

삼척산불피해지에서 소나무 직파조립묘와 식재조립묘의 Biomass 생산과 성장특성

김동근, 서형민
상주대학교 산림환경자원과

Growth characteristic and biomass production of direct seedling and plant seedling of *Pinus densiflora* in fire damaged forest of Samcheok

Dong-Geun Kim, and Hyoung-Min Suh

Department of Forest Resources and Environment, College of Life Science & Natural
Resources, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea.

1. 서론

소나무(*Pinus densiflora*)는 우리나라의 대표적인 조림수종이며, 척박한 환경조건에서도 잘 적응하는 특징을 가지고 있다. 일반적으로 소나무는 식재조립의 형태로 조림을 행하고 있으나 최근에는 숙련된 노동력 확보 등의 문제로 조립비용이 상승하고 있다. 특히, 산불피해지에 있어서는 녹화가 상당기간 지난 후 이루어지기 때문에 토사 및 양분유실의 피해가 발생한다. 2~5월의 산불 발생 피해를 조기 녹화하여 토사유실의 위험도가 높은 6~7월 장마 피해를 예방할 수 있는 녹화 기술이 필요하다. 이러한 필요에 따라 직파조립의 필요성이 증가하고 있으나 직파조립의 여러 가지 단점을 극복하기 위한 다양한 기술 개발과 소나무의 생육에 관한 기초 자료가 부족하다. 따라서 본 연구를 통해 소나무 직파조립묘와 식재조립묘의 생육과 성장 특성에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시수종

본 실험에 사용한 공시수종은 소나무로서 산림청 산림과학원의 왕산채종원에서 2000년에서 2003년에 생산한 종자를 사용하였으며, 소나무 조립묘는 강원도에서 생산한 2-0묘의 용기묘를 사용하였다.

소나무 종자를 배양토(피트모스, 황토, 지오라이트)와 흡습제, 접착제와 혼합하여 25mm×25mm×10mm 크기의 Pelletized Seed를 제작하여 파종하였으며, 유묘는 ha당 5,000본으로 일반적인 조립방법에 따라 식재하였다.

2.2. 시험지 선정 및 시험구 설치

강원도 삼척시 임원리에 소재한 국유림지역으로서 경도 129°20', 위도 37°3'에 위치하고 있으며, 남, 북사면서 서로 마주보고 있는 지형으로 2000년도에 대규모 산불이 발생한 지역을 시험지로 선정하였다. 시험지는 2000년 산불발생시 소나무 순림으로 상층과 하층이 모두 완전 소개가 된 개활지이다. 평균경사도는 15°~35°이며, 토양은 표토가 대부분 유

실된 상태의 마사질 토양이다. 사면에 따라 일부 지역에서 참나무맹아와 싸리 등이 드물게 출현하고 있으나 토양노출도가 70%이상으로 높게 나타났다.

시험구의 조립묘는 평균 2m 간격으로 남, 북사면에 5,000본씩 식재하였다. 직과조립은 조립묘와 조립묘 사이에 등고선밀식 식생배치 시험구를 설치하여, m²당 9개를 파종하였다. 시험구의 크기는 길이 50m, 폭 2m의 크기로 서로 마주보는 남북사면에 각각, 10개소를 등고선방향으로 설치하여 계곡부까지 설치하였다.

2.3. 시험결과조사

시험을 실시한 익년부터 유묘와 조립묘의 수고와 근원경을 1년 단위로 조사하였으며, 2005년 6월에 조립묘의 경우 식재 후 3년, 파종묘는 1~3년 유묘를 채집하였다. 채집 후 신초 발생 개수, 길이를 측정하고, 신초부와 기초부를 구별하여 건조하였다. Biomass 측정을 위하여 65°C Dry Oven에서 72시간 건조시켜, 부위별로 측정하였다. 측정된 자료는 SPSS를 이용하여 통계분석 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 기상특성

태백산맥과 동해안에 입지하여 해양성 기후의 특징인 온난다습하며 고산지대의 영향으로 수직적 기온분포를 인접산지에서 볼 수 있고, 지리적으로 영동과 내륙지방간의 기온차이가 약30일 간격으로 나타난다. 해양성으로 온화하며, 과거 12년간 평균기온이 12.5°C 로 영서지방의 다른 지방에 비해 다소 높은 편이다(삼척시청 2004).

