

抗菌性物質の土壌への収着に関する研究

岩手大学 学生会員 ○横山智裕

岩手大学 正会員 石川奈緒 伊藤歩 海田輝之 笹本誠

1. はじめに

近年、畜産業での抗菌性物質の利用量が増加し、畜産糞尿のたい肥としての利用により抗菌性物質が土壌に蓄積していることが報告されている。これにより排せつ物を通じた抗菌性物質による土壌の汚染や生物への影響、抗菌性物質耐性菌の発生が懸念されている。本研究では抗菌性物質の土壌への収着特性を検討した。土壌としては日本の田畑で多く見られる黒ボク土と、日本の森林で多く分布する褐色森林土を用いた。抗菌性物質としては、家畜の大腸菌による下痢症、胸膜肺炎に対して使われているトリメトプリムを使用した。収着動態と収着等温線から、各土壌への収着特性を検討した。

2. 実験方法

2-1 使用材料

実験に使用した黒ボク土は岩手大学滝沢農場から採取し、褐色森林土は岩手大学滝沢演習林から採取した。採取した土壌は風乾後、孔径 2 mm のふるいにかけたものを実験に使用した。各土壌の理化学特性を表-1 に示す。土壌と超純水の固液比 1 g : 10 mL での pH、EC はそれぞれ pH メーター、EC メーターを使用し測定した。陽イオン交換容量 (CEC) はセミマイクロ Schollenberger 法¹⁾ を用いて測定した。強熱減量は地盤工学会の試験方法²⁾ に従い測定した。

トリメトプリム (表-2) は関東化学の標準品を用いた。

表-1 土壌の理化学特性

	pH	EC (μ S/cm)	CEC (cmol/kg)	強熱減量 (%)
黒ボク土	6.24	0.39	29.8	25.3
褐色森林土	6.30	52	11.3	8.5

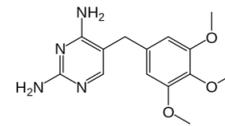


図-1 トリメトプリムの構造式

2-2 収着動態

トリメトプリム 50 μ g/L を含む 0.01 M の CaCl_2 溶液 (以下トリメト CaCl_2 溶液とする) 10 mL と土壌試料 1 g を 50 mL の遠沈管に入れて振とう機 (タイテック、ML-10F) を用いて振とうさせた。黒ボク土では振とうを開始してから 30 分、1、3、6、12 時間、1、2、5、7、9 日後に、褐色森林土では振とうを開始してから 30 分、1、4、6、12 時間、1、3、5、7 日後にそれぞれ試料を採取した。採取試料は 3000 rpm で 10 分間遠心分離 (sakuma、M201-IVD) し、孔径 0.7 μ m のガラス繊維ろ紙でろ過した。ろ液中のトリメトプリム濃度を高速液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析装置 (LC/MS/MS: Waters、xevo TQD) を用いて測定し、土壌へのトリメトプリム収着率の経時変化を得た。実験は 3 連で行った。

2-3 収着等温線

トリメトプリム濃度を 50、100、500、1000、5000 μ g/L としたトリメト CaCl_2 溶液 10 mL と黒ボク土 1 g、トリメトプリム濃度を 50、500、1000、5000 μ g/L としたトリメト CaCl_2 溶液 10 mL と褐色森林土 1g をそれぞれ 50 mL の遠沈管に入れて振とうさせた。振とうを開始し、黒ボク土の場合は振とう 2 日後、褐色森林土の場合は 5 日後に各試料を採取した。採取試料は 3000 rpm で 10 分間遠心分離し、ろ過した。ろ液中のトリメトプリム濃度を測定し、収着等温線を得た。実験は 3 連で行った。

3. 実験結果と考察

3-1 収着動態

図-1,2 に黒ボク土と褐色森林土におけるトリメト

キーワード：黒ボク土 褐色森林土 トリメトプリム 収着

連絡先：岩手大学 (岩手県盛岡市上田 4-5-3 TEL019-621-6449

プリム収着率の経時変化を示す。収着率は次式で求められる。

$$\text{収着率}(\%) = \frac{\text{初期濃度} - \text{採取時濃度}}{\text{初期濃度}} \times 100 \quad (1)$$

