

## 高速土壌浸透システムの実用化の検討 - 使用済み浸透ろ材における植物育成 -

京都大学 学生会員 櫻井伸治 正会員 藤川陽子 福井正美  
 大阪産業大学 正会員 濱崎竜英 菅原正孝 弘瀬陽子 株式会社はる 原田明佳  
 株式会社エヌエス環境 正会員 梶山陽介 岩島一美

### 1. はじめに

土壌浸透法は低コストな汚水処理法だが、広大な敷地を有する点が短所となり、日本ではあまり普及していない<sup>1)</sup>。また、ろ材として土壌浸透法で使用された後の土壌の処理にも課題が残っている。本実験では植物（牧草、作物等）によって、この敷地または使用済み土壌の再利用を図ることが重要であると考え、ポット実験により植物育成を行い、貧栄養の土壌浸透ろ材における生育経過を観察した。

### 2. ポット実験

土壌分析用には大型アクリル製ポットを、流出水の水質分析用には小型アクリル製ポットを二種類用意した。大型ポットは黒ボク土、赤玉土の2種類を充填させて、それぞれイネ科のトールフェスク、マメ科のシロツメクサを育てた。また対照として、植物を植えないポットも用意した。小型ポットは赤玉土のみを充填し、一方はシロツメクサを植え、他方は何も植えずに対照とした。畜産廃水をポットに投与した。

両ポットは室温 25℃、湿度 70% に保った恒温恒湿室内においた。大型ポットでは実験開始から所定の日数に表層から 5cm、25cm 深さの土壌中の窒素形態別濃度、可給態リン酸ならびに草丈を測定し、小型ポットでは下部流出水の全リン濃度等を測定した。また畜産廃水は全リン濃度、交換性陽イオン等を測定した。

### 3. 実験結果 植物の生育状況

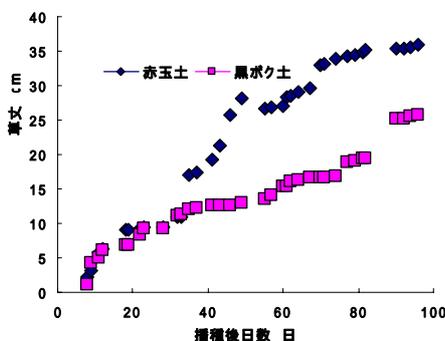


図1 トールフェスクの草丈

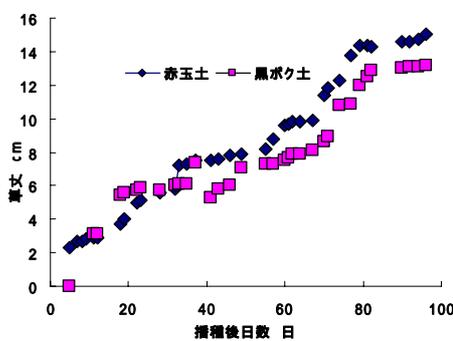


図2 シロツメクサの草丈

大型ポットのトールフェスク、シロツメクサの生育（草丈）の経過を図1、2

に示す。トールフェスクでは、総じて開始 40 日間あたりまでは両土壌とも同程度の成長度合であるが、40～50 日は赤玉土のトールフェスクの草丈が急激に伸びた。茂り方も赤玉土の方が良かった。シロツメクサでは、草丈の伸び方は土壌により大きく異ならず同

程度であった。黒ボク土の方がやや生育が良かったが、いずれの土壌でも開花はなかった。

**土壌栄養診断結果**<sup>2)</sup> リンについては可給態リン酸が 10mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g 乾土以下が不足であるが、この点では本研究で対象とした土壌はいずれもリン不足の状態であった。窒素についてはアンモニア態窒素が 1～5mgN/100g 乾土、硝酸態窒素 5～15mgN/100g 乾土が適正かやや不足の状態であるが、前者は適正であったが後者はやや不足していた。カリウムについては、15～40mgK<sub>2</sub>O/100g 乾土が基準となるが、畜産廃水投与後土壌では、赤玉土で豊富に存在し、黒ボク土で過剰であった。**リンの挙動** 小型ポットからの流出水中の全リン濃度は流入水約 10mgP/L に対し、ほとんど検出限界以下であり、畜産廃水と共に土壌に投入されたリンは全てポット内に留まっていると推察された。次に表層及び 5cm、25cm の可給態リン酸をトルオーグ法にて測定し、100g 乾土中の P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(mg) に換算して表 1 にまとめた。本実験で使用した赤玉土、黒ボク土の当初の可給態リン酸濃度はそれぞれ 0、4.72mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g 乾土である。このことから赤玉土内の可給態リン酸は全て畜産廃水由来で、赤

キーワード ポット実験 可給態リン酸 無機態窒素 交換性陽イオン 土壌診断 植物育成

連絡先 〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 2-1010 京都大学原子炉実験所 Tel 0724-51-2447

