

施肥量の異なる畑地等からの窒素流出

Nitrate leaching from upland fields of different fertilizer application

○奥長知之* 塩沢昌* 吉田修一郎* 西田和弘* 山岸順子*

Tomoyuki Okunaga, Sho Shiozawa, Shuichiro Yoshida, Kazuhiro Nishida, Junko Yamagishi

1. はじめに

農地（畑地）に肥料として投入された窒素（N）の大部分は、作物に吸収されて収穫されるが、一部は根圏土壤に多量に蓄積されている有機態窒素に加わり、無機化・有機化・根の吸収等のプロセスを経て、土壤溶液の浸透と共に根圏下へ流出する（Fig.1）。また、地下水の硝酸濃度の高まりは周辺環境悪化を引き起こす。本研究は、土壤と気象条件が同じで施肥履歴の異なる畑地および施肥も収穫もない雑草地において、根圏下の土壤溶液のサンプリングを2013年の12月から継続して行い、窒素の流出量を求めて比較した。

2. 調査地

サンプリング等の調査は、東京都西東京市の東大生態調和農学機構内の畑地及び雑草地で行った。畑地では施肥量と収量の関係を調べることを目的とした長期試験が行われており、Fig.2の様に施肥区、化学肥料標準量区、化学肥料半量区、無施肥区と4区に分けられている。堆肥区では277 kgN/ha、化学肥料標準量区では240 kgN/ha、化学肥料半量区では120 kgN/ha、無施肥区では0 kgN/ha、とそれぞれ異なる窒素の年間施肥条件が設定されている。施肥が行われるのは、堆肥区では7月、化学肥料区では7、11月である。夏作としてトウモロコシ、冬作としてコムギを栽培しており、地上部は収穫して、地下部は畑地に残して鋤きこむ。雑草地（雑草区）は長年、施肥も収穫も行われておらず、自然状態の土地の窒素流出と収支を示すと考えられる。土壤はいずれもクロボク土である。

3. 土壤溶液の採水と窒素濃度測定

各区で1 m程度に近接して2カ所ずつ、根

圏下（深さ120 cm）の土壤溶液を採水した。装置は、塩ビ管の先端の素焼きカップ部から負圧ポンプで吸水する仕組みである（Fig.3）。土壤溶液の採水は2013年の12月から2週間おきに継続し、全窒素計にて窒素濃度測定を行った。収穫後の作物は、窒素含量をCNコーダーにて測定した。

4. 結果および考察

Fig.4は各区の根圏下土壤溶液の窒素濃度の経時変化である。窒素濃度が8、9月と1、2月に高く、4～6月と10、11月に低い。これは2つの作物の窒素吸収によると思われる、特に8、9月のピークは、根圏地温が上昇して無機化が進むにも関わらず5、6月に根の窒素吸収がないために、上昇した濃度が遅れて120 cm深度に達したと思われる。（濃度の下方への伝達速度は、間隙流速（=約2 m/year）以下である）。

Table 1に、年間の窒素流出量、流出率等を示す。窒素流出量は、堆肥区、化学肥料標準量区、化学肥料半量区、無施肥区、雑草区の順に54、33、28、15、5（kgN/ha）となった。現在の施肥量が同程度にも関わらず、堆肥区で化学肥料標準量区の約1.7倍の流出量、無施肥区が雑草区の約2倍の流出量である。これは、2007年以前に現在より多くの窒素肥料が与えられ土壤蓄積量が大きいと考えられる。

次に、以下の根圏窒素収支式の各項目を2014年について求めた（Fig.5）。

$$F + R - H - L = \Delta S$$

ここで、Fは肥料による流入、Rは降雨による流入、Hは収穫による持出し、Lは根圏下への流出、 ΔS は残差=大気損失+土壤貯留増加である。Rは練馬区の年間降雨量

* 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo
キーワード：環境影響評価 窒素流出 浸透流

に降雨中窒素濃度を 1.4 mg/L として乗じて求め、L は測定した根圏下土壌溶液中の窒素濃度に根圏下への浸透量を 1000 mm/year として乗じて求めた。畑地の残差 ΔS は、堆肥区、化学肥料標準量区、化学肥料半量区、無

施肥区の際に -92, -86, -70, -105 (kg N/ha) となっている。雑草区にて残差 = 大気損失 = 20 kgN/ha となることより、畑地における実際の土壌貯留減少量は、先程の数値よりさらに大きいと考えられる。

