전년도 늦여름이나 초가을에 진행되지만 소나무의 암꽃과 수꽃의 성 결정을 위한 무기원소 함량조절은 봄철에 이뤄져야 한다. 봄에 사용하는 시비는 소나무가 필요로 하는 가장 중요한 위치로 영양소를 전달하며 가을에서 겨울에 체내에 저장을 하였다가 이듬해 봄에 신초로 전달되기 때문이다. 또한 소나무가 성장하는 봄철에 주기적인 토양검사를 실시하고 무기영양소의 함량을 미리 파악함으로써 송화와 구과의 생성에 관여하는 조정관리계획이 가능할 것으로 생각된다.

IV. 결론

본 연구는 서로 유사한 입지환경에 생육하고 있는 30년 이상 된 소나무 5주의 1년생 신초와 전년도 가지와 잎에 포함된 무기원소 함량분석을 실시하여 성 결정 요인을 파악하였다. 분석 결과를 토대로 소나무의 생육환경과 생리적 특성을 고려한 식재 및 관리계획을 제시하는 것을 목적으로 두었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 구과가 많은 작년도 가지의 잎에서 분석된 질소함량(N%)이 높은 것으로 나타났으며, 전년도 토양의 질소성분은 이듬해 구과의 생성에 영향을 주는 것으로 파악되었다. 이는 전년도 봄에 질소비료를 이용한 시비작업을 통해 다음해 신초에서 생성되는 송화비율의 저감이 가능할 것으로 판단된다.

둘째, 신초의 구과와 송화의 생성에 관계되는 무기원소는 P, K, Ca, Fe로 나타났으나, Ca과 Fe의 전년도 잎의 양분이 1년생 소나무의 성 결정에는 낮은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. Ca과 Fe는 성분특성상 노화된 기관에서 축적된 영양소의 이동이 어려우므로 전년도 가지의 성장세가 줄어드는 가을시기에 양분을 공급하는 것이 이듬해 구과생성에 영향을 미치는 것으로 보인다.

셋째, 소나무는 극양수이며 봄철에 날리는 송화가루는 북동풍이 부는 시기와 관련 있으므로 옥외공간에서의 최적합 식재 위치로 별이 잘 드는 북향이 양호할 것으로 사료된다. 또한 옥외공간에 식재된 송화가루의 저감효과를 위해 봄철에 질소비료와 가을철에 Mg, Fe성분이 포함된 시비작업을 실시하는 것이 소나무의 성 결정 외에 소나무를 조경공간에서 유지하고 관리하기 위한 중요한 부분이라고 할 수 있겠다.

본 연구는 소나무 성 결정의 여러 요인 중에서 무기원소 함량 간의 상관관계를 살펴, 소나무의 생리적 특성을 고려한 식재계획이 옥외공간 구성에 있어 중요사항으로 검토될 필요가

있음을 시사하고자 하였다.

이에 소나무 높이에 따른 호르몬의 생성과 분배, 광합성량, 조직 내 옥신 함량 정도, 가지의 활력도 등 성 결정에 영향을 주는 다른 요인들과의 상관성 비교연구는 추후 과제로 남기고자 한다.

주 1) Microwave를 이용한 시료 전처리시 산을 첨가하여 가압(마이크로파)하에서 온도를 heating시켜 분해하는 방법으로 예비실험을 거쳐 산과 시료를 충분히 반응시킨 후 기기를 작동시킨다.

REFERENCES

- [1] Lee, I. G.(1976). Ecological window. Seoul: Ilinsna
- [2] Yoon, Y. W.(1993). Imageability and Planting of Pinus densiflora as a Traditional Landscape Tree. Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture, 11(2): 33-40
- [3] Kim, M. H.(2019). A Study on Symbolic and Formative Characters of Natural Monument Pinus species. Doctoral thesis of Konkuk University Graduate School.
- [4] Lee, Y. W.(2010). A study on the analysis of planting pinus-densiflora preference in apartment complex. Master thesis of Hanyang University Graduate School.
- [5] Lee, K. J.(2011). Tree physiology. Seoul: Seoul University Press
- [6] Silen, R. R.(1973). Frist-and-Second-season effect on Douglas-fir cone initiation from a single shade period. Can. J. For. Res, 3(1): 528-534.
- [7] Sweet, G. B. and Will, G. M.(1965). Precocious male cone production associated with low nutrient status in clones of Pinus radiata. Nature
- [8] Wareing, P. F.(1958). Reproductive development in Pinus stlvestris. in The Physiology of Forest trees, K. V. Thimann, ed., Ronald Press, N.Y.
- [9] Giertych, M. M. and Forward, D. F.(1966). Growth regulator changes in relation to growth and development of Pinus resinosa. Ait., Can. J. Bot., 44(1): 717-738.
- [10] Pharis, R. P.(1976). Manipulation of flowering in conifers through the use of plant hormones. in Morden Methods in Forest Genetics
- [11] Sarvas, R.(1962). Investigation on the flowering and seed crop of Pinus silvestris. Commun. Inst. For. Fenn., 53(1): 1-198.
- [12] Croker, T. C. Jr. (1973). Longleaf pine cone production in relation to site index, stand age, and stand density. Res. Note SO-156.
- [13] Kim, K. H., Park, H. S. and Lee, S. W.(2006). Illustrated guide to pine tree management. Jeonnam: Korea agricultural information institute.
- [14] Rho, S. G.(2009). A study on the value Preception about Pinus densiflora on Landscape Architecture Design. Master thesis of Kyungpook National University Graduate School.

원 고 접 수 일: 2020년 1월 31일
 심 사 일: 2020년 2월 18일 (1차)
 : 2020년 3월 17일 (2차)
 게 재 확 정 일: 2020년 3월 17일
 3인 익명 심사필, 1인 영문 abstract 교정필