

人工湿地の堆積層に及ぼすミミズの影響

日本大学

学生会員

○奈良

和海

日本大学

中村

和徳

日本大学

谷口

崇至

日本大学

正会員

中野

和典

1. はじめに

人工湿地の水質浄化メカニズムは、ろ過層内でのろ過・吸着による物理的除去と微生物が分解する生物的分解による。人工湿地の表層には、ろ過により除去された固形物の堆積層が生成するが、一般的に目詰まり等の障害が起きる事は少ない。その理由として、人工湿地では食物連鎖や腐食連鎖により堆積物が分解・利用されている事が挙げられる。例えば、ミミズが活動することにより堆積層にトンネルができ、透水性が維持されたり、空気が通り易くなることにより微生物が活性化され、有機物の分解が促進され、結果として目詰まりが生じないことが考えられる。本研究では、このような人工湿地の堆積層で想定される腐食連鎖の中で特にミミズの働きに着目し、①ミミズが存在しない条件下で堆積層が生成されると目詰まりが起きる、②堆積層にミミズが存在すると目詰まりが解消される、③ミミズが存在する条件下で堆積層が生成されると目詰まりが起きない、という3つの仮説を検証する事を目的とした実験を行い、人工湿地の堆積層に及ぼすミミズの影響について明らかにすることを試みた。

2. 実験方法

実験①：底面に排水口を設けた円筒カラムに、ろ材として砂またはリサイクルガラス造粒砂（ガラス）を充填した2系列の実験装置に下水汚泥 500～1,000ml を合計 16 回投入し（投入期間 78 日）、堆積物が蓄積した人工湿地の状況を再現する事を試みた。堆積物を蓄積させた実験装置の様子を図-1 に示す。17 回目の投入から下水汚泥の投入量を 250ml として、投入から 5 分、10 分、1 時間、12 時間、24 時間、48 時間後のろ過速度を測定した。また、ろ過水の水質を評価するため、SS、T-N、T-P、CODcr 濃度を測定した。

実験②：実験①で下水汚泥を合計 19 回投入したカラム実験装置にミミズ 3 匹を投入し、48 時間後に下水汚泥 250ml を投入して、実験①と同様にろ過速度と SS、T-N、T-P、CODcr 濃度を測定した。

実験③：ミミズ 3 匹を予め投入した実験装置（ろ材として砂とガラスを使用した 2 系列）に下水汚泥 500～1,000ml を 9 回投入し（投入期間 12 日）、実験①と同様にろ過速度を測定した。

3. 結果と考察

3.1 ミミズがろ過速度に及ぼす影響

実験①により、ミミズが存在しない状態で堆積層を形成させ、そのろ過速度を測定し、次いで実験②によりミミズを投入してろ過速度を測定し、目詰まりの解消具合を検証した。ミミズ投入前のろ過水量を 1 として、ミミズ投入効果を相対値で評価した結果を

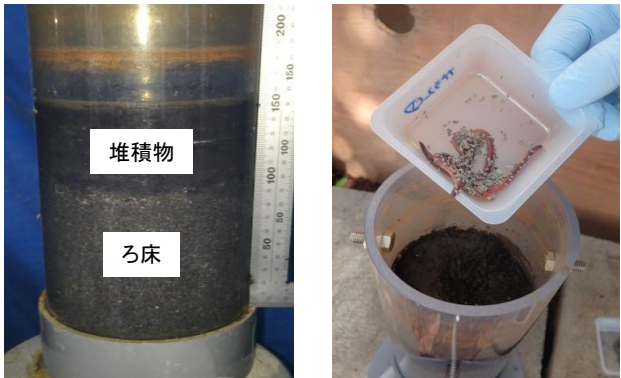


図-1 カラム実験装置に蓄積した堆積物及び投入したミミズの様子

表-1 ミミズ投入前後のろ過速度の比

ろ材	ろ過水量平均値(ml)			
	ミミズ投入前		ミミズ投入後	
	24h	48h	24h	48h
ガラス	95	129	223	229
	(1)	(1)	(2.3)	(1.8)
砂	106	141	206	210
	(1)	(1)	(1.9)	(1.5)

