

河川及び用水路の水質汚濁の現状と浄化機構に関する研究（その2）

岡林 悦子* 田中 光徳*
樋渡 重徳* 石井 勲*

A Study on the Present State of Water Pollution Rivers and Water Channel and its Purification Mechanism (2)

Etsuko OKABAYASHI, Mitsunori TANAKA,
Shigenori HIWATASHI and Isao ISHII

A long-term "Environmental management plan for the water quality in Kagoshima-bay", what is called "Blue plan of Kagoshima-bay", has been carried out to maintain the water quality and the waterside environment of Kagoshima-bay in Kagoshima prefecture. It is the third stage of a program. By data in the 4th fiscal year of Heisei (1992), COD pollution loading amount showed 11.2 t/day of IV zone deep in the bay, the largest value, and followed 8.5 t/day in a coasting area of Kagoshima-city. 4.7 t/day in the center of the bay and 2.6 ~ 0.7 t/day in the entrance of it indicated lower values. The ratio of domestic wastewater to the effluent COD pollution loading amount in IV zone reached 34% the highest value. The biological and water quality survey in Yoshida-cho (the Inari), Hayato-Cho (the Shimizu) and Kokubu-city (the Amori) have been carried out since 1995 and reported in this paper. We classified the aquatic lives lived in NFC blocks used in the Inari and the Shimizu, and compared them with in the chemical water quality.

1. はじめに

鹿児島県は鹿児島湾の水質及び水辺環境の保全を図るため、長期的な「鹿児島湾水質環境管理計画」をたて、現在第3期目に取り組んでいる。その通称「鹿児島湾ブルー計画」平成4年度データによると、湾内Ⅰ～Ⅵゾーンの中で、湾奥部ⅣゾーンのCOD汚濁負荷量は11.2 t/日と最も高く、続いて鹿児島市近海の8.5 t/日となる。残り湾中央部、湾口部は4.7 t/日～4.3 t/日、2.6 t/日～0.7 t/日とかなり低くなっている。Ⅳゾーンは国分市、隼人町、吉田町を含む2市10町より成り、排出汚濁負荷量に占める生活系排水の割合は34%と最も高い。

本研究では、平成7年度に引き続き吉田町稲荷川、隼人町清水川、国分市天降川について、生物及び水質調査を行った。稲荷川の水源地、生活排水流入部および工場排水流入部の比較には、多孔質コンクリート

(NFC)を浸漬して1カ月後、2カ月後、3カ月後とそれぞれのNFCブロックに棲み付いた生物を分類した。また、3河川の上流と中流におけるBOD、COD等の水質変化と川床の微生物や水生昆虫の経月変化を調べた。

2. 生物・水質調査地点と測定項目

生物・水質調査地点の吉田町稲荷川とその支流を図-1に示す。①が吉水川（稲荷川支流）の水源地、②が稲荷川に流入する手前で、小学校や新興団地の生活排水が流入してきている地点である。③は倉谷川（稲荷川）の上流、水源地に近い山林の中、④は水田地帯の川沿いにある食品工場の下流で吉水川との合流点に近い地点である。食品工場は4カ所あり、その内の3工場は排水処理を行っているが、P工場は排水処理がうまくいかず倉谷川に工場排水が流入している。

図-2は隼人町清水川及び国分市天降川とその支流を表し、⑤地点が清水川の生物・水質調査地点である。①～⑤の各地点に図-3に示した多孔質のコンクリー

* 土木工学科（第一工業大学環境衛生開発研究所）



図-1, 2 生物採取用ブロック設置点と水質計測地点

トブロックを浸漬し、その中に棲息する微生物と水生昆虫等を採取した。またA～Eの各地点においてはあわせて水質測定も行った。水質測定項目は、水温、透視度、臭い、川幅、水深、流速、PH、BOD、COD、T-N、T-P、TOC、SS、DO、 $\text{NH}_4\text{-N}$ である。T-N、T-PはDR-2000(分光光度計)を使用し、共にペルオキシニ硫酸カリウムによる分解を行い、TOCはTOC-650を使用した。アンモニア性窒素はネスラー法で行いDR-2000により測定を行った。採水地点の遠い吉田町の場合は発泡スチロールに冷媒体を満たし保冷して運搬した。測定日前はほぼ一週間降雨のない日を水質測定日とし1ヵ月ごとの計測を行った。

