

## 点滴灌漑下における耕起層からの過剰な浸透

Excessive infiltration below the bottom of the root zone under drip irrigation

中川進平，長谷川周一

NAKAGAWA Shinpei, HASEGAWA Shuichi

**1.はじめに** 多孔ホースを用いた長時間の灌漑では，マクロポアを流れるバイパス流によって根群域から下方への損失水量が認められた（中川ら，2002）。効率の良い点滴灌漑を行うためには，根群域から下向きの浸透についてバイパス流が発生する条件とバイパス流が浸入量に占める割合を明らかにする必要がある。

本研究では耕起層とマクロポアを有する耕盤層からなる成層土壌において，異なる灌水強度で点滴灌漑を行い，耕起層からの過剰な浸透を評価した。

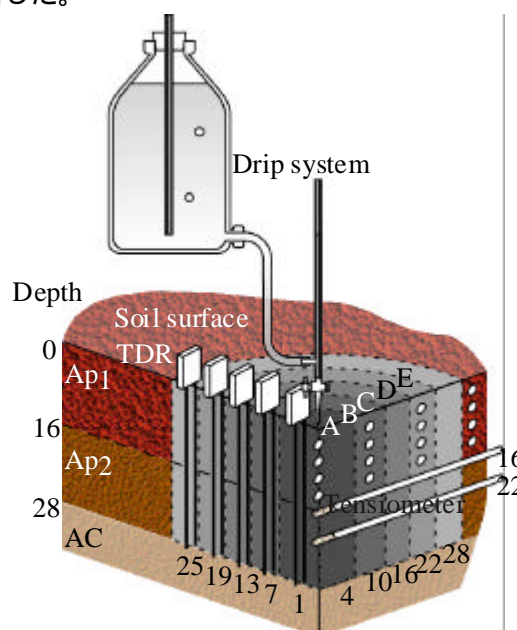
**2.実験方法** 試験は北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの畑（褐色低地土）において行った。圃場はロータリ耕起され，0～16cm が Ap1 層，16～28cm が耕盤である Ap2 層，28cm より下部は AC 層であった。Ap2，AC 層には根穴跡と推察される管状孔隙が多数存在していた。

点滴試験の概要を Fig. 1 に示す。灌水はマリオートタンクを用い， $3.5, 63\text{cm}^3 \text{min}^{-1}$  の強度では 1 時間， $240\text{cm}^3 \text{min}^{-1}$  の強度では 45 分間供給した。目視により土壌表面の浸潤前線の大きさを一定時間ごとに測定した。浸潤前線の大きさはエミッター直下から土壌の色が変化している境界までの距離とした。

灌水中の土壌の貯留量を明らかにするためにプローブ長 30cm の TDR（CS615）を鉛直方向に埋設した。最も供給点に近いものは中心から水平方向に 1cm の位置に土壌表面から鉛直方向に挿入し，6cm 間隔で同心円状に 5 本挿入した。これらの TDR の測定域はエミッターから同心円状の体積要素（A～E）を代表するものとし，エミッターを中心とした半径 28cm，深さ 30cm の領域について含水率の変化を測定した。

また，供給地点直下の浸潤前線を確認するため，Ap1 と Ap2 層の層界（16cm）および Ap2 層（22cm）にテンシオメータをエミッターから 40cm 側方に掘った穴からポラスカップがエミッター直下に位置するように水平方向に挿入した。TDR とテンシオメータはデータロガー（CR10X）に接続し，2 秒ごとに自動計測した。

