果樹の葉内水分不足に関する研究 (第3報)

土壌要因がカンキツ葉の Water potential に及ぼす影響について

間苧谷徹・町田 裕・山津憲治*・山崎隆生**

(果樹試験場安芸津支場)

Studies on Leaf Water Stress in Fruit Trees

III. Effect of Soil Factors on Leaf Water Potential of Citrus Trees

Toru MAOTANI, Yutaka MACHIDA, Kenji YAMATSU and Takao YAMAZAKI

Akitsu Branch, Fruit Tree Research Station, Akitsu, Hiroshima

Summary

Relationships between soil factors and leaf water potential were studied during summer for satsuma mandarin (*Citrus unshiu* MARC.) and maltese blood (*Citrus sinensis* OSBECK) trees.

1. Leaf water potential measured before sunrise ($\phi_{\max}$) was curvilinearly related to the soil matric potential in the main root zone. When soil matric potential dropped below pF 3.5 to 4.0, the slope of the curve began to increase rapidly.

Even under the same atmospheric and soil moisture conditions, leaf water potentials during the day ($\phi_{\min}$) were always higher for the trees grown in the granite soil than in the rhyolite soil. The difference described above may be due to the differences in soil properties such as hydraulic conductivity and porosity between the two soil types.

2. Both soil matric potential and $\phi_{\max}$ for trees at the site with shallow soil profile continued to fall rapidly as days went on, whereas at the site with deeper soil profile the rate of decrease of the both values began to retard after $\phi_{\max}$ reached around -4.5 bars. Since no difference was found in the extent of root depth between the two sites, the difference should be attributed to the supplemental water flow from the subsoil.

3. Root system of a tree was divided into two parts; one was held in moist soil (irrigated daily), the other in dry soil (nonirrigated). The moisture of nonirrigated soil decreased as days went on, the values of $\phi_{\max}$, however, were remained constant according to the proportion of rootlets in moist soil.

4. The submerging treatment was carried out by using trees grown in pots. Initially, $\phi_{\min}$ in this treatment was lower than that of control plants irrigated daily. After 5 to 7 days, however, $\phi_{\min}$ and leaf diffusion resistance in the submerged plants became abnormally higher than those of controls.

緒 言

Pressure chamber はミカン樹の水分不足度の測定にすぐれた方法であることを第1報(7)で報告した。わが国においては、植物体の水分不足度を土壌の乾湿の程度から類推し、それをもつて光合成・蒸散などの生理作用の究明を行なつた例が非常に多い。そこで、pressure

chamber で求めた葉の水ポテンシャル (water potential) と土壌水分を含めた土壌要因との関係を明らかにしておく必要があると思われる。

土壌水分と葉の水ポテンシャルとの関係を明らかにした報告は多数ある(1, 2, 3, 6, 7) が、各深さの土壌水分の取り扱い方、土壌母材および土層の深さなどを配慮した例は比較的少ないと思われる。そこで本報文は、上記の事を考慮し、土壌要因が夏季の葉の水ポテンシャルに及ぼす影響について検討を行なつたので報告する。

1974 年 12 月 17 日受理

* 佐賀県果樹試験場

** 広島県果樹試験場

なお報文中では、葉の水ポテンシャルを ψ 、特に必要の場合には、早朝（または暗室下）のそれを $\psi_{\max}$ 、日中（または明室下）のそれを $\psi_{\min}$ と略記した。

I. 土壌水分と葉の ψ について

材料および方法

実験-1 直径 7 cm、深さ 9 cm の不透水性紙コップに 1 個体ずつ栽植した 2 年生マルチーズブラッド (*Citrus-inensis* OSBECK) を供試した。供試土壌は、直径 2 mm のふるいを通した流紋岩土壌で、良く混合し各コップ間に土壌の差が出ないように留意した。健全な生育を示していると思われる個体を選び、自然条件下でコップの土壌水分を種々に調整した後、約半数を暗室に、残りを明室に入れ、1 日放置後、逐次取り出し植物体の ψ の測定を行なった。暗室は温度 25°C、飽差 7 mmHg、明室は温度 30°C・飽差 11 mmHg・照度 20,000 ルクスに保った。本報における植物体の ψ の測定はすべて pressure chamber で行ない(7), bar で表示した。ここで用いたマルチーズブラッドは、葉柄が細く、測定が多少不便であつたので、地上部を切り取り全体を chamber に入れて測定に供した。測定終了後、直ちに根の回りの土壌を集め、土壌水分含量を求め、あらかじめ加圧膜法で作成しておいた張力-水分量曲線から、毛管ポテンシャル(bar)として表示した。

