

野外土槽における雨水の鉛直移動観測

Observation of Vertical Movement of Rainwater in the Lysimeter

佐倉 保夫*・開発 一郎**

Yasuo SAKURA and Ichirou KAIHOTSU

I はじめに

降雨時の土壌水の鉛直移動とそれともなう表層地中温度の変化については、水理実験センター熱・水収支観測圃場で得られたデータを基に、すでに前報で示している（佐倉，1979）。しかし、同観測圃場の表層土壌の土性は、盛土（表土、関東ローム土、粘土の混合物）によって造成されているため単純な条件ではないことや、地下水面へ到達する土壌水の移動量が直接測定できないなどの理由により、地中温度の変化から土壌水の移動量を推定する方法の提示はできるが、その定量的な評価が充分できていないのが現状である。

このような問題点を踏えて、著者らは不飽和土中の水と熱の流れのメカニズムを探究する目的で、土壌浸透実験槽を作成した。その概要および観測方法については、佐倉・開発（1980）を参照されたい。以下、降雨浸透における特異な水分移動と地下水流出について触れた後、地中温度変化から土壌水分の移動量を算出した結果を報告する。

II 降雨浸透と地下水流出

第1図、第2図は、1979年8月の強雨時の観測結果である。これを例にし、関東ロームと砂の両者を比較しながら、圧力水頭・水分量地下水流出の変化を基に移動機構について論じる。

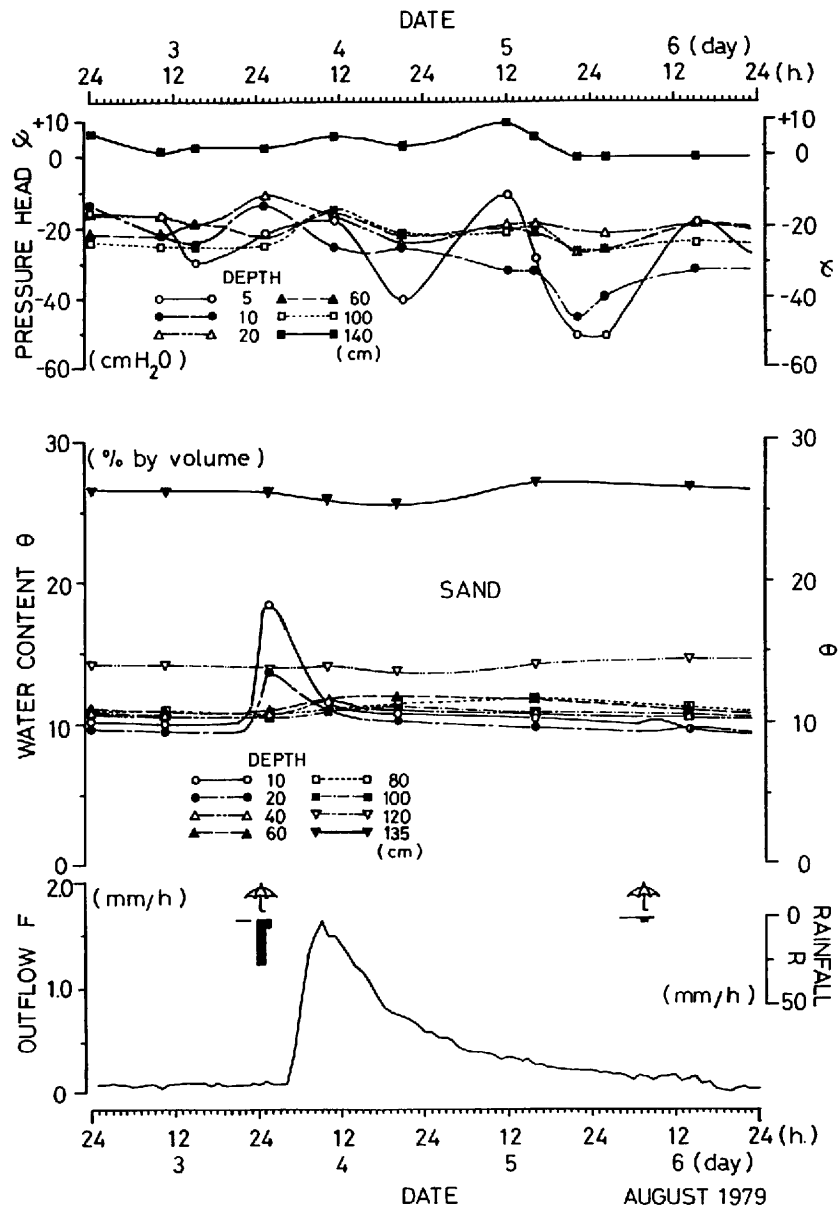
圧力水頭変化は、関東ロームと砂では地表面付近の変化を除けば、水分移動にともなうそれは同じ傾向を示す。砂の深度5cmの圧力水頭は、明らかに日変化を示している。深度140cmでは、関東ローム・砂ともに正圧状態となっているが、地下水面（地表面から約150cm下）付近のためと判断される。