3. 各河川の概要

天降川は横川町に源を発し、嘉例川や霧島川を併合して鹿児島湾に至る流路延長42.1 km、流域面積57.8 km^2 の2級河川で、平成4年のBOD汚濁負荷量²⁾は528.7 kg/日とされている。その内、生活系が80.4%とかなり高い。清水川は隼人町内山田に発し流路延長4.5 km、流域面積9.4 km^2 、流域人口約5,900人で、生活雑排水の未処理人口が約87%を占めている。BOD負荷量は240.6 kg/日で、生活系が90.2%、事業場系が8.5%とされている。図-4から図-7まで、県の「生活排水対策計画」の基礎調査結果を示す。図-6は、流域別BOD排水汚濁負荷量、図-7は流域

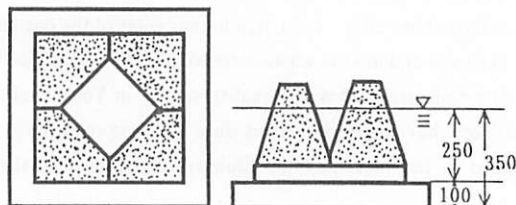


図-3 NFCブロック

別COD汚濁負荷量、図-6は流域別T-N排出汚濁負荷量を示している。

BOD、COD、T-N共に、天降川が最も高い値を示し、いずれも生活系排水による影響が最も大きい。河川では次に清水川が高い値を示し、CODとT-Nでは農林系の影響が大きくなる。T-Pでは畜産系排水によって霧島川が最も高い値を示し、次に天降川、清水川の順となる。図-7は各河川の流量を現している。

天降川は参宮橋、角之下川は見次橋、西光寺川は西光寺橋、霧島川は武安橋、清水川は野久美田橋を実測地点としてある。清水川を1とすると霧島川はそのほぼ10倍、天降川は40倍の流量となる。

流域別BOD、COD、T-N、T-Pそれぞれの排出汚濁負荷量は流量や流域面積の小さい清水川がかなり大きな値を示している事が分かる。

4. 調査結果及び考察

平成7年度は稲荷川の4本の支流を、三面コンクリート張りとならずに河川とに分類して、生物及び水質調査を行った。三面コンクリート張りの大石様川と野呂迫川は、吉野台地の人口増加とともに排水溝としての役割を果たす様になってきている。現在では吉野台地の生活排水がかなり流入してきており、付着微生物群（*firamentous fungu*）のハク離によって、その水は強い硫化水素臭などの腐敗臭を生ずる。底泥は硫化鉄による黒色を呈し水生昆虫や魚類は見られない。DO（溶存酸素）は最も悪い時で0.2 mg/l、最も良い時で3.55 mg/lである。BODはいつも90 mg/lを越しており、アンモニア性窒素も5.9 mg/lと単独浄化槽の排水基準値よりも高い値を示す。指標生物、理化学的指標どちらの立場からも強腐水性の河川である。しかし、指標生物分類では強腐水性水域に存在しないとされる珪藻や緑藻が出現する。特にそれは河床に土壌が堆積している場合に顕著である。鹿児島は5月末～7月にかけて、梅雨や台風等の為に河川の流速が一時的にかなり速くなり、*firamentous fungu*の大規模な剥離が起こる。その為もあって5月末～7月までと9月～10月までの原生動物や微小生物に変化がある。ひんばんに剥離を繰り返す時にはアメーバ（*Amoeba*）、ゾーグレア（*Zoogloea*）、繊毛虫類（*Vorticella*）珪藻（*Diatom*）糸状菌（*firamentous fungu*）線虫類（*Nematoda*）など微生物類もバラエティーに富んでいたが、（写真-1、2）9月～10月は夥しい糸状菌（*firamentous fungu*）と、珪藻（*Diatom*）、緑藻（*Green algae*）が現れる。