どちらも時間が経つにつれトリメトプリム収着率は増加していったが、黒ボク土は2日で収着平衡に達したのに対し、褐色森林土は収着平衡に達するまで5日を要した。このことから黒ボク土は褐色森林土に比べて速やかにトリメトプリムを保持することがわかった。

また、黒ボク土は平衡状態の収着率が95%以上であったのに対して褐色森林土は平衡状態の濃度が90%付近に落ち着いた。実験を開始して30分後の収着率を比較してみると黒ボク土は80%ほどに対して褐色森林土は50%ほどであった。

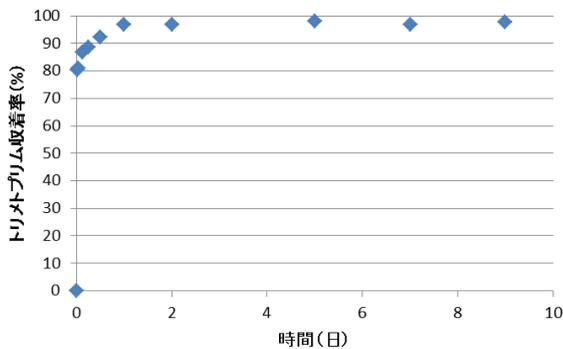


図-1 トリメトプリム収着率の経時変化 (黒ボク土)

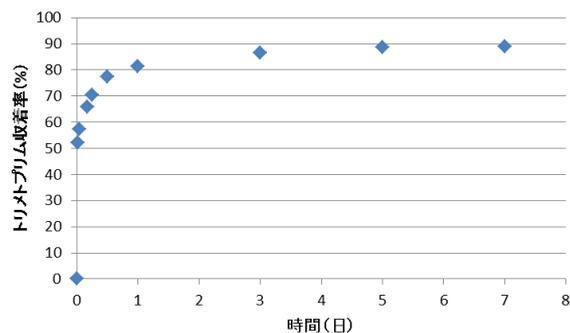


図-2 トリメトプリム収着率の経時変化 (褐色森林土)

3-2 収着等温線

図-3 は黒ボク土と褐色森林土それぞれに対するトリメトプリムの収着等温線である。収着等温線は次式に示すフロイントリッヒモデルに高い決定係数 (R^2) で適合した。表-2 に求めた係数と R^2 を示す。

$$C_s = K_F C_e^n \quad (2)$$

C_s : 収着量 [$\mu\text{g}/\text{kg}$] C_e : 液相平衡濃度 [$\mu\text{g}/\text{L}$]

K_F : フロイントリッヒ係数 [L/kg]

n : フロイントリッヒ指数

黒ボク土は褐色森林土に比べて K_F の値が高かった。これは褐色森林土よりも黒ボク土のほうがトリメトプリムの収着能力が高いことを表している。

また、 n の値はどちらの土壌も 1 以下であったことから、トリメトプリムの収着には濃度依存があることが示された。さらに、 n の値が近いことからどちらの土壌も収着の濃度依存は同程度であると考えられる。

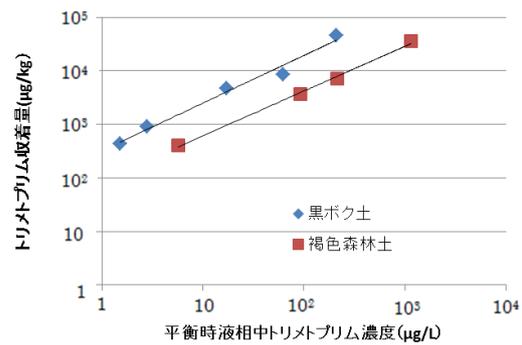


図-3 トリメトプリムの収着等温線

表-2 フロイントリッヒ収着等温式における係数

	黒ボク土	褐色森林土
K_F [L/kg]	323.8	89.6
n	0.89	0.83
R^2	0.98	>0.99

4. まとめ

本研究ではトリメトプリムの黒ボク土、褐色森林土それぞれにおける収着動態を確認した。

また、黒ボク土と褐色森林土のトリメトプリム収着において収着等温線がフロイントリッヒモデルにあてはまることを確認した。今後は様々な種類の土壌を用いて同様の実験を行い、トリメトプリムの土壌への収着特性について検討していく必要がある。

[参考文献]

- 1) 土壤環境分析法編集委員会、土壤環境分析法、博友社、1997
- 2) 地盤工学会、土質試験-基本と手引き-、地盤工学会、2014