

# 리기다소나무, 테다소나무, 리기테다소나무 및 日本전나무의 生長 그리고 植栽地에서의 土壤養料 및 土壤斷面の 比較

李敦求 · 車東鎬

(서울대학교 農業生命科學大學 山林資源學科)

## Growth of *Pinus rigida*, *Pinus taeda*, *Pinus rigida* x *P.taeda* and *Abies firma*, and their Soil Nutrient and Soil Profile

—In the Chusan District of the Seoul National University Research Forests—

Don Koo Lee · Dong Ho Cha

(Dept. of Forest Resources, Coll. of Agric. and Life Sciences, Seoul Nat'l University)

### Summary

This study was conducted in the Chusan Area of Seoul National University Research Forests at Kwangyang, Korea. The objectives were to compare tree growth, soil nutrient distribution and soil profiles at *Pinus rigida*, *Pinus rigida* x *P. taeda*, *Pinus taeda* and *Abies firma* stands.

Soils were collected from each layer. The amounts of total nitrogen, available phosphorous and potassium, and soil conductivity and pH were measured. The results obtained from this study were as follows:

1. The amount of total nitrogen, available phosphorous and potassium decreased from A to B layer.
2. All soils are acidic, and soil pH increased from A to B layer.
3. The annual diameter growth rate of *Pinus taeda* was higher than those of other species.
4. The annual volume growth rate of *Pinus rigida* x *P. taeda* stand was higher than those of other species.

### 緒 論

보속성에 근거하여 임지의 생산성이나 비옥도를 일정 수준으로 유지하는 것은 매우 중요하며 (Edwards 등, 1990), 이를 위하여 임지의 생산성을 파악하는 것이 필요하다.

임지의 생산성을 파악하는 일반적인 척도로는 지위지수가 널리 사용되고 있으며, 지위지수는 임령 20년째의 우세목의 평균수고로 나타내고 있다(산림청, 1981). 그러나, 조림학자들이 실제로 지위지수에 따라 임지의 등급을 구분하는 데에는 여러 문제가 발생하는데(Hagner, 1979), 예로써 동일 토양에서 수종에 따른 수확량의 차이나 혹은 새로 조성된 산림의 생산성과 이전에 존재하던 산림의 생산성의 차이 등의 문제를 들 수 있다. 따라서 Hagner(1979)는 임지 생

산성의 판정이 그곳에서 자라고 있는 수종의 성장량만으로 결정되어서는 않되고 토양의 무기염류나 유기물 함량, 토성과 같은 물리·화학적 성질과 임목생장의 관계에 대한 복합적인 분석에 의하여 이루어져야 한다고 보고한 바 있다.

임목의 생장은 토양 양료와 밀접한 관계가 있기 때문에(Ovington과 Madgwick, 1959; Green과 Grigal, 1980) 토양층의 양료를 분석하여 그 임지에서 임목의 성장을 해석하는 것은 임지의 생산성 파악에 중요한 지표가 될 수 있다.

본 연구는 서울대학교 농업생명과학대학 부속 남부연습림 추산산업소 관할 지역에 있는 4개의 임분에서 우세목의 평균수고를 측정하고 각 임분에서 토양을 층위별로 채취하여 토양의 특성을 조사하였다.

따라서, 본 연구의 목적은 75년생 일본전나무 임분, 34년생 테다소나무 임분, 34년생 리기다소나무 임

분, 30년생 리기테다소나무임분의 토양양료 및 토양 단면의 차이를 비교하는 동시에, 각 수종의 생장을 비교하는데 있다.

## 材料 및 方法

서울대학교 농업생명과학대학 부속 남부연습림(전라남도 광양군 옥룡면 추산리, 북위: 35° 06', 동경: 127° 40')에 있는 6임반의 보소반(1963년 리기테다소나무 식재지), 조소반(1959년 테다소나무 식재지), 더소반(1959년 리기다소나무 식재지), 더소반(1918년 일본전나무 식재지)에서 우세목으로 추정되는 나무를 선정하여 수간석해를 실시하고 직경생장률과 재적생장률을 구하였다.

