

灌漑方法と施肥方法の違いによる根圏での窒素収支の評価  
 Evaluation of nitrogen balance by different types  
 of irrigation and application in root zone

○酒井博子\*, 吉田貢士\*, 安瀬地一作\*, 黒田久雄\*

○Hiroko SAKAI, Koshi YOSHIDA, Issaku AZECHI and Hisao KURODA

### 1. はじめに

近年、水資源の効率的利用の観点から節水稲作が世界的に広まりつつある。節水稲作とは水田を常時湛水せず、間断灌漑により下方浸透を減少させる栽培方法のことである。その結果、水量の減少、さらには溶脱による窒素ロスも減少すると言われている。しかし、既往の研究では間断灌漑により土壌が酸化状態と還元状態を繰り返すことで、土壌の窒素動態に及ぼす影響については明らかになっていない。そこで、本研究の目的は間断灌漑における土壌の酸化還元状態の変化が窒素動態に及ぼす影響の把握を行うこととした。根圏土壌からの窒素ロスを算出するために、カラム実験により窒素収支を評価し、溶脱量、脱窒量、土壌吸着量の定量化を行った。

### 2. 実験方法

本実験では土壌窒素収支の把握を目的として室内カラム実験を行った。期間は2011年9月23日から2012年1月4日である。Fig.1にカラム装置の概要図を示す。カラムの内径は15.1cm、高さは45cmとし、下方から砂10cm、耕盤10cm、作土15cmを充填した。耕盤、作土には茨城大学農学部FSセンターの水田から採取した土壌を用いた。給水および排水、作土表面から下方に0cm、5cm、15cmの位置で週に1回50ccの採水を行い、全窒素、アンモニア態、硝酸態窒素を計測した。また全てのカラムに1週間間隔で温度・酸化還元電位(5cm、15cm下方)を観察し、間断灌漑カラムでは土壌水分計(5cm、15cm下方)も設置した。実験は灌漑方法を2種類(1週間ごとの間断灌漑と常時湛水灌漑)、施肥方法は窒素200kgN/haを想定し、固形尿素と液肥として硝酸カリウム溶液を

供給した2種類とした。固形尿素は基肥120kgN/ha、追肥80kgN/haの2回に分けて投入した。硝酸カリウム溶液は実験期間中の供給窒素量200kgN/haを実験期間中に給水すると予想される水量900mmで除すことにより逆算し22mg/Lに設定した。

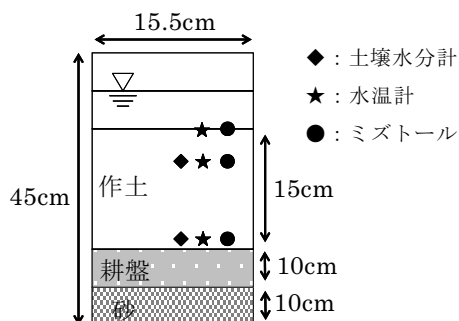


Fig.1 experimental apparatus

### 3. 水収支式

各カラムにおける水収支式は次のようになる。

$$W_{IN} = W_{OUT} + E \quad \dots \dots (1 \text{ 式})$$

ここで、 $W_{IN}$ : 流入水量、 $W_{OUT}$ : 流出水量、 $E$ : 蒸発量である。土壌間隙水からの採水は、本来ならばほとんどが排水としてカラム外に流出するものと考えられることから、流出水量は排水量と採水量を合計した値とした。蒸発量は常時湛水を行ったカラム1、カラム2においてはパン蒸発量から計測し、間断灌漑を行ったカラム3、カラム4においては流入水量から流出水量を差し引いた値を用いた。

### 4. 根圏窒素収支式

各カラムにおける根圏窒素収支式は以下のようになる。

$$N_{in} = N_2 \uparrow + A + P + S \quad \dots \dots (2 \text{ 式})$$

ここで、 $N_{in}$ : 供給窒素量、 $N_2 \uparrow$ : 脱窒量、 $A$ :

