

施肥条件の異なる黒ボク土畑の窒素収支と溶脱

Nitrogen balance and leaching of andosol field under different fertilization conditions

○西田和弘* 佐藤 寛** 吉田修一郎** 塩沢 昌**

○Kazuhiro Nishida, Sato Hiroshi, Shuiciro Yoshida, Sho Shiozawa

1. はじめに

畑地への窒素(N)施肥は、作物の収量を増大させる一方で、根圏下への硝酸態窒素の流出を招き周囲の環境に負荷を与える。そのため、収量を確保しつつ、環境への負荷を軽減できる最適な肥培管理が求められる。これには、施肥条件、土壌、作物の違いが畑地根圏内の窒素収支や根圏外への溶脱に与える影響について理解し、これに基づく適切な施肥管理を行うことが不可欠である。

本研究では、施肥量・条件の異なる黒ボク土の畑(小麦-トウモロコシ)において、深さごとの土壌水中の各種窒素濃度を継続して測定し、施肥条件の違いが、窒素溶脱量、窒素収支、土壌中の正味の窒素無機化量に与える影響を調べた。

2. 方法

調査は、東京大学生態調和農学機構の長期連用試験畑で実施した。土壌は、表層(0~約50 cm)は黒ボク土、下層は関東ロームである。試験畑には、施肥量・方法の異なる4試験区(化学肥料を慣行的な量施肥する標準区、その半量を施肥する半量区、無施肥区、堆肥を施用する堆肥区)が1993年から設けられており、夏作(8~11月)でトウモロコシ、冬作(12~6月)で小麦が栽培されている。2007年以降の、各試験区の施肥量・スケジュールはFig.1に示す通りである。

各試験区において、2015年4月から2018年11月まで1~2ヶ月に1回の頻度で、深さ0-140 cmの土壌を20 cm間隔で1~3連/試験区で採取し、深さ毎の含水比、土壌水中の全

窒素(TN)、硝酸態N、アンモニア態N濃度を測定した。土壌水中の各種N濃度は、土壌溶液を水抽出し、抽出液の各種N濃度を測定後、希釈倍率・硝酸態Nの土壌への吸着を考慮して算出した。なお、TNのほとんどは硝酸態Nであったため、以後のN濃度はTN濃度で表した。また、栽培期間中に、植物地上部を適宜採取して乾物重、窒素含有率を測定し、含有N量を算定した。

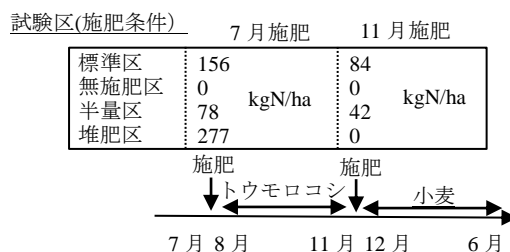


Fig.1 各試験区の窒素施肥量と栽培スケジュール
Nitrogen application and crop rotation

3. 根圏の窒素収支と固体貯留窒素量の算出

畑地根圏の窒素収支をFig.2のように考え、各種項目を算出した((1)式)。なお、本研究では、土壌水中のN濃度の鉛直分布に基づき、深さ0-120 cmを畑地根圏とみなした。

$$\Delta S_p + \Delta S_w + \Delta S_s = F + P - L - H - A \quad (1)$$

ここで、(1)式左辺の ΔS_p 、 ΔS_w 、 ΔS_s はNの貯留項であり、それぞれ植物収穫部、土壌水中、土壌水以外の土壌中(土壌有機物や微生物・吸着態など)の(以後、土壌中)貯留窒素量である。 ΔS_s は、それ以外の項の値より、窒素収支の残差として求めた。右辺の F は施肥、 P は降雨+乾性沈着、 L は根圏下への溶脱、 H は収穫、 A は大気損失N量であ

* 農研機構農村工学研究部門 Institute of Rural Engineering, NARO

** 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: 窒素収支, 溶脱, 黒ボク土

り，測定値・計算値・文献値より算出した。

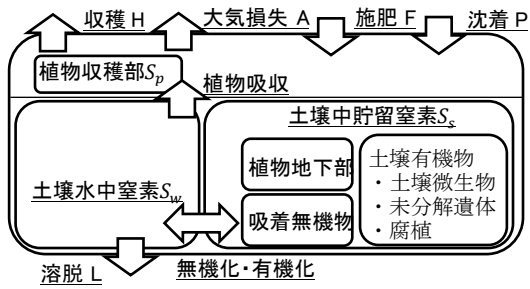


Fig.2 畑地根圏内の窒素収支・循環模式図
Nitrogen Balance and cycle in root zone

4. 結果と考察

S_p , S_w , S_s の時間変化を Fig.3 に示す. 作物栽培中の S_p は施肥量 (F) が多いほど多くなった. S_w も F が多いほど変化が大きいが，堆肥区の変化は標準区よりも小さかった. S_s は，堆肥区では施肥直後に増加，その後減少したが，それ以外の区では年間を通して減少した。

