

12 河川の浄化機構に関する研究

第2報 竹田川の水質について(その2)

加藤 賢二 前 川 勉 八 木 光 行
青 木 啓 子 田 川 専 照 塩 谷 勝 夫

I 緒 言

河川の汚濁が進行している現在、工場排水の規制、環境基準の設定により、水質汚濁の進行の防止を図っている。^{1)~4)} 筆者らは、前報において、竹田川の浄化機構に関する検討を行ない、特に、竹田川に排出されるSCP工場排水について検討を加えた結果、浄化係数(k)は、フランビンによる結果では、 $k^{20^{\circ}\text{C BOD}} = 0.12$ 、人工河川では、 $k^{20^{\circ}\text{C BOD}} = 0.75$ 、竹田川では、 $k^{20^{\circ}\text{C BOD}} = 1.12$ という結果を得た。更に、人工河川と竹田川との間に、一定の関係を見出す事が出来た為、人工河川での検討が、河川での浄化機構を解明するのに、有力な手段となる事を示した。⁵⁾ そこで、本報では、昨年度の調査に加えて、金津橋における日間変動と、河川中の有機物質について検討したので、その結果を報告する。

II 調査方法

1. 調査地点

河川の調査地点を図-1に示した。清間橋、F工場排水、金津大橋、栄橋においては、月別採水を行ない、他の地点においては、年4回浮子による漂流調査時に採水した。一般の調査の方法は、前報とほぼ同じである。

