

34. 土層中の窒素溶脱過程における¹⁵N自然存在比を用いた脱窒量の評価

農業研究センター 土壤肥料部

要約

¹⁵N自然存在比を用いた脱窒量評価手法を開発するために、同位体分別の指標(ε)を決定する方法を策定した。

背景・目的

基質の¹⁵N自然存在比(¹⁵N/¹⁴Nの標準からの隔たり、δ値と略す)は、脱窒によって高まり、その高まり度合は基質との反応時間が変わらなければ一定であり、反応時間が長いほど大きくなる性質を持つことが知られている。これらの特性を利用し、従来簡便な方法がなかった土層中での浸透水の垂直移動過程における脱窒量を評価するためには、δ値の高まり度合を表す指標(同位体分別の指標、εと略す、負の値が大きいほど分別は大きい)の変動幅を浸透水の浸透速度に対応させて決定する必要がある。そこで流速の遅い浸透水(停滞水)に近似させた大カラムと、流速の速い浸透水に近似させた小カラムとを用いて、基礎的実験を行い、ε(範囲)を決定し、窒素溶脱過程での脱窒量を評価する。

内容及び特徴

- (1) 大小のカラム(図1・図2)を用いて、表1のように、図3の式で表されるεを求めることかてきた。
- (2) 上記結果より、ε(範囲)を決定するための方法を、以下の様に策定した。
 - ① 脱窒量の評価対象地点の土層から土壌を採取し、地温も測定する。
 - ② 大小のカラム(図1・図2)を上記の地温に設定した恒温室内に設置する。KNO₃液(Nとして10~100mg/L)を土壌を充填したカラムに流入させ、流出液を採取する。小カラムへの土壌当りの流入速度は、数十ml/day/g。大カラムの流入速度は浸透水が取れる程度でよいか、土壌充填前にKNO₃液を添加しておく。
 - ③ 流出液の無機態窒素のδ値をケルダール蒸留後、ダブルインレット—複式コレクタ方式の質量分析装置で測定、全窒素濃度を常法により分析する。
 - ④ 図3の式から大小両カラムのεを計算し、対象土層のε範囲を決定する。

活用面と留意点

- (1) 硝酸態窒素を窒素主成分とする浸透水が上層から下層に垂直移動する間の脱窒割合(1 - N_t/N_{s,0})は、上層と下層の浸透水のδ値(δ_{s,0}とδ_t)および上記手法で求めたεの値より、図4内の関係式を用いて算出できる。ここで上層浸透水のδ_{s,0}を5‰とすると、脱窒割合は図4の斜線範囲で示される。この値と上層浸透水の窒素濃度(N_{s,0})の実測値から脱窒作用のみが関与した場合の下層浸透水の窒素濃度の予測値(N_t)が計算される。
- (2) 脱窒作用に窒素濃度が極めて低い浸透水による希釈作用が加わった場合は、下層浸透水の窒素濃度の実測値をN_t、上層からの浸透水量をQ₀、希釈水の浸透水量をQ₁とすると、Q₁/Q₀ = N_t/N_{s,0} - 1の式によりQ₁がQ₀の何倍あったかの希釈倍率を算出できる。またQ₀を測定するか、Q₁を測定して前式によりQ₀を求めれば、Q₀ × (N_{s,0} - N_t)により、浸透過程での脱窒量が計算できる。
- (3) 本法は硝酸態窒素の単純な溶脱過程を念頭に置いたので、①脱窒以外にδ値の変動が無く、系が定常状態にあり、②浸透水の全窒素が硝酸態窒素にほぼ等しく、③上層と下層とて土性や地温が著しく異なることが無い場合に適用される。

キーワード

脱窒量評価、¹⁵N自然存在比、同位体分別の指標、浸透水

(木方展治・川西琢也・尾崎保夫)

表1 カラム試験の結果比較

カラム	供試土壌	添加液中 NO ₃ -N濃度 mg/L	初期濃度半減 までの日数 day	風乾土当り 流入液量 ml/day/g	XとYの 相関係数	ε 値
大	化学肥料区	100	20	0	0.998	-38.9
大	有機物区	100	10	0	0.999	-34.7
小	化学肥料区	25	3.5	22	0.963	-23.1
小	化学肥料区	5	2.5	124	0.962	-17.0

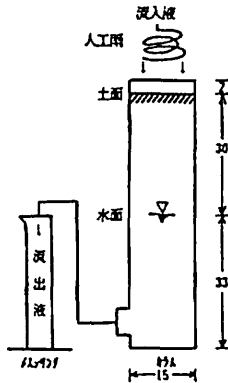


図1 大カラムの構成 (数値, cm)

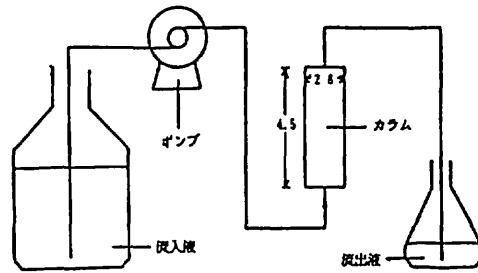


図2 小カラムの構成 (数値; cm)

$$Y = \epsilon X \quad \text{ここに}$$

$$X = \log \left[\frac{N_s}{N_{s,0}} \right] \quad \text{および}$$

$$Y = 10^3 \log \left[\frac{10^{-3} \delta_{s+1} + 1}{10^{-3} \delta_{s,0} + 1} \right]$$

N_s : 反応後の基質 (窒素) 濃度
 $N_{s,0}$: 反応前の基質 (窒素) 濃度
 δ_s : 反応後の基質 (窒素) の δ 値
 $\delta_{s,0}$: 反応前の基質 (窒素) の δ 値

図3 ε の計算式

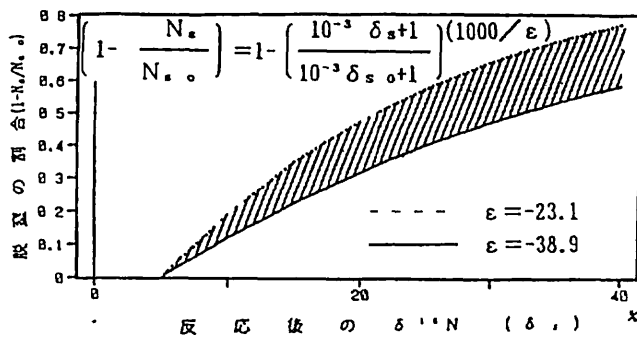


図4 $\delta^{15}N$ 値変化にともなう脱窒割合の変化範囲 ($\delta_{s,0} = 5\%$)