

插穗의 Leaf Water Potential의 變化*1

洪 盛 千*2

Diurnal Changes of Leaf Water Potential in Cuttings*1

Sung Cheon Hong*2

The diurnal pattern of leaf water potential in cuttings by Dye Method was as follows:

1. Diurnal pattern of leaf water potential (ψ_l) in *Viburnum Awabuki* K. Koch and *Daphne odora* Thunb. was shown the pattern of the curves without mutual relation with soil classes when soil water potential (ψ_s) was 0 bar.

When ψ_s was above -0.01 bar, the cuttings in the loamy sand (L.S.) was shown by the maximum values than that in sandy clay (S.C.) by about -1 bar gap (Fig.1).

2. The diurnal changes of ψ_l was shown the most high from two to eight O'clock in the morning, the maximum value was -3 bars when ψ_s was above -0.01 to -0.02 bar, and was -4 bars below -0.03 bar. The diurnal the lowest values of ψ_l showed -20 to -22 bars from one to two O'clock in the afternoon. In the fifteenth day after cutting V.A., the staying time in the diurnal maximum values of ψ_l is about half in comparison with it in the fifth day. The curves of recovery of water stress (Fig.1), the former reached to the diurnal maximum values -1 to -2 bars lately every hours comparing with it of the latter. The general diurnal pattern of ψ_l was most clearly related to change with air temperature and the relative humidity.

3. Comparing the treatment block by IAA 50 ppm with controlled block in fifteenth day after V.A. cuttings, in case of treatment reached to maximum values -2 to -3 bars lately as shown Fig.2., and also staying times was only half in comparison with controlled block.

4. The cuttings 4 leaves was much rootings than 2 leaves in V.A. (Table.1), and the former reached maximum value -2 to -3 bars lately every hours comparing with the latter.

5. In case of *Buxus microphylla* var. *Koreana* as shown Fig.3., comparing the pattern curves of in the cuttings 8 leaves with 4 leaves, the former reached to maximum values -2 to -3 bars lately in comparison with the latter, but referring to the amount of rooting (Table.2), the former is less than the latter.

土壤의 Water potential(ψ_s)을 몇 단계 다르게 設定한 境遇 插穗의 Leaf water potential(ψ_l)은 一日中 어떻게 變化하며, 插木後 時間의 經過와 樹種間, 插穗의 形態의 要因別, Hormone 處理의 境遇 插穗의 ψ_l 變化 pattern은 어떻게 變化하고 있는 가를 밝혀 插床의 水分管理 指針의 基礎的 資料를 만들기 위하여 本實驗을 하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. Leaf water potential(ψ_l)의 變化에 있어 아왜나무, 서향나무의 插穗의 境遇 ψ_s 가 0 bar일때는 土性에 關係없는 變化 pattern을 나타내었다. ψ_s 가 -0.01 bar 以上일때는 L.S.가 S.C.보다 -1 bar 程度의 間隔으로서 最高值에 到達하였다.

2. 一日中의 ψ_l 의 變化는 插木後 時間의 經過와 ψ_s 別로 差異가 있으나, 最高値는 0.2~0.6時에 나

*1 Received for publication on May 19, 1978

*2 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungpook University. Taegu.

타났으며, 아왜나무와 서향나무의境遇 ψ_s 가 $-0.01 \sim -0.02\text{bar}$ 이상일때는 -3bars , -0.03bar 이하일때는 -4bars 를 나타내었으며, 最小値는 $-20 \sim -22\text{bars}$ 程度였다. 15日째에 있어서는 5日째보다 最高値에 머무르는 時間이 1/2程度에 지나지 않았고, ψ_l 의 增加의 境遇 時間當 $-1 \sim -2\text{bars}$ 程度 낮은 最高値에 到達하였고, 一日中의 ψ_l 의 變化 pattern은 溫度와 相對濕度の 變化에 따라 敏感하게 變化하고 있다.