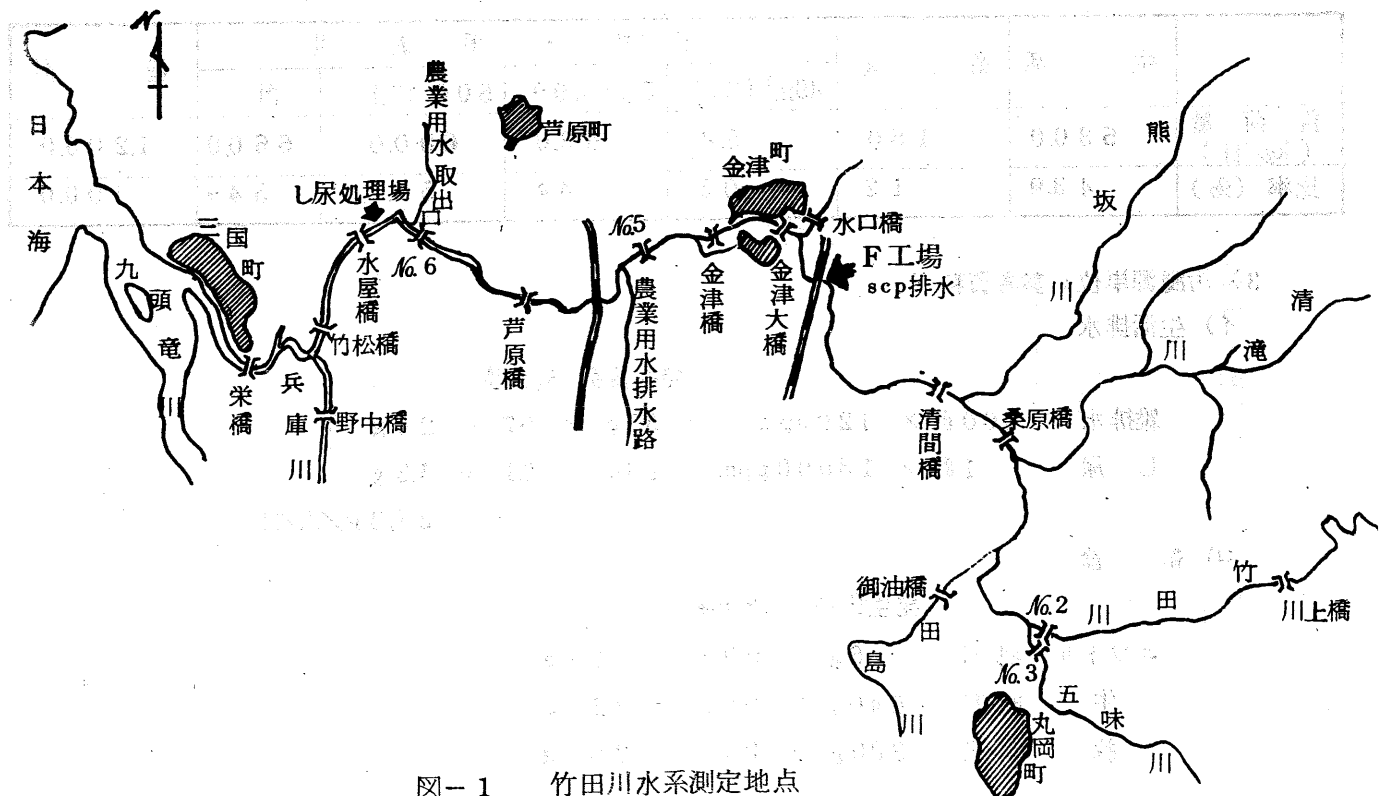


図-1 竹田川水系測定地点

2. 通 日 調 査

通日調査は、金津橋地点に自動採水器を設置し、採水ビンに硫酸を加えておき、2時間おきに採水した。この時の試水の酸性度は、PH約1である。

3. 分 析 方 法

底質中の有機物(COD)の分析は、アルカリ性過マンガン酸カリウムによる酸化法⁶⁾を用いて行なった。他の分析項目及び分析方法については前報と同じである。

4. SCP 廃水の化学変化

SCP 廃水の化学変化の検討方法は、SCP 廃水を5 μ のミリポアメンブランフィルターでろ過したものを用い、高濃度で測定可能な、BOD自動測定記録装置(北開試式:オルガノK・K製)でBODを測定、14日後のサンプルを、5 μ のミリポアメンブランフィルターで、SSとろ液に分画、BOD測定前のSCP 廃水と、BOD測定後のろ液については、ロータリーエバポレーターで乾固して赤外スペクトルを取った。分析には、島津回折格子赤外分光光度計 IR-27G 形を用い、KBr 法で行なった。

II 実験結果と考察

1. 浮子による漂流調査

表-1 竹田川における流速と流達時間

浮子をトレーサーがわりに利用し、漂流してくる浮子を目標に、流達時間を測定すると同時に採水、その時の流速、流量も合わせて測定し、その時の河川水中の汚濁物質の変化を捉えた。

測定No.	1		2		3		4	
