

國內栽植 *Pinus*屬 砂耕에서의 吸收鹽基類와 培地 酸度와의 關係에 대한 研究(I)*¹

—Sodium의 吸收蓄積量과 培地酸도에 대하여—

孫 元 夏*²

Studies on the Relationship Between the Contents of Absorbed Alkaline Elements and Acidity Level in Sand Medium by Some Pine Species (I)*¹

—Different pH levels of Sand Medium and Absorbed Sodium Contents—

Won Ha Son*²

This experiment was conducted to determine the responses of some pine species to acidity of cultured soils, and absorption behavior of alkaline elements and to observe the growth characteristics during afforesting period.

The results were summarized as follows.

1. Total dry weight indicating growth volume was not much influenced by the acidity of cultured soils (pH 4~8) in all of the 4 species studied.

Pinus koraiensis showed more dry weight than any other species, which indicated statistically significant difference.

2. T-R ratio of dry weight was not much affected by the acidity of cultured soils (pH 4~8) and the difference of cultured soils (pH 4~8) and by species. Growth phase also did not show remarkable change through the experiment period.

3. The average sodium content ratio in the plant body had no correlation with cultured soils (pH 4-8), but significant differences were recognized among species statistically.

4. It was found that sodium content ratio was not much influenced by the cultured soils (pH 4~8), even when the tops and roots were separately analyzed. But, very significant difference was found among the species.

Pinus koraiensis especially, showed greater volume growth maintaining low sodium content ratio than any other species, which indicates that *Pinus koraiensis* has unfavorable characteristics for growing on the seaside.

數種의 소나무를 成林시키는 過程에서 培地의 反應과 몇가지 鹽基類의 吸收動態와 그 成長特性을 調査하기 爲하여 Pot 實驗한 結果를 다음과 같이 要約한다.

1. 生長量을 表示하는 乾物總量은 培地酸度(pH 4~8)에는 供試 4個樹種 모두 미치는 影響이 크지 않으며 樹種別로는 잣나무(*Pinus koraiensis*)만이 많은 乾物量을 나타내어 다른 3個樹種에 比較하여 統計的으로 高度의 有意差를 認定할 수가 있었다.

2. 乾物量의 T/R-ratio는 培地酸度(pH4~8), 樹種間에서 다 같이 大差가 없으며 本試驗期間동안의

*¹ Received for publication in Sep. 10, 1977

*² 高麗大學校 農科大學 College of Agriculture, Korea University.

生育相에는 큰變化가 없었다는 것을 알았다.

3. 全植物體內 平均 sodium함유율과 培地 pH(4~8)間에서는 서로 關聯이 없었으며 樹種別로는 相互間에 數值上으로나 統計的으로 높은 有意差를 보였다.

4. 地上 및 根部를 各各 分離한 分析結果에서도 sodium 함유율이 培地 pH(4~8)에는 큰 영향은 없었으나, 樹種間에서는 統計的으로 높은 有意差를 보였고, 特히 잣나무(*Pinus koraiensis*)는 다른 3개 樹種에 比하여 培地酸度 pH(4~8) 범위 內에서 恒時 일정하게 적은 sodium 함유율을 維持하면서도 가장 많은 生長量을 나타내고 있었다는 事實은 本 樹種의 非臨海의 性格을 간 具顯하고 있는 標徵이라고 본다.

緒 言

울창한 森林이 造成됨으로써의 여러가지 効果에 對하여서는 本稿에서 強調 再論할 必要조차 없다. 그러나 各 森林樹種들이 지니고 있는 生理, 生態의 特徵에 對하여서는 一般農作物分野의 研究成果에 比하여 불 相當히 뒤진감이 없지 않으며, 앞으로 더욱 많은 研究가 이루어져 여러 角度에서 檢討하여야 할 課題들이 山積되어 있다고 보아도 過言이 아닐것이다.

筆者는 우선 國內產 主要自生 및 栽植 Pinus屬의 生理生態相의 「本質에 對한」 一部門을 占有하고 있는 培地의 酸도와 生長過程에서 吸收利用되고 있는 몇가지 鹽基類 要素들 間의 關係를 밝히 生理學의 特徵에 符合되는 立地別 樹種의 選擇과 肥培管理上의 問題點들을 改善, 補完하기 爲하여 本試驗을 遂行하였으며 現在까지 간추려진 바를 報告 하고자 한다.