同じ三面コンクリート張りの野呂迫川は、BODがいずれも40 mg/l前後と、大石様川の半分以下であるにもかかわらず、生物はほとんど *firamentous fungu* で *Nematoda* が出現するのみである。この二つの河川の化学的指標では大石様川の汚濁が激しいが、生物学的指標では逆に野呂迫川の方が汚濁の進んだ河川となる。

同様に、三面コンクリート張りでない大石様川、野呂迫川の2つの支流の生物及び水質調査を行った。この2つの支流はH7年度、H8年度と継続した調査とともに、多孔質コンクリートブロックを使った水生昆虫の調査も行った。倉谷川（稲荷川上流）は支流中では流量のある河川で、吉水川と合流する地点まではほとんど山林と水田地帯を流れている。しかし合流点

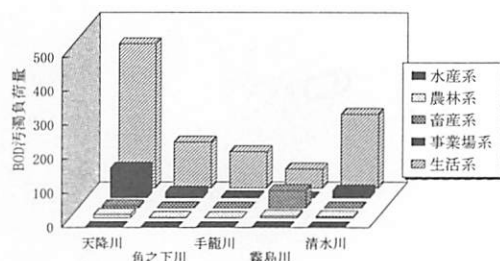


図-4 流域別 BOD 排出汚濁負荷量

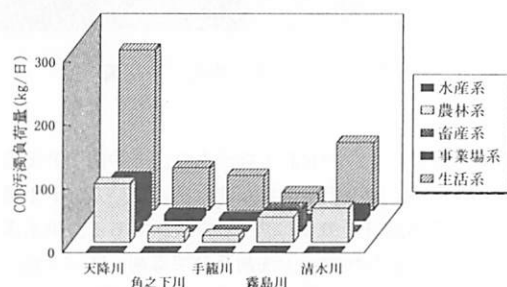


図-5 流域別 COD 排出汚濁負荷量

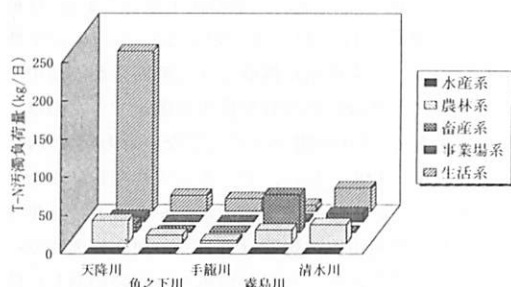


図-6 流域別 T-N 排出汚濁負荷量

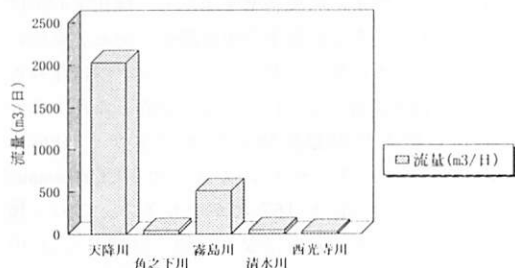


図-7 各河川の流量

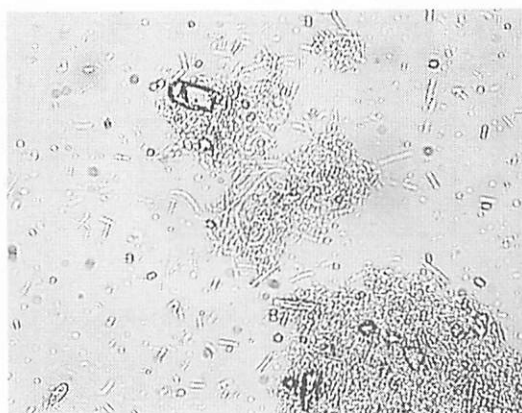


写真-1 ケイ藻(黄色)糸状菌

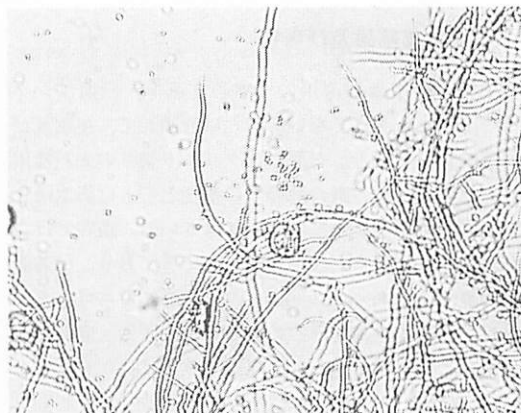


写真-2 付着微生物群 (Firamentous fungus)

のすぐ近くに4つの食品工場があり、その内のP工場から浄化不十分な工場排水が流れ込んでいる。P工場の主な使用品目と概要は表-2の通りである。排水溝に流入する主な物質は①洗剤及び消毒剤、②パン粉、③原料肉及び野菜の残滓等である。特に原料をスリミ状にした場合には工場排水による汚濁が進行する。また油を使用した時も同様であるが、現在、あまり油を生産工程で使っていない。