Table 1 に 2015 年 6 月から 2018 年 6 月までの 3 年間の年平均窒素収支を示す。

窒素溶脱量 (L) は，F が多いほど多くなった. しかし，どの区も，根圏下の土壤水の TN 濃度は低濃度であり (Fig.4)，溶脱率 (溶脱量/施肥量) は，10%未満で低かった. 黒ボク土畑は，体積含水率が高く，また，陰イオン吸着があるため，硝酸態窒素の下方への移動速度は遅い. そのため，施肥で投入された窒素の大部分は根圏下に流出する前に作物に吸収され，溶脱率が小さくなったと考えられる。

収穫物中の窒素量 (H) は，F が多いほど多く，いずれの区でも F よりも多かった. そのため，どの区でも ΔS_s は負の値となった. このことは，年間を通して正味の無機化 (年間で約 100kg/ha の窒素の損失) が生じていることを示している. この窒素量は，標準区や堆肥区の H の 1/3 に相当するものであり非常に大きい. また， S_s の減少量は，施肥方法が異なるにも関わらず，どの試験区もほぼ同じであった (Table 1, Fig.3). 標準区や堆肥区でも正味の無機化が生じていたことから，現在の施肥条件では，長期的な収量の減少が生じることが予測される。

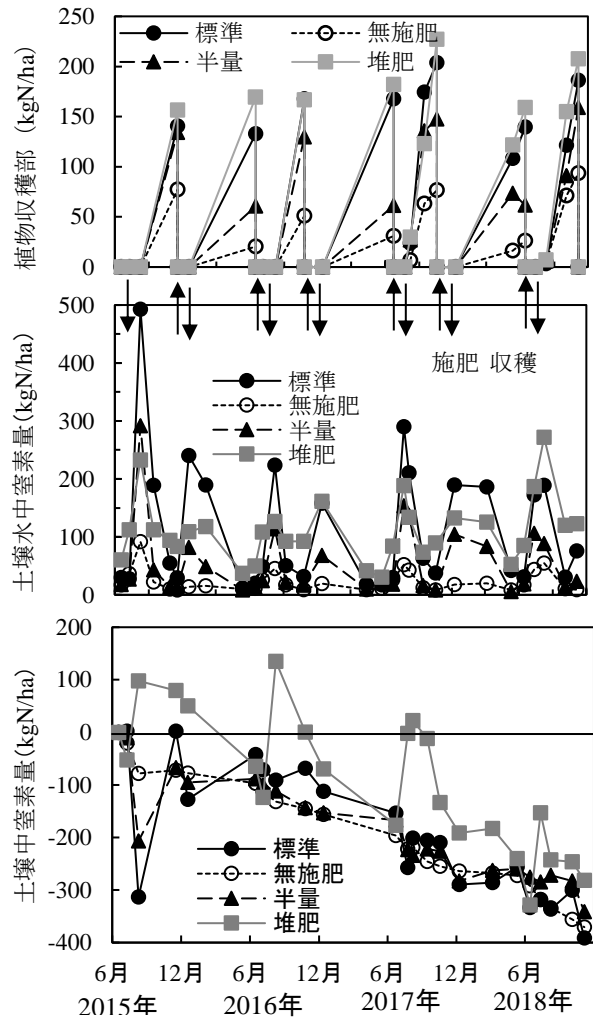


Fig.3 植物収穫部 (S_p), 土壌水中 (S_w), 土壌中 (S_s) N 変化
 S_s は 2015 年 6 月の値を基準とする相対値
Changes in Nitrogen in crop (S_p), soil water (S_w) and soil (S_s)

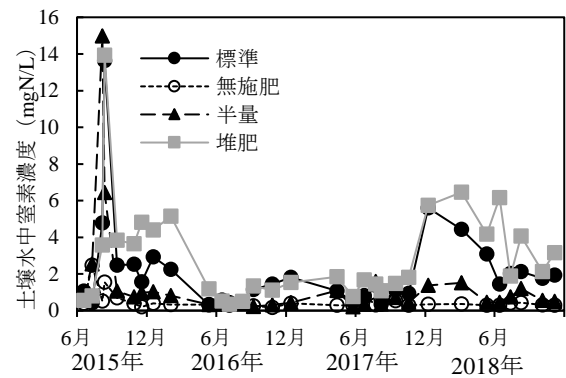


Fig.4 深さ 120-140 cm の土壌水の全窒素濃度
Concentration of Total Nitrogen in soil water at depth of 120-140 cm

Table 1 各試験区の年間窒素収支 (kgN ha⁻¹y⁻¹)
Nitrogen balances in the experimental plots

	ΔS_w	ΔS_p	ΔS_s	F	D	H	L	A
標準区	0	0	-113	240	15	336	18	14
無施肥区	0	0	-97	0	15	95	4	14
半量区	0	0	-92	120	15	203	9	14
堆肥区	7	0	-112	277	15	360	22	14