

II-74 大型ライシメーターにおける 土壌水分の移動特性 (II)

国立公害研究所 正員 大坪国順

1. はじめに

大型ライシメーター内の数カ所に設置されたサクシヨンメータと水分計（電気電導度計）のデータを基に、裸地畑地での土壌水分の不飽和鉛直移動特性を検討した。今回報告する内容は以下の二つである。

- ①. 土壌の充填状態が同じと考えられる三つの大型ライシメーターにおいて、散水条件や表層の土壌の性質の違いが、水分の移動特性に及ぼす影響を検討した。
- ②. 各層の全水頭勾配の時間変化特性を検討することにより、浸透量の時間変化の定性的な説明を試みた。

2. 実験装置・条件

実験に用いたライシメーターは、直径1.7 m、胴体部の長さ2.3mの地温制御型である¹⁾。充填されている土壌は淡色黒ぼく土で、表土(top soil)の厚さは約0.35 m、下層土(sub soil)の厚さは約1.9mである。ライシメーターは全て裸地畑地であるが、#1には、表層10cmの厚さに0.05t/m³の割合で下水汚泥が施肥されており、#1、#2の表土の上層10cmは定期的に掘り返される。サクシヨンメータは各ライシメーターに、地表面から10, 30, 55, 80, 105, 130, 及び180 cmの位置に設置されている。水分計はライシメーター#4のみに、地表面から25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 及び200 cmの位置に設置されている。表-1に三つのライシメーターに対する実験条件を示す。Qrは散水量（1週間に一回）、Trは散水時間、Qは累積浸透量であり、Qeは一週間の蒸発量でQr - Qで与えられる。地下水位はライシメーター最下部（z = 2.25 m）に設定されている。

3. 結果及び考察

図-1は、三つのライシメーターにおける累積浸透量 Qの時間変化である。Q(t)のグラフは、散水条件(Qr/Tr)による違いより、表土の性質による違いが大きい。#2のQeの値が#4のそれより大きくなったのは表層の掘り返しの影響と考えられる。図-2は、ライシメーター#4におけるサクシヨンの3週間分の時間変化である。毎週同じパターンが繰り返されていることがわかる。ライシメーター#2のサクシヨンの時間変化も図-2とほぼ同様であったが、ライシメーター#1のそれは#2、#4とはかなり異なった。各層でのサクシヨンを h_i ($h_i > 0$ で吸引)とすると、各層での平均的な水分の浸透流速 F_i は $F_i = K_i \cdot A_i$ (1)で表される。ここで K_i は第i層での不飽和透水係数、 A_i は $A_i = (h_{i+1} - h_i)/L_i + 1$ (L_i は各層の厚さ) (2)で表される層平均の全水頭勾配である（図-3参照）。水分移動の方向は、 $A_i > 0$ で下方、 $A_i < 0$ で上方である。図-4及び5はそれぞれ、ライシメーター#1と#4の A_i の時間変化の一例である。 $A_i(t)$ の基本パターンは各ライシメーターではほぼ同

表-1 実験条件

Lysimeter No.	Sludge in the top soil	Qr (l)	Tr (hr)	Q (l)	Qe (l)
# 1	Yes	70	2	56	14
# 2	No	70	2	35.5	34.5
# 3	-	-	-	-	-
# 4	No	65	0.04	37	28

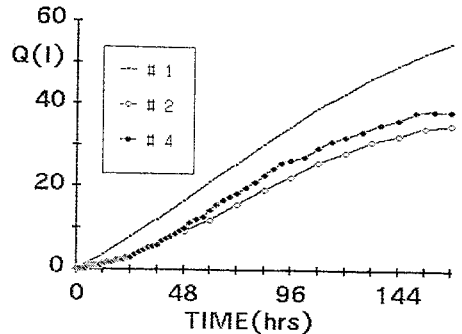


図-1 累積浸透量の時間変化

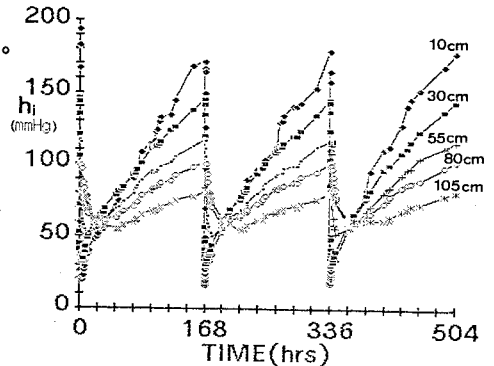


図-2 ライシメーター#4でのサクシヨンの時間変化

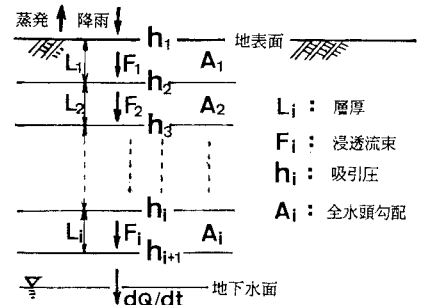


図-3 説明図

じである。即ち、各層の $A_i(t)$ は上に凸な曲線であり、上層の $A_i(t)$ ほど、極大値を示す時刻が早く、かつ極大値周辺での変化が急である。 A_i の極大値は下降するにつれて減衰する。 $\#2$ と $\#4$ の $A_i(t)$ の特性はほぼ同じであった。 $\#2$ 、 $\#4$ と $\#1$ との間の違いは以下の点である。 $\#2$ 、 $\#4$ では、10 - 30 cm層と30 - 55cm層で水分の移動方向が下方から上方に変わる。その時刻は前者では72時間目頃、後者で100時間目頃である。一方、 $\#1$ では、水分の移動方向が上方に変わるのは10 - 30 cm層のみで、その時刻も130時間目頃とかなり遅れる。汚泥の施肥により表面の土壌の性質が変化し、蒸発が抑制されるようになった。その結果、全層にわたりサクシオンが小さくなり、浸透量が増加したと理解される（図-1）。