水の使用量は23 m³/日最多使用時間帯は17:00~18:00で15 m³~16 m³を使用している。工場排水は採取できる時間帯が午前中であつた為に、洗浄時の汚れた排水を測定できたのは1回のみである。洗浄時排水とそうでない時の水質では、BOD、COD、TOC、臭い、アンモニア性窒素にかなりの差を生じている。特に平成7年5~7月と、8年5月~6月時の河川への影響は著しく、河床に肉片やヘドロ堆積が見られた。しかし台風や梅雨時の激しい降雨で河床のドロや堆積物が一掃されると、水質はBOD 2 mg/l 前後、DO 8.3 mg/l、SS 6 mg/l と生活環境保全に関する環境基準を満たし、理化学的指標では貧腐水性ときれいな水の水質階級に戻る。検境による微生物や多孔質コンクリートブロック内に住み着いた水生昆虫調査(表-1)では、浸漬1カ月、3カ月共に強腐水性指標生物のサカマキガイ(*Physa acuta*)が0と71、セスジユスリカ(*Chironomus yoshimatsui*)が28と167とかなり多い。この二種で全体の28%と87%になり、他には同じく α -中腐水性のヒルも生息する。一方貧腐水性指標生物のブラナリア(*Dugesia gonocophala*)が8と6、コカゲロウ0と9と生息し、 β 中腐水性のコガタシマトビ

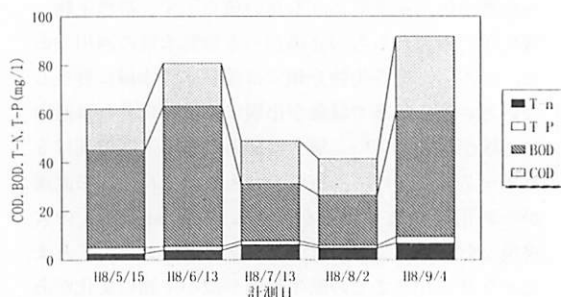


図-8 西牟田川の水質

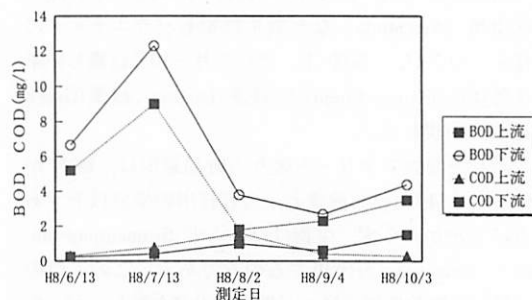


図-9 吉水川のBOD, COD

ケラ(*Cheumatopsyche brevilineata*)6、ニッポンヨコエビ(*Rivulogammarus nipponensis*)6と見られる。

平成8年4~6月にかけての清水川ではミズムシ(*Asellus hilgendorffii*)が501と異常に多く、全体の94%を占める。次に強腐水性のユスリカが11、ヒルが20で全体の0.06%になる。この河川は生物の種類が非常に少ないのが大きな特徴となっている。河床

