

# 人工湿地の透水性と水質に及ぼすミミズの影響

日本大学工学部 学生会員 ○引地 由章  
日本大学工学部 正会員 中野 和典 武田 文彦  
東北大学大学院農学研究科 中村 和徳

## 1. はじめに

人工湿地は、人為的に造られた湿地であり、自然における浄化メカニズムを活用したエネルギーに依存しない排水処理方法として利用されている。人工湿地における浄化メカニズムは、ろ過層内での汚濁のろ過・吸着による物理的除去とろ過・吸着された汚濁が微生物により分解される生物学的除去の2つである。従来の排水処理方法である活性汚泥法では、汚濁を生物学的に除去する過程で発生した余剰汚泥は、人工的に取り除かれている。一方、人工湿地では、ろ過層内外に蓄積される堆積物や余剰汚泥は、人工的に取り除かれていない。しかし、適切に運転されている人工湿地では、これらによるろ過層の目詰まりは起こらない。本研究では、その要因として人工湿地に生息するミミズの2つの働きに注目した。1つ目は堆積物やろ過層の中をミミズが活動することによりトンネルができ、通気性と透水性を高めることである。2つ目は堆積物や余剰汚泥の団粒化を促し、それらに保水性が付加されることである。これらの働きを評価することを目的として、人工湿地表層の堆積層を模擬したカラム実験により、ミミズの存在による堆積層の透水性と流出水への影響について検討した。

## 2. 実験材料及び方法

畜産排水を処理する人工湿地の表層に形成される堆積層を想定し、乳牛の牛糞を10cm充填した円筒カラムを4系統準備し、温度を25°Cに設定したインキュベータ内に設置した。実験装置の様子を写真-1に示す。これら4系統の円筒カラムに市販の釣り餌用のミミズ(ミミズちゃん熊太郎)をそれぞれ0、1、5、40匹投入し、24時間毎に蒸留水100mlをカラム上部から流入させた。そして、カラム下部からの流出水の水質と流出水量の測定を行なった。実験は5週間継続した。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 ミミズが堆積層の透水性に及ぼす影響

蒸留水を投入して5分間に得られた流出水量の比較を図-1に示す。ミミズ0匹の条件では、5分後の流出水量が35日間ゼロであったことから、本実験で準備した牛糞を充填した円筒カラムは、目詰まりが進行した人工湿地の堆積層をよく再現出来ていたと考えられた。ミミズを1匹投入した条件では、実験開始から18日目まで5分後の流出水量がゼロであったが、21日目から右肩上がり上昇し、28日目以降は最も流出水量が多く得られた。したがってミミズの存在により人工湿地の堆積層の目詰まりが解消されることが示唆された。ミミズを5匹投入した条件では、実験開始2日目から流出水が得られ、7日目から35日目までの流出水量に多少の増減はあるが、常に流出水が得られた。ミミズを40匹投入した条件では、5匹の条件を上回る流出水量が得られていたが、25日目から下降を続け、35日目には5匹の条件より流出水量が低くなった。ミミズが存在することで土の団粒化が促され、団粒化により保水性が付加されることが報告されている。一方、ミミズの活動によりできたトンネルは、透水性を促進すると考えられる。すなわち流出水量は、団粒化による保水性とトンネルによる透水性のバランスにより左右されていたことが考えられ、35日目以前に5匹の条



写真-1 実験装置の様子

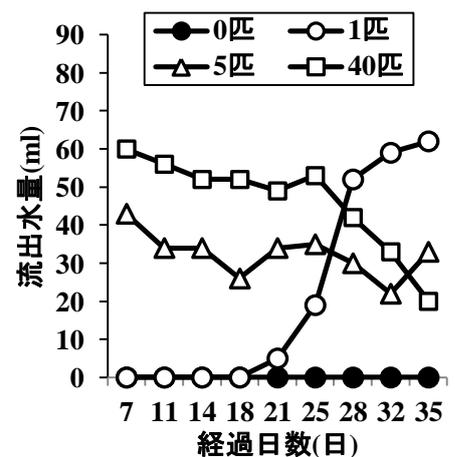


図-1 5分後の流出水量の比較

キーワード:ミミズ、人工湿地、ろ過層、通気性、透水性、保水性

件で40匹の条件より流出水量が少なかったのは、団粒化による保水性が卓越していたためと推測された。逆に40匹の条件で5匹の条件よりも流出水量が多かったのは、トンネルによる透水性が卓越していたためと推測された。40匹の条件で流出水量が低下した要因として、経過日数に伴うエサ不足が考えられる。実験初期はミズのエサとなる有機物が十分に存在していたためミズが活発に動き、堆積層を模擬した牛糞中に多数のトンネルができていたが、徐々にエサとなる有機物が減ることによりミズが活発に活動しなくなりトンネルが減り、本来存在していた団粒化による保水性の効果が卓越したことが考えられた。一方、1匹の条件ではミズ同士のエサの競合がなく、投入したミズの成長が著しかったことが実験後に明らかとなった。28日目以降に流出水量が40匹の条件を上回り最大となったのは、ミズの成長によりトンネルのサイズが大きくなったことに起因すると推測された。