水分量の変化で特に注目すべき点は、地表面からの雨水の侵入にともなう、浸潤前線前面の深度における水分量が減少することである。例えば、関東ロームの8月3日の午前2時頃の深度80cm以下がそうである。これに対応して、わずかながら地下水流出があり、圧力水頭も変化している。さらに次の測定（8月4日11時）では、雨水は深度120cmに達して地下水流出があるが、深度135cmでは以前より水分量が減っている。砂においても同じことがいえる。関東ロームでは、8月4日16時からまた別の地下水流出が生じており、この時も深度120cmまでは水分量が増加しているが、深度135cmでは水分量が減少している。そして、地下水流出がかなりおさまってから深度135cmの水分量が増大している。

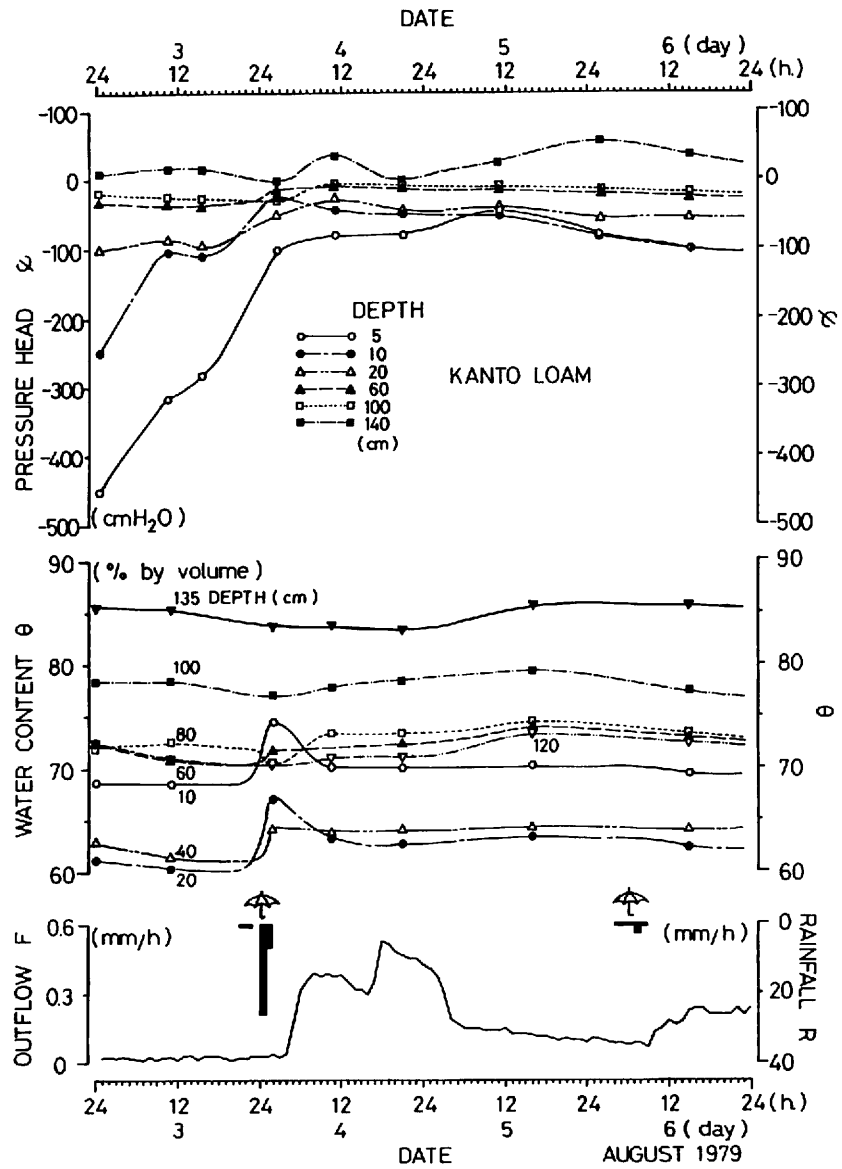
これらの観測事実から、直接流出となる水分移動とある深度での水分量を増大させる水分移動とでは、その移動状態が異なるのではないかと思われる。また、雨水の侵入にともなう浸潤前線下方での水分量の減少は、間隙空気の挙動によるもの

