

## 生分解性プラスチックを活用する地下水脱窒に関する研究

熊本大学工学部	学生会員	○守田真基子
熊本大学大学院	学生会員	金 虎
熊本大学工学部	正会員	古川憲治

## 1. はじめに

昨今、施肥などの農業活動が原因となる地下水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 汚染が進んでいる。飲料水中に $\text{NO}_3\text{-N}$ が高い濃度で含まれると健康に影響があり、メトヘモグロビン血症や幼児の場合にはブルーベビー症候群を引き起こす。そのため生物学的に $\text{NO}_3\text{-N}$ に汚染された地下水を脱窒処理することが考えられている。脱窒処理には、水素供与体としてエタノールやメタノールが使用されているが、コストの問題や有害副産物の形成などの問題がある。近年地下水の脱窒処理に炭素源として生分解性プラスチックを活用することが検討されている。本研究では、生分解性プラスチックが地下水の脱窒処理の水素供与体として十分に機能するかどうかを明らかにすることを目的に、4種類の生分解性プラスチックを用いた回分脱窒試験を行った。最も良好な成績の得られたpoly- $\beta$ -hydroxy-butyrate(以下、PHBと略す)に関して温度、形状の違いによる脱窒能の評価を行った。

## 2. 実験材料並びに方法

## 2.1 実験材料

以下に示す4種類の生分解性プラスチックを使用した。なお、PHBはペレット状と粉末状の2種類を使用した。

- ・PHB：天然物・微生物生産脂肪族ポリエステル  
(ポリ-3-ヒドロキシブチレート)
- ・ラクティール：化学合成脂肪族ポリエステル  
(ポリ乳酸；PLA)
- ・セルグリーン：化学合成脂肪族ポリエステル  
(ポリカプルラクトン；PCL)
- ・ピオノーレ：化学合成脂肪族ポリエステル  
(ポリブチレンサクシネート；PBS)

種汚泥としては実験室でメタノール及び硝酸カリウムを主体とする脱窒培地で長期間馴養調製した脱窒汚泥を使用した。培地としては、 $\text{K}_2\text{HPO}_4$

(140.0mg/l)、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (20.0mg/l)、 $\text{NaCl}$ (6.0mg/l)、 $\text{KCl}$ (2.8mg/l)、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (5.1mg/l)、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (4.1mg/l)、 $\text{KNO}_3$ (3620.0mg/l)を使用した。

## 2.2 分析方法

水質測定法としては、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度をブルシン・スルファニル酸法で測定した。TOCはSIMAZU TOC-5050Aを用いて測定した。

## 2.3 実験方法

4種類の生分解性プラスチックの回分脱窒試験は以下の手順で行った。ゴム栓に2つの25mlの注射器シリンダーをつないだ1L容の三角フラスコに脱窒培地と脱窒汚泥を入れ、水道水で1Lにメスアップした。水温は室温に保ち、実験装置は黒いビニール袋で覆った。4つの三角フラスコは多連式マグネチックスターラーを用いて、攪拌速度130rpmで同時に攪拌した。実験開始後3日間は炭素源を添加せず内生脱窒を促した。4日目に炭素源としてペレット状のPHB、ラクティール、セルグリーン、ピオノーレを各々10gずつ入れた。4日目以降は4つの三角フラスコの中で1つでも $\text{NO}_3\text{-N}$ がほぼ脱窒除去された時点で、上澄み液を捨てて再び培地を加える回分脱窒試験を行った。随時 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、pH、水温、MLSS濃度を測定した。

PHBについては水温を30℃、25℃、20℃に保って前述のような回分脱窒試験を行い、温度影響を検討した。25℃ではペレット状と粉末状の両方の形状について同様の試験を行った。

## 3. 実験結果及び考察

## 3.1 4種類の生分解性プラスチックの回分脱窒試験

図-1に $\text{NO}_3\text{-N}$ の経時変化を示した。PHBは回分試験ごとに $\text{NO}_3\text{-N}$ がほぼ完全に除去された。セルグリーンは5回目以降除去が進んだが、7回目以降PHBほど除去が進まなくなった。ラクティールとピオノーレは $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加することもあり完全に除去されることはなかった。PHBが最も脱窒の水素供与

体として優れていることがわかった。

図-2に脱窒速度の経時変化を示した。試験した4つの生分解性プラスチックの中でPHBを用いた際の脱窒速度が最も高かった。PHBを用いた脱窒試験では回分試験を重ねるにつれて脱窒速度が徐々に高まり、7回目以降は著しく増加した。7回目以降、PHBを利用して脱窒反応を行う微生物数が増加したことを示している。セルグリーンではラクティーとバイオノーレよりも高い脱窒速度が得られた。これらPHB以外の生分解性プラスチックを用いた脱窒試験では、回分培養を重ねてもPHBのように明白に脱窒速度が向上することはなかった。

