

福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究

—御笠川, 1995年—

石松 一男¹

Studies on Bottom Fauna in river in Fukuoka City
(Mikasa river, in 1995)

Kazuo ISHIMATSU

本市では, 1992年度から市内の主要6河川について5年ごとに水生底生動物による河川環境評価を実施しているが, 1995年度は御笠川について実施した。淡水域については, 上流の三浦橋が最も清澄で下流の方がやや汚濁しているのではないかと考えられた。1974年と比較すると, 中流付近の環境の変化は十分には把握できなかったが上流部はあまり変化はみられなかった。河口域については, 5月と10月の調査間では, 河口下流から河口上流にいくにつれて群集組成の変化が大きくなっていた。1974年と比較すると, 河口上流については十分には把握できなかったが中流では環境が若干良くなっているのではないかと考えられ, 下流では生物群集の多様度や複雑さが減少していた。

Key Words : 底生動物 Bottom fauna, 御笠川 Mikasa River, 生物指数 Biotic index,
汚濁指数 Pollution index, 多様性指数 Diversity index,
群集分岐指数 β -index, A S P T値 Average score per taxon,
類似度指数 Similarity index

I はじめに

従来, 河川や海域等の環境評価を行う場合には化学分析による評価が多く実施されてきている。化学的方法は, 個々の物質の含有状況を把握することができ基本的な評価方法であるが, 近年汚濁源や汚濁物質の多様化に伴い総合的な環境評価として, 生物学的方法が重要視されてきている。そこで, 本市も平成4年度から市内の主要6河川について5年ごとに水生底生動物による河川環境評価を開始し¹⁻³⁾, 平成7年度は御笠川について調査を実施したので報告する。御笠川は宝満山(868.7m)山中の太宰府市太宰府から発し, 福岡平野を北西流し福岡市博多区を経て, 博多湾に流れ込む全長20.7kmの2級河川で, 下流の福岡市街地では石堂川と通称されている。一時期, 生活廃水流入で博多湾に注ぐ河川中最も汚濁度が高いといわれていたが, 昭和48年7月の集中豪雨による出水以降, 河川改修事業が行われ, 現在では福岡市ほか近隣市町の上水道に取水されている。

また, 本市は九州大学に依頼して, 1974年に御笠川

の底生動物調査^{4), 5)}を実施しており, 今回それらの結果との比較検討も行ったので併せて報告する。

II 調査方法

淡水域の底生動物採取は1995年5月19日と10月14日に, 三浦橋, 浦の城橋, 東蓮寺橋, 大野城橋, 畑詰橋の5地点(図1, 2)で実施した。三浦橋は橋から約200m上流, 畑詰橋は約100m上流で採取した。採取方法は環境庁によるキック・スイープ法⁶⁾で行ない, 各地点につき2試料ずつ採取し, 同時に河川水も採取し分析した。河口域の底生動物採取は1995年5月10日と10月19日に, 河口の上流(金島橋), 中流(緑橋), 下流(臨港線鉄橋)の3地点(図3)で実施した。採取場所は干潮時のできるだけ水際とし, 各地点につき2試料ずつ採取し, 同時に底泥も採取し分析した。採取方法は内径5.5cmの円筒で深さ10cmまでの砂泥を採取し, 少量のローズベンガルと10%ホルマリンを加え, 動物体が壊れないように直ちに混ぜ, 着色固定した。1日冷蔵庫に保存後, 砂泥に飽和食塩水を入れ動物等を浮上させ, 上澄をプランクトンネット(目は0.3mm)でろ過した。

1. 福岡市衛生試験所 理化学課

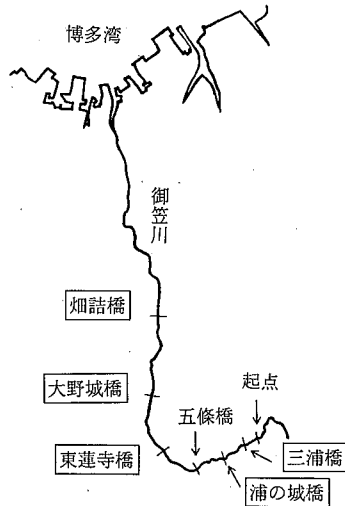


図1 御笠川淡水域採取地点

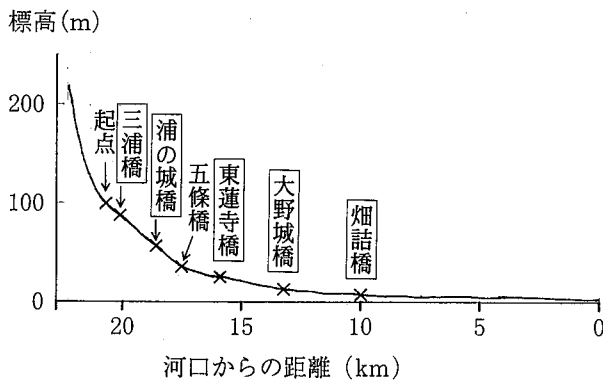


図2 御笠川淡水域採取地点標高

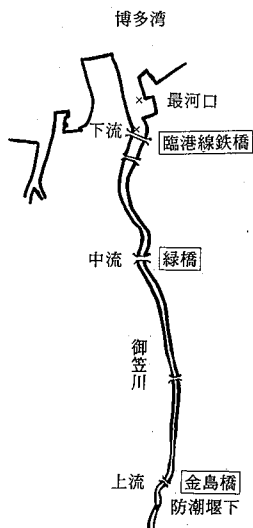


図3 御笠川河口域採取地点

この操作をほとんど動物が浮かなくなるまで繰り返し、沈殿している砂泥については貝類等の動物の有無を調べ、ろ過した動物等は70%アルコールに保存した。

同定については、淡水域は「日本産水生昆虫検索図説」⁷⁾、「日本淡水生物学」⁸⁾に、ただしコカゲロウ属だけは小林⁹⁾に従った。河口域は主に「新日本動物圖鑑」¹⁰⁾、「日本海岸動物図鑑 [I]」¹¹⁾に従い、併せて九州大学理学部付属天草臨海実験所の菊池教授の同定・確認の指導にも従った。特に河口域の動物については種名の変更等新しい分類方法に従った。なお、淡水・河口域ともに、同定困難なものについては確認できるまでの分類とし、貧毛類については計数しなかった。

