

水田土壌の有機態窒素の分解特性の解明

熊本大学 学生会員 軸丸智菜美

正会員 濱 武英, 川越保徳

1. はじめに

無機態窒素は作物にとって主要な栄養分であるため、農業において、窒素を適切に管理することは重要である[1]。無機態窒素は肥料によって供給されるだけでなく、土壌中の有機態窒素の分解によってももたらされる。一般に、有機態窒素が栄養分として果たす役割は大きいため、作物の栽培上、分解可能な可給態窒素を正確に把握する必要がある。しかし、畑地における有機態窒素の画分や可給態窒素の画分は明らかにされてきてはいるものの、水田における有機態窒素の分解特性の推定は困難なため、未だ明らかにされていない。また、水田土壌中の可給態窒素を迅速に計測する方法は確立されていない。そこで水田土壌における有機態窒素の分解特性を明らかにするために、水田土壌から溶出する窒素の経時変化、土の培養による可給態窒素の推定と KCl 溶液やリン酸緩衝液などによる様々な化学抽出法の比較を行った。

2. 材料と方法

2.1 実験試料

熊本県大津市の大菊地区の水田を研究対象地とした。大菊地区では、水田を利用した地下水涵養の一環として、非作付期に水田湛水が行われている[2][3]。土壌は、日本で広く分布する黒ボク土と呼ばれる火山灰土壌で、日本の他の土壌に比べて腐植含有量が極めて高い。

我々は、夏季湛水後の 9 月に、地表面 10 cm のところからサンプルを採取した。この地域の年平均気温は 18.8°C、年平均降水量は 1800 mm である。

2.2 土の培養による可給態窒素の推定

現地で採取した湿潤土 100g (乾土 80g 相当) を容量 240ml のガラス瓶に入れた。土壌水分の条件として湛水条件と湿潤条件の 2 種類の条件を設定し、湛水条件では 100ml の蒸留水を加えて湛水させた。この時の湛水深は 3 cm であった。湿潤条件では 25ml の蒸留水を加えて土壌表面が水で浸るようにした。ガラス瓶の口は、プラスチックフィルムで覆って異物混入を防ぐとともに、小さい穴を数か所空けて通気させ、30°C±1°C の暗条件下で 4 週間培養した。湿潤条件下においては、給水は行わなかった。培養は繰り返し 3 回行った。

一方、培養期間中の土壌からの窒素の溶出を把握するために、湛水条件の培養試料(湿潤土 100g+蒸留水 100ml)を新たに 3 試料用意した。実験開始から、1 週間ごとに直上水を 30ml 採水し、0.45µm のフィルターでろ過し、暗条件下 4°C で保管して、化学分析に用いた。採水後は 30ml の蒸留水を加え、湛水深を一定に保った。

4 週間の培養の後、土壌は上層と下層に分けて採取した。アンモニウム窒素は、培養の前後の土壌において濃度を計測し、分析を行った。土壌中のアンモニア態窒素濃度は 1M の KCl 溶液によって固液比 1:20 で抽出し、インドフェノール青吸光度法にて分析した。

2.3 化学抽出法の比較

土壌からの窒素の抽出は、1M の KCl 溶液、熱水 KCl 溶液 (1M の KCl 投入後に 80°C で約 16 時間保温したのちに分析を行う方法)、1/15M のリン酸緩衝液 (PB)、蒸留水の 4 種類で分析を行った。

土のサンプルは乾燥させた後、夾雑物を取り除くために 2 mm のふるいにかけて、分析まで冷蔵庫にて 4°C で保管した。

抽出に使用する溶液を変えて実験を行うと同時に、固液比を、1:5、1:10、1:20 に変えて行った。さらに、125µm でふるい分けを行い、土粒子の大きさの影響も検討した。

熱水 KCl 溶液の場合を除いて、抽出は 25°C で行った。土壌試料に溶液を加えて 2 時間振とうさせた後、0.45µm のメンブレンフィルター (親水性 PTFE) を使用してろ過し、溶存性の窒素成分を分析した。分析項目は、アンモニア態窒素と全窒素 (T-N) であり、それぞれインドフェノール青吸光度法とペルオキシ二硫酸カリウム分解紫外線吸光度法によって計測した。

3. 結果と考察

3.1 可給態窒素

培養土壌から抽出されたアンモニア態窒素は、可給態窒素とみなされる[4][5]。可給態窒素の濃度の平均値は湛水条件に比べて湿潤条件の場合が高い濃度が得られる傾向があった (図 1)。湛水条件下において、可給態窒素濃度は、培養土壌の上層よりも下層において高い値を示した。

