

# 鹿児島市新川の水質汚濁調査\*

渡 辺 紀 子

## Water Pollution Problems of Shinkawa River at Kagoshima

Noriko WATANABE

### 1. はじめに

近年急激な産業の発達・人口の増加に伴ない公共水域へ多量の工場廃水，都市下水が流入し，その負荷量は自浄作用能力を越え広範囲の水質汚濁をひきおこしている。

河川 表1 水質汚濁に係る環境基準（環境庁告示第59号昭和46年）

項目 類型	利用目的の適 応性	基 準 値				
		水素イオン 濃度 (PH)	生物化学的酸素 要求量 (BOD)	浮遊物質 量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数
AA	水道1級 自然環境保全お よびA以下の欄 に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1 ppm 以下	25 ppm 以下	7.5 ppm 以上	50MPN/100 ml 以下
A	水道2級 水産1級 水浴 およびB以下の 欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2 ppm 以下	25 ppm 以下	7.5 ppm 以上	1,000MPN/100 ml 以下
B	水道3級 水産2級および C以下の欄に掲 げるもの	6.5以上 8.5以下	3 ppm 以下	25 ppm 以下	5 ppm 以上	5,000MPN/100 ml 以下
C	水産3級 工業用水1級お よびD以下の欄 に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5 ppm 以下	50 ppm 以下	5 ppm 以上	
D	工業用水2級 農業用水および Eの欄に掲げる もの	6.0以上 8.5以下	8 ppm 以下	100 ppm 以下	2 ppm 以上	
E	工業用水3級 環 境 保 全	6.0以上 8.5以下	10 ppm 以下	ごみ等の浮遊が 認められないこ と。	2 ppm 以上	

- (注) 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全  
 2 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行なうもの  
 " 2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行なうもの  
 " 3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの  
 3 水産1級：ヤマメ，イワナ等貧腐水性水域の水産生物用ならびに水産2級および水産3級の  
 水産生物用  
 " 2級：サケ科魚類およびアユ等貧腐水性水域の水産生物用および水産3級の水産生物用  
 " 3級：コイ，フナ等，β-中腐水性水域の水産生物用  
 4 工業用水1級：沈殿等による通常の浄水操作を行なうもの  
 " 2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行なうもの  
 " 3級：特殊の浄水操作を行なうもの  
 5 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない限度

\* 1975年11月10日受理

人の健康を保護し生活環境を保全するために、水質に係る環境基準が設定され<sup>1)</sup> (表1), 水質保全策がおこなわれてはいるが、汚濁の様相は依然として減少しない。

鹿児島市新川も都市下水・工場廃水が流入し、下流ではあきかん、あきばこ等の塵芥の投棄がめだつ。そこで新川の水質調査をおこなった。

新川は流路延長 10.2 km, 流域面積 21.5 km<sup>2</sup> の鹿児島市街地西部を流れる流量約 7万 m<sup>3</sup>/日の河川である。その流域には繊維工場・食品工場その他零細な工場が立地しており、一日 943 kg・BOD の工場廃水が放流されている。また河口より 7 km 上流あたりから住宅地域が広がり、下水道が整備されていないため約 6 万人の生活排水が流入する。このなかには、住民の約 34% はし尿浄化槽を使用しており、その浄化槽放流水も本河川に放流されるが、残りはいくみとり式便所を使用しているのでし尿は含まれない。一日の河川への生活排水負荷量は 1919 kg・BOD である<sup>2)</sup>。

## 2. 調査方法

### 1) 採水点

1973年9月からおおむね各月一回、海水の影響をさけるため、干潮・満潮の時間を考慮して五回にわたり採水した。

採水日時・採水点 (河口からのおおよその距離) は次の通りである。

採水日時	第一回	1973年9月27日 PM 1:40~ 2:40 (干潮時)
	第二回	〃 10月17日 PM 4:30~ 5:40 (干潮時)
	第三回	〃 11月8日 AM 11:20~12:20 (干潮時)
	第四回	〃 11月26日 PM 2:00~ 3:00 (干潮時)
	第五回	〃 12月6日 PM 4:00~ 5:10 (満潮時)

