

瀬戸内地方に適合した畑地かんがいの基礎的研究

III 土壌水分変化の一般的特性について

松田松二 山田宣良

I ま え が き

畑地かんがいを合理的に行なうためには、まず、かんがい対象地区の土壌水分状態ならびにその変化を適確に把握することが不可欠である。土壌水分の消長に着目した畑地かんがいの研究はこれまでも数多く行なわれており、⁽¹⁾ それらによって得られた知見が多くあるのにもかかわらず、必ずしも現地に広く普及しているとはいえない。いわゆる農学と農業との一体化が望まれる所以である。又、これらの研究を行なう上で、土壌水分測定法の如何による制限要素（適用水分範囲、外的因子の影響等）が考えられるにもかかわらず、「補正」という美名の下に事実が曲げられたり無視されたりしているのが現状である。

ここではまず土壌水分の測定法を検討し、次にその結果得られた土壌水分変化過程をもとにして、一般的な水分消費特性を考えてみた。試験地はI報⁽²⁾II報⁽³⁾と同じ香川大学農学部付属傾斜地農場のミカン園である。

II 土壌水分測定法について

現在、圃場における土壌水分の測定に供されている代表的なものに、電気抵抗法とテンジオメータ法とがある。本研究においてもこの両者を供試したので、まずこれらの適用性について検討を加えてみた。

1. 電気抵抗法による土壌水分の測定

この方法は電極の入った多孔質吸水体を土中に埋設しておき、電極間の抵抗を測定することによって、あらかじめ求めておいた電気抵抗値と土壌水分との関係から間接的に土壌水分値を算出する方法であり、1940年にBouyoucosらによってはじめ提唱されたといわれている。⁽⁴⁾ 本研究においては吸水体として石膏ブロックならびにガラスフィルターブロックを20個供試したので、この両者について検討を加えてみる。主として水分特性に着目した場合、両者には表一に示したような相違点がみられる。

表一 石膏ブロックとガラスフィルターの比較

	石膏ブロック	ガラスフィルター
飽和抵抗値 \bar{N}	2.1 K Ω	9.4 K Ω
標準偏差 σ_N	0.6 K Ω	3.9 K Ω
σ_N/\bar{N}	0.29	0.41
受感水分張力 \bar{M}	243.4 cmH ₂ O	40.1 cmH ₂ O
σ_M	52.6 cmH ₂ O	8.8 cmH ₂ O
σ_M/\bar{M}	0.22	0.22
pF 2 抵抗値 \bar{L}	(3.5 K Ω)	99.5 K Ω
σ_L	(0.03 K Ω)	23.8 K Ω
σ_L/\bar{L}	(0.01)	0.24

この表からわかるように、ガラスフィルターブロックは石膏ブロックより低水分張力（高土壌水分）の状態においても測定可能であり、実用上の価値が高い。特にその可測範囲は、畑地かんがいにおける基準水分範囲（F.C.~C.M.E.）を充分網羅しており、単独でも畑地における土壌水分値の把握が可能である。これに対して石膏ブロックは低水分張力の状態での測定が不可能であり、実用上の価値はやゝ劣るが、測定値のバラツキが小さいことがわかる。従って電気抵抗法を実用に供する場合に障害となっていたキャリブレーション過程をある程度簡易化できるものと

考えられる。すなわち、石膏ブロックの場合には2~3個の代表的ブロックのみをキャリブレーションしておけば、その結果を基準として全部を使用しても誤差はさほど大きくはならないが、ガラスフィルターブロックでは個々にキャリブレーションしておく必要がある。

以上の結果、畑地かんがい上単にかんがい時期（C.M.E.）の判定にのみ供するのであれば石膏ブロックが適しているが、詳細かつ長期に亘る土壌水分状態の追跡はガラスフィルターブロックによって行なわなければならないことがわかる。