재적생장률은 Pressler의 식을 이용하여 산출하였으며, 직경생장률은 흉고에서의 최근 5년간 직경생장량으로 다음의 식을 이용하여 계산하였다(김, 1985).

$$\text{직경생장률(\%)} = \frac{1}{5} \times \frac{\text{5년간 생장량}}{\text{부피직경}} \times 100$$

조사 임분아래에 크기 1m×1m, 깊이 1m의 호를 파서 층위별로 토양을 채취하였다. 토양을 풍건한 후 0.5mm체로 거른 후에 시료로 사용하였다. pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 측정하였고 가용성 무기염류도 같은 방법으로 conductivity를 측정하여 추정하였다. 전질소 함량은 micro-kjeldahl법으로 측정하였고, 유효인산 함량은 Spectrophotometer(660nm)를 이용한 비색법으로 측정하였으며, 칼륨 함량은 atomic absorption analyzer를 이용한 비색법으로 측정하였다(Page, 1982). 유기물 함량은 회화로에서 500℃로 24시간 동안 태운 후에 측정하였고 함수율은 토

양을 100℃에서 48시간 건조기에서 건조시켜 계산하였다. 유기탄소량은 유기물 함량 측정시 작열소실량을 1.724로 나누어서 계산하였다(김과 오, 1989).

## 結果 및 考察

조사대상지(그림 1)는 전라남도 광양군 옥룡면 추산리에 소재한 서울대학교 농업생명과학대학 부속 남부연습림 추산사업소에 위치한 인공식재지로서, 조사지의 해발고는 100-200m 정도의 범위에 있었고 경사도는 15° 정도의 경사를 나타내고 있었다. 각 임분의 연령은 리기테다소나무림이 30년, 테다소나무림과 리기다소나무림이 34년, 일본전나무림이 75년 생이었다(표 1). 표 2에는 조사 대상 임분의 지형적 특성을 나타냈다.

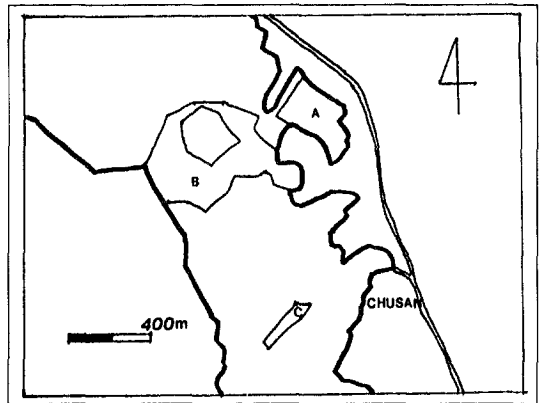


Fig. 1. Location map of Seoul National University Research Forests in Kwangyang, Korea and the experimental sites: A for *Pinus rigida* and *Pinus taeda* stand (Jo sub-compartment), B for *Pinus rigida* x *P. taeda* stand (Bo sub-compartment), and C for *Abies firma* stand (Deo sub-compartment).

Table 1. Experimental sites and planted year

Experimental sites	Planted species	Planted year
Bo sub-compartment in 6th compartment	<i>Pinus rigida</i> x <i>P. taeda</i>	1963
Jo sub-compartment in 6th compartment	<i>Pinus taeda</i> Linn.	1959
Jo sub-compartment in 6th compartment	<i>Pinus rigida</i> Mill.	1959
Deo sub-compartment in 6th compartment	<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.	1918

### 1. 층위별 토양 특성

채취한 토양에서 층위별로 pH를 측정한 결과 pH는 모두 산성이었으며 지표에서 지하부로 내려갈수

록 수치가 증가하여 산도가 감소하였다(표 3). 이는 대부분의 산림 토양이 산성이며, 같은 토양내에서도 임상의 H층이나 A층이 B층이나 C층보다 산도가 낮은 사실과 일치하였다(Pritchett, 1979).

Table 2. Topographical conditions for each of the experimental stands

Experimental Stands	Altitude (m)	Slope (°)	Aspect	Area (ha)
<i>Pinus rigida</i> x <i>P. taeda</i>	100	15	E	0.40
<i>Pinus taeda</i> Linn.	150	20	NE	8.00
<i>Pinus rigida</i> Mill.	100	15	E	0.90
<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.	100	15	S	0.49

전질소는 A층에서 하위층인 B, C층으로 갈수록 그 양이 감소하는 경향이나 일본전나무의 경우에는 A층의 전질소함량이 B층보다 낮았다. 유효인산도 A층에서 C층으로 내려 갈수록 그 양이 감소함을 알 수 있었다. 칼륨도 표토에서 하층으로 내려갈수록 그 양이 감소했다.

C/N 비는 일본전나무 식재지의 A층이 2.35, B층이 1.78로 다른 소나무류 속의 토양에서 보다 높았다. 이것은 일본전나무 식재지 토양의 질소함량은 다른 임분보다 낮으나 유기탄소함량은 다른 임분보다 높게 나타난 까닭이다.

