

異なる施肥量の畑地根圏下への窒素の流出量の比較 comparison of nitrogen outflow from rooting zone of different fertilization amount

○山田祐大* 岩間勇貴* 塩沢昌* 西田和弘* 吉田修一郎*

Masahiro Yamada, Yuki Iwama, Sho Shiozawa, Kazuhiro Nishida, Shuichiro Yoshida,

1.研究背景と目的

多量の施肥による農地からの窒素流出は河川の富栄養化や地下水の窒素汚染を引き起こす一因となり、環境問題とされている。農地からの窒素流出は施肥量と方法によって大きく異なる。畑地においては、根圏の窒素は根圏下の地下水を経て河川に流出するが、地下水への流出量を直接測定することは容易ではなく、測定例が限られている。

そこで、畑地の地表から地下水までの窒素濃度分布を測定して窒素動態を調べ、流出量の算定方法を検討すると共に、異なる施肥量における窒素流出量の算定を行うことを目的とした。

畑地の地表から地下水までの窒素濃度分布を測定して窒素動態を調べ、流出量の算定方法を検討すると共に、異なる施肥量における窒素流出量の算定を行うことを目的とした。

2.研究調査地と測定方法・項目

調査地:東大生態調和農学機構の畑地と雑草地で行った。畑地は夏作のトウモロコシと冬作の麦の輪作である。畑は8m×60mで区切られており、化学肥料を窒素換算で240Nkg ha⁻¹ yr⁻¹施肥する標準区、同じく化学肥料130Nkg ha⁻¹ yr⁻¹の施肥量1/2区、堆肥277Nkg ha⁻¹ yr⁻¹の堆肥区、施肥を行わず栽培する無施肥区の4区である。其々の量は1-5年前にこの値に変えられた。堆肥区、施肥量1/2区、標準区、無施肥区の順に並んでいる。雑草地は機構の敷地内で、施肥も収穫もない自然状態である。

土壌採取:最大深さ2.5mまでハンドオーガーを用いて土壌を採取した。雑草地は複数箇所を採取した。

土壌測定: 炉乾にて土壌の体積含水率と含水比、NCコーダーにて全炭素量を測定した。

土壌水測定:採取土壌から1:5法で希釈土壌水を作り、クロマトグラフにて土壌水中の全窒素濃度を測定した。

雨水、地下水位:雨水を定期的に採取し、クロマトグラフに供じた。地下水位は埋めずにおいた草地の穴で測定した。

3.測定結果及び考察

Fig1.A-Eに畑地及び雑草地の土壌水のTN濃度分布を示す。

いずれの区においても表層から深さ100cmがそれ以深よりも濃度が高く、また測定ごとのばらつきが大きかった。これは、施肥によって表層部の濃度が増加し、地下100cmまでの範囲で、植物体による吸収が行われたためと考えられる。

また、深さ100cm以深は浅い部分よりも濃度が安定している。10月18日の雑草地や12月14日の施肥1/2区などは深さ100cm以下でも地下水面の変動範囲内に濃度の高い部分が見られる。雑草地はハウスと近く、地下水に流出した肥料窒素が地下水の水平流によって影響していると考えられる。施肥量1/2区も同様に隣の堆肥区からの影響と推測できる。

以上から、深さ100cm以下かつ水平流の影響のない低濃度部分が、根圏から流出する窒素濃度と考えられる。

該当する地点の平均濃度に年間降雨量を乗じることによって年間での全窒素の地下浸透量を求めた。さらに、同畑の施肥量と雨水の測定結果から、対象区の年間の窒素収支に関する項目と肥料に対する地下流出の溶脱率を算出しTable1にまとめた。

大気からの流入と年間の窒素貯留量変化の項は下の窒素収支式のその他の項目の残差として求めた。

$$N_F + N_P - N_L - N_D - N_H = \Delta N_S$$

 N_F : 降雨による流入 N_P : 肥料による流入
 N_D : 根圏下への流出 N_H : 収穫による持出し
 N_L : 沈着など大気とのやり取りによる流出
 ΔN_S : 根圏内の窒素貯留量変化

* 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agric. and Life Sciences, The Univ. of Tokyo

キーワード: 溶質移動 肥料 浸透流

雑草地は長年雑草地であり、大きな流入流出も存在しないため、年間の窒素貯留量変化 ΔN_s は ± 0 と見られる。Table1 に示す窒素収支の残差 $N_L + \Delta N_s$ が $26 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ のため、土壌から大気への窒素損失 N_L は $26 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 程度と推測される。

