

生物学的水質判定について

田 中 雄 二 郎 *

1. 生物学的水質調査

従来、水質汚濁の程度を調べる方法として、水質分析が定法となっているが、最近では細菌学的方法や指標生物による生物学的水質判定法を用いるケースが多くなった。

筆者は、化学分析と生物調査を併用することが非常に有効だと考える。なぜならば、水質は時間によって変化し、たとえば昼間、家庭や工場から排出される水と、夜間或いは早朝排水される水とでは分析の結果がちがう。工場によっては夜間に悪い排水を出したり、検査機関の調査しそうな時に悪い排水をひかえることもあり得る。従って真の水質を知るためには頻繁に調査を実施して沢山のデータを得て、それから平均的な様相を考察しなければならない。

生物学的水質調査は大体年2回の調査によって(1回でよい時がある。)汚濁の平均様相を知ることができる。また、夜間非常に悪い排水をしているような場合でも昼間の調査で、充分、夜間の場合の影響も知ることが出来る。なぜならば、その水域に生息する生物は昼間と夜間の積算に必ず生物相を示すからである。

2. 指標生物による情報

河川のある地点で、肉眼的底生動物を採取することにより、その地点の環境要因をたちまち推定することができる。それは底生動物は汚水生物学的位置の明瞭な動物であるからである。

- (1) 水生昆虫(溶存酸素を呼吸するもの)の種類が非常に多ければ → OS
- (2) ヨコエビが沢山おれば → OS
- (3) 底泥中にイトミミズ類が大変多ければ → β PS か α -ms

汚水生物学的位置とは Kolkwitz—Marsson (1902, 1908, 1909), Liebmann (1951) によ

る汚水生物体系(Saprobien-system)で

Polysaprobe Zone 強腐水性域 (ps)

α -mesosaprobe Zone α 中腐水性域 (α -ms)

β -mesosaprobe Zone β 中腐水性域 (β -ms)

Oligosaprobe Zone 貧腐水性域 (os)

の四つの階級にわけ、これに指標種を配列している。

3. 底生動物による生物指数 河川の底生動物による生物指数 biotic index は Beck—Tsuda 法の形式で、すでに10年以上も日本の河川で広く使われている。この方法には biotic index (α), biotic index (β) がある。ここでは最近よく使われる biotic index (β) について説明する。

Beck は川の任意の地点に存在する肉眼的底生動物の種類(個体数ではない)をもととする汚濁の生物学的水質判定を提案した。すなわち、動物を分類して、汚濁に耐え得ない種類 intolerant species を A, 汚濁に耐え得る種類 tolerant species を B とし、 $2A + B$ をもって汚濁の生物指数 biotic index とし、この index の値が大きければその地点は清冽であり、逆に小さければ汚濁しているとした。汚濁の強いところでは種類数は少なく、清水のところでは種類は多種多様である。しかし、奈良女子大学教授津田博士(1964)は改良案として、条件規制をすることを提案し、Beck—Tsuda 法とした。この方法による biotic index と diversity index (多様性指数)との間には正の相関が成立する。

4. 水質階級判定法

Beck—Tsuda 法と共に使用する方法として、Pantle—Buck 法がある。

biotic index は多くの環境要因を含んでいるので、さらに客観性を持たせるためにこの Pantle—Buck 法を使うがよいとされている。

Pantle—Buck 法

* 福岡県大川市立大川中学校教諭

この方法は生物の出現多少度 (h) の評価に 3 段階をつかう。すなわち、1：偶在，2：多い，3：すこぶる多い，を使う。

種の汚濁階級認定は Liebman (1952, 1962) のリストに従う。すなわち、

- 貧腐水性指標種には S = 1
- β 中腐水性指標種には S = 2
- α 中腐水性指標種には S = 3
- 強腐水性指標種には S = 4

の汚濁階級指数 (S) を与え、次の式により計算をし、これを Pollution index (汚濁指数) とする。

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

この P の大小により水のきれいか汚ないかの指標を得るのである。

P = 1.0 ~ 1.5 汚濁は非常にわずか (貧腐水性)

P = 1.5 ~ 2.5 汚濁は中位 (β 中腐水性)