Conductivity는 리기테다소나무 식재지의 A층 토양이 49.3 $\mu$ S/cm로 가장 큰 값을 나타내었다(표 4). 리기테다소나무 식재지의 A층에서 토양 유기물 함량이 21.48%로 가장 많고 토양 산도가 pH 4.54로 조

사 대상 임분중 가장 낮게 나타났는데, 이는 식물이 이용할 수 있는 유기물이나 무기염류의 양이 많은 곳의 pH가 산성(pH 5~6)에 가까와 진다는 보고와 일치하였다(이 와 우, 1989; 이 와 우, 1990).

토양단면의 경우 O층은 평균 2~3cm의 두께를 보였다(그림 2, 3, 4, 5). 이것은 일반적인 산림 토양이 가지는 O층의 두께 10~16cm(초지의 경우는 거의 발견되지 않음)(Brady, 1990)보다 낮은 값이며, 그 이유는 추산 연습림 내에 위치한 조사지역 임분 지표면의 유기물의 분해가 어떤 복합적인 이유로 늦어진 때문으로 생각된다. A층의 두께는 일본전나무 임분이 81cm로 가장 두꺼웠고 나머지 임분에서는 평균 30cm의 두께를 보였다. B층의 두께는 리기테다소나무 식재지에서 65cm이상 이었고 테다소나무 식재지가 55cm, 리기다소나무 식재지가 30cm로 비교적 변이가 컸다.

Table 3. Soil nutrient and pH for each layer

Experimental	Layer	pH	Total-N (%)	Available-P (ppm)	K (ppm)	Carbon (%)	C/N ratio
<i>Pinus taeda</i> stand	A	4.71	0.76	63.66	11.26	0.23	0.31
	B	5.24	0.32	58.01	6.19	0.15	0.47
	C	5.74	0.20	50.75	4.91	0.08	0.40
<i>Pinus rigida</i> x <i>P. taeda</i> stand	A	4.54	0.76	32.24	9.04	0.43	0.56
	B	5.15	0.28	23.36	5.55	0.24	0.86
<i>Pinus rigida</i> stand	A	4.94	0.52	45.92	8.46	0.23	0.45
	B	5.25	0.44	43.26	7.12	0.17	0.39
	C	5.24	0.28	40.02	6.36	0.14	0.49
<i>Abies firma</i> stand	A	5.21	0.16	39.46	9.16	0.38	2.35
	B	5.86	0.24	45.92	8.52	0.43	1.78

Table 4. Other soil characteristics for each soil layer

Experimental sites	Layer	Organic matter (%)	Water content (%)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	Thickness of layer (cm)
<i>Pinus taeda</i> stand	A	10.93	21.44	47.6	30
	B	7.88	20.08	24.6	55
	C	4.82	18.58	15.1	-*
<i>Pinus rigida</i> x <i>P. taeda</i> stand	A	21.48	21.36	49.3	32
	B	16.08	17.55	13.1	>70
<i>Pinus rigida</i> stand	A	12.43	20.45	31.3	26
	B	10.66	18.66	21.9	30
	C	9.19	17.47	23.1	-*
<i>Abies firma</i> stand	A	19.57	19.54	21.3	81
	B	18.05	19.69	9.1	>20

\* no data available

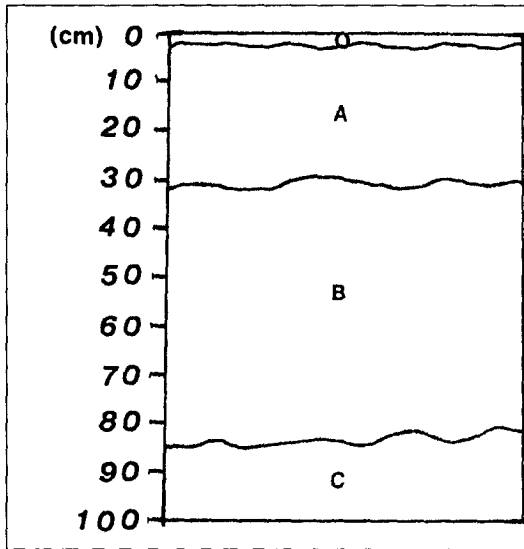


Fig. 2. Soil profile of *Pinus taeda* stand established in 1959 (Jo sub-compartment)