項目	流速	流達時間	流速	流達時間	流速	流達時間	流速	流達時間
測定地点	(m/s)	(hr)	(m/s)	(hr)	(m/s)	(hr)	(m/s)	(hr)
清間橋	0.49		0.47		0.43		0.50	
金津大橋	0.52	0.00	0.61	0.00	0.57	0.00	0.54	0.00
金津橋	0.52	0.78	0.47	0.48	0.42	0.45	0.45	0.33
No.5		1.48		1.20		1.33		1.08
芦原橋	0.31	2.72	0.28	2.30	0.30	2.17	0.33	2.08
No.6		3.72		3.37				3.00
水屋橋	0.15	5.13	0.15	4.75	0.30	3.92	0.22	3.92

まず、浮子の漂流時間(流達時間)と、流速との関係を表-1に示した。この様に、河川の流れや、水量のちがいに、金津大橋、水屋橋間の流達時間は、3.92~5.13時間と異なって来る。そこで前報で求めた清間橋、金津大橋、水屋橋での流速より、金津大橋、水屋橋間の流達時間を求める式(1)と

$$T = 5400 / 0.78 \left(\frac{V_1 + 0.36V_2 + 3V_3}{3} \right) \quad (1)$$

T : 流達時間 [day]
 V₁ : 清間橋での流速 [m/s]
 V₂ : 金津大橋での流速 [m/s]
 V₃ : 水屋橋での流速 [m/s]

