

樹種間의 耐鹽力特性에 關한 研究(III)¹

—몇 樹種에 對한 鹽分處理가 葉의 生理的 反應에 미치는 影響—

崔 文 吉²

Characteristics of Salt Tolerance in Woody Species (III)¹

—Effects of Salt Treatment on Physiological Responses in
the Leaves of Several Tree Species—

Moon Gil Choi²

要 約

本研究는 우리나라의 중요한 몇植栽樹種을 對象으로 鹽分에 의한 樹木의 被害 경로를 究明하기 위하여 樹木에 鹽分處理를 하고 樹體內에 鹽분이 吸收되었을 때 일어나는 葉의 生理的反應을 研究한 것으로서 그結果는 다음과 같다.

1. 鹽分處理葉의 water potential 變化에 있어서 鹽分處理 10時間內에는 處理間에 뚜렷한 차리를 보이지 않았으나 處理後 日數가 經過함에 따라, 그리고 鹽分濃度가 높아짐에 따라 water potential이 높게 나타났다.
2. 耐鹽力이 약한 樹種일 수록 鹽分處理후에 脱水가 심하여 葉의 water potential은 높았졌다.
3. P-V 曲線에 의한 水分特性因子는 鹽分處理에 의하여 π_o , π_p 는 높아지고 V_p/V_o , Emax가 낮아지는 傾向을 보였다.
4. 鹽分處理濃度가 높아질수록 葉의 光合成能力은 현저하게 減少하였고 耐鹽力이 약한 樹種일수록 光合成의 減少는 더 빨랐다.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the physiological response to salt treatments in the leaves of several tree species.

The results obtained were as follows :

1. The water potential of tree leaves damaged with various salt concentrations did not change nearly for 10 hours after treatment. As time elapsed after treatment, however, the higher salt concentration in soils, the higher leaf water potential was observed.
2. Leaf water potential of species intolerant to salt was higher than tolerant species due to the severe dehydration from cells.
3. According to the water relation parameters obtained from P-V curves, the values of π_o and π_p in the damaged leaves were higher, but those of V_p/V_o and Emax were lower than those of the intact

¹ 接受 8月 4日 Received on August 4, 1988

² 江原道 林業試驗場 Gangwon-do Forest Experiment Station, Chuncheon, Korea

leaves.

4. The photosynthesis rate of tree leaves decreased remarkably with increasing the salt concentrations in soils, and it decreased faster for species intolerant cintolerant to salt.

Key words : salt tolerance ; leaf water potential ; photosynthesis rate.

緒論

海岸地域이나 干拓地 等 바다에 隣接된 곳에 樹木을 植栽하면 土壤內에 含有되어 있는 鹽分이나 潮風으로 因하여 飛散되는 飛鹽에 의하여 鹽害를 받게 되므로 이러한 곳의 綠化 또는 景觀造成을 위하여 耐鹽性 樹種의 植栽가 要求된다.

外國에서는 樹木의 耐鹽性에 관한 多樣한 研究가 進行되고 있으며 日本에서는 곰솔과 소나무에 대한 研究가 집중적으로 행해지고 있다.^{1,6,18,20,32,33)} 우리나라에서는 최근에 干拓事業이 시작되면서 干拓地 活用을 위하여 일반 農作物에 대한 耐鹽性研究가 活潑하게 遂行되고 있다.^{9,11,17,19,21)} 그러나 樹木의 耐鹽性에 關한 研究는 매우 적은 실정으로서 海岸植物의 生態學的研究^{22,23,24)}와 植物群落에 關한 研究^{7,8)}等 극히 제한된 분야뿐이다.

鹽分이 樹體內에 吸收되었을 때 나타나는 樹木의 鹽分被害 發生 經路를 植物 生理學的 측면에서 解釋하고자 하는 研究가 行해지고 있는데 Levitt²⁵⁾, Pezeshki 等¹⁷⁾, Robinson 等²⁸⁾, Seeman 等²⁹⁾은 鹽분이 樹體內에 吸收되면 stomatal conductance가 減少하고 잎의水分 포텐셜이 높아진다는 研究結果를 報告하였으며 Ball 等^{2,3)}, Downton 等¹⁰⁾, Longstreh 等²⁶⁾은 樹體內의 鹽分濃度에 따라 植物葉의 光合成能力이 低下된다고 發表하였다.

本 研究는 樹種間의 耐鹽力 特性을 밝히고자 實시하였다. 우리나라의 重要한 몇 植栽樹種을 對象으로 鹽分에 의한 樹木의 被害 經路를 究明하기 위하여 樹體內에 鹽분이 吸收되었을 때 일어나는 葉의 生細胞群의 生理的 反應, 즉 water poten-

Table 1. Irrigation of salt water in soils.

Expectant salt concentration after treatment (%)	Irrigation of salt water		Real salt concentration after treatment (%)
	Quantity for 1m ² (L)	Concentration of salt water (%)	
0.0	10	0.0	0.0
0.4	10	11.6	0.47
1.0	10	35.1	0.99

tial의 變化와 光合成速度의 變化를 調査하였다.

材料 및 方法

1. water potential (ψ_L) 測定

1984年에 江原道 林業試驗場 團地(春川市 司農洞)에서 養苗한 잣나무(*Pinus koraiensis*), 소나무(*Pinus densiflora*), 일본잎갈나무(*Larix leptolepis*), 자작나무(*Betula platyphylla* var. *japonica*)의 1-0苗를 1985년 4월 13일에 같은 團地內에 移植한 후同年 8月 6日에 食鹽을 地下水에 녹여서 表1과 같이 灌鹽水 處理를 하여 土壤 鹽分濃度를 調節하였다.

灌鹽水時에는 供試苗의 地下部가 鹽水에 침침문지 않도록 하였으며 灌水후에는 비닐터널을 設置하여 降雨時에 빗물이 團地에 流入되지 않도록 하였다.

