

生分解性プラスチック PHB を用いた硝酸性窒素除去リアクタの構築

熊本大学工学部 学生会員 千々和一也
 熊本大学工学部 非会員 中井玄一郎

熊本大学工学部 正会員 川越保徳
 熊本大学工学部 正会員 古川憲治

1. はじめに

現在、過剰施肥や畜産廃棄物の不適切な管理等に起因する地下水の硝酸性窒素汚染や、閉鎖性水域の富栄養化問題など、窒素による水環境汚染は今なお大きな課題である。特に、高濃度の硝酸性窒素を飲用した場合には体内で亜硝酸性窒素に還元され、酸素欠乏症を引き起こす危険性がある。しかし、小規模な農家や畜産家は処理コストの面などの問題を抱えている。現在、窒素除去技術の重要な柱の1つとして維持コストが安価であり、維持管理の容易である窒素除去技術の開発が求められている。

現在、生物学的処理技術での主流はメタノールなどの液状炭素源を用いる生物学的脱窒法であるが、この場合、メタノールにかかるコストや残存炭素源による2次汚染などの問題がある。

そこで、我々はこれらの問題解決のために、炭素源に生分解性プラスチックの一種である PHB(ポリ-β-ヒドロキシ酪酸)を用いる窒素除去技術の開発を検討している。これは PHB を炭素源として用いることができれば、PHB 廃棄物を再利用することによりコストの削減が期待でき、また固体状の PHB を炭素源として用いることで二次汚染の低減、さらには長期間に渡る炭素供給が可能なことにより維持管理が容易な処理プロセスの構築が可能となるためである。

我々はすでに、PHB を単一炭素源として生育でき、硝酸性窒素を窒素ガスに還元できる PHB 資化性脱窒細菌の単離に成功している。本研究では、PHB を炭素源として用いて脱窒する際の最適 pH を明らかにするとともに、PHB を用いた硝酸性窒素除去リアクタの構築する検討を行い、知見を得たので報告する。

2. 実験方法

2.1. 使用細菌

本研究では、我々の研究室で開発した PHB 充填土壌カラムリアクタ¹⁾から単離された PHB 資化性脱窒

細菌 *Ralstonia* sp.K2F 株²⁾を用いた。

2.2. 回分実験方法

300ml 容の三角フラスコに、クエン酸を炭素源とする K2F 株生育用無機塩培地を 200ml 入れ、K2F 株の前培養を行った。培養が終了した時点で前培養液に炭素源として PHB ペレットと硝酸を投入して再度 K2F 株の培養を行った。以降、硝酸カリウム添加量を段階的に上げて窒素負荷を高めることで、繰り返し回分実験を行い、K2F 株の脱窒能を調べた。培養開始前には、培地をアルゴンガスで曝気して嫌気状態とし、培養温度は 30℃、スターラーにて緩やかな攪拌を与えて培養した。

2.3. 連続実験方法

PHB ペレットを高密度に充填した不織布(図1)を、容積 1300ml のカラム内に設置し、硝酸性窒素連続除去リアクタ(図2)を構築した。これに K2F 株生育用無機塩培地を 1300ml 投入し、K2F 株の前培養液を 15% 植菌した。培養温度は 30℃とし、攪拌棒によって PHB 充填不織布が緩やかに回転攪拌する状態で、嫌気培養を行った。培養後、適宜流出液を採取し、硝酸、亜硝酸、TOC 濃度を測定した。

2.4. 分析方法

硝酸性窒素濃度はサリチル酸法³⁾、亜硝酸性窒素濃度はスルファニルアミド法、全有機炭素は全有機体炭素計(TOC-5050A 島津製作所)で分析した。

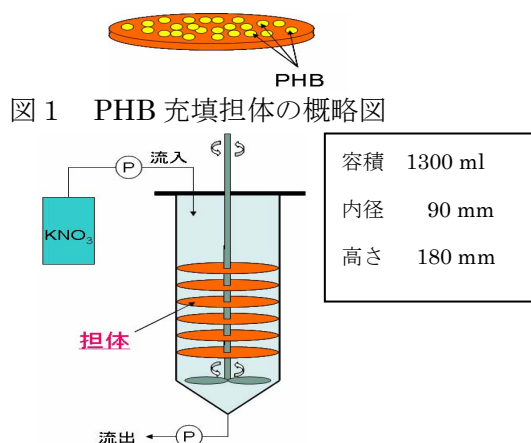


図1 PHB 充填担体の概略図

図2 PHB 充填円盤回転型リアクタ

3. 結果

3.1 回分実験

これまでの研究から、K2F 株は、クエン酸を炭素源として用いた場合には、pH6.0～ 8.0 の間で良好に生育し、脱窒能を示すことが分かっている²⁾。そこで本研究では PHB を炭素源とした場合の pH の影響を pH6.0～8.0 について調べた。図 3、図 4 に、各回分実験における硝酸性窒素、および亜硝酸性窒素の経時変化を示す。