기온분포는 하계 8월에 평균 24.1°C, 동계 1월에 평균 0.5°C를 나타내어 여름에는 서늘하고 겨울에는 온난한 기온을 나타내고 있다. 강수량은 연평균 1,284.5mm로 7월과 8월의 강수량이 50%이상 차지하여 하계에 집중하고 있는 편이다(Table. 1).

Table. 1 Climatic condition of Samcheok.

Years	Average temperature. (°C)	Maximum. Temperature. (°C)	Minimum. Temperature. (°C)	precipitation (mm)	Clear day (days)
2004	11.7	32.5	-12.7	2,084	98
2003					
2002	11.8	34.4	-9.5	2,083	100
2001	12.6	35.2	-14.0	1,092	89
2000	12.5	35.1	-9.8	1,175	100
1999	12.9	32.5	-9.3	1,590	123
1998	13.4	33.3	-12.5	1,448	99
1997	12.6	34.2	-10.2	961	128

3.2. 수고생장

소나무는 대표적인 고정생장 수종으로서 전년도의 수고와 당년도 수고 변화만으로 소나무가 현지 환경에 어느 정도 적응하여 성장하고 있는지를 알 수 있다.

소나무 식재묘는 현지에서 3년간의 적응을 통해 안정적으로 생육하고 있으나 당년에 약 11.3 cm 정도 자란 것으로 나타났다. 파종조립을 한 소나무의 경우 2년생에서 약 3.2cm, 3년생에서 12.7cm 정도 자란 것으로 나타났다(Fig. 1).

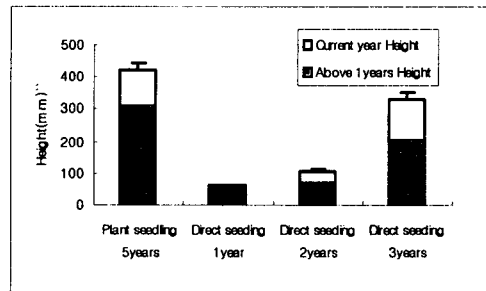


Fig. 1. Height growth comparison of direct seeding and Plant seedling. Bar indicate standard error.

이는 식재묘에 비하여 파종묘가 수고의 증가가 더욱 빠른 속도로 이루어지고 있으며, 1~2년 내에 파종묘가 식재묘와 같은 수고에 도달 할 것으로 판단된다.

3.3. 성장특성

식재한 소나무와 파종한 소나무간의 성장특성의 차이는 시험구간의 수령의 차이로 단순비교는 어렵지만, 성장특성에 따른 경향을 통하여 비교할 수 있다(Table 2). 식재된 소나무는 묘포장에서 생육하여 초기 성장량은 높으나, 당년의 생육에 있어서는 파종묘 3년생과 비슷한 경향을 나타내고 있다. 식재된 소나무는 수고 40cm이며, 이중 당년지 평균 길이는 11.36cm이고, 식재묘의 경우 수고 34cm, 당년지 평균 길이 12.39cm로서 수고는 식재묘가 조금 크지만, 당년지의 길이는 3년생 파종묘가 길다는 것을 알 수 있다. 또한 주근의 길이는 식재묘의 경우 32.03cm이고, 3년생 파종묘에서는 27.87cm로 식재묘가 조금 길지만, 측근의 길이에 있어서는 식재묘에서 18.86cm, 3년생 파종묘에서 19.23cm로 3년생 파종묘가 더욱 길다는 것을 알 수 있다. 이는 5년생인 식재묘와 3년생인 파종묘 사이의 수고, 주근 등이 길이에 있어 큰 차이가 없고, 앞으로 수고 성장 등에서는 점차적으로 식재묘보다 파종묘가 앞서 갈 것으로 판단된다. 또한 당년지의 수에 있어서는 식재묘는 56개로, 당년지의 수가 많으나, 3년생 파종묘는 18개로 비교적 적게 나타났다. 이는 식재묘는 주간에 측지가 많은 형태로 자라고 있지만 파종묘는 수간을 중심으로 수고생장이 빠르다는 것을 알 수 있다. 뿌리의 생장에 있어서는 측근의 수는 식재묘가 많으나 측근의 길이는 파종묘가 길다는 것을 알 수 있다. 1년, 2년, 3년생 간의 성장 변화를 통하여 파