採水点	① 大峯橋 (7.1km)
	② 無名橋 (5.7km)
	③ 学校橋 (5.2km)
	④ 徳重橋 (4.3km)
	⑤ 唐湊橋 (3.4km)
	⑥ 涙橋 (1.9km)
	⑦ 鶴ヶ崎橋 (0.7km)

### 2) 測定項目

この調査において河川の汚濁をあらわす指標として BOD<sub>5</sub> (以下 BOD), COD, 溶存酸素量 (DO) を測定し、同時に水温 pH 総アルカリ度 塩素イオン濃度を測定した。

なおこれらは下水試験方法<sup>3)</sup> に準拠して測定し、COD の測定条件は高温 アルカリ法 (酸化剤過マンガン酸カリを使用し、アルカリ性において沸とう水浴中30分間反応させる。) で行ない、溶存酸素測定は鉄塩、亜硝酸塩及び亜硫酸塩の影響の少ない<sup>4)</sup> 柴田・ミラーの変法、塩素イオンはモー

ル氏法を用いた。

### 3. 結果及び考察

#### 1) pH・水温

pH は表2に示すように6.9~7.3で、距離的にも、時間的にも大きな変動はみられなかった。沿岸には若干の工場廃水が放流されているが、そのpHに及ぼす影響はみられない。

表2 pHの変動

採水点 (河口からの距離)	9月27日	10月17日	11月8日	11月26日	12月5日
① 大峯橋 (7.1 km)	7.1	7.1	7.3	7.1	7.2
② 無名橋 (5.7 km)	7.1	7.1	7.3	7.1	7.2
③ 学校橋 (5.2 km)	7.1	7.1	7.3	7.1	7.2
④ 徳重橋 (4.3 km)	7.0	7.1	7.3	7.1	7.0
⑤ 唐湊橋 (3.4 km)	7.0	7.2	7.3	7.1	7.1
⑥ 涙橋 (1.9 km)	6.9	7.2	7.3	7.1	7.2
⑦ 鶴ヶ崎橋 (0.7 km)	6.9	7.1	7.1	7.1	6.9

1973年

次に表3に採水時の水温を示す。

表3 水温の変動

採水点 (河口からの距離)	9月27日	11月8日	11月26日	12月5日
① 大峯橋 (7.1 km)	20.3°C	16.0°C	14.5°C	13.8°C
② 無名橋 (5.7 km)	21.1	16.5	15.0	14.0
③ 学校橋 (5.2 km)	21.5	16.5	15.0	14.0
④ 徳重橋 (4.3 km)	21.8	16.5	15.5	14.0
⑤ 唐湊橋 (3.4 km)	22.5	17.5	16.0	14.0
⑥ 涙橋 (1.9 km)	23.5	18.0	17.0	15.0
⑦ 鶴ヶ崎橋 (0.7 km)	23.8	18.5	17.0	16.0

1973年

9月は20.3°C~23.8°C 11月上旬は16.0°C~18.5°C 11月下旬は14.5°C~17.0°C 12月は13.8°C~16.0°Cで、いずれも下流に行くほどわずかではあるが水温は上昇している。水温は水の溶存酸素量に影響を与え、水温が高いほど飽和溶存酸素が減じるので、水温の高い夏期には河川は有機汚染の影響を受けやすい。この調査期間には、さほど高い水温は示していない。

#### 2) DO及びBOD

図1・図2にDO及びBODの測定結果を示す。

DOは11月・12月は調査全域6.4ppm以上であるが、水温の高い9月10月では下流でのDOは減少し、河口附近(採水点⑦)では9月に4.3ppm, 10月に5.4ppmと低い値を示している。しかし採水点⑤(河口より3.4km)より上流では7.0ppm以上に回復している。

