

A6 最終処分場浸出水処理への人工湿地導入によるエネルギー及び生態系由来温室効果ガスの変化

Effect of introducing constructed wetland in landfill leachate treatment on greenhouse gas emission from energy use and ecosystem

地球循環共生工学領域

08E11005 井上亮弥 (Ryoya INOUE)

Abstract: Constructed wetlands widely used for landfill leachate treatment in Southeast Asia have problems in outflow quality, controllability and disaster risks. However replacing them into advanced facilities requires a comprehensive evaluation in terms of performance, energy consumption and environmental burdens. The purpose of this study is to compare the greenhouse gas (GHG) emission from a constructed wetland and advanced biological treatment facility for landfill leachate treatment within the operation stages. I applied DNDC model to calculate ecosystem GHG emission from the constructed wetland. GHG emission increase by the advanced facility has been shown and to be compared with that from the constructed wetland.

Keywords: greenhouse gas emissions, constructed wetland, DNDC model, Vietnam

1. 背景と目的

東南アジアでは、急激な都市化に伴う廃棄物問題が深刻化している。この地域における主要な廃棄物処理方法は直接埋立であり、発生する浸出水は腐敗しやすい有機物やアンモニア性窒素を多く含んでいる。近年、高度処理技術と比較してエネルギー消費量や維持管理にかかるコストの少ない処理方法として、人工湿地が普及している²⁾。しかし人工湿地には処理水の水質や洪水時の汚水流出などに対して課題があり、高度処理技術に転換するべきかどうかの判断には、コスト面、安全面、エネルギー消費面、温室効果ガス排出量などの多面的な評価が必要である。本研究では、最終処分場から発生する浸出水処理に対して、人工湿地を導入した際の温室効果ガス排出量の変化を、運転時のエネルギー消費および生態系を境界として定量的に評価することを目的とする。

2. 分析手法

2. 1 浸出水処理のモデルケースの設計

対象施設をベトナム・ホーチミン市の Don thanh 処分場とした。図1に示す(1)人工湿地と(2)循環型硝化脱窒法の2種の浸出水処理フローについて、温室効果ガス排出量を評価した。実地調査結果から、処理する BOD5 を 251.1 [mg/l]，アンモニウム態窒素を 221.5 [mg/l] であるとした¹⁾。また、日平均雨量に基づいて処理水量を 1303 [m³/day] とし、ベトナムでの消費電力量あたり二酸化炭素排出原単位は先行論文に基づき 0.432 [kgCO₂/kWh] とした。