浸透量 Q の時間変化は図-1に示す様に緩やかなS字型曲線となった。それにも関わらず、 $z = 1.8$ mでの h_i の値は、 $\#1$ で43.5 mmHg、 $\#2$ で47mmHgと1週間を通じてほぼ一定であった。また、 $\#4$ でも $z = 150$ cm以下の水分計の出力値には変化が認められなかった。サクシオンメータや水分計のデータからすれば、図-1の $Q(t)$ のグラフはS字型ではなく直線になると考えられる。 $Q(t)$ のグラフがS字型となった原因をライシメータ $\#4$ のサクシオンのデータを基に探る。図-6の太い実線は、各層で A_i の最大値 A_{imax} が現われる時刻をプロットしたものである。縦軸の z の値は、各層の中央部の深さで代表させた。細い実線は、各深さでのサクシオンの極小値 h_{imin} の通過時刻をプロットしたものである。二つの実線の破線部は、 $z = 225$ cmまでの A_{imax} と h_{imin} の通過時刻を、実線部から直線近似して推定したものである。 A_{imax} が現れる時刻が h_{imin} の現われる時刻より、若干早い傾向がうかがわれる。これは、各層の浸透流速 F_i の極大値は、その層を含水比のピークが通過する少し前に現れることを示唆していると思われる。図-7は、浸透量 $Q(t)$ のデータを差分して得られたライシメータ $\#4$ に対する dQ/dt の時間変化である。図-6及び7から、 dQ/dt の最大値が現われる時刻は、 $z = 2.25$ mでの A_{imax} の現われる時刻（推定値）と比較的よく対応し、 A_{imax} の通過後は dQ/dt が減少することがわかる。これらのことから、 A_i の極大現象は減衰しながらもライシメータ最下層まで伝わると推察される。 dQ/dt の時間変化は、水分計やサクシオンメータ（水銀柱）では感知できないほどの全水頭勾配 A_i の微妙な時間変化に敏感に応答して起きると考えられる。

4. おわりに

本研究では以下の成果が得られた。①. 大型ライシメータにおける水分移動特性は、散水方法より、むしろ表土の性質に大きく影響される。②. 浸透量の時間変化は、全水頭勾配の微妙な時間変化を敏感に反映している。

なお、ライシメータ $\#1$ 、 $\#2$ のサクシオンのデータは、国公研 水質土壌環境部 久保井徹氏から提供を受けた。ここに深謝の意を表する。

参考文献

1) 久保井ら(1978):国公研研究報告、第47号、pp.221-227.

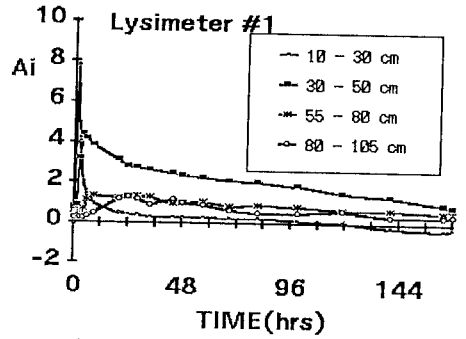


図-4 ライシメータ $\#1$ での A_i の時間変化

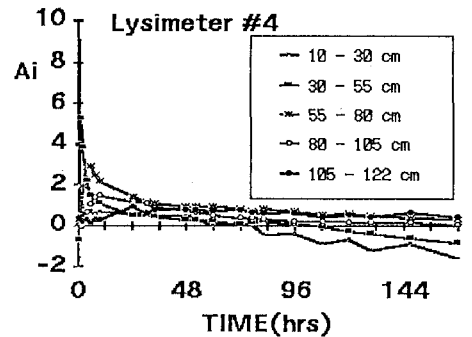


図-5 ライシメータ $\#4$ での A_i の時間変化

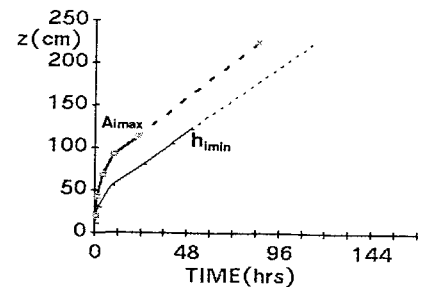


図-6 各層での A_{imax} と h_{imin} の通過時刻

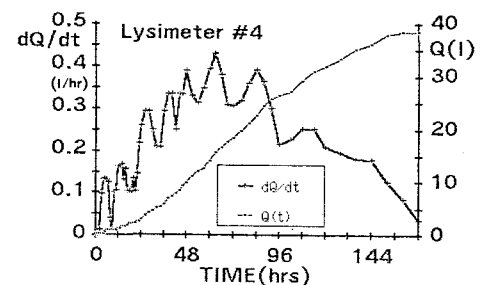


図-7 ライシメータ $\#4$ での dQ/dt の時間変化