III 結果および考察

1. 淡水域の底生動物

1) 淡水域の底生動物出現状況

淡水域の底生動物調査結果を表1-1~1-2に示す。5月の全出現種類数は20種類で、上流の三浦橋は15種類で、浦の城橋より下流では7~9種類とやや減少していたがこの区間での変化は小さかった。各種類別では、カゲロウ目ではコカゲロウ科のコカゲロウ属 sp.H が中・下流部、サホコカゲロウが上・中流部、シロハラコカゲロウが上・下流部付近で出現しており、コカゲロウ属 sp.H とサホコカゲロウは東蓮寺橋で最も多く出現していた。カワゲラ目は出現しておらず、トビケラ目は浦の城橋を除いた全地点で出現していたが個体数は非常に少なかった。トンボ目、甲虫目は三浦橋のみに出現していた。ハエ目では、ユスリカ科が全地点で出現しており、三浦橋以外で個体数が多かった。また、ブユ科、ヌカカ科が三浦橋で出現していたが、個体数は非常に少なかった。その他の種類では、ミズムシが三浦橋を除いた全地点で出現し下流に行くほど多く、特に畑詰橋では顕著であった。ヒル類は全地点で出現し浦の城橋が最も多く、貝類が全地点で出現していたが個体数は少なかった。

10月の全出現種類数は23種類で、上・中流付近は12~14種類で、中・下流付近は5~9種類とやや減少し大野城橋が最も少なかった。各種類別では、カゲロウ目では5月同様コカゲロウ科のコカゲロウ属 sp.H が全地点、サホコカゲロウとシロハラコカゲロウが上・中流部付近で出現していた。コカゲロウ属 sp.H とサホコカゲロウは浦の城橋と東蓮寺橋、シロハラコカゲロウは三浦橋で多く出現していた。カワゲラ目は、オナシカワゲラ属が三浦橋で1個体出現していた。トビケラ目は、新たにウルマーシマトビケラとアオヒゲナガトビケラ属が三浦橋で出現しており、前者は多かったが後者は1個体のみであった。コガタシマトビケラ属は大野城橋を除いた全地点、ヒメトビケラ属は中・下流部付近で出現していた。コガタシマトビケラ属は浦の城橋、ヒメトビケラ属

表1-1 1995年5月御笠川淡水域の底生動物

種	名	三浦橋	浦の城橋	東蓮寺橋	大野城橋	畑詰橋
コカゲロウ属 sp.H	Baetis sp.H			17 15	9 10	5 12
サホコカゲロウ	Baetis sahoensis	1	8 16	75 21	2 7	
シロハラコカゲロウ	Baetis thermics	5 1	3			1 1
ハグロトンボ	Calopterys atlata	1				
オナガサナエ	Onychogomphus viridicostus		2			
コオニヤンマ	Sieboldius albardae		2			
オニヤンマ	Anotogaster sieboldii		2			
コガタシマトビケラ属	Cheumatopsyche sp.			1 1	1	1 9
ヒメトビケラ属	Hydroptila sp.		1			
マルヒゲナガハナノミ属	Cophaesthetus sp.		1			
ヒメドロムシ科	Elimidae sp.		4			
ブユ科	Simuliidae spp.	1 3				
ユスリカ科(腹鰓なし)	Chironomidae spp.	3 12	145 114	79 76	143 87	109 152
ユスリカ科(腹鰓あり)	Chironomidae spp.		1 1	2 2	2 1	1 4
ヌカカ科	Ceratopogonidae sp.		2			
ミズムシ	Asellus hilgendorffii		8	7 6	9 39	186 646
ヒル類	HIRUDINEA	1	58 32	26 13	5 8	4 22
モノアラガイ	Lymnaeidae spp.	1	1	2		
サカマキガイ	Physidae spp.	3		1		
マシジミ	Corbicula leana				1	
総個体数		46	387	344	324	1154
種類数		15	7	9	8	8

表1-2 1995年10月御笠川淡水域の底生動物

種	名	三浦橋	浦の城橋	東蓮寺橋	大野城橋	畑詰橋
コカゲロウ属 sp.H	Baetis sp.H	2 2	41 13	46 94	6	11 16
サホコカゲロウ	Baetis sahoensis	5	12 19	6 28		
シロハラコカゲロウ	Baetis thermics	40 28	2 1	1		
ハグロトンボ	Calopterys atlata		1			1
シオカラトンボ	Orthetrum albistylum speciosum					1
オナシカワゲラ属	Nemoura sp.		1			
ウルマーシマトビケラ	Hydropsyche orientalis	6 36				
コガタシマトビケラ属	Cheumatopsyche sp.	11 35	48 31	16 19		3
ヒメトビケラ属	Hydroptila sp.			13	3	2 2
アオヒゲナガトビケラ属	Mystacides sp.	1				
ウスバヒメガガンボ亜科	Antocha spp.		1			
ブユ科	Simuliidae spp.			2		
ユスリカ科(腹鰓なし)	Chironomidae spp.	8 27	99 31	212 166	94 233	79 237
ユスリカ科(腹鰓あり)	Chironomidae spp.		1	1 1	9	3
ヌカカ科	Ceratopogonidae sp.		2 1	61 11		
ミズムシ	Asellus hilgendorffii	1	1 1			30 27
ヒル類	HIRUDINEA	5 6	8 20	18 25	1 2	3 6
カワニナ	Semisulcospira libertina		3			
モノアラガイ	Lymnaeidae spp.		10	2		
サカマキガイ	Physidae spp.		22 5	2 2		
カワコザラガイ	Pettancylus nipponica		7 2	1		
マシジミ	Corbicula leana			1		
カイミジンコ科	Cypridae		1			
総個体数		216	381	728	348	421
種類数		12	14	14	5	9

は東蓮寺橋が最も多かった。ハエ目では、ユスリカ科が全地点で出現し三浦橋以外で多く、またヌカカ科は5月と異なり中流部に出現し東蓮寺橋が多かった。その他の種類では、ミズムシが上・下流部付近で出現していたが、上流部は非常に少なく、5月同様畑詰橋が最も多かったが5月の1/10以下になっていた。ヒル類は5月同様全地点で出現し中流部付近が多く、貝類は上・中流部付近で出現し浦の城橋が多かった。

