

## ライシメーターにおける畑土壤の2・3の実験

寺 沢 四 郎 ・ 岩 田 進 午 (昭和37年3月4日受理)

(農技研 化学部)

## 1 はじめに

わが国の土壤学の研究分野におけるライシメーター試験は、主として水田稲作を中心とした試験研究に向けられてきたのであるが、このことは日本農業における歴史的な農業技術の発表過程の中で一応必然性を有していることは容易に想像される。今日、土壤学における水田土壤の研究の重要性にもまして畑土壤の研究はしばしばその重要性が強調されている。このことは単に農業構造の変遷にともなう畑作技術の要請に基因するのみならず、土壤立地学 (pedology) の分野から提起される諸問題を究明する必然的な重要性を包含していることも明らかである。

畑土壤の諸性質の中で土壤の物理的性質 (とくに土壤構造および土壤水分の運動) が重要な試験研究の課題であり、これらの性質が圃場状態とライシメーターの条件ではいかなる差異を示すかが余り明らかにされていない。われわれは畑ライシメーターの新設にさいし、黒ノツポ火山灰土壤、赤城火山灰土壤および盤田ヶ原洪積土壤を供試土壤として、ライシメーターにおける土壤水分系の2・3の実験をおこなつたので報告する。

## 2 実験方法

ライシメーターは  $2\text{ m} \times 4\text{ m} \times 1\text{ m}$  の規模を有し、1 m以下は砂礫層が存在し排水管が取り付けられている。各供試土壤は現地における固相率と土壤の硬度に近い状態でライシメーターに充填された。それぞれのライシメーターにテンシオメーターおよび石こうブロックを設置し土壤水分の変化を測定した。テンシオメーターは深さ5 cm、30 cmに石こうブロックは深さ5、15、25、35、45 cmの各層位に二聯づつ埋設した。

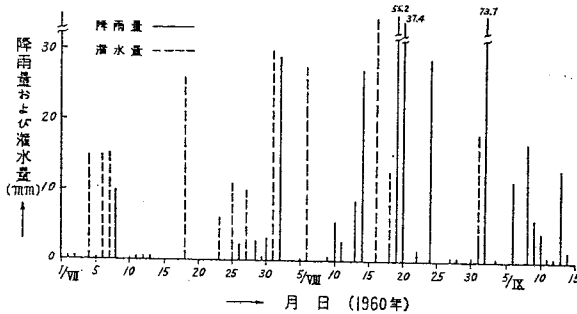
栽培植物はおかぼ農林12号を供試し、施肥量はライシメーター当たり、堆肥9 Kg、硫安300 gr、硫酸加里90 gr、を施用し、過磷酸石灰は非火山性土壤300 gr、火山性土壤は600 grを施し、8月16日に硫安45 grを追肥した。植物の萎凋が観察されたときは、スプリンクラーによつて灌水をおこなつた。

## 3 測定結果および考察

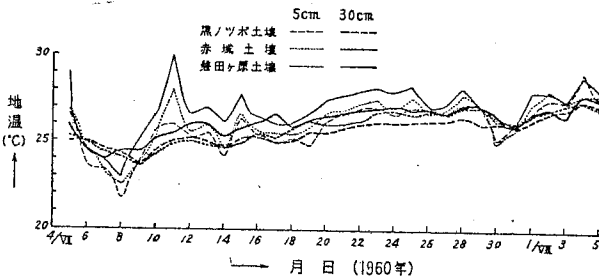
おかぼの生育に最も関係する7月～8月にわたる降雨量および灌水量をオ1図に示した。7月から8月の中旬にかけて降雨量が著しく少なく作物の萎凋がしばしば発現したので、随時かんすいをおこなつた。

