

1. はじめに

本研究は、土壤へ持ち込まれた有機廃棄物等の土壤中での鉛直移動を解明する第一歩として、水分の土壤中の鉛直移動特性について、環境制御型ライシメータ(以後、単に、ライシメータと呼ぶ)を用いて実験的に検討したものである。大型の降雨発生装置を用いて、定量の降雨を与え、裸地畑地について、水分の移動特性や浸透量や水質の時間変化特性を検討した。

2. 実験装置及び方法

実験には、国立公害研究所土壤環境実験棟内に設置された畑地用地温制御型ライシメータを用いた。地下部と地上部の自然光温室からなる本ライシメータの詳細は参考文献1)を参照されたい。1983年6月20日から週1回(毎月曜日、朝9時半から)、約150 l(約66mmに相当)の蒸留水を給水している。1985年7月20日までは、蒸散をさせないために、降雨終了後直ちにビニールカバーで土壤表面を覆った。1985年7月20日以後は、自由に蒸散させている。蒸散量は約30 l/week(13.2 mm/week)である。水分移動を把握するために鉛直方向8ヵ所(0.25m間隔)に白金電導度センサー(水分計と呼ぶ)を埋め込み自己記録させた。また、ライシメータから流出した浸透水は貯留槽に溜められ、その量が自己記録される。充填された土壤は淡色黒ぼく土壤で、中央粒径は約0.18mm、比重約2.6である。間隙比は、表土(0~0.4m)では2.65~2.8、下層土で2.3~2.5の値であった。含水比(降雨後2日目)は、表層域で約67%、0.2m層で約73%、0.5m層以下では80~85%であり、飽和度は、表土では65~75%、0.5~1.0mまでの下層土では90±2%、1.0m以下では95±5%であった。

3. 結果および考察

表 - 1

図-1は、浸透量の時間変化の例である。縦軸が浸透水量 $Q(l)$ 、横軸が経過時間である。図-2は図-1から求めた浸透速度 $q(l/hr)$ の時間変化である。時刻 T_0 を境に $q=A \cdot \exp(Bt) - (1)$ でよく表現される。ここで t は時刻 T_0 をゼロとする経過時刻である。表-1は式(1)中の係数 $A(mm/hr)$ 、 $B(1/hr)$ 、 $H_0(mm)$ 、 $T_0(hr)$ の値の統計的性質である。 A 、 H_0 、 T_0 が浸透量 $Q(mm)$ と非常によい相関があることが解る。 B の値は余り変化しない。 Q との相関は約-0.5であるが、回帰式は Q によらず一定値-0.009となった。 $H_0(mm)$ が $Q(mm)$ とほぼ一致するのは興味深い。

	平均値	標準偏差	浸透量 $Q(mm)$ との相関係数	回帰式	決定係数
$A(mm/s)$	0.782	0.211	0.938	$A=0.013Q-0.1$	0.89
$B(1/s)$	-0.0122	0.0015	-0.497	$B=-.009$	1
$H_0=A/B(mm)$	63.36	14.27	0.923	$H_0=0.955Q+4.7$	0.852
$T_0(hr.)$	25.65	10.06	-0.827	$T_0=-0.604Q+61.7$	0.684

図-1は、浸透量の時間変化の例である。縦軸が浸透水量 $Q(l)$ 、横軸が経過時間である。図-2は図-1から求めた浸透速度 $q(l/hr)$ の時間変化である。時刻 T_0 を境に $q=A \cdot \exp(Bt) - (1)$ でよく表現される。ここで t は時刻 T_0 をゼロとする経過時刻である。表-1は式(1)中の係数 $A(mm/hr)$ 、 $B(1/hr)$ 、 $H_0(mm)$ 、 $T_0(hr)$ の値の統計的性質である。 A 、 H_0 、 T_0 が浸透量 $Q(mm)$ と非常によい相関があることが解る。 B の値は余り変化しない。 Q との相関は約-0.5であるが、回帰式は Q によらず一定値-0.009となった。 $H_0(mm)$ が $Q(mm)$ とほぼ一致するのは興味深い。