ψ_L 測定은 pressure-chamber法^{5,12,13,30)}에 의하였으며 pressure-chamber (日本 大起社 製品)를 團地에 設置하고 ψ_L 의 日變化 (處理 후 10時間)와 ψ_L 의 日日變化 (處理 후 7일간)를 測定하였다. 測定 때마다 3회 반복 측정하여 平均值를 사용하였고 照度의 變化를 照度計(TOPCON, SPI-71)로 測定하였다. 또한 鹽分 處理후 葉生細胞群의水分特性을 알기 위하여 葉에 可視的 被害 痘狀이 發生하는 즉시 ψ_L 를 測定하고 P-V 曲線法^{12,16,31)}에 의거하여 樹種別水分特性因子를 求했다.

2. 葉의 光合成 能力 測定

1987年 4月에 砂壤土로 채운 plastic pot(20×20×30cm)에 곰솔, 소나무, 일본잎갈나무, 자작

Table 2. Application of salt in the soil of plastic pot.

Expectant salt concentration after treatment (%)	Volume of salt (g/pot)	Salt treatment Concentration of salt solution (%)	Real salt concentration after treatment (%)
0.0	0.0	0.0	0.0
0.2	20.8	5.5	0.19
0.4	41.6	11.6	0.49
0.6	62.4	18.5	0.59
0.8	83.2	26.3	0.85
1.0	104.0	35.1	0.98

나무, 회양목, 틀메나무의 1-0 苗 2本씩을 移植하여 露地에서 관리하면서 2일마다 灌水(400ml/pot)하였다. 同年 9月 测定 3日前에 溫室로 옮겼다가 测定 1日前에 다시 實驗室로 옮겼으며 pot에 심겨진 2本의 苗木中 健實한 1本을 擇하여 일어 달린채로 아크릴 同化箱($8\times13\times15\text{cm}$)에 넣고 먼저 無處理 때의 光合成速度 및 暗呼吸速度를 测定한 다음 表2와 같이 鹽分處理를 하고 經時的變化를 계속 测定하였다.

이때 同化箱內의 溫度는 water circulator (Yamato, CTE-22W)로 $25\pm0.5^\circ\text{C}$ 가 되도록 하였으며 葉의 溫度는 thermocouple을 사용하여 自動記錄하면서 测定하였다. 同化箱內에는 $4\ell/\text{min}$ 의 空氣를 供給하고 箱內에 fan을 부착하여 1m/sec 의 速度로 空氣를 混合해 주었으며 CO_2 濃度는 外線 CO_2 가스分析機(ADC-225, MK₃)로 测定하였다. 照度는 모든 樹種이 光飽和點에 達할 수 있는 40klux 로 일정하게 유지하였고 이때의 光度는 照度計로 测定하였다.

試料는 测定이 끝나는 대로 곧 잘라서 80°C 의 烘조기에서 24시간 乾燥시켜서 乾重量을 测定하였다.

結果 및 考察

1. water potential (ψ_t)

(1) ψ_t 의 日變化

일반적으로 樹木의 leaf water potential (ψ_t)은 氣象 및 土壤條件에 따라 变하며 또한 樹種에 따라서도 차이를 보이므로 樹種間의水分關係를 알기 위해 같은 環境條件에서 比較되어야 한다. 따라서 본 研究는 같은 環境條件에서 濃度別 鹽分處理에 의한 樹種間의水分關係를 比較한 것이다. 鹽分

處理후의 樹種別, 土壤鹽分濃度別(0.0%, 0.4%, 1.0%) ψ_t 과 光度의 經時的變化를 그림1에 나타냈다.

잣나무 ψ_t 의 日變化는 鹽分處理에 關係없이 모두 光度의 增加에 따라 서서히 上昇하고 서서히 減少하는 傾向을 보였는데 이것은 대부분의 樹種에서 共通의 現象이었다.

특히 鹽分濃度에 따른 뚜렷한 ψ_t 變化의 차이가 없었으며 최대의 水分缺差는 모두 光度가 가장 높았던 12~13時보다 1~2時間 늦게 -14~-15 bar로 나타났는데 이는 韓·全^[14]이 조사한 잣나무葉의 ψ_t 의 日變化는 光度에 따라 變하며 최대의 水分缺差는 -15~-18 bar로 光度의 減少가 시작된 후 약 2時間 늦게 增加한다고 한 結果와 같았다. 잣나무는 鹽分處理 후 10時間이내에는 ψ_t 의 뚜렷한變化는 없었다.

소나무는 잣나무와는 달리 鹽分處理 후 6시간이 경과한 15시경에 0.4%와 1.0% 区의 水分缺差가 比較區보다 커으며 日沒時인 19시경에는 比較區는 ψ_t 값이 회복되어 -2.8 bar를 나타냈으나 鹽分處理區에서는 比較區보다 낮은 약 -6.5 bar를 나타냈다. 소나무는 鹽分處理 6시간 경과후 ψ_t 의 變化가 있음을 보여주었는데 이것은 鹽分에 의한 脫水로 原形質分離가 일어나 ψ_t 값이 높아진 것으로 생각된다.

이와 같은 結果는 Pezeshki 等^[27]이 發表한 黑은 물푸레나무(*Fraxinus pensylvanica*) ψ_t 의 日變化와 비슷하였다.

일본잎갈나무는 잣나무와 소나무와는 다른 傾向을 보였다. 즉 比較區에서는 최대水分缺差가 17시경에 약 -14.5 bar를 나타냈으며 그후 빠른 회복을 보여 日沒時인 19時頃에는 -4.6 bar이 되었는데 鹽分處理區에서는 ψ_t 의 光度의 變化에 따