[所属] \*茨城大学 Ibaraki University

[キーワード] 間断灌漑、窒素収支、脱窒

土壌吸着量、P：溶脱量、S：採水中の窒素量である。尚、溶脱量は排水量と排水濃度から、採水中の窒素量は採水量と採水濃度から求め、脱窒量は差し引きから算出した。

## 6. 結果

まず、各カラムにおいて土壌吸着量をゼロとして求めた窒素収支を Table1 に示す。脱窒量について着目してみると、全てのカラムで脱窒が窒素ロスの最大要因になっていることが分かる。この要因として、間断灌漑(カラム3・カラム4)で土壌が十分に乾燥されず硝化と脱窒の両方が起こりうる条件であったこと、ドロップポイントを地表から-15cmにしていることからそれ以下の-15~25cmの地層で脱窒が起こった可能性が考えられる。酸化還元電位からも、最高値が+300mV前後、最低値が-200mV前後だったことからこのことが裏付けられる。また、今回の実験では施肥量が 200kgN/ha と多かったこと、植生による吸収がなかったことから脱窒による窒素ロスが大きくなったものと考えられる。次に溶脱量について着目してみると、間断灌漑カラムの方が高い値を示した。これは間断灌漑によって土壌が酸化状態になり脱窒が抑制されたと考えられる。しかし、上記でも述べたように全てのカラムの作土層で硝化、脱窒の両方が起こりうる条件と考えられることから、溶脱量の差は小さかった。

Table1 Nitrogen budget of each treatment

単位：kgN/ha

	カラム1	カラム2	カラム3	カラム4
灌漑方法	湛水	湛水	間断	間断
施肥方法	硝酸態 N	固形尿素	硝酸態 N	固形尿素
施肥量	178.60	247.63	196.21	210.31
脱窒量	151.98	203.11	164.29	190.22
溶脱量	0.45	0.33	1.78	0.87
サブリンク量	26.17	44.18	30.14	19.23

C/N コーダを用いて分析した土壌窒素量を Fig.2 に示す。土壌窒素量は全てのカラムで実験前と実験後でわずかに減少していた。これは有機物の多い土壌を用いたためと考えられ、土壌が酸化状態となる間断灌漑カラムでは減少量が多い。これは土壌が酸化状態になり有機物の分解が促進されたためと考えられる。また、Table1 の溶脱量が小さいことから、無機化された窒素のほとんどは脱窒により失われたものと考えられる。しかし、土中窒素量全体から見ると変化量は極わずかであり、今回の収支計算では土壌吸着量はゼロとした。

今回の実験は、灌漑方法と施肥方法の違いから4つの条件で実験を行った。その結果、供給窒素のほとんどは脱窒によって失われることが分かった。Fig.3 にカラム4の1週間ごとの窒素収支から得られた実測値(供給窒素-排出窒素)と田測式による計算値の窒素除去速度を示す。結果として両者の傾向は一致しており、この結果からも脱窒による窒素ロスが大きいことが裏付けられた。

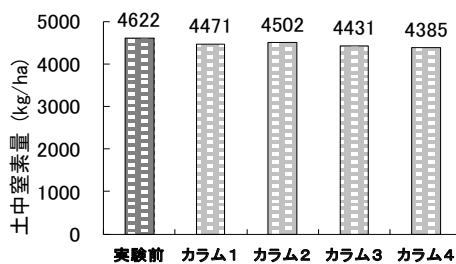


Fig.2 Nitrogen amount in soil

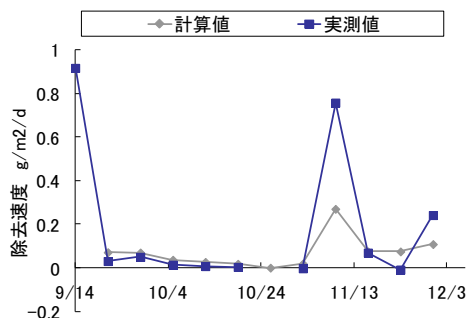


Fig.3 Observed and calculated rate of nitrogen removal