

間伐材と木炭を用いた農耕地からの窒素流出抑制

金沢大学大学院

学生会員 ○鷹野正宗

金沢大学大学院

学生会員 高野典礼

金沢大学工学部

正会員 池本良子

日本上下水道設計株式会社

非会員 小篠智彰

1. 研究の目的

農耕地への過剰な施肥に起因する、地下水の硝酸性窒素汚染や湖沼の富栄養化防止のために硝酸流出抑制技術の開発は急務である。一方で、近年廃棄物として大量に発生する間伐材の有効利用が求められている。筆者らは、木炭を土壌へ埋め込むことによって、硝酸性窒素流出抑制に有効であること、この際、土壌中の硫黄脱窒が促進されることを報告した。本研究では、間伐材を硫酸塩還元細菌の有機炭素源とし投入し、硫黄の酸化還元サイクルを活性化し、硫黄脱窒による硝酸流出抑制効果を検討した。

2. 実験方法

2.1 実地土壌の硝化・脱窒・硫酸塩還元活性試験

トマトの栽培を行っている富山県福光町の畑地について硝化・脱窒・硫酸塩還元活性試験を行った。土壌を表層より15 cm 毎（D1～D4）に採取し、それぞれ土40 g を50 ml の遠沈管、300 ml のポリ容器に詰め、表1に示す基質を加えた。遠沈管は気相を窒素で置換し嫌気状態とし、ポリ容器は気相をそのままに好気状態として、水の蒸発を防ぐため蓋をした。これら遠沈管・ポリ容器を30℃の恒温室に静置し、24, 48, 72, 96 時間後に取り出し、土壌水の分析を行った。

表1 活性試験方法

	硝化	硫酸塩還元	他栄養性脱窒	硫黄脱窒
容器	ポリ容器		遠沈管	遠沈管
基質	80mM (NH ₄) ₂ SO ₄ 10ml	80mM KNO ₃ 5ml 40mM Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ 5ml	80mM KNO ₃ 5ml 40mM Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ 5ml	80mM KNO ₃ 5ml 80mM Na ₂ S ₂ O ₃ 2.5ml 80mM NaHCO ₃ 2.5ml

2.2 模擬土壌カラムによる硝酸性窒素流出抑制実験

模擬土壌として、赤玉土：腐葉土を重量比50:1で混合し、交換性塩基として0.0024 g-CaCO₃/g-soil の炭酸カルシウムを添加したものをを用いた。この模擬土壌40 gを用いて硝化、他栄養性脱窒、硫黄脱窒、硫酸塩還元の活性試験を実地同様に行った。

実験装置の概略図を図1に示す。実験カラムは大型のポリバケツ（内径48 cm, 高さ50 cm）を用いた。カラム1はカラム上端まで模擬土壌だけを充填した。カラム2～4にはカラム底部から5～15 cmの層に間伐材及び木炭を模擬土壌に混合した。この実験装置上部から人工雨（表2）を週1回、降雨量5 mm/hrで6時間滴下し、下方から週1回流出水を採取し、流量及びイオン濃度を測定した。

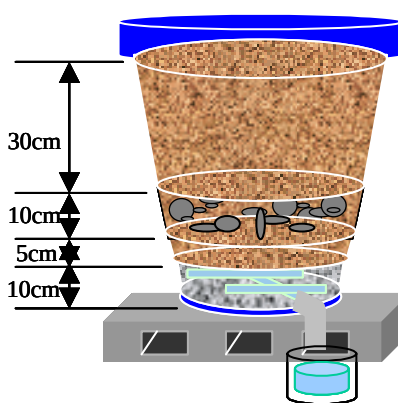


表2 人工雨組成

	(mg/l)
NaCl	5
KNO ₃	10
CaSO ₄	5
Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	30
(NH ₄) ₂ SO ₄	5
HNO ₃	1.1
HCl	3.2

	カラム1	カラム2	カラム3	カラム4
混合物	なし	間伐材 1470g	木炭 511g	間伐材+木炭 726g + 258g

図1 模擬土壌カラム実験の装置概略図

キーワード：窒素流出抑制、農耕地、硫黄脱窒、硫酸塩還元、間伐材、木炭

〒920-8667 石川県金沢市小立野2-40-20 金沢大学工学部 (TEL) 076-234-4641 (FAX) 076-234-4644

3. 実験結果

3.1 実畑地土壌の硝化・脱窒・硫酸塩還元活性

今回測定した福光町畑地の活性について、調査済みの畑地と比較検討した。図2に実畑地土壌の微生物活性を示す。農耕地では他栄養性脱窒が高い活性を示しているが、硫黄脱窒もどの畑地のどの層でも活性があることがわかる。また、硫黄脱窒活性が高い層の直下で、硫酸塩還元活性が高い傾向が

