

北海道大学工学部 正員 橘 治国 大室 敏
荏原インフィルコ 木村直人

1. 目的

河川における水質浄化作用は、河床生物膜に生息する微生物による有機物分解あるいはリン・窒素等の栄養塩摂取に負うところは大きい。昭和30~40年代の有機汚濁の著しい時代は、底棲微生物主にバクテリアによる有機物分解が研究のメインテーマであったが、環境基準が設定され目標値がかなり達成された現在、富栄養化防止と関連して栄養塩摂取機構の解明に重点が置かれるようになった。しかしいずれの場合も、生物膜による水質浄化については、水質の流程変化や時間変動から、あるいは室内モデル実験によって検討される場合が多く、河川での実際の状況の調査から解析された例は少ない。本研究は、自然河川を対象に河床生物膜の化学的・生物学的組成を分析し、その成因を推定するとともに、栄養塩を中心とした水質変換機能との関連を、室内実験あるいは物質収支調査に基づき明らかにしようとするものである。本報告では、第一報として、河床生物膜組成の一般的特性や水質との関連について述べる。

2. 研究方法

2.1 対象河川 河床生物膜の一般的組成を把握するため、汚濁レベルの異なる地点を広範囲に選択することとした。対象河川は、札幌市内を貫流する豊平川(支川を含む)とパルプ工場排水で有機汚濁の著しい牛朱別川である。図1に対象河川の概況と調査地点を、表1に水質分析結果の例を示した。

2.2 調査時期 生物膜組成を比較できるように天候および流速の安定した短期間に調査した。第1回調査は、1983年10月8日から11月5日に実施した。水温は、牛朱別川山陽国策パルプ工場排水口下流(P2, 15.4℃)を除くと、4.0~10.4℃である。第2回調査(牛朱別川を除く)は、1984年9月22日に実施した。水温は、15.2~21.8℃である。

2.3 生物膜採取 原則として、大礫の水面側の生物膜を現場で剥ぎ取り、冷蔵や凍結乾燥あるいはホルマリン固定して保存した。

2.4 分析項目(生物膜) 乾燥重量、強熱減量、Chl-a、元素分析等の化学分析と、従属栄養細菌(好気性)、嫌気性細菌、真菌類、機能別細菌群(脱窒、アンモニウム塩酸化、亜硝酸塩酸化等)等の細菌分析およびアラント

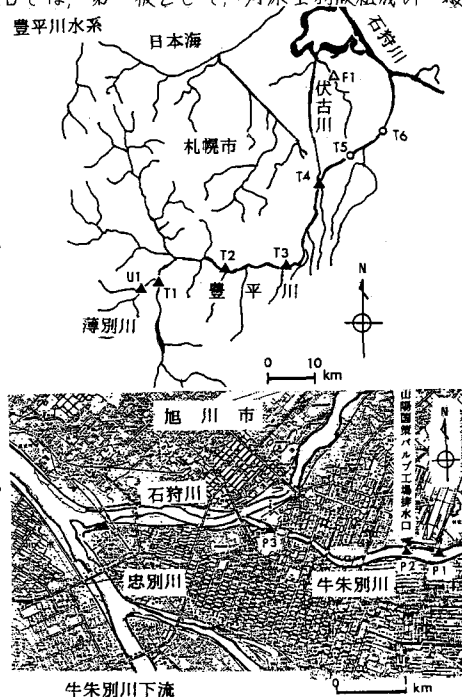


図1 対象河川の概況

表1 水質分析結果の一例

St.	Date	Q m ³ /s	Ta ℃	Tw ℃	pH	Cond. μS/cm	DO mg/l	SS mg/l	BOD mg/l	TOC mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a μg/l	Aerobes n/ml	Cl ⁻ mg/l
T1	10/8/83	3.28	15.7	8.0	7.2	113	9.1	1	0.8	2.3	0.30	0.009	0.6	6.7E2	4.5
T1	10/22/83	2.56	7.8	4.0	7.0	118	11.7	1	1.2	2.5	0.42	0.044	0.8	1.1E3	5.3
U1	"	1.97	10.2	4.8	6.4	87.0	11.8	1	1.5	2.2	0.19	0.012	0.4	2.8E2	4.7
T2	"	0.066	6.8	6.9	7.0	206	12.8	1.	1.9	3.1	0.78	-	2.8	2.1E3	9.7
T3	"	0.603	9.2	6.3	7.1	1050	11.8	2	-	3.2	6.94	0.026	2.8	2.5E3	30.3
T4	"	6.17	4.9	6.0	7.5	222	12.3	2	3.9	1.8	0.31	0.011	1.3	1.4E3	23.8
P1	11/4/83	-	7.5	7.2	7.1	128	12.7	3	2.7	3.1	1.12	0.031	2.5	1.3E4	7.4
P2	"	3.40	7.5	15.4	6.7	1010	8.8	85	80.1	74.5	3.33	0.235	5.6	1.3E5	163
P3	11/5/83	7.55	2.9	6.2	6.6	374	9.2	25	22.2	27.7	1.97	0.085	3.8	8.0E4	127
F1	11/5/83	0.745	13.0	10.4	6.7	679	8.4	25	5.2	13.9	-	0.200	2.8	3.2E4	154

ン観察を行った。

3. 結果の要約(第1回調査結果を中心に記す。)