3. 아왜나무 插穗의 境遇 IAA 50ppm 處理區는 無處理區에 比較하여 插木後 15日째에 있어 $-2 \sim -3\text{bars}$ 程度 最高値에 到達하였으며, 最高値에 머무르는 時間도 1/2程度에 지나지 않았다.

4. 아왜나무는 本實驗 條件內에서 4葉을 가진 插穗가 2葉을 가진 插穗보다 時間當 $-2 \sim -3\text{bars}$ 程度 最高値에 到達하며 그 發根量도 많았다. (Table. 1)

5. 회양목 插穗의 ψ_l 의 變化 pattern은 8葉이 4葉보다 時間當 $-2 \sim -3\text{bars}$ 程度 最高値에 到達하나 發根量이 적은 것을 考慮하면 (Table. 2) 發根의 生理的 抵抗外에 相對濕度の 不足으로 因한 插穗內의 水分不足에 因한 細胞의 活力 衰退에 基因한 抵抗의 增大로 因한 變化 pattern임을 豫測할 수 있다.

結 論

插木發根에 있어 插木의 水分狀態, 插穗自體의 水分狀態, 大氣의 濕度는 活着率에 큰 影響을 주는 것으로 알려져 있다. 最近 植物의 물吸水, 移動, 排出에 있어 水分 potential이라고하는 概念에 의해 土壤, 植物, 大氣를 連結한 一連의 體系的 研究가 活發하며 많은 成果를 올리고 있다.^{1,3,9)} 本實驗에서는 water potential (ψ_l) 概念을^{15,16)} 導入 土壤의 water potential (ψ_s)을 몇 段階 다르게 設定한 境遇 插穗의 ψ_l 은 一日中 어떻게 變化하며, 插木後 時間의 經過에 따라 어떻게 變化하고 있는가? 樹種間, 插穗의 形態의 要因別, Hormone處理의 境遇 插穗의 ψ_l 變化 pattern은 어떠한가를 밝히 插木의 水分管理 指針의 資料를 提供하는 데 있다.

材料 및 方法

土壤의 ψ_s 即 各各다른 土壤含水率을 設定하기 위하여 自動灌水裝置를 利用하였다.^{4,6)} 土壤含水率은 이 裝置의 貯水槽의 水面에서 插穗의 切斷面까지의 距離를 造作함으로써 三段階로 設定하였다. ψ_s 는 Matric potential와 浸透 potential을 合한 것이나, 浸透 potential은 그 값이 低어 無視할 수 있으므로⁸⁾ $\psi_s = \log(-\psi_s \times 1,013)$ 의 關係에서 求하여진다. ψ_s 와 土壤含水率의 關係는 遠心法과 土柱法으로 求하였다. 材料는 아왜나무 (*Viburnum Awabuki*), 서향나무 (*Daphne odora*), 회양목 (*Buxus microphylla* var. *Koreana*)의 一年枝를 插穗로 使用하였으며, 1976年 7月 1日 採穗하여 24時間 沈積後 7月 2日 1/5,000와그나 pot에 插木하였다. 溫度·濕度는 自記記錄計로, ψ_l 의 測定은 Dye Method를⁵⁾ 使用하였으며, 染色試藥은 Methyl Drange를 使用하였으

며, 溶液으로써 特級 Saccharose를 使用하였다. pot는 簡易溫室에 두어 雨水의 影響을 피하였다.

