

京都大学 工学部 正 岩井 重久
 京都大学 工学部 正 菅原 正孝
 京都大学 工学部 正 長尾 正悟

1. はじめに 河川における汚濁機構を解明するには、汚濁発生源からの汚濁物質の河川への流出、または流産が重要なポイントである。また、河川の上流点から下流点への流産についても同様である。汚濁物質は、そのほとんどが、生物分解、化学的変化、希釈・沈澱などの物理的作用を受けながら、河川は下流点へ達する。本研究では、生物分解や沈澱を記さず、比較的安定した物質を用いて、汚濁物質の流産過程における挙動を明らかにすることを目的とした。この目的に適合した物質として、塩素イオンを用いて、流産の解析の一手法の確立を試みた。実地調査を尾崎市、庄下川水系で行ない、それらの調査結果をもとに解析を行なった。

表-1 自然からの供給量 mg/l

	塩素イオン
降 水	1.1
降 下 物	2.0
蒸発=30% 凝結	0.66
温 鉱 泉 水	0.26
工業製品の消費	1.7
合 計	5.7
河 川 水	5.8
差	0.1

2. 解析方法 塩素イオンを指標とすることの利点としては、主としてつぎの三つの点が挙げられる。(1) 分析が容易で、測定精度も高い。(2) 自然からの流入が少なく、人為的汚染が多い。(3) 保存性がある。強電解質であり、また、重金属などと反応するが、重金属の存在は微少である。以上の利点を適用し、解析面では(I). 汚濁物質と塩素イオンの濃度の相関より、流域からの流産をマクロに把握することができる。(II). 汚濁物質量と保存性のある塩素イオン量の比較により、汚濁物質量の正確な把握を行なうことができる。図-1には汚濁物濃度の減衰形態を示す。希釈だけによる濃度の減少は図-1に示す上の直線で表わされる。しかし、一般的には汚水の下流点への流産の因には、汚濁物質が沈澱、生物分解などにより減らす。それを図-1の下の直線で表わす。それぞれの直線の傾きを m_1 、 m_2 とすれば、 m_2/m_1 は濃度流産率とした。負荷流産率について用うかにしておく。ある流域で発生した汚濁物質量を B_1 、その最下流地点での汚濁物質量を B_2 とすれば、 B_2/B_1 を負荷流産率とする。同様に上流点での汚濁物質量を B_3 、その下流点で B_4 とすれば、 B_4/B_3 も負荷流産率である。汚濁物質量は変動するが、それに対し、塩素イオンはほぼ1に近い値となると考えられ、その補正により汚濁物質の流産が明らかになる。

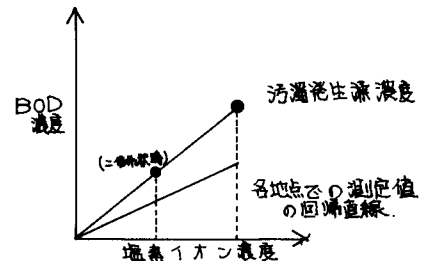
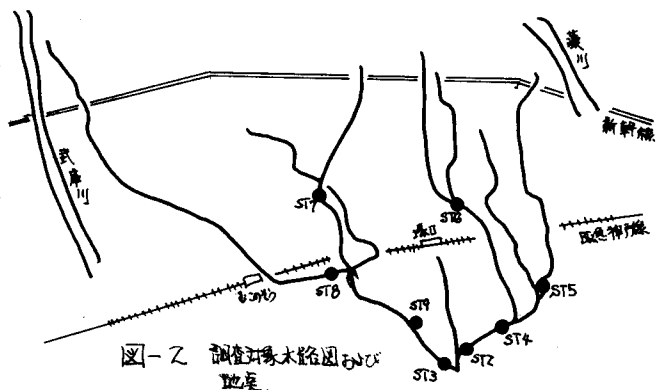


図-1. BOD減衰直線

3. 調査対象流域とその調査内径 調査は尾崎市内庄下川水系(図-2)で行なう。庄下川水系流域を8小流域に分け、それぞれ、その最下流点を調査地点とした。調査は毎年4回連続々時間とし、6月、9月、11月および1月に行なった。検査項目は、一般水質項目と塩素イオン濃度および流量である。



4. 調査結果と考察 各地点での日平均BOD、塩素イオン濃度、算定負荷量、算定負

荷量および発生濃度を表-2に示す。ここで、原単位として、BODは44g/人・日とし、塩素イオンは27.9g/日とした。また、それぞれの工場排水の原単位は主として、実測によって求めたが、一部は業種別工場排水規制値を使用した。

(1) 濃度流達率 BOD濃度と塩素イオン濃度の関係を図-3に示す。図-3での黒田が発生濃度で、希釈効果で減少する。破線は実測値の回帰直線で、ST8の地点での濃度の相関を取ったものである。グラフより明らかに、塩素イオンがBODがゼロの時、30ppm前後の値を示している。このことは、河川への清浄な水が流入していることを表わしている。この水源は武庫川の伏流水であると考えられる。武庫川の塩素イオン濃度は約36ppmである。以上のように、BODと塩素イオンの相関は非常に密であることを示している。しかし、ST4、ST5などの工場排水量の多い流域では、相関を見る事ができない。これは工場排水の時間変動・日変動による影響と考えられる。ST8での濃度流達率は20.9%で、80%弱のBOD物質が流域内で扣留されている。

