

ろ材粒径と深さがろ床内の酸化・還元環境に及ぼす影響

日本大学 学生会員	○望月 裕仁
日本大学	谷口 崇至
日本大学	中村 和徳
日本大学 正会員	中野 和典

1.はじめに

一般的に窒素除去を目的とした廃水処理では、硝化を行うための酸化環境と脱窒を行うための還元環境が分けられている。これは硝化が酸素を用いてアンモニアを酸化する反応であるのに対し、脱窒は無酸素で硝酸を還元する反応であるためである。このように相反する条件が必要な硝化と脱窒を行うため、高度処理浄化槽では好気槽で生成させた硝酸を嫌気槽に返送して脱窒を行っている。人工湿地でも同様に、好氣的な濾床内で生成させた硝酸を嫌氣的な原水槽に返送して脱窒を行っている。もし人工湿地の濾床内に好気環境と嫌気環境を意図的に共存させることができれば、単独の濾床で返送を行わずに硝化と脱窒を両立できると考えられる。そこで本研究では、濾床深さ、濾材粒径、下水濃度(微生物濃度)の3条件の組み合わせによりどのように濾床内の酸化・還元環境の割合が変化するかを検証した。

2. 実験方法

濾床内の深さ 1~20cm の酸化還元電位(Eh)を測定するために 17 本の Eh 用白金電極(EP-201,FUJIWARA)を取り付けた高さ 50 cm、内径 10.5cm の円筒カラムを準備した。これに所定濃度に希釈した下水汚泥と濾材を均等に混合して投入し、濾床深さと水位が 30cm となるように調整した。Eh 値が安定するまで 5~10 分時間をおき、17 か所の異なる深さの Eh 値を測定した。Eh 値は、土壤用 Eh 計(PRN-41,FUJIWARA)を使い、単極電位と基準水素電極電位の電位差より求めた。このような手順で 3 種類の濾材(礫、砂利、砂)と下水濃度 3 条件(1,2,3%)を組み合わせて得られた Eh 値により、濾床内の酸化・還元環境の割合を比較した。

3.結果及び考察

3.1 深さと酸化・還元環境の関係

図-1 に濾材に礫を使用した条件における濾床内の酸化・還元環境と深さの関係を示す。下水濃度 1%で得られた近似曲線を見ると、濾床表面から 14cm の深さで Eh が 0mV となっている。下水濃度 2 及び 3%でも同様に、それぞれ濾床表面から 6cm 及び 4cm の深さで Eh が 0mV となっている。このように濾床表面からある深さになると大気からの酸素供給が追いつかず酸素が不足し、還元環境になることを実証することが

