

有機農耕土壌の酸性雨緩衝能と窒素流出抑制効果

石川工業高等専門学校

金沢大学工学部

金沢大学大学院工学研究科

正会員

正会員

学生員

○谷 欣也

小森友明・池本良子

渡辺 猛

1. はじめに

酸性雨は、ヨーロッパ中央部やアメリカ北東部において深刻な環境問題となっており、近年わが国でも pH4.0 以下の降雨が報告されている。土壌にはもともと酸性雨緩衝能があるため、わが国では水域の酸性化には至っていないが、酸性雨は閉鎖性水域の富栄養化の一因であることが指摘されている。一方、農耕地からの化学肥料に由来する窒素の流出も富栄養化の一因として挙げられるため、近年環境保全型農業として有機農法が見直されている。

そこで、本研究では農耕土壌を用いて模擬酸性雨の長期的降雨実験を行い、有機農法による酸性雨緩衝能および窒素流出抑制効果を検討した。

2. 実験装置及び実験方法¹⁾

図1に実験装置の概略図を示す。アクリル円筒管に土壌を詰め、マイクロチューブポンプを用いて表1示す模擬酸性雨を滴下した。実験条件の一覧を表2に示す。農耕土壌は田上本町の畑地から採取したものをを用いた。対象として赤土の連続降雨実験をあわせて行った。施肥には堆肥と鶏糞を 10:1 に混合したものをを用い、施肥量は 10t/ha²⁾とした。降雨条件は連続降雨と3日に1回6時間の間欠降雨とした。土壌部分を浸透した流出液を連続的に採取し、pH(ガラス電極 pHメーター)、Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻(イオンクロマトグラフィ)、CO₃²⁻(TOC 計)、Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Al³⁺(原子吸光法)及び NH₄⁺(イソノフル法)の測定を行った。別に、使用した土壌および実験終了後のカラム内土壌と堆肥・鶏糞の窒素含有量を求めた。

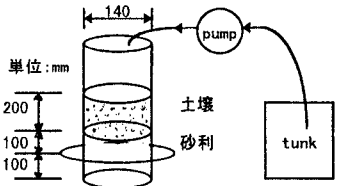


図1 実験装置の概略図

組成	濃度	単位
NaCl	0.5	mg/g
KNO ₃	0.1	
CaSO ₄	0.5	
Mg(NO ₃) ₂ ・6H ₂ O	0.3	
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.5	
HCl	0.003	mol/L
HNO ₃	0.005	

NO	降雨条件	施肥	土壌	運転期間
①	連続	無	農耕土壌	146[day]
②		有		105[day]
③		無		146[day]
④	間欠	有	農耕土壌	110[day]
⑤	連続	無	赤土	56[day]

※ 降雨量: 5mm/hr

3. 実験結果

図2にpHの経日変化を示す。pH4.5の模擬酸性雨は、農耕土壌(①~④)において約pH7.5程度に上昇し流出している。一方、赤土(⑤)はpH 6前後とあまり上昇していない。図3はCa²⁺の経日変化を示したも

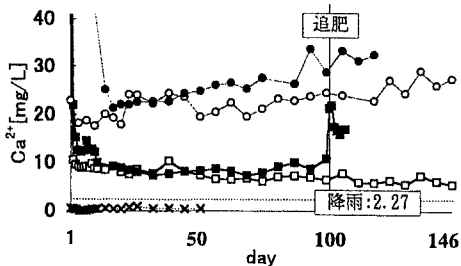


図3 pHの経日変化

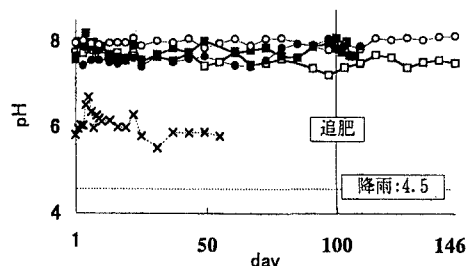


図2 Ca²⁺の経日変化

キーワード: 有機農耕土壌, 環境保全型農業, 酸性雨緩衝能, 脱窒

連絡先: 〒929-03 石川県河北郡津幡町字北中条 Ⅷ:(0762)88-8160 Fax:(0762)88-8173

のである。赤土はほとんど Ca^{2+} が流出していないが、農耕土壌中からは多くの Ca^{2+} が流出している。これの結果から、農耕土壌は土壌中 Ca^{2+} などのイオン交換による物理化学的緩衝能が高いこと示している。