종묘가 4년생에 이르면, 5년생 식재묘와 비슷한 생장을 나타내며, 점차적으로 식재묘보다 파종묘가 생육이 빨라 질 것으로 추측된다.

당년지와 뿌리의 생육에 있어도 5년생 식재묘가 파종묘들 보다 생육이 많다는 것을 알 수 있다(Table 3). 그러나 파종묘에서 당년지의 생육이 1년생에서 0.14g, 2년생에서 1.35g, 3년생에서 10.03g으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이는 4년생에서 약 100g이상의 당년지 생육이 있을 것으로 추측할 수 있다. 이는 5년생 식재묘와 비슷한 정도의 생육으로서 점차적으로 파종묘가 생육량에서도 식재묘를 따라 가고 있는 경향을 추측할 수 있다. 또한 뿌리의 생육에 있어서도 당년지의 생육과 비슷한 경향을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 총 뿌리 무게에 대한 측근의 비율은 식재묘와 파종묘에서 비슷한 경향을 나타내며, 이는 근계의 구조는 척박한 환경에 대해 파종묘, 식재묘 모두가 비슷하게 적응하고 있음을 알 수 있다.

3.4. Biomass 생산 특징

식재묘와 파종묘 간의 Biomass 생산은 식재묘가 초기 생장과 수령의 차이로 더욱 많다는 것을 알 수 있다(Table 4). 그러나 T/R율에서는 5년생 식재묘가 5.8인데 비하여 파종묘는 1년생에서 4.0, 2년생에서 6.7, 3년생에서 9.7로 나타나 파종묘가 2년생에서부터 식재묘에 비하여 T/R율이 높아 지면서 현지의 척박한 환경에 적극적으로 적응하여 지상부 생장에 비하여 지하부 생장이 높아지는 것으로 나타났다. 또한 전체 Biomass에 대한 잎의 Biomass 비율은 식재묘에서 2.1이고 파종묘에서 1.9~2.0으로 식재묘와 파종묘간에 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이는 식재묘와 파종묘 간의 Biomass 생산력에 있어서 차이가 없는 것을 알 수 있다. 줄기 당 잎의 Biomass 비율에 있어서도 5년생 식재묘는 0.79이며, 파종묘 1년생에서 0.65, 2년생에서 0.70, 3년생에서 0.69로 식재묘가 조금 높게 나타났으며, 이는 가지 당 잎의 수가 식재묘가 조금 많다는 것을 타나낸다.

전체적으로 Biomass의 생산에 있어서도 식재묘와 파종묘간의 차이는 시험지내의 식재 후 점진적으로 그 격차가 줄고 있으며, 파종묘의 Biomass 생산에 있어서 점진적으로 그 차이가 줄어들어 파종묘가 약 4~5년생이 되면 식재묘와 파종묘간의 Biomass생산에 있어서도 차이가 없어지고, 점진적으로 파종묘가 식재묘를 앞서 나갈 수 있을 것으로 추측된다.

Table 2. Growth characteristic of length and number of current-year shoot and lateral root of *Pinus densiflora* seedlings.