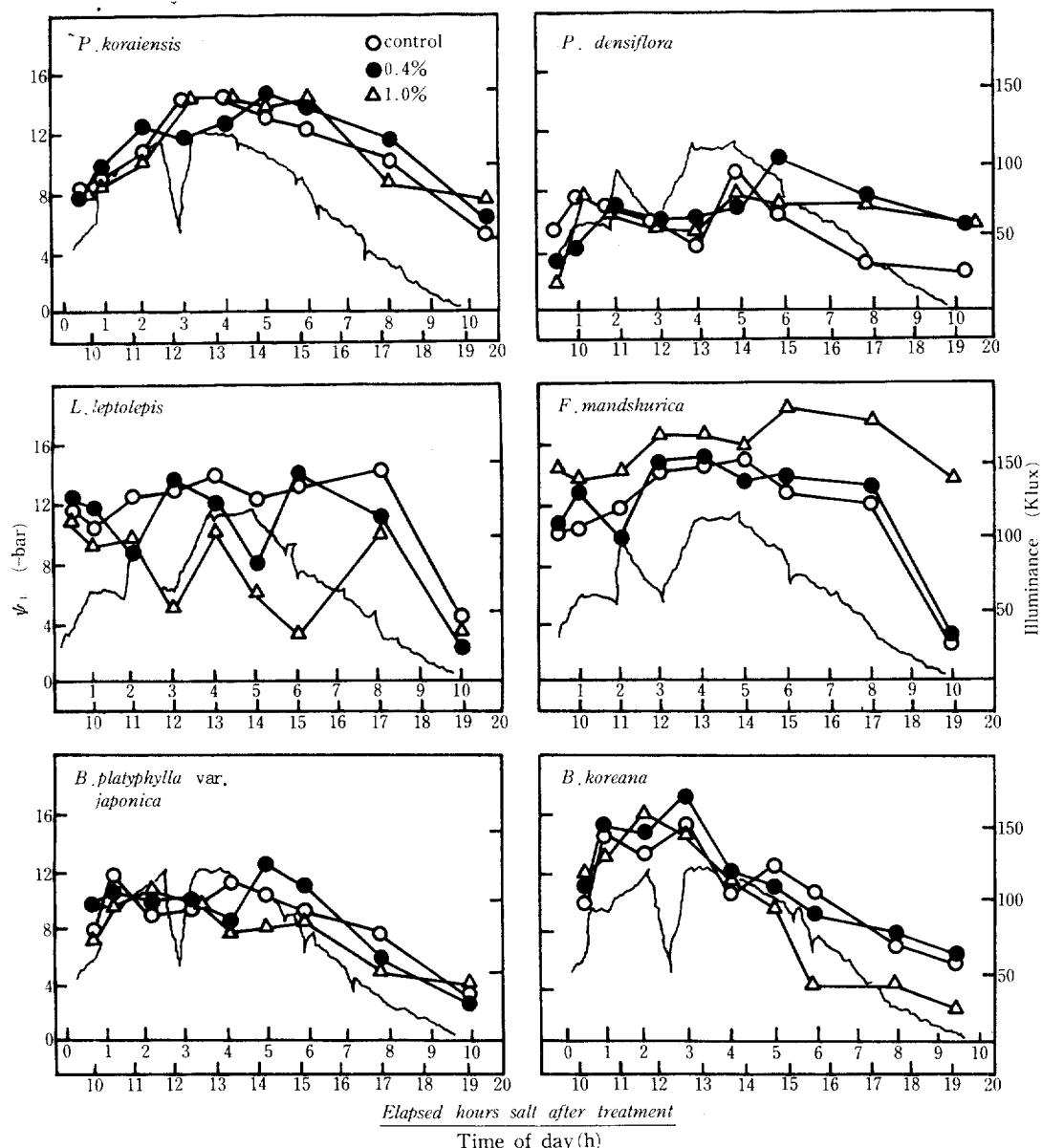


Fig. 1. Diurnal patterns of leaf water potential (ψ_L) according to 3 levels of salt concentration in soil.

과 變하지도 않았으며 一定한 變化의 傾向을 보이지도 않았다. 다만 鹽分處理區의 ψ_L 값이 比較區보다 높게 나타나 處理후 곧 脫水 現狀을 나타낸 것이 特徵이었다. 이로서 일본잎갈나무는 鹽分處理후 곧 영향을 받는다는 것을 알 수 있고 낮은 鹽分濃度處理에 의해서도 쉽게 細胞의 原形質分離가 일어나 脫水가 된다고 생각된다.

들메나무는 1.0% 鹽分處理區에서는 다른 處理區보다 낮은 ψ_L 값의 變化를 보였고 최대 水分缺

差도 약 1시간 늦게 -18.7 bar를 나타내서 더 심한 차이를 보였다.

또한 日沒時 ψ_L 값의 회복이 1.0% 處理區에서 더 느리게 나타나 19時頃에는 다른 處理區와 11 bar의 큰 차이를 보였고 0.4% 處理區는 比較區와 같은 傾向의 變化를 보였다. 이러한 結果는 鹽分處理에 의해 심한 水分缺差를 나타낸 Pezeshki 등²⁷⁾과 Robinson 等²⁸⁾의 報告와 같았다. 그러나 0.4% 区에서는 鹽分處理후 ψ_L 의 變化가 거의 없

는 것으로 나타나서 低濃度의 鹽分에서는 反應이 없음을 알 수 있었다.

자작나무는 鹽分 處理區에서 處理 3시간 경과후 부터 比較區보다 ψ_L 값이 다소 높게 나타났고 회양목은 1.0% 處理區에서 處理 5시간 경과후 부터 脱水되기 시작하여 다른 處理보다 높은 ψ_L 값을 나타냈다.

이상과 같이 ψ_L 의 日變化는 處理間에 뚜렷한 차이는 없었고 葉細胞內에 鹽分濃度가 높아지면 뿌리에서 吸水는 하나 葉組織에서 symplastic water와 apoplastic water의 脱水가 일어나 줄기의

本部에 水分이 모여있어 ψ_L 값이 높게 나타나는 것으로 보인다.

(2) ψ_L 의 日日變化

鹽分處理 후 處理間에 ψ_L 의 日變化는 뚜렷하게 나타나지 않았으므로 時間이 經過함에 따라 어떻게 달라지는가를 確認하기 위하여 一日中 光度가 가장 높은 12~14時에 ψ_L 의 日日變化를 測定한結果는 그림2와 같다.

모든 樹種에서 鹽分處理濃度가 높으면 ψ_L 값도 높았으며 處理후의 日數가 經過함에 따라 더 높아지는 現象이 뚜렷하였다.

