

## 冬季米ぬか施用水田での期間ごとの無機化の推定

### Estimate of mineralization for each period in winter rice bran application paddy fields

○永源奨\*・Peter Muchuno Alfred・関谷信人・渡辺晋生\*

Tasuku Eigen and Peter Muchuno Alfred and Nobuhito Sekiya and Kunio Watanabe

**はじめに** 入手や施用の簡便性から、米ぬかを水田へ有機肥料として施用する事がある。米ぬかは微生物による無機化や硝化を経て、作物が吸収できる無機態窒素を土中に供給する。最適な施肥管理の為には、施肥量に対する無機化量の推定が必要である。米ぬかの無機化速度は地温によって異なる。このため、無機化量の推定には施肥から栽培期間中の地温の違いを考慮する必要がある。圃場では米ぬかのすき込み方も異なる。さらに、藻類の窒素固定や雑草による窒素の吸収は無機化量の評価を難しくする。そこで本研究では、米ぬか施用水田の窒素収支から、米ぬかの無機化過程を明らかにする事を目的とした。

**調査圃場と方法** 2019 年の 12/19 に三重大学内の水田を、作土混合後に 2.25 m<sup>2</sup> の 8 区画に分け裸地で管理した。2020 年の 2/7 に C/N 比 18.7 の米ぬかを窒素換算で 0, 4, 8, 16 kg/10a になるように 2 区画毎施肥した (N0 区, N4 区, N8 区, N16 区とする)。4/24 にイネ (ナツヒカリ) を移植した (1 回目)。同日、圃場に気象ステーションと水位計を、土中 15, 30 cm 深に水圧計を、5, 15, 30 cm 深に土壌センサを設置し、気温、湛水深、土中水圧、地温、体積含水率の測定を開始した。5/15 にイネを全て採取し、圃場を裸地に戻した。6/3 に再度イネを移植した (2 回目)。生育段階毎に各区画からイネを 2 株採取し、イネの窒素含量を測定した。全区画で、米ぬか施肥前日の 2/6 から 8/29 まで、約 7 日毎に 0-2, 2-10, 10-20, 20-25 cm 深の土を採取した。採取した土の NH<sub>4</sub>-N と NO<sub>3</sub>-N を、10%KCl 抽出液を用いて測定した。

**結果と考察** Fig. 1 に 2/6 から 8/29 の気温と湛水深を示す。米ぬか施肥前日 (2/6) から 1 回目の移植前日 (4/15) までの裸地期間は、平均気温が約 10°C で一定だった。4/15 から 2 回目の移植前日 (6/2) の間に気温は約 20°C まで上昇した。この間、圃場を 5/15 まで湛水し、以降は裸地とした。6/2 から収穫 (8/29) までの湛水期間は、気温が 7 月までは約 20°C で一定だったが、8 月は 30°C 前後に上昇した。Fig. 2 に N0 区と N16 区の 2 回目の移植前日 (6/2)、分けつ活性期 (6/20)、分けつ活性中期 (7/10) の土中の無機態窒素量 (Min-N: NH<sub>4</sub>-N と NO<sub>3</sub>-N の和) の分布を示す。Min-N の内訳は NH<sub>4</sub>-N が 9 割以上を占めた。6/2 の Min-N はどの区画も主に、0-10cm 深で存在し、N16 区の方が大きかった。移植までの間に米ぬかの無機化で生じた窒素量の違いによると考えられる。6/20 の 0-10cm 深の Min-N は両区とも 6/2 より増加し、増加量は N0 区より N16 区で大きかった。また、N16 区の Min-N は 10-20 cm 深でも増加した。米ぬかは 20 cm 深まですき込まれていたと思われる。7/10 の Min-N は両区とも 6/20 より減少した。イネの窒素吸収量が米ぬかの無機化量を上回ったと考えられる。Fig. 3 に N0 区と N16 区の土中無機態窒素量 Min-N とイネの窒素吸収量 (横線)、窒素の下方浸透量 (縦線) の積み上げ図を示す。ここで、N0 区の Min-N を全て土壌有機物の無機化によると仮定し (濃網掛)、N16 区の Min-N との差を米ぬかによる無機化量とした (薄網掛)。2 回目移植時のイネの草高の変化を実線で示す。N16 区の方が草高は大きくなった。NO<sub>3</sub>-N は少量であり、

\*三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate School of Bioresources, Mie University  
キーワード：窒素動態、圃場実験、有機物分解