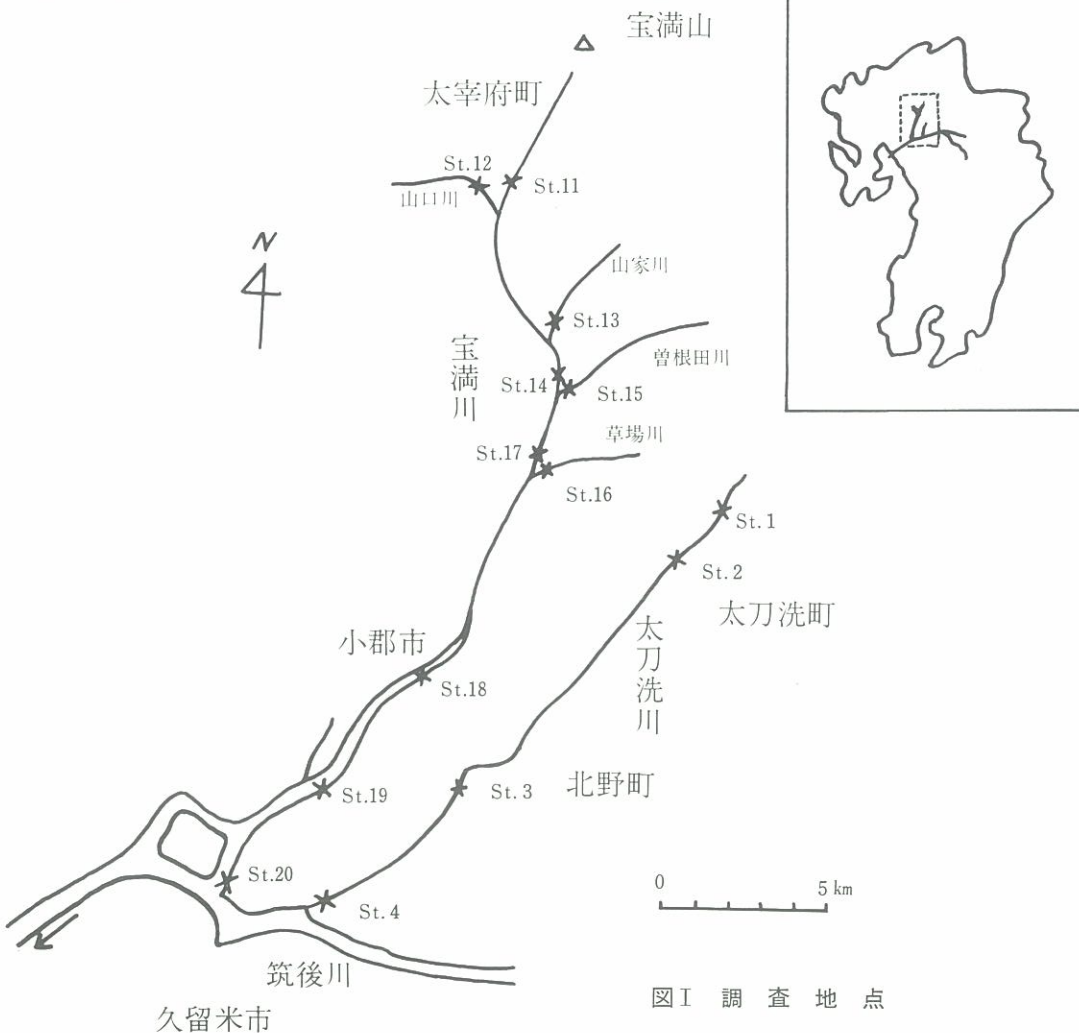
P = 2.5 ~ 3.5 汚濁は強い (α 中腐水性)

P = 3.5 ~ 4.0 汚濁は非常に強い (強腐水性)

以上の方法で求めた biotic index, Pollution index の値を下表にあてはめて水質階級の判定を行なう。

	P	2A+B(α)	2A+B(β)
貧腐水性	1.0~1.5	20 ~	30 ~
β 中腐水性	1.5~2.5	11 ~ 19	16 ~ 29
α 中腐水性	2.5~3.5	6 ~ 10	6 ~ 15
強腐水性	3.5~4.0	0 ~ 5	0 ~ 5

5. 宝満川と太刀洗川の調査



図I 調査地点

福岡県内の上記二河川について1973年に14地点を設定し、調査を行なった。(図1参照)

表1 水質分析 (ppm)

