

底生動物による広瀬川の水質評価および その長期推移に関する調査*

菅野 猛**・中村清人***・菊池正行**

キーワード ①底生動物 ②スコア法 ③ASPT値 ④多様性指数 ⑤生物保全指数

要 旨

当所では25年前に初めて底生動物相調査による広瀬川の水質評価を行った。そのときの結果は、概ね清冽だが下流では汚濁しているというものであった。そこで今回長期間に亘る水質の推移を見るために、あらためて底生動物による水質評価調査を実施したところ、標準手法による解析では水質は改善していると考えられた。

1. はじめに

当所では仙台市内を貫流する広瀬川において25年前に初めて底生動物相調査による水質評価を行い、概ね清冽であるが下流域は汚濁しているという結果を得た¹⁾。この間仙台市は流入汚濁負荷削減のため、庁内関係部局が連携し汚水処理施設等の整備に取り組み、広瀬川の水質環境改善に努めてきた。

そこで今回長期間の水質推移を見るために、あらためて底生動物による水質評価調査を実施し、以前の結果と比較考察した。

2. 方 法

2.1 調査地点

対象とした広瀬川は名取川水系に属し、宮城・山形の県境に源を発し、仙台市内を貫流している流路延長45kmの一級河川で、水道用水、農業用水および工業用水として重要な役割を果たしている。また市街地を流れていて市民に親しまれ、仙台市も「広瀬川の清流を守る条例(昭和49年)」を制定し、その環境保全に努めている。

調査地点は図1の8地点で、その概況を表1に示した。広瀬川本川では過去25年間大規模な改修等はなく、調査地点の概況に大きな変化はない。

広瀬川の環境基準は鳴合橋より上流はA類型、それより下流の名取川合流点まではB類型として設定されている。過去30年間BODは基準値を超過したことはない。

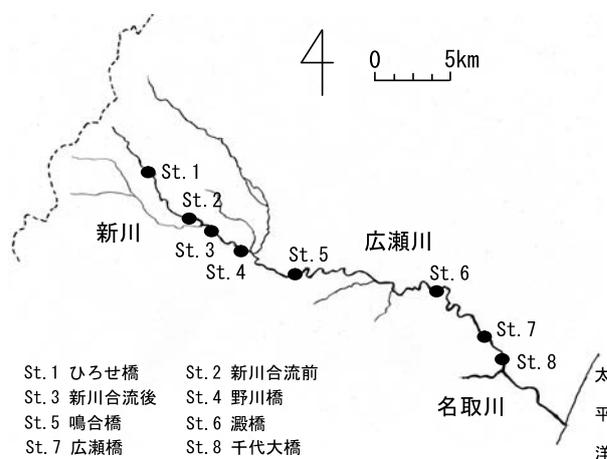


図1 調査地点

*Investigation of a change in the Water Quality at Hirose River based on Zoobentos

**Takeshi KANNO, Masayuki KIKUCHI (仙台市衛生研究所理化学課) Sendai City Institute of Public Health

***Kiyoto NAKAMURA (仙台市青葉保健福祉センター衛生課) Sendai City Aoba Public Health and Welfare Center

表 1 調査地点の概況

調査地点	海拔(m)	源流からの距離(km)	河川形態・底質状態	周辺環境
St.1 ひろせ橋	340	3.2	Aa, 溪流	森林
St.2 新川合流前	220	7.0	Bb, 礫大, 岩盤	両岸土手
St.3 新川合流後	215	8.1	Bb, 礫大	右岸土手, 左岸河原
St.4 野川橋	130	11.3	Bb-Bc, 礫小	右岸崖, 左岸河原
St.5 鳴合橋	100	20.2	Bb, 礫大	右岸土手, 左岸河原
St.6 澱橋	37	32.2	Bc, 礫小	右岸崖, 左岸河原
St.7 広瀬橋	15	40.2	Bc, 礫小	両岸護岸
St.8 千代大橋	8	42.7	Bc, 礫小, 砂泥	右岸土手, 左岸河原

2.2 調査年月日

前回：1983(昭和58)年9月27日, 84(59)年10月11日

今回：2006(平成18)年10月15日, 07(19)年7月10日および11月6日

2.3 調査方法

2.3.1 底生動物の採集方法

前回：サーバーネット付きコドラート(25×25 cm)法

今回：環境省「調査マニュアル」²⁾に従ってDフレームネットによるキック・スweep法

2.3.2 理化学指標

同時に採水した河川水のpH, SS, DO, BOD, NO₂-N, NO₃-N, T-N, PO₄-P, T-P, TOCをJIS法に従って分析した。

2.3.3 分類および同定

底生動物の分類および同定は、基本的にすべて幼虫を対象とし、日本産水生昆虫検索図説³⁾および水生昆虫学⁴⁾によって行った。なお、同定は原則として科のレベルまでとし、個体数も計数した。