実験-2 直径 60 cm、深さ 50 cm のコンクリートポット栽植 5 年生杉山温州 3 樹を用い、土壌水分および土壌母材の差異が、葉の ψ に及ぼす影響について検討した。調査期間は 7 月 14 日～7 月 27 日である。 ψ の測定は春葉を対象とし、 $\psi_{\max}$ および $\psi_{\min}$ (1:00～2:00pm) の測定を行なった。供試土壌は流紋岩土壌と花こう岩土壌である。土壌水分は深さ 15 cm と 30 cm に埋設したテンシオメーターおよび石こうブロックで測定し、毛管ポテンシャルに換算して表わした。両土壌の物理性としては、室内定水位法で飽和透水係数と、張力-水分量曲線を求めた。

実験-3 果樹試験場安芸津支場は場の 6 年生宮川早生樹を供試し、土壌水分および根の分布と葉の $\psi_{\max}$ および $\psi_{\min}$ (11:00 a.m.～2:00 p.m. に測定) について、7 月 15 日～9 月 8 日にかけて調査した。この場合は、切・盛土を行なった地形改造園で、土壌は流紋岩質の風化土壌、土性は Lic である。各樹付近の物理性を第 1 表に示した。保水量 (pF 1.5～4.0) は B 樹が大きいが、A と C 樹では差がなかった。C 樹の土層 50 cm 前後には不透水層が全域に存在した。A 樹は 100 cm の深さまでは不透水層がなく、土壌的には最も良好のようであつた。B 樹は深さ 50 cm 前後に不透水層の存在する箇

Table 1. Physical properties of the soil in Experiment-3

	Soil depth cm	Gravel content %	Solid ratio %	Available moisture* %
Tree A	10	8.7	51.7	21.2
	20	10.2	51.2	23.2
	30	9.1	53.4	22.9
	50	6.9	53.9	24.2
Tree B	10	8.3	45.0	25.6
	20	7.0	46.0	25.3
	30～50	4.0	49.9	27.5
Tree C	10	10.8	49.1	23.5
	20	10.2	49.6	22.9
	30	11.0	52.3	23.5
	50	13.2	51.2	27.1

* Water content from pF 1.5 to 4.0.

所もあつたが、土層の深い所もあり、付近の樹の生育は良好であつた。 $\psi_{\min}$ の測定終了後、1 樹当たり 3 か所の地点より、10, 20, 30, 50, 70 cm の深さから採土を行ない、土壌含水量を求め、加圧膜法で作成した張力-水分量曲線により毛管ポテンシャル (bar) として表示した。根の分布は、深さ 10 cm きざみに根を掘り、よく水洗後、吸水可能な根を直径 2 mm 以下の細根と仮定し、乾物重で表示した。

実験-4 瀬戸田町水田転換園に栽植した 12 年生普通温州を供試し、現地における土壌水分と葉の ψ について、7 月 24 日に調査した。この園地の土壌は 0～50 cm までは黒色表土、50～80 cm は赤黄色粘土質、80 cm 以下は密な花こう岩風化れき質土壌で、この 80 cm までが有効土層と考えられた。土壌水分は 10, 20, 40, 60 cm の深さより採土を行ない、土柱法 (脱水過程) 一吸引法一加圧膜法で作成した張力-水分量曲線を用い、毛管ポテンシャル (bar) として表示した。

実験結果

実験-1 マルチーズブラッドでの結果を第 1 図に示した。 $\psi_{\max}$ および $\psi_{\min}$ とも毛管ポテンシャルと密接な関係を示した。