結果 및 考察

土壤의 ψ_s 가 0bar에서 $-0.01 \sim -0.02$, $-0.03 \sim -0.04\text{bar}$ 인 境遇, 砂質植土 (Sandy Clay: S.C.)의 含水率은 55%, 51%, 43% 內外的 變化를 보였고, 壤質砂土 (Loamy Sand: L.S.)는 30%, 19%, 5% 內外的 變化를 보였다. Fig. 1.은 아왜나무와 서향나무의 插木後 5日째 (左圖), 15日째 (右圖)에 있어 土性別 및 各段階의 ψ_s 別 插木의 Leaf Water Potential (ψ_l)의 變化 pattern과 溫濕度の 日變化를 나타낸 것이다. Fig. 1에 있어 ψ_s 가 0bar일때는 5日째, 15日째 모두 ψ_l 의 變化 pattern에 差가 보이지 않았으므로 S.C.단의 變化를 나타내었다. 화살표(↑)는 ψ_l 값의 測定值幅을 意味하며 ψ_l 의 增加와 減少의 境遇 約 4bar의 幅을 가지고 있으며, 最高値에 가까운 값은 2bar 程度의 變化幅을 가지고 있음을 나타내고 있다. 이것은 ψ_l 가 增加하고, 減少할 때는 個體間에 ψ_l 값이 큰 差異가 있음을 意味한다. 日射量의 增加에 따라 氣溫이 上昇하고 相對濕度가 低下함에 따라 大氣飽差(SVPD)은 減少하여 감을 알 수 있다. Fig. 1의 左圖에 있어 ψ_s 가 0bar와 $-0.01 \sim -0.02\text{bar}$ 일때 S.C.와 L.S.의 ψ_l 의 日中 最少値는 13~14時頃 20.5bars, 22bars, 最大値는 02時頃에서 06時 사이로 -3bars 를 나타내고 있지만, ψ_s 가 $-0.01 \sim -0.02\text{bar}$ 程度일때는 ψ_s 가 같아도 L.S.의 境遇 S.C.에 比較하여 -1bar 程度 낮은 값으로 變化 pattern을 나타내고 있다. ψ_s 가 $-0.01 \sim -0.02\text{bar}$ 와 $-0.03 \sim -0.04\text{bar}$ 일때를 比較하여 보면 ψ_s 가 $-0.03 \sim -0.04\text{bar}$ 일때 日中 最少 ψ_l 의 값은 $-0.01 \sim -0.02\text{bar}$ 에 比較하여 $-1 \sim -2\text{bars}$ 程度 낮았으며 最高値도 $-1 \sim -2\text{bars}$ 程度 낮

고, ψ_l 의 增加 時間도 $-0.01 \sim -0.02 \text{bar}$ 에 比較하여 1~2時間程度 늦게 增加하고 있음을 나타내며, 約 2時間 늦게 最高值에 到達하고 있다. 最高值에 머무르는

時間도 前者에 比해 2時間程度 짧음을 나타내고 있다. S.C.와 L.S.를 比較하여 보면 ψ_l 가 $-0.01 \sim -0.02 \text{bar}$ 보다 L.S.의 境遇 -2bar 程度 늦게 ψ_l 가 增加하고, 減

