

Ⅶ－８ 河床礫付着生物の窒素除去特性に関する基礎的研究

東洋電化工業株式会社 正会員 ○鎌倉利充
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

近年河川では、流域住民の人口増加や生活様式の変化に伴う汚濁負荷量の増加、また河川防災工事による生態環境の変化に対して、下水道整備の拡充や生態系を考慮した河川改修等の検討が進められている。しかしこれらの施行には、同時に河川水質浄化に関与する各種生物の機能や能力についても把握しておくことが重要である。一般に河床が礫で覆われた河川の水質浄化には、河床礫表面に付着した藻類、有機物酸化細菌、硝化細菌が主要な役割を果たしていると考えられている。そこで本研究は、河川の富栄養化現象の原因物質の一つであるアンモニア性窒素の除去特性の把握を目的として、河床礫を用いた窒素除去回分実験を行ない、まず河床礫に付着している藻類と硝化細菌の窒素除去に及ぼす役割を藻類摂取速度、硝化速度を測定して評価した。次いでこの窒素除去速度に及ぼす照度の影響についても検討した。

2. 実験方法

2.1 実験装置および分析方法

図1に窒素除去回分実験装置（CASE1の場合）を示す¹⁾。回分実験に用いた河床礫は、高知県の一級河川物部川の新物部川橋下より各実験条件につき4個採取し、水深約30cmの河床から直径20cm程度の大きさの生物膜が比較的均一に付着したものを選定した。採取した河床礫は8 lの培地が入った樹脂製容器の中に静置させた。培地には有機炭素源としてグルコース(20mg/l)、窒素源として NH_4Cl ($\text{NH}_4\text{-N}$ で5mg/l)、pH緩衝剤としてリン酸塩と微量の無機塩類が含まれている。培地温度を25℃、DOを飽和濃度に維持し、1日1回の頻度で培地を採取してpH、水温、アンモニア性窒素濃度、亜硝酸性窒素濃度、硝酸性窒素濃度を分析した。各々の無機性窒素の分析には、培地を5A濾紙で透過した液をデジタルフィルター式光度計（HACH社製DR/700）を使用した。アンモニア性窒素除去速度は、時間当たりの最大窒素減少量を河床礫表面積で除して算出した。

2.2 実験条件

表1に実験条件を示す。本研究ではCASE1としてアンモニア性窒素の藻類摂取速度と硝化速度の比較実験、CASE2としてアンモニア性窒素除去速度に及ぼす照度の影響実験の2通りの実験を行った。

CASE1では、照度を4400ルクスとしアンモニア性窒素の藻類摂取と硝化が同時進行するRUN1-1、樹脂製容器を遮光し硝化のみが進行するRUN 1-2、硝化阻害剤（アリルチオ尿酸2mg/l）を添加し藻類摂取のみが進行するRUN1-3、藻類摂取および硝化が共に進行しないRUN1-4の4条件で行った。

CASE2では、光照射下において各々の樹脂製容器を透明度の異なるアクリル板で蓋をし、照度を4400～550ルクスの4条件に設定した。

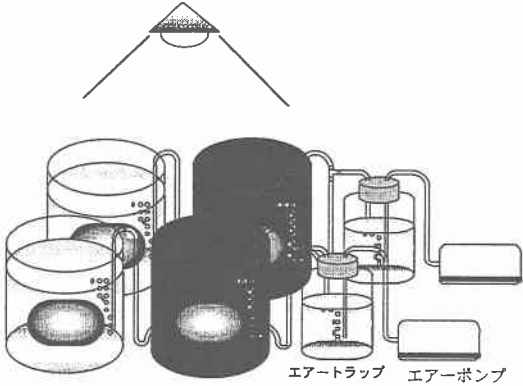


図1 窒素除去実験装置（CASE1 場合）

表1 実験条件

CASE	RUN	光照射	照度 (ルクス)	硝化阻害剤(mg/l)
1	1-1	有	4400	0
	1-2	無	0	0
	1-3	有	4400	2
	1-4	無	0	2
2	2-1	有	4400	0
	2-2	有	3300	0
	2-3	有	1000	0
	2-4	有	550	0

1) 採取場所：新物部川橋下

2) 摂取時期：CASE1 は11月10日、CASE2 は11月24日

3. 実験結果および考察

3.1 アンモニア性窒素の藻類摂取速度及び硝化速度の比較

図2に明暗条件および阻害剤有無におけるアンモニア性窒素除去速度の比較を示す。明条件下における培地中のアンモニア性窒素は、藻類摂取および硝化を受けて次第に減少し、培養6日目ではほぼ消失した (RUN1-1)。一方暗条件下におけるアンモニア性窒素は (RUN1-2)、9日間を通じてさほど減少せず、硝化によるアンモニア性窒素の減少量は少ないと判断される。硝化阻害剤を添加した明条件下のアンモニア性窒素の減少速度は (RUN1-3)、阻害剤を添加しない場合 (RUN1-1) と比較して若干低いことがわかる。これは上述した硝化によるアンモニア性窒素の減少量が少ないことを裏付けている。また暗条件の場合は (RUN1-4)、9日間を通じてアンモニア性窒素の減少は生じなかった。

