

スルファメサジンの土壌中での収着と分解に関する研究

岩手大学理工学部 学生会員 ○佐藤祐樹

岩手大学理工学部 非会員 小山内優之介、笹本誠

岩手大学理工学部 正会員 石川奈緒、伊藤歩

1. はじめに

現在、抗菌性物質は主に動物用医薬品、農薬、飼料添加物、食品添加物などとして幅広く使用され、家畜の治療や家畜の生産性の向上、食品の保存に大きく貢献している。しかし、食品の安全面から農薬、動物用医薬品、飼料添加物として使用されたこれらの成分の食品中の残留が規制されている。また、家畜に投与された抗菌性物質は体内で分解されず、糞尿として排出され、それらが堆肥利用されることにより、環境中に拡散されている。さらに、抗菌性物質の環境への拡散が薬剤耐性菌の出現に寄与している可能性が問題視されている。したがって、堆肥を施用した土壌からの抗菌性物質の環境への移行を解明するためには、土壌中の抗菌性物質の挙動を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、抗菌性物質のひとつであるスルファメサジン(SMZ)を対象とし、土壌中の SMZ の分析方法の構築と、SMZ の土壌への収着および分解動態を検討した。

2. 実験方法

実験で用いる土壌は日本の畑の約 47% に分布している黒ボク土、日本の水田の約 20% に分布している灰色低地土を用いた。

2.1 分析方法の構築（添加回収試験）

まず、褐色沈殿管に 3 g の土壌試料を入れ、50 µg/L の SMZ 溶液を 2 mL 添加して 4 分静置し、SMZ 含有土壌を作成した。抽出溶媒としてメタノールを 10 mL 添加した。10 分間超音波抽出した後 5 分間 3,000 rpm で遠心分離し、上澄みを回収した。この抽出作業は 2 回行った。褐色瓶に回収した溶液と超純水を 1 L 加え、Oasis HLB Plus カートリッジ（Waters）に流

量 10 mL/min で通水した。その後、カートリッジを 10 分間空気乾燥させ、メタノール 2 mL を用いて溶出した。溶出液と超純水を 1:1 の割合で混合した試料液中の SMZ 濃度を高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析装置(LC-MS/MS)を用いて測定した。

2.2 バッチ収着実験

褐色沈殿管に 3 g の土壌試料を入れ、10 µg/L の SMZ 溶液(CaCl₂ 0.01 mol/L を含む)を 30 mL 添加し、10 分から 30 日間、4 °C または 25 °C で振とうした。遠心分離機で 5 分間 3,000 rpm で遠心分離し、上澄みを別の容器に移した。液を孔径 0.3 µm の濾紙で濾過した濾液中の SMZ 濃度を LC-MS/MS で測定した。また、沈殿管に残った土壌は、2.1 で構築した分析方法を用いて SMZ 濃度を測定した。各採取試料について当初沈殿管に入れた SMZ 量に対して液相中に残留している SMZ の割合を液相への残留率、固相に収着した割合を収着率とし、残留率と収着率の合計を残存率として求めた。

2.3 収着等温線

黒ボク土を用いて収着等温線を得た。SMZ 初期濃度を 1, 5, 10, 50, 100 µg/L とし、振とう期間を 1 日と設定した条件で 2.2 と同様の手順で収着実験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 添加回収試験

2 回の抽出操作での SMZ の回収率が黒ボク土で 82.4%、灰色低地土で 93.5% と良好であった。従って、この分析方法で 2.2 のバッチ収着実験と 2.3 の収着等温線の実験の際に土壌中の SMZ 濃度を測定した。

キーワード： 抗菌性物質 スルファメサジン 黒ボク土 灰色低地土

連絡先：岩手大学 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL: 019-621-6982

3.2 バッチ収着実験

図 1~4 に各土壌、各温度条件での液相への残留率および固相への収着率の経時変化を示す。黒ボク土では 25℃の方で残存率が低く、分解が進んでいると考えられる。温度の差により残存率に違いが生じたので、これは微生物による SMZ の分解の可能性があると考えられる。一方、灰色低地土では時間とともに残存率は減少するが、温度による差は小さく、微生物以外の分解の可能性がある。

3.3 収着等温線

図 5 に黒ボク土の収着等温線を示す。液相と土壌の SMZ をそれぞれ測定した場合の収着等温線(実測値)と液相の SMZ のみを測定し、それを初期 SMZ 量から差し引くことで算出した場合の収着等温線(推定値)を比較すると差があり、これは土壌中で SMZ が分解されていることを示している。収着等温線を Freundlich モデルに当てはめた場合、液相中濃度が 10 $\mu\text{g/L}$ での収着量の差は 25℃で 6.8 倍、4℃で 3.6 倍であり、25℃の方が差が大きい。これは微生物活性の違いによるものと考えられる。また、従来の研究の報告で土壌への収着量を推定値で表現しているものがあるので、それらは収着量を過大評価していると言える。