2.4 水質評価方法

「調査マニュアル」によるスコア法(ASPT値)に加えて多様性指数(DI), 生物保全指数(ABI)による評価方法も用いて総合水質評価および比較を行った。

2.4.1 スコア法

ASPT値(Average score per taxon)による評価
ASPT値は1~10まであり, 1に近いほど汚濁の程度が大きく人為的影響が大きい河川環境であり, 逆に10に近いほど汚濁の程度が少なく自然状

表 2 IBIの項目と評価区分

区分	項目	評価区分		
		1点	3点	5点
I	総科数	0~10	11~15	≥16
II	カゲロウの科数	0~1	2~3	≥4
III	カワゲラの科数	0	—	≥1
IV	トビケラの科数	0	1~2	≥3
V	貧毛類の個体数割合	≥23.4	23.3~2.2	2.1~0(%)
VI	汚濁に耐えない科数	0	1~3	≥4
VII	汚濁に耐える科の個体数割合	≥51.9	51.8~6.1	6.0~0(%)
VIII	優占種の個体数割合	≥60.7	60.6~36.7	36.6~0(%)
IX	上位3つの優占種の個体数割合	≥91.3	91.2~73.1	73.0~0(%)

態に近い河川環境であることを示している。現在のところ用語による表現はまだ確立されていないが、関屋ら⁵⁾は暫定的にASPT値の数値7を中心として7以上を清水性, 6以上~7未満までをやや清水性, 5~6をやや汚濁水性, 5以下を汚濁水性と表現していることから, われわれもこれに準ずることとした。

2.4.2 多様性指数

DI(Diversity index)による評価

Cairnsは多様性指数が3以上を清水性, 1~3未満を中汚濁水性, 1以下を強汚濁水性と区別している⁶⁾。

2.4.3 生物保全指数

ABI(Index of Biological Integrity)による評価

米国で1981年にKarrにより開発された, 水生生物を生物指標に用い, 河川の健全度や人為的な影響の度合いを総合的に評価する手法である。この方法は出現総科数や指標となる生物の科数等の