St	宝満川			太刀洗川		
	11	18	20	1	3	4
PH	7.12	7.05	7.11	6.4	6.9	7.01
NO ₃ -N	0.15	0.03	0.31	0.09	0.15	0.36
NO ₂ -N	0.009	0.027	0.007	0.013	0.009	0.009
NH ₄ -N	不検出	不検出	0.10	1.22	0.05	0.91
PO ₄ -P	0.02	不検出	0.03	0.02	0.03	0.05
SiO ₂	12.2	13.2	13.2	5.2	13.1	16.4
COD	1.51	1.80	1.98	23.07	3.48	3.09
BOD*		1.7				8.3

* 福岡県衛生部による平均値

表2 目別種数分布と生物指数・汚濁指数

st	目	蜉蝣目	毛翅目	鞘翅目	双翅目	その他	合計種	生物指数(β)	汚濁指数(P)			
										st		
宝満川	上流	11	2	1	0	1	1	5	10	1.0		
		14	0	0	0	2	0	2	4	1.0		
		15	4	0	0	0	0	4	7	1.5		
		16	2	2	1	0	3	8	14	1.5		
		17	4	0	0	2	2	8	15	1.1		
		18	2	3	0	3	2	10	18	1.3		
		19	0	0	0	2	0	2	4	1.0		
宝満川	下流	20	0	0	0	1	1	2	2	4.0		
		太刀洗川	上流	1	0	0	0	0	0	0	0	4.0
				2	0	0	0	1	1	2	2	2.5
3	2			1	0	2	3	8	10	2.5		
太刀洗川	下流	4	1	1	0	1	3	6	6	2.6		

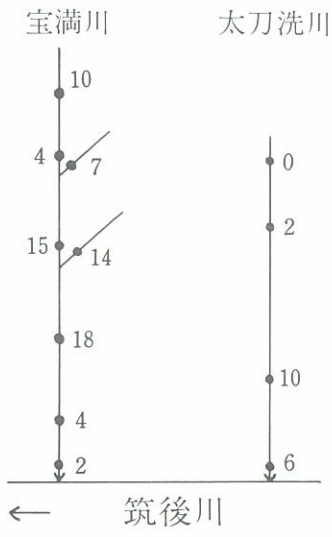


図2 生物指数

水質については、福岡教育大学教授細川巖博士が表1のごとく栄養塩を中心に分析し、底生動物については、田中が表2に示すごとく、目別種数分布と Beck—Tsuda 法による biotic index (β) (生物指数) および Pantle—Buck 法による Pollution index (汚濁指数) を求めた。

これによると、水質は

1. 宝満川は、上流、中流、下流とも、COD および栄養塩は小さく、汚濁はみとめられない。
2. これに対して、太刀洗川は上流で、いちじるしい水質汚濁がみられ pH は酸性側で、アンモニアと COD がいちじるしく大きい。

底生動物では、両河川とも出現種数が少なく全種数は31で蜉蝣目9、毛翅目5、鞘翅目1、双翅目7、その他8である。

次に Beck—Tsuda 法で biotic index (β) を求めると図2から明らかなように、両河川とも全地点で0~18の低い値が出るので強腐水性~ α 中腐水性の範囲の水域を示している。しかし、Pantle—Buck 法による Pollution index を求めると若干の例外を除き大半は 1.0~1.5 の範囲で貧腐水性の水域に該当する。この両者のくいちがいは、

1. 宝満川は護岸工事、砂利採取、底土のしゅんせつなどの影響のため biotic index は低くなっているが、これはいわゆる有機汚濁によるものではない。しかし、Pollution index によると st, 15, st, 16 の地点は β 中腐水性の水域であるが、st, 20 (筑後川との合流点付近) は強腐水性の水域で、かなりの汚濁がみられる。これらの地点では生物指数と汚濁指数による汚染の程度はよく一致している。この st, 20 を除くと、宝満川は割合に清潔な河川であるといえる。(表2, 図3)

2. 太刀洗川は生物指数と汚濁指数はよく一致し、上流部から工場排水、家庭下水の流入により強腐水性の水域で、中流~下流部にかけて、 α 中腐水性の水域を示す汚染型の河川である。

最後に、いろいろと御指導いただいた奈良女子大学教授津田松苗博士および福岡教育大学教授細川巖博士に深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 津田松苗編：水生昆虫学，北隆館 1962
- 2) 上野益三編：川村日本淡水生物学，北隆館

1973

- 3) 津田松苗：汚水生物学，北隆館 1964
- 4) 津田松苗：水質汚染の生態学，公害対策技術同友会，1973
- 5) 田中雄二郎：biotic index と diversity index

