

VII-230

微小電極による四万十川河床礫附着生物膜内の窒素プロファイルの測定

高知工業高等専門学校 正会員 山崎慎一
呉工業高等専門学校 正会員 山口隆司
長岡技術科学大学 正会員 原田秀樹

1. はじめに

四万十川のように河床が礫で覆われた有機物濃度の低い河川では、主に河床礫に附着した硝化細菌や藻類がその生物学的浄化に重要な役割を果たしており、従来この浄化能力の調査は、河床礫表面積当たりの窒素除去速度を求める方法等が行われてきた。しかし最近、生物処理装置で培養された生物膜の生態構造を微小電極によって解析する方法¹⁾が試みられ、この方法は河床礫附着生物膜内の窒素除去特性の評価にも適用できると考えられる。そこで本研究は、四万十川流域5地点の河床礫を採取し、pH、アンモニウム、硝酸の微小電極を使用して、河床礫に附着した生物膜の窒素プロファイルを測定し、生物膜界面の窒素除去フラックスを評価した。

2. 実験方法

河床礫は、四万十川上流から下流の5地点（志和分大橋、窪川橋、大正橋、岩間橋、具同）において、日光がよく当たっている水深30～50cmの河床から、直径20～30cmの藻類が比較的均一に附着したものを1地点につき3個ずつ採取した。微小電極は、10 μ mの先端径を有するpH、アンモニウム、硝酸の3種類を使用した。

図-1に河床礫附着生物膜のpH、アンモニウム、硝酸プロファイル測定装置を示す。培地溶液は10lとし、グルコース20mg/l、アンモニア性窒素5mg/lおよび微量無機塩類を添加した。培地温度は25℃、培地DOは飽和濃度、照度は2000ルクスとし、培地中に採取した河床礫を静置させて、各微小電極をマイクロメーターで生物膜内に50 μ mずつ挿入した。各挿入位置での電位差を電位差計（TOA HM-30S）によって検出し、生物膜内のpH、アンモニア性窒素、硝酸性窒素の濃度プロファイルを測定した。

窒素除去フラックスは、フィックの法則によって生物膜界面の濃度勾配から解析し、アンモニア性窒素の拡散係数は、 $1.7 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ （25℃）とした。

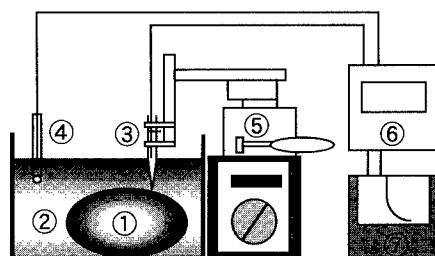
3. 実験結果および考察

3-1 微小電極の性能

pH微小電極は、pH 4～9の範囲で定量可能であった。図-2および図-3にアンモニウム、硝酸微小電極の検量線を示す。アンモニウム、硝酸微小電極ともに、アンモニア性窒素および硝酸性窒素0.1～1400mgN/lの範囲で高い相関性を有する直線関係が得られた。

3-2 河床礫生物膜内のpH、アンモニア性窒素、硝酸性窒素プロファイル

図-4に四万十川5地点の河床礫附着生物膜内のpH、アンモニア性窒素、硝酸性窒素プロファイルを示す。生



①河床礫 ②培地溶液 ③pH、アンモニウム、硝酸微小電極 ④参照電極 ⑤マイクロメーター ⑥電位差計 ⑦レコーダー

図-1 河床礫附着生物膜のpH、アンモニウム、硝酸プロファイル測定装置

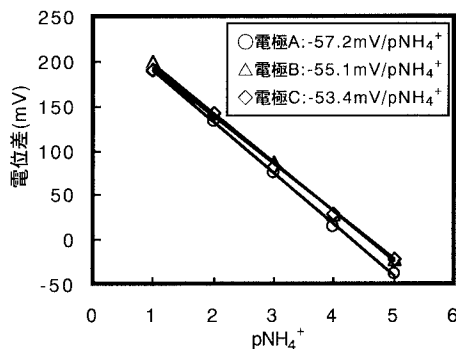


図-2 アンモニウム微小電極の検量線

キーワード：四万十川、窒素プロファイル、pH微小電極、アンモニア微小電極、硝酸微小電極

〒783-8508 高知県南国市物部乙200-1 TEL 0888-64-5671 FAX 0888-64-5581

物膜内の pH は、流域 5 地点で著しい違いはみられないが、藻類の光合成反応によって生物膜内部で若干の pH 上昇が確認された。

生物膜内のアンモニア性窒素は、流域 5 地点ともに生物膜表層部から次第に減少傾向を示し、また硝酸性窒素については増加傾向を示した。これは生物膜内に生息する硝化細菌による硝化反応あるいは藻類の摂取によるものと考えられる。また生物膜表層部と内部の硝酸性窒素の増加量は、アンモニア性窒素の減少量に対して 5 地点ともに 4～5%程度であったことから、減少したアンモニア性窒素あるいは生成される硝酸性窒素の 95%は、主に藻類に摂取されていると判断される。