このように同じ電気抵抗法であってもその特性に差異を生ずるのは、主としてブロックの物理性のよるところが大であろう。そこで両者の物理性を列挙すると第2表のとおりである。

表-2 ブロックの物理性

	石膏ブロック	ガラスフィルター
真比重	2.77	2.31
仮比重	1.25	2.07
間隙率	54.9%	10.4%
透水係数	$2.0 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$	$1.7 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$

この表からわかるように、間隙率や透水係数は重要な因子となっており、今後ブロックの特性を向上させてゆく為にはこの方面からの検討が必要であろう。又、土壌の水分特性と類似させる意味からは、両者のうちで物理性が土壌のそれに近いものを選んで供試するのが合理的であろう。しかしながら電気抵抗法においては、温度、塩類、ヒステリシス等

外的因子の影響も大きく、これらを完全に除くことは事実上不可能であるので、そういった見地からは、むしろ適用範囲を適確にし、それに忠実な使用を行なうことが重要であるものと考えられる。

2. テンシオメータ法による測定

この方法は土壌の吸水力を圧力に換算して土壌水分張力を求め、吸引法や遠心法などで求めた pF-水分曲線より土壌水分値を得る方法であり、1921年 KORNEFF によって考案せられたといわれている。⁽⁴⁾ 可測土壌水分範囲は pF0~2.7 程度であり、畑地かんがい上の基準水分範囲(F.C.~C.M.E.)の大部分を把握することができる。本研究においては圧力換算部分の形式がブルドン式圧力計のもの(寺田式)とマンメータ式圧力計のもの(池田式)とを供試したので、この両者について検討を加えてみた。その結果は表-3に示すとおりである。

表-3 テンシオメータの比較

	ブルドン式	マンメータ式
構造	直管	U字管
最小目盛	10mmHg	2mmHg
透水性(50mmHg)	0.57cc/sec	1.45cc/sec

この表からわかるように、マンメータ式は最小目盛が小さく、より精密な測定を行ないうるが、構造がやや複雑であり、維持管理上煩雑な点が多い。今回の測定においてもかなりの低 pF 値時での気泡混入、指示値の温度変化などがみられ、ブルドン式と比べて多くの補正を要した。

又、一般的な特性として、測定限界が pF 2.7~2.8 であることから、表層付近においては土壌水分の経日変化が測定不可能となる場合が少なくない。従って後述するように畑地においては 20cm 以深における測定に供すべきものではないか。

以上のように、精密測定にはマンメータ式のもの、又かんがい時期決定の簡便化にはブルドン式のもの、それぞれ供試するのが合理的であるものと考えられる。

III 土壌水分消費型について

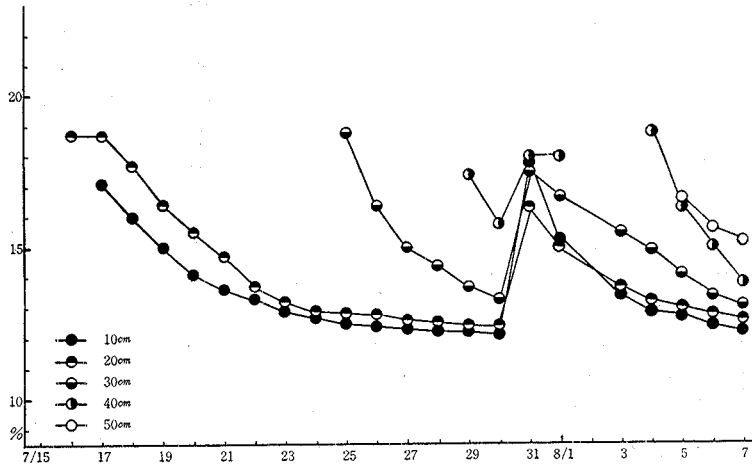
ここではIIで得られた結果をも加味した上で、傾斜地の土壌水分消費についての考察を行なう。土壌水分測定的位置はテラス山側、谷側の2ヶ所に設け、夫々深さ10, 20, 30, 40, 50cm について前記テンシオメータと電気抵抗法により土壌水分値を算出した。測定の正確を期する為にテンシオメータの適用範囲は pF 2.7以下、電気抵抗法(主としてガラスフィルターブロック)は pF 2.0以上とし、pF2.0~2.7の範囲については両者の平均値をとった。又、温度勾配の影響を除去するために、あらかじめサーミスタ温度計によって地温の測定を行ない、その結果勾配の最も小さかった午前9時前後に水分測定を行なうようにした。参考までに6月1日~8月20日の9時現在の地温より得られたデータを表-4に示した。