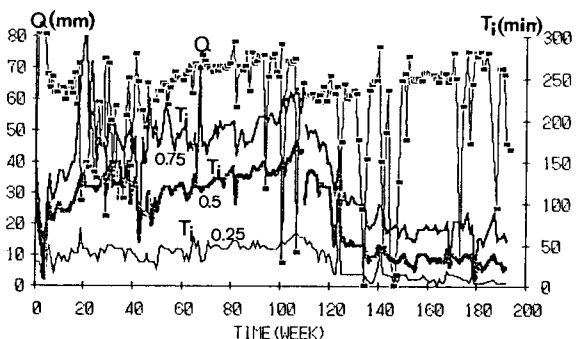


図 - 3

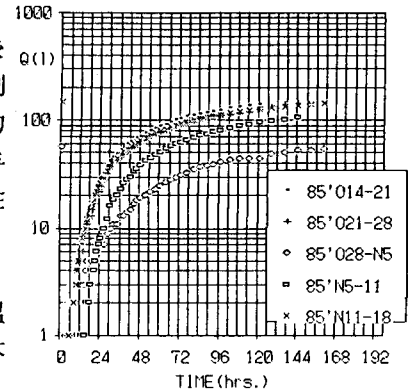


図 - 1

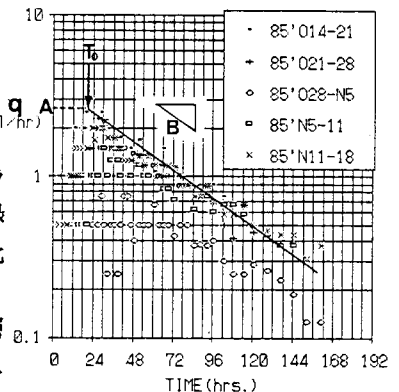


図 - 2

一降雨に対する各水分計の出力値 I (mV)の変化は以下のである。降雨($t = 0$)の浸透に伴ない $t = T_i$ から上昇し始め、 $t = T_{max}$ で極大値 I_{max} を示し、その後ゆるやかに降雨前の値 I_p に低減してゆく。 I_{max} と I_p との差 DMP (mV)は深さ1.0m以下ではほとんどゼロであり、1m以深には一降雨による含水比の変化はほとんど現れないと思われる。 DMP の値は表層に近い水分計ほど高かった。ちなみに DMP と Q (mm)の相関は、深さ $Z = 0.25, 0.50, 0.75$ および 1.0 mで、それぞれ、 $0.415, 0.601, 0.675$ および 0.173 であった。図-3は、深さ0.75mまでの水分計における一降雨毎の T_i (min.)の値である。(深さ1.0m以下では、 T_i の定義が不可能であった。) T_i の値は蒸散がある・なしで異なり、 Q (mm)とは負の相関が認められる。図-4に T_i と T_{max} の平均値と深さとの関係と、蒸散のある場合(約100週)とない場合(約90週)とに分けて示した。 T_{max} も T_i と同様1.0m迄は蒸散のある場合の方が値が小さい。しかし、1m以下では蒸散の影響は認められない。 I_{max} が深さ1.5mに到達するまでの時間は約17時間となったが、表-1の T_0 の値よりは6~7時間早い。

図-5は、深さ1.25mまでの水分計の I_p の値と浸透水の塩素イオン濃度の経年変化を示したものである。何れの I_p の値も減少して行くが、100週目以後に極大値を示す。 I_p の値が減少するのは、土壌が蒸留水によって洗われるため、土壌水分中の溶存態物質の濃度が減少するためと考えられる。塩素イオンは、ほぼ一定値を保っているが、140週目付近で極大値を示している。 I_p の極大値は、高濃度の塩素イオンを含んだ水分の通過を示唆しており、ライシメータ内の水分の動特性を検討する上で有用となる。図-6は I_p の極大値が起こった週 T_{pmx} と、始まる週 T_{pi} と深さ(cm)との関である。100週目付近で負荷された塩素イオンは、10週間後には浸透水に影響が現れ始め、40数週目で極大値を示すことが解る。土壌の間隙比、含水比、飽和度などの結果をもとに、ライシメータ内の水分は単純に上から下へ押し出されると仮定して計算すると、一降雨(150 l/week)の滞留時間 T_s は約20週となる。 T_s 、 T_{pi} 及び T_{pmx} を比較すると、溶存態物質の土壌中での鉛直移動に関しては、水分移動に関する上記の仮定は一考を要し、より合理的な移動機構を考える必要があると思われる。

4. まとめ

ライシメータを用いた浸透実験で得られた知見を以下に要約する。(1)浸透速度の時間変化は、ある時刻を境に式(1)で記述される。(2)浸透水の発生により、0.75m以浅では土壌の含水状態が変化するが、1m以深では変化しない結果を得た。(3)降雨に伴う1m以浅での水分移動特性は、蒸散のある・なしで異なり、ある場合の方が早い結果を得た。(4)溶存態物質の鉛直移動特性は、土壌水分の押しだしモデルだけでは説明できない。

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

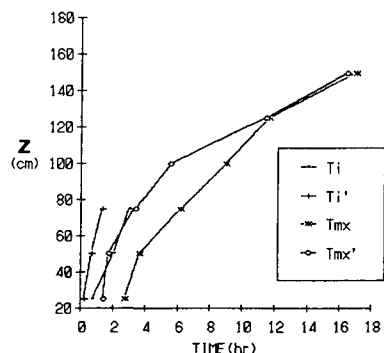


図 - 4

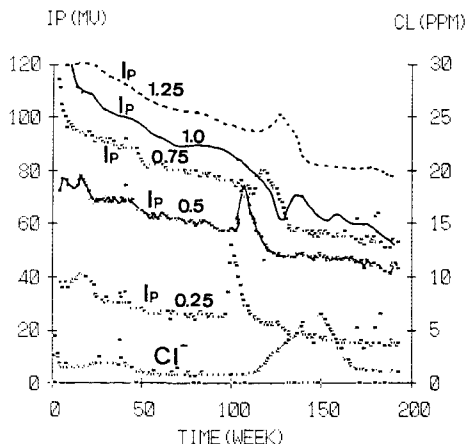


図 - 5

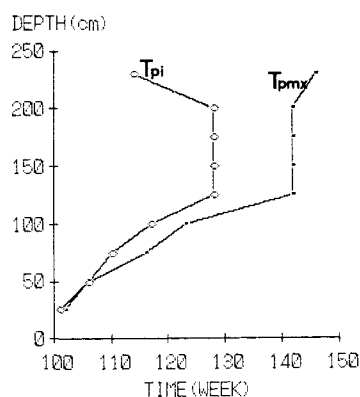


図 - 6