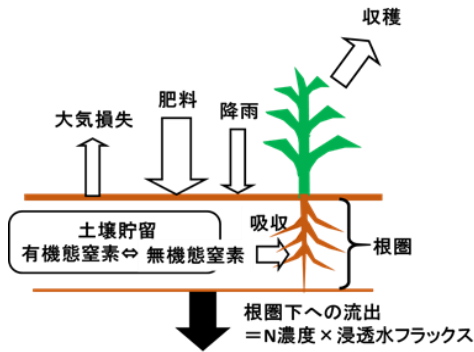


Fig.1 窒素流出の概念図

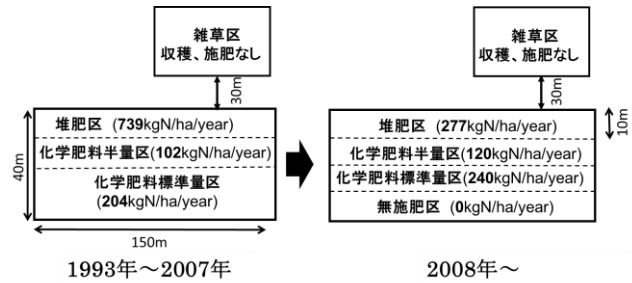


Fig.2 対象区の配置と施肥履歴

Table 1 2014年1月～12月の1年間の施肥量と流出量

	施肥量 (kgN/ha)	根圏下土壌溶液平均 窒素濃度(mg/L)	窒素流出量 (kgN/ha)	流出率(%) (=流出量/施肥量)
堆肥区	277	5.4	54	19
化学肥料標準量区	240	3.3	33	14
化学肥料半量区	120	2.8	28	23
無施肥区	0	1.5	15	-
雑草区	0	0.5	5	-

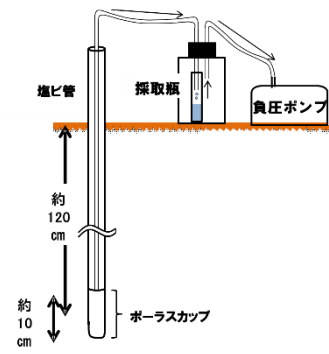


Fig.3 土壌溶液採取の方法

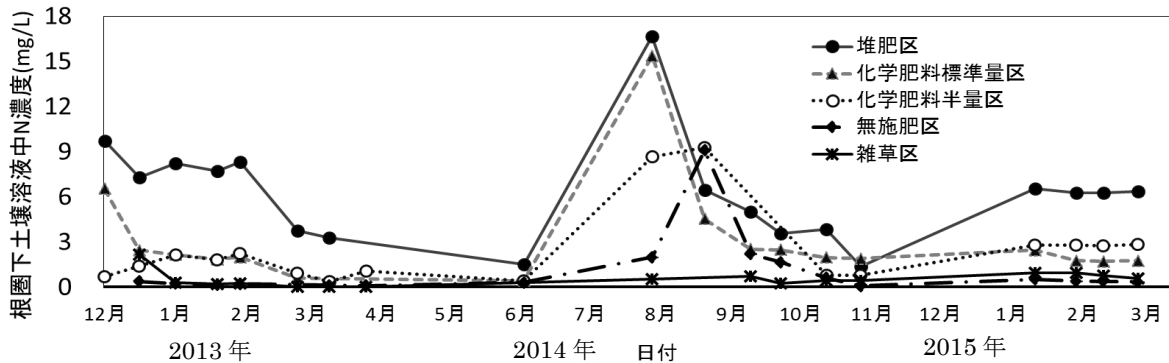
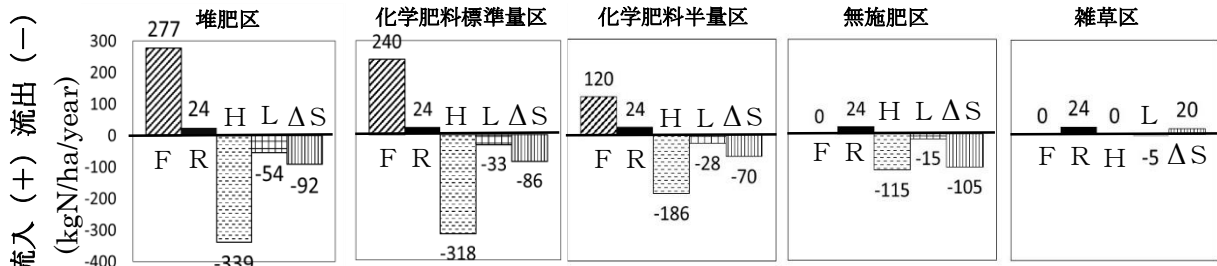


Fig.4 根圏下土壌溶液中窒素濃度の推移 (2013年12月～2015年3月).各プロットは2サンプルの平均値である。



F: 肥料による流入 R: 降雨による流入 H: 収穫による持出
L: 根圏下への流出 ΔS: 残差 = 大気損失 + 土壌貯留増加

Fig.5 各区の窒素収支 (2014年)