

## 瀬戸内地方に適合した畑地かんがいの基礎的研究

## V. 土壤水分消費機構の時期的不均一性について

松田 松二・山田 宣良

## I ま え が き

近年、畑地の基盤整備事業が各地ですすめられており、なかでも投資効率の大きな果樹特に柑橘類を対象としたかんがいが盛んに行なわれはじめてきた。これに対して畑地かんがいをより合理的に行なうための基礎的研究もすすんでおり、かなりの知見が得られているにもかかわらず<sup>(1)</sup>、実際のかんがいにおいては、必ずしもこれらの成果が生かされているとは限らないのは遺憾である。又、従来の研究では、地中環境を植物の生育上の場としてとらえた研究や、樹木の一本を対象とした生理学的な研究と、生態学にみられるような巨視的見地との中間の対象である圃場規模での研究が充分ではなく、これが実際には圃場規模で行なわれることが多いかんがいとの間に、密接な関係が得られにくくなっている一因とも考えられる。そこで、ここではまず植物の生育に伴う土壤水分環境の影響について、圃場規模での時期的不均一性を中心として考究する。実験圃場としては前報<sup>(2)</sup>にひき続き、香川大学農学部附属傾斜地農場の柑橘園を選定し、図-1に示した各部位においてテンシオメータ、ガラスフィルターブロックを用いた電気抵抗法、定容採土法を併用した土壤水分測定を行なった。又、同時に対象とした柑橘樹の生育状況をみるために、春枝、夏枝の伸長量と果実の肥大量も併せて測定した。なお、前報<sup>(2)</sup>に示したように、土壤水分の消長は時期的変動が大きいことが明らかであるので、測定結果は果樹の生育段階に対応して以下のように分けた上で夫々について検討を行なった。

- 1) 春枝伸長，開花期（5月10日～26日）
- 2) 夏枝伸長，果実肥大期（7月10日～8月3日）

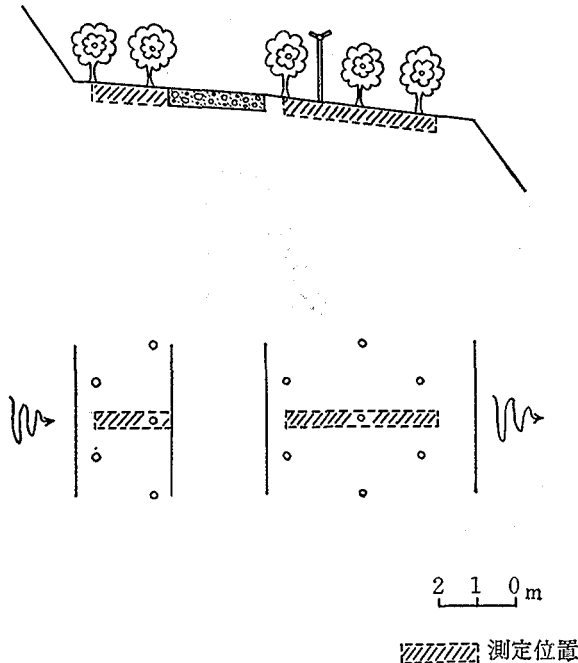


図-1 土壤水分測定位置

- 3) 果実肥大期 (8月6日~29日)
- 4) 果実肥大・充実期 (9月11日~10月1日)

II 柑橘の成育に伴う土壌水分消費機構の変化

II-1 春枝伸長, 開花期

一般に柑橘類は5月初旬頃, 春枝とよばれる新梢を出し, この枝は約1カ月間伸長を続ける。又5月下旬頃には開花がみられ, これらの事柄から, 5月中は柑橘の生育上における一つの段階とみなすことができる。そこでこの時期における春枝の伸長量, ならびに土壌水分の消長を示すと図-2, 3のとおりである。