Treatment	age (year)	Height (mm)	Current year shoot per seedling		lateral root per seedling		Length of fine root (mm)
			Number	Average of Length(mm)	Number	Average of Length(mm)	
Plant seedling	5	400.5±25.7 ¹	56.87±5.7	113.6±23.4	145±61	138.6±42.9	320.3±75.2
	1	60.0±16.5	1±0.7	15.7±1.9	10±4	76.5±9.4	105.4±26.3
	2	168.6±27.3	4.7±1.2	50.6±5.4	27±7	133.7±21.4	123.6±32.7
direct seedling	3	340.0±40.7	18.2±3.8	123.9±10.7	42±12	192.3±18.7	278.7±65.3

1.Means±SE

Table 3. Growth characteristic of current year shoot and root on the dry mass production of *Pinus densiflora* seedlings.

Treatment	age (year)	Dry mass (g)						Lateral roots /Root
		Current year shoot		Root		Lateral roots		
		Leaves	Shoot	Sub-total	Fine roots	Lateral roots	Sub-total	
Plant seedling	5	73.29±5.34 ¹	38.85±3.35	112.14±16.32	17.35±2.45	15.43±2.37	32.78±3.25	0.47
	1	0.09±0.01	0.05±0.01	0.14±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01	0.07±0.01	0.43
	2	0.87±0.05	0.48±0.06	1.35±0.15	0.25±0.02	0.16±0.03	0.41±0.05	0.39
direct seedling	3	6.61±0.74	3.42±0.62	10.03±1.49	1.23±0.27	1.18±0.15	2.41±0.35	0.49

1.Means±SE

Table 4. Growth of height and root collar diameter and the dry mass(g) production of *Pinus densiflora* seedlings.

Treatment	age (year)	Height (mm)	Root collar diameter (mm)	Dry mass(g)							
				Top(T)		Root	Total	T/R	Total/Leaves	Shoot/Leaves	
				Leaves	Shoot						Sub total
Plant seedling	5	400.5±25.7 ¹	18.3±2.7	107.18±12.75	84.74±15.72	191.86±35.48	32.78±3.25	224.58±34.59	5.8	2.1	0.79
	1	60.0±16.5	1.3±0.8	0.17±0.08	0.11±0.24	0.28±0.01	0.07±0.01	0.35±0.02	4.0	2.0	0.65
direct seedling	2	168.6±27.3	2.6±0.7	1.62±0.24	1.14±0.42	2.76±0.02	0.41±0.05	3.17±0.64	6.7	1.9	0.70
	3	340.0±40.7	6.5±2.1	13.87±1.94	9.54±2.47	23.41±0.37	2.41±0.35	25.82±7.49	9.7	1.9	0.69

1. Means±SE

3. 결과 및 고찰

생장의 특성과 Biomass 생산의 특성에 있어서 현재 시점에서 식재묘가 식재되기 전 생육과 수령의 차이로 파종묘에 비하여 전반적으로 높게 나타났으나 식재묘에 비하여 파종묘가 현지환경에 대하여 적극적으로 적응하고 있으며, 점진적으로 생장과 Biomass 생산 모든 면에서 수 년 내에 앞서 나갈 수 있을 것으로 추측된다.

참고문헌

- 농림부, 2001: 조림수종과 산채류 파종립 직파조림기법을 이용한 산화적지 및 임도사면의 조방적 활용에 관한 연구. 농림부
- 동해안 산불피해지 공동조사단, 2000: 동해안 산불지역 정밀조사 보고서(I), (II) 동해안 산불피해지 공동조사단
- 조혜경, 홍성각, 김종진, 2001: 상대광도 차이에 따른 구상나무 유묘의 생장과 물질생산에 관한 연구. 임산에너지 **20(2)**, 58-68
- Kozlowski, T. T., 1997: *Growth Control in Woody Plants*. Academic Press, New York, 641p.
- Smith, K. W., and M. T. Hinckley, 1995: *Ecophysiology of Coniferous Forest*. Academic Press, New York, 338p.
- Smith, K. W., and M. T. Hinckley, 1995: *Resource Physiology of Coniferous - Acquisition, Allocation, and Utilization*. Academic Press, New York, 396p.