図-3に実験終了時(1757.5時間後)の炭素源の重量変化を示した。PHBとセルグリーンが減少し、PHBが最も重量変化が著しかった。残りの2つでは重量変化はみられなかった。ラクティーとバイオノーレについては今回の試験条件下では脱窒活性汚泥によって全く利用されないことがわかった。

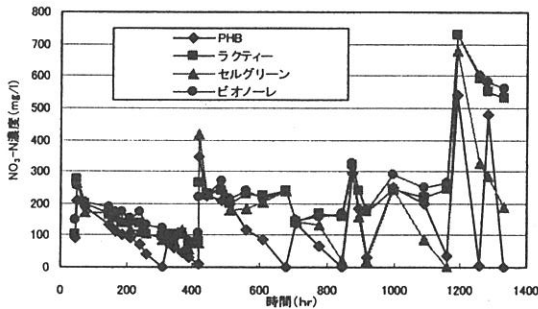


図-1 回分脱窒試験における  $\text{NO}_3\text{-N}$  の経時変化

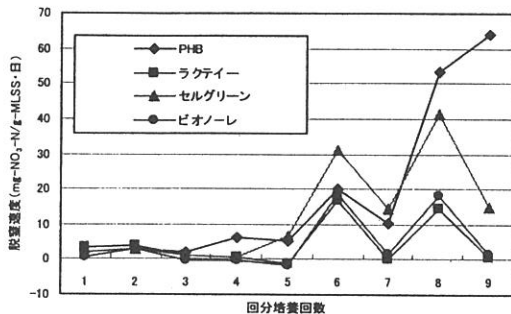


図-2 回分脱窒試験での脱窒速度の経時変化

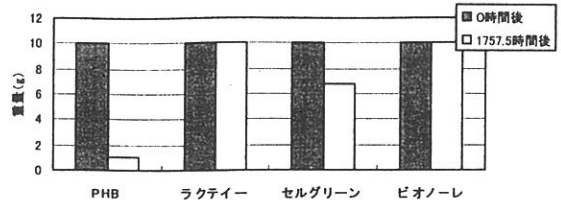


図-3 炭素源の重量変化

### 3.2 PHBの形状の違いによる回分脱窒試験

PHBの形状によって脱窒反応にどのような差がみられるか粉末状とペレット状のPHBを用いて同様の回分試験で検討した。図-4にはこの試験の結果を示した。粉末状のPHBの方がペレット状のPHBよりも高い脱窒活性の得られることがわかる。

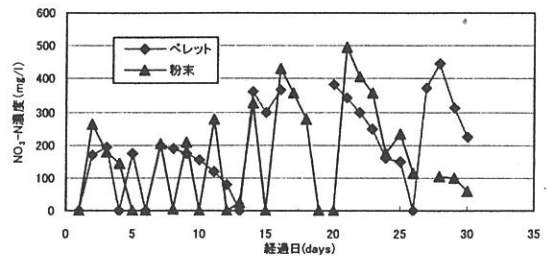


図-4  $\text{NO}_3\text{-N}$  の経時変化

### 3.3 PHBの温度の違いによる回分脱窒試験

図-5に脱窒速度の経時変化を示した。20~30℃の範囲では、30℃が最も高い脱窒速度が得られた。

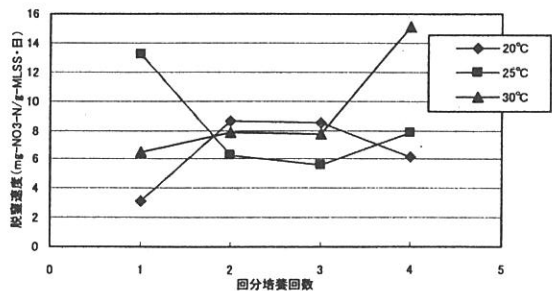


図-5 脱窒速度の経時変化

## 4. まとめ

地下水の脱窒処理において4種類の生分解性プラスチックのうちPHBが最も脱窒効果が高く、炭素源としての利用が最も期待出来るが、残りの3種類はあまり期待出来ないことがわかった。PHBはペレット状よりも粉末状の方が脱窒効果は高く、脱窒の炭素源として有用と思われる。PHBを用いた脱窒処理においても温度の影響の大きいことが明らかになった。