

地下水涵養における毛管水帯の役割

豊橋技術科学大学 学生会員 ○渡辺 恒博

〃 三輪 一弘

正会員 開発 一郎

〃 四倉 信弘

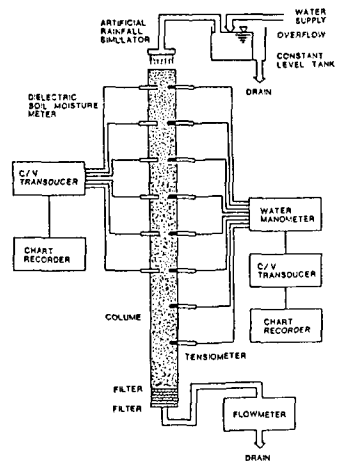
1. はじめに 本研究は、地下水面上の不飽和帯中に形成された毛管水帯が不飽和水分移動および地下水流出に及ぼす影響について実験的に調べることを目的とした。

2. 実験 浸透現象の単純化のため粒径0.1mmのほぼ様なガラスビーズを用いた。物理特性は飽和透水係数 $6.34 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 、真比重2.46、間隙率38.2%であった。

図-1に本実験で用いた装置の概略を示す。実験はサイズの異なる2つのコラムを用いて行なった。小コラムは15×12×110cm、大コラムは15×15×185cmで共にアクリルで作製した。圧力水頭の測定はテンシオメータを、水分量の測定は誘電式水分計をそれぞれ用い記録計で連続測定した。地下水流出は転倒マス流出計を用いた。さらに降雨は輸血針を利用して散水させ、降雨強度はタンクの高低によって調節出来るようにした。

地下水面を深度60, 70, 100, 175cmに設定し、任意の降雨強度で行なった。降雨継続時間は流出がほぼ定常となるまで続けた。

3. 結果・考察 表-1に各実験条件および流出開始時間・定常流出開始時間を、図-2に各実験の初期平衡水分分布を示す。図-2より深度100cmに地下水面を設定した場合(W.T.=100cm)地表面から深度45cmまでは水分量が漸増するが、深度45cm

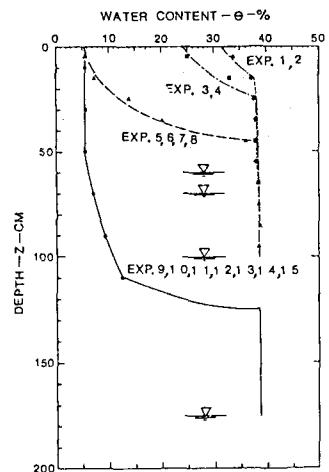


〈図-1〉 実験装置の概略

〈表-1〉 実験条件 および 結果

EXP.	LOCATION	R. I.	R. D.	START	STEADY
1	6.0 CM	2.0 MM/H	2 H.	2.6 SEC.	1.0 MIN.
2	6.0	4.0	2	2.5	1.0
3	7.0	2.0	2	2 MIN. 3.0 SEC.	2.0
4	7.0	4.0	2	1.3.0	1.8
5	1.0.0	2.0	2	1.8 MIN.	1 H. 5.0 MIN.
6	1.0.0	4.0	2	1.5	1.2.0
7	1.0.0	5.0	1.1	1.5	
8	1.0.0	7.0	2	1.4	1 H. 5.0 MIN.
9	1.7.5	1.0	1.6	6 H. 3.5 MIN.	12.3.0
10	1.7.5	3.0	7	4.3.5	
11	1.7.5	4.0	8	3.3.0	7 H. 3.0 MIN.
12	1.7.5	6.0	7	3.3.0	6.4.0
13	1.7.5	7.0	4	2.3.0	
14	1.7.5	7.0	8	2.3.0	7 H. 3.0 MIN.
15	1.7.5	10.0	4	1.4.0	4 H.