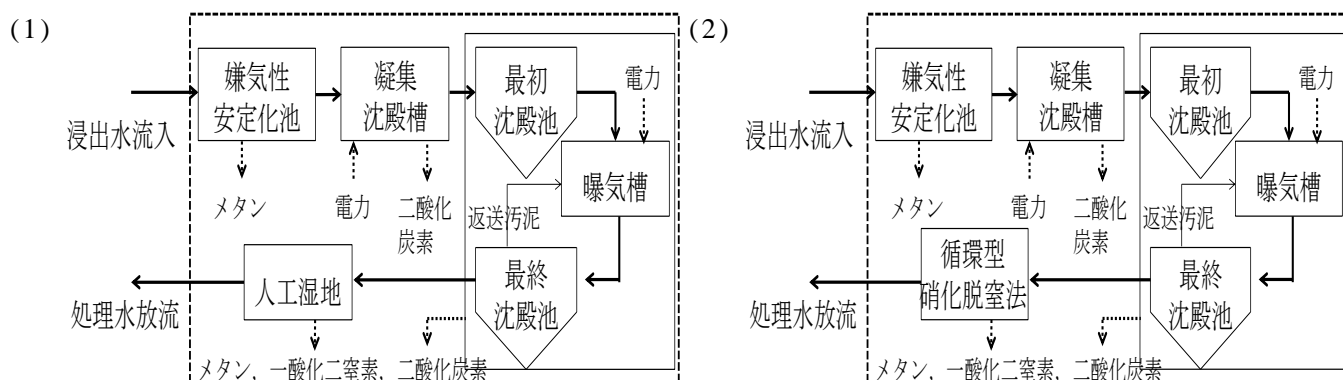


図1 評価する浸出水処理フロー

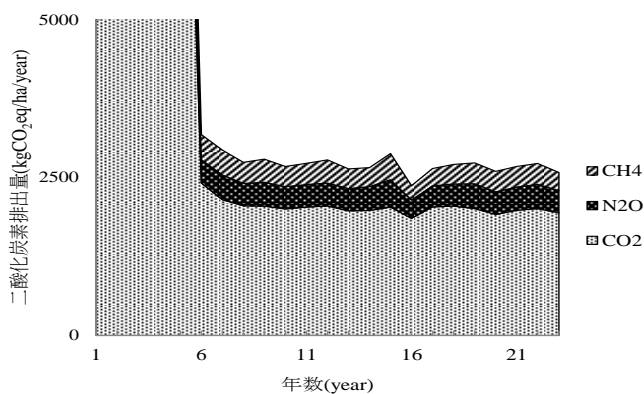


図2 DNDC モデルを用いた人工湿地からの温室効果ガス排出量

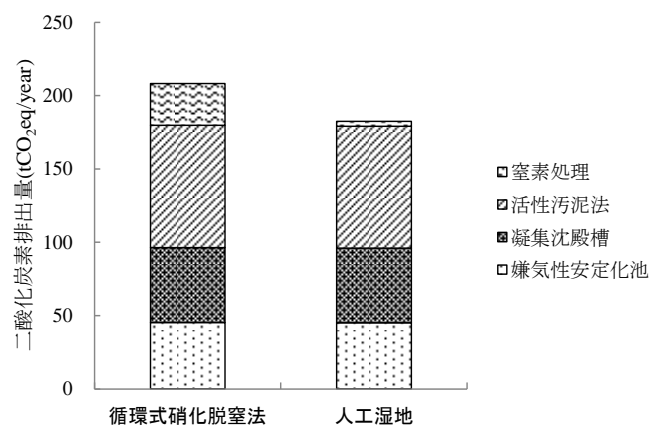


図3 温室効果ガス排出量の比較

2. 2 温室効果ガス排出量計算モデルの決定

図1に示した処理フローごとに、温室効果ガス排出量を算出した。本研究では嫌気性安定化池、凝集沈殿槽で全体の15%ずつのBOD5とアンモニウム態窒素の除去が行われ、標準活性汚泥法では残りのBOD5、人工湿地と循環式硝化脱窒法では残りのアンモニア性窒素が処理されると仮定した。嫌気性安定化池からのメタン排出量は、処理水の有機物濃度にメタン最大排出係数、メタン排出要因係数を乗じて算出した。凝集沈殿槽、標準活性汚泥法からの電力由来温室効果ガスは、電源係数に年間消費電力量を乗じて算出した。標準活性汚泥法からの生態系由来温室効果ガス排出量は、それぞれの処理水量あたりの排出係数に処理水量を乗じて算出した。循環式硝化脱窒法における温室効果ガス排出量は、処理水量あたりの消費電力に処理水量を乗じることで算出した。また、人工湿地からの温室効果ガス排出量は、DNDC (DeNitrification-DeComposition)³⁾ モデルを使用して23年間シミュレーションし、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の平均年間排出量を算出した。最後に、全てのプロセスにおける温室効果ガス排出量を合計し、浸出水処理全体からの温室効果ガス排出量を算出した。

3. 結果と考察

DNDCモデルを用いた人工湿地からの温室効果ガス排出量を図2に、各フローの温室効果ガス排出量を図3に示す。人工湿地から排出される温室効果ガス量は、シミュレーション開始時が最も高く、その後急激に低下し6年目以降はほぼ安定した。これは、植物の栽培開始直後はモデルが定常に達していないことが原因と考えられる。安定後の二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の排出量の平均値はそれぞれ2029 [kgCO₂eq/ha/year]、366 [kgCO₂eq/ha/year]、330 [kgCO₂eq/ha/year]となった。フローごとの温室効果ガス排出量は、窒素処理に循環式硝化脱窒法を適用した場合が208 [tCO₂eq/year]、人工湿地を適用した場合が186 [tCO₂eq/year]となり、温室効果ガス排出量の面から評価すると、人工湿地を適用するほうが22 [tCO₂eq/year]の削減となった。

4. 今後の課題

使用するデータの時間的・位置的に詳細化するとともに、評価する浸出水処理フローの設計を再検討することが挙げられる。また、人工湿地によるBOD5処理の可能性の検討も課題である。

参考文献

- 1) 惣田訓, 岡正雄, 藤井雄太: ベトナムホーチミン市の廃棄物埋立処分場の浸出水の処理状況, 環境技術, 42(2), 108-111, 2013.
- 2) Jan Vymazal: Removal of nutrients in various types of constructed wetlands, Science of The Total Environment, vol. 380, pp. 65-78, 2013.
- 3) Institute for the Study of Earth, Oceans and Space University of New Hampshire: DNDC Biogeochemistry Model, <<http://www.dndc.sr.unh.edu/>>(2014.12.23 参照)