

II-314 水域の自浄作用——底泥微生物の無機窒素の酸化・還元・脱窒活性の測定

九州産業大学工学部

正員 白地 哲也
正員 近藤 満雄

序論 自然界は水域富栄養化の原因物質の一つである無機窒素に対して素晴らしい浄化機構を持っている。 NH_4^+-N を酸化し NO_2^--N に変える亜硝酸菌、 NO_2^--N を酸化し NO_3^--N に変える硝酸菌、有機物の存在下で NO_3^--N や NO_2^--N を嫌氣的に還元し N_2 ガスに変える脱窒菌がそうである。筆者は自然水域におけるこれらの細菌の生息分布密度と水環境との関係に興味を持ち、研究してきたので報告する。

目的 底泥微生物の無機窒素の酸化活性・還元活性・脱窒活性の測定法を確立し、それに基づき、自然水域における自浄作用の実態を調べ、自浄作用の本質を明らかにするとともに、自浄作用の大きさを数量化すること。これらの活性が水環境の指標に使えるか検討すること。

方法 ①. 底泥 感潮域を除く、筑後川の上流より下流にかけて18～19地点の、ゆるやかな流れのある川底の表面の底泥を採取した。6mmのフルイを通過したものをよく水を切り、一様に混合して用いる。

②. 酸化・還元・脱窒活性 1地点につき2個のビーカーに底泥を20gずつ入れ、両方のビーカーに無機窒素溶液一定量を加える。加える物質の濃度・溶剂量・反応時間は表-1に示す通りである。1つは直ちに、他の1つは20℃で一定時間インキュベートした後、それぞれ10倍量の純水を加え、よく攪拌後濾過する。この両方の濾液中の NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N の濃度を測定し、差をとり変化量を求める。③. 底泥の粒土分析 各地点の底泥を乾燥させ、粒土分析を行ない、底泥1g当りの表面積を求める。

結果と検討 筆者はこれまで、20℃で一定時間(物質によって異なる)に、底泥1gが無機窒素何グラム酸化、還元、脱窒するかを活性の定義にしてきた。しかし、この定義に従って、自然水域の分解活性の調査を行うと、季節的変動・降雨による土砂の流失・サンプリング地点の選定等によって活性は大きな影響を受け、自然水域固有の特性は隠れてしまい、調査毎に大きく変動するデータの解釈に甚慮することが多かった。

今回、筆者は粒土分析のデータから底泥1g当りの表面積を算出し、これに従

表-1

加える物質	濃度	溶剂量	反応時間
NO_2^--N	10 $\mu\text{g}/\text{ml}$	2 ml	12 hr
NO_2^--N	64 $\mu\text{g}/\text{ml}$	3 ml	48 hr
CH_3H	50 mg/ml		
NH_4^+-N	20 $\mu\text{g}/\text{ml}$	4 ml	48 hr

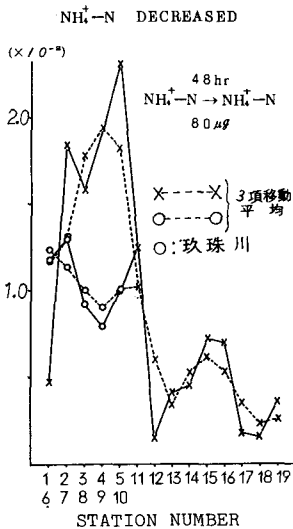


図-1

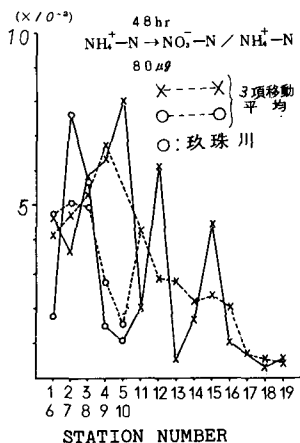


図-2

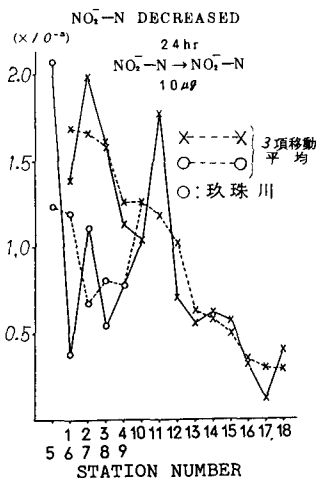


図-3

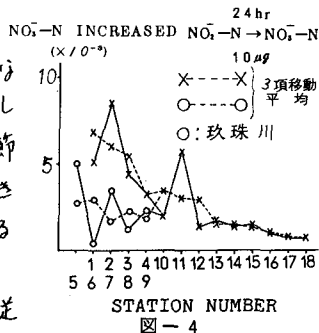


図-4

来の活性値を割ったところ、自然水域固有の特性が実に明瞭に、確実に表われることが分た。以下に示すデータは活性の単位に物質分解量 (μg) / 底泥総表面積 (mm^2)、此の場合は $1/\text{底泥総表面積} (\text{mm}^2)$ を用いている。

