

鹿児島湾奥河川の理化学的水質と水棲生物に関する基礎的研究

岡林 悦子* 田中 光徳* ミヨーキョウ* 岡林 巧**

Fundamental Research on Physical and Chemical Water Properties of Rivers and Aquatic Living Things at the Inner Kagoshima Bay

Etsuko OKABAYASHI, Mitsunori TANAKA, Myo KHIN, Takumi OKABAYASHI

The basin population of the Kagoshima bay accounts for about 50% of the population of the prefecture with about 859,000 people. Recently, the population growth of the inner bay is especially large. As for the IV zone located in the inner bay, the pollution loading amount of the exhaust COD is the highest according to the Kagoshima bay blue plan of the prefecture with 11.2t/day.

Physical and chemical properties of water and hydrobios were investigated in the Inari, the Shmizu and Korida rivers (branch of the Amori). They flowed into the IV zone at the inner bay of Kagoshima. In these river basins, the urbanization according to the estate development is unreasonable, and there is a river where the influence with domestic waste water accounts for about 90%, too. The hydrobios investigation soaked the porous concrete block besides the benthic organism survey method with a past server net in the sampling water point, and tried a new survey method that gathering investigated hydrobios that did the adhesion living to this. At the same time, the physical and chemical water quality survey was conducted, these correlations were examined and significant findings were obtained.

Keywords : PoC(Porous Concrete) block, physical and chemical properties of water, hydrobios investigation

1. はじめに

鹿児島湾の流域人口は、約86万人と鹿児島県人口の約50%を占めている。中でも近年、湾奥部の人口増加は大きい。県の鹿児島湾ブルー計画によると湾奥に位置するIVゾーンはCOD排出汚濁負荷量が11.2t/dayと最も高い。

本研究は、この湾奥部IVゾーンに流入する清水川、郡田川(天降川支流)と、鹿児島市内を流れる稲荷川における理化学的水質調査と水生生物調査に関するものである。これらの河川流域は、土地開発に伴う市街化が著しく、生活排水による影響がおよそ90%を占める河川もある。

水生生物調査は、サーバーネットによる底生生物調査の他に、PoC(Porous Concrete)ブロックを採水地

点に浸し、これに付着棲息する水生生物を採取調査する新たな調査法を導入した。また本研究では、同時に理化学的水質調査も行うとともに、これらの相関性について検討し有意な知見を得た。

2. 調査概要

(1) 河川概要

調査研究を行った河川と採水地点は、稲荷川(a~g)、清水川(1~5)、郡田川(A~F)の3河川である(Fig.1)。稲荷川は鹿児島市東部を流れる2級河川で、飲み水として下流から取水されている。この水源に近いd地点とf地点には、小規模の食品加工その他の工場が多い。清水川は、鹿児島湾に注ぐ生活排水(未処理90%)の影響をかなり受ける流量の少ない河川であ