の関係，日本水処理生物学会誌，1972

- 6) 細川巖・田中雄二郎：河川の水質と底生動物（宝満川と太刀洗川について）日本陸水学会講演要旨，1974 125P

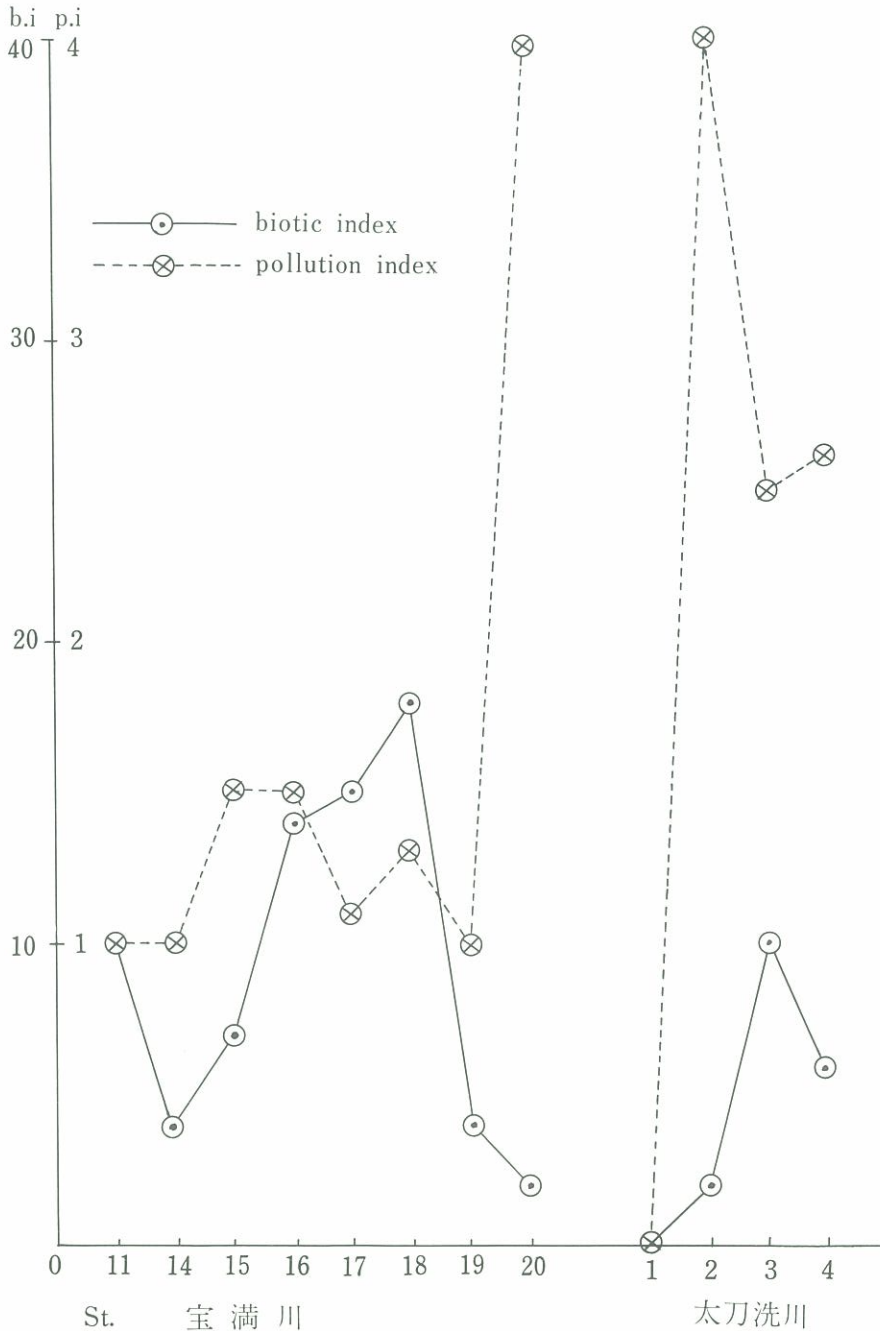


図3 宝満川と太刀洗川 biotic index (β) と Pollution index

			宝 満 川								太 刀 洗 川			
			11	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4
Ephemeroptera 蜉 蝣 目														
Potamanthus	kamonis	キイロカワゲロウ	+											
Ephemera	lineata	ムスジモンカゲロウ						+	+				+	
Ephemerella	trispina	ミットゲマダラカゲロウ						+						
E.	sp. EB	マダラカゲロウ属						+						
E.	sp. nay	"			+				+					
E.	rufa	アカマダラカゲロウ				+								
E.	nigra	クロマダラカゲロウ				+								
Baëtis	thermicus	シロハラコカゲロウ				卍	卍	+					卍	卍
Baëtiella	japonica	フタバコカゲロウ				+								
Ecdyonurus	sp. EA	タニガワカゲロウ属	卍											
Trichoptera 毛 翅 目														
Stenopsyche	griseipennis	ヒゲナガカワトビケラ							+					
Hydropsychodes	brevilineata	コガタシマトビケラ											卍	卍
Hydropsyche	gifuana	ギフシマトビケラ				+								
H.	sp. HA	シマトビケラ							+					
H.	ulmeri	ウルマーシマトビケラ	+			+			+					
Coleoptera 鞘 翅 目														
Mataeopsephenus	japonicus	ヒラタドROMシ				+								
Diptera 双 翅 目														
Tipula	sp. TA	ガガンボ属		+										
Holorusia	sp. HA	"						+					+	
Antocha	sp.	ウスバガガンボ							+					+
Chironomus	plumasus	ユスリカ (赤色)									卍		+	+
C.	plumasus-b	" (無色)							+					
C.	salinarius	" (")								+				
Pentapodilum	A	" (")	+	卍				卍	卍	+				
Other そ の 他														
Asellus	hilgendorfi	ミズムシ												卍
Erpobdella	stagnalis	スマビル							+					
E.	lineata	シマイシビル							+				卍	卍
E.	octocutata	ナミイシビル						+						
Whitmania	cedentuta	セスジビル				+								
Tubifex	sp.	イトミミズ				+					卍		+	卍
Semisulcospira	libertina	カワニナ	+			+	+							
Bakertymnaea	viridis	ヒメモノアラガイ											+	
Biotic index (β)			10	4	7	14	15	18	4	2	0	2	10	6