表1 深さ別の可給態リン 単位: mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g 乾土

土壌	()内の数値は pH		
	植物なし	トールフェスク	シロツメクサ
<b>赤玉土</b>			
表層	1.22 (5.5)	1.52 (5.9)	0.81(5.3)
5cm	0 (6.7)	0 (6.6)	0 (6.6)
25cm	0 (6.8)	0 (6.7)	0 (6.8)
原土	0 (7.3)	0 (7.3)	0 (7.3)
<b>黒ボク土</b>			
表層	9.95 (5.6)	7.34 (5.2)	5.63 (5.8)
5cm	5.97 (6.6)	5.35 (6.7)	3.41 (6.6)
25cm	7.03 (6.8)	2.95 (6.7)	3.66 (6.8)
原土	4.72 (7.0)	4.72 (7.0)	4.72 (7.0)

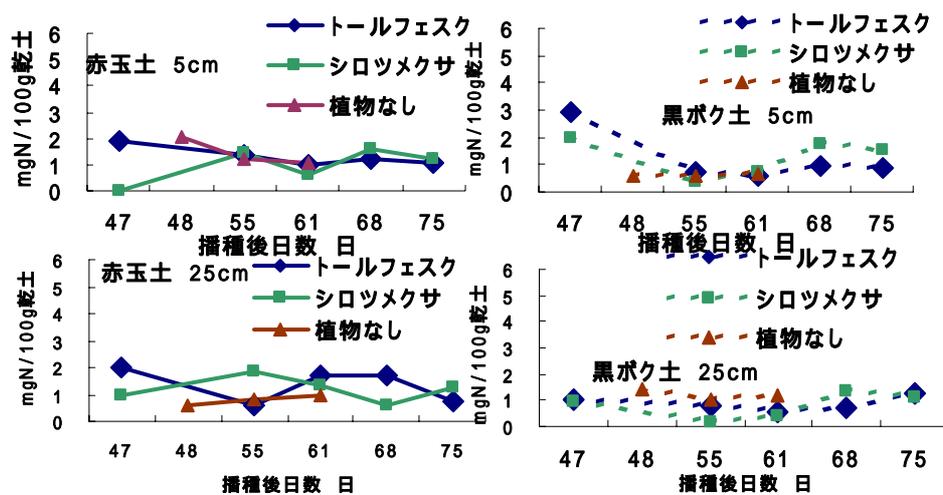


図3 アンモニア態窒素の経時変化

硝酸・亜硝酸態窒素を蒸留法にて測定した。ここではアンモニア態窒素の播種後 47~75 日の経時変化を図 3 に示す。各土壌共に植物種による違いは見られず、播種後数ヶ月では窒素分布に植物による影響は見られなかった。また濃度が深さによって変化していないことから、アンモニア態窒素はそのまま下方移動している

表2 交換性陽イオン含有量 単位 ppm

試料名	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
畜産廃水	38.91	131.23	20.36	4.82

可能性がある。畜産廃水・土壌の陽イオン含有量 カリウム, ナトリウムは原子吸光分析法で, カルシウム, マグネシウムは ICP 発光分光分析法で行った。土壌は 1N の酢酸アンモニウム溶液で抽出・測定した。畜産廃水の主要陽イオン濃度(表 2)は高い値を示しており、肥料としての役割を十分に果たしているが、同時にナトリウムの濃度も高かった。また畜産廃水投与後の土壌の交換性陽イオンも豊富にあった。当初、赤玉土、黒ボク土それぞれにおいて 1 および 11mgNa<sub>2</sub>O/100g 風乾土であったのに対して、畜産廃水投与 3 ヶ月後に、それぞれ 13~55, 13~21mgNa<sub>2</sub>O/100g 風乾土に増加した。一般に電気伝導度 4mS/cm 以上で塩類集積の土壌となる<sup>3)</sup>が、両土壌ともに初め電気伝導度は 0 近かったが、ポットによっては 2mS/cm と増加し、塩類集積が進行していることが分かった。

## 5. まとめ

全体的に可給態リン酸が少なく、特にシロツメクサでは多少の生育不良の原因となった。トールフェスクの土壌の種類による生育の違いの原因は今後の検討課題である。リンについては植物の経根吸収が土壤浸透る材から流出を抑制していた。畜産廃水投与の場合、養分過多に対する管理の必要性があることも分かった。

## 6. 参考文献

- 1) 藤川陽子 他(2003): 土壤浸透水浄化システムの再評価・再構築 環境衛生工学研究 第 17 巻 第 3 号 pp.35-40
- 2) 藤原俊六郎, 安西徹郎, 加藤哲郎著(1996): 土壤診断の方法と活用, 農文協 pp.96-103
- 3) 山本定博: オンライン砂丘・沙漠講座, <http://www.tottorisakyu.jp/kyou/world/world22.html>

玉土に投与すると迅速に表層土壤に吸着もしくは植物に摂取され、以深の土壤には移行しないことが考えられる。黒ボク土では元来、ある程度可給態リン酸は含んでいるが、畜産廃水投入後全層にわたり可給態リン酸が増加し、植物なしの場合徐々に下層に流出している。一方、植物ありの場合、リンはより表層近くに留まっている。また、表層では土の pH はアンモニア硝化によると思われる低下が見られ、これが化学的作

用によりリンの可溶化を促進した可能性がある。またトールフェスクのポットの土の方がシロツメクサのポットの土より常に可給態リン酸が多かったが、この原因は土の pH の違いで説明できず、現時点で不明である。なお植物種による土壌 pH の違いは見られなかった。無機態窒素の経時変化 土壌のアンモニア態窒素、