

有機物投入量の異なる水田土中の窒素動態

Nitrogen dynamics in paddy soil applied with various amount of rice bran

○井手海盛・永源奨・Peter Muchuno Alfred・関谷信人・渡辺晋生

Kaisei Ide, Tasuku Eigen, Peter Muchuno Alfred, Nobuhito Sekiya, Kunio Watanabe

はじめに 近年、日本の農業は安全な品質の作物を低環境負荷で生産することを大きな目標としている。農林水産省は目標指針の1つに2050年までに化学肥料の30%低減、有機農業取組面積の約100万haへの拡大を掲げている。しかし、実際には収量や品質への不安から有機農業面積を縮小しようとする生産者もいる。有機農業でも収量や品質を安定に維持するには、作物が養分として必要とする土中の窒素の動態を把握し、推定する必要がある。そこで本研究では、有機肥料の1つである米ぬかを冬季に異なる量施用した際の、無機化による土中の窒素量変化の推定をすることを目的とした。

調査圃場と方法 三重大学内圃場に2.25 m²の水田10区画を準備した(Table 1, Plot 1~10)。2021年の2/11にCN比20.0の米ぬかを窒素換算で0, 4, 8, 16 g/m²になるように施用した(N0区, N4区, N8区, N16区とする)。6/2まで全区画裸地で管理し、代かきを行った6/3以降は湛水で管理した。6/3にイネ(ナツヒカリ)を移植し、8/26に収穫した。この際、Plot 1~9をイネ栽培区とし、Plot 10はイネ非栽培の対照区とした。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。草丈、分けつ数、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15、30 cm深の土中水圧力、土中5 cm深の地温をモニターした。また、0-2、2-10、10-20、20-25 cm深の土をおよそ隔週で採取した。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、吸光度計で測定した。イネを栽培したN0~N16区は2連で行い、平均値を各N区の値とした。

結果と考察 N0区の無機態窒素量(NH₄-NとNO₃-Nの和)を全区画に共通する土壤有機物由来の無機態窒素量Min-Nとし、米ぬか施用区の無機態窒素量から引いた値を米ぬか由来の無機態窒素量Min-N-RBとみなした。同様にN0区のイネの窒素吸収量を全区画に共通する土壤有機物由来のイネの窒素吸収量Uptake-soilとし、米ぬか施用区のイネの窒素吸収量から引いた値を米ぬか由来のイネの窒素吸収量Uptake-RBとみなした。Fig.1(a), (b)にN0区とN16区の結果を示す。両図にMin-N, Min-N-RB, Uptake-Soil, Uptake-RBの積み上げと草丈を示す。ここで、窒素の下方流出量と揮発量はわずかであり無視できるとした。草

Table 1 Separation of Rice field and Amount of Rice bran

Plot Number	10		← 9 8 7 6 5 4 3 2 1 →									
			Plant									
Plot Name	N4	N0	Chemical	N0	N8	N16	N4	N0	N8	N4	N16	
	N8	N16										
Plot Name	Amount of Manure (g/m ²)		Amount of Rice bran (g/m ²)									
			Nitrogen	Phosphorus		Potassium						
N16	615.1		16.0	5.0		14.1						
N8	307.6		8.0	2.5		7.1						
N4	153.8		4.0	1.2		3.5						
N0	0		0	0		0						

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

丈は両区で違いがみられなかった。総無機態窒素量は、両区とも4月から5月にかけて減少した。6月になると増加し、8月にかけて増加速度が大きくなった。N16区では、4月中旬にかけて Min-N-RBが増加したが、5月に大きく減少した。6月に再び発現したが、7月以降はほとんど土中に残留しなかった。Fig.2 に日平均気温、湛水深を示す。6月までの非湛水期間のうち、2月から4月までは気温が約10°Cで一定だった。6月以降の湛水期間のうち、6月から7月は気温が約25°C、7月から8月は約30°Cで一定となった。ここで、無機化と硝化を1次反応式で表すことができるとし、それぞれ式(1)、(2)で表した。

