

## 20. 孔隙特性にもとづいた硝酸態窒素溶脱強度の土壌分級

農業環境技術研究所 環境資源部 土壌管理科

## 要 約

耕地から溶脱する硝酸態窒素の溶脱強度を土壌類型別に分級するモデルを作成した。

## 背景・目的

耕草地土壌から溶脱された硝酸態窒素による地下水の汚染が懸念されている。降雨によって生じる陰イオンの土層内移動を簡潔なモデルによって記述することにより、溶脱に対する土壌孔隙特性の影響を解明し、硝酸態窒素溶脱強度を土壌類型別に分級する。

## 内容及び特徴

- (1) 土壌へ浸入した塩溶液の水による洗脱過程での陰イオンの濃度分布は、次の式によってよく再現された（図1）：

$$C/C_0 = \frac{1}{2} \left[ \operatorname{erfc} \left( \frac{x-\alpha}{2\sqrt{\epsilon\alpha}} \right) - \operatorname{erfc} \left( \frac{x-\beta}{2\sqrt{\epsilon\alpha}} \right) \right]$$

ただし、 $C/C_0$ ：陰イオンの相対濃度、 $x$ ：深さ（cm）、 $\theta$ ：土壌の含水率（ $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ）

$\alpha$ ：塩溶液の到達距離（cm）、 $\int_0^\alpha \theta dx = (\text{塩溶液量} + \text{洗脱水量})$ （ $\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ）

$\beta$ ：洗脱水の到達距離（cm）、 $\int_0^\beta \theta dx = \text{洗脱水量}$ （ $\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ）

$\epsilon$ ：dispersivity（cm）（移動中の陰イオンのピーク濃度低下と分布域の広がり  
の大きさを表す）

- (2) 含水率を圃場容水量  $\theta_{fc}$  で近似することにより、圃場土層内の硝酸イオンの平均到達距離  $d$  は  $d = P/\theta_{fc}$ （ $P$  は正味の浸透水量）で表すことができる（硝酸イオンが土壌に吸着される場合には  $d = P/((1+R)\theta_{fc})$ 、 $R$  は分配比）。
- (3) 団粒化した土壌など粗孔隙にも細孔隙にも富む土壌では、分散の程度をあらわす  $\epsilon$  が大きく、陰イオンの一部が容易に洗脱される一方で、洗脱後土層上部に残存する割合も大きい。
- (4) 以上の結果にもとづき、浸透水量（または降水量）が一定の時の硝酸イオンの到達距離（ $\theta_{fc}$  に反比例）と分散の程度（孔隙分布特性を反映）を考慮して農耕地土壌の硝酸態窒素脱強度を分級した（表1）。

## 活用面と留意点

- (1) 陰イオンを吸着しない裸地土壌では圃場容水量と dispersivity の値から作土に加えられた陰イオンの降雨・再分配後の濃度分布を近似的に予測できる。
- (2) 植被土壌では根による吸収速度、根群域の深さなどの要因を加える必要がある。
- キーワード

溶質移動モデル、地下水汚染、溶脱、施肥窒素

（加藤英孝・久保田徹）

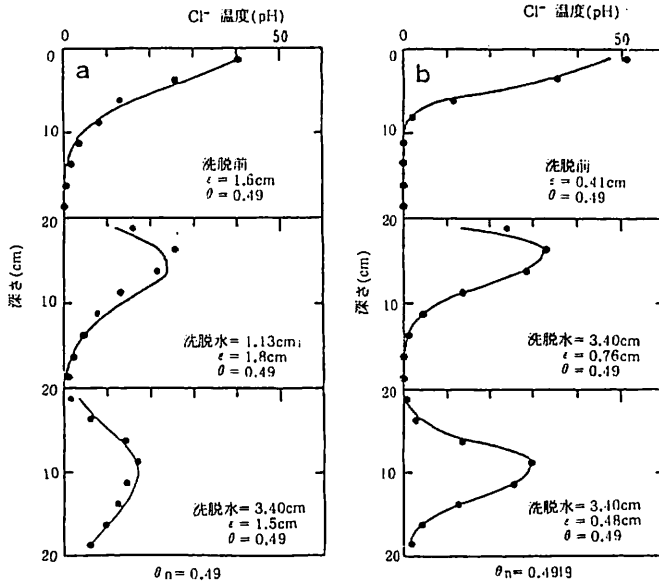


図1. 浸入・再分配過程における塩化物イオンの移動  
 a : 粗粒団, b : 細粒団; ● 実測値, - 計算値  
 $\epsilon$  : dispersivity(cm),  $\theta$  : 体積含水率 ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ),  $\theta_n$  : 初期体積含水率 ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )

表1 土壤類型別  $\text{NO}_3\text{-N}$  溶脱強度

土壌群・土壌統群	$\text{NO}_3\text{-N}$ の平均到達距離による要因			$\text{NO}_3\text{-N}$ の分散による要因 (土壌構造・孔隙分布の影響) $\epsilon$	$\text{NO}_3\text{-N}$ 液脱強度 <sup>②</sup>
	$\theta/c$	R	d		
砂丘未熟土	3	0	3	1	Ⅲ
黒ボク土	1	+	1	1	I
多量黒ボク土	1	+	1	1	I
褐色森林土					
細粒	2	0	2	2	Ⅱ
中粗粒	3	0	3	2	Ⅲ
灰色台地土					
細粒	2	0	2	3	Ⅱ#
グライ台地土					
細粒	1	0	1	2	I#
赤色土・黄色土					
細粒	2	0	2	1	Ⅱ
中粗粒	3	0	3	1~2	Ⅲ
褐色低地土					
細粒	2	0	2	2	Ⅱ
中粗粒	3	0	3	1~2	Ⅲ
灰色低地土					
細粒	2	0	2	2	Ⅱ#
中粗粒	2	0	2	1~2	Ⅱ#
グライ土					
細粒	1	0	1	1	I#
中粗粒	1	0	1	1	I#
黒泥土	1	0	1	1	I#
灰炭土	1	0	1	2	I#

$\theta/c$  : 飽和含水率 1...0.5  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ 以上 ; 2...0.3~0.5  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$  ; 3...0.3  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ 以下

R :  $\text{NO}_3\text{-N}$ の固相-液相間の分配比

d :  $\text{NO}_3\text{-N}$ の平均到達距離 1...小 ; 2...中 ; 3...大

$\epsilon$  : dispersivity,  $\text{NO}_3\text{-N}$ の一部が平均到達距離よりもはるかに深くまで達する可能性 1...小 ; 2...中 ; 3...大

② : 溶脱強度 1...小 ; Ⅱ...中 ; Ⅲ...大

# : 地下水位を考慮すること