これらの図からわかるように, 春枝は5月初旬頃より伸長をはじめ, 1日5~8mm程度その長さを増すが, 開花日(5月21日)の数日前より漸減し, 着花枝のほぼ全部について開花がみられる5月終旬には完全に伸長が停止する。このことから, 春枝の伸長は開花とかなり密接な関係をもっていることがわかる。この時期の土壌水分は一般に潤沢な場合が多く, 昭和46年度の場合もほとんどがpF1.0~2.0の範囲内であった。従って土壌水分と春枝伸長量の間にもそれほど顕著な関係はみられず, 降雨によって急激に土壌水分が増加した5月14~15日, 18~20日において伸長量が減少してはいるが, これも差の検定の結果有意なものとは認められない程度のものであった。又, 春枝の伸長については, 日照, 温度等土壌水分以外の諸因子の影響も大きく, この時期には土壌水分管理上の問題は比較的少ないものと考えられる。今回の測定ではそれほど顕著ではなかったが, 一般的な傾向としてはむしろ降雨が長期間続いた場合においては, 排水の必要性が生じてくるのではなかろうか。

II-2 夏枝伸長, 果実肥大期

一般に柑橘類は梅雨明けの頃に夏枝を出し, これは約1カ月間にわたって伸長を続ける。一方この頃には落花と共に結実した果実も徐々に肥大をはじめ。このように7月中, 下旬も柑橘類の生育における一段階とみなすことができる。この時期における夏枝の伸長, 果実の肥大ならびに土壌水分の消長を示すと図-4, 5のとおりである。

まず夏枝についてみると, 7月初旬頃より伸長をはじめ, 同15~20日には伸長量が極大値を示す。この間の伸長量は平均1日1cm余り程度であるが, 最大の伸長量は1日3cmを越え, 春枝よりはるかに長大なものとなる。従っ