*土木工学科 **鹿児島高専土木工学科

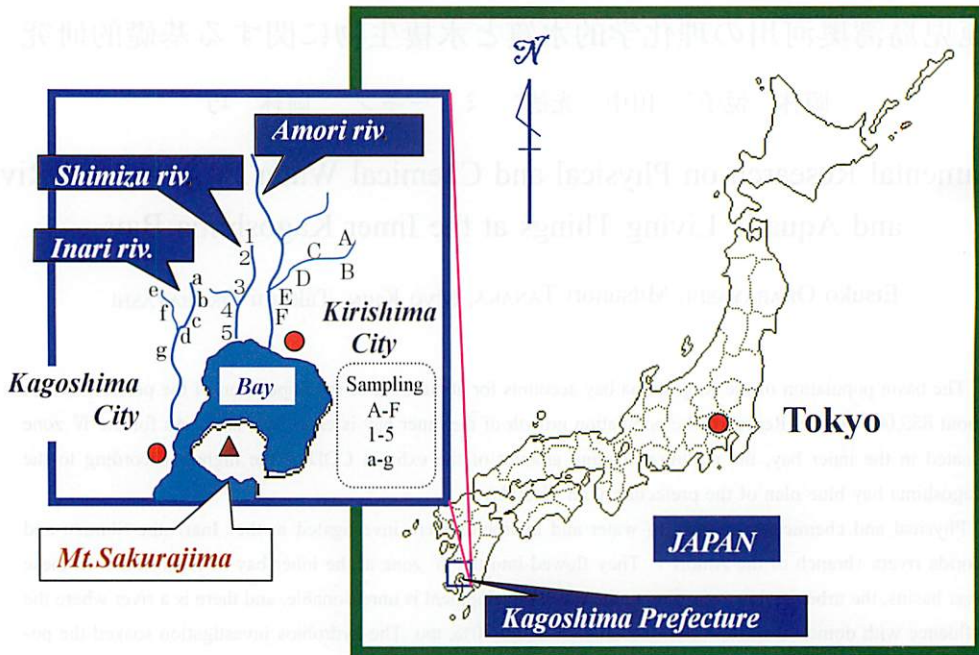


Fig. 1 Investigation position

る。

天降川は、霧島市を貫流する2級河川で郡田川はその支流である。その流域は、急激な市街化（C～F地点）が進んでおり、大規模な食肉加工工場（D地点）もある。

本研究では、これらの河川の水域環境変化を調査するため、1996～2005年にかけて理化学的水質調査を行うとともに、多孔性コンクリート（PoC）ブロックを調査地点に設置した後、1ヶ月後に引き揚げて付着棲息する水生生物を採取調査する新たな水生生物調査法を試みた。また従来の水生生物調査法の1種であるサーパーネットによる調査も行い、これらの2つの調査法の相関性について比較した。

（2）水生生物調査

水生生物調査による河川環境評価の利点は、理化学的水質調査と比較して、ある程度の過去から現在までの平均的な水質が把握でき、こまかく安価で簡便に把握することが可能なことである。

本研究では、中性化処理したPoC（Porous Concrete）ブロックを水生生物調査に利用した。水生生物調査による水質分類は、まずPoC（Porous Concrete）ブロッ

クを採水地点に浸し、これに付着棲息する水生生物を採取し、これらを水質指標に従って分類した。さらに、水環境の評価を行うため、分類した水生生物をPantle-Buck法にてPI（pollution index）を算出し評価を行った。PI（汚濁指数）は水質指標生物の出現度合いを加味して汚濁の程度を指標として表したものである。出現の度合いは、次の3段階に表す。少ない： $h=1$ 、多い： $h=2$ 、著しく多い： $h=3$

汚濁階級は4段階とし、次のようにそれぞれ汚濁階級指数を与える。貧腐水性指標生物： $S=1$ 、 β -中腐水性指標生物： $S=2$ 、 α -中腐水性指標生物： $S=3$ 、強腐水性指標生物： $S=4$

汚濁指数（PI）はこれらから次式によって算出される。

$$PI = \frac{\sum (S \cdot h)}{\sum h}$$

（3）PoC（Porous Concrete）ブロック

PoCブロックの作成方法は、Fig.3のようになる。これは粗骨材を粘稠なセメントペーストでまぶしたコンクリートブロックである。PoCブロックは、通常の

コンクリートブロックとは異なり、逆に空隙に富み、空気や水を自由に通す性質をもつ。そのため、通常のコンクリート護岸より酸素に富み、多数の空隙が水生昆虫の成育に適していると考えられる。

水生生物調査に用いた PoC ブロック (10cm×10cm×40cm : Fig. 2) は、水で中性化処理したものを河川に浸け、1ヶ月後に引き揚げた。水生生物の採取は、引き揚げた PoC ブロックを、水を張ったコンテナに入れて2日程酸欠状態に置き、付着棲息しているものしているものを採取した。これらの生物を水質指標に従って分類の後 Pantle-Buck 法により評価を行った。