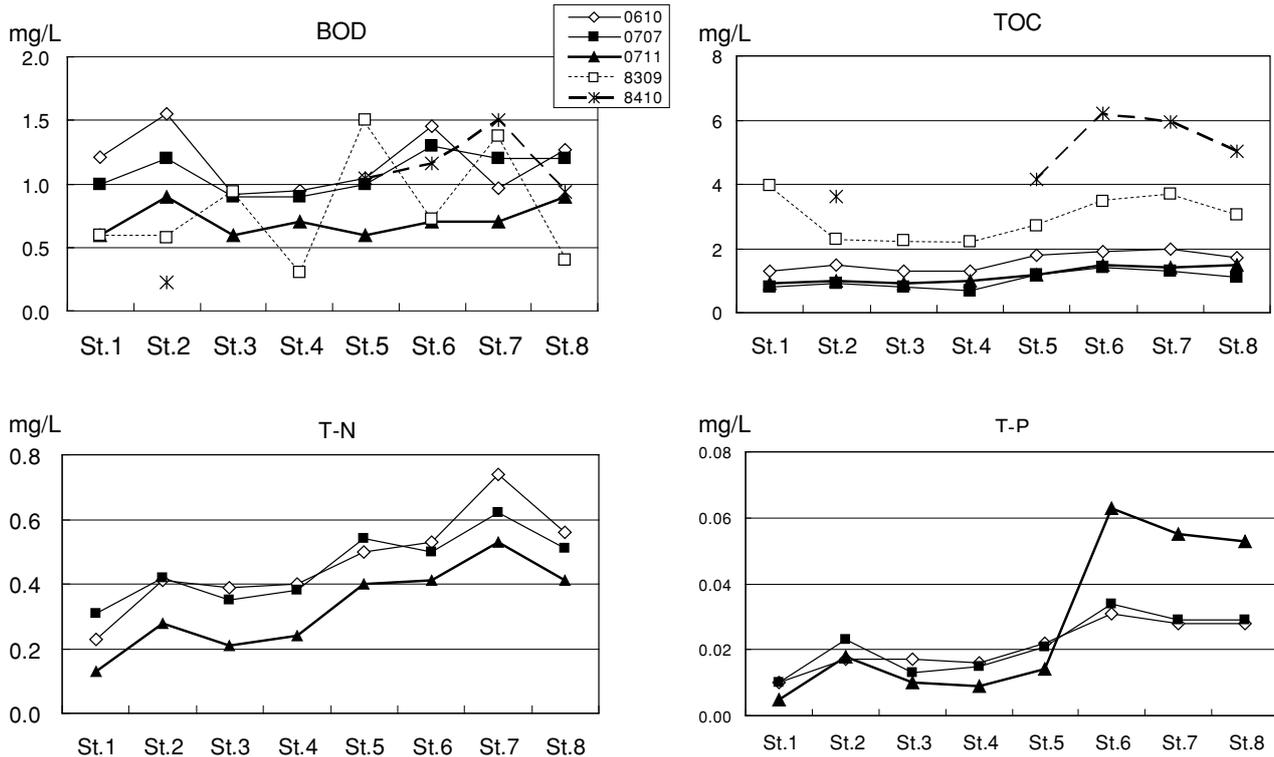


図2 主な理化学指標の結果

I～IXの9項目についてそれぞれに1, 3, 5で採点し、この合計値で評価するもので、45点に近いほどEX(excellent)で水域は生物に多様性があり、9点に近いほどVP(Very poor)で水域は生物の多様性が乏しいことを表わす(表2)。合計値が45～38点の場合はEX(excellent), 37～31点はG(Good), 30～24点はF(Fair), 23～17点はP(Poor), 16～9点はVP(Very poor)と表現する⁷⁾。

3. 結果と考察

3.1 理化学指標の結果

5回の調査による理化学指標の結果のうち、有機汚濁指標であるBOD, TOC, T-N, T-Pを図2に示した(T-N, T-Pは今回のみ)。TOC, T-NおよびT-Pは下流になるに従い緩やかに上昇していた。BODの今回の結果は地点間の変動は少なく、すべて2 mg/L以下であり、水質汚濁は認められなかった。

3.2 底生動物相による水質評価

5回の調査のうち一例として2007年11月の分類同定結果(底生動物相)を表3に示した。また5回分の指数値のみの結果を表4にまとめた。

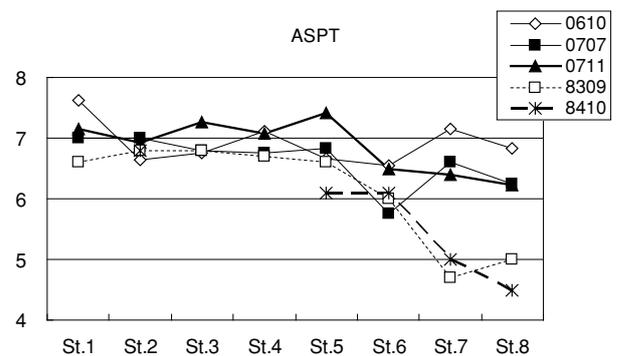


図3 ASPT値の結果

3.2.1 総個体数

今回の8地点の総計は2006年10月が338, 07年7月579, 07年11月1,131であった。06年10月と07年7月が少なかったのは降雨のためと考えられ、実際07年7月は採集日の10日前に上流部で80 mm, 5日前に50mmの降雨があり、増水のため水生生物が流されたためではないかと推測される。