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

$$\frac{d}{dt} C_{NH_4-N} = k_{min} C_{org-N} - k_{nit} C_{NH_4-N} \quad \text{式 (2)}$$

k_{min} (/d) は無機化速度定数、 C_{org-N} は有機物中の易分解性窒素量、 k_{nit} (/d) は硝化速度定数とした。気温が概ね一定と見なせた3期間を湛水・非湛水に分け、 k_{min} を求めた。Fig.3 に k_{min} と日平均気温 T の関係を示す。非湛水・25°Cの k_{min} は文献より0.0045 (/d) とした。 k_{min} は20°C以下ではほぼ変化がなく、20°C以上から指数関数的に増加した。同温でも、非湛水時の方が k_{min} は大きくなった。湛水・非湛水時の k_{min} と T の関係式を示す。

$$k \text{ (flooded)} = 0.0001e^{0.215T} \quad \text{式 (3)}$$

$$k \text{ (non-flooded)} = 0.0001e^{0.263T} \quad \text{式 (4)}$$

Fig.4 に Fig.1 (b) の米ぬか由来の総無機態窒素量を示す。図中には式(1)から式(4)と日平均気温から推定した結果を実線で示した。無機化のみとした場合、推定値は4/19以降を過大評価した。そこで、非湛水の4/19から6/3は $k_{nit}=0.13$ 、湛水の6/3から6/29は $k_{nit}=0.026$ の硝化等による流出を考慮すると、推定値は実測を概ね表した。

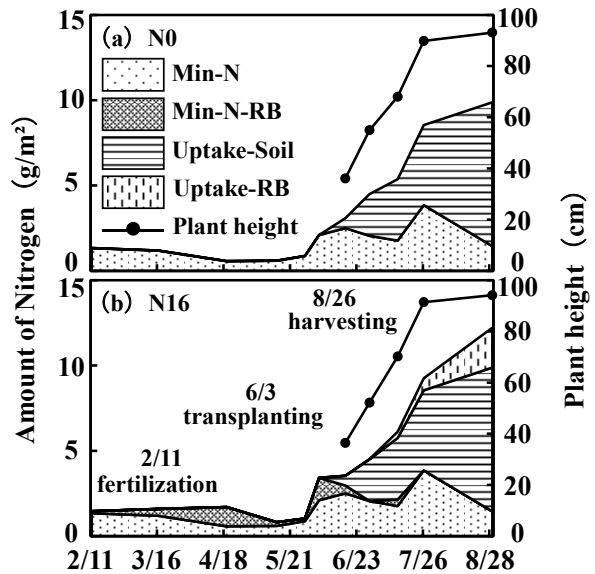


Fig.1 Nitrogen balance and Plant height

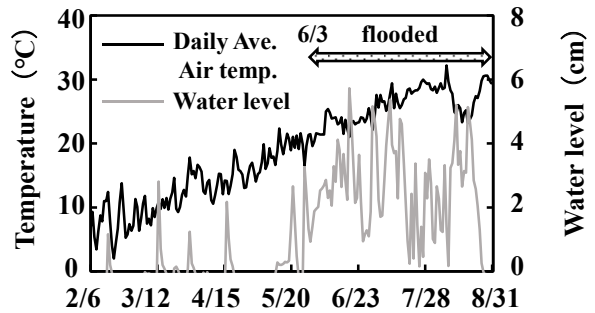


Fig.2 Air temperature and Water level

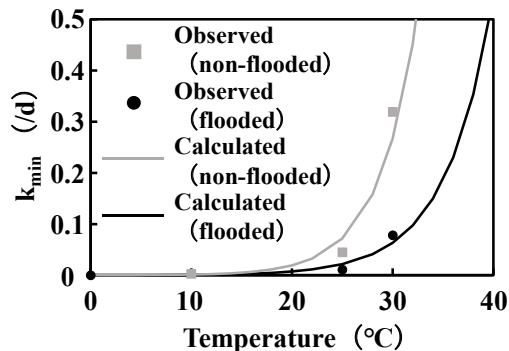


Fig.3 k_{min} and Temperature

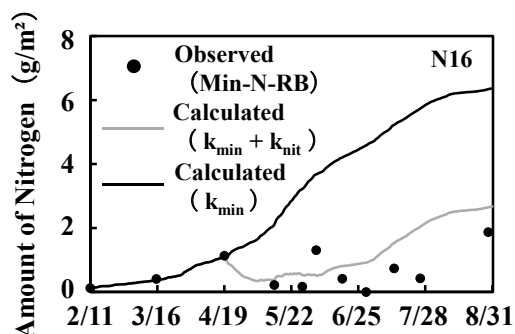


Fig.4 Estimation of Mineralization