各地点での平均流速から求めた流達時間及び浮子による流達時間のちがいについて検討した。その結果を表-2に示した。表-2は、浮子による流達時間を基準にして、それぞれの計算で求められた流達時間と、その差、および4回の測定回数における差の平均を示したものである。この結果から、算術平均と幾何平均で求めた平均流速は、全体の河川から見るとまだ流速を速く捉える傾向に有り、浮

子との差の平均は、マイナスとなり、式-1、および調和平均で求めた結果は、プラスとなった。浮子による流達時間の測定は、漂流して来る浮子の一番目の浮子が到達した時間であり、漂流して来る浮子集団の重心は、約0.3時間おくれる。又、トレーサーを用いての解析でも濃度分布の重心を用いる事から、浮子と計算値における流達時間の差は、マイナスよりプラス側に求められた結果の方が良いと思われる。そこで河川での流達時間を求める場合、浮子あるいは、河川での細かな流速変化より求めることが望ましいが、水草などの繁茂により、浮子等の測定が出来ない場合には、流速を調和平均で求め、流達時間を得る方法が妥当であると考えられる。

表-2 浮子による流達時間と流速より求めた流達時間との関係

測定No. 流達時間 (hr) 測定方法	1		2		3		4		浮子との 差の 平均
	流達時間	浮子との 差	流達時間	浮子との 差	流達時間	浮子との 差	流達時間	浮子との 差	
浮子	5.13		4.75		3.92		3.92		
式-1	5.14	0.01	5.06	0.31	4.68	0.76	4.27	0.35	0.35
算術平均	3.88	-1.25	3.66	-1.09	3.46	-0.46	3.57	-0.35	-0.79
幾何平均※1	4.45	-0.68	4.28	-0.47	3.58	-0.34	3.87	-0.08	-0.39
調和平均※2	5.32	0.19	5.22	0.47	3.71	-0.21	4.20	0.28	0.18

※1 $\bar{X} = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdots X_n}$

※2 $\frac{1}{\bar{X}} = \frac{1}{n} \left(\sum \frac{1}{X_i} \right)$

また、図-2-(1)(2)に清間橋から栄橋までの距離とBOD、COD、負荷量の変化を示した。これは、4回浮子測定した結果のうち、外部からの原因不明な負荷による異常値の少ない場合について示した物で、清間橋から金津大橋間ではF工場排水の影響でBOD、COD、負荷量とも上昇し、金津大橋から下流にしたがって、変動は有るが、汚濁濃度、汚濁量とも減少してゆく。しかし他の測定例では、汚濁濃度が、金津大橋でBOD 3.57 ppm、標準偏差 2.00、COD 5.95、標準偏差 2.60、測定数 12回（昭和51年度測定結果より）と低いレベルにある為、外部からの原因不明な小さな負荷でも解析には大きな問題となる。従って、負荷量解析には、前報の様な統計処理が必要である。