また2007年は2回ともSt.4野川橋が採集個体数が最多であり、匍匐型のマダラカゲロウ科が200以上であった。

前回については採集方法が異なるため単純に比較はできないが、1983年9月は1,001, 84年10月

表3 底生動物調査結果 2007.11.6

目・科名	スコア	St.1 ひろせ橋		St.2 新川合流前		St.3 新川合流後		St.4 野川橋		St.5 鳴合橋		St.6 澱橋		St.7 広瀬橋		St.8 千代大橋	
		個体数	%	個体数	%	個体数	%	個体数	%	個体数	%	個体数	%	個体数	%	個体数	%
ヒラタカゲロウ科	7	10	11.0	4	6.7	47	40.5	88	18.4	4	3.7						
コカゲロウ科	6	7	7.7	2	3.3	5	4.3	9	1.9	11	10.1	4	3.5	5	4.5	8	16.0
トビロカゲロウ科	7											1	0.9				
マダラカゲロウ科	7	37	40.7	13	21.7	27	23.3	323	67.6	73	67.0	53	46.1	61	54.5	12	24.0
ヒメカゲロウ科	6					22	19.0										
カワカゲロウ科	7													1	0.9		
モンカゲロウ科	7	1	1.1	14	23.3			1	0.2					1	0.9		
サナエトンボ科	7			1	1.7	1	0.9										
カワゲラ科	7			8	13.3	3	2.6	6	1.3								
ミドリカワゲラ科	10	20	22.0	2	3.3	2	1.7	13	2.7	1	0.9						
ヘビトンボ科	7	2	2.2	1	1.7			1	0.2								
ヒゲナガカワトビケラ科	8									6	5.5	16	13.9	5	4.5	2	4.0
カワトビケラ科	8			1	1.7					2	1.8						
シマトビケラ科	6	14	15.4	1	1.7			20	4.2	6	5.5	29	25.2	19	17.0	12	24.0
ナガレトビケラ科	8			2	3.3	4	3.4	5	1.0			1	0.9	1	0.9		
ヤマトビケラ科	7			2	3.3	3	2.6			1	0.9						
ヒラタドROMシ科	6									1	0.9	1	0.9	13	11.6	1	2.0
ドROMシ科	7									1	0.9	3	2.6	5	4.5	4	8.0
ガガンボ科	7			6	10.0	1	0.9	3	0.6	2	1.8	3	2.6			1	2.0
アミカ科	10							6	1.3	1	0.9						
ブユ科	6															5	10.0
ユスリカ科(腹鰭なし)	3							3	0.6			4	3.5			5	10.0
ナガレアブ科	8			1	1.7	1	0.9										
ヒル綱	2													1	0.9		
ミスムシ科	2			2	3.3												
総個体数		91	100	60	100	116	100	478	100	109	100	115	100	112	100	50	100
総スコア(TS)値		50		104		80		85		89		65		64		56	
総科数		7		15		11		12		12		10		10		9	
ASPT値		7.1		6.9		7.3		7.1		7.4		6.5		6.4		6.2	
DI(多様性指数)		2.3		3.3		2.4		1.6		1.9		2.2		2.1		1.7	
IBI(生物保全指数)		35		43		37		35		35		31		33		31	

は5地点のみであったが2,755であった。

3.2.2 科数

個体数の多かった2007年11月が科数も多く、1地点平均で10であった。一方07年7月は平均7と少なかった。これは上でも述べたように7月は増水で浮遊型の生物が流され、石礫にはりついて生活する匍匐型のカゲロウ科が多く残ったためと推測される。1983年は平均10、84年12であった。

3.2.3 ASPT値による評価

ASPT値の結果を図3に示した。前回1983、84年調査結果にもスコア法を適用しASPT値を求めた。今回の3回は下流域も含めて全地点で6.0以上のやや清水性と評価された。一方前回83、84年の時は下流域のSt.7、8においてスコアの低いユスリカ科やイトミミズが採集されたためにASPT値は5.0以下となり汚濁水性と評価された。

ASPT値とBODやTOC、T-Pなどの有機汚濁指標との相関をみたところ、負の相関を示した(図

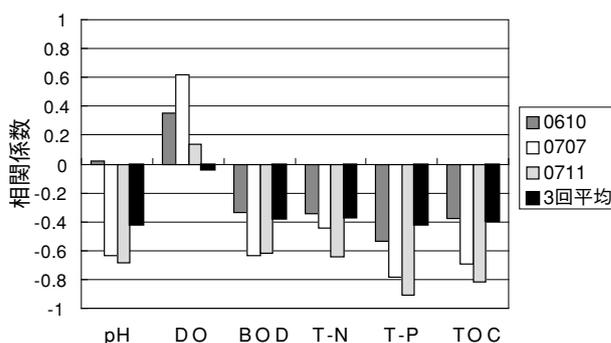


図4 ASPT値と理化学指標の相関

4)。水質が清浄なほどスコアの高い種が多くなるという生物指標の特徴が端的に示された。

3.2.4 DIによる評価

DIの結果を図5に示した。すべての地点において1以上3未満の範囲であり、中汚濁水性と評価された。上述したように今回採集された科がどちらかといえばカゲロウ科に偏っていたので、結果としてDIが低くなったと考えられる。理化学