表-4 地温の変化

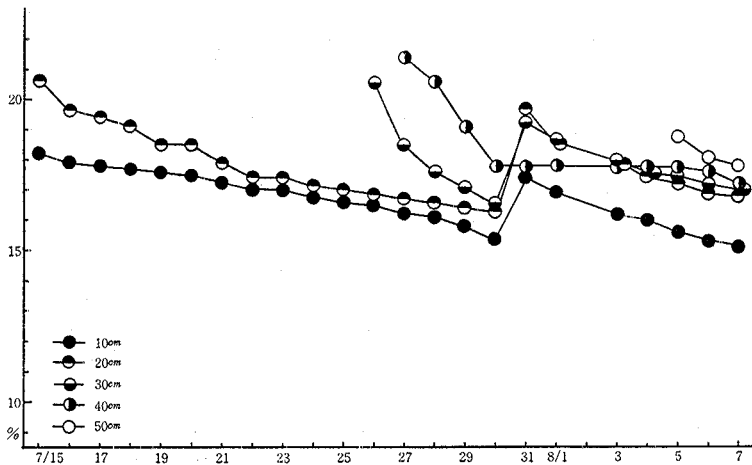
	最高	最低	平均
10cm	30.2°C	19.1°C	25.4°C
20cm	30.3°C	20.0°C	25.6°C
30cm	30.3°C	20.4°C	25.5°C
40cm	29.9°C	20.0°C	24.9°C
50cm	28.8°C	19.2°C	24.0°C
較差	2.8°C	0.6°C	1.7°C

以上のようにして6月1日~8月20日の各深さ毎の土壌水分変化が把握できた。ここではそのうち特に果樹の生育上重要な時期でもあり、かつカンバツが起りやすい時期でもあ

る7月15日～8月7日の間の土壌水分変化を図一1(テラス谷側),図一2(テラス山側)に示した。



図一1 テラス谷側の土壌水分変化



図一2 テラス山側の土壌水分変化

これらの両図からわかるように、テラス谷側と山側とはその土壌水分特性に著しい相違点がみられる。これはII報で論述した傾斜地土壌の不均一性とも関連をもつ問題であるので、IV報で詳細に検討を加えることにする。つぎに、生育期の変化に伴い、土壌水分消費形態に著しい差異を生じていることがわかる。これを抱括的にみる為に、I期(7月17日～20日)II期(7月27日～30日)III期(7月31日～8月3日)IV期(8月4日～7日)の4段階に分けて夫々の消費型をみると図一3に示したとおりである。