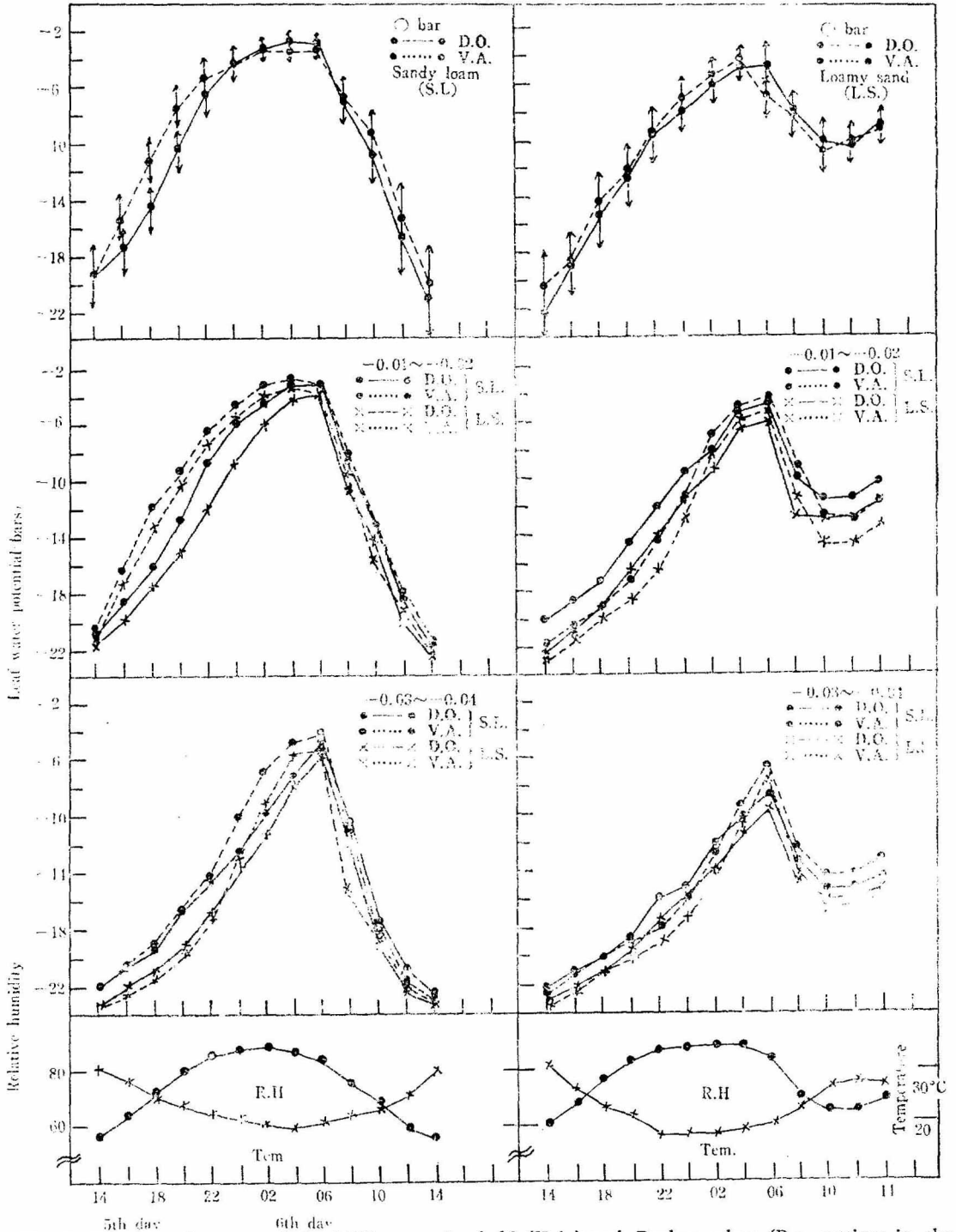


Fig. 1. The diurnal pattern of ψ_l of Viburnum Awabuki (V.A.) and Daphne odora (D.o. cuttings in the fifth and fifteenth day from cutting with soil classes.

Table 1. Result rooting at different soil classes and different ϕ_s

Kinds of cutting	Soil class	ϕ_s (bar)	No. of samples	No. of rooted cutting	No. of rooted cutting	only callus formation	No. of total root	Total root length (mm)	Average root length per one cutting	Dried root weight per one cutting (g)
Viburnum Awabuki	S.L.	0	20	18	1	1	317	796	39.8±10.5	0.15
		-0.01~-0.02	20	20	0	0	405	849	42.5±16.4	0.17
		-0.03~-0.04	20	15	0	5	148	447	22.4± 8.5	0.09
	L.S.	0	20	19	1	0	347	825	41.2±17.3	0.19
		-0.01~-0.02	20	20	0	0	477	976	48.8±20.7	0.25
		-0.03~-0.04	20	17	0	3	193	391	19.1±10.5	0.06
Daphne odora	S.L.	0	20	7	11	2	46	151	7.6± 2.6	0.02
		-0.01~-0.02	20	17	1	2	135	397	19.9± 4.1	0.08
		-0.03~-0.04	20	12	1	7	82	184	9.2± 3.6	0.03
	L.S.	0	20	11	7	2	63	145	7.3± 5.1	0.02
		-0.01~-0.02	20	15	2	3	138	416	20.8±10.9	0.06
		-0.03~-0.04	20	7	1	12	59	137	6.9± 4.5	0.04

