

有機物投入量の異なる水田土中の窒素動態

土壌圏システム学研究室 518306 井手海盛

(指導教員:渡辺晋生)

はじめに 近年、日本の農業は環境への負担が少なく、安全な品質の作物を作ることが大きな目標となっている。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、有機農業の取組面積を約100万haに拡大することを掲げている。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、適切な施肥を行う必要がある。そこで本研究では、有機肥料の1つである米ぬかを異なる量施用した際の、水田土中の窒素動態を明らかにすることを目的とした。

調査圃場と方法 三重大学内圃場に2.25 m²の水田10区画を準備した(図1, Plot1~10)。2021年の2/11にCN比20.0の米ぬかを窒素換算で0, 40, 80, 160 kg/ha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、Plot1~9をイネ栽培区とし、Plot10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 cmと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、吸光光度計で測定した。測定結果は mg/L のため、単位土あたりの量に換算した。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 図2(a)に日平均気温、5 cm 深日平均地温、日降水量、図2(b)に各N区の生育段階ごとにおけるイネの窒素吸収量を示す。5月になると日中の気温、地温がともに20°Cを超える日があった。5/12に4 mm, 5/13に16 mmの降水があった。6月には気温、地温ともに常時20°Cを超えるようになり、7月以降は25°Cを超えた。8/8から8/22にかけて温度の大きな低下がみられた。これは、雨や雷など悪天候が長期的に続いたためである。イネの窒素吸収量は6/17から6/29は約2.5 g/m²だったが、6/29から7/26にかけて4.0~5.5 g/m²となった。出穂時にはN8, N16区で多く、N0, N4区に違いは見られなかった。収穫時にはN0, N4区で約9 g/m², N8, N16区で約10 g/m²となった。ここで、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壌有機物由来の無機態窒素量とし、米ぬか施用区の無機態窒素量から差し引いた値を米ぬか由来の無機態窒素量とみなした。図3にN0, N16区の圃場の総無機態窒素量として、土壌有機物由来の無機態窒素量、米ぬか由来の無機態窒素量、イネの窒素吸収量の積み上げ図を示す。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。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。その後6月になると増加し、7月から8月にかけて増加速度が大きくなった。収穫時の総無機態窒素量はN0区で約10 g/m², N16区で約12 g/m²となり、米ぬかの施用効果は約2 g/m²に留まっ

区画番号	Plot10 イネ無	Plot9	Plot8	Plot7	Plot6	Plot5	Plot4	Plot3	Plot2	Plot1	
区画名	N4 N8	N0 N16	化成	N0	N8	N16	N4	N0	N8	N4	N16
区画名	米ぬか成分量										
	施用量[kg/ha]	窒素[kg/ha]		リン[kg/ha]	カリウム[kg/ha]						
N16	6151	160		50	141						
N8	3076	80		25	71						
N4	1538	40		12	35						
N0	0	0		0	0						

図1 圃場の区画分け.施用量

た. N16区では, 4月中旬にかけて米ぬか由来の無機態窒素量が増加したが, 5月に大きく減少した. 6月に再び米ぬか由来の無機態窒素量が発現したが, 7月以降はほとんど土中に残留しなかった. 図4にN4, N8, N16区の総無機態窒素量から, N0区の総無機態窒素量を差し引いた米ぬか由来の無機態窒素量を示す. 米ぬか由来の無機態窒素量は施用後から4/19にかけては増加し, 4/19から5/14にかけて減少した. この際, 施用量が多い区画ほど減少量は大きかった. 5/28から6/4にかけて米ぬか由来の無機態窒素量は0.4~1.1 g/m²増加した. 代かきにより, 下層の米ぬかの易分解性成分が上層へ攪拌されたため, 分解が促進されたと考えられる. 6/4から6/17にかけて米ぬか由来の無機態窒素量は0.2~0.9 g/m²減少し, 7/26から8/29にかけては約2 g/m²増加した. ここで, 4/19から5/14の米ぬか由来の無機態窒素量の減少に注目した. 図5に, 4/19と5/14のN4, N16区の土中のNH₄-NとNO₃-Nの分布を示す. N4区では4/19から5/14の間に0~2 cm深でNH₄-Nが増加し, NO₃-Nも確認された. 10~20 cm深ではNH₄-Nはわずかに増加し, NO₃-Nは減少した. N16区では4/19時点で, N4区より0~20 cm深のNH₄-Nが多かった. そして5/14までに全深度でNH₄-Nが減少し, 10~20 cm深でNO₃-Nも減少した. 土中では20℃を超えると, 硝化菌の働きでNH₄-NからNO₃-Nへの硝化が起こるとされる. 本実験でも5月以降, 日中の地温は20℃を超え, 5/14にはN4区の0~2 cm深でNO₃-Nが確認された. また, 5/12と5/13には降雨もあった. すなわち, 5月になると硝化によって土中のNH₄-Nの一部がNO₃-Nになり, 溶存無機態窒素(溶存NH₄-NとNO₃-Nの和)が増加する. このとき, N16区のほうがNH₄-Nが多く硝化量, 溶存無機態窒素とも多くなる. この溶存無機態窒素は降雨で地中下方に浸透するため, N16区の総無機態窒素量の減少が卓越したと考えた. しかし, N4区では5/14にかけてNH₄-Nが増加した. その原因については今後の検討課題である.