1974年の調査結果を資料表1、水質階級が明らかな種類についての1974年と1995年の出現種類数を表2に示す。

1995年においては、貧腐水性に生息する種類は全地点で出現し、5月は2~3でほとんど差がないが、10月は上流から6~4と少しずつ減少し大野城橋、畑詰橋は1で、三浦橋から東蓮寺橋にかけては5月の2倍程度出現していた。β-中腐水性は、5月は浦の城橋では出現しておらず、他は1~3で三浦橋が最も多かった。10月は大野城橋では出現しておらず、他は2~3であった。α-中腐水性は、5月では三浦橋、10月では東蓮寺橋、大野城橋で出現しておらず、他は1であった。強腐水性は5月は三浦橋、東蓮寺橋、10月は浦の城橋、東蓮寺橋で1出現していた。したがって5月は、各地点とも貧腐水性の種類数はほとんど変化がなくβ-中腐水性以下も種類数が少なく変化も小さく、全体的に貧腐水性とβ-中腐水性の中間程度と推測され傾向的なものはほとんど認められなかった。10月は、三浦橋よりも浦の城橋の方が貧腐水性がやや減少し強腐水性が出現していることから、浦の城橋の方がやや汚濁しており、東蓮寺橋では貧腐水性がさらに減少し、β-中腐水性が増加し、α-中腐水性が出現していないことからさらにやや汚濁しているものと考えられた。大野城橋については、1種類しか出現していなかったのによくわからなかったが、畑詰橋は貧腐水性が減少しているの、東蓮寺橋よりもやや汚濁しているのではないかと考えられた。三浦橋と浦の城橋は貧腐水性、東蓮寺橋は貧腐水性とβ-中腐水性との中間程度、畑詰橋はβ-中腐水性と推測され、上流から下流にかけてやや汚濁化の傾向にあるものと考えられた。

1974年においては、起点は、貧腐水性の種類がほとんどであるので貧腐水性、五條橋は、貧腐水性が3、β-中腐水性が2であるので貧腐水性とβ-中腐水性との中間程度と推測された。このため五條橋の方がやや汚濁されていたものと考えられた。

1974年と1995年との比較では上・中流部付近の比較しかできないので、起点から東蓮寺橋までを対象にしてみると、1974年は貧腐水性とβ-中腐水性の種類だけであったが、1995年はα-中腐水性と強腐水性の種類

資料表1 1974年10月御笠川淡水域の底生動物

種名	起 点	五條橋
シロタニガワカゲロウ Ecdyonurus yoshidae	6	
ヒラタカゲロウ属 Epeorus sp.	4	
シロハラコカゲロウ Baetis thermicus	34 11	6
コカゲロウ属 sp. 1 Baetis sp. 1		122 54
クロマダラカゲロウ Ephemerella nigra	1	
アカマダラカゲロウ Ephemerella rufa	10 2	
マダラカゲロウ属の1種 Ephemerella sp.	1 3	
モートンイトトンボ Mortonagrion selenion		1
ウルマーシマトビゲラ(*) Hydropsyche orientalis	449 169	10 3
ガ ガ ン ボ 科 Tipulidae spp.	25 5	16
ブ ユ 科 Simuliidae spp.	2	
ユ ス リ カ 科 Chironomidae spp.	112 75	3200 1721
双翅目 その他1 DIPTERA 1		7
双翅目 その他2 DIPTERA 2		3
双翅目 その他3 DIPTERA 3		1
ガムシ科の1種 Hydrophilidae sp.	4	
ヒ ル 類 HIRUDINEA		2
ヒメモノアラガイ Bakerlymnaea viridis(*)		67 65
カワコザラガイ(*) Pettancyclus nipponica(*)		78 5
総 個 体 数	913	5361
種 類 数	11	12

*採取面積は50×50cm²である。

* (*)は原本と異なる名称

表2 1974年と1995年の淡水域における水質階級ごとの種類数

	水質階級	起 点	三 浦 橋	五 條 橋	東 蓮 寺 橋	大 野 城 橋	畑 詰 橋
		7	3				
1974年 10月	貧腐水性	7	3				
	β-中腐水性	1	2				
	α-中腐水性	0	0				
	強腐水性	0	0				
1995年 5月	貧腐水性	3	2	2	2	2	
	β-中腐水性	3	0	1	2	1	
	α-中腐水性	0	1	1	1	1	
	強腐水性	1	0	1	0	0	
1995年 10月	貧腐水性	6	5	4	1	1	
	β-中腐水性	2	2	3	0	3	
	α-中腐水性	1	1	0	0	1	
	強腐水性	0	1	1	0	0	

も出現していた。このことから上・中流部付近では1995年の方が若干汚濁化しているのではないかと推測された。

次に種名が確認でき、かつ多数出現していた種類について1974年と1995年の個体数を表3に示す。採取方法が異なるため単純には比較できないと思われるが、種類

表3 1974年10月と1995年10月の淡水域における底生動物の出現状況

	起 点	三 浦 橋	浦 の 城 橋	五 條 橋	東 蓮 寺 橋	大 野 城 橋	畑 詰 橋
シロハラコカゲロウ	45		6				
		68	3		1	0	0
ウルマーシマトビケラ	618		13				
		42	0		0	0	0
コガタシマトビケラ属	0		0				
		46	79		35	0	3
ミズムシ	0		0				
		1	2		0	0	57
カワコザラガイ	0		83				
		0	9		1	0	0

*上段が1974年，下段の網掛けが1995年

*1974年は50×50cm²コードラート，1995年はキックスイープ法各2回採取合計

によっては羽化等の生活サイクルによって出現時期が異なることがあるので同じ時期（10月）について上・中流部の比較をしてみた。貧腐水性の種類としては、シロハラコカゲロウは、両年とも上流部に多く出現していた。ウルマーシマトビケラは、1974年は上流部に非常に多く出現し中流部も出現していたが、1995年は上流部だけに出現していた。β-中腐水性としては、コガタシマトビケラ属は、1974年は全く出現していなかったが、1995年は上流部から中流部付近にかけて多く出現していた。カワコザラガイは、1974年は五條橋だけに多く出現し1995年は浦の城橋と東蓮寺橋に少し出現していた。α-中腐水性のミズムシは1974年は全く出現していなかったが、1995年は上流部付近に若干出現していた。このように貧腐水性の種類は同じであったが、β-中腐水性は1995年の方が1種類増加し、α-中腐水性も1995年に1種類出現していることから、1995年の方が、上・中流部で若干の汚濁化の可能性が考えられた。

2) 指数による淡水域の評価

生物指数 (Biotic index, 以下BI) は Beck によって提案された方法で、出現した生物の種類によって非耐汚濁性種と耐汚濁性種に分けて次式で計算する。表4のように数が大きいほど清澄さを表すことになる。なお、耐汚濁性については「日本の水をきれいにする会」¹²⁾の表にもとづき、表に記載されていないものは耐汚濁性種として計算した。

$$BI = 2A + B$$

(A: 非耐汚濁性種の数, B: 耐汚濁性種の数)

汚濁指数 (Pollution index, 以下PI) は Pantle・Buck によって提案された方法で、出現した生物の汚濁階級

表4 BI, PIに基づく生物学的汚濁階級

生物学的汚濁階級	BI	PI
貧腐水性 (os)	≥ 20	1.00 ~ 1.59
β-中腐水性 (β-ms)	11 ~ 19	1.60 ~ 2.59
α-中腐水性 (α-ms)	6 ~ 10	2.60 ~ 3.59
強腐水性 (ps)	0 ~ 5	3.60 ~ 4.00