河川及び用水路の水質汚濁の現状と浄化機構に関する研究（その2）

表-1 NFC に生棲した水生昆虫

門	綱	科	和 名	学 名	倉谷川1ヶ月	倉谷川3ヶ月	清水川1ヶ月
扁形動物	渦虫	プラナリア	ナミウズムシ	<i>Dugesia gonocephala</i>	1	0	0
節足動物	昆虫	ヘビトンボ		<i>Prothermes grandis</i>	1	0	0
節足動物	昆虫	コカゲロウ	コカゲロウ属sp		1	7	0
節足動物	昆虫	シマトビケラ	ウルマシマトビケラ	<i>Hydropsyche orientalis</i>	22	1	0
節足動物	甲殻	ミズムシ	ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffii</i>	10	0	501
節足動物	甲殻	ヨコエビ	ニッポンヨコエビ	<i>Rivulogammarus nipponensis</i>	0	0	0
環形動物	ヒル		ヒル綱sp1.2.3		0	1	20
軟体動物	腹足	サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>	2	14	0
節足動物	昆虫	ユスリカ			28	167	11
環形動物	貧毛	ミズミミズ			0	2	0
節足動物	昆虫	ヒメドロムシ			1	0	0
節足動物	昆虫	シマトビケラ	コガタシマトビケラ	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	33	0	0

表-2 食品工場排出品目

製 品 名	成 分	用 途	使用量
アルコールジ (エタノール製剤)	エタノール 47.3 % ーポリリジン 0.4 %	機械器具の殺 菌	0.6 (ℓ/日)
ビッグ (合成洗剤)	界面活性剤 直鎖アルキルベンゼン スルホン酸ナトリウム 硫酸塩, アルミノ珪 酸塩, 炭酸塩	軍手作業衣の 洗濯	0.9 (kg/日)
アルボース石鹸液	クロルキシレノール エトテン酸	手洗い	0.3 (kg/日)
アサヒラック	低塩素次亜塩素酸 ソーダ	殺菌, 有効塩 素 10 %	10.7 (ℓ/日)
トヨクロンPTS	中性次亜塩素酸	消毒 (長靴)	0.16 (kg/日)
フォーミング クリーン	カルシューム 非イオン界面活性剤	機械洗浄	0.18 (ℓ/日)
使用水量		原料, 機械等	23 (m ³ /日)

は硫化水素特有の黒色を呈し、硫化水素臭を持つ強腐水性の河川となっているが、BOD は 10 mg/ℓ を越える事はあまりない。6月～9月の DO は 8～8.5 mg/ℓ で生活環境保全に関する環境基準値付近にある。しかし、10月以降、6.5 mg/ℓ と低下する。

図-10 はそれぞれの河川に浸漬した多孔質コンクリートブロック内に生息していた生物を、貧水性～強腐水性指標生物の4つのブロックに分離したものである。3河川の水生昆虫はそれぞれかなり特徴ある分布をしている事が分かる。中でも清水川はα-中腐水性生物が最も多く、手籠川はα-中腐水性から強腐水性

