

II-446 砂礫付着生物による有機・無機性窒素の消長

呉工業高等専門学校 正員 大橋 晶良
 長岡技術科学大学 正員 桃井 清至
 長岡技術科学大学 正員 原田 秀樹
 広島県 赤池 芳郎

1. はじめに

河川には、自浄作用によって河川水が浄化される一方、窒素・りん等の栄養塩濃度が高く、太陽光線が河床まで到達されるような場合には、河床に付着藻類が大量に付着増殖し、自濁作用的な現象が観察される。この現象を把握するには、河床付着生物による窒素・りんの消長機構の解明が必要である。本研究は窒素に着目し、河床付着生物によって窒素態がどのような挙動をするか、生物が付着している河床砂礫を室内に持ち帰り連続実験より検討した。

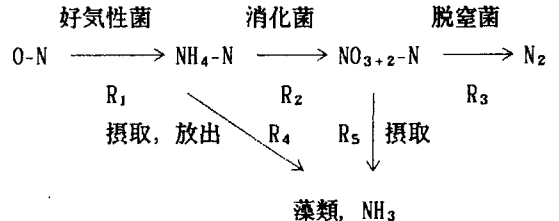
2. 実験方法及び条件

実験に使用した砂礫は、黒瀬川(流域面積240Km² 河川長50.6Kmの2級河川)の中流部より採取した。連続実験は、砂礫1個を投入した500mlの反応器に基質を定常的(滞留時間が1~7時間になるような流量で)に送る。基質は、同一地点の河川水を0.45μm メンブランフィルターで濾過し、NO₃-N、NH₄-N、グルコースをそれぞれ0~2、0~2、2~20 mg/l添加してある。また、りん酸緩衝液(イオン強度0.004)を添加しpHを7.0に、水温は20℃に制御した。ラグ期の影響を除去するために、8時間の馴致期間に滞留時間の3倍経過した後、流入と流出の基質濃

度(Kje-N、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N、全炭水化物)を測定し、各窒素態の生分解速度を求めた。付着藻類による光合成の影響を調べるために、明・暗の2条件下で、また砂礫を採取したままの自然状態とブラシで軽く付着生物が剥がし取られた剥離状態の砂礫に対する2条件下、計4条件下で実験した。基質濃度の影響を調べるために、4条件下とも滞留時間及び流入基質濃度を5,6回変化させて行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 窒素態の消長 河床付着生物は、細菌・藻類等から構成され、各窒素態は下記のように変ぼうすると考えられる。



暗条件下では、好気性菌・消化菌・脱窒菌によって有機性窒素O-Nは窒素ガスまで転換される。明条件下では、これらの細菌の作用に加えて、藻類の光合成によりNO₃-Nが摂取され、また、NH₄-Nの直接的

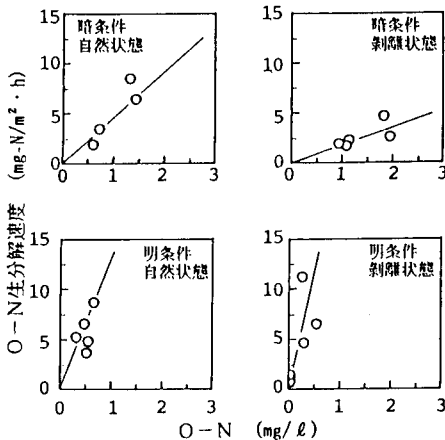


図-1 O-Nの生分解速度

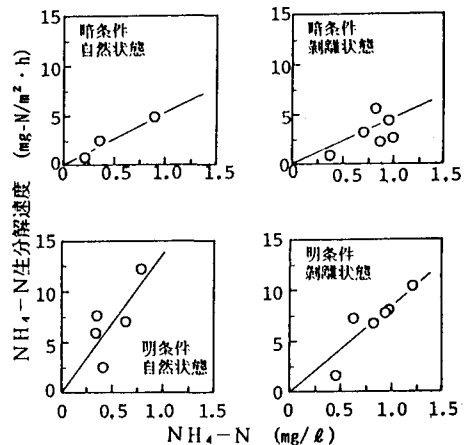


図-2 NH₄-Nの生分解速度

・間接的なとりこみ及び大気中に NH_3 として放出されるという報告がある。なお、 $\text{NO}_2\text{-N}$ も経由すると思われるが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が小さく変化も小さいことから、 $\text{NO}_2\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ を合わせ $\text{NO}_{3+2}\text{-N}$ として考察することが可能と考えられる。