実験-2 ポット内では、根は比較的均一に分布していると思われたので、毛管ポテンシャルは、15 cm と 30 cm の平均値として表わした。母材の異なる土壌で栽培したにもかかわらず、毛管ポテンシャルと $\psi_{\max}$ は密接な関係があり、マルチーズブラッドと同様、曲線を描いた (第 2 図-a)。-0.1 bar 以内の土壌水分が多い場合について拡大したのが、第 2 図-b である。この場合、 $\psi_{\max}$ と土壌水分との関係は直線に近似し、相関係数は 0.98 であつた。これに対し、 $\psi_{\min}$ は $\psi_{\max}$ ほど土壌水分との関係はなく、特に土壌水分が多い場合には、気象因

Fig. 1. Relationship between soil matrix potential and leaf water potential for maltese blood trees.

Fig. 2. Relationship between soil matrix potential and leaf water potential for satsuma mandarin trees grown in pots.

Table 2. Effect of soil parent materials on leaf water potential (ψ_{min})

Time	Rhyolite soil		Granite soil	
	Soil matrix potential bar	Leaf water potential bars	Soil matrix potential bar	Leaf water potential bars
4:30 a.m.	-0.01	-2.5	-0.01	-2.8
1:00 p.m.	-0.02	-13.4	-0.02	-11.8
4:30 a.m.	-0.01	-3.0	-0.01	-2.6
1:00 p.m.	-0.01	-14.5	-0.02	-11.0

子の影響が大きく、葉の ψ は大きな変動を示した。しかしながら、土壌水分の減少にともない、 ψ_{min} と毛管ポテンシャルとの関係は密接になる傾向を示した。これは土壌が乾燥し、気孔開度が小さくなるに従い、蒸散による影響が少なくなり、土壌水分の支配が優先してくるためであろう。

土壌母材の差異が ψ_{min} に及ぼす影響について検討した結果を第2表に示した。両母材の毛管ポテンシャルおよび ψ_{max} は概略同一であったが、 ψ_{min} は花こう岩土壌のほうが約2 barも高かった。気象条件は同一と考えられるので、この ψ_{min} の差は土壌条件によるものと思われる。特に、土壌中における水の動きと関連の深い物理性によるものと考え、飽和透水係数と孔隙分布を調べた結果（第3図）、飽和透水係数は花こう岩土壌のほうが2倍も高く、また毛管ポテンシャル0～-0.1 barに相当する孔隙量も花こう岩土壌のほうが大きく、土壌水分が比較的多い条件では、流紋岩土壌に比べ、花こう岩土壌の方が水の移動が容易であると判断された。

実験-3 第4図は深さ別の毛管ポテンシャルと ψ_{max} の関係を示したものである。根量が多い10, 20 cmの毛管ポテンシャルとは一定の関係をもっているが、根量が少ない土層の毛管ポテンシャルとの関係は余り密接でなかつた。3樹について、深さ別の毛管ポテンシャルを細根量の荷重平均（すなわち、根圏土壌の毛管ポテンシャルの一種の平均値）で示した結果を第5図に示した。これによると、 ψ_{max} は毛管ポテンシャルと明らかな関係を示したが、 ψ_{min} との関係はなかつた。

次に、 ψ_{max} の動きを蒸発計蒸発量との関係で調べた結果を第6図に示す。積算蒸発計蒸発量の増加に従い、最初のうちは3樹とも ψ_{max} の低下は急激であつたが、-4 barを過ぎる頃から、AとB樹では、その勾配はやや穏やかになつた。しかしC樹では、同じように低下を続け、 ψ_{max} が-4.5 bar以下の範囲では、A・B樹に比べて、C樹の ψ_{max} は明らかに低くなつた。A・B樹とC樹の ψ_{max} に、差が認められた8月6日の土壌の毛管ポテンシャルは、深さ50 cmまでの荷重平均値で、A, B, C樹それぞれ、

Fig. 3. Relationship between volumetric soil water content and soil matric potential.

Fig. 4. Relationship between soil matric potential at various depths and leaf water potential.

Fig. 5. Relationship between soil matric potential and leaf water potential for satsuma mandarin trees grown under the field.