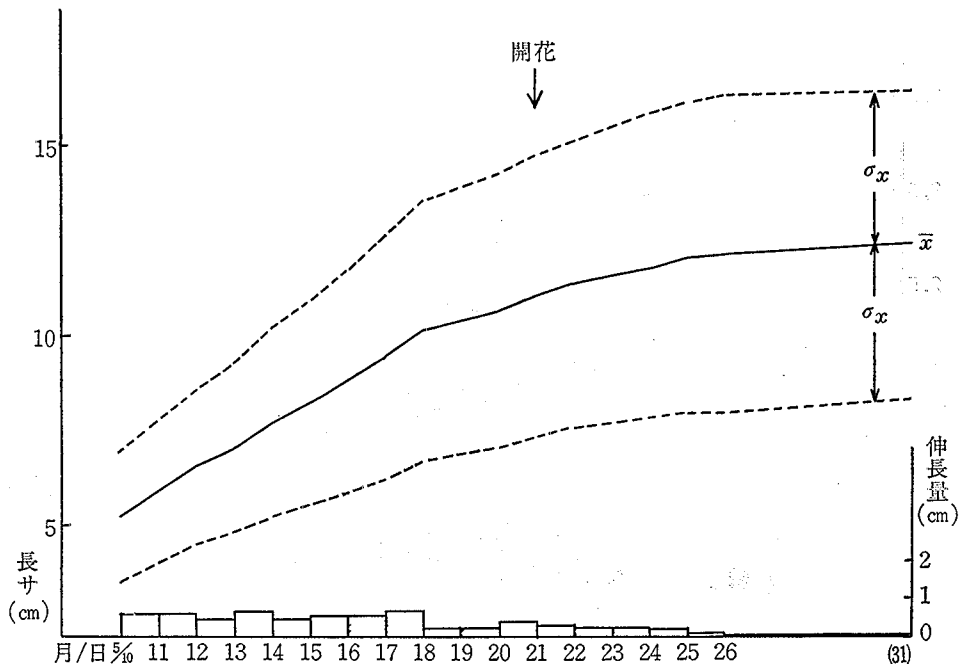


図-2 春枝の伸長

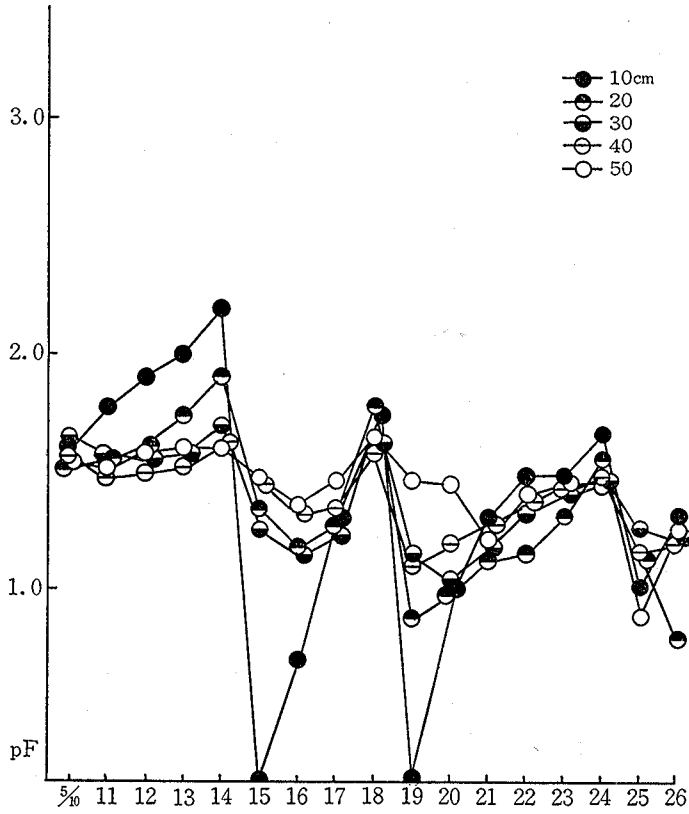


図-3 土壌水分変化

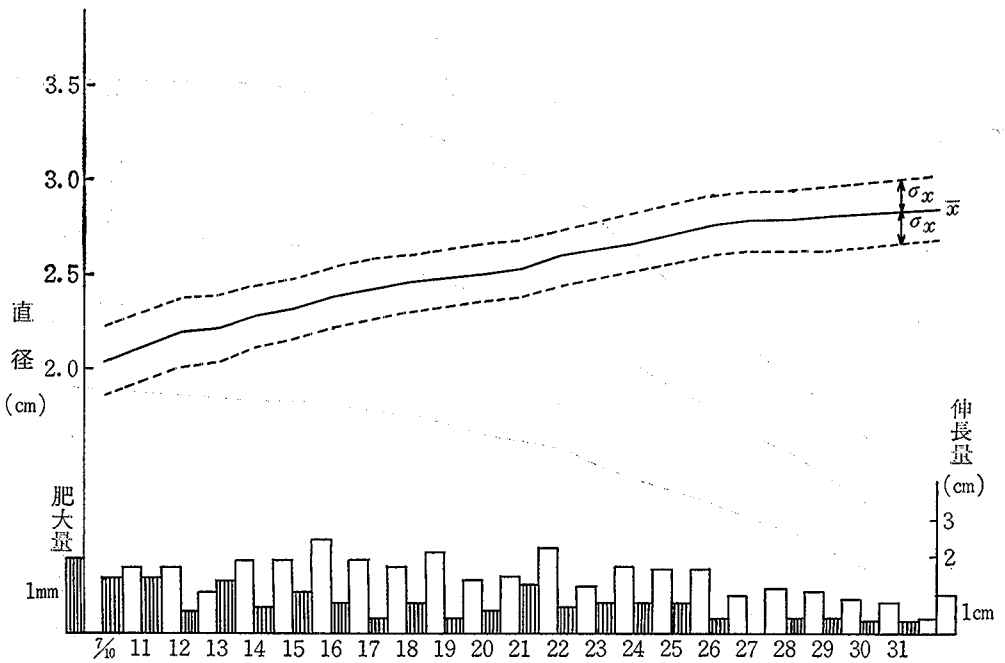


図-4 夏枝の伸長と果実の肥大

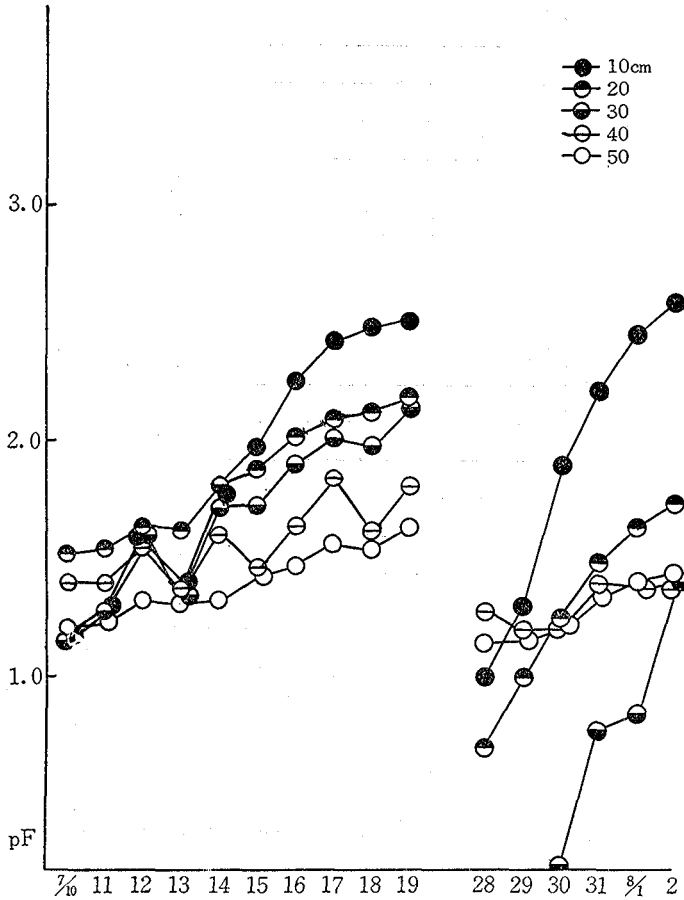


図-5 土壌水分変化

て剪定によらずに樹形を整えるには、夏枝の伸長を制御するのが適当な方法であるものとする。しかしながら一般に7月下旬以降の伸長量は漸減し、8月上旬には伸長が停止する。この後においても新梢を發し、伸長するものもあるが、結果枝の多い樹木においてはそれほど顕著な傾向ではない。

つぎに果実の肥大についてみると、結実から夏枝の伸長が顕著となる7月10日すぎまでは順調で、1日0.8mm近くにまで達するが、7月10日すぎから8月初旬までは著しく肥大が妨げられ、1日0.5mmを越えることは稀となる。又、7月終旬から8月初旬にかけては著しい落果がみられるが、落果する果実は落果の1週間ほど前から肥大がほぼ停止していることがわかる。これらのことから、夏枝の伸長は果実の肥大にとってかなり大きな阻害的要因となっていることが考えられる。