石こうブロックの電気抵抗値は温度により変化するから、サーミスターによる温度自記装置による測定結果をオ2図にしめした。オ2図は深さ5 cmの層位の地温であつて、測定時刻は午前9時の結である。深さ30 cmの測定結果と5 cmの地温の変化は、表層土の方がいずれの時刻においても高い値を示す。5 cmにおける地温の日変化をみると9時から急速に地温の上昇を示し、14時において最高を記録し以後20時頃まで漸次低下することがみとめられる。一方30 cmの深さでは日中やや上昇の傾向みられるが大局的には日変化が小さく、週変化または月変化を示すにすぎない。

オ1図 試験期間中の降雨量と灌水量



オ2図 有底ライシメーター土壤の地温の経時的変化



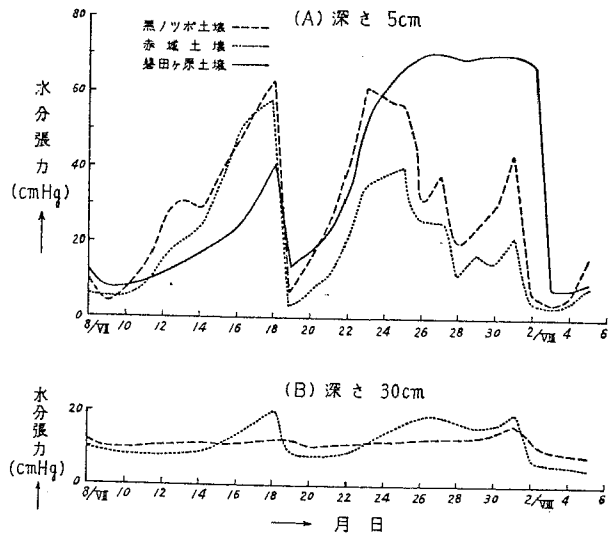
これら4つの期間において最も水分張力の増大がみとめられたのはオ2の期間であり、ついでオ4、オ1、オ3の順に土壤水分張力の増大が観察された。このような土壤水分張力の時期的な差異は主として降雨量と灌水量の差異にもとずくとともに、作物の蒸散量の変化に基因するものと考えられる。

表層5cmにおける土壤水分張力の増加は作物の吸水によって惹起されるものと考えられ、土壤の種類によってその変化の様相を異にする。すなわちオ1期における深さ5cmの土壤水分張力の増加の傾向は火山灰土壤は磐田ヶ原土壤にくらべて急速に上昇する。7月18日の極大におい

土壤間の地温の変化をみると、磐田ヶ原土壤は最も地温が高く、ついで赤城土壤、黒ノツボ土壤の順に低い値を示す。同一の気象条件下における地温の変化は、土壤の熱容量、熱伝導度などによって影響されるのであるが、土壤の物理性(土色、固相率、含水量など)の差異が熱収支におよぼす影響が大きいものと考えられる。

土壤水分の運動の基礎的因子となる土壤水分張力の経時的変化をオ3図に示した。7月から9月上旬にわたる土壤水分張力の変化の中で、各土壤とも4つのpeakを有する変化がみとめられる。オ1のpeakは7月10日~7月1日、オ2のpeakは7月18日~8月1日、オ3は8月3日~8月14日、オ4は8月22日~9月1日の期間に発現する。

オ3図 土壤水分張力の経時的変化(有底ライシメーター)



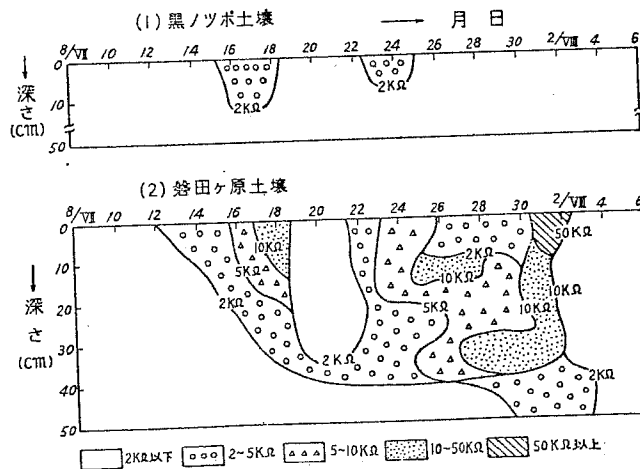
ての水分張力の差が水銀柱で20cmを示し、26mmの灌水量による水分張力の低下は磐田ケ原土壌では25cmHgで最も少なく、黒ノツポおよび赤城土壌では約55cmHgの水分張力の低下を示した。