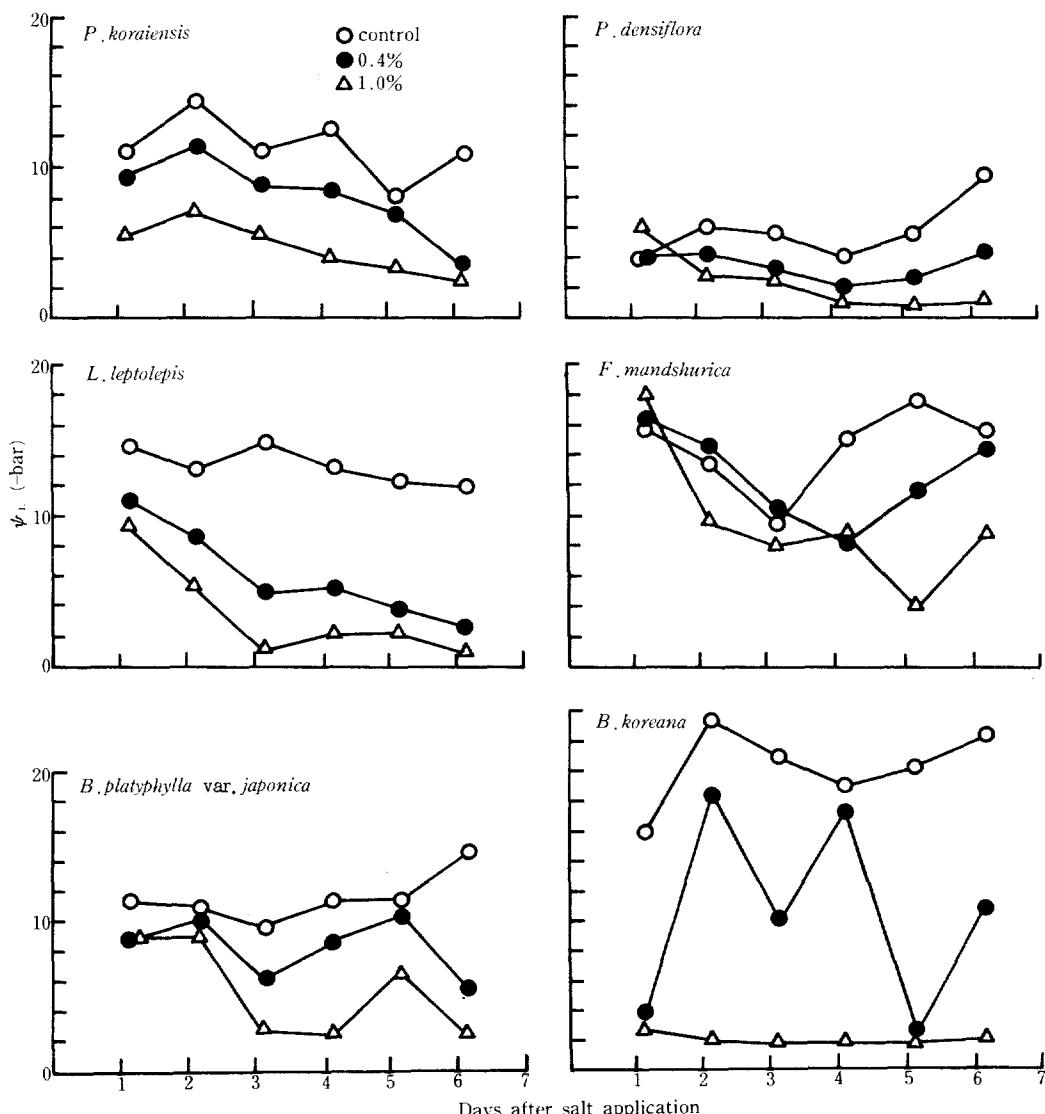


Fig. 2. The effect of 3 levels of salt concentration in soil on daily water potential (ψ_L)

잣나무의 경우 鹽分處理 1日후에 比較區에 比하여 0.4% 區에서 약 2 bar, 1.0% 區에서 약 6 bar 정도 이었던 ψ_t 값의 차이가 6日 經過후에는 각각 약 8 bar와 9bar로 커져서 鹽分濃度가 높을 수록, 그리고 經過日數가 많아질수록 比較區와의 차이는 커졌다. 이러한 現象은 높은 鹽分濃度일수록 葉組織內에서 강한 脫水가 일어나 木部組織에水分이 모여 높은 ψ_t 값을 나타낸다고 생각된다.

소나무도 鹽分處理濃度와 處理후의 經過日數에 따라 잣나무와 같은 樣相의 變化를 보였으며 處理間의 차이는 잣나무보다 작았다.

일본일갈나무는 소나무, 잣나무와는 다른 경향을 보였다. 즉 鹽分處理區(0.4%, 1.0%)間에는 ψ_t 값이 一定한 차이(약 2 bar)를 계속 유지하면서 變化하였으나 比較區와의 차이는 日數가 經過하면서 절점 더 커졌다. 따라서 일본일갈나무는 잣나무나 소나무보다 鹽分에 敏感한 樹種이고 0.4%의 鹽分處理도 약함을 알 수 있었다.

들메나무는 ψ_t 의 日日變化가 鹽分處理 3日 까지는 處理間 차이가 없었으나 3日후부터 차이를 보이기 시작하여 6日후에는 1.0%의 높은 處理區에서만 比較區보다 약 7bar이 높은 값을 나타냈다. 그러므로 들메나무는 他 樹種에 비하여 耐鹽力이 높은 樹種으로 생각된다.

자작나무는 鹽分處理 3日째부터 들메나무보다 處理間에 뚜렷한 차이를 보였는데 6日째에는 比較區에 비하여 0.4% 處理區에서 약 9 bar, 1.0% 處理區에서 약 12 bar의 차이를 보여 耐鹽力이 약하고 0.4% 處理에서도 敏感한 反應을 보이는 樹種임을 알 수 있었다.

한편 회양목은 ψ_t 의 變化가 다른 樹種들과 다른 傾向을 보였다. 즉 0.4% 處理區에서 處理후 比較區와 최저 1.8 bar에서 최고 17.7 bar의 불규칙한 차이를 보였으나 1.0% 區에서는 변화가 거의 없이 一定한 값(약 -2 bar)을 나타냈으며 處理 6日후에는 比較區와 약 20 bar의 차이를 보였다.

회양목의 0.4% 處理區에서 나타난 ψ_t 값의 불규칙한 變화를 鹽分處理에 의해 葉의 stomatal conductance가 減少한다는 研究結果^{27,28)}와 比較해 보면 회양목은 葉의 表皮層이 두꺼워 낮은濃度의 鹽分條件에서는 불규칙한 氣孔閉鎖가 일어나기 때-

문이 아닌가 생각되며 1.0% 區에서는 鹽分이 가장 敏感한 영향을 받는 樹種이었다.