EXP. : EXPERIMENT NUMBER
 LOCATION : LOCATION OF GROUNDWATER TABLE
 R. I. : RAINFALL INTENSITY
 R. D. : RAINFALL DURATION
 START : STARTING TIME OF DISCHARGE
 STEADY : STARTING TIME OF STEADY DISCHARGE



〈図-2〉 初期平衡水分分布

から地下水面まではほぼ一定となる。したがって地下水面上の水分量一定の部分は明らかに毛管水帯であり、いわゆる飽和毛管水帯に相当する。それより上に不飽和毛管水帯が存在するが、その上端ははっきりしない。W.T.=175cmの場合、目視により飽和毛管水帯が地下水面上50cmまであることが認められた。さらに図-2より、地表面から深度50cm位までほぼ一定の低水分量を示している。これらのことより水分量的に地表面から下方へ次の3つの領域に分類できる。つまり不飽和水分量一定領域・水分量新增領域・飽和毛管水帯(飽和水分量一定領域)である。

表-1より、地下水位が浅く、降雨強度が大きい程流出が早いことがわかる。特にW.T.=60cmの場合、飽和毛管水帯が地表面近くまで上昇しているため、capillary fringe effect¹⁾による流出が瞬時に起こっていることが確認された。

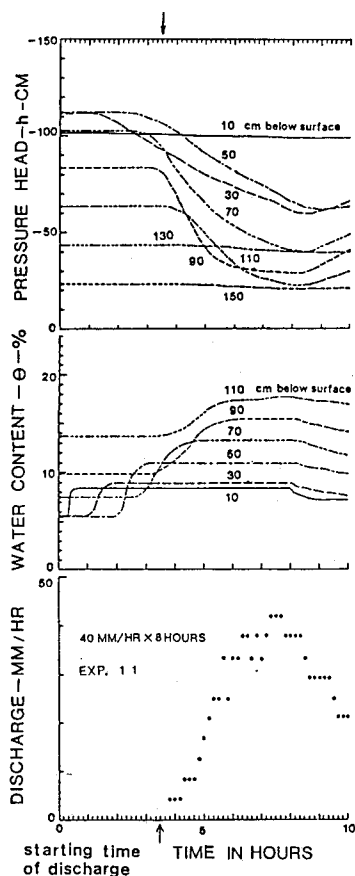
図-3より、降雨開始20分後、雨水の侵入と共に深度10cmの水分計が変化を始め、わずかに置いてテンシオメータが圧力の変化を検出し始めた。降雨開始1時間後、深度30cmのテンシオメータと水分計が変化し、その後40~50分間隔で深度50cm, 70cm, 90cmの両者の値が変化した。深度90cmの変化が検出された直後、流出が開始され、同時に深度110cm, 130cm, 150cmの水分計が一斉に変化した。以上の経過から、流出は雨水が飽和毛管水帯上端約35cm上方に達すると始まり、飽和毛管水帯に達しなくても流出が始まることがわかる。これは従来のcapillary fringe effectによる流出とは異なる現象である。

また、流出水が浸透してきた雨水なのかどうかを識別するためNaFを用いたトレーサ実験を行なった。NaFを混入した雨水を降雨強度50mm/hrで11時間散水し、流出水の電気伝導度(C)と雨水の電気伝導度(C_0)を比較した(図-4)。その結果、雨水と流出水の電気伝導度とは異なり、降雨開始後まもなく流出した水は雨水ではなく、実験前からコラム内に保持されていた水であると考えられる。

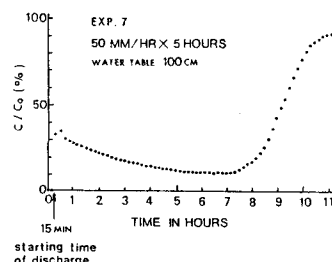
4. おわりに 飽和毛管水帯に雨水浸透水が達しなくても地下水流出が生じたことより、毛管水帯の存在が地下水流出を早めるといえる。また、始めに流出した水は実験開始前からコラム内に保持されていた水が出てきたことが確認された。

《参考文献》

- 1) O'Brien, A.L. (1982): Rapid Water Table Rise, Water Resources Bulletin, Vol. 18, No. 4 pp. 713-715



〈図-3〉 圧力水頭、水分量、流出量の時間変化



〈図-4〉 トレーサ実験