火山灰土壌は保水力が大であるが、透水性が良好であるために重力水は急速に下層に移動し水分張力を低下させる。磐田ケ原土壌は比較的密状態で透水性が不良であるから、短時間の間の多量灌漑水の急速な浸潤はおこなわれない。したがって灌漑直後は地表面に停滞水の形成がみられ、土面蒸発量が促進される結果となろう。かつ重力水の下向浸潤が緩慢であるから下層土に伝達される水分量も比較的少ないものと推察される。

オ2の水分張力の増大期(7月18日~8月1日)では磐田ケ原土壌の水分張力は増加の傾向を続けるに反し、火山灰土壌では灌漑にともなつて水分張力が低下する傾向は注目すべき点であろう。磐田ケ原土壌の水分張力の増大は灌漑水の移動による供給量が少ないばかりでなく、下層土の湿潤部位からの上昇移動が円滑におこなわれ得ない理由にもとづくものであろう。

火山灰土壌においては深さ5cmの水分張力の変動があるにもかかわらず、深さ30cmにおいてはほぼ一定の水分張力を示している。表層土の水分の減少にともなつて比較的low張力の水分は下層土から上昇移動しうる。したがって、深さ30cmの層位に保持される水分の上昇量と、下層から補給される水量が同量であるならば、水分張力はほぼ一定に保たれるであろう。すなわち火山灰土壌の下層土では、水分の運動をともなつた動的平衡状態を維持しうる物理的性質を有しているものと推定される。しかし同じ火山灰土壌においても粗粒質の土壌構造を有する赤城土壌は、微細孔隙を有し多孔質な黒ノツポ土壌にくらべて下層土の水分張力が表層土の影響を強くうけている。これは水分の上昇移動量が仮りに同程度であるとするならば、水分張力の増大は保水量によつて変化するであろう。このことは赤城土壌の毛管水の保持量が黒ノツポ土壌にくらべて少なく、水分の減少にともなつて急速に水分張力の増大がみとめられることから推察される。

同様に磐田ケ原土壌の作物根圏土層直下の下層土の水分張力は比較的lowなものとして推定される。この部位のテンシオメーターによる水分張力の測定結果をうることができなかつたが、電気抵抗法により得られた等電気抵抗分布曲線から類推することができる。



オ4図は深さ50 cmにおける黒ノツボと磐田ケ原土壌の等電気抵抗分布曲線である。電気抵抗値に対応する土壌水分張力は土壌の種類に関係なくほぼ同一の値を示すから、土壌断面の電気抵抗値の分布から水分の運動を解析できよう。水分当量が約2 K $\Omega$ の電気抵抗値に相当し、初期萎凋点は約50 K $\Omega$ に相当する。この実験に用いた石こうブロックの電気抵抗値の有効範囲は2 K $\Omega$ 以上であり、2 K $\Omega$ 以下はテンシオメーターによつて水分の変化を追跡せねばならない。

オ4図の(2)に示された磐田ケ原土壌の等電気抵抗分布曲線から、土壌水分の減少は0~40 cmの表層土において発達し、40 cm以下の下層土では著しい水分の減少がみとめられない。とくに表層土の内層部20~40 cmの電気抵抗値が高く、降雨および灌漑による電気抵抗値の変化は比較的浅い層位においてみとめられる。これらの理由については、水分張力の変化について述べたごとく、表層からの水分の下降移動および下層土からの上昇移動が火山灰土壌にくらべて緩慢であることを示すものと考えられる。オ4図(1)の等電気抵抗分布曲線に示されているごとく、黒ノツボ土壌では深さ0~10 cmの範囲において2~5 K $\Omega$ の電気抵抗値を示すにすぎず、土壌水分の減少にともなう土壌断面の水分移動が円滑におこなわれていることがうかがわれる。