3.1 生物膜付着量について

図2 流速Vb(礫面上2~3cm)とDW(乾燥重量), 1L(強熱減量),

IL/DW] 水質によって

付着量に差があるものの、多くは流速(剪断力と対応)の増加とともに、DW, ILが減少すること、この傾向がDWで大きいIL/DW(有機物割合)も増加することが認められる。

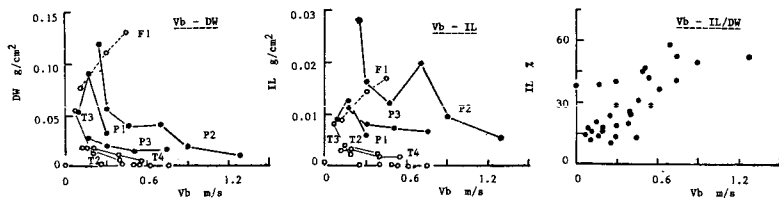


図2 VbとDW, IL, IL/DW

3.2 化学組成分析(図3 ILとTC, TN, Chl-a) ILに対するC, N含量は、各々約50%, 7%で、有機物含量や生物膜組成による変化は少ない。C/Nは、約8で通常の微生物についての値である。

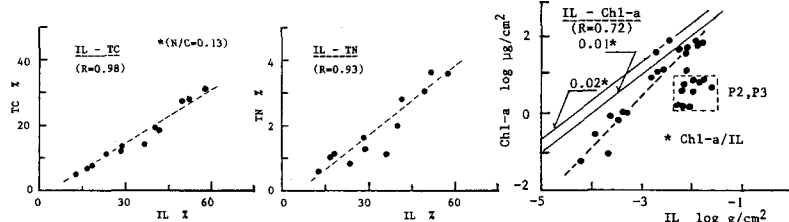
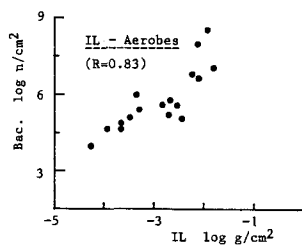


図3 ILとTC, TN, Chl-a

Chl-a含量は、有機汚濁の著しいパルプ工場排水流入点下流(P2, P3)を除き、ILとともに増加する。またILが増加すると、藻類組成(Chl-a/IL, 0.01~0.02)に近くなり、藻類の割合が高くなる。ILが0.01g/cm²で、30~60%が藻類と推測される。なおChl-a, b, cの濃度分布から、有機物量(IL)の少ない清澄な地点で珪藻類、有機物量の多い汚濁した地点では、緑藻類・藍藻類の存在割合が高い傾向にあった。

3.3 細菌分析(図4 ILと従属栄養細菌数, 図5 従属栄養細菌数と嫌気性細菌数, 真菌類数, 図6 従属栄養細菌数と窒素関連細菌数) 細菌数はILとともに増加し、有機物量に支配される。ただし従属栄養細菌数に対し、嫌気性細菌や真菌類数は1オーダー以上少なく、また細菌数の増加に対し各々の割合は低下するので、好気性菌の働きが重要である。脱窒菌や独立栄養細菌であるアンモニア塩酸化および亜硝酸酸化細菌も従属栄養細菌とともに増加するが、特に後二者の割合は高くなる。各細菌群は共生して生息するものと考えられる。

図4 ILと従属栄養細菌数



3.4 生物膜組成と水質(図省略) 有機物量(IL)や従属栄養細菌数は、流速条件が似ている場合、TP, TIN, TOC等の濃度と良い正の相関が認められた。藻類量(Chl-a濃度)は、有機汚濁の著しいP2, P3を除くと、TP濃度と相関が認められた。生物増殖量は、水質と各生物の生理条件に支配される。

4. 結論

本報告では、河床生物膜の組成をフィールド調査を通じて明らかにした。今後、より明

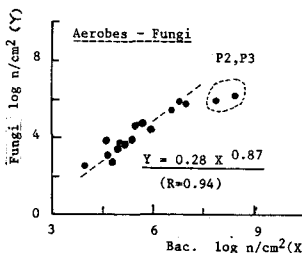
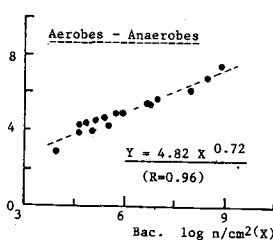
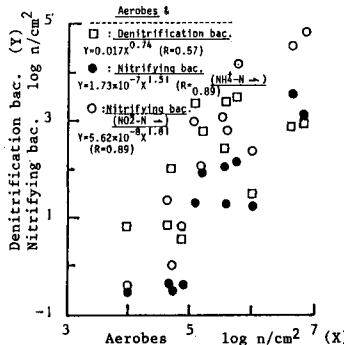


図5 従属栄養細菌数と嫌気性細菌数, 真菌類数

図6 従属栄養細菌数と窒素関連細菌数

確な水質との因果関係、水質浄化能力との関連、河川における河床生物膜水質浄化の実効について報告してゆく。

本研究の調査にあたって、森口朗彦、井上隆信、今岡孝之、魚住昌広各氏の協力を得た。また本研究の実施に際し、文部省科学研究費総合研究A(研究代表者東工松尾友矩教授)の助成を得た。記して謝意を表します。