窒素の下方浸透量はわずかだった。2/6 から 4/15 の間に Min-N は両区画で増加し、増加量は N16 区の方が大きかった。この期間、圃場は湛水しておらず、平均気温は約 10℃ だった。移植前の冬季でも施肥量に応じた米ぬかの無機化が生じたと見なせる。4/15 から 6/2 の内、5/15 から 5/29 は裸地で管理した。この際、気温が上昇し、好気条件であったことから、硝化と浸透や脱窒によって Min-N が減少したと考えられる。2 回目の移植日 (6/2) の Min-N は、前期間の影響で区画ごとに異なった。6/2 から 6/20 に Min-N は無機化によって増加した。6/20 から 8/29 はイネの窒素吸収量が増し、Min-N がほぼ一定になった。6/20 から 8/3 の窒素量の増減は藻類等による窒素の固定や有機化とそれらの無機化によると考えられる。土中の有機物の無機化は、しばしば反応速度定数  $k$  を用いて、一次分解反応式で表される。そこで、気温が約 10℃ および 20℃ で一定と見なせる 2/6 から 4/15 の非湛水期間と、6/2 以降のイネ栽培期間の米ぬかの無機化過程の評価を一次反応式で試みた。2/6 から 4/15 は、植物生長や下方溶脱がなく、N0 区の Min-N の増加量は土中有機物の無機化量と見なせる。そこで一次分解反応式を適合すると  $k_{\pm}$  は 0.0011  $d^{-1}$  となった。また、N4, N8, N16 区の Min-N の変化は土壌有機物と米ぬかの無機化による。そこで、N0 区の土中窒素量の差を米ぬかの無機化量とし、 $k_{\text{米ぬか}}$  を 0.0028  $d^{-1}$ 、初期の有機物量を米ぬかの施肥比で与えると、一次分解反応式は全区画の実測値をよく再現した (Fig. 4a)。一方、各区画の Min-N に一次分解反応式をそれぞれ適合すると、 $k$  は  $k_{\pm}$  と  $k_{\text{米ぬか}}$  の間となり、米ぬかの施肥量順に大きくなった (Table 1)。6/2 以降は区画毎に藻類による窒素固定が異なるため、米ぬかのみは無機化量を評価することが難しかった。そこで、各区画の積上窒素全量 (Fig. 4b) に一次分解反応式を適合した。いずれの  $k$  も 2/6 から 4/15 より 10 倍程度大きく、米ぬか施肥量に応じて大きくなった。

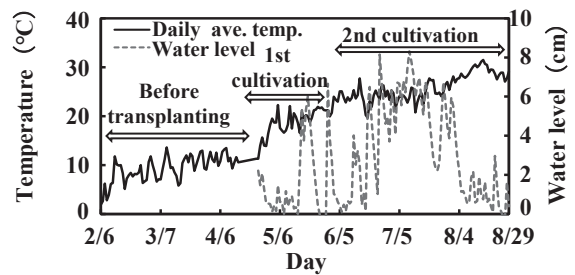


Fig. 1 Water level and air temperature

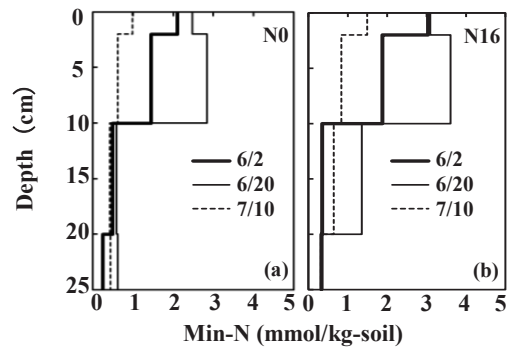


Fig. 2 Nitrogen profiles in N0 and N16 plots

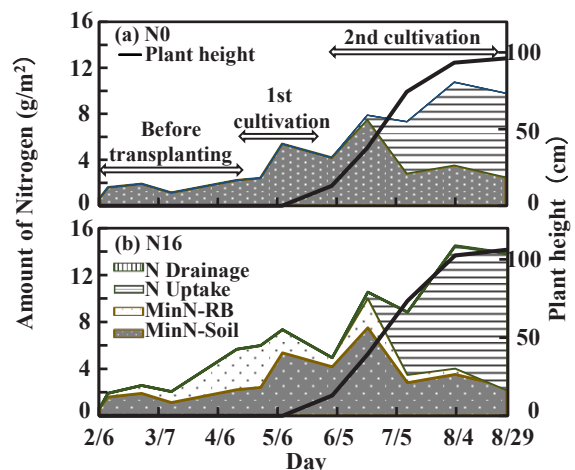


Fig. 3 Nitrogen balance

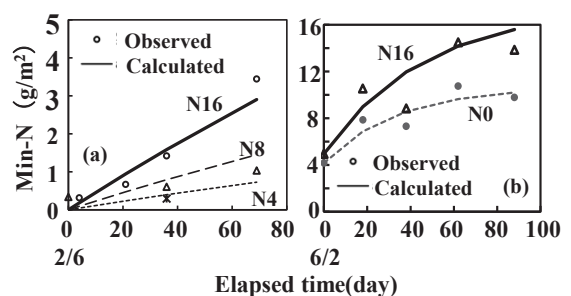


Fig. 4 Mineralized Nitrogen in soil at each plot  
(a) Before transplanting, (b) 2nd cultivation

Table 1 First-order decomposition rate constant

Period	N0	N4	N8	N16
2/6 - 4/15	0.0011	0.0012	0.0013	0.0023
6/2 - 8/29	0.0185	0.0196	0.0217	0.0217