図 3 より、硝酸性窒素濃度が 500mg/l 程度までは pH6.0 と pH7.0 での脱窒能には大きな差異はみられなかった。しかし、600mg/l では、pH6.0 の方が脱窒速度が高く、良好な脱窒能が得られることが分かった。

また図 4 より、硝酸性窒素濃度が高濃度になると pH6.0 と pH7.0 では亜硝酸性窒素の蓄積に大きな差がみられている。本結果から、pH7.0 における脱窒能の低下は、亜硝酸性窒素の蓄積に起因することが推定される。また pH8.0 では、低濃度の硝酸性窒素においても亜硝酸性窒素の蓄積がみられたことから、高 pH 条件下では亜硝酸性窒素が蓄積されやすいことが示された。

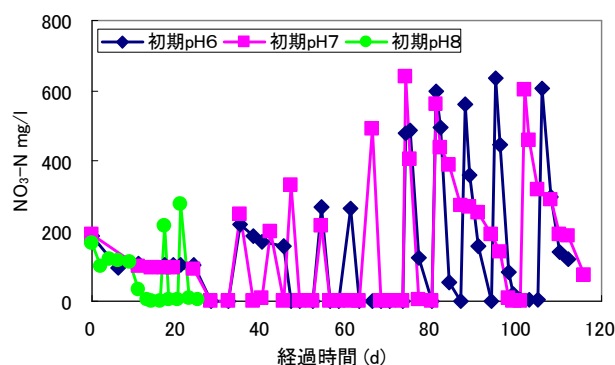
3.2 連続実験

本研究では担体と PHB を密着させることで細菌と基質との接触効率の向上を図り、リアクタ内を均一に攪拌するべく図 2 の様なリアクタを構築した。

図 5 に、連続実験における硝酸性窒素濃度と亜硝酸性窒素濃度の経時変化を示す。図 5 より明らかな様に、本リアクタでは、300mg/l の硝酸性窒素を HRT24 時間で除去可能であることが分かった。また亜硝酸性窒素の蓄積もみられなかった。ここで、5 日から 15 日目にかけての脱窒能の低下は、細菌の増殖が不十分であったこと、また、20 日から 30 日にかけては、HRT 設定のトラブルによるものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 回分実験の結果、K2F 株は初期 pH6.0 で最も高い脱窒能を示すことが明らかになった。
- 2) 今回構築した連続式リアクタにより、亜硝酸性窒素が蓄積することなく 300mg/l の硝酸を処理で



きることが明らかとなった。

図 3 硝酸性窒素濃度の経時変化

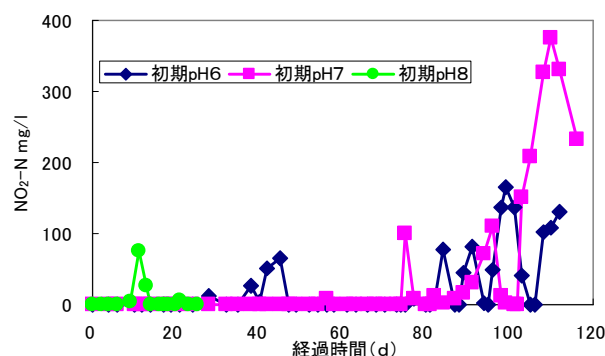


図 4 亜硝酸窒素濃度の経時変化

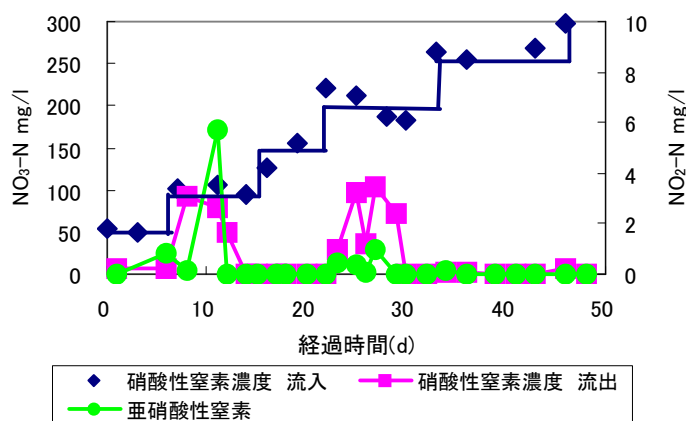


図 5 硝酸性窒素、亜硝酸性窒素濃度の経時変化

引用文献

- 1)金虎 生分解性プラスチック PHB を活用する硝酸性窒素で汚染された地下水の脱窒
- 2)中井玄一郎 第41回日本水環境学会年会 講演 演習 pp.625 (2007)
- 3)D.A.cataldo et al,Commun. Soil Science And Plant Analysis, 6(1),71-80 (1975)