生物膜界面の濃度勾配から算出したアンモニア性窒素の除去フラックスは、志和分大橋、窪川橋、大正橋で $18\sim22\text{mgNH}_4\text{-N/m}^2\cdot\text{d}$ 、岩間橋、具同で $7\text{mgNH}_4\text{-N/m}^2\cdot\text{d}$ 程度の値が得られた。よって、志和分大橋、窪川橋、大正橋は、それらの下流に位置する岩間橋、具同と比べて河床礫の窒素除去能力が大きく、一時的な負荷変動に対する安定性が高いと判断される。また生物膜が厚い程、窒素除去フラックスが高くなる傾向があり、高い窒素除去能力を維持するためには、河床礫に適度な生物膜の付着が必要と考えられる。

4. まとめ

- 1) 本研究で作成した pH 微小電極は pH 4～9、アンモニウム、硝酸微小電極はともに $0.1\sim1400\text{mgN/l}$ の定量範囲を有していた。
- 2) 四万十川河床礫付着生物膜内のアンモニア性窒素は、生物膜内に生息する硝化細菌による硝化反応あるいは藻類の摂取によって、生物膜表層部から減少傾向を示した。また減少した無機性窒素の 95%は、藻類に摂取されたと判断された。
- 3) アンモニア性窒素除去フラックスは、志和分大橋、窪川橋、大正橋の方がそれらの下流に位置する岩間橋、具同よりも高い値が得られ、窒素除去能力が大きいことが判明した。

5. 参考文献

- 1) 山崎慎一，山口隆司，原田秀樹（1998）マイクロセンサーによる嫌気性グラニュー汚泥内の硫化物の動態調査，第 32 回日本水環境学会年會講演集，p 331

謝辞

本研究は、高知県受託研究費の補助を受けて行われたものであり、ここに深く感謝の意を表します。

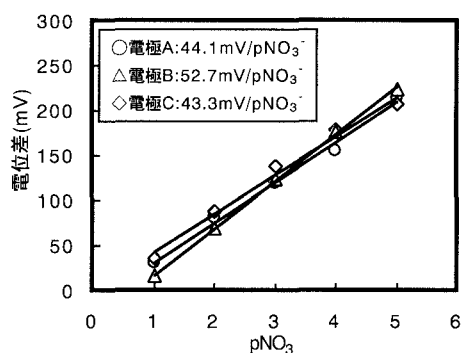


図-3 硝酸微小電極の検量線

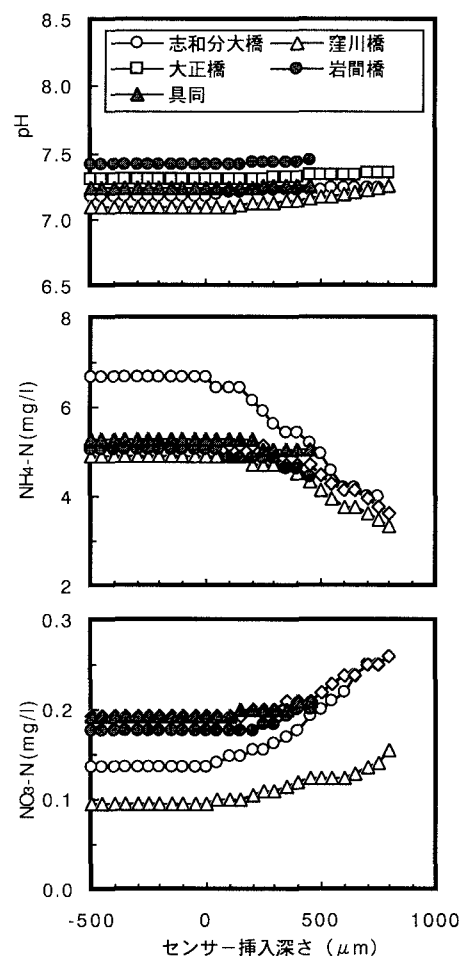


図-4 四万十川流域 5 地点の河床礫付着生物膜内の pH、アンモニア性窒素、硝酸性窒素プロファイル