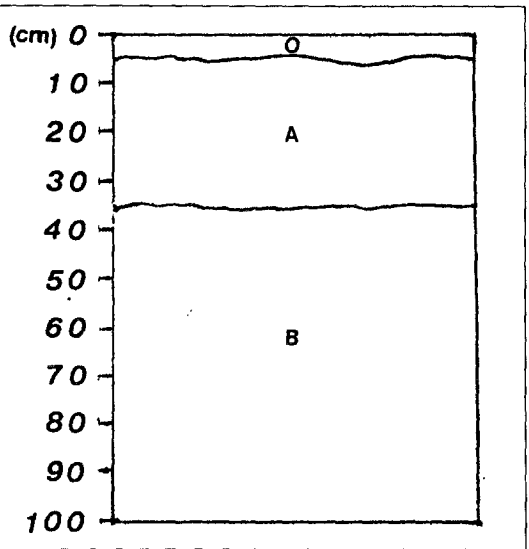


Fig. 3. Soil profile of *Pinus rigida* x *P. taeda* stand established in 1963 (Bo sub-compartment)

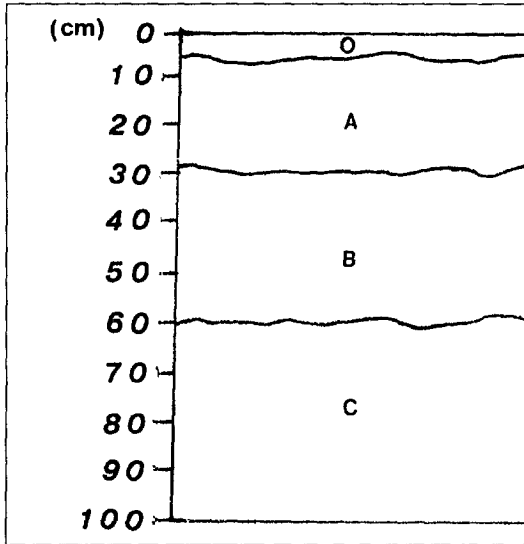


Fig. 4. Soil profile of *Pinus rigida* stand established in 1959 (Jo sub-compartment)

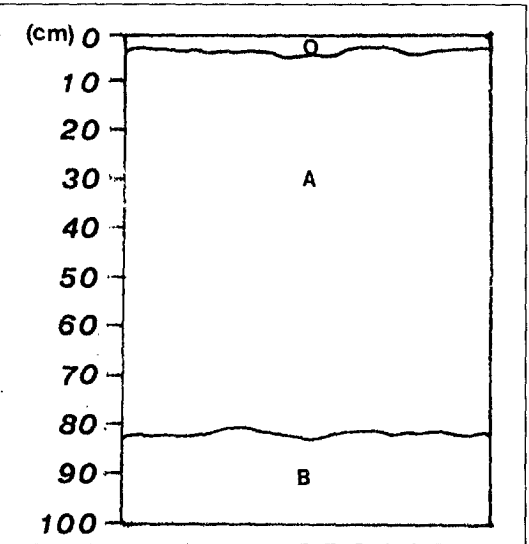


Fig. 5. Soil profile of *Abies firma* stand established in 1918 (Deo sub-compartment)

## 2. 식재지별 생장률

식재지별로 최근 5년간의 연년직경생장률과 재적생장률을 계산한 결과(표 5), 테다소나무와 리기테다소나무의 직경생장률이 4% 정도로 리기다소나무와 일본전나무의 직경생장률보다 높았다. 재적생장률도 직경생장률과 마찬가지로 리기테다소나무(10.43%)와 테다소나무(8.09%)가 높은 수치를 보였으며 리기다소나무는 4.31%로 직경생장률과 마찬가지로 낮

은 재적생장률을 나타냈다. 일본전나무의 경우는 1.73%의 연년직경생장률과 3.94%의 연년재적생장률로 다른 조사대상 임분에 비해 낮은 생장률을 나타냈지만, 일본전나무의 수령이 35세 일때의 재적생장률을 계산한 결과 11.22%의 높은 수치를 보여 같은 연령의 테다소나무나 리기테다소나무 보다 오히려 높은 재적생장률을 보였다. 이것은 일본전나무 식재지의 C/N비가 A층 2.35, B층 1.78로 다른 임분보다 5배 이상 높고 분해된 유기물과 무기염류의 함량이

높은 A층(Brady, 1990)의 두께가 81cm로 리기다소 나무, 테다소나무, 리기테다소나무 식재지에 비해 2 배 이상 두껍기 때문이라고 생각된다.

리기다소나무의 경우는 직경생장률과 재적생장률이 모두 낮게 나타났는데 그 이유는 토양 A층의 칼륨이나 전질소량이 다른 임분보다 적고 A와 B층의 두께의 합이 56cm로 가장 작기 때문이라고 생각된다.