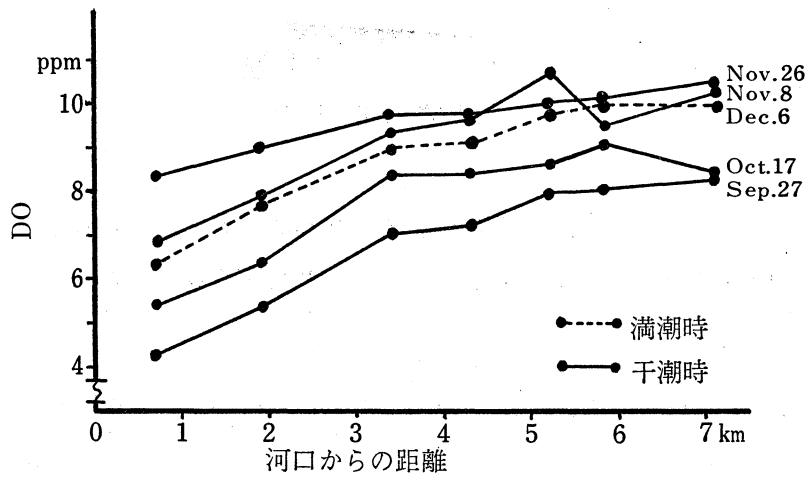


図1 DOの距離的変動(1973年)

一方 BOD は上流では 2~3 ppm であるが、採水点④(河口より 4.3 km)より下流では 10 ppm 以上となり河口附近ではさらに 20~40 ppm を変動し高い汚染度を示している。

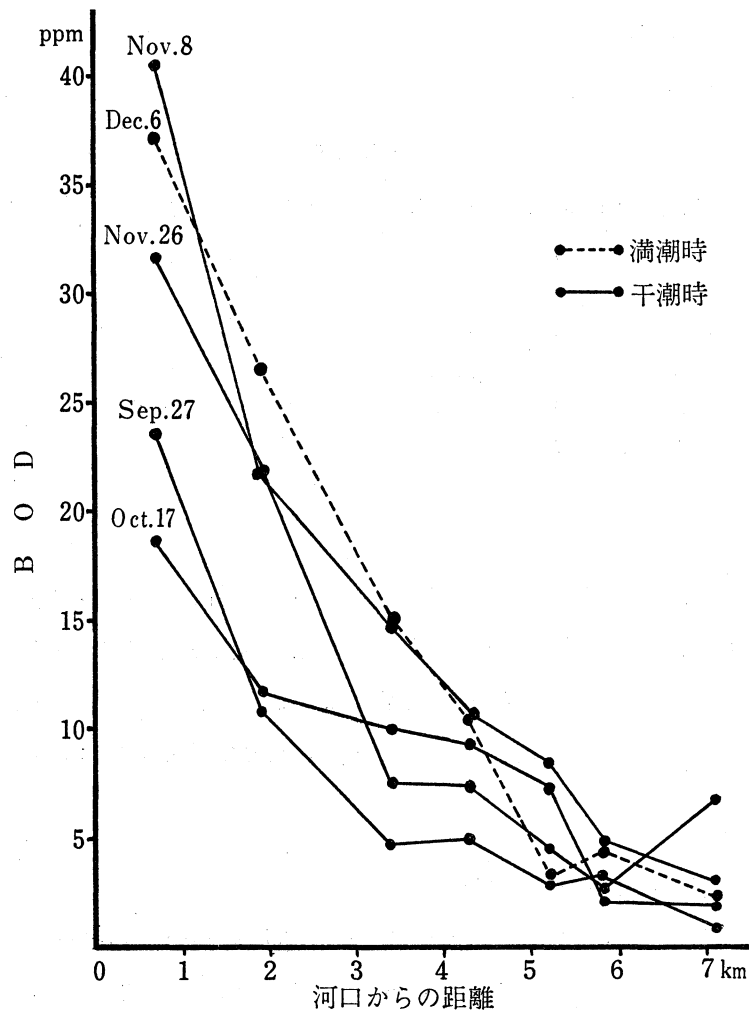


図2 BODの距離的変動(1973年)