供試材料 및 試驗方法

1. 供試材料

(1) 樹種

- ① *Pinus densiflora*……소나무 (以下 P.d로 標記)
- ② *Pinus Thunbergii*……해송 (// P.t //)
- ③ *Pinus rigida*……리기다소나무(// P.r //)
- ④ *Pinus koraiensis*……잣나무(// P.k //)

〈京畿道 抱川郡 光陵林業試驗場產 三年生苗〉

(2) 培地

漢江砂場의 細砂를 採集하여 섞여 있는 有機物과 其他附着物이 없도록 水道물로써 充分히 세척하는데 留意하였다.

2. 試驗方法

1/2萬 Wagner pot에 세척한 細砂를 채워 各 樹種別로 pot당 6本씩, 生育相이 均等한 苗木을 골라 심었으며 反覆數는 pot別로 3反覆, 亂塊法配置를 하였다. 栽植 試驗期間은 1974年 4月 5日~11月 30日의 約 8個月間

이었다.

(1) 培養液給與

給源은 Knop's solution으로 하였고 3日間隔으로 1ℓ씩 注加하였으며, 別道로 pot中 培土의 乾燥狀態에 따라 水道물을 3ℓ씩 補充 注加하여 주었다.

(2) 酸度調整

規定 pH는 1/5 N-HCl로써 調整하였으며 pot밑으로부터 流出되는 廢液에 對한 pH-checking을 하며 適時給源을(pH) 調整해 주었다(pH4, pH6, pH8의 3 수준)

(3) 調査事項

① 生育調査

生體量과 乾物量으로써 對比測定하였으며 地下部및 地上部를 分離하여 計量하였다.

② 化學分析

原子吸光/熒光分析法에 依據하였다.

Standard solution은 日本 和光의 Atomic-absorption 用 1,000p.p.m solution을 適宜稀釋 使用하였다.

結果 및 考察

1. 培地 酸도와 乾物量

生長總量의 平均値를 간추려 比較한 것이 Table 1. 이며 培地 pH別 總乾物量을 보면 *Pinus densiflora* 와 *P. Thunbergii*, *P. rigida*의 3樹種은 pH 4, 6, 8의 3區 分別로 注目할만한 增加 乃至, 減少하는 傾向을 찾아 볼 수가 없었으며, *P. koraiensis*만은 pH가 높아짐에 따라서 若干의 增體量의 傾向을 보이고 있었으나, Table 1-1.의 分散分析表에서 보는 바와 같이 3區分 pH間에 統計的 有意差는 認定할 수가 없었다.

한편 樹種間에서도 소나무, 해송, 리기다소나무의 3 樹種間에는 大差가 없었으나 잣나무만이 前記 3樹種에 比하여 2~3배에 이르는 乾物量差를 나타내고 있었으며 統計的으로도 高度의 有意差를 認定할 수가 있었다.

2. 培地酸도와 乾物量의 T/R率

T/R율은 地上部 및 根部의 發育相을 比較하는데 極 重要한 指標로 되어있어 本試驗結果에서도 地上部와 根

Table 1. Comparison of cultured bed pH and sample dry-weight (gr)

Species pH-Range	P.d	P.t	P.r	P.k
4	2.2109	2.1604	2.5715	5.5619
6	2.7887	2.3893	2.8534	7.0716
8	2.8684	2.0957	2.1998	7.2488
Σ	7.8684	6.6454	7.6247	19.8823

Tale 1-1. Analysis of variance

Factor	D.f	S.S	M.S	F
Total	11	41.599		
S.S.Pi	3	39.361	13.12	59.078**
S.S.pH	2	0.9055	0.453	2.0387 ^{N.S}
S.S.Er	6	1.3325	0.222	

Species	P.t ^b	P.r ^b	P.d ^b	P.k ^a
Dry-weight	2.2151	2.5415	2.6228	6.6274

Common letter are not significantly different at 1% level in Duncan's multiple range test.

부의 均衡度를 보기 爲해서 T/R율을 比較한것이 Table 2.이며 分散分析結果는 Table 2-2에서 간추려 보았다.