さらに，調査圃場の浸入特性を明らかにするために，Ap1 と Ap2 層を対象に直径 20cm の浸入計を用いて負圧条件下と湛水条件下の浸入試験を行った。



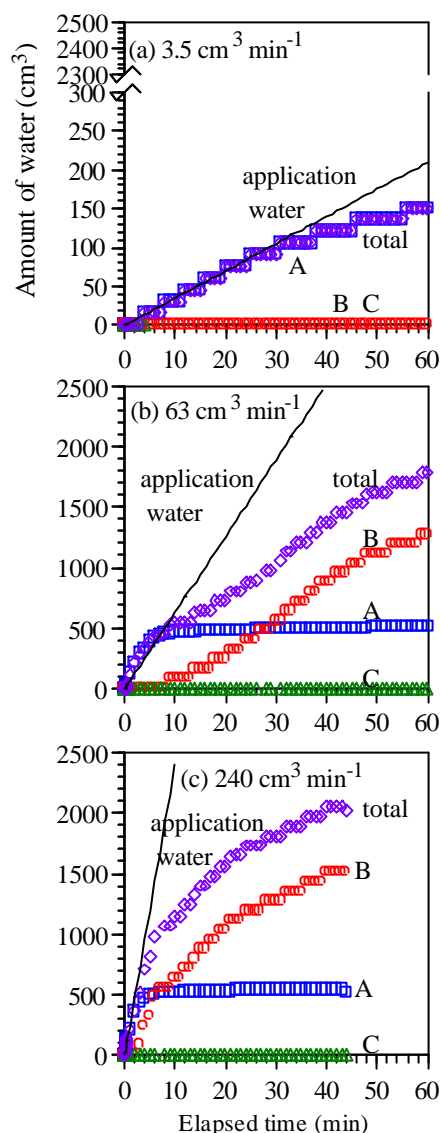
**Fig. 1** Layout of Time domain reflectometry (TDR) and tensiometer at the experimental field (circles indicate the point of core sampling, cylinders are elementary volumes for calculating amount of soil water storage).

**3. 結果と考察** 灌漑期間中の貯留量の変化を Fig. 2 に示す。 $3.5 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  の場合では灌漑終了時の 60 分後もエミッター付近の A 領域 (Fig. 1) しか水分の増加は認められなかった (Fig. 2(a))、 $63, 240 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  の灌水強度の場合では (Fig. 2(b),(c)) B 領域の増加が始まった時間は A 領域の水分量がほぼ飽和に達した時間と一致した。このことから、Ap1 層に十分に水が浸潤した後、供給された水が透水性の異なる Ap1 層と Ap2 層の層界 (16cm) において鉛直方向への浸入が制限されたため、水平方向へ水が移動し、B 領域の水分が増加したと考えられる。

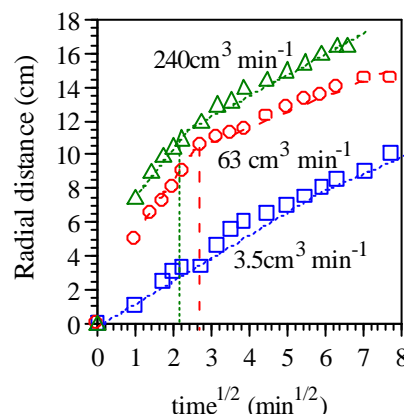
灌水終了時における灌水量に対する貯留量の割合は  $3.5, 63, 240 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  がそれぞれ 72, 47, 19% であり、灌水強度が大きいほど貯留率が小さい、すなわち損失した水量の割合が大きかった。また、灌水強度の増加に伴い全体の貯留量が灌水量と一致しなくなる時間は早くなった。この時間では Ap1 と Ap2 層界 (深さ 16cm) のマトリックポテンシャルは、いずれの灌水強度の場合も -5cm であり、これ以降もマトリックポテンシャルは増加し、灌水試験終了時には約 1cm の正圧となった。さらに、灌水強度  $3.5 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  では深さ 22cm のマトリックポテンシャルは灌水終了時まで初期水分のまま変化しなかった。

土壌表面の浸潤前線と経過時間の平方根の関係を Fig. 3 に示す。 $3.5 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  で供給した場合ではほぼ一直線に増加したが、灌水開始から 32 分以降では勾配が僅かに小さくなった。しかし、 $63, 240 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$  で供給した場合は、それぞれ灌水開始から約 9 分と 6 分において明確に勾配が変化し、増加割合が小さくなった。これらの時間は Fig. 2 に示した全体の貯留量が灌水量と一致しなくなった時間とほぼ同じ時刻であった。

負圧浸入試験の結果から Ap1, Ap2 層とも水圧 -5cm より正圧側では浸入速度の著しい増加が認められ、マクロポアを流れるバイパス流が発生していたと推察される。これと併せて判断すれば、対象領域からの損失の大部分がバイパス流による過剰な浸透であったと考えられる。また、Fig. 3 の折れ点はバイパス流が発生し、鉛直下方への速い流れが生じたため土壌表面の浸潤前線を拡大させるための水分供給量が小さくなったためと考えられる。引用文献 中川進平ら(2002):土壌の物理性 92, 39-47.



**Fig. 2** Change of cumulative water storage and application water (A, B, C indicates elementary volume in Fig. 1).



**Fig. 3** Radius of wetted area at the soil surface during irrigation.