Table 3. Root distribution in different soil depths and leaf area of each tree (A, B, C).

	Soil depth cm	Tree A		Tree B		Tree C	
		Dry weight gr.	Total %	Dry weight gr.	Total %	Dry weight gr.	Total %
Rootlets	10	209	62	236	51	77	61
	20	82	86	139	81	29	84
	30	25	94	63	94	13	94
	50	16	98	26	100	7	100
	70	5	100				
	Total	337	100	463	100		100
Spring leaves cm ²		40,589		40,790		13,660	
Summer leaves cm ²		1,955		12,075		515	
Old leaves cm ²		17,118		19,851		7,543	
Total cm ²		59,662		72,896		21,718

Fig. 6. Changes in leaf water potential and soil matric potential in relation to the accumulative amount of evaporation from a pan.

-6.8, -6.9, -9.5 bar であつた。3 樹の解体結果 (第 3 表) が示すように、C 樹は他の樹に比べ、細根量も少なく、地上部も貧弱であつたが、根系の深さは 3 樹とも幼木のためか大差はなく、94% の細根が 30cm までの土層に存在した。従つて、C 樹において、根圏付近の毛管ポテンシャルおよび ψ_{max} の低下が急であつたことは、根圏周囲、特に下層土からの補給水が少なかつたためであらう。

実験-4 根量の調査を行なつていないので、深さ別の毛管ポテンシャルをそのまま第 4 表に示した。40cm までの深さに大半の根が存在していると

Table 4. Relationship between soil matric potential and leaf water potential for satsuma mandarin trees grown at Setoda

Leaf		Soil	
Time	Leaf water potential bars	Soil depth cm	Soil matric potential bars
5:00 a.m.	-5.0	10	-6.6
8:00	-7.6	20	-7.2
11:00	-13.9	40	-4.7
2:00 p.m.	-16.2	60	-4.6
4:00	-13.1		
7:00	-6.4		

Table 5. Amounts of rootlet inside and outside a cylinder of each treatment.

Treatment	Diameter of a cylinder cm	Rootlet inside a cylinder %	Rootlet outside a cylinder %
W-100 Irrigated in a pot	—	0	100*
W-50 Irrigated in a cylinder	15.5	55	45
W-30 Irrigated in a cylinder	10.0	32	68
W-10 Irrigated in a cylinder	5.8	11	89
W-0 Nonirrigated	—	0	100

* Forty per cent of rootlet had decayed

Fig. 7. Relationship between soil matric potential and leaf water potential.

Fig. 8. Schematic diagram of a pot in which a satsuma mandarin tree of divided root system was planted

仮定し、平均値を取ると、平均毛管ポテンシャルは -6.2 bar となり、 $\psi_{\max}$ は -5.0 bar なので、実験-3 の結果とよく近似していた。

実験-1～3 の実験結果から、 $\psi_{\max}$ と毛管ポテンシャル (pF 表示) について、同一図上にプロットしてみると (第7図)、それぞれ別の実験にもかかわらず、その大部分はほぼ同一曲線に存在すると見なすことができる。

II. 根の一部を適湿土壌下におき、他の根が分布する土壌を乾燥させた場合の葉の ψ について

材料および方法

実験-5 第8図に示すように、直径 33 cm、深さ 30 cm の素焼きはちの中心に、底部に排水孔を設けた塩化ビニール円筒を埋めた後、3年生杉山温州の根を分けて塩化ビニール円筒の内外に分布するように定植した。実験終了時に円筒の内外に分布していた細根の比率は、第5表に示す通りである。ただし、w-100 区と w-0 区には円筒を埋めなかつた。各区は、8月7日までは充分

にかん水を行なつた。8月8日に人工気象室に移し、11:00 a.m.～11:00 p.m. は温度 27°C ・飽差 8.0 mmHg ・照度 $13,000$ ルクス (明期) とし、11:00 p.m.～11:00 a.m. を温度 20°C ・飽差 1.8 mmHg (暗期) とし、同時に土壌水分調節処理を開始した。円筒の土壌には、1日1回充分なかん水を行ない、円筒外部の土壌は自然に乾燥させ、乾燥程度は石こうブロックで測定した。葉の $\psi_{\max}$ の測定は、明期に移る直前 (10:00～11:00 a.m.) に行なつた。実験終了後、根を解体し、塩化ビニール円筒内外に分布する直径 2 mm 以内の細根量 (乾物) の比率を調査した。