更にこの間の土壌水分の消長をみると、大きく3段階に分けられることがわかる。まず7月10~19日は漸次乾燥過程、7月20~27日は湿潤状態、7月28日~8月3日は漸次乾燥過程である。これらの段階と夏枝の伸長、果実の肥大との関係を見ると、まず夏枝の伸長についてはほとんどその影響がみられず、春枝の場合にはある程度考えられた湿害による伸長の阻害もそれほど明らかではない。つぎに果実の肥大との関係については、7月10日~19日の漸次乾燥に伴い果実の肥大も0.8mm/day~0.2mm/dayと減少していること、7月20日~27日の湿潤段階には肥大量が0.5mm/day前後で安定していること、7月28日~8月3日の漸次乾燥過程では肥大が著しく減少し、特に降雨日であった8月3日過ぎに落果が著しかったことからみて、この期間には土壌水分の制御が不可欠であることがわかる。とりわけ pF 2.7 以上の著しい乾燥後にかん水を行ない、急速に土壌水分を変化させることは落果の一因ともなり、適当な方法ではないように考えられる。このように本期間中は夏枝の伸長によって優先的に土壌水分が消費されているものとみられ、果実を正常に肥大させるためには、地中環境の適正化という意味をもったかんがい方法、すなわちここでは表層を対象にした少量多回かん水が適当な方法であるものと考えられる。ちなみに本期