指数と出現頻度 (個体数) によって次式で計算する。表4のように数が小さいほど清澄さを表すことになる。汚濁階級指数は「日本の水をきれいにする会」の表¹²⁾にもとづき計算し、表に記載されていないものは使用しなかった。

$$PI = \sum (s_i \times h_i) / \sum h_i$$

s_i: 汚濁階級指数 (1~4)

h_i: 出現頻度 (1: 1個体, 2: 2~9個体,

3: 10個体以上)

Shannonの多様性指数 (Diversity index, 以下DI) は生物群集の多様性を表すもので次式で計算し、生物群集の多様度が大きいほど値は大きくなる。

$$DI = -\sum (P_i \times \log_2 P_i)$$

(P_i: i番目の種の割合)

ASPT値 (Average score per taxon) は現在環境庁水質保全局で検討されている方法⁹⁾で次式で計算し、スコアは1から10まであり10に近いほど水域は清澄となる。なお今回から新スコア値¹³⁾を用いることにした。

$$ASPT = \sum S_i / n$$

(S_i: i番のスコア, n: 採取された科の総数)

指数等の計算に使用した種類 (科, 属や種) は1974年と比較するため、コカゲロウ属の各種類はシロハラコカゲロウとその他のコカゲロウの2種類とした。各指数による計算結果を表5~6, 図4に示している。

BIについては、1995年5月は上流の三浦橋は18だが、浦の城橋で半減し、そこから下流の畑詰橋までは8~10とほとんど変化がなかった。10月は三浦橋から東蓮寺橋までは16~17とあまり変化はなかったが、大野城橋で6とかなり減少し畑詰橋では10であった。5月と10月を比べると、浦の城橋と東蓮寺橋ではやや異なっていたが、上流が高く下流が低くなる傾向を示していた。上流はβ-中腐性で、上流付近から中流にかけては5月はα-中腐水性で10月はβ-中腐水性とやや異なっており、中流付近から下流にかけてはα-中腐水性であった。1974年は2地点とも18で上流から中流にかけてβ-中腐水性であり、1995年と1974年を比較すると、上流付近はほとんど変化がなく、中流付近において1995年の5月でやや低くなっていたが10月ではほとんど変わ

表5 1995年淡水域における各指数の計算結果

	地点	生物指数	汚濁指数	多様性指数	ASPT
		BI	PI	DI	
5月	三浦橋	18 (β -ms)	1.50 (os)	3.29	4.92
	浦の城橋	9 (α -ms)	1.57 (os)	1.36	2.83
	東蓮寺橋	9 (α -ms)	2.00 (β -ms)	1.77	3.13
	大野城橋	8 (α -ms)	2.00 (β -ms)	1.36	3.71
	畑詰橋	10 (α -ms)	1.81 (β -ms)	1.16	3.43
10月	三浦橋	16 (β -ms)	1.40 (os)	2.47	5.44
	浦の城橋	17 (β -ms)	1.56 (os)	2.55	3.81
	東蓮寺橋	16 (β -ms)	1.42 (os)	2.02	4.00
	大野城橋	6 (α -ms)	1.00 (os)	0.44	3.20
	畑詰橋	10 (α -ms)	2.00 (β -ms)	1.28	4.00

表6 1974年10月淡水域における各指数の計算結果

地点	生物指数	汚濁指数	多様性指数	ASPT
	BI	PI	DI	
起点	18 (β -ms)	1.11 (os)	1.49	6.00
五條橋	18 (β -ms)	1.43 (os)	0.58	4.00

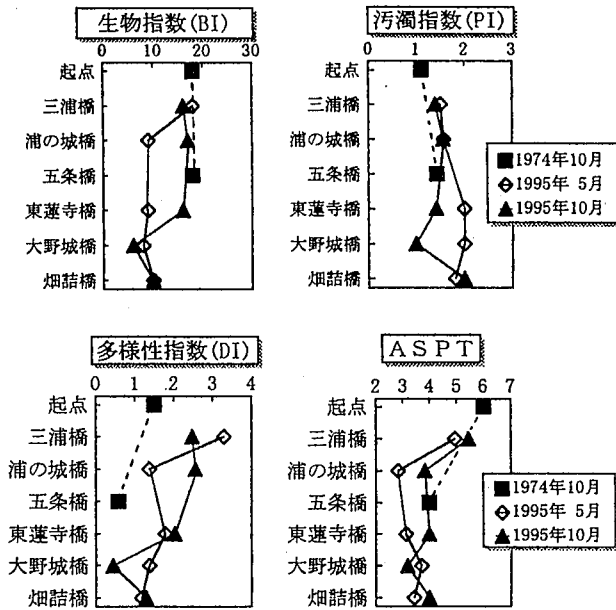


図4 淡水域各指数

らなかった。このため1974年の採取時期の10月と比較するとほとんど変化がなかったため、汚濁が進行しているかどうかははっきりしなかった。

PIについては、1994年5月は上流部の三浦橋、浦の城橋は1.50、1.57とほとんど変わらず、東蓮寺橋で2.00とやや増加し、上流が低く下流が高くなる傾向を示していた。10月は三浦橋から東蓮寺橋までは1.40～1.56と

ほとんど変わらず大野城橋で1.00と低下したが、畑詰橋では2.00と増加していた。大野城橋で低下した理由は、数種類の底生動物が出現していたが汚濁階級指数が記載されているのが1種類しか出現していなかったためである。他の指数から判断してもやや低すぎると考えられるので大野城橋を除いてみると、上流が低く下流が高くなる傾向を示していた。上流は貧腐水性で、中流付近は5月は β -中腐水性で10月は貧腐水性とやや異なっており、中流付近から下流にかけては β -中腐水性であった。1974年の2地点は1.11、1.43で上流から中流にかけては貧腐水性であった。1995年と1974年を比較すると上流から中流にかけてはPIではほとんど変化がなかった。

DIについては、1994年5月は上流の三浦橋が3.29と高いが浦の城橋でかなり減少し、そこから下流の畑詰橋までは1.77～1.16と大きな変化はなかった。上流が高く中・下流で低くなっていた。10月は三浦橋から東蓮寺橋にかけては2.55～2.02と大きな変化はないが、大野城橋で0.44とかなり低くなり畑詰橋で1.28となった。上・中流付近が高く下流付近が低くなっており、5月、10月ともBIと同様の傾向を示していた。1974年の2地点は1.49、0.58で、1995年と1974年を比較すると上流から中流にかけて1995年の方がDIが高くなっていた。

