

異なる量の牛糞堆肥を施用した水田土中の窒素の無機化について Mineralization in paddy soil applied with various amount of cow manure compost

○井手海盛・関谷信人・渡辺晋生

Kaisei Ide, Nobuhito Sekiya, Kunio Watanabe

はじめに 有機物を肥料として水田に施用する機会が増えている。土中の有機物は微生物による無機化を経て、作物が吸収できる無機態窒素を土中に供給する。最適時期に適切な量の有機肥料を施用するためには、土中の温度、水分等の土壌環境に応じた無機化量を明らかにすることが必要である。そこで本研究では、有機肥料の1つである牛糞堆肥を異なる量施用した際の、無機化速度と土中温度・水分量との関係を明らかにすることを目的とした。

調査圃場と方法 三重大学学内圃場に2.25 m²の水田8区画を準備した(Table1, Plot1~8)。2022年の3/17にCN比26の牛糞堆肥を窒素換算で0, 4, 8, 16 g/m²になるように10 cm深まで施用した(N0, N4, N8, N16区とする)。5/1まで全区画裸地で管理し、代かきを行った5/2以降は湛水で管理した。5/31に再度代かきを行った。6/3にイネ(コシヒカリ)を移植し、9/13に収穫した。栽培期間中、生育段階毎に各区画からイネを2株採取し、生育調査を行った。各部位(穂、葉、茎)の窒素含有率、各部位の乾物重を測定し、窒素含有率と乾物重の積から窒素吸収量を算出した。期間中圃場の2 m気温、降水量、日射量、湛水深、土中5, 15, 25 cm深の地温、体積含水率を10分間隔でモニターした。また、0~2, 2~10, 10~20, 20~25 cm深の土を隔週で採取した。採取した土のアンモニア態窒素 NH₄-N と硝酸態窒素 NO₃-N を、

10 %KCl と蒸留水で抽出し、吸光光度計で測定した。N0~N16区は2連で行い、平均値を各N区の値とした。N0区の無機態窒素量(NH₄-NとNO₃-Nの和)を土に元来含まれている有機物由来の無機態窒素量 Min-N とし、牛糞堆肥施用区の無機態窒素量から引いた値を牛糞堆肥由来の無機態窒素量 Min-N_CM とした。同様に N0区のイネの窒素吸収量を土に元来含まれている有機物由来のイネの窒素吸収量 Uptake_Soil とし、牛糞堆肥施用区のイネの窒素吸収量から引いた値を牛糞堆肥由来のイネの窒素吸収量 Uptake_CM とした。

結果と考察 Fig.1 (a) に5, 25 cm深の日平均含水率と湛水深、(b)に5, 25 cm深の日平均地温を示す。湛水を開始した5/2以降の日平均含水率は、両深度とも最大値を維持した。また、全期間の5, 25 cm深の日平均地温には違いがみられなかった。Fig.2にN0, N16区の結果を示す。両図にMin-N, Min-N_CM, Uptake_Soil, Uptake_CM

Table1 Experimental set up

Plot Number	Plot Name	Amount of Cattle manure (g/m ²)				
		Nitrogen	Phosphorus	Potassium		
8	N0	0.0	0.0	0.0		
7	N8	1194.0	4.7	11.9		
6	N16	2388.1	9.5	23.8		
5	N4	597.0	2.4	5.9		
4	N0	0.0	0.0	0.0		
3	N8	1194.0	4.7	11.9		
2	N4	597.0	2.4	5.9		
1	N16	2388.1	9.5	23.8		

三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate School of Bioresources, Mie University

キーワード: 窒素動態, 無機化, 無機態窒素

の積み上げを示す. ここで, 25 cm 以深の窒素の下方流出量はわずかであり無視できるとした. 湛水期間の Min-N, Min-N_CM 増加量は, 5/14~5/31 は 0.03, 0.05 g/m²/d に対し, 代かき前後の 5/31~6/3 は 0.41, 0.12 g/m²/d だった. 代かきによる土壌攪乱と酸素供給が土壌微生物を活性化し, 無機化速度を増加させたと考えられる. 移植後から 6/20 にかけて Min-N_CM は 0.49 g/m² 増加し, 以降はイネの吸収によって減少した. Uptake_CM は移植後から 7/7 にかけて 1.37 g/m² 増加し, 7/24 にかけて 0.84 g/m² 減少した. 8/11 にかけて 2.53 g/m² 増加し, 収穫時期まで変化はなかった. Fig.3 に N0, N16 区の 5/14~5/31 の NH₄-N 分布を示す. N0 区では 10~20 cm 深で NH₄-N が 0.04 g/m² 増加したのに対し, N16 区では 0.18 g/m² 増加した. 牛糞堆肥を 10 cm 深まで施用していることから, 牛糞堆肥由来の NH₄-N は 10 cm 以深に下方浸透したと考えられる. ここで, 無機化を 1 次反応式で表すことができるとし, 式 (1) で表した.