このように高い BOD 値では、夏期になると水温の上昇に伴ない溶存酸素量が減少するので流域への負荷が増大し、嫌気性河川へ移行しやすいことが容易に予想される。

11月8日は全般に高い BOD 値を示しているが、採水時間は午前11時20分～12時10分で午前中に家庭下水の多量の流入が考えられる。

また、満潮時と干潮時の変化をみると DO・BOD とも著明な差はみられなかった。

### 3) COD

本報で使用した酸化剤過マンガン酸カリは有機物中の炭素を酸化するがちっ素は酸化せず、またちっ素系有機物の炭素は炭素系有機物の炭素にくらべて酸化されにくい。即ち過マンガン酸カリ COD は過マンガン酸カリにより容易に酸化される炭素系の有機物が主体となり、さらにまた BOD のように、不安定な有機炭素と安定な有機炭素とを直接区別することは出来ないが、一応の水質を知ることが出来る。一般に良質の水は酸素消費量 1.0 ppm 以下で有機物汚染により増加する<sup>5)</sup>。

E. Frankland および Dr. Tidy が示した酸素消費量と水質の良否との関係を表4にあげる。

表4 酸素消費量と水質 (E. Frankland & Dr. Tidy)

水の分類	酸素消費量 (ppm)	
	地表水	その他の水
有機物の非常に少ない水	1.0以下	0.5以下
中位の純度を有する水	3.0以下	1.5以下
純度の疑がわしい水	4.0以下	2.0以下
不潔な水	4.0以上	2.0以上

新川の COD 測定結果を図3に示す。

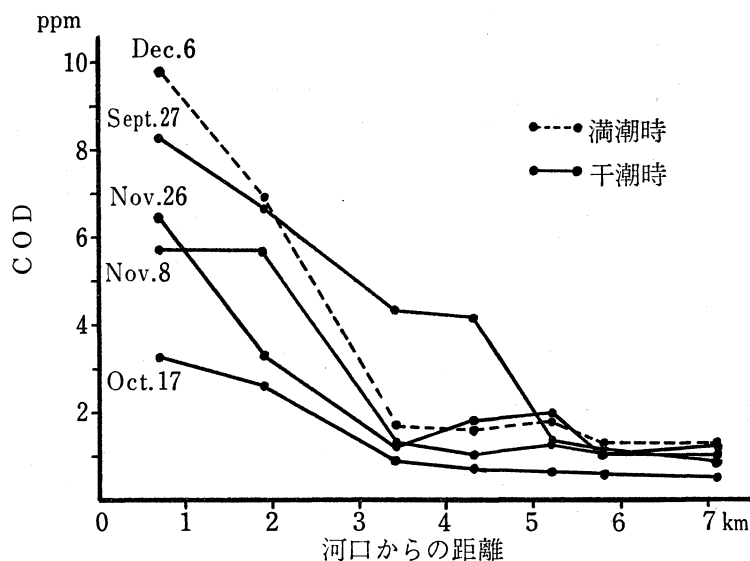


図3 CODの距離的変動(1973年)

全般に下流では COD 値は高く 4 ppm 以上で特に満潮時には河口附近で 9.71 ppm であるが、上

流に行くに従って減少し10月, 11月, 12月では採水点⑤(河口より 3.4 km) より上流では 2 ppm 以下となっている。

9月は上流は 2 ppm 以下であるが, 採水点④(河口より 4.3 km) より下流では 4 ppm 以上であった。

次に BOD と COD の相関を求めた。

Benson & Hicks が汚染された海水について BOD と COD の相関関係のあることを報告して以来, 各種試料について多く研究され, Ford ら<sup>6)</sup>が精練所から出る廃水について BOD と COD の相関  $r=0.75$  を見出している。BOD の組成と COD の組成は必ずしも一致しないので本質的な相関関係は考えられないが, 汚水の性質を推定することが出来る。

著者は鹿児島市污水处理場の流入下水, 放流水, 甲突川河川水の BOD と COD (重クロム酸カリ法) の相関を求め, 流入下水では  $r=0.33$  と低かったが, 放流水で  $r=0.67$ , 河川水  $r=0.90$  と比較的汚染度の低いものでは相関がみられた<sup>7)</sup>。

新川の BOD と COD の相関は  $r=0.79$  であった(図4)。流入下水では汚濁物質の濃度が高いため分解過程の差等により汚水組成の変動がみられ相関が低いと思われるが, 新川で過マンガン酸カリ COD により  $r=0.79$  という比較的高い相関を得たことは河川水の汚濁物質の濃度がそれほど高くなく組成がある程度一定であると考えられる。