※()はミミズ投入前の値を1とした時の相対値を示す

表－2 ミミズ投入前後のろ過水の水質の比較

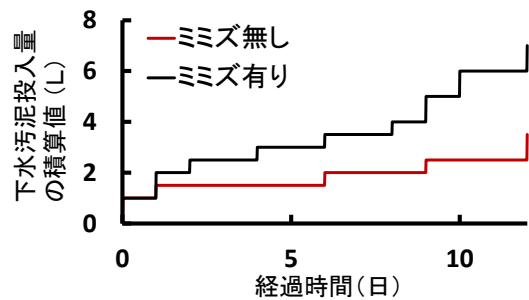
ろ材	SS(mg/L)		T-N(mg/L)		T-P(mg/L)		CODcr(mg/L)	
	ミミズ投入前	投入後	ミミズ投入前	投入後	ミミズ投入前	投入後	ミミズ投入前	投入後
ガラス	246 (3)	94 (8)	225 (3)	161 (8)	2.9 (3)	2.6 (7)	528 (3)	529 (8)
砂	179 (2)	78 (8)	265 (3)	183 (8)	0.3 (3)	0.5 (8)	205 (2)	341 (7)

（ ）は評価に用いたサンプル数を示す

表－1 に示す。ミミズを投入することで、24 時間のろ過水量では、ガラスでは 2.3 倍、砂では 1.9 倍のろ過水量が得られ、48 時間のろ過水量では、ガラスでは 1.8 倍、砂では 1.5 倍のろ過水量が得られた。このように、ミミズの存在が堆積層のろ過速度を大幅に改善し、目詰まりの解消に貢献したことから、堆積層が生成してもミミズが存在すると目詰まりが 解消されるとした仮説①と②が成立することを確認することができた。もしミミズが堆積層に留まらず、ろ床に移動すれば、堆積層の目詰まりは解消されないと考えられる。

3.2 ミミズがろ過水の水質に及ぼす影響

図－2 ミミズの有無による下水汚泥投入可能量の差



ミミズ投入前後のろ過水の水質を比較した結果を表

－2 に示す。ろ材としてガラスを充填した実験装置では、ミミズの投入により SS と T-N 濃度が明らかに改善されたのに対し、T-P と CODcr 濃度に変化はなかった。ろ材として砂を充填した実験装置では、SS と T-N 濃度はガラスと同様に明らかに改善されたが、T-P と CODcr 濃度は増加する傾向となった。このように使用するろ材により、T-P と CODcr 濃度に対するミミズ投入の影響は異なったが、ミミズの投入によりろ過水の SS と T-N 濃度が低下することが明らかとなった。ミミズが形成するトンネルは、堆積層のろ過作用を低下させると考えられる。しかし、SS と T-N 濃度は明らかに低下したことから、ろ過作用以外の要因が働いていることが示唆された。ミミズが形成されるトンネルにより堆積層中への酸素供給量が増加することから、微生物による有機物の酸化分解や硝化が促進され、SS と T-N 濃度の低下に貢献したことが推察される。

3.3 堆積層生成当初からミミズが存在していた場合の下水汚泥のろ過速度

実験①では、ミミズが存在しない条件下でろ材を充填した実験装置に下水汚泥を投入した。4 回目までの下水汚泥の投入量を図－2 のミミズ無しに示した。ミミズが存在しない条件では、2 回目の投入からろ過速度が低下し、次の下水汚泥の投入が可能になる状態になるまで時間を要した。その結果として、12 日間に投入可能な下水汚泥は 3.5L であった。これに対し実験③では、ミミズが存在する条件下で下水汚泥を投入した。実験開始から 12 日間に投入した下水汚泥量を図－2 のミミズ有りに示した。ミミズが存在する条件では、8 回目の投入後もろ過速度が低下せず、1 日に 1L の下水汚泥の投入が可能であった。この結果から、ミミズが存在する条件下で堆積層が生成されると目詰まりが起きないとした仮説③が成立することを確認することができた。実験当初に堆積層が存在しない実験③で、投入したミミズの挙動を観察した結果、ミミズは堆積層がないろ床には深く潜らず、表面付近の浅い場所に留まっていた。そのようなミミズの挙動より、ミミズがろ床より堆積層を好み、堆積層に留まり続けることが示唆され、ミミズが実際の人工湿地においても同様の効果を発揮することが推察された。

4. まとめ

本研究では人工湿地の堆積層に及ぼすミミズの影響について明らかにした。ミミズが存在しない堆積層のろ過速度は低下するが、ミミズを投入することで堆積層の目詰まりが解消され、ろ過速度を改善できることが明らかになった。ミミズがろ床より堆積層を好み、堆積層生成当初からミミズが存在していれば目詰まりが起きないことも明らかになった。さらに、ミミズの存在は、堆積層ろ過水の SS 及び T-N 濃度の低下に貢献することが明らかとなった。