Fig.2. PoC(Porous Concrete)Block

(4) 理化学的水質測定

理化学的水質測定は、生物調査と同様1月ごとに行い、採水地点は各河川ともに上流から下流にかけて5から7地点とした。理化学的水質測定項目は、気温、水温、流速、流量、透視度、pH、SS、BOD₅、COD、NH₄⁺-N、T-N、T-Pの12項目である。また計測時間は水生生物調査とほぼ同時とした。

3. 調査結果

(1) 理化学的水質

稲荷川、清水川、郡田川の水温、流速、流量、透視度、COD、T-N、T-P 概要は、Table 1 のよう

になる。流量 (0.18~0.52m³/sec) の少ない河川における BOD₅、COD、T-P、NH₄⁺-N は、月によって工場下流で大きく変化した。Fig.4 は清水川市

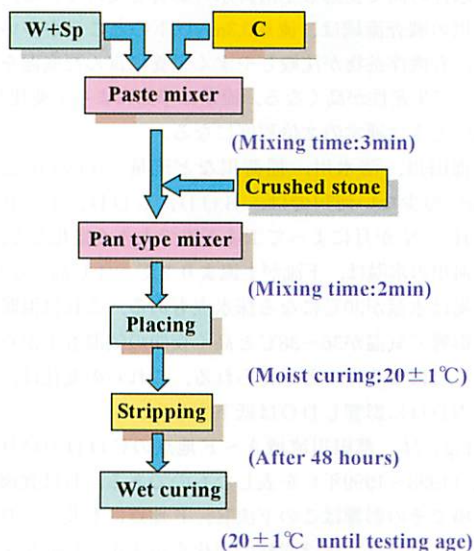


Fig.3. Mixing and fabrication of specimen

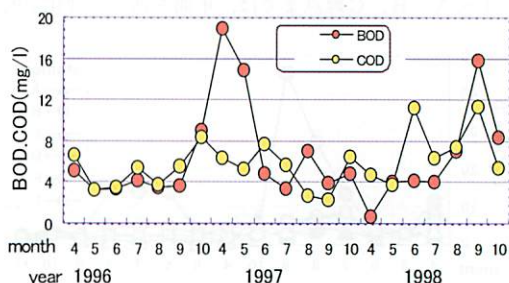


Fig. 4 River Shimizu, BOD・COD monthly change (1996~1998)

Table 1. Physical and chemical properties of water

	Riv.I.(upstream)	Riv.I.(downstream)	Riv.S.(upstream)	Riv.S.(downstream)	Riv.K.(upstream)	Riv.K.(downstream)
Water teme.(°C)	14.5~16.5	12.5~24	15~21.5	13~24	17~22	17~26
Flow (m ³ /s)	0.16~0.37	0.14~0.21		0.12~0.48		
Volume(m ³ /s)	0.16~0.26	0.22~0.43		0.02~0.78	0.52~1.74	0.3~2.09
Transparency(cm)	100	100~50	98~100	89.5~70	100	83.5
COD(mg/l)	0.88~3.74	1.78~16.14	0.14~2.28	2.86~8.16	0.83~1.97	3.15
T-N(mg/l)	0~1	0.5~3.3	0~1.36	1~2.72	0.1~1.5	0.7
T-P(mg/l)	0.02~1.08	0.02~0.82	0~0.3	0.04~0.25	0~0.18	0.29

街地（3地点）のBOD・CODの経月変化（1996～1998年）を表したものである。BODは、大きく変動する時期があるものの、通常はβ中腐水性からα中腐水性の間で変動し生活排水の影響を受けている。3河川の調査流域は、流速0.3m/s以下のところが多いため、有機浮遊物が沈殿しやすく栄養に富んだ底泥を形成して生産性が高くなる。流量は季節によって変化し、多いときは通常の2倍程度になる。

郡田川、清水川、稲荷川など流量（0.18～0.52m³/sec）の少ない河川では、BOD、COD、T-P、NH₄-Nが月によって工場下流で大きく変化した。

河川の水温は、下流が上流より2℃～4℃高くなり、夏場は水温が30℃になる採水点もある。これは温暖化の影響で気温が36～38℃と高く夜間の気温も下がらないことによるものと考えられる。これらの変化は、水中のDOに影響しDOは低下する。