이상과 같은 ψ_t 의 日日變化를 考察해보면 供試樹種 모두가 比較區에 비하여 높은 ψ_t 값을 나타냈는데 이러한 結果는 高濃度의 鹽分에 의해 붉은 물푸레나무의 ψ_t 값이 높아진다는 報告²⁷⁾와 같은 것이며 또한 植物細胞는 鹽分에 의해 原形質膜이破壞되기 때문에 ψ_t 값이 높아질 수 있다는 Levitt²⁵⁾의 報告와도 같은 結果이었다. 따라서 鹽分處理에 따른 ψ_t 값의 變化를 기준으로 樹種間의 耐鹽力を 比較해보면 針葉樹에서 잣나무와 소나무는 서로 비슷하였으며 일본일갈나무는 약했고 開葉樹에서는 들메나무는 강했고 회양목과 자작나무는 약했으며 특히 회양목은 1.0% 鹽分處理區에서는 가장 약한 樹種이었다.

(3) P-V 曲線에 의한 水分 特性 因子

鹽分處理에 의해 葉 細胞內의 水分 特性 因子는 어떻게 变하는가를 검토하기 위하여 P-V 曲線法^{12,13,31)}에 의해 P-V 曲線을 그렸다(그림 3).

그림 3에서 直線과 曲線의 交點은 初期 原形質分離點으로 이때의 浸透壓 π_p 와 浸透容量 V_p 를 求할 수 있고 또한 直線의 延長線과 縱軸(1/p)과의 交點에서 最大飽水時의 浸透壓 π_w 와 橫軸(V)과의 交點에서 生細胞群內 물의 量 즉 symplastic water의 總容量 V_s 를 求할 수 있다.^{12,13,14)}

이 그림에서 初期 原形質分離點 이후의 直線關係는 相關係數 0.99 이상으로 높았다. 그림에서 V_o , V_p , W_s (symplastic water와 apoplastic water의 量)等의 値은 試料의 크기에 따라 다르므로 樹種間 또는 鹽分濃度別 比較時에는 이를 値의 相對值로 行하여야 한다. 이러한 사실들을 토대로 求한 樹種別로 鹽分濃度에 따른 水分 特性 因子는 表 3과 같다.

表3에서 π_w 와 π_p 값은 4樹種 모두 鹽分處理區가 比較區에 비하여 뚜렷하게 높아지는 경향을 나타냈는데 이것으로 樹體內에 鹽分이 吸收되면 細胞의 水分 調節機能이 낮아진다는 것을 알 수 있다.

즉 鹽分이 吸收되면 細胞의 原形質分離가 일어나 最大浸透壓이 低下된다는 사실을 立證해 주고 있다. 특히 자작나무의 1.0% 處理區에서는 π_p 값을 區할 수 없었는데 이것은 자작나무는 1.0% 區

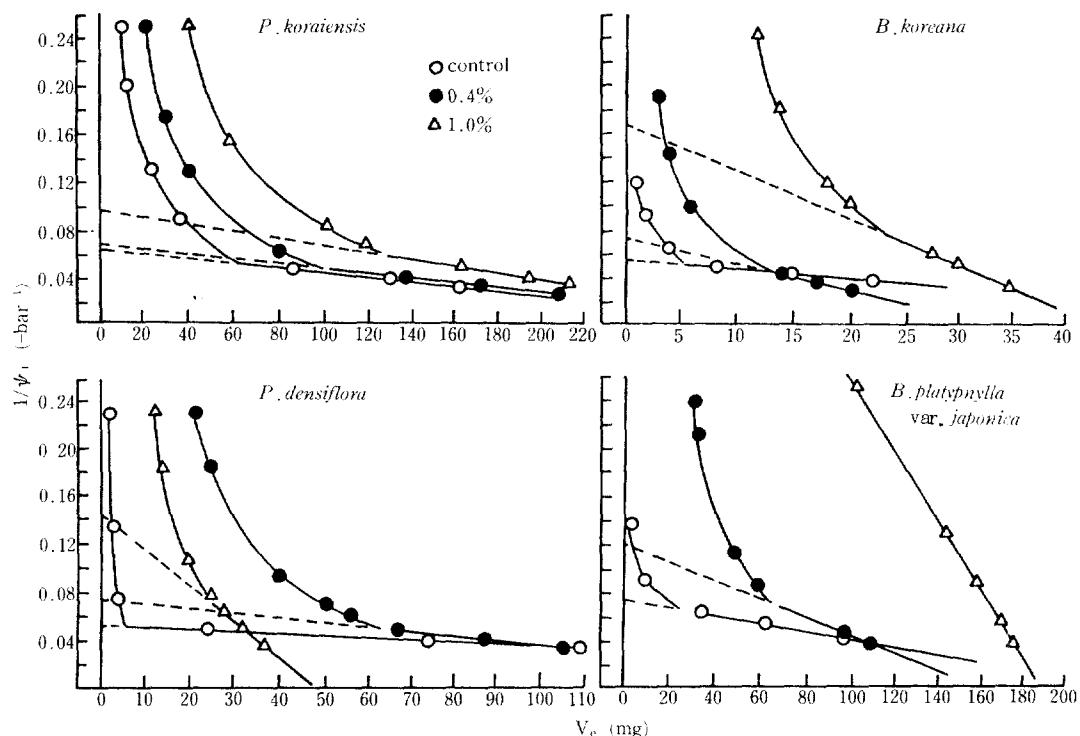


Fig. 3. A typical pressure-volume curves according to the salt concentrations.

Table 3. The water relations parameters obtained from P-V curves in several tree species.

π_o is the original osmotic pressure, π_p is the osmotic pressure at incipient plasmolysis, V_o is the volume of osmotic water at maximum turgor, V_p is the volume of osmotic water at incipient plasmolysis, W_s is the volume of symplastic water and apoplastic water at maximum turgor, RWC is the relative water content at incipient plasmolysis, D_w is the dry weight of leaves. And Emax is maximum bulk modulus of elasticity.