Pollution index			1.0	1.0	1.5	1.5	1.1	1.3	1.0	4.0	0	4.0	2.5	2.6
水 質 階 級			os	os	β -ms	β -ms	os	os	os	ps	ps	ps	α -ms	α -ms

		宝 満 川								太 刀 洗 川			
		11	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4
Ephemeroptera	蜉 蝣 目												
Potamanthus	kamonis	1×1											
Ephemerella	lineata					1×1	1×1					1×1	
E.	trispina					1×1							
E.	sp. EB					1×1							
E.	sp. nay			1×1			1×1						
E.	rufa				1×1								
E.	nigra			1×1									
Baëtis	thermicus			2×3	2×1	2×1						2×2	2×3
Baëtiella	japonica			1×1									
Ecdyonurus	sp. EA	1×1											
Trichoptera	毛 翅 目												
Stenopsyche	griseipennis							1×1					
Hydropsychodes	brevilineata											2×2	2×3
Hydropsyche	gifuana				1×1								
H.	sp. HA							1×1					
H.	ulmeri	1×1			1×1			1×1					
Coleoptera	鞘 翅 目												
Mataeopsephenus	japonicus				1×1								
Diptera	双 翅 目												
Tipula	sp. TA		1×1										
Holorusia	sp. HA					1×1							
Antocha	sp.						1×1					1×1	
Chironomus	plumosus (赤色)								4×3		4×1	4×1	
C.	plumosus-b (無色)							1×1					1×1
C.	salinarius (")									1×1			
Pentapodilum	A (")	1×1	1×3				1×3	1×3	1×1				
Others	そ の 他												
Asellus	hilgendorfi												3×2
Erpobdella	stagnalis							2×1					
E.	lineata							3×1				3×2	3×2
E.	octoculata					1×1							
Whitmania	cedentuta				1×1								
Tubifex	sp.				4×1				4×3		4×1	4×2	4×3
Semisulcospira	libertina	1×1			1×1	1×1							
Bakertymnaea	viridis											2×1	
Σ	(S · h)	5	4	9	12	11	15	2	24	0	8	30	37
Σ	h	5	4	6	8	10	12	2	6	0	2	12	14
Pollution index		1.0	1.0	1.5	1.5	1.1	1.3	1.0	4.0	0	4.0	2.5	2.6
水 質 階 級		os	os	β-ms	β-ms	os	os	os	ps	ps	ps	α-ms	α-ms