Fig.5は、郡田川流域A～F地点のCODの経月変化（1998～1999年）を表したものである。Dは食肉加工場でその影響はこの下流E、F地点にも及ぶ。BODとCODは、ほぼ同様の変化を示すが、1998年8～9月はCOD成分の大きな流入を示している。Fig.6は、その4～11月のBOD測定値である。

上流A、B、C地点までは、年間を通して理化学的

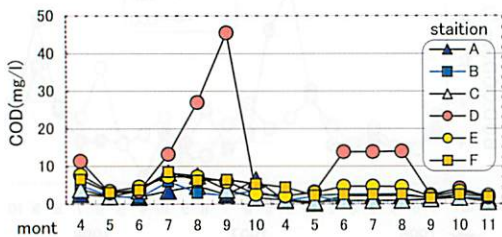


Fig. 5 River Shimizu, COD monthly change at station (1998~1999)

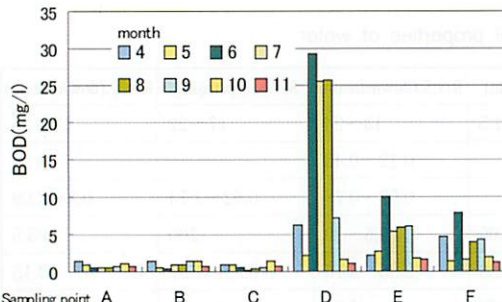


Fig. 6. River Koorida, BOD change at station

水質は、ほぼ貧腐水域にある。しかし、D地点を境にそれより下流域では、β中腐水性からα中腐水性水域となり、D地点は強腐水性となることも多い。

(2) 水生生物調査

① PoCブロックを用いた水生生物調査

郡田川のPoCブロックを用いた水生生物による各採水地点ごとの各水質指標生物の生物数のグラフは、Fig.7のようになる。これをPantle-Buck法による生物学的評価PI (pollution index) したものと、BODによる理化学的水質評価とを比較した。これによると、5月のPoCブロックに付着生息した水生生物の生物学的PI評価と、BODによる理化学的水質評価には、非常に良好な相関性が見られる。また、他の月も上流部A、B、Cでは理化学的水質が貧腐水性となる。しかし、水生生物から見るとC地点で生物種に変化が生じ始めている。D地点では水生生物と理化学的水質がかなり変化していることから、大きな汚濁負荷を受けたことが解る。

② サーバーネットを用いた水生生物調査

水生生物調査に従来から行われている従来のサーバーネットを用いた調査の結果は、Fig.7のようになる。この図には、PoCブロックを用いた水生生物調査結果を併記した。その結果これらには、良好な相関性が見られる。これらの水生生物の採取結果の例はTable 2 (サーバーネットを用いて採取)、Table 3 (PoCブロックを用いた採取)のようになる。これらのデータを基に両者を比較したものがTable 4である。両者には良好な相関性が見られる。

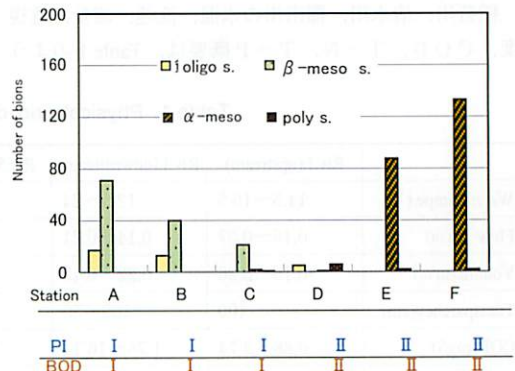


Fig 7. Number of hydrobios habitat in PoC block (1999 May)

鹿兒島湾奥河川の理化学的水質と水棲生物に関する基礎的研究

Table 2. Number of indicator hydrobios of each sampling points (Server net 2005/11/17)