ASPT値は、1995年は5月、10月ともに同様の傾向を示しており、上流の三浦橋が高く浦の城橋で減少し、そこから下流の畑詰橋まではややバラツキはあるものの大きな変化はなく、BIの5月と同様の傾向を示していた。1974年の2地点は6.00、4.00で、1995年と1974年を比較すると、上流から中流にかけて5月ではやや低くなっていたが10月ではほとんど変わらなかった。このため1974年の採取時期の10月で比較するとほとんど変化がなかったため、汚濁が進行しているかどうかははっきりしなかった。

以上の4つの指数からみると、5月と10月の調査間ではASPTは同様の傾向を示していたが、他は上・下流は同様の傾向がみられたが中流付近ではやや違いがみられた。各地点については5月では三浦橋が4つの指数が最も良く、貧腐水性と β -中腐水性の中間程度と考えられた。上流から下流にかけてPIはやや増加傾向にあるが、浦の城橋でBI、DI、ASPTが低くなり、そこから下流の畑詰橋までは大きな変化がないので、浦の城橋から畑詰橋にかけては同程度で、 β -中腐水性と α -中腐水性の中間程度よりもやや β -中腐水性に近いものと考えられた。10月では、三浦橋は貧腐水性と β -中腐水性の中間程度と考えられた。浦の城橋、東蓮寺橋はBI、PI、DIは三浦橋と同程度であったがASPTがやや低いので、貧腐水性と β -中腐水性の中間程度と思われる。

るが三浦橋よりやや汚濁しているのではないかと考えられた。大野城橋でBI, DI, ASPTが最も悪くなっており畑詰橋でややよくなっていたので、大野城橋が最も汚濁しており、畑詰橋が次に汚濁しているものと考えられた。大野城橋は貧腐水性と α -中腐水性の範囲内と思われが水質階級ははっきりしなかった。畑詰橋は β -中腐水性と α -中腐水性の中間程度よりもやや β -中腐水性に近いものと考えられた。これらの結果から上流の三浦橋が最も清澄と考えられ、中流付近から下流にかけては5月と10月とでは評価が異なったため、全体的な傾向ははっきりしなかったが、上流に比べると下流の方がやや汚濁されているのではないかと推測された。また1974年との比較では、上流はほとんど変化がなかった。中流付近は1995年5月はBI, PI, ASPTが悪くなっていたが、1974年と同時期の10月ではほとんど変化がなかったので、中流付近については汚濁が進行しているかどうかははっきりしなかった。

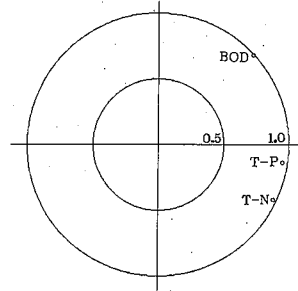


図5 淡水域因子負荷量

3) 淡水域の底生動物と水質との関連

5月と10月の水質分析結果を表7に示す。水質変動をわかりやすくするために、BOD, T-N, T-Pについて主成分分析を行い1つの変数にすることにした。10月調査で、上流の三浦橋で工事または2~3日前の降雨の影響と思われる白濁水が時折流れており、この影響でSSがやや高い値になっていたのではないかと考えられたのでSSは考慮しなかった。因子負荷量(図5)から第1主成分は寄与率が73%であったので汚濁を表すといえた。第1主成分のスコアを図6に示す。

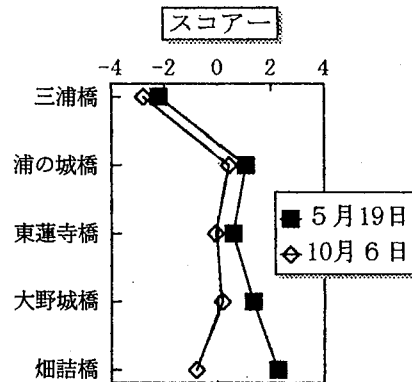


図6 淡水域第1主成分スコア

5月では、三浦橋が最も低く、浦の城橋で非常に高くなり、東蓮寺橋でやや低くなったが東蓮寺橋以降は徐々に高くなっており、畑詰橋が最も高かった。10月では、三浦橋から大野城橋までは5月と同様の傾向を示したが、畑詰橋では5月と異なりやや低くなっていた。このよう

に、三浦橋から大野城橋までは同様の傾向を示したが、畑詰橋では5月と10月では傾向が異なっていた。したがって三浦橋が最も清澄で、浦の城橋から大野城橋にかけては同程度で三浦橋よりかなり汚濁しているものと考えられた。畑詰橋は5月は最も汚濁していたが、10月では浦の城橋から大野城橋にかけてよりもやや清澄であったため5月と10月では評価が異なっていた。生物の出現状況や指数による評価でも上流の三浦橋が最も清澄で水質分析結果と同様であった。しかし浦の城橋から畑詰橋までは、水質分析による評価と生物による評価を比べると、5月についてはやや類似していたが、10月については中流付近でやや異なっていた。

表7 1995年淡水域の水質分析結果

	地点	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)
5月	三浦橋	6.9	8.5	1.8	10	1.5	0.039
	浦の城橋	7.1	7.9	3.8	12	2.1	0.13
	東蓮寺橋	7.2	8.7	2.9	9	1.9	0.15
	大野城橋	7.4	8.8	3.8	10	2.0	0.16
	畑詰橋	7.5	8.9	4.7	12	2.2	0.17
10月	三浦橋	7.6	8.9	2.4	11	0.97	0.036
	浦の城橋	7.4	8.6	5.1	6	1.6	0.095
	東蓮寺橋	7.6	9.4	3.4	5	1.6	0.12
	大野城橋	7.6	9.1	4.2	7	1.5	0.12
	畑詰橋	7.6	9.1	4.0	14	1.2	0.092

淡水域の板付橋において以前から水質調査¹⁴⁾が実施されているが、生物の調査地点よりかなり下流になっているため、生物の各指数による評価とBODとの関係を考察することはできなかった。

2. 河口域の底生動物

1) 河口域の底生動物出現状況

河口域の底生動物調査結果を表8に示す。5月の全出現種類数は9種類で、下流が7種類とやや多かったが全体的に少なかった。線虫類は全地点で出現しており中流が最も多く、ゴカイ、トビムシ類は下流だけに出現していた。イトゴカイ科類は中・下流に非常に多く出現して

表8 1995年御笠川河口域の底生動物

種名	5月10日			10月19日		
	上流	中流	下流	上流	中流	下流
線虫類 NEMATODA	1	33 8	2 2	10 6	33 54	5 7
ゴカイ Neanthes japonica			23 1			1 4
ゴカイ(5mm以下)		1		1		5 4
イトゴカイ科類 Capitellidae		388 415	1695 494	8 2	29 75	266 253
ダニ目 HYDRACHNELLAE			3	1		
カイミジンコ科1 Podocopa					1 4	
ケンミジンコ類 COPEPODA	1			1		
ノルマンタイナス Anatanais normani			1			
メリタ属 Melita sp.					1	
ユスリカ科 Chironomidae	1 2			50 29		1
トビムシ類 COLLEMBOLA			10 89		52 8	2 8
二枚貝類 BIVALVIA			1			
総個体数	5	844	2321	107	258	546
種類数	3	2	7	5	6	4