Table 2. Result of rooting of cutting with different leaf number under $\phi_s=-0.01\sim 0.02$ bar of sandy loam

Kinds of cutting	Leaf No.	No. of Samples	No. of rooted cutting	No. of rooted cutting	Only Callus formation	No. of total root	Total root length (mm)	Average root length per one cutting (mm)	Dried root weight per one cutting (g)
Viburnum awabuki	2 leafs	20	20	0	0	405	849	42.5±16.4	0.17
	4 leafs	20	19	0	1	461	1022	51.1±14.9	0.25
Dapne odora	4 leafs	20	17	1	2	135	397	19.9± 4.1	0.06
	8 leafs	20	6	1	13	37	116	5.8± 3.6	0.02
Buxus microphylla Var.	4 leafs	20	14	5	1	66	188	9.4± 4.5	0.03
	8 leafs	20	18	1	1	89	172	8.6± 3.8	0.01

少의 境遇는 보다 빠른 減少의 傾向을 보이고 있다. 이것은 插穗의 吸水面 附近의 ϕ_s 가 同一하지 않음에 基因하고 있다고 생각되어지며, 即 1點의 測定値에서 代表되어지는 ϕ_s 가 土壤內에서 水移動이 일어나고 있는 境遇 土性에 의해 土壤의 不飽和透水係數는 變化의 樣相이 다르며 特히 모래의 境遇에는 透水係數는 ϕ_s 가 低下함에 따라 다른 土性和 比較하여 적은 값인 것으로 알려져 있으므로^{5,9,12)} 實際 吸水面의 ϕ_s 는 더욱 낮은 값이기 때문이라고 생각되어진다. ϕ_s 가 낮은 境遇와 높은 境遇 ϕ_s 의 增加 및 減少, 最大值에 到達하는 時間의 間隔은 ϕ_s 가 다름에 따라 土壤과 插穗의 높은 抵抗 때문에 吸水가 抑制되어지는 結果라고 생각되어진다.

Fig. 1.의 右圖는 插木後 15日째의 ϕ_s 의 變化 pattern을 나타내고 있다. 左圖와 比較해 보면 全體의 變化 pattern은 大氣飽差의 變化에 따라 增減하고 있지만, 最大 ϕ_s 에 到達하기까지 ϕ_s 의 增加는 ϕ_s 別에 있어 1~2 時間程度 늦게 增加하고 있으며, 最大值에 머무르는 時

間도 5日째에 比較하여 1/2程度를 나타내고 있다. 最大 ϕ_s 의 값은 ϕ_s 가 0bar와 -0.01~-0.02bar일 때는 1 bar程度, -0.03bar의 境遇는 2.5bars程度의 差를 나타내고 있다. 이 變化 pattern은 插木後 發根의 生理的 變化에 基因하여 생긴⁸⁾ 發根生理的 抵抗의 增大 結果라고 생각되어지며, 本實驗의 範圍內에서 ϕ_s 가 0bar와 -0.01~-0.02bar일 境遇 ϕ_s 의 變化 pattern에 큰 差가 없음을 보아 아래나무插床의 水分管理에는 ϕ_s 가 0 bar~-0.02bar까지는 큰 差異가 없이 發根의 生理的 變化가 進行되고 있음을 豫測할 수 있겠다. ϕ_s 가 -0.03~-0.04bar일 境遇 ϕ_s 變化 pattern은 前者보다 더욱 緩慢한 ϕ_s 의 增加와 보다 빠른 減少의 pattern을 보이고 있으나, Table 1.의 發根數와 發根量을 보면 ϕ_s 0 bar內外보다 적은 것으로 미루어 볼 때 發根의 生理的 抵抗外에 水不足으로 因한 細胞의 活力 衰退에 基因하는 水不足 現象에서 일어나는 抵抗때문이 아닌가 생각되어진다.