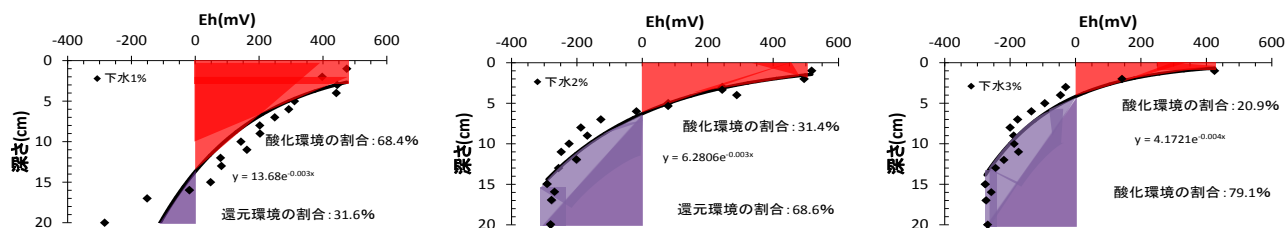


図-1 濾材に礫を使用した条件における濾床内の酸化・還元環境と深さの関係

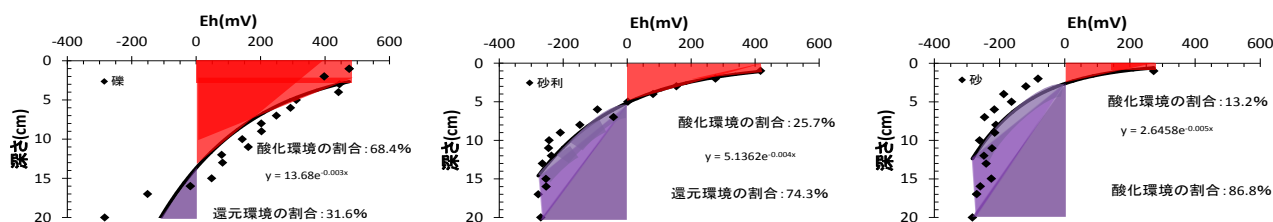


図-2 3種類の濾材で得られた濾床内の酸化・還元環境と深さの関係

キーワード: 人工湿地、酸化環境、還元環境、ろ材

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

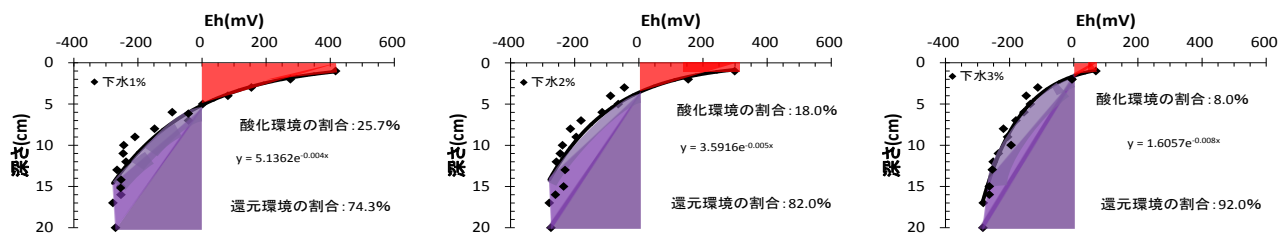


図-3 下水濃度 3 条件で得られた瀘床内の酸化・還元環境と深さの関係

できた。この結果より、人工湿地の瀘床の浅部には好気環境が、深部には嫌気環境が存在し、ひとつの瀘床内に両者が共存可能であることが示された。

3.2 粒径と酸化・還元環境の関係

図-2 に 3 種類の濾材で得られた瀘床内の酸化・還元環境と深さの関係を比較した結果を示す。礫で得られた近似曲線を見ると、瀘床表面から 14cm の深さで Eh が 0mV となっている。礫よりも粒径が小さい砂利及び砂では、それぞれ 5 及び 2.7cm の深さで Eh が 0mV となっており、濾材の粒径が小さいほど酸化環境から還元環境になる深さが浅くなることが示された。これは粒径が小さいほど瀘床表面からの酸素拡散が小さくなり、還元環境になり易いためと考えられる。Eh が 0mV になる深さで浅を酸化環境とすると、酸化環境の割合は、礫、砂利及び砂では、それぞれ 68.4、25.7 及び 13.2% となり、粒径が小さいほど酸化環境が占める割合が減少することを実証できた。この結果より、有機物やアンモニア濃度が高く、酸化環境が求められる廃水では、粒径が大きい濾材を採用する必要性が示された。

3.3 下水濃度と酸化・還元環境の関係

図-3 に濾材に砂利を使用した条件において下水濃度 3 条件で得られた瀘床内の酸化・還元環境と深さの関係を比較した結果を示す。下水濃度 1% で得られた近似曲線を見ると、瀘床表面から 5cm の深さで Eh が 0mV となっている。下水濃度 1% よりも濃度が高い 2 及び 3% では、それぞれ 4 及び 1.6cm の深さで Eh が 0mV となっており、下水濃度が高いほど酸化環境から還元環境になる深さが浅くなることが示された。下水濃度が増加することで微生物量が増加しており、酸素の消費量が増加したことで、還元環境になり易くなったと考えられる。酸化環境の割合は、下水濃度 1、2 及び 3% で、それぞれ 25.7、18.0 及び 8.0% となり、下水濃度が高いほど酸化環境が占める割合が減少することを確認できた。従って、人工湿地の瀘床内の酸化・還元環境の割合は、微生物濃度にも依存していると考えられる。

3.4 3 種類の濾材と下水濃度 3 条件の組み合わせによる酸化・還元環境の割合の変化

3 種類の濾材と下水濃度 3 条件の組み合わせで得られた瀘床内の酸化・還元環境の割合を図-4 に示した。この図より、粒径条件と下水濃度条件がどのように瀘床内の酸化・還元環境の占める割合の変化に影響を及ぼすのかを示すことができた。この結果から、全体的に酸化環境の占める割合が少ない傾向にあることが分かる。礫が最も酸化環境の創出に貢献することから、酸化・還元環境を共存させるための濾材として、礫が適していることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、瀘床内の酸化・還元環境が濾材粒径、深さ及び微生物濃度によって、どのように変化するかを検証した。検証した条件では、全体的に酸化環境の占める割合が少なく、瀘床内に好気環境と嫌気環境を共存させるためには、酸化環境の創出をより意識する必要があることが示された。

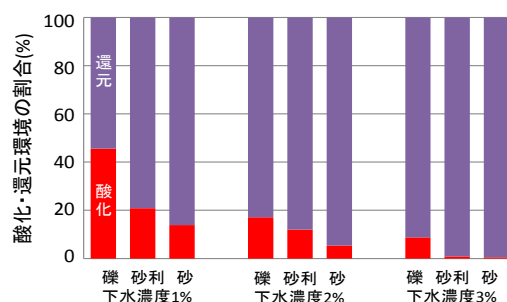


図-4 3 種類の濾材と下水濃度 3 条件の組み合わせによる酸化・還元環境の割合の変化

謝辞 本研究は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B)課題番号 15H04069 により助成を受け実施した。ここに記して謝意を表す。