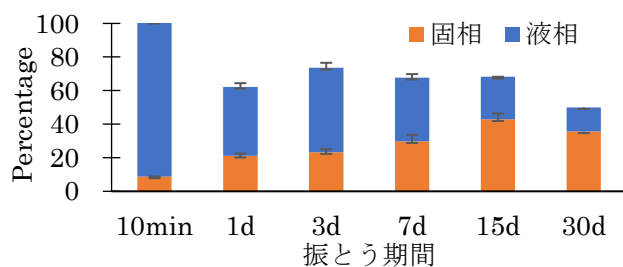


図 1 振とう期間による SMZ 存在割合の変化
(黒ボク土、4 °C)

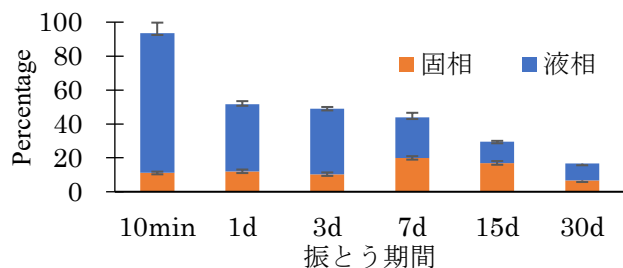


図 2 振とう期間による SMZ 存在割合の変化
(黒ボク土、25 °C)

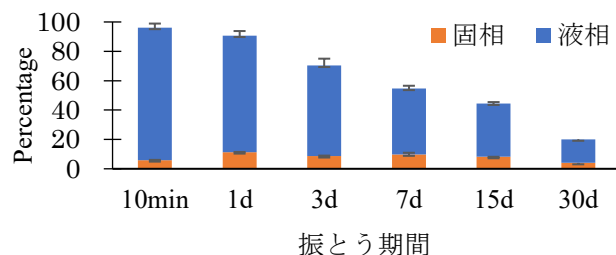


図 3 振とう期間による SMZ 存在割合の変化
(灰色低地土、4 °C)

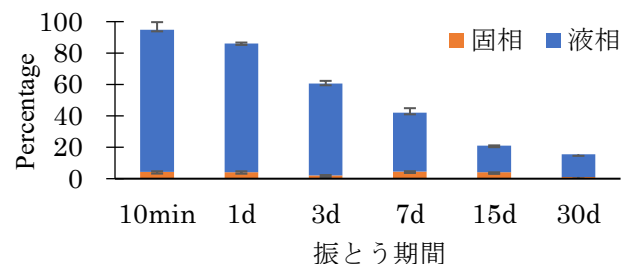


図 4 振とう期間による SMZ 存在割合の変化
(灰色低地土、25 °C)

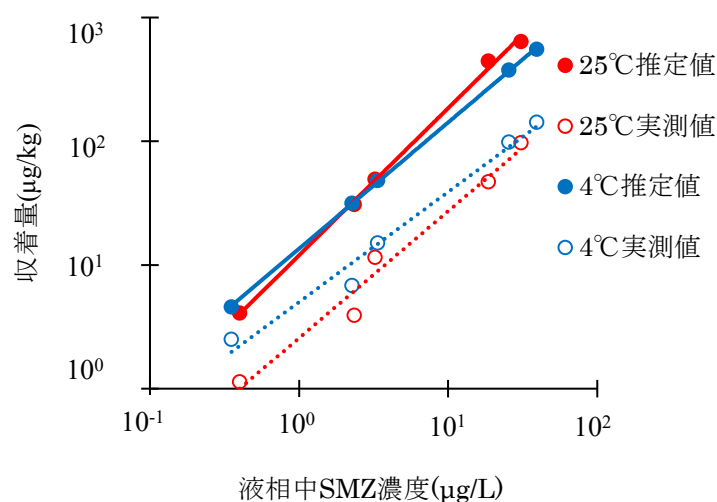


図 5 黒ボク土の収着等温線

4. まとめ

SMZ は黒ボク土や灰色低地土と接触することで時間とともに分解された。黒ボク土では分解性は 4℃よりも 25℃の方が高く、微生物による寄与が考えられる。一方、灰色低地土では温度による分解の差があまり見られず、微生物以外の要因も検討する必要がある。SMZ の土壌への収着率は、黒ボク土よりも灰色低地土の方が低いということが分かった。

謝辞：本研究は科研費(17K06613)の助成を受けたものである。ここに謝意を表します。