

B-40

廃棄物を用いた畑地土壌からの窒素流出抑制効果

金沢大学
岡崎市役所
(株) 東武産業

○高野典礼 池本良子
永井正人
前川 圭

1 はじめに

現在、農耕地からの硝酸性窒素や亜硝酸性窒素による地下水や表層水等の汚染は広範囲で起きており、その対策が必要とされている。一方、近年廃棄物として大量に発生する間伐材の炭化物や、溶液栽培で使用されたロックウールは、土壌改良材として農地への働き込みが行われている。木炭は多孔性であり、ロックウールも間隙が大きいことから微生物付着担体として有効であり、窒素流出抑制にも効果があると考えられる。そこで本研究では、木炭・ロックウールを土壌に混和することによる窒素流出抑制効果について、土壌カラムを用いた長期間の降雨実験によって検討した。

2 実験方法

2.1 実験装置

図1に実験に用いた土壌カラムの概要を示す。

内径50 mmの亚克力製カラムを用い、カラム底部にはガラス管を取り付けたゴム栓をして、

随時流出水を採取できるようにした。ゴム栓の上には土の流出を防止するため100 mmの砂利層を設け、表2の条件でカラムを作成した。土壌は赤玉土と腐葉土を重量比で11:1の割合で混合したものを模擬土壌として用い、カラム1は800 mmの高さまで土壌のみを充填した。カラム2は表層から600~700 mmの位置に炭40 gで層を形成した。カラム4は更に汚泥4 gを木炭層に混ぜ込んだ。カラム3は同様の位置にロックウール20 gで層を形成した。カラム5は更に汚泥4 gをロックウール層に混ぜ込んだ。全てのカラム表層100 mmの土壌に堆肥5.1 gを混合した。カラム上部から週2回60 ml

(降雨強度5 mm/hrに相当)の人工雨(表1)を滴下し、週1回カラムからの流出水を全て採取して分析に供した。分析はpH、EC、ORP、TOC、イオンクロマトグラフィによる硝酸塩、フレイム原子吸光によるCaの測定を行った。実験開始22週後に化成肥料1 gの追肥と、恒温室への移動を行った。29週後にカラム2, 4, 5を、32週後にカラム1, 3を分解し、カラム1については土壌を4層に分けて取り出し、カラム2, 3, 4, 5については担体層上層を3層に分け、担体層、その下層の土壌層を1層とし、5層に分けて土壌水を分析した。土壌水は、土に対し、重量比2:5の水で抽出して、硝酸塩、亜硝酸塩、硫酸塩、アンモニウム塩、TOC

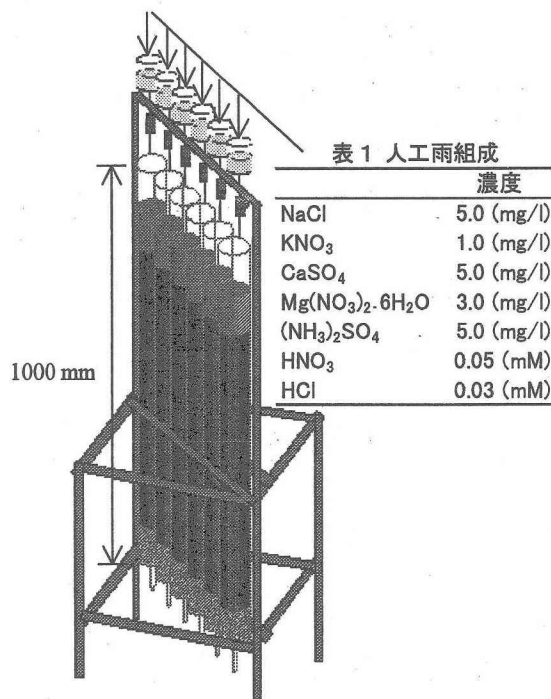


図1 土壌カラムの概略

表2 土壌カラム

	量	カラム				
		1	2	3	4	5
土		赤玉土+腐葉土				
堆肥	5.1 g	○	○	○	○	○
炭	40 g		○		○	
ロックウール	20 g			○		○
汚泥	4 g				○	○

