

## 家庭排水中の医薬品成分を指標とするオンサイトサニテーションの環境影響評価

Do Thi Thuy Quyen

世界的に、オンサイト型排水処理設備は、下水道システムが利用できない地域で広く使用されています。基本的なオンサイト型排水処理設備 (OSSs) は地下水汚染のリスクがあるにもかかわらず、低所得国で広く使用されています。このような状況は、人間の健康と生態系に潜在的なリスクをもたらします。本研究では初めに、スリランカ民主社会主義共和国を調査地に選び、都市部と農村部の両方の衛生状態を調査しました。

下水マーカーを適用し、排水処理設備による潜在的な影響を特定しました。都市の衛生状態は、LMICs の急速な都市化における主要な課題です。スリランカ・ゴール市の排水処理設備における汚染を特徴づけるため、医薬品下水マーカー (アセトアミノフェン、カフェイン、カルバマゼピン、コチニン、スルファメトキサゾール、スルファピリジン、アテノロール、およびアセスルファミン) を適用しました。8つのマーカーの合計濃度は、病院排水>下水処理施設 (STP) 流入水>表面排水の順でした。選択された8つのマーカーの中で、アセトアミノフェンが病院排水に多く (70.2~123.6 $\mu\text{g}/\text{L}$ )、カフェインが STP 流入水 (16.2~68.7 $\mu\text{g}/\text{L}$ ) および表面排水 (0.95~21.73 $\mu\text{g}/\text{L}$ ) で多く検出されました。次に、マーカーの適用性を評価するため、除去効率、濃度、排泄率、廃水負荷などの一連の基準について確認しました。カフェインとアセトアミノフェンは、それぞれ家庭の雑排水とトイレ排水を特徴づけるのに適していました。これらの結果から、オンサイト型排水処理設備が不十分なため家庭の雑排水とトイレ排水の両方が都市の排水システムに渡っていることが示唆されました。カルバマゼピンは、長距離にわたる病院の残留物を追跡するのに優れていることが分かりました。これらの結果は、病院の廃水処理が適切に機能しておらず、排水システムの排出物を介して地表水に到達する医薬品残留物を示していると考えられました。

地下水では3つの医薬品が検出されたことから、OSSs による排水影響が証明されました。カフェインはサンプルの89%で最大濃度 7.9 ng / L で検出され、糞便汚染が示唆されました。カルバマゼピンは最大 6.9 ng / L の濃度でサンプルの42%で検出されましたが、スルファメトキサゾールは2つのサンプルでのみ検出されました。カルバマゼピンとスルファメトキサゾールの存在も、住民の記録した薬物使用と一致していました。大腸菌はカフェイン濃度と中程度の正の相関を示し ( $\tau = 0.38$ ,  $p = 0.017$ )、短寿命の糞便細菌と廃水有機化合物が同時に存在することを示しています。硝酸塩は、カルバマゼピン濃度と有意な相関を示しました ( $\tau = 0.39$ ,  $p = 0.016$ )。糞便中の細菌と硝酸塩は、OSSs の影響を受けた家庭用井戸の微量汚染物質のスクリーニングに使用できます。スリランカの事例では、水環境に対する劣悪な衛生状態の潜在的な影響と、低中所得国で持続可能な開発目標を達成するため、衛生状態の改善の必要性を強調しています。

次に、土壌の不飽和帯における医薬品の挙動に関する考察です。これは主に排水処理設備からの有機汚染物質の除去に関連しています。この研究は、土壌マトリックス中の医薬品の吸着/脱着と生分解という2つのメカニズムに焦点を当て、非生物学的および生物学的、好気的および

嫌氣的という異なる条件下での不飽和帯における医薬品の移動性を示唆しています。その結果に基づいて、排水処理設備の効率を高めるためのアプローチについても考察しました。

OSSs 内の状態をシミュレートし、一連の実験を通じて医薬品の収着と生分解の両方について調査しました。実験には、異なるテクスチャー（ローム性砂、砂壤土、ローム）の標準土壌を使用しました。医薬品の混合物には、非抗生物質グループ（カフェイン、カルバマゼピン、アセトアミノフェン）と抗生物質グループ（スルファメトキサゾール、スルファピリジン）が含まれます。まず、OECD テスト No. 106 に従って、滅菌土壌/水比が 1 : 5、医薬混合物の初期濃度が 1~100  $\mu\text{g} / \text{L}$  の範囲の収着バッチ試験を実施し、平衡状態の試験物質量を確認しました。次に、OSSs の静的状態をシミュレートする 100 mL ポリプロピレンボトルの吸着試験を実施しました。滅菌土壌保水力の 80% で薬液を添加し、時系列でサンプリングして、薬の収着 + 自己分解を測定しました。生分解試験では土壌を下水処理プラントのバイオソリッドとインキュベーションすることで、微生物存在下での挙動を確認しました。生分解は OECD テスト No. 307 に従って、さまざまな条件、つまり好気性と嫌気性、非抗生物質対抗生物質グループという条件で確認しました。

その結果、地下 OSSs の既存のメカニズムを理解することができました。これは、不飽和帯での汚染物質輸送モデリングの重要なデータとなり、衛生工学ソリューション、抗生物質の問題、廃水バイオマーカーの適用など、他の研究の参照となると考えられます。