表2にアンモニア性窒素除去速度の比較を示す。藻類摂取と硝化が同時に進行している場合の除去速度は $102\text{mgNH}_4/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 、硝化のみの場合の除去速度は $12\text{mgNH}_4/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 、藻類摂取のみの場合の除去速度は $67\text{mgNH}_4/\text{m}^2\cdot\text{d}$ の値が得られた。よってアンモニア性窒素の藻類摂取速度は硝化速度より5倍以上速いことが明らかになった。

3.2 アンモニア性窒素除去速度に及ぼす照度の影響

図3にアンモニア性窒素除去速度に及ぼす照度の影響を示す。培地中のアンモニア性窒素の除去速度は、照度が4400ルクスから550ルクスに低くなるほど遅くなる傾向が確認された。また硝化によって生成される硝酸性窒素も照度が低下するほど培地中に蓄積する傾向がみられた。これは藻類の光合成が照度低下により抑制され、アンモニア性窒素などの無機性窒素の摂取量が減少したためと判断される。

河川水中のアンモニア性窒素の除去速度を向上させるには、河床に生物が付着し易く、長い日照時間を確保でき、また水深が浅く、濁りを少なくして水中照度を高めることが重要と考えられる。

4. まとめ

1) アンモニア性窒素の藻類摂取速度と硝化速度を比較した結果、藻類摂取速度は硝化速度に比べて5倍以上大きい値を得た。よって河床礫に付着した藻類は、アンモニア性窒素除去を主に担っていると判断された。

2) アンモニア性窒素除去速度に及ぼす照度の影響は、照度が低下するほど除去速度が低下する傾向を確認した。アンモニア性窒素除去の促進には、水中照度を高めることが重要と考えられた。

5. 参考文献

1) 川内ら (1998) 四十万十川における河床礫付着微生物の窒素除去性能の調査,土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集,503-503

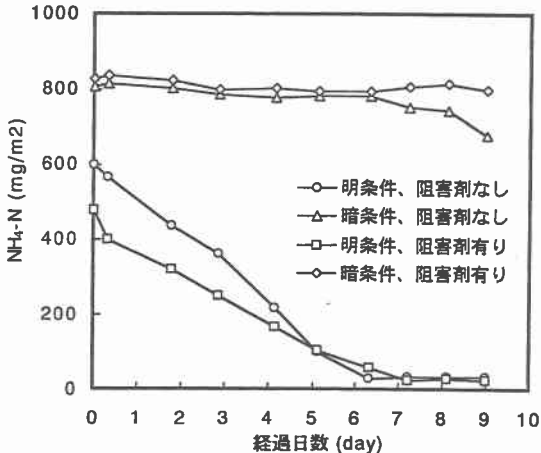


図2 明暗条件および阻害剤の有無におけるアンモニア性窒素除去速度の比較

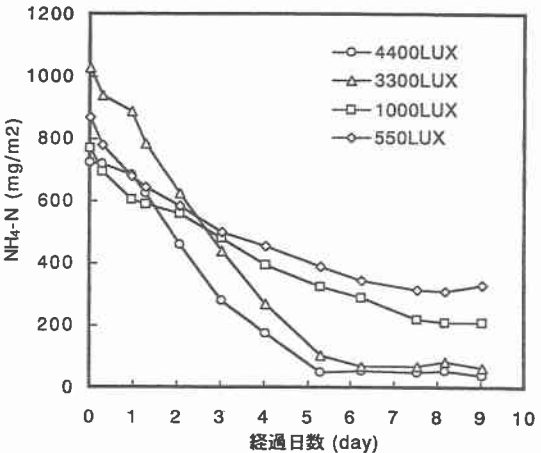


図3 アンモニア性窒素除去速度に及ぼす照度の影響

表2 アンモニア性窒素除去速度の比較

CASE	RUN	アンモニア性窒素除去速度 ($\text{mgNH}_4/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	アンモニア性窒素の 反応形態
1	1-1	102	藻類摂取 + 硝化
	1-2	12	硝化
	1-3	67	藻類摂取
	1-4	0	—
2	2-1	214	藻類摂取 + 硝化
	2-2	197	
	2-3	60	
	2-4	50	