*網掛けの部分は総個体数と種類数の計算には含んでいない。

上流：金島橋 中流：緑橋 下流：臨港線鉄橋

おり下流は中流の2倍以上であった。個体数は非常に少ないが、ケンミジンコ類、ユスリカ科は上流に、ダニ目、ノルマンタイナス、貝類は下流に出現していた。総個体数は、上流は非常に少なかったが中・下流は844、2321と非常に多かった。

10月の全出現種類数は9種類で、各地点の種類数は4~6で同程度であった。線虫類は全地点で出現し個体数もやや増加しており、中流が最も多かった。イトゴカイ科類は全地点で出現し上流から下流にいくにしたがって増加していたが、個体数は5月と比べると中流で1/8程度、下流で1/4程度に減少していた。ユスリカ科は上流に多く出現しており、トビムシ類は中・下流に出現しており中流が最も多かった。個体数は非常に少ないが、ダニ目、ケンミジンコ類が上流、カイミジンコ科1(Podocopa)、メリタ属が中流、ゴカイが下流に出現していた。総個体数は上流から下流にいくにしたがって増加しており、5月に比べて上流はかなり増加していたが中・下流は1/4程度に減少していた。

各地点間の種類組成を検討するために、森下の類似度指数 $C\lambda$ (10) を次式で計算した。これは2つの群集の種類と個体数が似ているほど1に近づき、異なるほど0に近づくことになる。

$$C\lambda = 2 (\sum X_{1i} X_{2i}) / (\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2$$

$$\lambda_1 = \{\sum X_{1i} (X_{1i} - 1)\} / N_1 (N_1 - 1)$$

$$\lambda_2 = \{\sum X_{2i} (X_{2i} - 1)\} / N_2 (N_2 - 1)$$

N_1, N_2 : 比較する2つの群集の各々の総個体数

X_{1i}, X_{2i} : 2つの群集を構成している各種類の

個体数

各地点間の類似度指数 $C\lambda$ を表9に示す。ただしゴカ

イについては大きさが大きく異なっているため、5mm以上と以下を含んだものについて計算してみたが、指数は同じであった。5月は中流と下流でやや類似性があったが、その他は全くなかった。10月は全体的に類似性が低く、上流と下流ではほとんどなかった。次に5月と10月の調査間では、上流から下流にいくにしたがって類似度指数がやや高くなる傾向にあった。このため下流でも群集組成はある程度変化しているものの、上流にいくにしたがって群集組成の変化がさらに大きくなる傾向にあるものと考えられた。

1974年の調査結果を資料表2に示す。1995年と1974年とでは採取方法がやや異なり、1995年の方が採取面積はかなり少なく(約1/40~1/65)なっていたが、表10のように、両年とも全種類数ではあまり変わらなかったため比較検討を行ってみた。なお、今回の調査では、1mm以下の線虫類、カイミジンコ科、ケンミジンコ類、ダニ目等を計数したが、1974年調査では計数していなかったため、それらの動物を除いた種類数を()内に示している。また、採取地点がやや異なっている上・下流はそれらに近い地点と比較した(図3)。

表9 河口域における各地点間及び同一地点間の類似度指数

地点	5月			10月			5月-10月
	上流	中流	下流	上流	中流	下流	
上流	-	.000	.000	-	.176	.039	.063
中流		-	.645		-	.381	.260
下流			-			-	.448

資料表 2 1974 年御笠川河口域の底生動物

種名	10月14日		
	防潮堰下	緑橋	最河口
ゴカイ	<i>Neanthes japonica</i>		51
イトゴカイ科類	Capitellidae		1
吻蛭目の1種	<i>Rhynchobdellida</i> sp.	14	
ノルマンタイナス	<i>Anatanais normani</i>		1
ドロクダムシ属	<i>Corophium</i> sp.		82
ヒメハマトビムシ	<i>Orchestia platensis</i>	2	
コノハエビ	<i>Nebalia bipes</i>		3
ユスリカ科	Chironomidae sp.	16	
ガガンボ科	Tipulidae sp.	1	
アラムシロガイ(*)	<i>Hinia festiva</i>		15
ヒメモノアラガイ	<i>Bakerlymnaea viridis</i> (*)	7	
サルボウガイ(*)	<i>Scapharca subcrenata</i> (*)		1
ヒメシラトリガイ(*)	<i>Macoma incongrua</i>		38
総個体数		40	0
種類数		5	0

*採取面積は最河口が 20 × 20 cm², それ以外の地点が 25 × 25 cm²で, 5回採取したものを合計した。

* (*) は原本と異なる名称

表10 1974年と1995年の種類数

年	地点	5月				10月					
		環形動物	節足動物	軟体動物	その他	環形動物	節足動物	軟体動物	その他		
1974年	防潮堰下	/				1	3	1	0	5	
	緑橋					0	0	0	0	0	
	最河口					2	3	3	0	8	
1995年	上流	0	2(1)	0	1(0)	3(1)	1	3(1)	0	1(0)	5(2)
	中流	1	0	0	1(0)	2(1)	1	4(3)	0	1(0)	6(4)
	下流	2	3(2)	1	1(0)	7(5)	2	1	0	1(0)	4(3)

* () 内の数は1974年では1mm以下のため計数しなかったと考えられる線虫類, カイミジンコ, ケンミジンコ類, ダニ目を除いた種類数

1995年の全種類数は, 5月は2~7で10月は4~6であった。5月は下流でやや多く, 10月は上流から下流まで同程度であったが, 全体的に種類数が少なく, 傾向的なものははっきりしなかった。

1995年と1974年との種類数の比較は, 1mm以下の動物を除いた数値で行った。環形動物は, 1974年の緑橋(中流)と1995年5月の上流では出現していなかったが, 他は1~2でそれほどの違いはみられなかった。節足動物は, 中流では1974年10月と1995年5月には出現していなかったが, 1995年10月には3出現していた。他は, 1~3でそれほど違いはみられなかった。軟

体動物は, 1974年の防潮堰下(上流), 最河口(下流)に1, 3, 1995年5月の下流に1出現していた。

全種類数は, 上流では1974年は5であったが, 1995年の5月, 10月では1, 2とやや減少していた。中流では1974年は出現していなかったが1995年は1, 4と出現していた。下流では1974年は8であったが1995年は, 5, 3とやや減少していた。しかし, 両年とも全体的に種類数が少なかったので傾向的なものははっきりしなかった。