서향나무의 境遇 插木後 5日째 및 15日째의 ψ_l 變化 pattern은 土性 및 ψ_s 의 區分도 아왜나무와 同一하게 設置하였다. ψ_l 의 變化 pattern은 아왜나무插穗와 같이 大氣飽差에 對應한 變化를 보이고 있음은 同一하나 ψ_s 가 $-0.01 \sim -0.02$ bar일때 아왜나무와 比較하여 보면 ψ_s 가 增減할 때의 pattern이 아왜나무보다 緩慢하다. 이것은 서향나무의 境遇 本實驗의 條件下에서는 插木後 5日째가 되어도 發根의 生理的 變化가 거의 일어나지 않기 때문이 아닌가 생각되어진다. ψ_s 가 $-0.03 \sim -0.04$ bar일때의 變化 pattern은 Table 1.의 發根量과 比較하여 보면, 水分不足에 基因하는 細胞 活力의 衰退에 基因한 것으로 생각되어진다. 右圖의 15日째를 보면 ψ_s 가 낮아짐(more negative)에 따라 ψ_l 增減의 時間에 差가 있음을 보여 주고 있다. 最低値는 0bar일때 19.5bars程度이나, $-0.01 \sim -0.02$ bar以上일때는 -22 bars에 到達하고 있다. ψ_l 의 增加의 境遇 5日째보다 緩慢한 pattern을 나타내며 最高値에 머무르는 時間도 5日째에 比較하여 1/2程度이며, ψ_l 의 減少의 境遇 ψ_s 別로 比較해 보면 ψ_s 가 0bar일때는 緩慢하게 減少하여 감을 알 수 있다. 이것은 本實驗內의 條件에서 서향나무의 境遇 ψ_s 가 0bar일때는 插木 水分過多로 因한 酸素不足으로 發根組織分化가 거의 일어나지 않음을 Table 1.의 發根量과 ψ_l 의 變化 pattern으로써 豫測할 수 있다. 아왜나무와 比較하여 보면 서향나무는 ψ_s 의 變化에 보다 敏感한 것이 아닌가 생각되어진다. 插木後 15日째 ψ_s 가 $-0.03 \sim -0.04$ bar 일때 서향나무와 아왜나무의 變化 pattern을 比較하여 보면 아왜나무는 最大値 -6.5 bars, 最低値 -23 bars를 나타내고 있으나, 서향나무는 最大値 -8.5 bars 最低値 $-22 \sim -23$ bars를 나타내고 있으며, Table 1.의 發根量을 考慮해 보면 서향나무가 아왜나무에 比하여 보다 水分反應에 敏感함을 豫測할 수 있다.

Fig. 2. 는 아왜나무 插木後 5日째 및 15日째에 있어 ψ_s 가 $-0.01 \sim -0.02$ bar일때의 IAA(Indole Acetic Acid) 50ppm 處理와 無處理에 있어 ψ_l 의 變化는 어떠한가를 實驗한 것이다. 5日째를 比較하여 보면 處理區는 最少値가 -20 bars \sim 21.5bars인데 반하여 無處理區는 -19 bars 程度이다. 이것은 Hormone 處理의 境遇 初期 蒸散이 抑制되어지는 것이라고 생각되어진다(未發表) ψ_l 의 增加의 境遇 $-1 \sim -2$ bars程度 늦게 增加하고 있다. 이것은 Hormone 處理를 한 境遇 初期 蒸散이 減少한 境遇와 比較하여 보면 無處理보다 빠른 速度로 最大値에 到達하여야 하나 $-1 \sim -2$ bars의 낮은 값으로 最大値에 到達하는 것은 插木後 5日째 이미 Hormone 處理의 影響으로 發根生理作用이 旺盛한 結果 抵抗이 增大