実験結果

w-0 区では、石こうブロックの抵抗値の上昇とともに、葉の $\psi_{\max}$ は低下し続けたが、w-10, w-30, w-50 区では、あるところまで葉の $\psi_{\max}$ が低下すると、乾燥土壌部の石こうブロックの抵抗値の上昇にもかかわらず、ほぼ一定値に保たれた。またその値は、w-50, w-30, w-10 区の順に高く、各区の適湿土壌中の細根量の比率を反映しているように見られた (第9図)。実験の後半から、w-100 区の $\psi_{\max}$ は -5 bar 前後という低い値を示すようになった。適湿土壌条件下における $\psi_{\max}$

Fig. 9. Changes in water potentials of leaves from plants grown with the root system divided into moist and dry soil.

は、普通 -3 bar 前後である。実験終了時の根の解体の結果、この区では腐朽細根が全細根の 40% を占めていたが、これは毎日のかん水で、土壌が過湿状態になったためではないと思われる。また、 $\psi_{\max}$ が実験後半に異常値を示したのも、そのためであると考えられる。他の区の円筒には、毎日かん水を行なったにもかかわらず腐朽細根は見られず、円筒外の乾燥土壌中の細根より、むしろ太く健全な外観を呈していた。これは適湿土壌部の根の吸水量が多いため、過湿状態に陥らなかったためと思われる。

III. 土壌過湿が葉の ψ および葉内水蒸気拡散抵抗 (R_L) に及ぼす影響について

材料および方法

実験-6 はち植え 3 年生杉山温州 4 樹を用い、10 月 7 日に適湿区と浸水区の 2 区に分け、ガラス室内で実験を行なった。 R_L の測定は、米国の Lambda 社製 Diffusive resistance meter (model LI-60) で行なった(5)。 $\psi_{\max}$ と 11:00 a.m. ~ 2:30 p.m. に $\psi_{\min}$ と R_L の測定を行なった。 $\psi_{\max}$, $\psi_{\min}$, R_L は各樹それぞれ 3 葉、5 葉、10 葉の平均値で示した。

実験結果

結果を第 10 図に示す。10 月 7 日 5:30 a.m. に $\psi_{\max}$ を測定した後、直ちに浸水処理を開始した。約 7 時間後の 1:00 p.m. の測定で、 $\psi_{\min}$ は適湿区より明らかに低下し、 R_L も多少高くなっており、浸水による根の吸水力低下の影響が現われているようであった。処理開始より 4 日目頃に、春葉の先端が黄化を始め、7 日目の 10 月 14 日の測定では、 $\psi_{\min}$ は適湿区より逆に著しく高く

Fig. 10. Effects of submerging treatment on leaf water potential and leaf diffusion resistance.

なり、 R_L は上昇し気孔がかなり閉じていることを示していた。 $\psi_{\max}$ は、浸水処理を開始してより数日間、 -2.7 bar 前後を示し、適湿区と大差なかったが、4 日目に -3.7 bar と少し低くなり、10 月 14 日以降は逆に -1.5 bar に上昇した。このような値は、正常な樹では見られない高い値である。

考 察

土壌水分と早朝の葉の水ポテンシャル ($\psi_{\max}$) との関係論ずる場合に、最も注意を要するのは、土壌水分の代表値の求め方である。小型ポットなどでは、ポット内の土壌水分は根圏土壌水分に比較的近似していると考えられるが、ほ場の場合には、測定位置および平均値の求め方などにより異なった値が得られる。従つて、種々の実験結果を比較すること自体に無理があるが、実用的な意味において、葉の ψ と土壌水分との関係の概要を得る目的でこの実験を行なった。