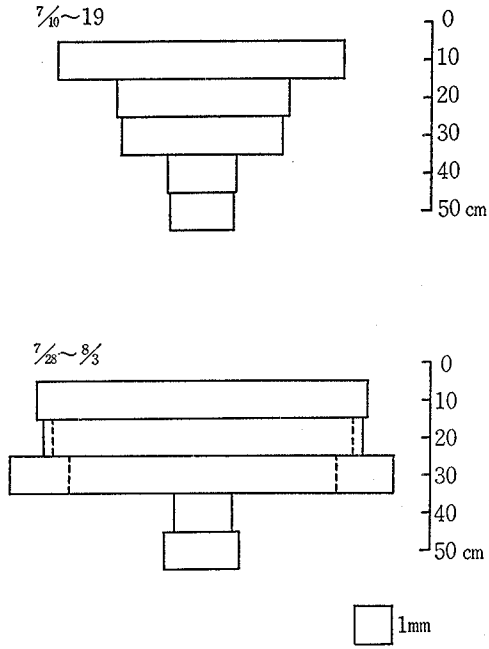


図-6 土壌水分消費型

間中の土壌水分消費型は図-6 に示したとおりであり、この考え方をうらづけるものである。又昭和 45 年度における測定結果についても同様な傾向がみられている<sup>(2)</sup>。