된 것이 아닌가 생각한다. 15日째의 處理區와 無處理區를 比較해 보면 處理의 境遇 $-1 \sim -3.5$ bars程度 差로 最高値에 到達하며 最高値에 머무르는 時間도 짧은 뿐만 아니라 -1 bar의 差로서 最高値를 나타내고 있다. 이것은 處理區는 發根期間이 短縮된 實驗結果를 參考하면 이 時期에 處理區의 插穗의 ψ_l 가 最高値에 到達하는 것으로 생각되며 處理區와 無處理區의 間隔은 生理的

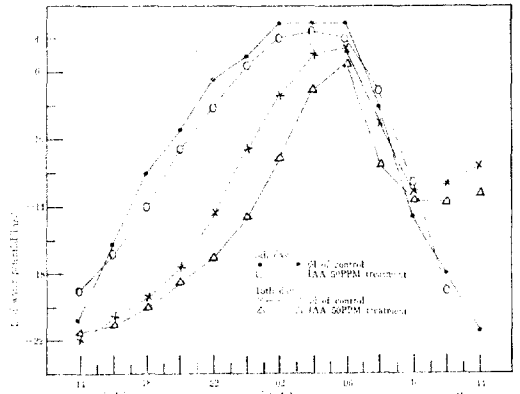


Fig. 2. The comparison of changing patterns of ψ_l of Viburnum Awabuki between the control and 50ppm treatment of IAA under $\psi_s = -0.01 \sim -0.02$ bar of sandy loam in fifth and fifteenth day from cutting.

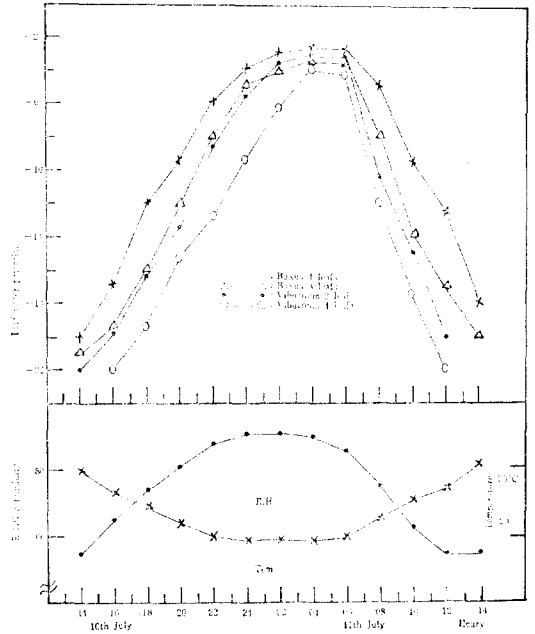


Fig. 3. The changes of ψ_l of Buxus microphlla var. Koreana and Viburnum Awabuki with different leaf numbers under $\psi_s = -0.01 \sim -0.02$ bar of sandy loam in tenth day from cutting.

抵抗의 增大에 基因하는 것으로 생각되다.

