

施肥・生育に伴う畑地根圏の土壌水中窒素および固体貯留窒素の変動
 Effect of fertilization and growth of plants on amount of nitrogen in soil water and soil
 within root zone

○佐藤寛 西田和弘 塩沢昌 吉田修一郎 金子智史

○Hiroshi Sato, Kazuhiro Nishida, Satoshi Kaneko, Sho Shiozawa, Shuicro Yoshida

根圏土壌水中の窒素濃度は、作物の生育と根圏下へ溶脱する窒素量に影響する。そのため、この濃度変動を明らかにすることは、栽培・環境の両面で重要である。土壌水中の窒素濃度は、施肥や降雨による窒素投入、作物による吸収だけでなく、土壌有機物や微生物などの固体で貯留された窒素（以後：固体貯留窒素）の間でのやり取り（無機化，有機化）によっても変動する（Fig.1）。

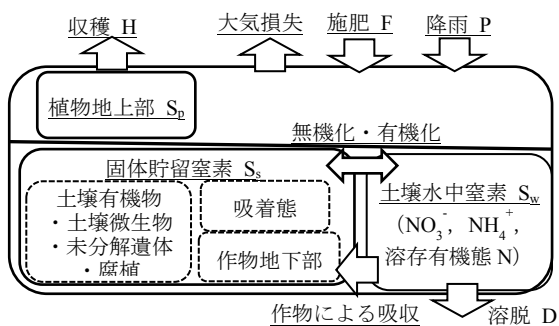


Fig.1 作物を含む畑地根圏内の窒素収支・循環模式図

ここで、作物を含む畑地根圏内の窒素収支（Fig.1）を次の（1）式で考える。

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

（1）式の左辺は貯留項であり、 S_w , S_p , S_s はそれぞれ、土壌水中、植物地上部、それ以外の形態（Fig.1；固体貯留）の窒素量、 F , P は施肥、降雨による投入量、 D は根圏下への溶脱量、 H は収穫による持ち出しである。これに基づくと、土壌中での無機化・有機化は、 S_w , S_s のやりとりで表される。本研究では、土壌水中窒素量 S_w 、および、固体貯留窒素量 S_s が、施肥条件や植物の生育によ

標準区：	156	84
無施肥区：	0	0
半減区：	78	42
堆肥区：	277	0
	kgN/ha	kgN/ha

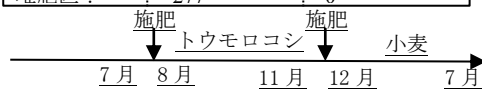


Fig.2 試験区の施肥・栽培条件

土壌：黒ボク（40cmまで）ローム（それ以降）

ってどのように変化するかを、圃場調査と窒素収支に基づく解析により調べた。

方法

調査は、東大生態調和農学機構内の畑地で実施した。この畑地には、化学肥料を慣行的な量施肥する標準区、施肥量を半減させた半減区、無施肥区、堆肥を施用する堆肥区の4試験区が設けられており、夏作（8～11月）でトウモロコシ、冬作（11～6月）で小麦が栽培されている。各試験区の施肥量、施肥スケジュールは Fig.2 の通りである。

各試験区において、2015年4月から2016年12月まで月1回程度の頻度で、深さ140cmまでの土壌を20cmごとに採取し、各サンプルの含水比、乾燥密度、土壌水中の全窒素濃度（水抽出）を測定した。

根圏の窒素収支と固体貯留窒素の算出

（1）式の ΔS_w , F , P , D , H を、実測、または計算により与え、未知である $\Delta S_p + \Delta S_s$ の時間変動を（1）式の残差として算出した。

ここで、収支の算定期間として、年間、収穫後から生育初期（非栽培期）をとると $\Delta S_p \approx 0$ 、生育初期から収穫後（栽培期）でとると $\Delta S_p \approx H$ とみなすことができる。そこで、

* 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：土壌水中窒素，窒素収支，施肥

これらの期間に対して、 ΔS_s を収支の残差として求め、相対的な S_s の変化を調べた。

結果

Fig.3に各試験区の土壌水中の全窒素濃度の経時変化を示す。標準区と半減区(図略)の全窒素濃度は、8月と11月の施肥後に増加し、その後の作物生育期間に低下した。堆肥区においても施肥後の窒素濃度の増加がみられるが、標準区と半減区と比べ濃度の変動は小さかった。また、施肥の行われていない無施肥区でも8月の濃度上昇が見られた。根圏内の土壌水中全窒素量変化(Fig.4)にも同様の傾向が見られ、施肥の時期に増加し、その後減少した。しかし、施肥後の化学肥料施肥区の窒素量増加は、施肥による窒素投入量よりも多かった。