$\psi_{\max}$ が土壌水分と密接な関係にあることは多少の報告があり(4, 6, 8)、筆者らも第 1 報(7)において述べた通りである。今回はポットおよび現地ほ場の幼木・成木などの実験結果を比較した結果、細根の大部分が分布する根圏土壌の毛管ポテンシャルと $\psi_{\max}$ の間には可なり密接な関係があり、第 7 図が示すように、pF 3.5 ~ 4.0 ($\psi_{\max} - 5$ bar) 付近から、曲線の勾配が急激に増加す

るのが認められた。しかしながら、同じ $\psi_{\max}$ に対する毛管ポテンシャルの値は、実験間に可なり差のある場合も認められた。

次に、土層の深さの異なる場合の $\psi_{\max}$ について考察する。一般に、は場での土壌は、上層から乾燥して行くので下層ほど水分が多く保持されている。従つて、根系が深い場合には、上層の根は乾燥土壌中にあつても、下層の根は比較的湿つた土壌中にあると思われる。この場合、全体から見れば、比較的少量の根が活発に吸水することにより、植物体内の水分を高く維持していることが想像される。実験-5 は、このような場合のモデル実験として計画したものである。それによると、適湿土壌中の細根の比率によつて、葉の $\psi_{\max}$ は異なるようであるが、 $\psi_{\max}$ が相当高い状態で一定値に保たれていることが認められた。Reicosky ら(9) は、根量に応じて土壌水分を吸水するのではなく、capillary fringe 付近の少量の根が、植物体の吸水量の大半を吸水していると述べており、Taylor ら(10) も、湿つた土壌にある 19% の根が 71% の吸水を行なつていと報告している。本実験結果も、これらの報告に類似した現象を示すものと考えられる。

実験-3 では、土層の深い A・B 樹と土層の浅い C 樹との間に根系の深さに関する差は認められず、いずれも 30 cm 以内に 94% の細根が分布していた。 $\psi_{\max}$ の動きも、最初の間は 3 樹に差が認められなかつたが、 $\psi_{\max}$ が -4.5 bar に達した頃から、C 樹と A・B 樹の $\psi_{\max}$ に差が認められるようになり、同時に、土壌の毛管ポテンシャルにも明らかな差が見られるようになった。従つて、この場合には、土層の深い A・B 樹には、50 cm 以下の土層からの補給水があつたのに対し、C 樹ではそれがないために、根圏土壌水分に差が生じ、それが $\psi_{\max}$ に反映したものと考えられ、実験-5 に相当する現象は見られなかつた。

日中の ψ が気象条件により異なることは第 1 報(7)でも触れたが、気象条件が同じでも、土壌条件によつて葉の $\psi_{\min}$ が異なることを第 2 表で明らかにした。これは飽和透水係数および孔隙の分布の相違から考えて、土壌中の水の移動の難易に基づくものと推論した。Yang ら(11) は、小麦を用いた実験で、土壌の異なる場合には、同じ毛管ポテンシャルでも $\psi_{\min}$ が異なり、それは各土壌の不飽和透水係数によつて説明出来ることを明らかにした。このように土壌の毛管ポテンシャルだけでなく、不飽和透水係数が $\psi_{\min}$ の動きに重要な役割を果たしており、植物体の体内水分状態を論ずる場合に、毛管ポテンシャルのみで論ずべきでないことを示している。

最後に、浸水実験が示すように、浸水の初期には、 $\psi_{\min}$ は明らかに対照区より低下していたが、5~7 日目以降は逆に著しい上昇が見られた。このような極端な条件は、特殊な湿害地以外では起きないと思われるが、 ψ の測定結果を判断する際に、注意を要する点であらう。

摘 要

杉山温州、宮川早生およびマルチー ズブラッドを用い、夏季における土壌要因が、葉の水ポテンシャル(ψ)に及ぼす影響について検討した。結果の概要を下記に示す。

1. 細根の大部分が分布する根圏土壌の毛管ポテンシャルと、早朝の $\psi(\psi_{\max})$ の間には、可なり密接な関係が認められ、pF 3.5~4.0 付近から、 $\psi_{\max}$ は急激に低下していった。日中の $\psi(\psi_{\min})$ は、気象因子および土壌の毛管ポテンシャルだけでなく、土壌母材によつても異なつた。すなわち、気象条件および毛管ポテンシャルが概略同一であつても、花こう岩土壌に比べ、流紋岩土壌栽植樹の $\psi_{\min}$ は低かつた。これは、土壌中の水の動きと関連の深い物理性（不飽和透水係数）によるものと思われる。