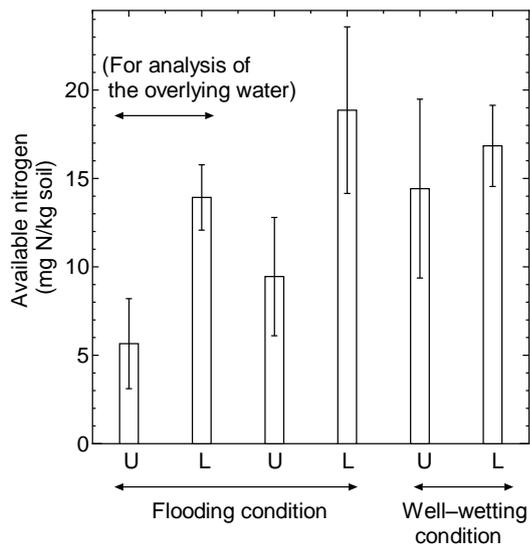


図1 湛水条件と湿潤条件の可給態窒素量の比較

湛水条件の直上水中のアンモニア態窒素濃度の経時変化を図2に示す。アンモニア態窒素の溶出は2週間目が最も高い値（平均濃度 0.70mgN/L）が得られた。

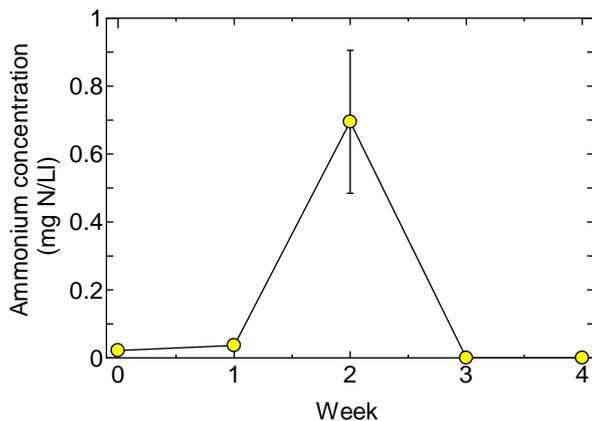


図2 直上水のアンモニア態窒素濃度の経時変化

3.2 化学抽出によって得られた窒素量

化学抽出法によって得られたアンモニア態窒素濃度は図3に示した。様々な溶液による化学抽出を行った結果、熱水 KCl を使用した場合において抽出の効率が高いということが分かった。一方、DIW、PB、常温の KCl は土壤中の窒素を効率よく抽出することができなかつた。有機態窒素濃度は抽出された水の全窒素の 70%以上が計測された。

固液比と土粒子のサイズもまた抽出の効率に影響を与えることが化学抽出法の実験からわかる。125 μ m以下の土粒子を使用し固液比が 1:20 の場合の熱水 KCl 溶液による抽出が最も高い値（55mgN/kg）を示した。

この結果から、固液比と粒子の大きさは抽出の効率との相関があることが分かる。

また、図1と図3に着目してみると、図3の熱水 KCl のアンモニア態窒素の濃度と培養法によるア

ンモニア態窒素濃度のオーダーに大きな差がみられなかつたことから、熱水 KCl は可給態窒素の計測法として利用可能であると考えられる。しかしながら、熱水 KCl のアンモニア態窒素の濃度は、培養法により得られたアンモニア態窒素の濃度に比べて値が高すぎるため、これから可給態窒素の利用可能な計測方法の確立が必要不可欠であると考えられる。

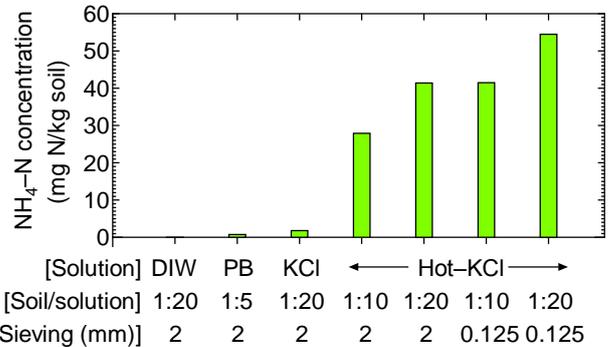


図3 各種化学抽出法によるアンモニア態窒素量

4. 参考文献

- [1] D.V. Murphy, A.J. Macdonald, E.A. Stockdale, K.W.T. Goulding, S. Fortune, J.L. Gaunt, P.R. Poulton, J.A. Wakefield, C.P. Webster, W.S. Wilmer, 2000. "Soluble organic nitrogen in agricultural soils," *Biol. Fertil. Soils* 30, pp.374-387.
- [2] 熊本地下水財団 HP, 2013. "熊本県の地下水" <http://kumamotogwf.or.jp/> (2013/10/25 accessed).
- [3] K. Tomiie, Y. Iwasa, K. Maeda, M. Otsuzuki, T. Yunoue, R. Kakimoto, and Y. Kawagoshi, 2009. "Determination of groundwater nitrate load by stable nitrogen isotope analysis and GIS databases," *J. Water Environ. Technol.* 7 (1), pp.19-28.
- [4] J.R. Groot and V.G. Houba, 1995. "A comparison of different indices for nitrogen mineralization," *Biol. Fertil. Soils* 19, pp.1-9.
- [5] T. Appel and K. Mengel, 1992. "Nitrogen uptake of cereals on sandy soils as related to nitrogen fertilizer application and soil nitrogen fractions obtained by electroultrafiltration (EUF) and CaCl₂ extraction," *Eur. J. Agron.* 1, 1-9.