培地 pH別로 보면 소나무와 잣나무는 時日이 經過됨에 따라 下向의 傾向으로 나타나고 있으며 해송과 리기다소나무는 回生의 傾向으로 나타나고 있긴 하나 다 같이 統計的으로 보아 有意性을 認定할 程度는 못 이루고 있으며 樹種別로 보아서도 뚜렷한 增減差를 樹種間에서 發見할 수가 없었다. 따라서 乾物量에서 나타난 T/R율은 培地 pH間에서나 또는 樹種間에서나 다같이

Table 2. Comparison of cultured bed pH and T-Rrate for dry-weight (gr)

Species pH-Range	P.d	P.t	P.r	P.k
4	3.2517	2.1930	2.1249	1.5819
6	1.6413	1.7263	1.3097	1.5735
8	1.2725	1.9714	1.9547	1.4224

Table 2-2. Analysis of variance

Factor	D.f	S.S	M.S	F
Total	11	3.1822		
S.S.Pi	3	0.4845	0.1615	0.667 ^{N.S}
S.S.pH	2	1.2462	0.6231	2.576 ^{N.S}
S.S.Er	6	1.4515	0.2419	

統計的으로 有意性을 認定할 수가 없었다.

그러므로 地上 및 根部의 生育相이 本試驗期間동안에는 큰 變化를 볼 수가 없었다고 判斷하여도 無妨할 것이다.

3. 培地酸도와 全植物體內 平均 Sodium 含有率

一般的으로 Sodium은 動物體에서는 매우 많이 要求되는 要素이나 植物體에서는 動物體만큼은 要求되지 않고 있으며 미량成分으로써 含有되어 있기 마련이다. 그러나 Sodium代身 Potassium를 多量成分으로써 吸收利用하고 있다는 事實이 一般動物界와 가장 큰 差異點이라고 할 수가 있겠다.

本試驗에서는 培地酸度라는 觀點에서 본래 Sodium은 極 重要한 factor로 擡頭되어 體內 有機酸類와의 對立 因子로써 栽培環境과의 差因으로 作用되고 있음을 立證하는 것으로써 보여지므로 樹種別로 全植物體의 平均 Sodium含有率을 分析比較할 것이 Table 3.이며 이 結果를 統計的으로 處理한 것이 Table 3-3.이다.

첫째. pH別로 各 樹種의 Sodium含有率을 比較하여 보면 pH 4의 強酸性 培地에서 發育된 것과 pH 6, pH 8과 같이 培地pH가 달라지더라도 큰 差異가 나타나지 않고 있음은 培地pH의 如何가 Sodium의 吸收蓄積에 큰 作因의 役割을 하지 못하고 있다는 事實로 짐작할 수가 있었으며 統計的으로도 有意差가 없었다.

둘째. 樹種間에는 培地pH에 관계없이 잣나무는 다른 3種(소나무, 해송, 리기다소나무)에 比해서 約 1/3

Table 3. Comparison of cultured bed pH and sodium contents of whole in different species(p.p.m)

Species pH-Range	P.d	P.t	P.r	P.k
4	234.7	158.8	152.4	55.0
6	132.2	167.2	112.3	51.4
8	136.7	154.6	152.4	57.4

Table 3-3. Analysis of variance

Factor	D.f	S.S	M.S	F
Total	11	3.5257		
S.S.Pi	3	2.4335	0.8112	5.8025*
S.S.pH	2	0.5232	0.2616	1.8712 ^{N.S}
S.S.Er	6	0.8390	0.1398	

Species	P.d ^a	P.t ^a	P.r ^a	P.k ^b
Contents	167.9	160.2	139.0	54.6

Common letter are not significantly different at 5% level in Duncan's multiple range test.

정도의 Sodium만이 吸收蓄積되어 있었으며 統計적으로도 高度의 有意性을 나타내고 있어 頗 異彩로왔다. 이러한 事實들은 Sodium의 各種可溶性 化合物類가 적은 奧地, 出間地帶에서의 生育이 適合한 生態相을 지니고 있다고 보아지며 韓國土產의 잣나무栽植 適地의 判定 乃至, 選定過程에서 크게 參考가 될 수 있는 事項으로써 앞으로 잣나무의 栽植管理面에 興味로운 問題를 提起하고 있다고 보아진다.