2. 土層の深さの差異が、 $\psi_{\max}$ および土壌の毛管ポテンシャルの動きに及ぼす影響を検討したところ、積算蒸発計蒸発量の増加に従い、最初の間は大差なかつたが、 $\psi_{\max}$ が -4.5 bar を過ぎた頃から、土層が深い樹は、浅い樹に比べ、 $\psi_{\max}$ および毛管ポテンシャルの低下は、相当緩慢になつた。両土層の間には、根系の深さに関する差はなかつたこと、および土層の浅い樹の根量と地上部の生育は、土層の深い樹に比べ貧弱であつたことを考え合わせると、下層土からの補給水の多少が、この結果に反映したと思われる。

3. はち植えの幼木を用い、種々の比率で根を二つに分け、一部の根を適湿土壌中（適湿部位）におき、残りの根が分布する土壌を自然乾燥処理（乾燥部位）を行なつた。あるところまで $\psi_{\max}$ が低下すると、乾燥部位の土壌が乾燥し続けていつたにもかかわらず、 $\psi_{\max}$ は一定値に保たれた。また、その値は、適湿土壌中の細根の比率を反映しているようであつた。

4. はち植え幼木を用い、根の浸水処理を行なつたところ、初期には、浸水区の $\psi_{\min}$ は、明らかに適湿区より低下した。しかし、処理開始より 5~7 日目頃からは、浸水区の $\psi_{\min}$ は逆に異常に高い値を示し、気孔も相当に閉じていた。

謝 辞 供試材料等に便宜を提供された当支場の中谷宗一技官に謝意を表す。また本研究の遂行にあつ

て、長谷嘉臣技官の労を煩わせたところが大きい。記して感謝する。

引用文献

1. CARR, M. K. V. 1971/1972. The internal water status of the tea plant (*Camellia sinensis*): some results illustrating the use of the pressure chamber technique. *Agric. Meteorol.* 9: 447—460.
2. DEROO, H. C. 1969. Water stress gradients in plants and soil-root systems. *Agron. J.* 61: 511—515.
3. EPSTEIN, E., and W. J. GRANT. 1973. Water stress relationships of the potato plant under field conditions. *Agron. J.* 65: 400—404.
4. JORDAN, W. R., and J. T. RITCHIE. 1971. Influence of soil water stress on evaporation, root absorption, and internal water status of cotton. *Plant Physiol.* 48: 783—788.
5. KANEMASU, E. T., G. W. THURTELL, and C. B. TANNER. 1969. Design, calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. *Plant Physiol.* 44: 881—885.
6. KAUFMANN, M. R., and D. C. Elfving. 1972. Evaluation of tensiometers for estimating plant water stress in citrus. *Hortscience.* 7: 513—514.
7. 町田 裕・間苧谷徹. 1974. 果樹の葉内水分不足に関する研究 (第1報) Pressure chamber による温州ミカン葉の water potential の測定法について. *園学雑.* 43: 7—14.
8. MACKLON, A. E. S., and P. E. WEATHERLEY. 1965. Controlled environment studies of the nature and origins of water deficits in plants. *New Phytol.* 64: 414—427.
9. REICOSKY, D. C., R. J. MILLINGTON, A. KLUTE, and D. B. PETERS. 1972. Patterns of water uptake and root distribution of soybeans (*Glycine max.*) in the presence of a water table. *Agron. J.* 64: 292—297.
10. TAYLOR, H. M., and B. KLEPPER. 1973. Rooting density and water extraction patterns for corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 65: 965—968.
11. YANG, S. J., and E. DEJONG. 1972. Effect of aerial environment and soil water potential on the transpiration and energy status of water in wheat plants. *Agron. J.* 64: 574—578.