* 筑波大学水理実験センター

** 筑波大学（院）地球科学研究科



第1図 砂槽の観測結果 (1979年8月3日~6日)



第2図 ローム土槽の観測結果 (1979年8月3日~6日)

と考えられる。

Ⅲ 水分移動と地中温度変化

実験土槽における地中温度と地下水流出のデータは、1979年7月以降連続的に得られている。1979年10月末までの整理済みのデータの内、地中温度に影響を及ぼしうるに十分な降雨浸透が認められたのは、8月初旬のみであった。9月末から10月中旬の間は、例年にない多量の降雨をともなった台風に見舞われたにもかかわらず、土中の温度勾配が極めて小さな時期であったため、地中温度の変化は小さく、土壤水の移動量を推定するのは困難であった。

1979年8月1日から10日までの降水量とローム槽からの地下水流出量の変化を第1,2図に示されている。8月3日21時から4日2時の間に30mmの降雨があり、それによってもって地下水面からオーバーフローする地下水流出の開始は、砂・関東ロームともほぼ同時の8月4日4時であった。この時の関東ローム土中の温度変化を第3図に示す。図中の矢印は、地下水流出の開始時を示している。第4図は地中温度プロファイルの変化を示す。図中の右側には温度目盛を拡大した地下40cm

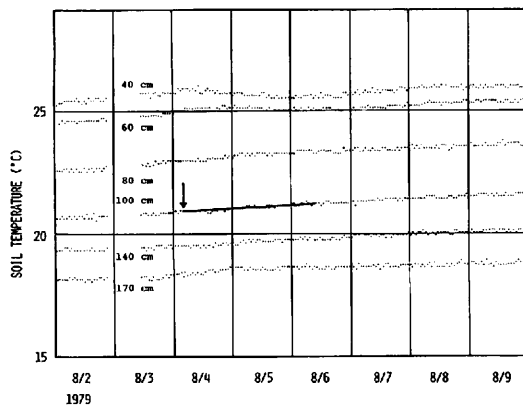
以深の温度プロファイルを示し、◎印は地下水流出開始時の温度を表わしている。前報に示したのと同様に、地下水流出の開始にともなって、温度プロファイルが時間とともに平行に推移していく様子がうかがえる。また、地下60と100cmを境にして温度勾配に変換点があるが、これは熱伝導率の相違、すなわち土の詰め方が一様でなかったことを物語っているようである。