両調査においては分類の変更などで種名が異なっているので, 今回それらが同一種類と考えられるものだけを表11に示し, 1974年と1995年の10月について比較を試みた。ゴカイは, 両年とも下流に出現していた。1974年に, ドロクダムシ属, アラムシロガイ, ヒメシラトリガイが下流に出現していたが, 1995年には全く出現していなかった。しかし全体的に種類数が少なかったので生息環境の変化についてははっきりしなかった。

表11 1974年と1995年の河口域における底生動物の出現状況

	5月			10月		
	防上 下流	緑中 橋流	最下 河口	防上 下流	緑中 橋流	最下 河口
ゴカイ	-	-	-	0	0	51
ドロクダムシ属	0	0	24	0	0	5
アラムシロガイ	-	-	-	0	0	15
ヒメシラトリガイ	-	-	-	0	0	38

* 上段が1974年, 下段の網掛けが1995年

* 1974年は最河口が20 × 20 cm², それ以外の地点が25 × 25 cm²で, 5回採取したものの合計, 1995年は直径5.5cmの円で2回採取したものの合計

2) 指数による河口域の評価

今回は採取面積がかなり少なくなっているが, 表10のように種類数が全体的に少なくなっているとは考えられないので, 次の指数による評価を行ってみた。BI, DIは淡水域の場合と同様に計算したが, PIの汚濁階級指数については, 表に記載されていない種類が多いので, いくつかの試案として提案されている指数^{16), 17)}に従って計算してみた。

さらに九州大学の河口域調査で使用されていた森下の群集分岐指数¹⁸⁾ (β -index, 以下 β)を次式で計算し

た。βは群集の複雑さを表すもので値が大きいほど群集が複雑であることになる。

$$\beta = T(T-1) / \sum X_i(X_i-1)$$

(T: 全種類の総個体数, X_i: i番目の種の個体数)

各指数の計算結果を表12~13, 図7に示す。ゴカイについては5mm以上と以下のものを合わせて計算してみたが, PI, DI, βの値にほとんど差がみられなかった

表12 1995年河口域における各指数の計算結果

地点	生物指数	汚濁指数	多様性指数	群集分岐指数
	BI	PI	DI	β
5月	上流	—	1.37	3.33
	中流	4.00 (ps)	0.28	1.10
	下流	7 (α-ms)	2.78 (α-ms)	0.38
10月	上流	3.25 (α-ms)	1.18	1.75
	中流	7 (α-ms)	1.72	3.05
	下流	3.60 (ps)	0.36	1.11

*表中の「—」は計算不能

表13 1974年10月河口域における各指数の計算結果

地点	生物指数	汚濁指数	多様性指数	群集分岐指数
	BI	PI	DI	β
防潮堰下	5 (ps)	2.50 (β-ms)	1.85	3.35
緑橋	0 (ps)	—	0.00	—
最河口	8 (α-ms)	2.88 (α-ms)	1.99	3.39

*表中の「—」計算不能

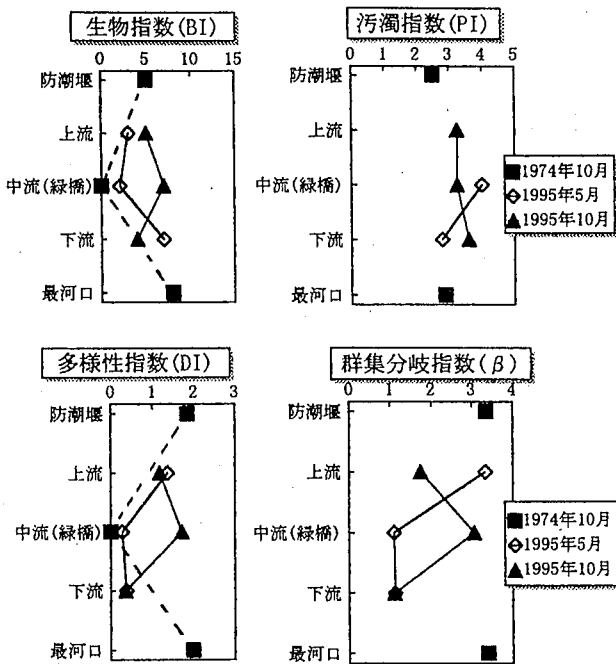


図7 河口域各指数

ので, ゴカイは5mm以上について考慮することにした。

BIは, 5月は上・中流が3, 2で強腐水性, 下流が7でα-中腐水性であったが, 10月は上・下流が5, 4で強腐水性, 中流が7でα-中腐水性であった。1974年10月は防潮堰下・緑橋が5, 0で強腐水性, 最河口が8でα-中腐水性であり, 1995年5月と同様の傾向であった。中流については1995年の方が値がやや高くなっていた。

PIは, 5月の上流は汚濁階級指数がわかっている生物が出現していなかったため計算できなかった。中流は4.00で強腐水性, 下流は2.78でα-中腐水性であった。10月は上・中流が3.25でα-中腐水性, 下流は3.60で強腐水性であったが, 下流は数値的にはα-中腐水性と強腐水性の中間程度と推測された。1974年では, 防潮堰下は2.50でβ-中腐水性で, 緑橋は1995年5月の上流と同様に計算できなかった。最河口は2.88でα-中腐水性であった。数値がない地点が2箇所あったため両年の傾向的なものはつかめなかった。

DIは, 上流から下流にかけては, 5月は1.37, 0.28, 0.38で中・下流で低くなっていた。10月は1.18, 1.72, 0.36で, 中流でやや増加し下流で低下していた。5月と10月を比較してみると, 上流と下流は同程度の値であるが, 中流で大きく異なり10月の方が高くなっていた。1974年は上流から下流にかけて1.85, 0.00, 1.99となっており, 上流と下流は同程度の値であるが, 中流で大きく低下していた。1995年の方が上・下流は低くなり中流は高くなっているため, 上・下流は1995年の方が多様性がやや減少しているが, 中流は多様性がやや増加しているものと考えられた。

βはDIとほぼ同様の意味をもち, 5月は上流が高く中・下流では低くなっているが, 10月は中流で高くなっておりDIとほぼ同様の傾向を示していた。1974年は防潮堰下と最河口は同程度でDIと同様の傾向を示していた。緑橋については底生動物が出現していなかったため計算できなかった。上流は1995年の方に変動があるためはっきりしないが, 下流については1995年の方が低くなっており群集の複雑さが減少しているものと考えられた。