Species	Salt concen. in soil (%)	π_o -bar	π_p -bar	V_p/V_o %	V_o/W_s %	RWC %	A_w/W_s %	W_s/D_w %	Emax
<i>Pinus koraiensis</i>	0	15.2	18.5	82.4	69.2	87.8	30.8	231.4	71.0
	0.4	14.7	20.3	59.0	33.5	89.7	74.9	204.2	21.7
	1.0	10.4	18.8	69.8	24.5	92.6	75.5	203.4	24.0
<i>Pinus densiflora</i>	0	18.5	18.8	98.5	45.1	99.3	54.9	210.2	1242.5
	0.4	13.4	20.1	66.8	24.4	96.6	75.6	290.3	27.0
	1.0	6.8	16.1	40.7	10.0	86.1	90.0	261.8	4.7
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	0	13.3	15.9	83.7	66.5	89.2	33.5	254.8	129.4
	0.4	8.3	20.0	40.2	35.3	78.9	64.7	211.8	1.2
	1.0	1.8	-	-	65.2	-	34.8	173.3	-
<i>Buxus koreana</i>	0	17.8	19.6	90.5	14.1	98.7	85.9	197.1	3.3
	0.4	13.3	21.7	61.4	12.3	95.3	87.7	150.0	5.6
	1.0	5.9	13.9	41.3	13.2	92.3	86.8	159.7	4.2

에서 测定을 시작할 때 이미 細胞의 原形質 分離가 일어났기 때문에 나타나는 現象으로 생각된다. 한편 V_p/V_o 는 初期 原形質 分離點에서 symplastic water에 대한 相對含水率을 의미하므로 이

값이 높으면 渗透調節 機能이 좋다^[14]고 하였는데 鹽分 處理區는 比較區에 비하여 모든 樹種에서 낮게 나타나서 細胞의 渗透調節 機能이 低下되었음을 보인다. 또한 V_o/W_s 는 葉의 symplastic

water와 apoplastic water를 合한 總含水量에 대 한 濛透水의 相對含水率을 나타내고 RWC는 初期 原形質 分離時의 相對含水率로서 $RWC = (W_s - V_e^*) / W_s$ 로 나타낼 수 있다.^{14,15)}

E_{max} 는 細胞內의 最大 彈性係數로서 鹽分 處理區에서는 比較區보다 현저하게 감소하였는데 이것은 鹽分이 樹體內에 吸收되면 細胞의 彈性이 줄고 마침내는 細胞가 破壞되는 것으로 보인다.

이러한 因子들을 根據로 하여 樹種間의 相對耐鹽力を 比較해 보면 잣나무와 소나무는 비교적 耐鹽力이 있고 자작나무가 가장 약한 樹種이었다.

또한 P-V 曲線法에 의해 水分 特性을 分析해 봄으로써 ψ_L 의 日日變化에 있어서 鹽分 處理區의 ψ_L 값이 比較區보다 높게 测定되었던 結果는 타당했음을 충분히 立證할 수 있었다.

2. 葉의 光合成 能力

土壤 鹽分 濃度에 따른 樹種別 光合成速度의 變化를 测定하여 比較區에 대한 相對值를 그림 4에 나타냈다.

土壤 鹽分 濃度 0.2% 區에서 곰솔은 比較區의 葉의 光合成能力 (P_n , $8.3 \pm 0.5 \text{ CO}_2 \text{ mg/gdw/hr}$)에 비해 큰 變화없이 光合成을 계속하였으나 소나무는 比較區의 光合成能力 (P_n , $11.7 \pm 0.7 \text{ CO}_2 \text{ mg/gdw/hr}$)에 비해 處理 5日후 약 15%가 減少하였다. 한편 들메나무와 회양목은 比較區의 葉의 光合成能力 (들메나무: P_n , $0.96 \pm 0.12 \text{ CO}_2 \text{ mg/gdw/hr}$, 회양목: P_n , $8.7 \pm 0.6 \text{ CO}_2 \text{ mg/gdw/hr}$)에 비해 鹽分 處理 3日후에 35% 정도가 減少하였다. 자작나무와 일본잎갈나무는 서