地下100cmから140cmの間を対象にして、土壤水の移動量を前報に従って計算すると、第5図が得られた。初期条件は、第4図の地下水流出開始時の直線近似した温度プロファイルであり、境界条件は、第3図に直線で示した温度の時間変化である。ここで、水を含んだ関東ローム土の体積熱容量を $0.8 \text{ cal/cm}^3/\text{°C}$ 、熱伝導率を $3 \times 10^{-3} \text{ cal/cm/sec/°C}$ とした。

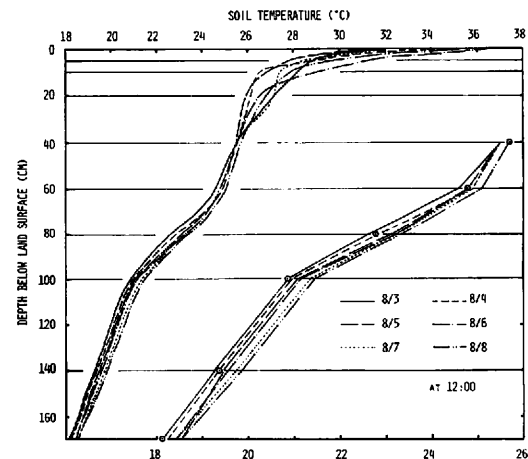
観測された土壤水の移動量は、第3図から約0.5 mm/h であるのに対して、計算結果からは0.5～1.5mm/h の値が算定された。

Ⅳ おわりに

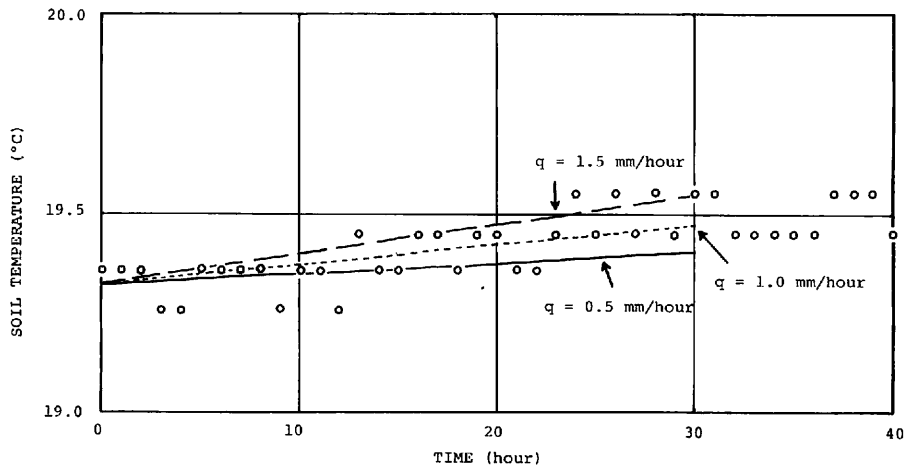
水分移動機構の解明という立場からの検討が十分ではなかったが、地中温度変化から雨水の鉛直



第3図 ローム土槽中の温度変化 (1979年8月2日～9日)



第4図 ローム土槽中の温度プロファイルの変化 (1979年8月3日～8日)



第5図 地下 140cm の温度変化—観測値 (○印) と計算値の比較—

移動量を算定した。計算値と観測値の完全な一致を見ることは困難であろうが、今後、モデルのパラメータを的確に決定し、さらに観測精度を高めるとともに、短期間の水および熱の流れを対象とするだけでなく、長期的変動の解析も進めることによって水および熱の収支を明確にしてゆきたい。

文 献

- 佐倉保夫 (1979) : 浸透過程の地中温度変化から推定される土壌水分移動について、筑波大学水理実験センター報告, 3, 33-38.
- 佐倉保夫・開発一郎 (1980) : 土壌浸透実験槽について、筑波大学水理実験センター報告, 4, 89-92.