

市内河川水質における硝化の影響

Studies on Influence of Nitrification on River Water Quality in Sapporo City

東海林祐三 浦嶋 幸雄 西野 茂幸 川村 貢
井出 智子 山崎 忠茂 前田 博之 岡田 隆幸
高杉 信男

Yūzō Toukairin, Yukio Urasima, Shigeyuki Nisino,
Mitsugu Kawamura, Tomoko Ide, Tadashige Yamazaki,
Hiroyuki Maeda, Takayuki Okada, Nobuo Takasugi

要 旨

市内河川におけるN-BODの実態を把握し、BOD(T-BOD)の解析に資する為調査を実施した。採水地点の半数からN-BODが検出され、市内河川におけるN-BODの濃度分布を知ることが出来た。また、N-BOD値がC-BOD値に比較して、同一流下距離ではより大きく減少することがわかった。しかしながら、NH₄等の採水地点間変動データでは硝化作用の特徴が見られなかったため、実河川において硝化作用が行なわれていると言えない。

調査の過程で、R地点に影響を及ぼす上流3河川以外の汚染物質(C-BOD成分)の流入が推定された。

1. 緒 言

昭和62年10月に市内の河川水質のBODについて測定したところ、茨戸川水系のQ地点(図1参照)のBODが高値を示した。硝化菌によるBODを考慮し、C-BODを測定したところ、硝化菌によるBODが約80%を占めている事がわかった。

現在、BODは有機物汚染の指標、又は有機炭素の間接定量法として重要視されている。

BODには、大腸菌群等の好気性細菌が、炭素系の有機物を酸化する際に消費する酸素量で表わすBOD(以下〔C-BOD〕という)と、ニトロソモナス等の硝化菌が、窒素化合物を酸化(硝化作用)する際に消費する酸素量で表わすBOD(以下〔N-BOD〕という)とに分類される。

生物学的処理後の放流水等を検査する場合、硝化菌が多く存在しているため、アリルチオ尿素等の硝化抑制剤を使用しないとC-BODとN-BODの合計値(以下〔T-BOD〕という)が測定される。

一般的に河川水等には硝化菌は存在しないとされているが、62年10月の例のように、河川水であるが硝化菌が存在した場合、硝化抑制剤を使用しないと、C-BODを測定したつもりがT-BODを測定した事になり、水質の解析上不十分なデータを得ることになる。

これらのことより、市内河川のN-BODの実態把握と有機汚濁指標としてのBODの正確性を期すため、昭和63年4月より6ヶ月間調査を実施したのでその概要を報告する。

2. 方 法

- (1) 調査期間 昭和63年4月から9月まで
- (2) 採水地点 市内河川の26地点
豊平川水系：15地点
茨戸川水系：5地点
新川水系：6地点
- (3) 試薬 N-(2-プロペニル)チオ尿素(別名・アリルチオ尿素)は和光純薬製を用い、その他の試薬は全て市販の特級品を用いた。
- (4) 検査方法及び項目
T-BOD：JIS K 0102の方法による。
C-BOD：希釈試料1ℓにアリルチオ尿素を2mgの割合になるように添加した後、JIS法による。
N-BOD：(T-BOD)-(C-BOD)
硝化寄与率(%)=(N-BOD/T-BOD)×100
NH₄-N：インドフェノールブルー吸光度法(JIS法)
NO₂-N：ナフチルエチレンジアミン吸光度法(JIS法)
NO₃-N：イオンクロマト法

3. 結果と考察

3-1 概 要

採水地点の半数の13地点からN-BODが検出され、明らかに硝化菌の影響がある事がわかった。この結果は当初の予想検出地点の6地点を上まわった。

N-BOD値でみると30mg/ℓ以上が4地点、10mg/ℓ以上30mg/ℓ未満が4地点、10mg/ℓ未満が5地点という分布を示した。

L, N, Q, R, T, Yの6地点については上流(2~7km)に下水処理施設(以下〔施設〕)ということがあること、施設と採水地点間に大量に流入する支流河川がないことからN-BODが検出され、且つ高濃度(1mg/ℓ以上)である事は予想どおりである。