の分析を行った。

2.2 微生物活性試験の方法

微生物活性試験は実畑地土壌とカラム内土壌についてそれぞれ行った。実畑地はいずれも葉菜類を栽培している畑2種類を用い、表層から15cm毎に4層に分けて活性を測定した。カラム1については土壌上層2層と下層2層をそれぞれ混合し、カラム2、3、4、5については、担体層上層の土壌を用いた。それぞれの土壌について活性試験を(a)(b)(c)の3種類の条件で行った。活性試験(a)はシャーレに土壌カラム内の土40gを入れ、基質として硫酸アンモニウム80mMを10ml添加した。活性試験(b)は遠沈管に土40gを入れ、基質として硝酸カリウム80mMを5ml、クエン酸ナトリウム40mMを5ml添加し、気相を窒素で置換の後、密栓した。活性試験(c)は活性試験(b)と同様に遠沈管を用い、基質として硝酸カリウム80mMを5ml、チオ硫酸ナトリウム80mMと炭酸水素ナトリウム80mMの混合液を5mlを添加した。これらのシャーレや遠沈管を30℃の恒温室内に静置して24時間毎に取り出し、200mlの水で抽出して分析に供した。

3 実験結果と考察

3.1 カラム流出水の水質変化

図2にカラム流出水の硝酸塩・硫酸塩の経日変化を示す。ロックウールで層を形成し、汚泥を添加したカラム5以外では硝酸塩は検出されず、降雨中に含まれる硝酸塩は脱窒され除去されていた。汚泥を添加したカラムでは他のカラムに比較し硫酸塩濃度が高くなり、硫酸脱窒が活発に起こっていたことが示唆される。

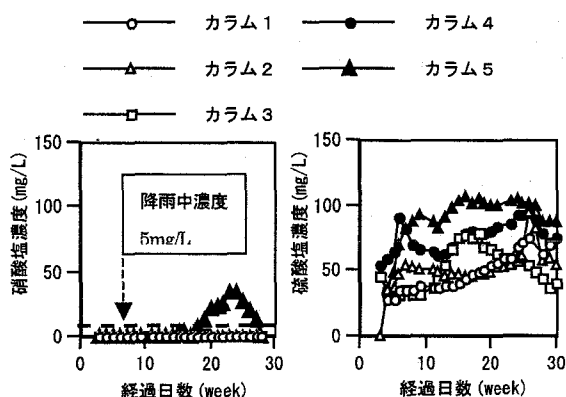


図2 カラム流出水中の硝酸塩・硫酸塩の経日変化

3.2 カラム内の土壌水

図3にカラム土壌水の縦方向の変化を示す。降雨中の硝酸塩や堆肥中のアンモニアが硝化され、生成した硝酸塩は土壌中部で濃度が高くなるが、担体層付近で脱窒され、低濃度化したことで、硝酸塩の流出を抑えていたことがわかる。また、降雨中に含まれる硫酸塩や堆肥中に含まれる硫酸塩は下部へ流下するに従い還元されている。

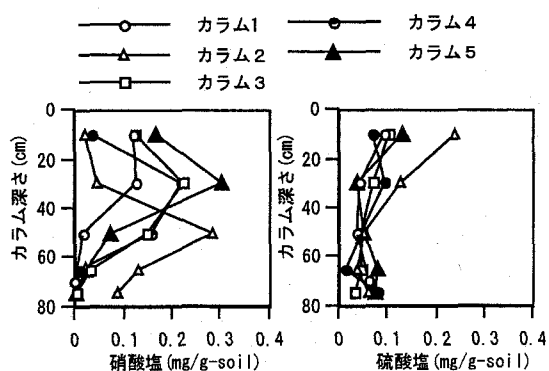


図3 カラム内の硝酸塩・硫酸塩の変化

3.3 微生物活性

図4に活性試験(a)の結果の典型例を示す。基質として添加したアンモニアが減少しているが、硝酸塩が増加していない。このことから、硝化と同時に脱窒も起きていると考えられ、アンモニアの減少速度を硝化活性とした。また、硫酸塩が減少しており、硫酸塩還元が起こっていることから、この減少速度を硫酸塩還元活性とした。

図5に活性試験(b)の結果の典型例を示す。有機物と共に硝酸塩が減少し、他栄養性脱窒が起こっていることがわかり、この硝酸塩の減少速度から他栄養性脱窒活性を求めた。

図6に活性試験(c)の結果の典型例を示す。硝酸塩の減少、硫酸塩の増加が認められたことから、硫黄脱窒が起こっていることがわかる。そこで硫酸塩の増加速度から硫黄脱窒活性を求めた。