테다소나무의 평균생장량이 연간 0.06265m<sup>3</sup>으로 가장 높게 나타난 것은(표 6) 테다소나무 식재지에서 토양 A층의 유효인산과 칼륨, 무기염류의 양이 많고 테다소나무의 수령이 34년으로 비교적 어리기 때문이라고 생각되며 직경, 재적생장률이나 평균생장량을 계산하여 본 결과 테다소나무가 평양지역에서 잘 자라는 수종임을 알 수 있었다.

Table 5. Annual diameter and volume growth rates, height and DBH for each of the experimental stands

Experimental stands	Rate of annual diameter growth(%)	Rate of annual volume growth(%)	Height (m)	DBH (cm)
<i>Pinus rigida</i> x <i>P. taeda</i>	4.01	10.43	15	20
<i>Pinus taeda</i>	4.19	8.09	20	41
<i>Pinus rigida</i>	1.52	4.31	17	19
<i>Abies firma</i>	1.73	3.94	24	30

Table 6. Volume of dominant tree, annual increment of volume, stand types, tree number and stand age for each of the experimental stands

Experimental stands	Volume of dominant tree(m <sup>3</sup> )	Annual increment of volume(m <sup>3</sup> )	Stand type	Tree number (no./ha)	Age (year)
<i>Pinus rigida</i> x <i>P. taeda</i>	0.2761	0.00721	pure	678	30
<i>Pinus taeda</i>	2.1301	0.06265	pure	256	34
<i>Pinus rigida</i>	0.3250	0.00959	pure	562	34
<i>Abies firma</i>	1.0278	0.01370	pure	889	75

## 結 論

본 연구는 전라남도 평양군 옥룡면 추산리에 소재한 서울대학교 농업생명과학대학 부속 남부연습림 추산 시업소에서 리기다소나무, 테다소나무, 리기테다소나무 및 일본전나무의 직경 및 재적생장률, 그리고 이들이 자라는 임분의 토양양료 및 토양단면을 비교 관찰하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 토양의 전질소, 유효인산, 칼륨, 유기탄소, 유기물함량 등은 A층에서 C층으로 내려 가면서 감소하였다.
2. 토양은 모두 산성이었으며, 산도(pH)는 A층에서 B층으로 갈수록 감소하였다.
3. 직경생장률은 테다소나무가 다른 수종보다 높게 나타났다.
4. 재적생장률은 리기테다소나무가 다른 수종보다 높게 나타났다.

## 인 용 문 헌

- 김갑덕. 1985. 삼림측정학. 향문사. 서울. pp.74-83, 97-105.
- 김희백, 오인혜. 1989. 식물과 토양. 한국식물학회 및 한국생태학회. pp. 113-114.
- 산림청. 1981. 임업기술. 산림청. 서울. pp.579-583.
- 이돈구, 우수영. 1989. 잣나무임분 활엽수임분 개별 후 낙엽송인공조림지에서 토양양료 및 토양단면 비교 -서울대학교 농과대학 부속 남부연습림 답곡보호구에서-. 서울대학교 농과대학 연습림보고 25 : 37-44
- 이돈구, 우수영. 1990. 삼나무, 테다소나무, 곰솔, 일본전나무 임분과 편백-삼나무 혼효임분에서 지위지수, 생장, 토양양료 및 토양단면 비교 -서울대학교 농과대학 부속 남부연습림 추산시업소에서-. 서울대학교 농과대학 연습림보고 26:33-41.
- Brady, N.C. 1990. The Nature and Properties of Soils. 10th ed. 621 pp. Macmillan Publishing Company. New York.
- Edwards, C.A., R. Lal, P. Madden, R. H. Miller and G. House. 1990. Sustainable Agricultural

- Systems. 696pp. Soil and Water Conservation Society, Iowa.
- Green, D.C. and D.F. Grigal. 1980. Nutrient Accumulation in Jack Pine Stands on Deep and Shallow Soils over Bedrock. *Forest Science* 26 (2):325-333.
- Hagner, S. 1979. "Optimum Productivity": A Silviculturist's View. *Forest Plantations - The Shape of the Future* - pae 62-68 in *Proceedings of a Symposium held at Tacoma, Washington*.
- Ovington, J.D. and H.A.I. Madgwick. 1959. Distribution of Organic Matter and Plant Nutrients in a Plantation of Scots Pine. *Forest Science* 5 (4):344-355.
- Page, A.L. (ed). 1982. *Method of Soil Analysis (Part 2)-Chemical and microbiological properties*(2nd ed.). *Agronomy Monograph No.9* 1160 pp. -American Society of Agronomy. Inc., Soil Sci. America I.
- Pritchett, W.L. 1979. *Properties and Management of Forest Soils*. John Wiley & Sons, Inc.