O地点については、N-BOD検出予想河川・月寒川(L地点)と厚別川(支流野津幌川のN地点)及びN-BOD不検出予想河川・豊平川(G地点)の合流地点にある。

しかしながら検出予想河川の流入量2.8m³/secと比較して不検出予想河川の流入量が6.9m³/secと多いため希釈されること及び市内河川におけるN-BOD値は施設から離れるに従い低下の傾向が見られたので、O地点は施設からの流下距離が8.7kmあるため硝化菌が消失し、N-BODは検出されないと想定した。

本調査において、N-BODが検出されたことは、検出濃度について、また影響を及ぼす流下距離について、河川の水質監視上貴重なデータを得ることが出来た。

Z地点については流下距離(8.5km)から不検出予想地点としたがN-BOD14mg/ℓと高濃度で検出された。

H, K, P, S, D地点については、流域調査を行わなかったため、汚染源等については不明である。しかし、他の調査において、浄化槽を有する事業所の放流水よりN-BODが検出されているので、これらの事業所の影響と推定される。

3-2 検出地点間の変動

豊平川水系、新川水系について、表1に示す上流地点に対する合流地点の濃度の割合を合流前の河川別地点で見ると、L地点(O地点/L地点)(N-BOD5%, C-BOD19%), N地点(O/N)(N-BOD12%, C-BOD42%), Z地点(Z/Y)(N-BOD36%, C-BOD82%)とN-BODはC-BODに比較すると約1/2~1/4であるが、茨戸川水系では増加しているものと減少しているものがある。

これは、合流する前の河川間に濃度、流量に大きな差があるためである。

しかしながら、C-BODに対しN-BODがより多く減少している傾向は見られる。

次に、表2に示す、合流地点の測定値を希釈値

表1 上流地点に対する合流地点の濃度割合(%)

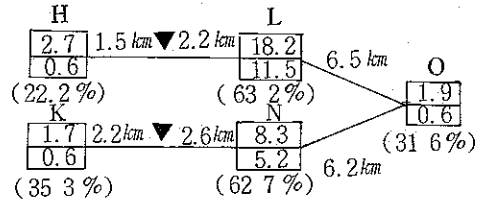
合流地点	O地点		R地点			Z地点
上流地点	L地点	N地点	T地点	Q地点	S地点	Y地点
合流地点 上流地点	O/L	O/N	R/T	R/Q	R/S	Z/Y
河川名	月寒川	野津幌川	伏籠川	創成川	茨戸川	新川
T-BOD	10%	23%	197%	112%	89%	55%
N-BOD	5%	12%	158%	44%	110%	36%
C-BOD	19%	42%	216%	245%	83%	82%

(流量と濃度より算出した総量が単純に希釈したと仮定した値)で除して得た数値で見ると、豊平川水系のO地点(N-BOD 0.2, C-BOD 0.6)、新川水系のZ地点(N-BOD 0.4, C-BOD 0.9)は全て希釈値より減少していることがわかる。更にN-BODはC-BODより減少(約2~3倍)している。

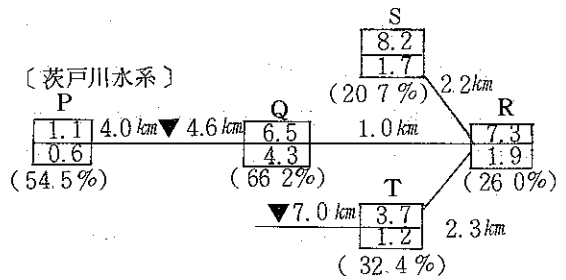
同じく、茨戸川水系のR地点(N-BOD 0.5, C-BOD 2.3)はN-BODは減少しているがC-BODは増加している。

このことは採水地点間で、N-BON成分については浄化(浄化率50%)されているが、C-BOD成分については浄化以上に新たに汚染物質が流入していることを示している。

〔豊平川水系〕



〔茨戸川水系〕



〔新川水系〕

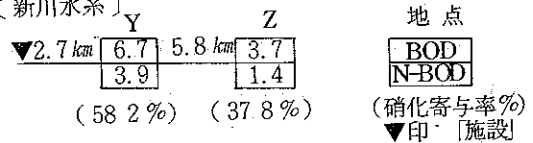


図2 距離間図

表2 O, R, Z地点の測定値, 希釈値,*測定値/希釈値の比

	O地点			R地点			Z地点		
	測定値 (mg/l)	希釈値 (mg/l)	測定値/希釈値の比	測定値 (mg/l)	希釈値 (mg/l)	測定値/希釈値の比	測定値 (mg/l)	希釈値 (mg/l)	測定値/希釈値の比
T-BOD	1.9	4.7	0.4	7.3	6.0	1.2	3.7	6.4	0.6
N-BOD	0.6	2.5	0.2	1.9	3.6	0.5	1.4	3.2	0.4
C-BOD	1.3	2.1	0.6	5.4	2.4	2.3	2.3	2.7	0.9