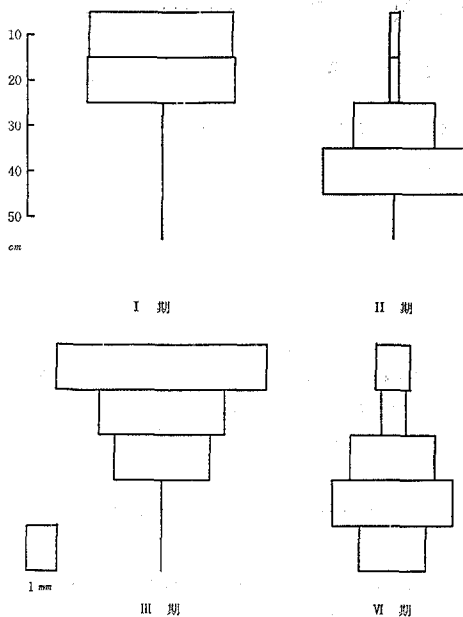


図-3 土壌水分消費型

現象ではなからうか。この現象の要因と考えられる事柄を列挙してみると、以下に示すとおりである。

1. 表層かんがいによって土壌水分の均一化がなされたこと。
2. 下層土壌水分の減少によって見かけ上の水分平衡（I期の状態）がなくなったこと。
3. 細根の伸展と土壌表面マルチの増加（蒸発の減少）の為、深さ毎の水分消費量が均一化されたこと。

これらの事柄から、畑地かんがいにおいてかんがい水量、強度等を決定するには、ただ単に作物の消費水量を得るだけでは不十分であることが考えられる。すなわち梅雨あけ後で下層土壌水分が比較的潤沢である時期には表層かんがいが適当であることが明らかであり、又、かん水後の土壌水分均一化を考えると、2回目以後のかんがいはより深層を対象としたものであることが必要であろう。

IV む す び

既に論述したように、畑地かんがいを合理的に行なう為にはかんがい時期、水量の適正化が第一に考えられなければならない。そのうちまずかんがい時期について考えてみると、従来は土壌水分をできるだけ正確に測定し、作物の生育との関連からかんがい時期を決定してきた。そういった意味からはIIで明らかのようにガラスフィルターブロックを用いた電気抵抗法、マンオメータ式テンシオメータは非常に有用な指標となるであろう。しかしながらこれらには本質的に適用限界があり、温度、塩類等の土壌水分以外の因子によっても多大な影響を受け、これが測定誤差の原因ともなっている。更に問題となるのは、土壌水分そのものが作物生育上の一因子にすぎないということである。すなわち、作物の水分生理こそ畑地かんがい上の最大の基準となるべきであろう。例えば膨圧であるとか、導管を通過する水量とかいったものこそ、畑地かんがいを行なう上で真の基準となるべきものではなからうか。又、IIIで得られた結果は、生育時期の如何による吸水特性や自己マルチ現象とも関連して、作物生理の側面からの考究が必要なことを示唆しているとも考えられるので、今後この方面からの検討も併せて行なってゆきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) たとえば 富士岡義一, 海田能宏, 中川泰男: ミカン園散水カンガいの研究 I~V, 農土論集27 1-32 (1969)
- (2) 上原勝樹, 松田松二, 山田宣良: 瀬戸内地方に適合した畑地かんがいの基礎的研究, I 香大農学報20 (2) 180-183 (1969)
- (3) 上原勝樹, 松田松二, 山田宣良: 瀬戸内地方に適合した畑地かんがいの基礎的研究, II 香大農学報20 (2) 184-187
- (4) 農業技術協会: 統作物試験法
- (5) 山田宣良: 畑地かんがい基準の合理化に関する研究, 卒業論文 (1966)

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

III. General characteristics of consumptive soil moisture

Matsuji MATSUDA and Noriyoshi YAMADA

Summary

Though there are many reports about the soil moisture characteristics of the irrigated field, it seems insufficient to apply these results to practical work. Therefore, this paper refers to the general characteristics of the moisture meter (tensiometer methods and electrical methods) and consumptive soil moisture. The results proved in these researches are;

1. As the objects for investigative use, tensiometer method with manometer and electrical resistance method with glassfilter block are useful methods.
2. Before the first irrigation supplied, soil moisture in the surface layer ($\leq 20\text{cm}$) rapidly decreased to C.M.E. in several days. But the consumptive moisture was little in sublayers.
3. After several times of irrigation supplied, vertical profile of soil moisture is to be uniform. Therefore, deep irrigation seems more useful in this stage.

(1970年11月30日受理)