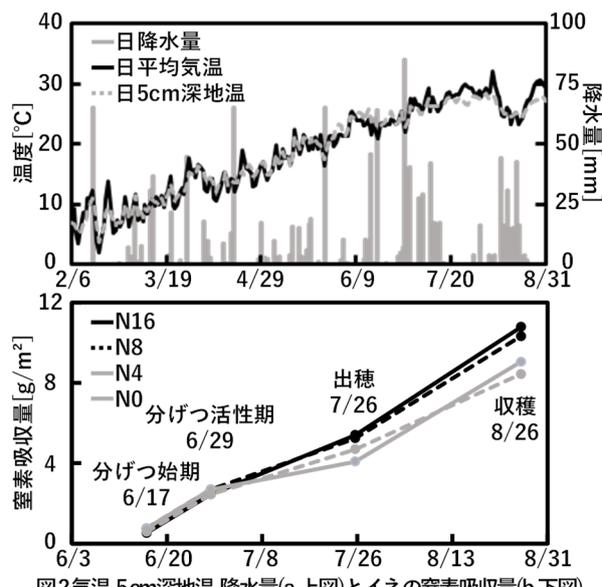


図2 気温, 5cm深地温, 降水量(a, 上図)とイネの窒素吸収量(b, 下図)

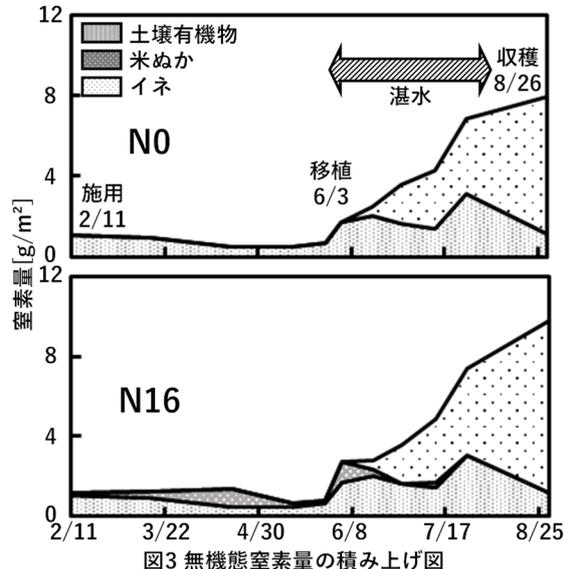


図3 無機態窒素量の積み上げ図

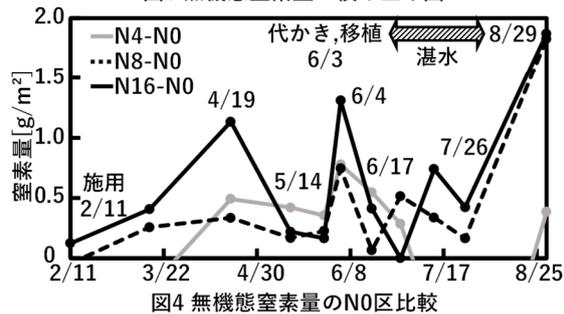


図4 無機態窒素量のN0区比較

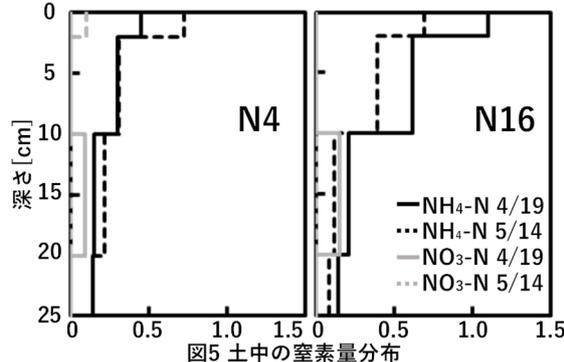


図5 土中の窒素量分布