3-2 生分解速度 各窒素態の生分解速度は各窒素態の濃度変化量と経過前の窒素態の濃度変化を考慮して算出することができる。なお、暗条件下では光合成の影響を除外し、 R_4, R_5 を零と仮定する。明条件下では、脱窒量よりも藻類への摂取及びアンモニアの放出量の方が大きく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_{3+2}\text{-N}$ からの藻類への摂取速度定数が同じと仮定すると、 $\text{NO}_{3+2}\text{-N}$ の代わりに無機性窒素 I-N の生分解速度として表すことができる。図-1~3に O-N 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_{3+2}\text{-N}$ 、 I-N の単位砂礫表面積当りの生分解速度を示す。各窒素態とも濃度に対して線形関係が見られ生分解速度は1次反応で表すことができると推察される。これは、本実験濃度範囲が低濃度であることに起因していると推測される。

3-3 生分解速度定数 各窒素態の1次反応生分解速度定数および全炭水化物最大生分解速度を図-4に示す。 O-N 、全炭水化物の有機成分では、明条件下の方が生分解速度は大きい。これは、光合成により溶存酸素濃度が高くなり、好気性菌の活性が高まるために起こったと推察される。一方、明条件下の自然と剥離状態とでは、生物量の多い自然状態の方が生分解速度が遅くなっているが、藻類・細菌の代謝産物によって見掛け上の速度が遅くなったと推測される。 $\text{NH}_4\text{-N}$ も同様に明条件下の方が大きい

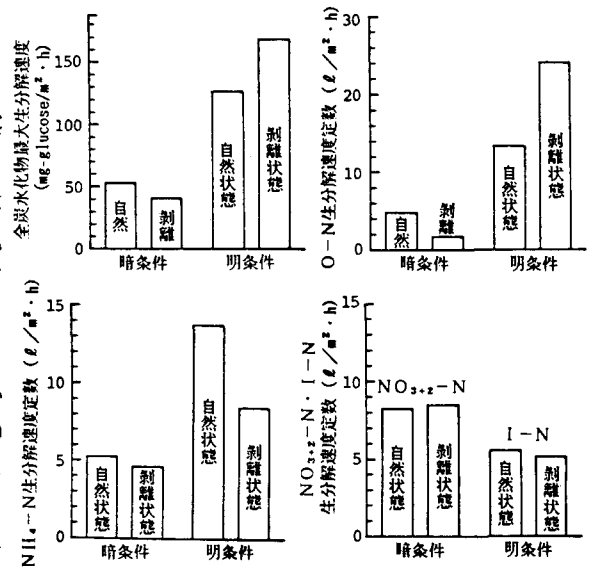


図-4 生分解速度定数

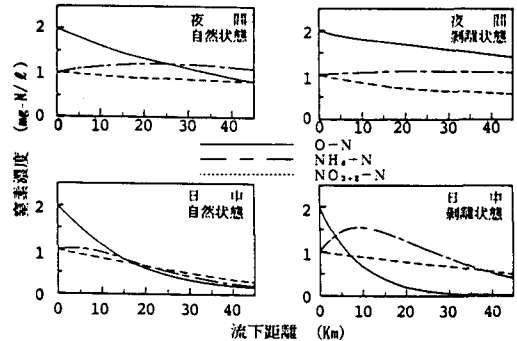


図-5 河川の窒素態挙動の一例

が、剥離状態よりも自然状態の方が大きくなっている。 $\text{NO}_{3+2}\text{-N}$ 、 I-N は、自然と剥離状態による差はほとんど見られなく、生物量による影響は少ないと考えられる。

3-4 河川の窒素態挙動 河川の流れを1次元のプラグ流れ、生分解は河床付着生物のみによって行われると仮定し、前節の生分解速度定数を用いて河川の窒素態挙動をシミュレーションした結果の一例を図-5に示す。夜間よりも日中の方が各窒素態とも流下とともに速やかに除去されており、光合成の役割が大きいことを示唆している。

4. おわりに

砂礫付着生物による窒素態の生分解は1次反応で表され、日中は光合成の作用によって生分解速度は速くなる。しかし藻類は窒素態を摂取し増殖するため、今後、窒素摂取量の定量化が重要と思われる。

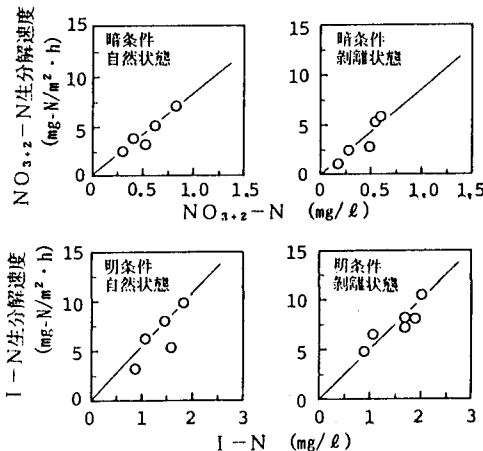


図-3 $\text{NO}_{3+2}\text{-N}$ 、 I-N の生分解速度