A: weak against pollution B: durable against pollution

Collection Point	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
<i>Hirata Ephemera</i>	5				
<i>Ephemera</i>	21	32	2		
<i>Width shrimp</i>	11	11			
<i>Planaria lugubris</i>		5	2	1	
<i>Rivur ogammarus</i>	23	21	39	7	10
<i>Goera pilosa</i>	1	1	2		
<i>Hill</i>			1		
<i>Asellus</i>		3		1	
<i>Chironomus Yoshimatsui</i>			1		3
<i>Tubifex tubifex</i>			4	6	8
<i>Others</i>	3	2		2	1
<i>PI(Pollution index)</i>	1.1	1.3	1.4	2	2.5
<i>PI assessment</i>	oligosaprobity	oligosaprobity	oligosaprobity	β -mesosaprobity	β -mesosaprobity

Table 3. Number of indicator hydrobios of each sampling points (PoC block 2005/11/17)

A: weak against pollution B: durable against pollution

Collection Point	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
<i>Hirata Ephemera</i>	4		1	2	
<i>Ephemera</i>	23	33	2		12
<i>Width shrimp</i>	6	12		1	
<i>Planaria lugubris</i>	4	9			
<i>Rivur ogammarus</i>	15	24	32	14	8
<i>Goera pilosa</i>	1		2		
<i>Hill</i>				2	
<i>Asellus</i>		1	3	2	7
<i>Chironomus Yoshimatsui</i>			2	4	5
<i>Tubifex tubifex</i>					
<i>Others</i>	2			3	1
<i>PI(Pollution index)</i>	1	1.3	1.3	1.5	1.8
<i>PI assessment</i>	oligosaprobity	oligosaprobity	oligosaprobity	β -mesosaprobity	β -mesosaprobity

Table 4. Comparison of PI assessment survey method(PoC block, server net)

Collection method	PI	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Server net	<i>PI(Pollution index)</i>	2	1.4	3.5	2.5	2.8
2005/10/15	<i>PI assessment</i>	β -mesosaprobity	oligosaprobity	α -mesosaprobity	β -mesosaprobity	α -mesosaprobity
PoCblock	<i>PI(Pollution index)</i>	2	1.4	3.5	2.5	2.8
2005/10/18	<i>PI assessment</i>	β -mesosaprobity	oligosaprobity	α -mesosaprobity	β -mesosaprobity	α -mesosaprobity
Server net	<i>PI(Pollution index)</i>	1.1	1.3	1.4	2	2.5
2005/11/17	<i>PI assessment</i>	oligosaprobity	oligosaprobity	oligosaprobity	β -mesosaprobity	β -mesosaprobity
PoC block	<i>PI(Pollution index)</i>	1	1.3	1.3	1.5	1.8
2005/11/17	<i>PI assessment</i>	oligosaprobity	oligosaprobity	oligosaprobity	β -mesosaprobity	β -mesosaprobity

4. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

- ① 稲荷川と郡田川は、工場排水の影響をうけており、その下流にも影響を及ぼしている。
- ② 清水川の水質は大きく生活排水の影響を大きく受けて強腐水性になる水域があり、特に流れが停滞する流域はその傾向が強い。
- ③ PoCブロックに付着生息した水生生物の Pantle-Buck 法による生物学的 *PI* 評価と BOD による理化学的水質評価には、良好な相関性が見られる。
- ④ サーバーネットを用いた水生生物調査と PoC ブロックに付着棲息する水生生物調査結果では、双方ともに、*PI* 評価での相関性がみられた。

- ⑤ PoC ブロックに付着棲息する水生生物調査では、河川の化学的水質変化よりも早期に水質汚濁による変化を把握することが可能であった。
- ⑥ PoC ブロックを用いた水生生物調査は、ブロックを回収した後、室内で生物採取できるのでサーバーネットによる調査より作業が楽であった。
- ⑦ PoC ブロックを用いた水生生物調査は、簡単に設置できるため、定期的に細かくポイントごとに水環境の把握が可能であった。

【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
- 2) 日本下水道協会：下水道試験法