* 希釈値……流量と濃度の積の総量を合計流量で除したもの

3-3 硝化寄与率

施設の下流にある8地点の硝化寄与率と施設からの流下距離についてみると、50~60%台の検出地点(L, N, Q, Yの4地点)はいづれも施設より2~4 km台である。30%台の検出地点(O, T, Zの3地点)は7~8 km台である。

R地点の硝化寄与率26%について考察すると、R地点のC-BODの比(表2により)が2.3と増加(O地点は0.6, Z地点は0.9と減少)していることにより、R地点に対し、今回の調査範囲では未知の汚染物質(C-BOD成分)が流入していると推定される。

このため、T-BODが増大し、硝化寄与率を下げたものと思われる。

仮に、R地点のC-BODの比を1とすると、T-BODは4.3 mg/l (N-BOD 1.9 mg/l + C-BOD 2.4 mg/l) で硝化寄与率は44%となる。

R地点は2施設の下流にあり、流下距離は5 kmと9 kmである。

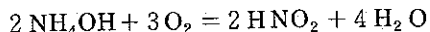
この結果を表3で見ると、硝化寄与率と流下距離の間にはおおよその一致が見られた。

表3 硝化寄与率と水系別分布及び流下距離

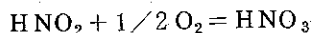
硝化寄与率	流下距離	豊平川	茨戸川	新川
50~60%台	2~4 km台	L・N	Q	Y
30%台	5~8 km台	O	T	Z
20%台	5 km台 9 km台	—	R	—
40%台 (R地点の 仮定)	5~9 km間		R (仮定)	

3-4 硝化作用

硝化菌には、一般にNH₄-NをNO₂に酸化するNitrosomonas とNO₂-NをNO₃-Nに酸化するNitrobacter の2菌種があり、硝化反応は次の反応式で示される。



(Nitrosomonas)



(Nitrobacter)

津久井³⁾らは硝化作用の特徴としてNH₄-Nの減少、NO₂-Nの減少、NO₃-Nの増加をあげている。本調査は新川水系のY地点とZ地点の2地点についてのみの測定であるが、硝化作用の特徴はみられなかった。

表4に示してあるように、上流のY地点に比べて下流のZ地点では3項目共減少している。なお、この測定値は、Y地点とZ地点の採水日の測定値であり、孵卵瓶で5日間培養した後の測定値ではない。

表4 比較表

(mg/l)

項目 \ 地点	Y	Z
NH ₄ -N	6.1	5.1
NO ₂ -N	0.47	0.22
NO ₃ -N	4.3	2.6

4. 結 語

- 1) 市内河川の主要地点におけるN-BODの濃度分布が把握出来たため、日常、BOD値(T-BOD値)を解析する時、N-BODを考慮する地点が判明した。
- 2) 流下によるN-BOD値の減少がC-BOD値に比較して高かった。T-BOD値の減少量はN-BOD値とC-BOD値の間である。
- 3) 硝化寄与率と流下距離との間にほぼ一致が見られた。
- 4) 一河川の調査ではあるが、硝化作用の特徴は見られなかったため、硝化菌は存在するが、河川中における硝化作用の有無について推定することは出来なかった。

5) R地点のC-BODの測定値/希釈値は23

で明らかに今回の調査範囲以外で、R地点に影響を及ぼす河川にC-BODの汚染のあることが明確になったが汚染源は不明である。

今後は調査項目の充実、採水地点の検討を行ない、硝化作用の有無、R地点に関するC-BOD成分の汚染源の追求等について調査を進める予定である。

なお、本調査の要旨は、第15回、環境保全・公害防止研究発表会において発表した。

5. 文 献

- 1) 大川和典, 田中秀穂, 中本雅: BODの硝化抑制剤としてのATU, 用水と廃水, 26, 147 ~ 154 (1984)
- 2) 佐藤正光, 萩原耕一: 硝化性BODに関する最近の研究状況, 水処理技術, 29, 655~667(1988)
- 3) 津久井公昭他: 玉川上水における硝化について, 第14回, 環境保全 公害防止研究発表会講演集, 27 (1988)