$$\frac{d}{dt}C_{\text{org-N}} = -k_{\text{min}}C_{\text{org-N}} \quad \text{式 (1)}$$

ここで, k_{min} (/d) は無機化速度定数である. また, $C_{\text{org-N}}$ は有機物中の易分解性窒素量と考え, 全層の Min-N_CM と Uptake_CM の積算増加量とした. また, 脱窒や揮発, 25 cm 以深への流出による Min-N_CM の減少は無視できるとした. Fig.4 に k_{min} と 5 cm 深の日平均地温 T_{soil} の関係を示す. 地温の上昇にともない k_{min} も指数関数的に増加した. 同温でも, 湛水時より非湛水時の方が k_{min} は大きくなった. そこで, 湛水時と非湛水時に分け, T_{soil} を用いて k_{min} を指数関数で近似した. 代かき前後を除き, 式 (2) (3) で実測値を良く表せた (Fig.4).

$$k_{\text{min}}(\text{flooded}) = 0.0001e^{0.248T_{\text{soil}}} \quad \text{式 (2)}$$

$$k_{\text{min}}(\text{non-flooded}) = 0.0001e^{0.307T_{\text{soil}}} \quad \text{式 (3)}$$

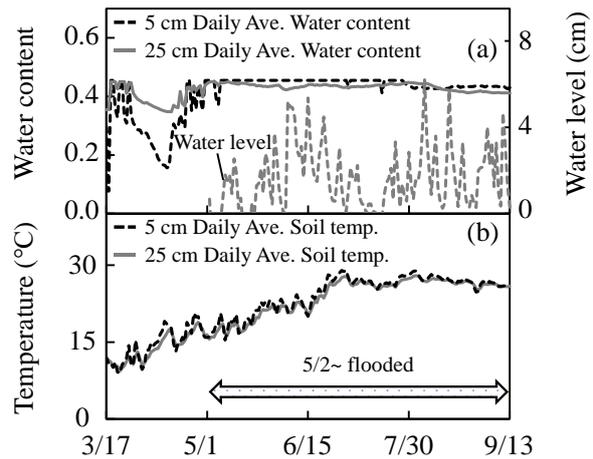


Fig.1 (a) Water content, Water level and (b) Temperature

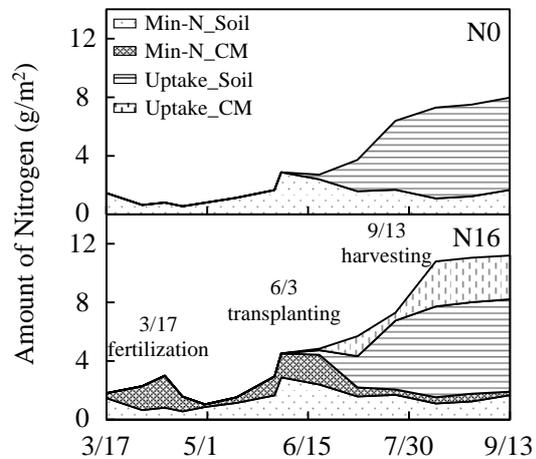


Fig.2 Nitrogen balance

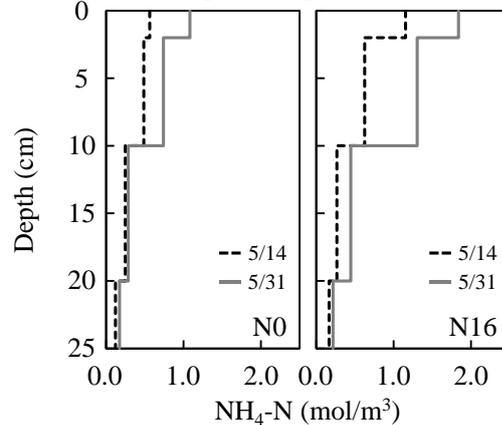


Fig.3 NH₄-N profile in N0, N16 plots

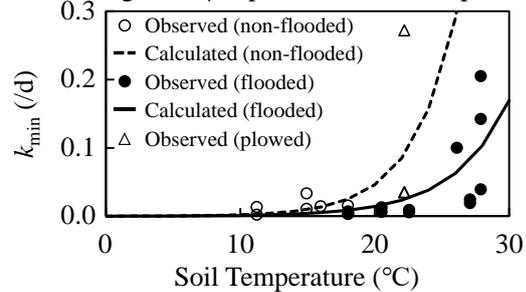


Fig.4 k_{min} and Soil Temperature