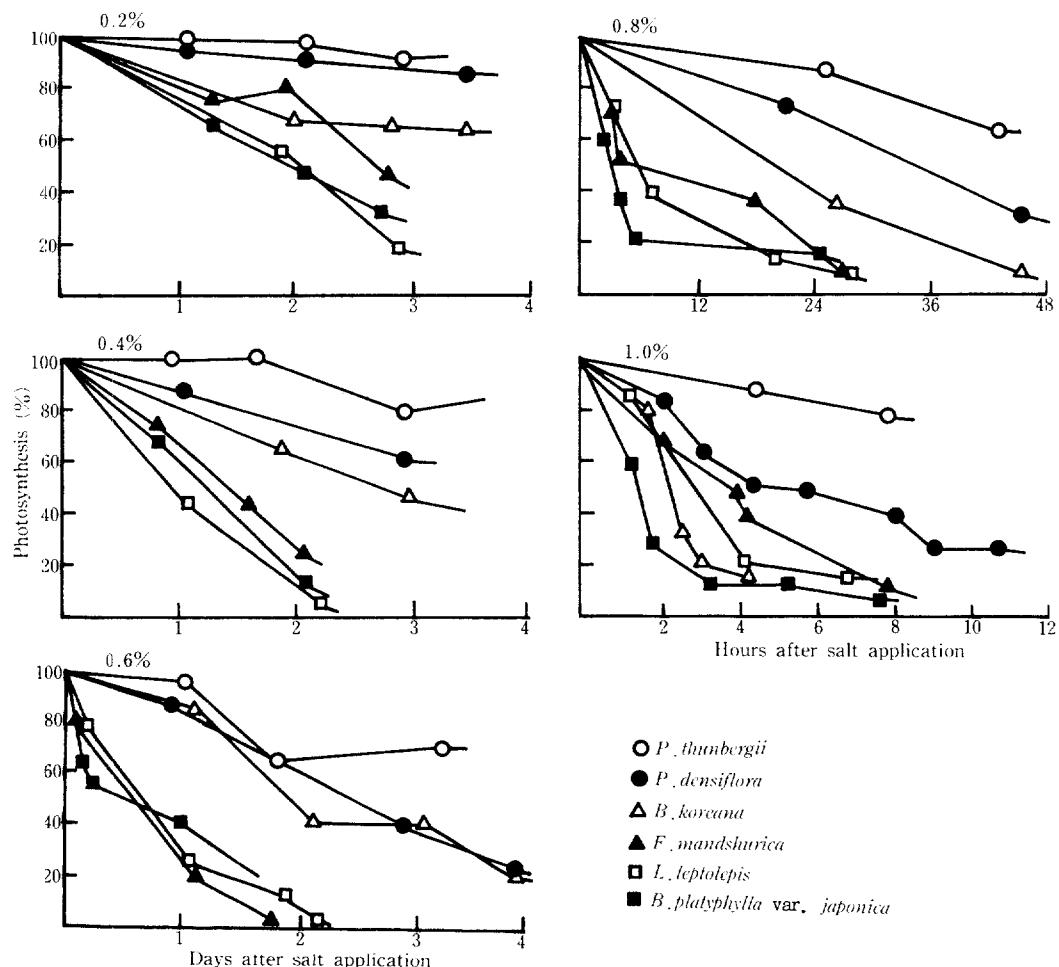


Fig. 4. The effect of salty soil on photosynthesis.

로 鹽分 處理후의 減少傾向이 비슷하였는데 比較區의 葉 (자작나무 : P_n . 15.5 ± 1.2 CO₂ mg/gdw/hr, 일본잎갈나무 : P_n . 15.4 ± 2.0 CO₂ mg/gdw/hr) 과 비교해 거의 直線的으로 減少하여 鹽分處理 5日후에는 光合成 ability이 0에 達했다.

이것으로 보아서 자작나무와 일본잎갈나무는 0.2%의 낮은 土壤 鹽分 條件下에서도 光合成 ability의 현저한 減少를 나타내어 供試樹種중 鹽分에 가장 敏感한 樹種임을 알 수 있다.

0.4%의 土壤 鹽分 條件에서 곱술은 鹽分處理 4日후 까지도 比較區의 약 95%의 光合成 ability을 가지고 있었고 소나무는 處理후 서서히 감소하여 4日후에는 比較區에 비해 약 50%가 減少되었다.

또한 회양목은 4日후에 65%가 감소되었고 들메나무, 자작나무, 일본잎갈나무는 2日후에 比較區에 비하여 각각 70%, 83%, 87% 정도가 減少하였으며 3日후에는 光合成을 거의 행하지 않았다.

0.6%區에서 곱술은 鹽分處理 3日후에 比較區보다 30%정도 減少하였으나 그 후에는 減少傾向이 매우 느렸다. 소나무와 회양목은 서로 비슷한 경향을 보여 處理 3日후 65% 減少하였으며 들메나무, 자작나무, 일본잎갈나무는 急速한 減少를 보여서 處理 2日후에 光合成을 중단하였다.

0.8%의 土壤 鹽分 條件에서는 곱술도 減少 速度가 빨라져서 處理 5日후에는 光合成 ability의 95%가 減少하였고 들메나무, 자작나무, 일본잎갈나무는 處理후 光合成 ability이 急速히 減少하여 處理 1日후에는 별씨 80%이상이 減少하였다.

가장 높은 濃度인 1.0%의 土壤 鹽分條件에서의 光合成 ability을 보면 곱술도 處理후 直線的인 減少傾向을 나타내어 2日후에는 光合成을 하지 않았고 소나무는 減少率이 더 커졌다. 한편 들메나무, 일본잎갈나무, 회양목, 자작나무는 處理후 매우 빠른 速度로 減少하여 8시간후에는 85%이상이 減少하였다. 이와 같이 鹽分濃度에 따른 樹種間의 光合成 ability을 比較, 檢討해 본 結果 鹽分濃度가 높아지면 光合成 ability이 낮아진다는 報告나 또한 鹽分條件에서 植物이 生育하면 氣孔閉鎖가 일어나고 CO₂의 固定ability을 가진 細胞들의破壞가 일어난다고 한 연구^{2,10,26,27,28)}와도 같은 結果였다.

鹽分條件에서의 暗呼吸量의 測定結果는 比較區의 葉에서 곱술 1.15 ± 0.07 CO₂ mg/gdw/hr, 소

나무 0.80 ± 0.06 CO₂ mg/gdw/hr, 일본잎갈나무 1.88 ± 0.17 CO₂ mg/gdw/hr, 들메나무, 1.47 ± 0.27 CO₂ mg/gdw/hr, 자작나무 1.98 ± 0.05 CO₂ mg/gdw/hr, 회양목 1.56 ± 0.15 CO₂ mg/gdw/hr이었는데 이것은 韓·李¹⁶⁾가 9月에 잣나무 葉의 暗呼吸量을 測定한 結果와 같았다. 그런데 鹽分處理에 의하여 光合成 ability이 低下된 葉에서도 呼吸量의 變化는 뚜렷하지 않았다. 이것으로 보아 鹽分에 의한 光合成 ability의 減少는 葉綠體의破壞가 그要因인 것으로 생각된다.

結論

主要 植栽樹種을 對象으로 人爲的인 鹽分處理를 한 후 樹係內에 나타나는 生理的反應을 觀察한 바 salt stress에 의하여 可視的인 被害病狀이 나타나기 이전에 이미 樹係內에서 water potential이 높아지고 光合成 ability이 減少하는 變化가 確認되었는데 이러한 現象은 鹽分濃度가 높아질 수록, 그리고 耐鹽力이 약한 樹種일 수록 뚜렷하였다. 即 研究의 供試樹種에 대하여 water potential 變化 및 光合成 ability의 減少를 基準으로 耐鹽力を 比較하면 곱술은 強한 樹種으로, 잣나무, 소나무, 들메나무는 中間樹種으로, 그리고 회양목, 자작나무, 일본잎갈나무는 弱한 樹種으로 區分할 수 있었는데 다른 樹種에 대하여도 이와 같은 方法으로 樹種間의 耐鹽力を 檢定할 수 있을 것으로 생각된다.