II-3 果実肥大期

結果枝の多い樹木では、夏枝の伸長は8月上旬でほぼ停止し、以後は果実の肥大が特徴的な生長となってくる。こ

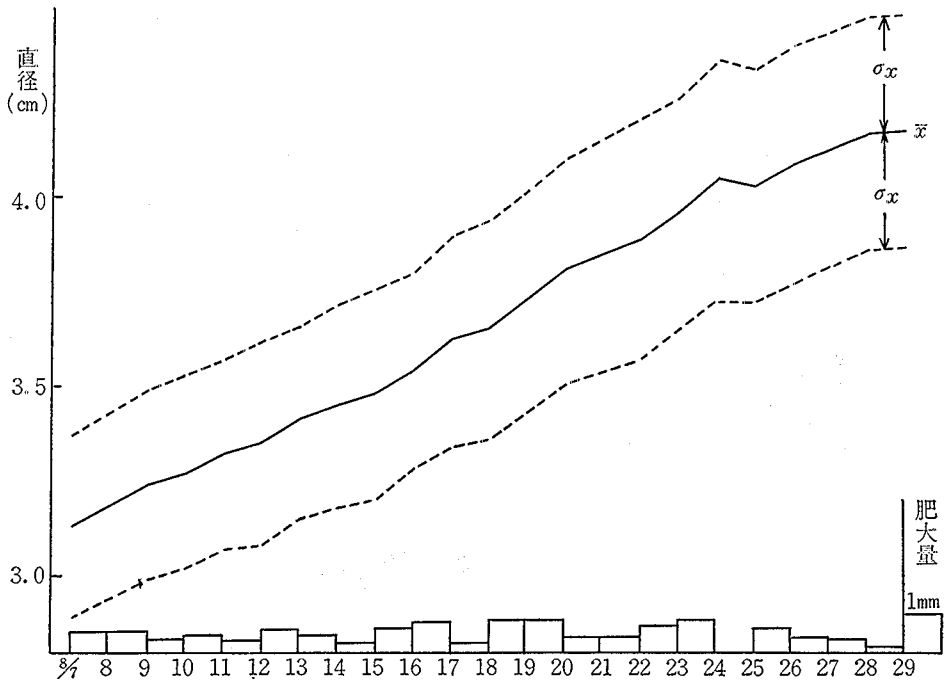


図-7 果実の肥大

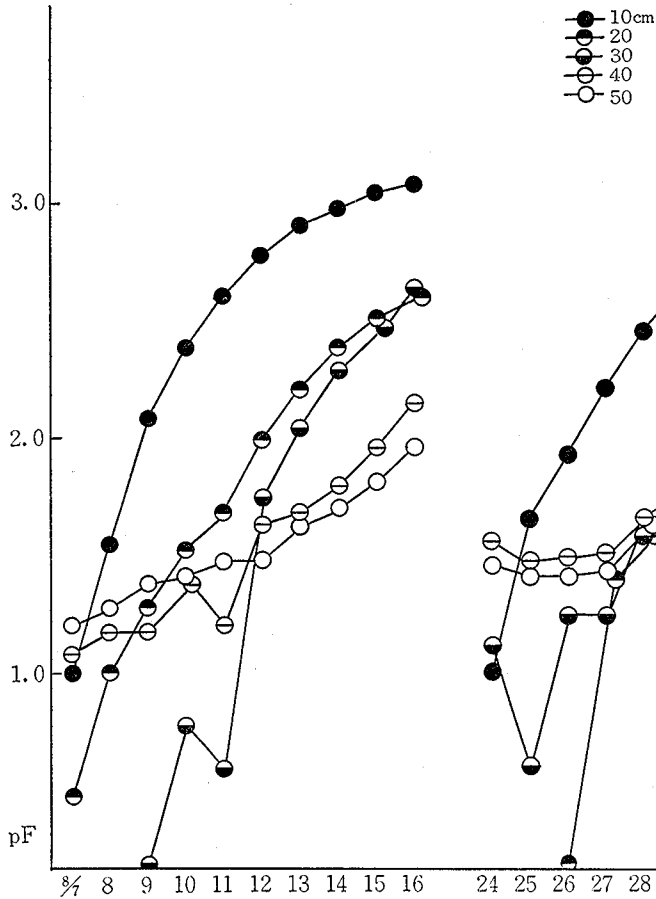


図-8 土壌水分の変化

ここでは夏枝伸長停止後の8月一ばいを生育の第三段階とみなした。この時期における果実の肥大量ならびに土壌水分の変化を示すと図-7, 8のとおりである。

まず果実の肥大についてみると、一般に0.5~0.7 mm/dayの値を示しているが、全く肥大がみられなかった日もあり、この期間を通じての果実肥大量の変動係数も比較的大きな値となっている。これを肥大量測定の前日の土壌水分との関連でみると、表-1に示すとおりである。

表-1 肥大量と土壌水分 (10 cm) との関係

	pF < 1.0	pF 1 ~ 2	pF 2 ~ 3	かん水日
山側肥大量	-0.2 mm	0.5 mm	0.3 mm	0.8 mm
谷側肥大量	-0.1 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.9 mm

この表に示されたように、一般に果実は給水によって著しく肥大し、その量は1 mm/day近くに達するが、給水直後の土壌水分が潤沢な時期 (pF 値 < 1.0) には肥大が停止し、かえって小さくなる場合すらみられる。その後の過程では、pF 2.0前後までは順調な肥大を続け、肥大量は0.5~0.6 mm/dayで安定しているが、それ以上乾燥すると肥大量は漸次減少してくる。これらのことを連続的に考えると、給水によってそれまで肥大障害を受けていた果実に多量の水分が吸収、保留され、場合によっては過膨大となる。そして土壌水分が過湿状態にあるために生育障害を起し、そのあくる日には肥大が停止するのではなからうか。従ってこの時期には、果実の肥大上の見地からみると、

正常生育に適した土壌水分の上限界が存在し、その値は pF 1.0 前後にとるのが妥当なものと考えられる。

つぎにテラスの山側と谷側とを比較してみると、土壌水分が多いほど山側の肥大量が小さくなっている傾向がみられる。しかしながらこの値は統計上有意な差ではなく、今後も検討を要する事柄である。特に本年度は、この時期における土壌水分が pF 3.0 より少なくなることはほとんどなく、乾燥がそれほど顕著ではなかったため、さきに示したテラス山側における下層土壌からの水分補給<sup>(2)</sup>も特徴的なものとはなっていない。