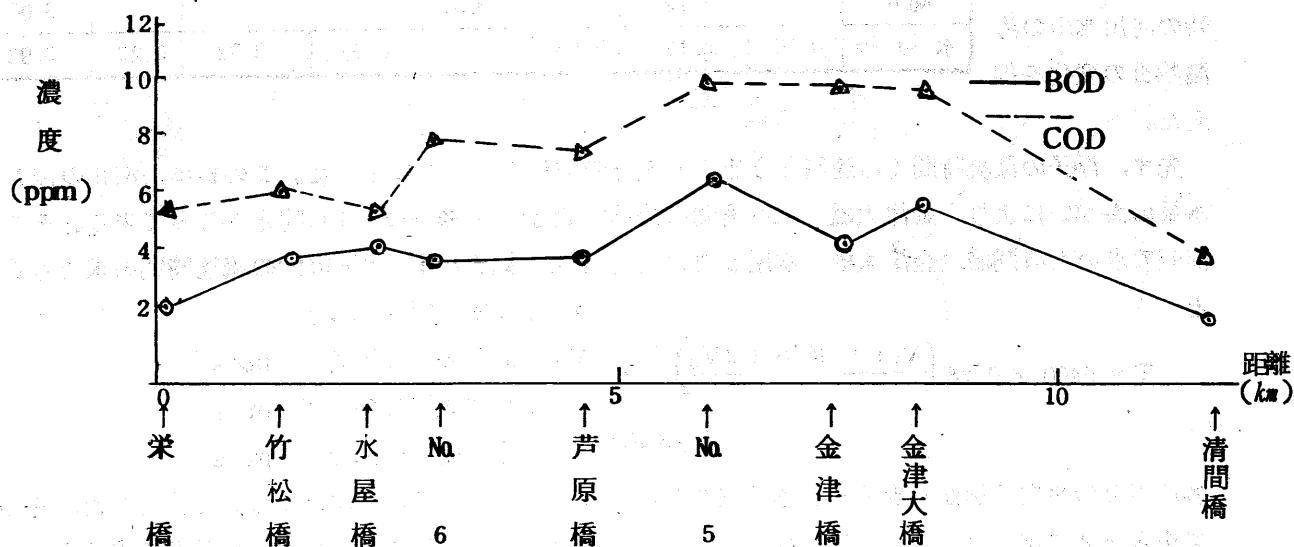


図-2-(1) 竹田川における汚濁変化

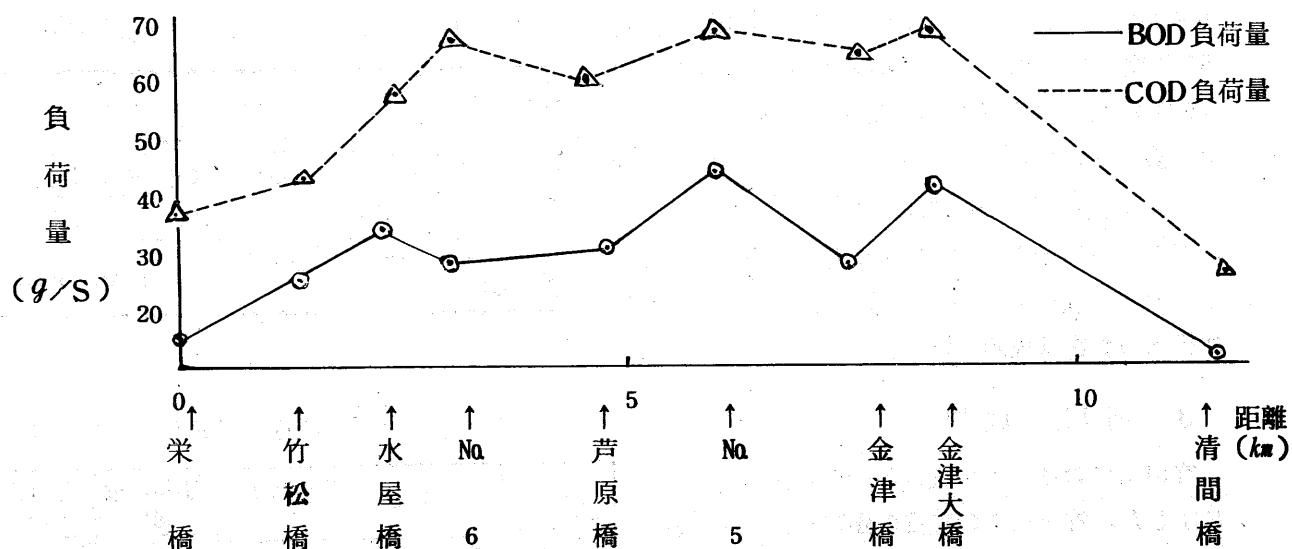


図-2-(2) 竹田川における汚濁変化

2. 通日調査

金津橋におけるBOD, COD, Cl^- , リグニンの一日における濃度変化を図-3に示した。金津橋地点での汚濁負荷源は、F工場の排水以外に、金津町の生活排水が含まれるが、図-3の様に金津橋における水質は、BOD, COD, Cl^- , Ligninともに時間による一定の傾向は示さなかった。金津