(2) 負荷流達率 BOD負荷量の塩素イオンで補正して、得た流達率を表-3に示す。ST8、ST7では非常に小さく、10数%である。各流域からの河川への流達率は、河川の上流から下流へへの流達率に比べ、相対的に少ない。しかし、ST5の上流域からの流達率は84.8%と高く、100%を超える時期もある。これはST5上流域での算定負荷量の過小評価で、実際はかなり多く排出されていると考えられる。左岸全流域における流達率は15~36%に対し、右岸全流域は55~66%と左岸に比べ、2~4倍と高い。また、河川へ流出したBOD負荷はかなりの流達率を示す。たとえば、左岸のST3では、58~68%、ST4では、68~88%、STZでは、90~107%と流出負荷量の大部分が流達している。

5. おわりに 濃度によるBOD減少率を求める方法は、かなりマクロな捉え方として考えたが、流量変化があまりなく、水質値の変動も少ない場合には、その適用については十分満足のものであった。また、負荷流達率についても、補正係数として用いた結果も満足すべき内容である。塩素イオン濃度の前題として、調査区域の水環境をよく調べる必要がある。また、工場の多い地域においては、塩素イオン濃度を詳しく調べて、適用の可能性の検討が必要である。

参考文献) 石橋多門著「飲み水の危機」

表-2. 各地点での実測値と算定値

Station NO	BOD (ppm)		実測負荷量 (kg)		算定負荷量 (kg)		発生濃度 (mg)	
	BOD	Cl ⁻	BOD	Cl ⁻	BOD	Cl ⁻	BOD	Cl ⁻
ST7	11.3	41.6	500	2860	1280	900	106	74
	16.5	56.4	230	1080	1280	900	106	74
	42.6	87.6	230	550	1260	900	110	78
ST8	11.6	58.2	450	2260	1260	800	114	73
	12.0	59.4	270	1330	1260	800	114	73
	23.4	88.4	350	1260	1110	800	109	78
ST9	45.8		290		610	410	106	72
	46.9	64.5	270	340	610	410	106	72
	83.8	71.6	480	410	570	410	108	77
ST3	13.0	54.4	2460	10850	4190	2780	110	73
	17.9	62.9	8560	11580	4190	2780	110	73
	42.3	81.8	4510	9060	3870	2780	109	78
ST6	24.2	72.7	460	1340	370	270	66	48
	22.8	62.6	300	820	370	270	66	48
	47.6	61.8	250	310	210	150	111	78
ST5	34.3	62.0	830	1440	870	1280	58	85
	36.8	49.2	810	1130	870	1280	58	85
	68.6	44.5	780	1150	320	230	107	77
ST4	42.5	57.2	2790	3750	2970	2570	68	59
	34.3	62.8	260	9320	2970	2570	68	59
	39.5	45.9	2560	3070	1040	750	107	77
STZ	37.2	59.0	1830	2900	3540	3690	72	75
	29.2	62.1	2160	4130	3540	3690	72	75
	39.3	48.6	1460	1800	1500	1080	108	77

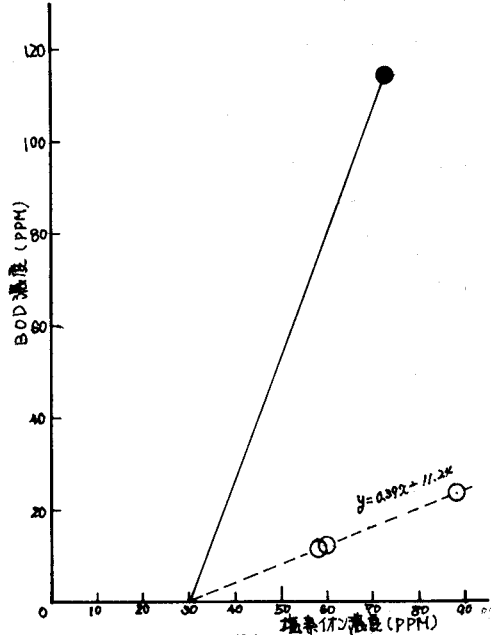


図-3 BODと塩素イオンの相関

表-3 負荷流達率

	BOD負荷量 流達率(%)		
	9月	11月	1月
ST7	12.4	15.3	30.1
ST8	13.0	12.7	19.6
ST9	---	54.0	84.1
ST3	15.0 (62.2)	20.3 (57.6)	35.7 (68.2)
ST6	24.8	26.6	56.9
ST5	84.8	105.6	110.6
ST4	65.7 (88.3)	49.9 (60.4)	59.7 (62.7)
STZ	65.7 (89.7)	54.7 (92.9)	58.3 (106.5)

() 内は上流域からの算定負荷(算定)の流達率