II-4 果実肥大・充実期

果実は9月に入っても肥大を続け、一般に10月末頃まではその大きさを増すことが知られている。それと同時に、9月から10月にかけては糖分の集積が著しく、又酸の分解もすすむいわゆる充実期でもある。ここでは9月11日から10月1日までを生育の第四段階とみなして考察をすすめた。この時期における果実の肥大ならびに土壌水分の消長を示すと、図-9、10のとおりである。

これらの図からわかるように、一般的傾向としてはII-3で論述した特徴がそのまま現われている。すなわち果実の肥大がほとんどみられなかった9月11~12日、27~28日と10月2~3日は、いずれも降雨のあった1~2日後で、土壌水分が潤沢な時期にあたる。又肥大量は 0.5 mm/day をやや下まわる程度が多く、急速な土壌水分の増加がみられる給水日に 0.5~0.8 mm/day 程度の値をとるほかは、pF 2.0 前後のときの肥大量がやや大きいようである。参考までに土壌水分と肥大量との関係を表-2 に示す。

この表と表-1 とを比べてみると、一般的傾向は類似しているものの、pF 1.0~2.0 のときの肥大量が著しく小さくなっており、この時期には生育上の適正土壌水分値がより乾燥側へ移行していることがわかる。又、この時期には多くの場合土壌水分が潤沢であることから、かん水の必要性は小さくなるものと考えられる。古くから論じられているように、この時期に土壌水分が過多であると、糖分の集積や酸の分解が妨げられるので、その意味からもむしろ排水に留意すべきなのではなからうか。