図4, 5に NO_3^- , NH_4^+ の経日変化を示す。連続降雨条件①では、6日目まで土壌にあった肥料の流出[1日目:506mg/l]があったが、その後は10mg/l程度で安定した。一方、連続降雨条件で施肥を行った場合②, 施肥により高濃度の硝酸流出[1日目:1158mg/l]があった。しかし、6日目から56日目までは施肥を行わない場合よりも流出液の硝酸濃度が低くなっている。このことは、土壌中で脱窒反応が進行したことを示唆するものである。その後、硝酸濃度が条件①と同程度になったので、100日目に追肥を行ったが硝酸の流出が多くなり安定には至らなかった。

間欠条件でも同様に施肥を行った場合④の硝酸の流出が、施肥を行わない場合③と比べて少なくなっている。以上のことから施肥により初期の脱窒活性が高まると考えられた。

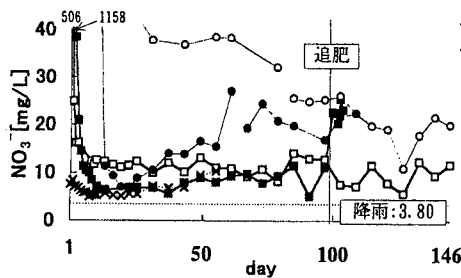


図4 NO_3^- の経日変化

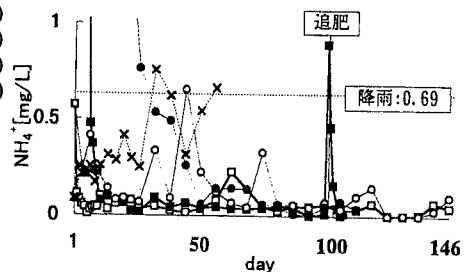


図5 NH_4^+ の経日変化

表3-1, 2に各実験条件による窒素(N)の収支を示す。全ての実験条件において(1)流出液, (2)試験前土壌, (3)施肥(堆肥・鶏糞)に含まれる窒素の合計は, (4)降雨, (5)試験後土壌に含まれる窒素の合計より大きくなっている。この差が脱窒反応により窒素ガスとして大気中に放出されたことを示しており、約40~60%の窒素の流出が脱窒によって抑制されたことになる。また、運転期間を考慮すると全体としての脱窒量には施肥の有無による差はあまり認められなかった。

表3-1 連続降雨条件①, ②におけるN収支

NO	降雨条件	①施肥・無	②施肥・有
(1)	流出液	769	697
(2)	試験前土壌	773.24	740.10
(3)	施肥(堆肥)		106.80
	施肥(鶏糞)		93.96

【①施肥・無】
1543 > 958(+584)
【②施肥・有】
1638 > 1154(+485)

NO	降雨条件	①施肥・無	②施肥・有
(4)	降雨	376	271
(5)	試験後土壌	582.04	882.78

※ 単位: mg

【凡例】

(1)~(3)の合計 > (4), (5)の合計(差)

表3-2 間欠降雨条件③, ④におけるN収支

NO	降雨条件	③施肥・無	④施肥・有
(1)	流出液	177	180
(2)	試験前土壌	437.76	688.13
(3)	施肥(堆肥)		53.40
	施肥(鶏糞)		46.98

【③施肥・無】
615 > 365(+250)
【④施肥・有】
968 > 773(+195)

NO	降雨条件	③施肥・無	④施肥・有
(4)	降雨	31	24
(5)	試験後土壌	333.92	749.83

※ 単位: mg

4. まとめ

農耕土壌を用いて105~146日の長期降雨実験を行い以下のことが分かった。

- 1) 農耕土壌は、Ca含有量が多く物理化学的緩衝能が高かった。
- 2) 脱窒により約40~60%の窒素の流出が抑制された。
- 3) 施肥によって初期の脱窒活性が高まったが、全体としての脱窒量に差は見られなかった。

<参考文献>1) 小森友昭・池本良子・渡辺猛; 金沢大学大学院工学研究課 土木建設工学専攻, 修士論文, 1997

2) 環境庁水質保全局土壌農業課監修; 酸性雨 土壌・植生への影響, 公害研究センター, 1992