Fig. 3.은 葉量이 ψ_t 의 變化에 미치는 영향이 어떠한가를 調査하였다. 插木後 10日째 4葉과 8葉을 가진 西洋木 插穗의 ψ_t 의 變化를 보면 最高值의 ψ_t 값은 8葉의 境遇 4葉보다 $-1\sim-2$ bars 낮은 값을 나타내고 있으며, 增加의 境遇 $-2\sim-4$ bars의 差로서 最高值에 到達하며, 最高值도 -1 bar程度의 差를 維持하고 있다. 이것은 蒸散器管인 葉量이 많으므로 因하여 ψ_t 增大 時期前에 보다 큰 水分 Stress를 받은 結果가 아닌가 생각되며 減少의 때에는 8葉의 境遇 時間當 -3.5 bar 程度 減少하고 있으나, 4葉의 境遇 -2 bar程度 減少하여 가고 있음은 蒸散器管인 葉量이 적기때문이라고 생각되어지며, 한편 Table 1.의 發根量을보면 葉量에 따라 生理的 抵抗에 差가 있는 것이 아닌가 생각되어진다. 發根量을 보면 4葉이 8葉보다 많은 것으로 나타났다. 插木에 있어 葉量 얼마가 發根에 가장 좋다는^{11,12,13,14} 報告가 있으나 本實驗內의 環境條件에서는 4葉의 境遇 發根量이 많았다. 以上の 結果로 葉量 얼마가 插穗發根에 가장 適合하다는 表現은 插床의 水分과 相對濕度를 輕視했을 때의 結果라고 생각되어지며 環境條件을 control했을 때의 그 結果는 달라질 것으로 豫想되어진다. 插木後 10日 째에 있어 아왜나무의 境遇 ψ_t 의 增加의 境遇 4葉은 2葉보다 -2 bars 程度의 差로서 最大值에 到達하고 있으며, 最高值에 到達하는 時間도 2時間 程度 短다. 減少의 境遇에 있어서는 $-1\sim-2$ bars 程度 急히 減少 傾向을 보이고 있음과 Table 2.의 發根量을 參酌하여 보면 本實驗內의 條件에서는 4葉이 2葉보다 生理的 抵抗이 빨리 變化하고 있는 것으로 생각되어지며 全體的인 變化 pattern은 뿌리가 있는 完全한 植物과^{1,2,3,17} 類似하였다.

引 用 文 獻

- Betty Klepper. 1968. Diurnal pattern of water potential in woody plant. plant physiol. 43:1931~1934.
- Boyer, J.S. 1967. Leaf water potential measured with a pressure chamber. plant physiol. 42:133-137.
- De Roo, H.C. 1969. Leaf water potential of sorghum and corn estimated with the pressure bomb. Agron. J. 61:969-970.
- 徳岡正三. 1974. 自動かん水 装置を用いた土壤水分の調節とヒノキさし穂の 吸水および發根の檢討. 日林誌. 56:102-104.
- Edward B. Knipling. 1968. Measurement of Leaf water potential by the dye method. Ecology. Vol. 48(6):1038-1041.
- 洪盛千, 須崎民雄. 1975. さし木の水分吸収に関する研究(I). 日林學會九州支部. 28:102-104.
- _____ . 矢幡久. 1976. さし木の水分吸収に関する研究(II). 日林學會九州支部. 29:205-207.
- _____ . 1976. さし木の水分吸収に関する研究(IV). 87回日本林學大會. 205-207.
- 福櫻盛一, 横井肇. 1968. 土壤物理性測定法. 養賢堂. 191-196.
- 岩田進午. 1968. 遠心法による μF 의 測定法について. 土肥誌. 39:177-178.
- 町田英夫. 1974. さし木のすべて. 誠文堂新光社. 40-44.
- 農耕と園藝別冊. 1973. 圖解植木のつくり方. 60-62.
- _____ . 1973. 圖解植木のふやし方. 197-213.
- 大山浪雄, 森下義郎. 1971. さし木の理論と實際. 勝文社. 279-356.
- Slatyer, R.O. and S.A. Taylor. 1960. Free-energy transfer in plants. Nature. 187:922.
- 鈴木鐵男 et al. 1968. 葉の飽和水分不足度に 關する研究. 園學雜. 37:37-44.
- Waring, R.H. and B.D. Cleary. 1967. Plant moisture stress. Science. 155:1248-1254.
- Wiebe, H.H. 1966. Matric potential of several plant tissues and biocolloids. plant physio. 41:1439-1442.