

II-14 NO_3^- をトレーサーとした土壌浸透流に関する検討—水みちの存在—

山梨大学工学部 正会員 坂本 康
山梨大学工学部 正会員 竹内 邦良
三井建設 正会員 本郷 善彦

1. はじめに

筆者らは NO_3^- 濃度変化を用いて降雨流出を成分に分離することが可能かどうかを、降雨時の河川水の濃度変化、土壌カラム流出水の濃度変化の観測を通して検討してきた^{1,2)}。また、実際に NO_3^- を用いて成分分離した結果を水量データのみを用いる分離法でえた結果と比較して、その特徴を検討した³⁾。これらの結果から、 NO_3^- を指標として流出成分のちがいを考えることは可能であり、かつ各成分の挙動と土壌構造のような物理的特性との関係を考える上でも重要であることを示した。本研究では、このような立場から、降雨強度のちがいによる土壌浸透水の流れ方のちがいが浸透水の NO_3^- 濃度変化にどのように反映されるかを検討し、特に水みちの影響をみた。

2. 実験方法

実験にはアクリル槽に試料土をつめたもの(図1)を用いた。試料土は4.76mmふるいを通過した平均粒径1.45mmの市販の鹿沼土(比重2.56、含水比27%)とし、あらかじめ水道水により NO_3^- を洗い出して使用した。試料土の粒径加積曲線を図2に示す。この試料土の上に NO_3^- 供給源として市販の赤玉土(比重2.76、含水比18%)をのせた。鹿沼土層の上面から5cmの所から10cm間隔で4点を採水点とし、長さ10cm、直径2cmのポラスカップを集水部とする採水管を埋めこんだ。採水管は360mmHgに減圧した集液びんにつなぎ、吸引により土壌浸透水を採取した。模擬降雨は、降雨発生器への流入量をバルブで調整して一定強度とした。降雨条件は表1に示す。採水は20分間隔で10分間行なった。一回の採取量はCase Iでは13~42mlとなり、Case IIでは、24~53mlとなった。これは、ポラスカップの水平断面10cm×2cmの範囲を通過する量に対する比率(以後採水率と呼ぶ)では、6~29%にあたる。 NO_3^- 濃度はCd-Cuカラム還元法によって求めた。実験終了後ただちに土壌層をこわし、各位置での含水比、単位体積乾重量を測定した。

3. 結果と考察

各採水点での NO_3^- 濃度変化を図3に、実験直後の試料土の物理定数を表2に示す。採水条件を同じにするのは難しく試料の代表性が十分である保障もないので、ここでは定性的な知見について考察するにとどめる。

(1) NO_3^- 濃度ピークの出現時刻について

Case I では上から順に NO_3^- の濃度ピークが現われるが、その時刻の差は区間毎に一定しない。Case II では3より4の点で先にピークが現われた。1-3、2-4区間でのピークの移動速度を表3に示す。表3には、降雨強度と体積含水率から算出した水の平均流下速度、及び平均採水率を示した。Case I ではピー