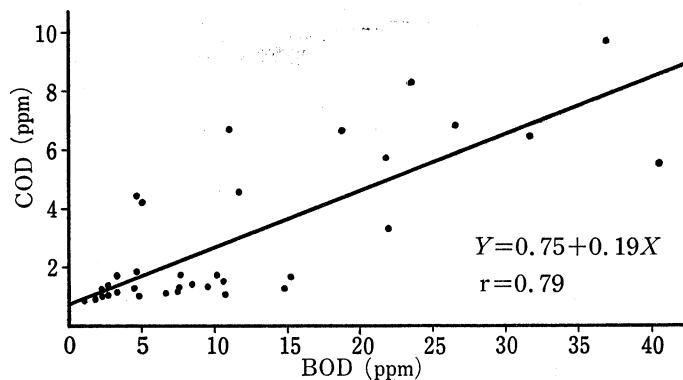


図4 新川における BOD と COD の相関 (r: 相関係数)

#### 4) 総アルカリ度

総アルカリ度は水中に含まれる水酸化物, 炭酸塩, 重炭酸塩のほかケイ酸塩, リン酸塩等弱酸塩の相対量をあらわし下水や工場廃水の影響をうけると著るしく増減する。

自然水では主として重炭酸塩で, わずかに炭酸塩も含みこの重炭酸塩類は空気からの  $\text{CO}_2$  の吸収および有機腐敗物を多く含む汚染源から, あるいは多数の工場工程から排出される<sup>8)</sup>。また一般に家庭排水のアルカリ度はその使用水より高く重炭酸塩, 炭酸塩, 水酸化物のほか有機酸, ケイ酸塩, リン酸塩を含む。河川水等のアルカリ度が異常に高く上昇した場合は強塩基性の工場廃水が放流されたと考えられる<sup>9)</sup>。

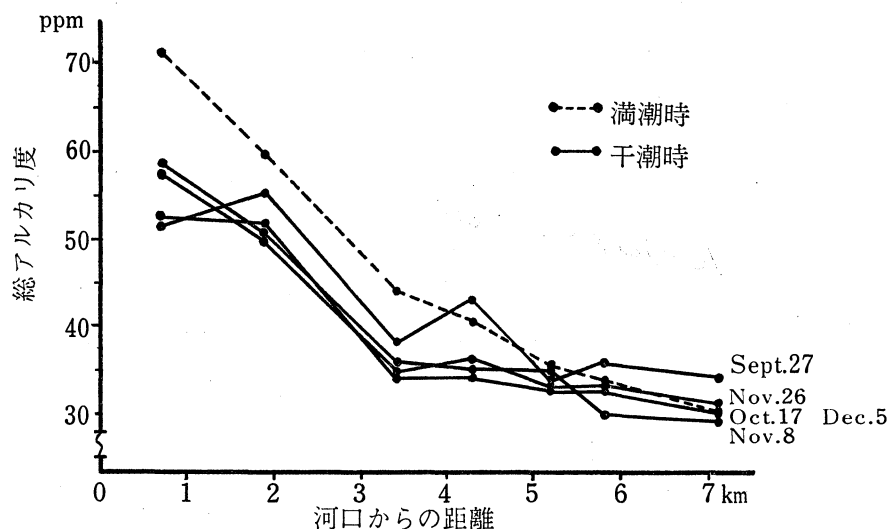


図5 総アルカリ度の変動 (1973年)

総アルカリ度の測定結果は図5の如くである。

干潮時には BOD・COD 値の比較的低い上流では 28.9~42.7 ppm の間を変動しているが、下流では 50 ppm 以上で特に河口附近では最高 58.6 ppm である。満潮時には下流では全般に干潮時より高く、さらに河口附近で 71.2 ppm の高い値を示している。

下流でこのように総アルカリ度が高いのは側溝より流れ込む生活排水・工場廃水に汚染され、その影響を受けていると思われる。

なお水中の水酸化物によるフェノールフタレインアルカリ度はいずれも検出されなかった。

#### 5) 塩素イオン

塩素イオン濃度の変動を図6に示す。

河口より 3.4 km (採水点⑤) あたりまでは満潮時干潮時いずれも 10~15 ppm, 採水点⑥で 20 ppm 前後で大きな変化はなく、従って海水の影響また生活排水工場廃水の影響もほとんどないと考えられる。河口附近では干潮時 50~75 ppm であり満潮時には 107.9 ppm とわずかではあるが、高く、海水の影響がうかがわれる。