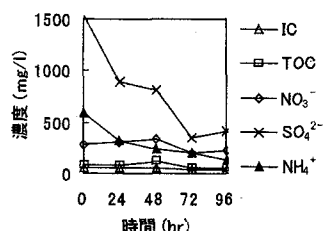


図4 活性試験(a)の典型例

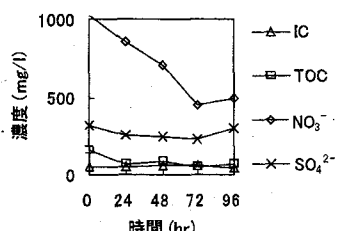


図5 活性試験(b)の典型例

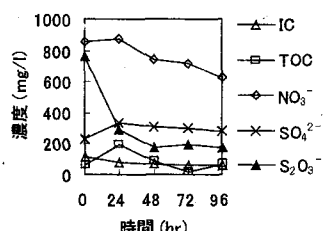


図6 活性試験(c)の典型例

3.4 模擬土壌と実畑地の微生物活性

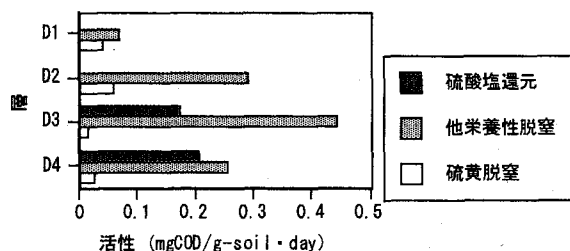
図7に模擬土壌と実畑地の微生物活性を示す。実畑地は他栄養性脱窒が高く、土壌表層部よりも、下層部の方が活性は高かった。一方、硫黄脱窒は他栄養性脱窒の1/10程度の活性ではあるが、特に土壌表層部において活性が高かった。模擬土壌の他栄養性脱窒活性は実畑地に比較して低いが、硫酸塩還元、硫黄脱窒は同等の活性を有していた。

3.5 カラム内土壌の微生物活性

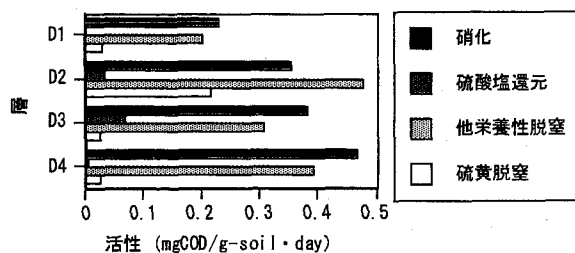
表2に土壌カラム内の硝化・硫酸塩還元・他栄養性脱窒・硫黄脱窒を示す。ここでの活性は担体層上部の土壌のみを用いた試験の結果を表している。カラム0はカラム内土壌の初期活性を示しており、カラム0とカラム1を比較すると硫黄脱窒以外の活性が高まっている。これは実験初期では活性は低く、降雨実験を進めていくとカラム内では微生物の棲み分けが起こり、カラム土壌の微生物活性が安定していくものと考えられる。コントロールであるカラム1と、炭・ロックウールによって層を形成したカラム2,3,4,5を比較すると、硝化、硫酸塩還元、他栄養性脱窒には大きな差は認められなかったが、硫酸塩還元活性と硫黄脱窒が増大した。特に微生物の植種により、硫黄脱窒活性が高くなったことから、硝酸流出抑制に大きく寄与していると推定できる。

4 結論

- 木炭を畑地土壌に添加することで窒素流出抑制効果があった。
- この窒素流出抑制効果は、硫酸塩還元と硫黄脱窒活性が増大することによるものであった。



(1) 実畑地 A



(2) 実畑地 B

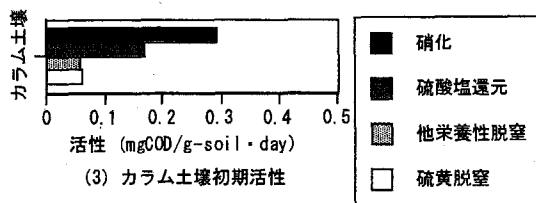


図7 実畑地と模擬土壌の微生物活性

表3 活性試験結果

カラム	硝化	硫酸塩還元	他栄養性脱窒	硫黄脱窒
0	0.291	0.169	0.058	0.021
1	0.457	0.233	0.088	0.022
2	0.558	0.319	0.120	0.046
3	0.444	0.273	0.123	0.068
4	0.301	0.211	0.132	0.155
5	0.319	0.218	0.106	0.153

単位は全て(mgCOD/g soil·day)