### 3. 2 ミズが流出水の水質に及ぼす影響

流出水中のT-N濃度の比較を図-2に示す。ミズ0匹と1匹の条件で得られた流出水中のT-N濃度の挙動は、同様の傾向となった。T-N流出濃度は、どちらの条件も経過日数に伴いT-N濃度は減少した。しかし、その濃度は常に0匹の条件の方が高く、ミズの存在により牛糞からのT-Nの流出が抑制された。これに対し、ミズ5匹と40匹の条件ではどちらの条件も7日目から14日目にかけてT-N濃度の上昇が見られ、特に40匹の条件ではミズ0匹を大きく上回るT-N濃度が流出する結果となった。

これらの現象を明らかにするために流出水中の硝酸濃度を比較した結果を図-3に示す。どの条件においても7日から14日にかけて流出水中の硝酸濃度が上昇していたことが明らかとなった。硝酸の生成は硝化が進行していることを示唆しており、好気的な環境であることを反映している。ミズが存在する条件では、硝酸濃度はミズの数に従い高くなっていったことから、ミズの活動によるトンネルが牛糞中の通気性を高め、好気的な環境を作り出したことが示された。陰イオンである硝酸は溶出しやすいため、最も硝化が進んだミズ40匹の条件においてT-Nの流出濃度が最大となったと考えられる。したがって、ミズの活動が活発であると人工湿地の堆積層からのT-Nの流出が促進される可能性が示唆された。これは堆積層からアンモニア態窒素が除去されることを意味しており、アンモニア態窒素の吸着容量を回復させる働きとなる。一方、硝酸として溶出した窒素は植物が吸収しやすく、また、嫌気的な条件であれば脱窒が進むことになる。つまりミズは、人工湿地における窒素循環を促進する働きを担っていることが推測された。

ミズ0匹の条件においても硝酸濃度が増加していたことは、ミズによるトンネルがなくても硝化が進行したことを示している。したがって、流入させた蒸留水の透過に伴う換気効果によっても好気条件が創出されたと考えられる。さらに、0匹の条件における硝酸濃度が、ミズ1匹及び5匹の条件を上回っていることから、トンネルの存在により水の透過に伴う換気効果が阻害された可能性が示唆された。一方、40匹の条件では最も硝化が進んだことから、水の透過に伴う換気効果に依存しなくても十分な通気性が確保されていたことが考えられた。

### 4. まとめ

ミズの存在により人工湿地の堆積層の目詰まりが解消されることが示唆された。経過日数に伴う堆積層の透水性の変化はミズ生息密度によって異なり、団粒化やトンネルの生成等様々な作用の存在が推測された。また、ミズの存在は堆積層中の通気性を高め、好気的な環境を作り出すことが明らかとなった。堆積層にアンモニア態窒素が蓄積されている場合には、人工湿地における窒素循環を促進する働きを担うことが本研究により示された。

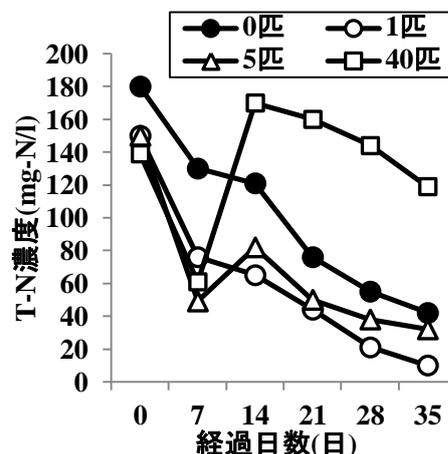


図-2 流出水の T-N 濃度の比較

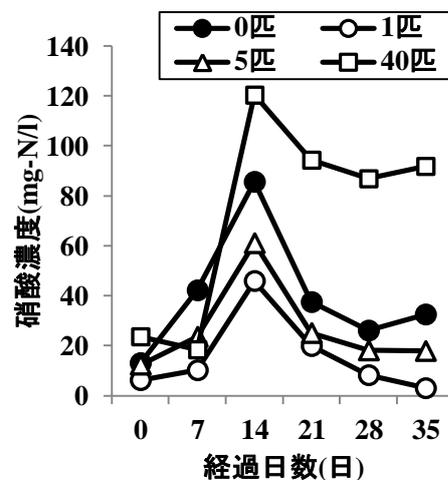


図-3 流出水の硝酸濃度の比較