表 4 各指数の結果

調査年月		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8
0610	総個体数	35	67	74	55	47	37	17	6
	総スコア値	61	93	81	64	40	59	50	41
	総科数	8	14	12	9	6	9	7	6
	ASPT 値	7.6	6.6	6.8	7.1	6.7	6.6	7.1	6.8
	DI	2.6	2.9	2.2	2.4	2.3	2.5	2.7	2.6
	IBI	35	43	37	35	35	33	35	33
0707	総個体数	40	51	29	229	23	109	87	11
	総スコア値	35	42	34	54	41	69	66	25
	総科数	5	6	5	8	6	12	10	4
	ASPT 値	7.0	7.0	6.8	6.8	6.8	5.8	6.6	6.3
	DI	1.0	1.7	1.9	1.1	1.8	2.0	2.6	1.8
	IBI	29	27	27	29	27	31	35	31
0711	総個体数	91	60	116	478	109	115	112	50
	総スコア値	50	104	80	85	89	65	64	56
	総科数	7	15	11	12	12	10	10	9
	ASPT 値	7.1	6.9	7.3	7.1	7.4	6.5	6.4	6.2
	DI	2.3	3.3	2.4	1.6	1.9	2.2	2.1	1.7
	IBI	35	43	37	35	35	31	33	31
8309	総個体数	309	182	114	75	113	61	90	57
	総スコア値	66	82	82	74	66	36	47	30
	総科数	10	12	12	11	10	6	10	6
	ASPT 値	6.6	6.8	6.8	6.7	6.6	6.0	4.7	5.0
	DI	2.6	2.8	3.0	2.8	3.2	2.1	2.4	1.9
	IBI	37	41	39	39	37	29	27	25
8410	総個体数	—	235	—	—	1366	677	275	202
	総スコア値	—	88	—	—	85	85	45	59
	総科数	—	13	—	—	14	14	9	13
	ASPT 値	—	6.8	—	—	6.1	6.1	5.0	4.5
	DI	—	3.4	—	—	2.0	3.4	2.7	2.0
	IBI	—	41	—	—	37	41	29	29

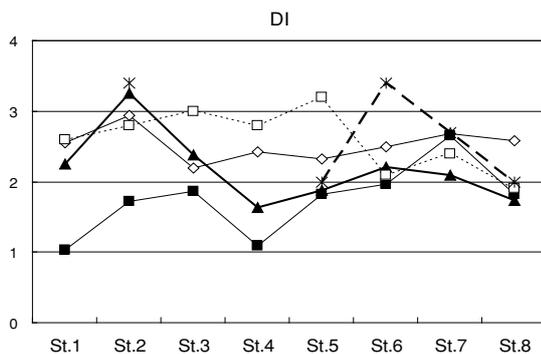


図 5 DIの結果

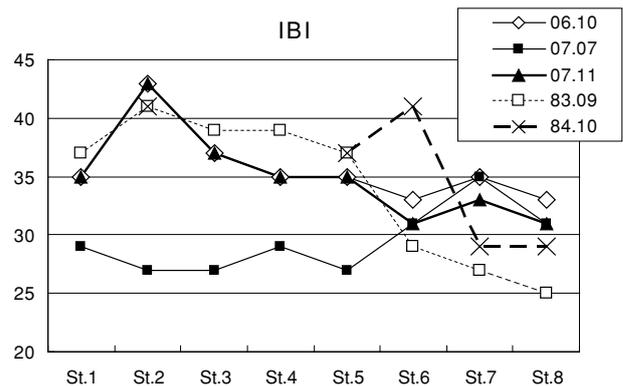


図 6 IBIの結果

指標とは明確な相関は見られなかった。

3.2.5 IBI による評価

IBIの結果を表4, 図6に示した。今回初めて考察する指標である。2006年10月と07年11月は上流部で35以上と高く、下流部へ向かって緩やかに減少していた。このことは、上流域の方が生物の多様性がよく保たれた水域であることを示している。2007年7月は総個体数、科数とも少なかった

ため、IBIは全般的にやや低値(平均29)であった。1983年9月も上流域は35以上と高かったが下流域は30未満のF(Fair)で、生物の多様性は乏しいという結果であった。