4. 培地酸도와 地上部位 Sodium含有率

前項에서는 植物體全體에 對한 Sodium함유율이 培地의 pH와는 關係없이 큰 變化相을 볼 수가 없었으나 樹種間에는 함유율差가 있었던 것을 전체로 할 때 果然 地上部 Sodium의 함유율과 根部의 함유율 間에 어떠한 關係가 있는가를 알아 볼 必要性이 생긴다. Table 4에서 培地pH의 變化에 따르는 含有物總移를 보면 海송과 잣나무가 약간 增加性 傾向을 나타내고 있으며 소나무와 리기다소나무는 거의 함유율의 변화가 없는 것으로 나타내고 있다. 그런데 分散分析表와 Table 4-4를 보면 統計적으로 有意差를 認定할 수가 없으므로 斷案을 내리기는 어려우나 우선은 pH 4~8사이에서는 함유율差를 가져왔다고 할 수가 없겠다. 한편 培地酸도에 關係없이 樹種相互間의 Sodium 함유율을 보면 상당한 差가 있다는 것을 Table 4에서 개괄적으로 알 수 있다. 즉 數值上으로 보아도 海송과 소나무는 同類의이었으며 리기다소나무는 이들 두 樹種보다는 상당한 含有

差가 있었고 잣나무만 唯獨 함유율이 最下位에 있었다.

그 分散分析結果 Table 4-4에서도 역시 樹種相互間의 Sodium함유율에서는 高度有意差를 認定할 수 있었다. 따라서 吸收, 蓄積 Pattern을 볼 때 海송과 소나무를 同一群으로 할 수가 있겠다. 여기에서 注目할 點은 Table 3에서 이미 言及한바 있듯이 Sodium함유율이 가장 적은 잣나무는 地上部에서도 全 植物體에서와 같이 가장 적은 含有比를 나타내며 非臨海의 奧地型이라고 볼 수가 있었고, 리기다소나무는 가장 높은 含有比로써 比較的 廣域의 性格을 지니고 있는 듯한 暗示를 주고 있었다.

5. 培地酸도와 根部 Sodium含有率

全植物體와 地上部位 Sodium함유율에서는 다같이 잣나무만이 例外的으로 低水準으로 維持되고 있었으나 根部에서의 樣相도 아울러 살펴봄으로써 더욱 正確한 實相을 把握할 수가 있을 것으로 생각된다.

Table 5에서 pH別로 보면 海송과 잣나무는 함유율에 있어서 別 變化相을 볼 수가 없었고, 소나무와 리기다소나무는 低水準 pH域과, 高水準 pH域에서 약간 높은 함유율을 보이고 있기는 하지만 亦是 大差는 없었고, Table 5-5의 統計分析表에서도 이들 相互間에 有意差는 認定되지 않았다.

한편, 樹種間에서는 리기다소나무, 소나무, 海송이 150~250p.p.m臺라는 含有率値를 나타내고 있었으며, 서로가 恰似한 類型에 들어 있다는 것은 짐작할 수가

Table 4. Comparison of cultured bed pH and sodium contents of upper part in different species (p.p.m)

Species	P.d	P.t	P.r	P.k
pH-Range 4	71.4	45.6	126.6	19.4
6	71.9	62.1	131.5	31.1
8	75.2	101.3	126.6	33.1

Table 5. Comparison of cultured bed pH and sodium contents (p.p.m) of root part in different species (p.p.m)

Species	P.d	P.t	P.r	P.k
pH-Range 4	398.08	271.95	178.18	90.75
6	185.17	272.28	93.08	71.69
8	198.13	207.89	190.77	81.67

Table 4-4. Analysis of variance

Factor	D.f	S.S	M.S	F
Total	11	1.6703		
S.S.Pi	3	1.5250	0.5083	39.076**
S.S.pH	2	0.0673	0.0336	2.585 ^{N.S}
S.S.Er.	6	0.0780	0.0130	

Species	P.k ^a	P.t ^b	P.d ^b	P.r ^d
Contents	20.9	52.3	56.4	96.2

Common letter are not significantly at 5% level in Duncan's multiple range test.