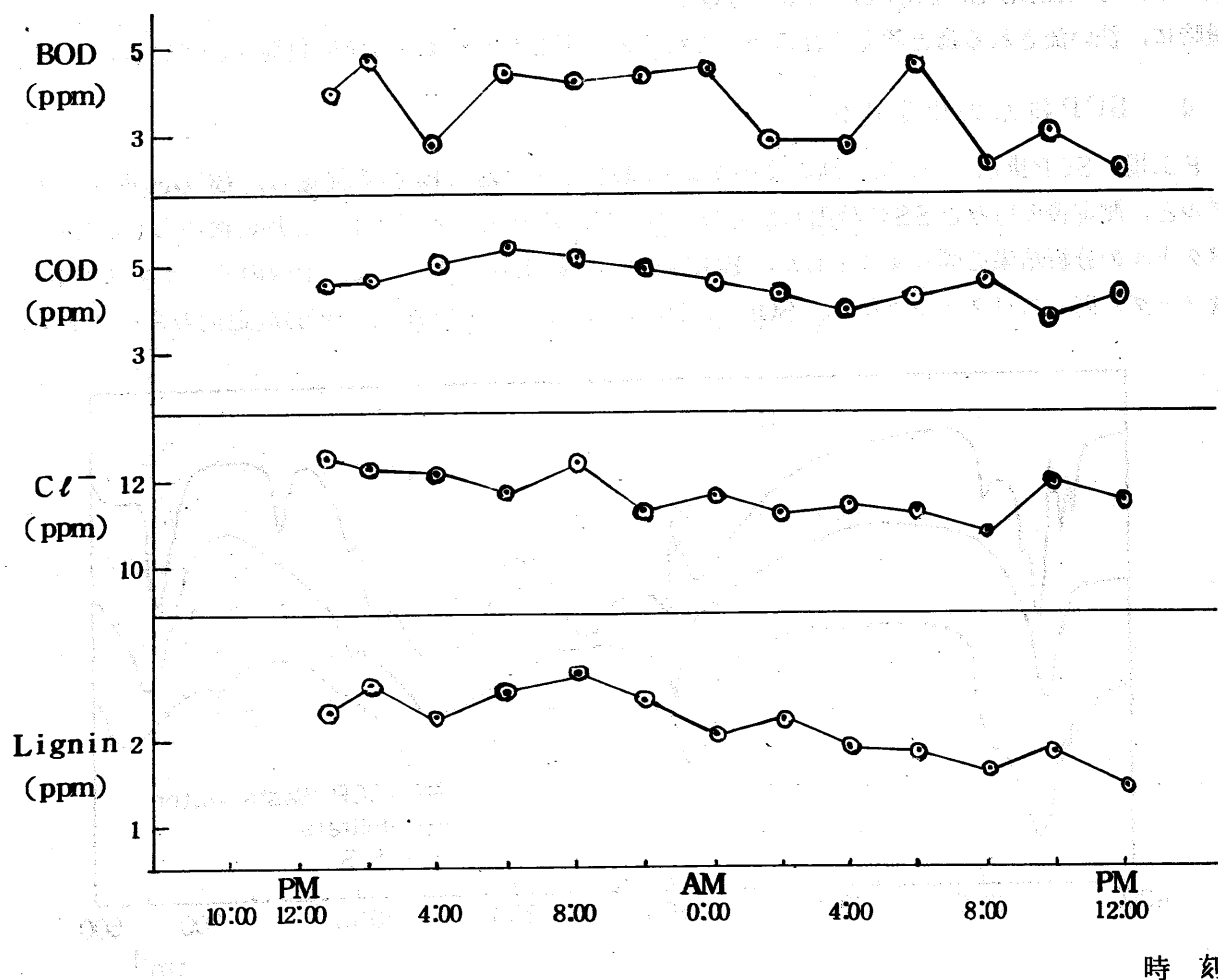


図-3 金津橋における水質の日間変動

町における人口は、17,077人（県統計課推計人口50年度より）であり、生活排水の汚濁源単位27.3gBOD/人/日（発生負荷に流出率を乗じたもの）より表-3の様に計算を行なうと、生活排水の影響は、0.4ppmの汚濁濃度となる。この様に金津橋における平均BODは3.6ppmであることから、このうちの0.4ppmの変化は、捉えにくく、従って生活排水の影響は推測し難い。

表-3 金津町における生活排水負荷量

人	口	17,077人
生活排水の汚濁源単位		27.3 g BOD/人/日
生活排水の汚濁負荷量		466 kg BOD/日
竹田川平均水量	5)	$1,100 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$
金津橋における生活排水の汚濁濃度		0.42 ppm・BOD

3. 河川の底質

竹田川における河川底質の分析結果を表-4に示した。竹田川での底質の礫には、ミズワタが繁茂し、外観上ひじょうに汚染した様に見える。しかしながら、表-4に示す様に、礫をのぞいた底質は、性状が全域において砂質であり、灼熱減量1.3～2.7%，アルカリ性CODも15ppm以下と、有機物による汚染は、ほとんど受けていない。これは底質が、砂質である為、沈降した有機性SSも、洪水時、あるいは豊水量時に、洗い流される為と考えられるが、これらの流下したSSは、海洋に負荷されている。

表-4 竹田川における河川底質の分析結果

項目 調査地点	性状	水分含量 (%)	灼熱減量 (%)	COD (ppm)
清間橋	砂	26	2.4	ND
金津大橋	砂	27	2.2	ND
金津橋	砂	17	2.4	ND
No. 5	砂	27	2.7	ND
水屋橋	砂	24	1.3	ND
栄橋	砂	22	1.9	ND

ND < 15 ppm

4. SCP排水の化学変化

F工場のSCP排水について、高濃度のままBOD自動測定器でBODを測定し、BOD測定前のサンプルと、測定後の口液とSSに分画したものについて、赤外吸収スペクトルを用い検討した。そのスペクトルの分析結果を図-4に示した。BOD測定前の吸収スペクトルは、市販のリグニンスルホン酸ソーダと同じスペクトルで有る。BOD測定後については、図の様に、BOD測定前のスペクトルの