畑では全ての区で $N_L + \Delta N_s < 0$ となった。雑草地の結果から $N_L > 0$ と推測されるため、 $\Delta N_s < 0$ 、すなわち土壌の貯留量が減少していると考えられる。

肥料の溶脱率 N_D / N_P は標準区、施肥量1/2区、堆肥区において其々13%、11%、20%であった。

Fig.2 に示される土壌全体に含まれる窒素量は土の質量の 10^{-3} 倍であり、一方土壌水中の窒素量は 10^{-6} 倍のオーダーであった。また、肥料中の窒素量は土壌全体の窒素量の 10^{-2} 倍程度である。 ΔN_s が N_L 等と比べて小さくなるには施肥量を変えてから長年を要すると考えられる。

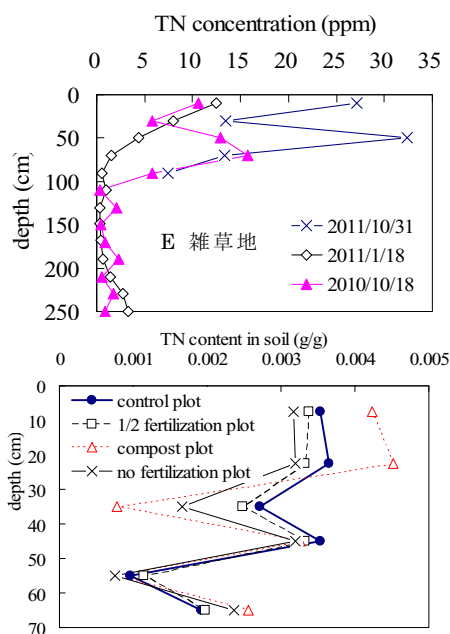


Fig.2 T-N content profile in soil

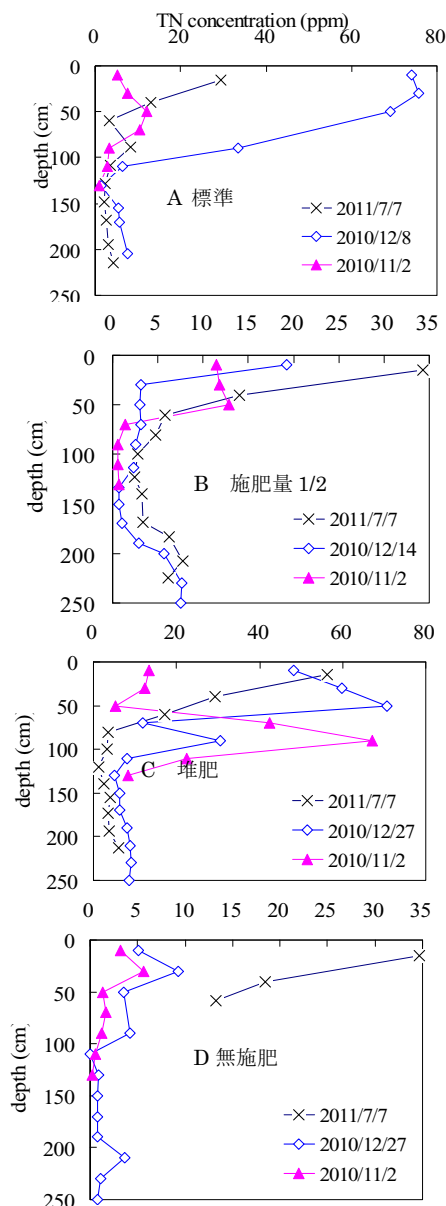


Fig.1 T-N concentration profiles in soil water in plots of A) control, B) half fertilization, C) composition, D) no fertilization and E) weeds

Table1 nitrogen budget in rooting zone

	fertile input N_P	rain input N_F	underground runoff output N_D	harvest output N_H	atmospheric loss N_L + change in soil ΔN_s	rate of leaching $N_D / N_P(\%)$
Control plot	240	32.4	31.9	290	-50	13
Less fertilization plot	130	32.4	14.9	167	-20	11
Compost plot	277	32.4	56.4	414	-161	20
No fertilization plot	0	32.4	10.6	159	-137	
weeds	0	32.4	6.6	0	26	

All values except account of leaching are in $\text{kgN ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$