土壌構造の差異は透水性および保水性に影響し、土壌水分の損失量についても差異がみとめられる。土壌水分の損失過程は、土壌面蒸発、植物の蒸散作用、および重力水の下向移動による排水過程が考えられる。この報告においては、とくに重力による排水量の変化をみるために、作物の水分吸収が極めて少ないと考えられる9月13日から10月6日にわたり排水量の経時的变化を測定した。

オ1表に示されているごとく、赤城土壌は排水量が127 mmで最も大きく、ついで磐田ケ原土壌96.8 mm、黒ノツボ土壌では78.0 mmで最も少ない。測定期間の降雨量は68.6 mmであつて、いずれの土壌においても降雨量よりも大きい値を示す。これは測定期間中の降雨量が排水されたものではなく、9月上旬において112.4 mmの降雨が漸次下向浸透して排水されたものであろう。経時的な排水速度(mm/day)をみると、いずれの土壌においても双曲線で示される。黒ノツボ土壌は磐田ケ原土壌にくらべて初期の排水速度は大きいが、経時的には急速に低下する。磐田ケ原土壌の排水速度の低下は火山灰土壌にくらべて小さく、比較的緩慢な下向浸透がみられる。

一方粗粒質で保水力の小さい赤城土壌では、他の二つの土壌にくらべて排水速度は常に大である。これは多量の降雨および灌漑後の浸透水は、粗孔隙が多く毛管水の保持量の少ない粗粒火山灰土壌において多量に排水されるものと考えられる。このような排水量の差異は単に有効水分量の損失を意味するばかりでなく、土壌中の養分の溶脱と密接な関係を有するものと考えられる。

土壌の物理化学的性質の差異は植物の生育に影響することは明らかであり、今まで述べた2・3の結果と植生の関係を検討するためにおかばの収量調査をオ1表に示した。もみ量およびわら量などの乾物

表1 表 おかぼの収量および排水量

土壌 収量	黒ノツボ土壌	赤城土壌	磐田ケ原土壌
もみ重 g/4.4m <sup>2</sup>	1.745	1.440	1.785
わら重 g/4.4m <sup>2</sup>	2.820	2.230	2.745
排水量(* mm)	78.0	127.0	96.8

\* 期間 9月13日～10月6日

生産量は黒ノツボ土壌と磐田ケ原土壌では大差はなく、赤城土壌では明らかに乾物量が少なく生産は不良であった。これは土壌-水分系における有効水分保持量および水分供給力の差異に起因する事とも考えられるが、土壌水分の運動にともなう養分供給力の差異に影響されている点を十分考慮すべきであろう。

#### 4 まとめ

農業技術研究所に新設された畑ライシメーターに、火山性土壌をとって黒ノツボ土壌および赤城土壌、非火山性土壌として磐田ケ原洪積土壌を充填し、土壌-水分系に関する2・3の実験をおこなった。地温の経時的変化において磐田ケ原土壌は他の2つの土壌にくらべて一般に高い地温を示した。土壌水分張力および電気抵抗法による水分変化から磐田ケ原土壌の水分の移動速度は火山性土壌にくらべて緩慢であり、とくに植物根圏層の土壌水分の減少が著しく発達することがみとめられた。また浸透水の排水量の変化をみると、粗粒質の赤城土壌の排水量が最も大きく、ついで細粒質で密構造の磐田ケ原土壌の排水量が大きく、黒ノツボ土壌は最小の排水量を示した。これらの原因については、浸透水の下向運動を支配する毛管水の保持量および重力水の保持に關係する粗孔隙量の差異によるものと推察される。

本報は今后研究されるであろう畑土壌の基礎的研究の下準備としておこなわれた2・3の土壌水系の実験であり、畑土壌のライシメーター試験に寄与する点があれば幸いである。

なおこの実験を進めるにあたり御援助と御指導を頂いた農業技術研究所美園繁氏および川尻美智子氏に感謝の意を表します。