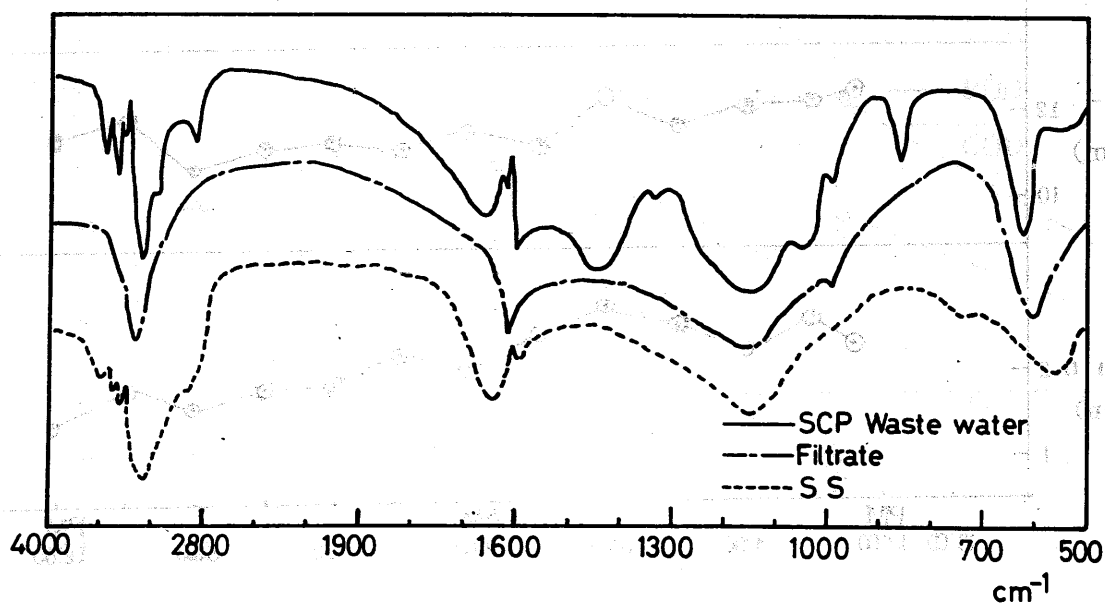


図-4 SCP排水およびBOD測定後のろ液SSの赤外吸収スペクトル

1600 cm^{-1} , 1450 cm^{-1} , 868 cm^{-1} の芳香族の吸収帯のうち, 1600 cm^{-1} の所にわずかに残っているのみで口液, SS には認められない。リグニンは, フェノール骨格を有する多様な化合物の混合物である事から, 特性吸収帯のみで完全な同定は不可能であるが, SCP 排水, 口液, SS の各スペクトルのパターンは, ひじょうによく似ている事から 14 日間の BOD 試験により, リグニンは, 一部分解を受け, 高級脂肪酸等に変る傾向に有り, 水に不溶な SS 分と, 可溶性成分とに分かれるが, リグニン全体からは, あまり大きな変化は受けていない様に思われる。今回の BOD 測定が 14 日間と長時間 BOD 測定後の結果である事から, 実際には, 排出された SCP 排水は, 生物分解を十分受けずに, ストレートで日本毎に流れ込んでいる可能性が強く, 海洋汚染につながると思われる。

IV 結 語

前報に引き続き, 竹田川における流達時間の検討の結果, 流達時間の測定には, 浮子による測定が良いが, 流速から求める場合, 細かい流速の変化のチェックを必要とする。しかし細かい流速の変化が捉えにくい場合には, 数点の流速を調和平均で求めた結果から, 流達時間を求めれば, 浮子の結果により近い値を得る事が出来た。

汚濁負荷量及び日間変動の調査では, 負荷量が, 河川水質に影響を及ぼすほど大きくない事から, 数回の測定では, 河川の状態を把握する事は困難であり, 前報のごとく統計的に解析する必要がある。

又, 河川の底質の調査, SCP 排水の化学変化の検討により, 竹田川における汚染物質の移動は, 河川水中に蓄積される様な事は考えられにくく, 一部地下浸透が考えられるが, すべて, 海洋汚染につながるものと考えられる。

文 献

- 1) 前川勉, 田中博義, 田川専照 他
福井県公害センター年報 昭和 47 年度 P-59
- 2) 加藤賢二, 前川勉, 八木光行 他
福井県公害センター年報 昭和 48 年度 P-129
- 3) 加藤賢二, 前川勉, 八木光行 他
福井県公害センター年報 昭和 49 年度 P-115
- 4) 八木光行, 前川勉, 加藤賢二 他
福井県公害センター年報 昭和 50 年度 P-165
- 5) 加藤賢二, 前川勉, 八木光行 他
福井県公害センター年報 昭和 50 年度 P-217
- 6) 神奈川県公害対策事務局編
公害関係の分析法と解説