Table 5-5. Analysis of variance

Factor	D.f	S.S	M.S	F
Total	11	10.219		
S.S.Pi	3	6.51	2.17	5.71*
S.S.pH	2	1.429	0.714	2.38 ^{N.S}
S.S.Er.	6	2.28	0.38	

Species	P.k ^a	P.r ^{a,b}	P.t ^b	P.d ^b
Contents	81.37	154.01	250.71	260.41

Common letter are not significantly different at 1% level in Duncan's multiple range test.

있었으나 亦是 잣나무만이 3樹種보다 1/2~1/3정도 밖에 含有되어 있지 못하는 獨特한 Sodium含有相을 보이고 있으며 統計적으로도 有意성이 認定 되었다. 以上을 綜合하여 보면, 잣나무가 다른 3樹種에 比하여 小 Sodium性 生理相을 나타내고 있어 潮氣없는 山間奧地性 生態型을 지니고 있다고 推定하여도 큰 蹉誤가 아닐 것으로 보아진다.

參 考 文 獻

1. 青木正則, 石川春彦. スギ品種の耐塩性の差異. に
づて. 日林誌, 53(4) 108~112 (1971).
2. 朝日正美. 樹林植生と 土壤との相互關係(Ⅱ) 樹木
の成分吸收と 環境との關係 ibid, 44, 225~230
(1962).
3. Bartlett, R.J. Measurement of cation and anion
exchange capacity of root using NaCl exchange.
Soil Sci, 98(6) 356~361 (1964).
4. Hofstra, G. and R. Hall. Injury on road side
trees; Leaf injury on pine and white cedar in
relation to foliar levels of sodium and chloride.
Canad. Jour. Bot, 49, 613~622 (1971).
5. Holmes, F. W. Salt injury to trees, Phytopatholgy,
51, 712~718 (1961).
6. Lavender, D. P. and R. L. Carmichael. Effects of
three variables on mineral concentration in
Douglas-fir needles. Forest Sci. 12, 441~446(1966).
7. Leyton, L. The growth and mineral nutrition of
tree species in relation to site factors Trans VII,
Int. Congr. Soil, Sci. 33, 419~427 (1960).
8. Madgwick, A. H. Variation in chemical com-
position of red pine leaves. A composition of red
pine leves. A composition of well-grown and poor-
grow trees. Forestry, 37, 87~94 (1964).
9. Orman, H. R. and G. M. Will. The nutrient
content of pinus radiata trees, New Zeal. J. Sci.
3, 510~522 (1960)
10. Ovington, J.D. The composition of tree leaves,
Forestry, 29, 22~28 (1955).
11. 芝本武夫. スギ, セノキ, アカマツ 苗木の 養分
要求度に關する研究. 林試研報, 31, 1~21(1933).
12. 孫元夏. 樹苗의 鹽害에 관한 研究. NaCl濃度를 달
리한 砂耕에서의 몇 樹苗에 미치는 영향. 韓林誌,
8, 3~10 (1968).
13. 塘隆男, 原田洗, 及川伸夫. 林木の養分含有量に關
する研究Ⅲ. 年齡別に見たマカマツの 養分含有量
について 日. 林. 講, 69, 182~184 (1959).
14. Vecellis, E. Annual variations in Na and Ca in
leaves of evergreen plants. G. bot. ital. 71, 603~
605 (1964).
15. Wall, R. F. and E. L. Hartman. Sand culture
studies of various concentration of added salts
upon the composition of tomato plants. proc.
Amer Soci Hort, Sci, 40, 461~466 (1942).
16. Wells, C. G. and L. J. Metz. Variation in nut-
rient content of loblolly pine needles with season,
age, soil and position on the crown Soil. Sci, Soi,
Amer. Proc. 27, 90~93 (1963).
17. Westing, A. H. Plants and salt in the roadside
environment. Phytopathology, 59, 1174~1181 (19
69).
18. White, J.D., L. T. Alexander and E.W. Clark.
Fluctuation in the inorganic constituents of
innerbark of loblolly pine with season and soil
series, Can. J. Bot, 50, 1287~1293 (1972).
19. Will. G.M. Variation in the minaral content of
Radiata pine needles with age and position in
tree crown, New Zeal. J. Sci. Tech. 38, 399~
706 (1957).