以上の結果を総合的に見ると、2006~07年にかけて行った広瀬川の底生動物による水質評価は全地点ともやや清水性と判断され、25年前と比べて

下流域の水質環境は改善されたと考えられる。

4. ま と め

1. 広瀬川の底生動物相調査による25年前と今回の水質評価結果を比較したところ、下流域のSt. 7, 8でASPT値が約2.0上昇していた。このことより、環境省「調査マニュアル」による標準手法であるASPT値の評価では広瀬川の水質環境は改善したと考えられる。
2. DIの結果では水質の推移は不明であった。DIは個体数や科数のみに着目しているため、この指数で評価するのが妥当かどうかも含めてさらなる検討が必要である。
3. IBIの結果では、今回は上流域が高く(EX)、下流域は35以下(G: Good)という評価であった。前回は下流域が30以下(F: Fair)で生物の多様性に乏しいという結果であった。この指数は近年提案されたもので今回初めて考察に用いたが、評価要素が多岐にわたり総合的に水質評価が可能と考えられる。
4. 標準手法である「調査マニュアル」は以前の方法に比べて、科学的な検討を踏まえた上で底生動物の分類が科のレベルまででよいなど単純化された。このためとくに高度の知識を有していなくても底生動物による水質環境評価が可能となり、調査研究に取り組みやすくなった。これによりさらに調査地点や頻度を増やすなどして、今後も底生動物による仙台市内の河川水質評価調査を充実していきたい。

なお、本報告の2007年度実施の調査は平成19年度宮城県公衆衛生研究振興基金助成による。

表5 IBIの結果

調査年月	St	区 分									評価値	評価
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
06.10	1	1	3	5	3	5	5	5	5	3	35	G
	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	43	EX
	3	3	5	5	3	5	5	5	3	3	37	G
	4	1	3	5	3	5	5	5	3	5	35	G
	5	1	3	5	3	5	5	5	5	3	35	G
	6	1	3	1	5	5	5	5	3	5	33	G
	7	1	3	1	5	5	5	5	5	5	35	G
	8	1	3	1	3	5	5	5	5	5	33	G
07.07	1	1	3	5	3	5	5	5	1	1	29	F
	2	1	3	1	3	5	5	5	3	1	27	F
	3	1	3	1	1	5	5	5	3	3	27	F
	4	1	3	5	3	5	5	5	1	1	29	F
	5	1	3	1	3	5	5	5	1	3	27	F
	6	3	5	1	5	5	5	1	3	3	31	G
	7	1	5	1	5	5	5	5	5	3	35	G
	8	1	5	1	1	5	5	5	5	3	31	G
07.11	1	1	5	5	3	5	5	5	3	3	35	G
	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	43	EX
	3	3	5	5	3	5	5	5	3	3	37	G
	4	3	5	5	3	5	5	5	1	3	35	G
	5	3	3	5	5	5	5	5	1	3	35	G
	6	1	3	1	5	5	5	5	3	3	31	G
	7	1	5	1	5	5	5	5	3	3	33	G
	8	1	3	1	3	5	5	3	5	5	31	G
83.09	1	1	5	5	3	5	5	3	5	5	37	G
	2	3	5	5	5	5	5	3	5	5	41	EX
	3	3	5	5	3	5	5	3	5	5	39	EX
	4	3	5	5	3	5	5	5	3	5	39	EX
	5	1	5	5	3	5	5	3	5	5	37	G
	6	1	3	5	1	5	5	3	3	3	29	F
	7	1	3	1	3	5	3	3	5	3	27	F
	8	1	5	1	1	5	5	3	3	1	25	F
84.10	1											
	2	3	5	5	5	5	5	3	5	5	41	EX
	3											
	4											
	5	3	5	5	5	5	5	5	1	3	37	G
	6	3	5	5	5	5	5	3	5	5	41	EX
	7	1	5	1	3	5	5	3	3	3	29	F
	8	3	3	5	3	3	5	1	3	3	29	F

— 参 考 文 献 —

- 1) 広瀬川の生物学的水質調査(第3報) 仙台市衛生研究所報, **14**, 381-389, 1984
- 2) 環境省水質保全局: 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, 1992
- 3) 川合禎次編: 日本産水生昆虫検索図説, 東海大学出版会, 1985
- 4) 津田松苗編: 水生昆虫学, 北隆館, 1983

- 5) 関屋幸一他: 底生動物による大淀川上流の水質評価及び季節的変動調査 宮崎県衛生環境研究所年報, **13**, 69-79, 2001
- 6) 森谷清樹: 多様性指数による水域環境の生態学的評価 用水と廃水, **18**(6), 1976
- 7) 廣田敏郎: 福岡市内河川の底生動物をもちいた環境評価—那珂川, 2004年一, 福岡市保健環境研究所報, **30**, 148-157, 2004