グラフの実線は実測値、点線は3項移動平均法(最上流の2地点と最下流の1地点は2項平均、合流点の2支川の平均で求めた。)で求めた平滑曲線、全体の傾向を示すものである。

底泥に $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ を加えた時、底泥微生物の酸化活性のため、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ は減少するが、この活性と、この時の $[\text{NO}_3^- - \text{N}] / [\text{NH}_4^+ - \text{N}]$ は清浄な上流程大きく、下流や汚濁の大きい地点程小さい(図1, 2)。

底泥に $\text{NO}_2^- - \text{N}$ を加えた時、微生物によって $\text{NO}_2^- - \text{N}$ は $\text{NO}_3^- - \text{N}$ に酸化されるが、この活性も、この時の $[\text{NO}_3^- - \text{N}] / [\text{NH}_4^+ - \text{N}]$ も清浄な上流程大きく、下流や汚濁の大きい地点程小さい(図3, 4, 5)。

底泥に $\text{NO}_3^- - \text{N}$ と CH_3OH を加えると、微生物によって $\text{NO}_3^- - \text{N}$ が還元され N_2 になり、脱窒され、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ は減少するが、この活性も、この時の $[\text{NO}_3^- - \text{N}] / [\text{NH}_4^+ - \text{N}]$ や $[\text{NO}_3^- - \text{N}] / [\text{NO}_2^- - \text{N}]$ も清浄な上流程大きく、下流や汚濁の大きい地点程小さい(図6, 7, 8)。

上流の2支川では、山地流の多い大山川は平地流の玖珠川に比べて、これらの活性が格段に高いことが分る。平地流の玖珠川は上流とはいふものの、生活排水・観光排水・農業排水の影響をもろに受け、中流から下流並みに自浄作用が低下していることが分る。大山川は松原ダムで水系が分断され、流量が乏しいものの、山地が幸いして、自浄作用が高いことが分る。山地が分解微生物の供給源となっているのかも知れない。

久留米市の都市排水の影響を受ける最下流の2地点は自浄作用が極めて低下していることが分る。

清浄な上流程底泥単位表面積当りの無機窒素の酸化・還元・脱窒微生物の生息分布密度が高いことが分る。逆に下流や汚濁のひどい地点程底泥単位表面積当りのこれらの微生物の生息分布密度が低いことが分る。

これらの活性が清浄な地点程高く、汚濁の大きい地点程低いことは、正にこれらの活性が水環境の指標になり得ることを意味している。

結論 ①. 自浄作用を表わす無機窒素の酸化・還元・脱窒活性の定義は、一定量の底泥に無機窒素を一定量加えて20℃で一時間(物質によって異なる)インキュベートした時の物質変化量/底泥総表面積が適切である。

②. 無機窒素の酸化・還元・脱窒活性は水環境の指標となる。

<謝 辞> 本研究に協力していただいた卒業研究の学生諸君に厚く感謝する。

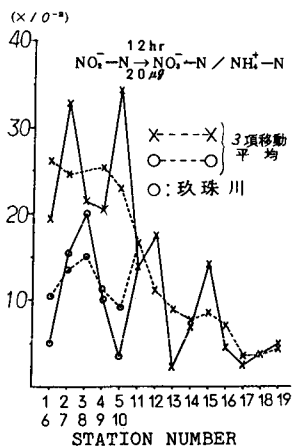


図 - 5

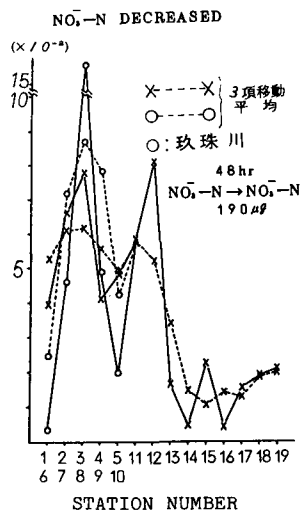


図 - 6

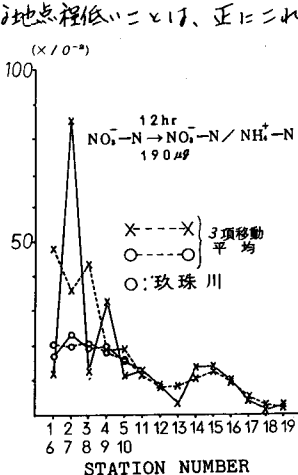


図 - 7

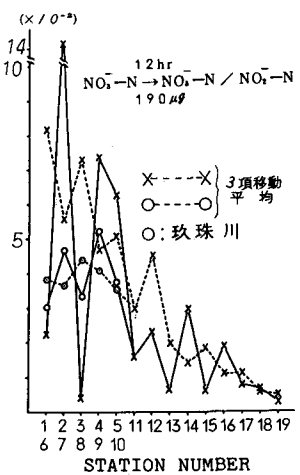


図 - 8