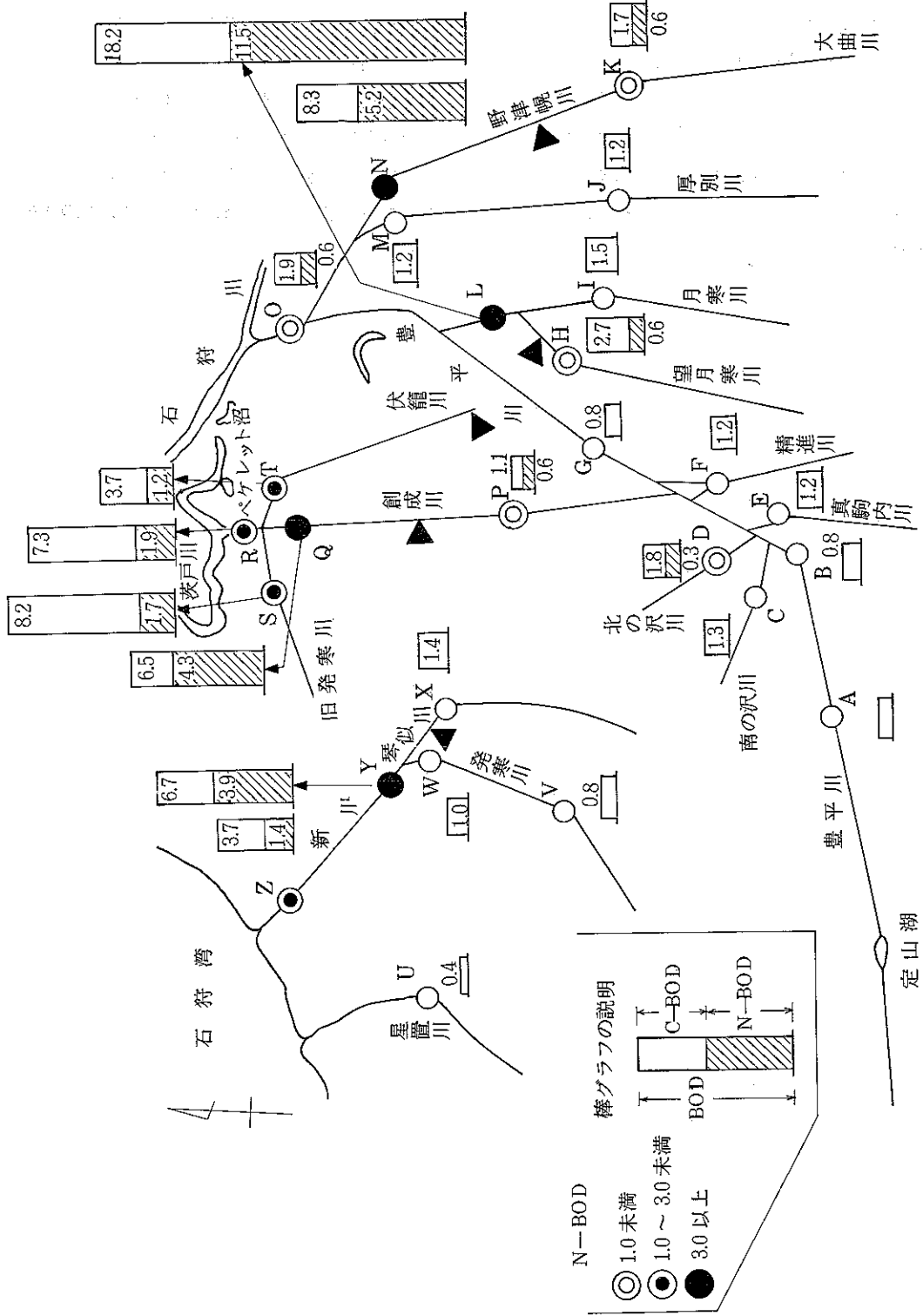


図-1 地点別BOD・N-BOD (A地点～Z地点) ▼印:「施設」