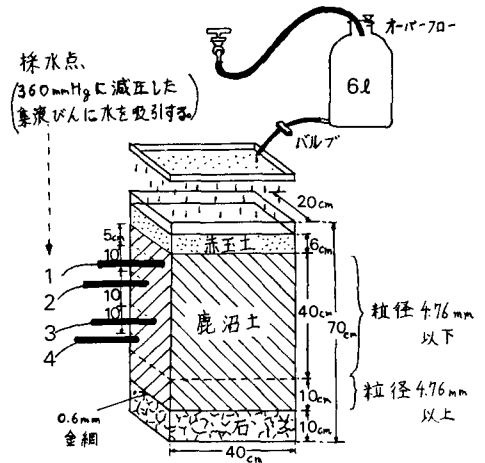


図1 実験装置

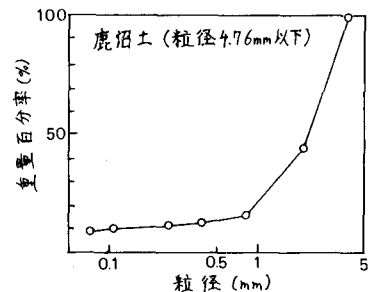


図2 試料土の粒径加積曲線

表1 降雨条件

Case No.	降雨強度 mm/hr	継続時間 hrs
I	43.4	8
II	108.5	10

移動速度は平均流下速度とほぼ同じであるが、Case II では 2-4 間で大きくなっている。

Case I では降雨強度が弱いので粒子内の微細な空隙を浸潤して流下する水の割合が大きいと考えられる。このため粒子間空隙分布の不均一さには影響されにくく同じ深さではほぼ一定の流速になると考えられる。これに対し降雨強度の強い Case II では粒子内空隙よりも大きい粒子間空隙を流下する水の割合が多くなり、水の通りやすい所、水みちができる。このため、水みちの有無により各点の流速に大きな差ができると考えられる。また、濃度ピークの移動速度の大きい 2-4 間では採水率が小さい傾向がみられる。採水率の小さい水のあまりないところでは、採水のための吸引により NO_3^- 濃度の高い粒子内土壌水の流下が加速されることも考えられる。

(2) NO_3^- の拡散の大きさについて

均一な流れを仮定し各採水点での濃度変化の形の差から各区分での NO_3^- の拡散の大きさを調べた。Case I では 1-2 間が他と比べ小さいことがわかった。1-2 間では他に比べ水分量が少く、このため水の混り合う可能性が小さくなると考えられる。Case II では Case I に比べれば拡散は大きい。Case I のような水分量との関係ははっきり現われなかった。(1) でみたように Case II では水みちによる流速の差があり、均一な流れを仮定して拡散を検討することが不適切なためと考えられる。

以上のように、浸透水の水質変化には全体の水の流速だけでなく、水みちへの集中度合なども反映されるといえる。これより、土壌構造と水の流れとの関係を検討する場合、水質を調べることは有効な手段となると考えられる。

4. まとめ

水量情報のみによりモデルのパラメータを決め流出成分に分離する方法では、パラメータの大きさと流域の物理構造との関係は不明であるが、流域全体の物理構造を代表する値が実測できないためそれで十分であった。しかし、流出に実際に寄与する地域が限られるとする考えをとるなら物理構造もある程度実測可能となり、それと流出特性との関係を検討することも意味のあることとなる。そのとき、水質の変化は物理構造のちがいによる流れ方のちがいをよく反映して有益な情報源となると考えられる。例えば、毛管水帯と懸垂水帯という水の存在状態のちがいによる流れ方のちがいも、水質を用いて解明できるかもしれない。

最後に、本研究は山梨大学工学部環境整備工学科昭和 54 年度卒業生、内山明彦（須山建設）、原田哲伸（首都高速道路公社）両者の実験データにもとづくものであることを記し、あわせて謝意を表したい。

文献) 1) 竹内・坂本・本郷、土木学会第 38 回年講概要集 pp. 59-60、1983 2) 竹内・坂本・本郷、第 27 回水講演文集、pp. 405-413、1983 3) 竹内・坂本・本郷、第 28 回水講演文集、pp. 557-565、1984

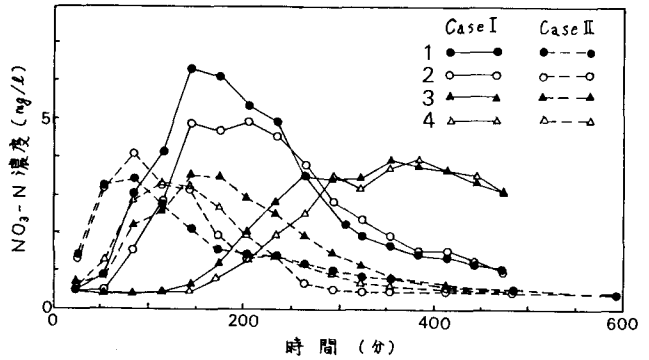


図3 土壌浸透水の NO_3^- -N 濃度の経時変化

表2 試料土の実験直後の物理定数

Case No.	試料名	含水比 %	単位体積乾重量 g/cm^3	飽和度 %
I	赤玉土	86.6	0.52	56
	採水点1	184	0.37	80
	2	197	0.31	69
	3	194	0.30	66
	4	206	0.30	70
II	赤玉土	88.7	0.46	49
	採水点1	194	0.24	52
	2	200	0.25	56
	3	203	0.25	56
	4	211	0.26	61

表3 濃度ピーク移動速度

	Case I		Case II	
	移動速度 $\text{mm}/\text{min.}$	採水率 %	移動速度 $\text{mm}/\text{min.}$	採水率 %
区分1-3	0.96	18.8	2.74	12.6
2-4	0.96	19.5	6.25	7.6
平均流速	1.17	-	3.58	-