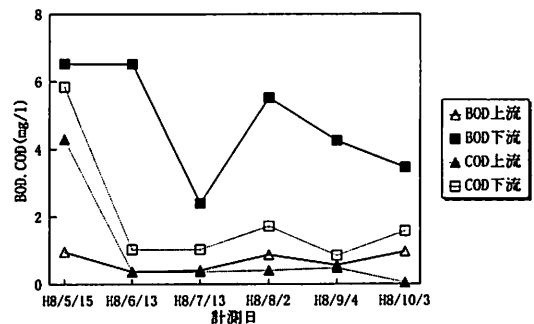


図-10 倉谷川のBOD, COD

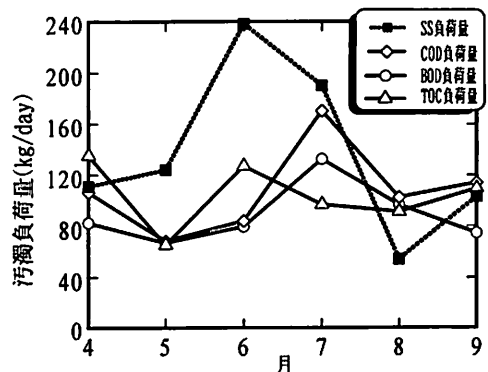


図-11 清水川の水質汚濁負荷量

に傾いている河川と言える。貧腐水性と強腐水性の指標生物が共存している稲荷川は、特に面白いデータとなっている。水源地からおよそ1 kmしか離れていな

い地点で途中農業排水による多少の影響はあるものの、工場排水による影響がはっきりと現れている。多孔質コンクリートブロックの浸漬月数が1カ月と短い場合には、プラナリアなど貧腐水性の生物も生息するが、2～3カ月と長くなると、強腐水性の指標生物が非常に多くなる。一方上流の水源付近ではほとんど貧腐水性の生物が生棲する。

BOD, COD, DO は、川床の堆積物が一掃される8月までは一般的に高い傾向にあるが、一掃された後は貧腐水性へ近づく傾向にある(図-12)。

5. まとめ

稲荷川(支流)、清水川、天降川(手籠川)の3つの河川は共に生活排水による汚濁が見られる。稲荷川(支流)の場合は食品工場による影響が大きい。汚濁はいずれも河床に堆積した有機物の分解による硫化水素特有の黒色を呈している。これらの堆積物は、台風や梅雨時の豪雨によって一掃され、外観的にはきれいになる。しかし、稲荷川上流は工場排水からの肉片などがすぐに付着する。清水川は流量が少ない事、流速が遅いなどの為に、水が停滞する現象がみられ、夏の水温が29℃と上昇する。これにともなって水生植物の緑藻、らん藻類が急増し、珪藻類の増殖もみられる。

本研究の一部は「環境事業団地球環境基金」の補助を受けて実施した「稲荷川の水質測定」の成果であることを付記する。

6. 参考文献

- 1) 通商産業省環境立地局：公害防止の技術と法規水質編 産業環境管理協会 1995
- 2) 下水道試験法：日本下水道協会 1984
- 3) 河川汚濁のモデル解析：國松孝男 村岡浩爾，技報堂出版KK 1990
- 4) 藻類の生理生態学 W.M. ダーリー，培風館
- 5) 微生物生態学：R. キャンベル 手塚泰彦，培風館 1987

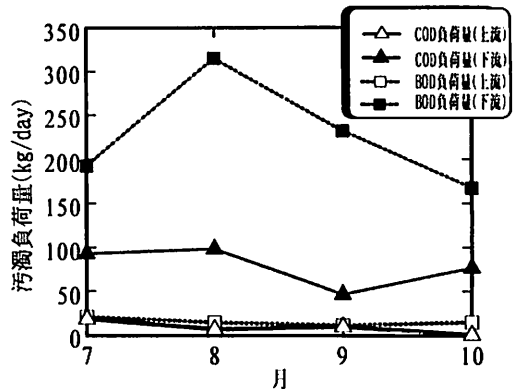


図-12 稲荷川上流の水質汚濁負荷量

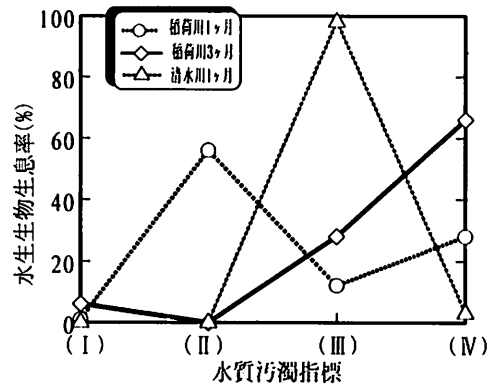


図-13 NFC ブロック内の水生生物の水質段階別生息率