引用文獻

- 淺野二郎・吉田重幸. 1960. アカマツの耐鹽性について. 日林會關西支部大會講演集. 10: 77-78.
- Ball, M.C. and G.D. Farquhar. 1984. Photosynthetic and stomatal response of two mangrove species, *Aegiceras conicum* and *Avicennia marina* to long term salinity and humidity conditions. Plant Physiol. 74: 1~6.
- Ball, M.C. and G.D. Farquhar. 1984. Photosynthetic and stomatal response of the grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. Plant Physiol. 74: 7~11.

4. Ballard, T.M. and M.G. Dosskey. 1984. Needle water potential and soil-to-foliage flow resistance during soil drying : a comparison of douglas-fir, western hemlock and mountain hemlock. *Can. J. For. Res.* 15 : 185~188.
5. Boyer, T.S. 1967. Leaf water potentials measured with a pressure chamber. *Plant Physiol.* 42 : 133~137.
6. 近澤・伏見・山田. 1955. アカマツおよびクロマツの耐鹽性に關する研究. 日林會關西支部四國大會講演集 5 : 132~134.
7. 崔斗文. 1964. 荒島地方 海岸林의 植物群落學的研究(1) 荒島 正道里 防風林의 植生과 植物相. 公州師大論文集 2 : 115~136.
8. 崔斗文. 1965. 荒島地方 海岸林의 植物群落學的研究(2). 珠島外 烏島의 山林植生. 公州師大論文集 3 : 117~121.
9. 崔京求・李成春・張永男. 1983. 水稻 耐鹽性에 關한 研究. 全北大論文集 14 : 17~30.
10. Downton, W.J.S., W.J.R. Grant and S.P. Robinson. 1984. Photosynthetic and stomatal response of spinach leaves to salt stress. *Plant Physiol.* 77 : 85~88.
11. 河浩成・金容煥・李富永. 1973. 干拓地土壤에 關한 研究(第1報). 慶尚大農業研究所報告 7 : 61~68.
12. 韓相燮・金光裔. 1980. 樹木의 水分特性에 關한 生理, 生態學的 解釋(I)-Pressure chamber technique에 의한 耐乾性 樹種의 診斷-. 韓林誌. 50 : 25~28.
13. Han, S.S. and H.S. Choi. 1983. Ecophysiological interpretations on the water relations parameters of tree(II). 韓林誌. 61 : 8~14.
14. 韓相燮・全斗植. 1984. 樹木의 水分特性에 關한 生理, 生態學的 解釋(II)-몇 種의 針葉樹에 있어서 shoot water potential의 日變化 및 xylem conductivity의 特性-. 韓林誌. 63 : 21~27.
15. 韓相燮・全斗植. 1984. 樹木의 水分特性에 關한 生理, 生態學的 解釋(III)-몇 種의 針葉樹에 있어서 leaf conductance와 water poten-tial, 相對含水率, 膨壓과의 關係-. 韓林誌. 63 : 28~34.
16. 韓相燮・李在善. 1985. 水分缺乏이 잣나무葉의 光合成, 呼吸, 蒸散速度에 미치는 影響. 江原大論文集 22 : 118~129.
17. 洪基昶・金洛駿. 1964. 主要農作物의 耐鹽性에 關한 研究. 高大農大論文集 2 : 1~15.
18. 伊藤悦夫・稻川吾一. 1951. クロマツの耐鹽性に關する若干の實驗的考察 -とくにアカマツとの比較-. 静岡大農學部研報 1 : 54~64.
19. 鄭晃・金元出・崔榮鎮・朴俊奎・鄭奎鎔. 1980. 南陽 干拓畠에 대한 排水 및 土壤改良劑 施用效果. 京畿農業研報 1 : 93~97.
20. 門田正也. 1962. 海岸砂丘のクロマツの鹽害에 關する 生理, 生態學的研究. 名古屋大學農學部演習林報告 2 : 1~31.
21. 金鴻宰・蔡在鎬・朴建鎬. 1978. 干拓地 면栽培 및 土壤改良에 關한 研究 -干拓地土壤의 經時的 鹽分推移調查-. 全北農振研報 8 : 403~407.
22. 李鍾錫・金一中. 1977. 耐鹽性 및 耐潮性 觀賞植物의 開發을 위한 生態學的研究. *J. Ocean. Soc. Korea.* 9(1) : 283~295.
23. 李愚喆・全尙根. 1982. 韓國 海岸植物의 生態學的研究. -南海岸의 砂丘植物群落의 種組成 및 現存量에 관하여-. 文教部 研究報告 1~27.
24. 李愚喆・全尙根・金遵敏. 1982. 韓國 海岸植物의 生態學的研究 -東海岸의 砂丘植物群落의 種組成 및 現存量에 관하여-. 江原大論文集 16 : 113~124.
25. Levitt, J. 1980. Salt and ion stress. In response of plant to environmental stresses. Academy Press. 365~488.
26. Longstreth, D.J. and B.R. Strain. 1977. Effects of salinity and illumination on photosynthesis of *Spartina alterniflora*. *Decologia* 31 : 191~199.
27. Pezeshki, S.R. and J.L. Chambers. 1986. Effects of soil salinity on stomatal conductance and photosynthesis of green ash (*Fraxinus pennsylvanica*). *Can. J. For. Res.* 16 : 569~573.
28. Robinson, S.P., W.T.S. Downton and J.A.

- Millhouse, 1983. Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts of salt-stressed spinach. *Plant. Physiol.* 73 : 238~242.
29. Seeman, J.R., C. Critchley, 1985. Effects of salt stress on the growth, ion content, Stomatal behavior and Photosynthetic capacity of a salt sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta* 164 : 151~162.
30. Tomar, V.S. and J.C. O'Toole, 1982. A field study on leaf water potential, transpiration and plant resistance to water flow in rice. *Crop. Sci.* 22 : 5~9.
31. Tyree, M.T. and H.T. Hammel, 1972. The measurement of the turgor pressure and the water relations by the pressure-bomb technique. *J. Exp. Bot.* 23 : 267~282.
32. 吉田重幸・淺野二郎, 1966. アカマツ及びクロマツの耐鹽性に関する研究 -とくに海岸林土壤中の鹽分分布とコロイドの関係について-. 日林會關西支部大會講演集 17 : 92~94.
33. 吉田重幸, アカマツ及びクロマツの耐鹽性に関する研究 -海風による海鹽の散布と針葉着鹽量について-. 日林會大會講演集 82 : 202~204.