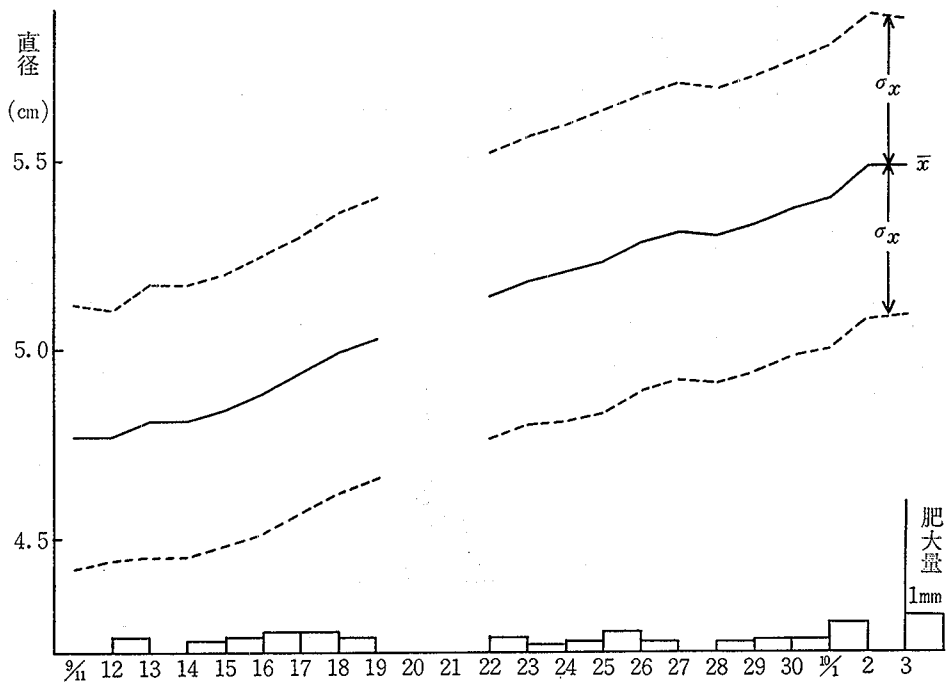


図-9 果実の肥大

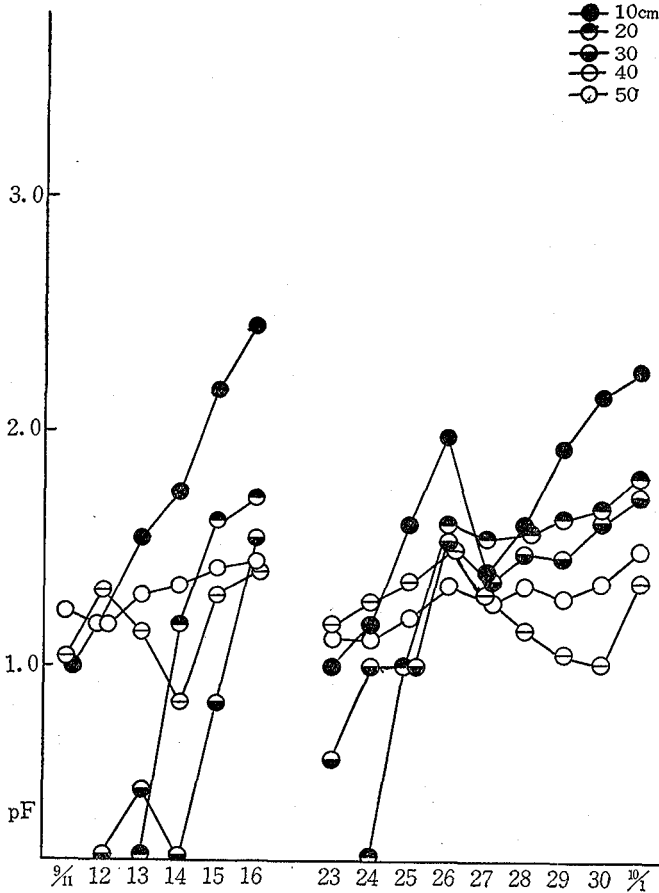


図-10 土壌水分変化

表-2 肥大量と土壌水分 (10 cm) との関係

	pF < 1.0	pF 1 ~ 2	pF 2 ~ 3	給水日
山側肥大量	-0.2 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.8 mm
谷側肥大量	-0.1 mm	0.2 mm	0.3 mm	0.8 mm

### III ま と め

ここで得られた結果を、主としてかんがい方法の合理化という見地からまとめてみるとつぎのようになる。

1. 年間生育の初期と末期にあたる5月末日以前および9月中旬以後は、かんがいの必要性は小さく、かえって害となる場合も考えられる。
2. 栄養生長と生殖生長とが併行する7月中旬～8月初旬には、急激な土壌水分変化を避け、表層かんがいを行なうのが適している。
3. 栄養生長が終了し、土壌水分消費量が極大値を示す8月中は、深層かんがいによって十分に土壌水分を補給する必要がある。
4. pF 値が1.0程度のときが柑橘では正常生育を阻害する過湿の限界と考えられるが、生育末期にはこれが pF 2.0 付近まで拡大するものと考えられる。従って有効土壌水分範囲は pF 値 2.0～3.0 にとるのが適当であろう。



## 参 考 文 献

- (1) たとえば 富士岡義一・海田能宏・中川泰男；農土論集, 27, 1-8 (1969).
- (2) 松田松二・山田宣良；香大農学報, 22-2, 113-117 (1971).

FUNDAMENTAL STUDIES ON THE RATIONAL IRRIGATION FOR  
THE DSITRICT ALONG THE INLAND SEA OF JAPAN

## V. On the Seasonal Variation of the Mechanisms of Soil Moisture Consumption

Matsuji MATSUDA and Noriyoshi YAMADA

## Summary

In this paper, an experimental study of physical relation between soil moisture and glowing factors of tangerine tree was described.

- (1). At the first and the last stage of annual growth of tangerine, it is not necessary to irrigate an orchard.
- (2). In the stage from the end of leaf expansion period to the beginning of rapid fruit growth (from the mid-July to the beginning of August), the sudden change of soil moisture is not favourable to the plant and fruit growth. Therefore, surface irrigation method must be practiced in this stage, if it is necessary.
- (3). In August, deep irrigation method is suitable to the moisture control, because of maximum water requirement of the tree occurred at the stage.
- (4). As for the most useful soil moisture range of tangerine tree, pF 2.0-3.0 may be applied to all the growing season.

(1972年6月5日 受理)