以上の指数では現在の環境評価は, 上流はBIで強腐水性, PIでα-中腐水性であるので, α-中腐水性と強腐水性の中間程度, 中流は5月は強腐水性で10月はα-中腐水性と異なっているためα-中腐水性と強腐水性の範囲内にあるものと推測された。下流は中流と逆になっており, α-中腐水性と強腐水性の範囲内にあるものと考えられるが, ややα-中腐水性に近いのではないかと推測された。1995年と1974年との比較では, 上流については大きな変化はないものと考えられるがはつき

IV ま と め

りしなかった。中流は1995年の方がやや良好になっているのではないかと推測され、下流は生物学的水質階級では大きな変化はないものと考えられるが、1995年の方が生物群集の多様度や複雑さが減少していた。

1974年との水質での比較においては、河口域の金鳥橋、千鳥橋のBOD年平均値の経年変化¹⁴⁾(図8)では、金鳥橋は変動が大きく傾向的なものははっきりしなかったが、千鳥橋は1970年代から比べるとBOD値は減少傾向にあり、最近ではやや落ち着いていた。上・中流については比較できなかったが、下流については生物の各指数による評価とはやや異なっていた。

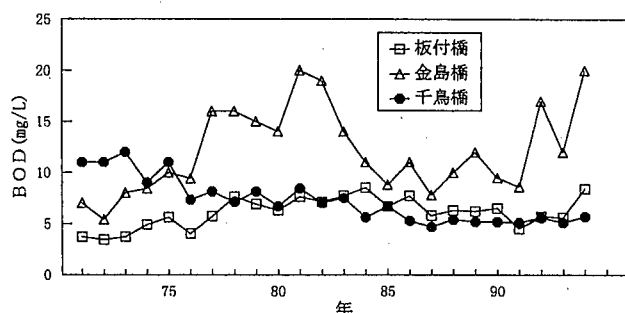


図8 御笠川のBOD値の経年変化

3) 河口域の底生動物と底泥との関連

5月と10月の河口域の底泥分析結果を表14に示す。5月では上・下流に比べて中流の強熱減量、COD、硫化物濃度が高く、中流は上・下流よりも嫌気状態が強く汚濁化しているものと考えられたが、10月は全体的に変化が少なく、このような傾向はみられなかった。指数による評価では、5月ではこのような結果は得られず底泥の状況とは異なっていたが、10月では類似していた。

表14 1995年河口域の底泥分析結果

	地点		含水率	強熱減量	COD	硫化物
			(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
5月	上	流	23	0.5	0.2	4
	中	流	35	4.0	9.6	520
	下	流	20	0.9	1.7	18
10月	上	流	20	0.5	0.5	4
	中	流	14	0.5	1.8	5
	下	流	21	0.6	0.9	16

上流：金鳥橋 中流：緑橋 下流：臨港線鉄橋

1. 淡水域の底生動物について

出現種類や各指数を総合すると、河川環境評価では三浦橋が最も清澄と考えられた。中流付近から下流にかけては5月と10月とでは評価が異なったため、全体的な傾向ははっきりしなかったが、上流に比べると下流の方がやや汚濁されているのではないかと推測された。上流部は貧腐水性と β -中腐水性の中間程度、中流部は貧腐水性と β -中腐水性の中間程度から β -中腐水性と α -中腐水性の中間程度の範囲内、下流部は β -中腐水性と α -中腐水性の中間程度と推測された。

水質分析結果では、三浦橋が最も清澄で、浦の城橋から大野城橋にかけては同程度で三浦橋よりかなり汚濁しているものと考えられた。畑詰橋は、大野城橋と汚濁の状況に大きな差はないものと考えられた。したがって、三浦橋については底生動物による評価と水質分析結果とは同様の評価であったが、浦の城橋から畑詰橋までは、5月については類似していたが10月についてはやや異なっていた。

1974年と1995年との比較では、上流部はあまり変化はみられなかったが、中流付近の環境の変化は1995年の5月と10月の評価が異なったため十分には把握できなかった。

2. 河口域の底生動物について

群集組成については5月と10月の調査間では、下流でも群集組成はある程度変化しているものの上流にいくにしたがって群集組成の変化が大きくなる傾向にあるものと考えられた。出現状況ではやや変化がみられる種類もあり、指数ではややばらつきがみられるものの、上流は α -中腐水性と強腐水性の中間程度、中・下流は α -中腐水性と強腐水性の範囲内にあるものと考えられ、河口域は全体的に汚濁している状況であった。

底泥の分析結果では、5月は中流で強熱減量、COD、硫化物が多かったが、10月は上流から下流まで大きな変化はなく、指数による環境評価では、5月は底泥の分析結果と異なっていたが10月は類似していた。

1974年と1995年との比較では、採取方法に違いがあるものの、指数による環境評価では上流については十分には把握できなかったが、中流では生物が出現しており環境が若干良くなっているのではないかと推測された。下流では生物群集の多様度や複雑さが減少していた。千鳥橋のBODの経年変化では減少傾向がみられているが、指数による評価ではこのような結果は得られなかった。

文 献

- 1) 福岡市衛生試験所：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究（多々良川の水生底生動物），福岡市，1993
- 2) 福岡市衛生試験所：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究（室見川の水生底生動物），福岡市，1994
- 3) 福岡市衛生試験所：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究（那珂川の水生底生動物），福岡市，1995
- 4) 小野勇一，他：福岡市周辺河川の都市廃水汚染による生物分布の変化に関する調査研究，福岡市，1975
- 5) 小野勇一，他：福岡市周辺河川の都市汚染による生物分布の変化に関する調査研究，福岡市，1977
- 6) 環境庁水質保全局：大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル（案），環境庁，1992
- 7) 川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説，東海大学出版会，1985
- 8) 上野益三編：日本淡水生物学，北隆館，1980
- 9) 小林紀雄：シンポジウム「水域における生物指標の問題点と将来」報告集，41～60，1987
- 10) 岡田要：新日本動物圖鑑，北隆館，1988
- 11) 西村三郎編：日本海岸動物図鑑 [I]，保育社，1992
- 12) 日本の水をきれいにする会：水生生物相調査解析結果報告書，日本の水をきれいにする会，1980
- 13) 全国公害研協議会環境生物部会：河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する共同研究報告書，32，1995
- 14) 福岡市環境局環境保全部：福岡市水質測定結果報告，福岡市，1971～1994
- 15) Morishita, M : Measuring of Interspecific Association and Similarity between Communities. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser.E, 3 65～80, 1959
- 16) 福岡市衛生局環境保全部：河川の水生生物調査，福岡市，1985
- 17) 尾川健：感潮河川の底生動物相と生物学的水質評価の検討，広島市衛研報，58～63，1991
- 18) 森下正明：動物統計生態学，現代統計学大事典（中山一郎編），528～535，東洋経済新報社