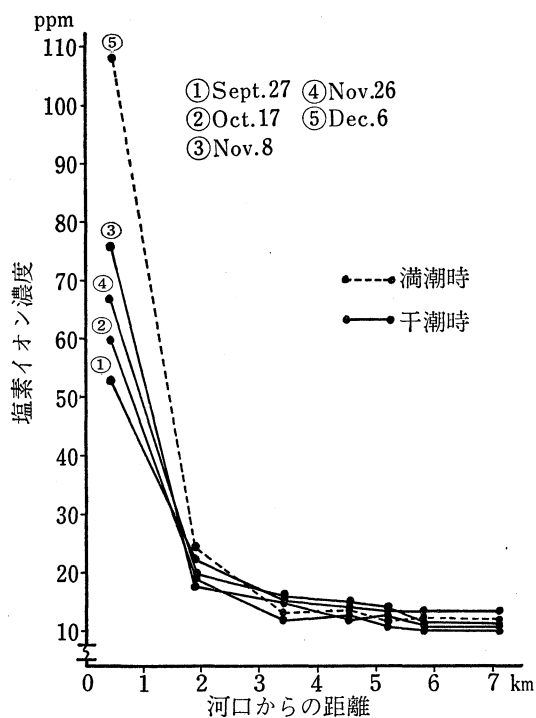


図6 塩素イオン濃度の変動 (1973年)

#### 4. 結 び

鹿児島市街地西部を流れる新川の水質調査を行ない、次のような調査結果を得た。

1) 1973年 9月～12月に五回の採水を行ないそれぞれ水質の距離的変動をみたが、pHは6.9～7.3で大きな変動はみられなかった。

2) DOは水温の高い9月10日には一般に少なく特に下流では4.3 ppmであった。一方BODは採水点②より上流では2～3 ppmであったが、下流では高く河口付近で20～40 ppmもの高い値を示し、夏期には嫌気性河川になりやすいことが予想される。またCODも上流では2 ppm以下であったが河口付近では5.6～9.7 ppmであった。

以上のことより下流は生活排水や工場廃水の影響を強くうけて水質汚濁がかなり進行していると考えられる。

3) BODとCODの相関を求めるとこの河川では $r=0.79$ とかなり高い相関が得られた。新川河川水の水質汚濁物質濃度は強度に高濃度ではなくその組成は比較的一定であると推定される。

4) 総アルカリ度も下流では高く、特に満潮時には下流全般に高かった。

5) 干潮時と満潮時ではDO・BODは大きな差はみられなかったが、COD・総アルカリ度は下流で満潮時が高い値を示した。塩素イオン濃度の変化で示されるように現在における感潮はおおむね河口より1kmあたりまでで、満潮時にはこの附近に汚濁が停滞することがわかる。

最後に、本稿の御校閲を賜った当学部体育科主任大永政人教授ならびに採水分析に御協力いただいた吉田正昭・安部重高両氏に深謝します。

#### 文 献

- 1) 官報13003号：水質汚濁に係る環境基準について。
- 2) 鹿児島県公害規制課資料。
- 3) 日本水道協会：下水試験方法2版（1964）。
- 4) 日本薬学会編：衛生試験法註解 p. 792 金原出版，東京（1973）。
- 5) 高橋 明，他：水質汚濁の調査法（水理学大系第8巻）p. 31 地人書館，東京（1963）。
- 6) Ford, D. L., Eller, J. M. & Gloyna, E. F.: *Analytical Parameters of Petrochemical and Refinery Wastewater*, JWPCF 43 1712-1723 (1971).
- 7) 渡辺紀子：全有機炭素測定とその水質汚濁防止への応用，日衛誌 27 551-565 (1973)。
- 8) 豊田環吉，他：用水と廃水の試験方法，p. 227 工業用水技術懇和会，東京（1963）。
- 9) 日本薬学会編：衛生試験法註解 p. 784 金原出版，東京（1973）。