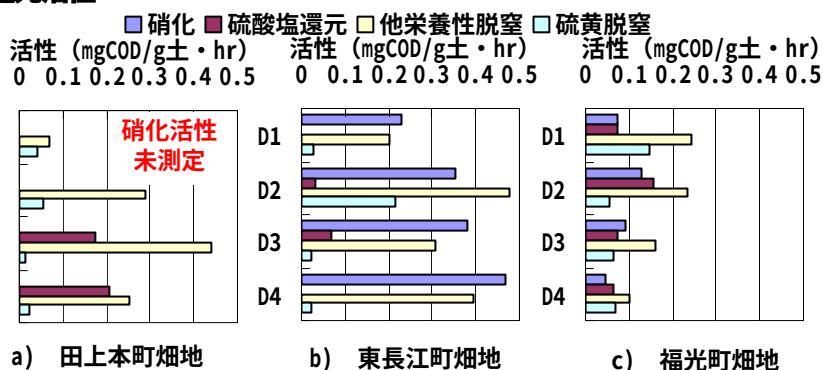


図2 実畑地土壌活性試験結果

認められた。この事から硫酸塩還元により生成された還元型硫黄が上方へ供給され、硫黄脱窒活性が高まるものと考えられる。

3.2 模擬土壌カラムによる硝酸性窒素流出抑制実験

図3に模擬土壌のカラム実験開始前の初期活性を示す。模擬土壌は実畑地土壌と比較し、他栄養性脱窒活性は低いものの、硫黄脱窒、硫酸塩還元は同等の活性を有していることがわかる。

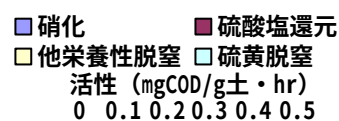


図3 模擬土壌活性試験結果

図4, 5にカラム流出水の硝酸塩、硫酸塩濃度を示す。コントロールのカラム1よりもカラム2~4の硝酸塩濃度が低くなっており、間伐材や木炭の埋め込みによる硝酸性窒素流出抑制の効果が現れている。一方、木炭と間伐材の両方を埋め込んだカラム4の流出水の硫酸塩濃度が最も低いことから、硫酸塩還元が進行していることが示唆される。

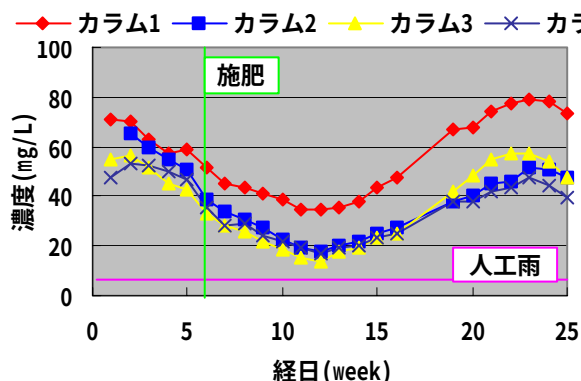


図4 カラム流出水の硝酸塩濃度の経日変化

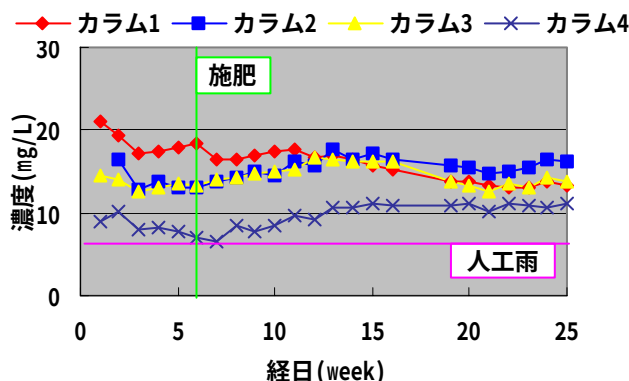
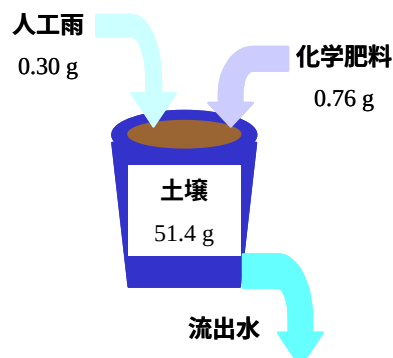


図5 カラム流出水の硫酸塩濃度の経日変化

図7に模擬土壌カラム実験の25週目までの窒素収支を示す。コントロールであるカラム1では、人工雨と化学肥料の投入した窒素分に相当する量が流出しているのに対し、間伐材や木炭を埋め込んだカラム2,3,4では、投入分よりも低く抑えられており、窒素流出抑制効果が示されている。

4. 結論

- ・ 土壌縦方向に微生物活性の分布が形成されており、硫酸塩還元活性が高い層の直上で硫黄脱窒活性が高い傾向にあった。
- ・ 畑地土壌下層部への間伐材や木炭の埋め込みは、窒素流出抑制に効果的であることが認められた。



カラム1	カラム2	カラム3	カラム4
1.18 g	0.72 g	0.75 g	0.68 g

図6 模擬土壌カラム実験の窒素収支