Table 1に各試験区の年間の窒素収支を示す。いずれの試験区においても、 ΔS_s は負の値となり、固体貯留窒素は年間で83-87 kg/ha減少すると算出された。

Fig.5に固体貯留窒素量 S_s および S_p+S_s の時間変化を示す。ここで、Fig.5の S_p と S_s は2015年7月の値をゼロとした相対量である。 S_s は、化学肥料区と堆肥区で異なる時間変化を示した。化学肥料区の S_s は非栽培期に減少、栽培期間中に増加した。非栽培期の減少は、無機化によるものであり、これが夏季の施肥量を上回る土壌水窒素量増加の原因だと考えられる。また、栽培期の S_s の増加は、作物地下部の窒素量増加と有機化が原因であると考えられる。一方、堆肥区の S_s は、施肥直後の非栽培期のみ増加したが、以降は減少傾向を示した。堆肥の分解には時間がかかるため、固体貯留窒素は、時間をかけて減少する。その結果、土壌水中窒素濃度の変動は小さくなる一方で、平均的な濃度

は化学肥料区よりも高くなると考えられる。

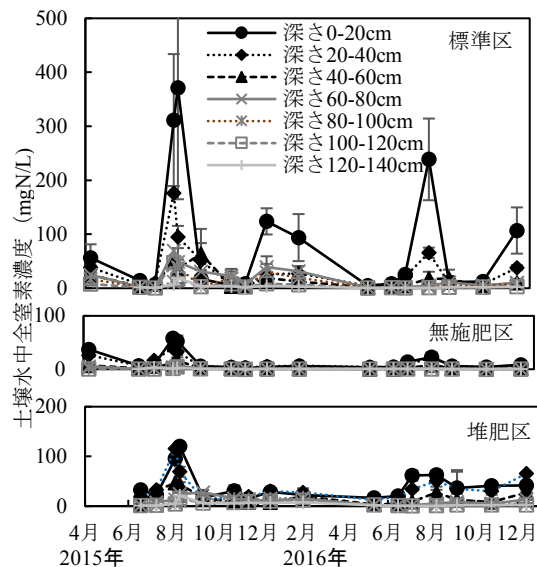


Fig.3 深さごとの全窒素濃度変化

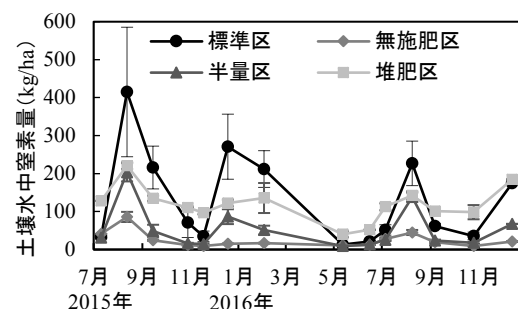


Fig.4 根圏内(0-120 cm)の土壌水中全窒素量変化

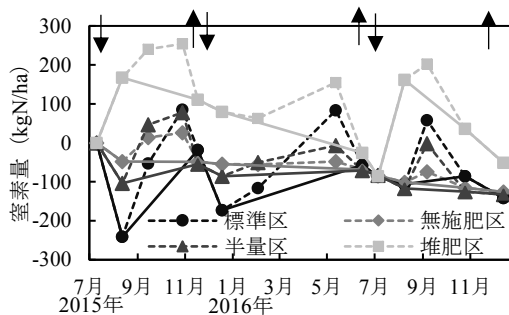


Fig.5 固体貯留窒素量(S_s , 実線), および S_s+S_p (点線)の相対量変化(2015/7の $S_s, S_p=0$). ↓: 施肥, ↑: 収穫

Table 1 年間窒素収支(2015/7~2016/7), 単位 kgN/ha/y

	ΔS_s	ΔS_w	F	P	D	H
標準区	-87	19	240	10	44	273
半減区	-83	-5	120	10	23	195
無施肥区	-84	-14	0	10	9	98
堆肥区	-86	-16	277	10	62	326