

底生動物相による河川水質評価の基礎的研究（1）

Fundamental Studies on Evaluation of Water Quality using Biological Indicators (1)

山本 務

東川麻希子

Tsutomu YAMAMOTO

Makiko HIGASHIKAWA

底生動物を用いた河川の水質評価は全国各地で行われているが、まだ統一的手法による調査はなされていない。今般、環境庁から簡便で全国共通に評価が可能な手法（ASPT値による評価）のマニュアル（案）が出された。この（案）を本県にも適用できるか否かについて、県下の2河川を例に調査・検討したところ、ASPT値算出の基礎となる各科のスコア値について有意の相関が得られ、またASPT値の結果もBOD等の水質、多様性指数による評価結果等とも良好な関係が得られ、本県河川にも適用可能な手法であると考えられた。

はじめに

底生動物を用いた河川の水質評価については従来から行われている。しかし、標準的な調査方法は確立されておらず、その調査結果及び解釈は調査機関毎にまちまちであった。このため、調査データの比較が困難であることと、採集した生物を種のレベルまで同定する必要があったことなどから、より簡便で統一的手法の確立が望まれていたところであった。

そこで、環境庁水質保全局ではこれらの要望を受けて、科レベルの同定で水質の評価が可能な簡便法「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）」¹⁾（以下、マニュアル（案））を作成したので、この手法を用いて香川県下の2河川について調査を実施するとともに、過去の調査データについても比較検討したのでこれらの結果について報告する。

調査方法

1. 調査期間及び調査地点

期間：平成4年11月～平成5年8月までの4季節

	津田川	香東川
秋	平成4年11月4日	平成4年11月10日
冬	平成5年2月10日	平成5年2月22日
春	5月6日	5月10日
夏	8月17日	8月27日

地点：図1に示す2河川、計6地点である。

- ①津田川（上流：鮎婦橋、中流：寺尾橋、下流：河口潮止）
- ②香東川（上流：後川橋、中流：岩崎橋、下流：成合橋）

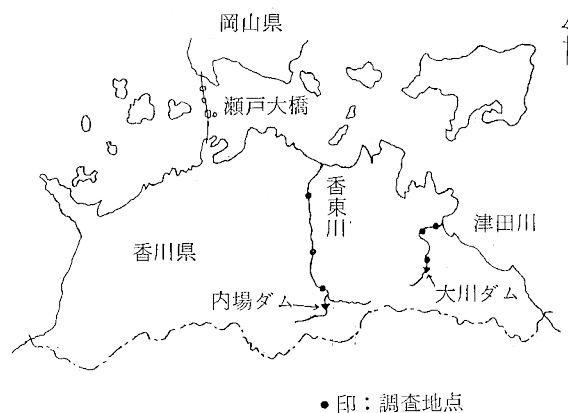


図1 津田川、香東川調査地点

2. 調査項目及び方法

項目：①調査地点周辺等の概況：現地調査，地図からの読み取り。

②水質調査：流速，DO，PH，EC，BOD，SS，TN，TP

③底生動物：マニュアル（案）に示す76科（綱）を調査対象とした。

採集方法：底生動物は、Dフレームネットによるキック・スイープ法により1分間（河川

を約5m斜め方向に移動)採集し、これを1地点3回繰り返し1サンプルとした。同定:昆虫類は「日本産水生昆虫検索図説」²⁾、昆虫以外の動物は「日本淡水生物学」³⁾により、科(一部、綱)のレベルまで同定した。

3. 評価方法

出現科数, A S P T値, 多様性指数(D.I)等を用いて水質の評価を行った。

結果及び考察

津田川及び香東川の2河川について、調査地点等概況調査、水質調査及び底生動物調査の結果をそれぞれ表1、表2、表3に示す。

1. 2河川の調査結果について

1-1 河川の概況及び水質について

表1から各調査地点とも、河床の状況は礫と砂泥底からなっており生物採集に適した場所であった。

BODの平均は、津田川で0.9~2.2mg/ℓ、香東川で1.5~3.1mg/ℓ(表2)で、比較的きれいな水質であるが、いずれの河川もBODの他TN、TPについても中流が他地点に比べ高い濃度を示し、人為的な汚濁が考えられた。また、河川勾配についてもそれぞれの河川で5.3及び3.5m/kmと小さく、水が停滞しやすい地点である。

DOについては、2河川とも下流で高い値を示している。これは有機汚濁によってDOが消費されるよりも、光合成による酸素生産が関与していると思われる。このことは、PHも下流で高い値を示して

表1 調査地点等概況

河川名	津田川			香東川		
	河川全長(km)	14.4			33.0	
流域内最高標高(m)	檀特山(630m)			大滝山(944m)		
調査地点	上流:鮎婦橋	中流:寺尾橋	下流:河口潮止	上流:後川橋	中流:岩崎橋	下流:成合橋
源流からの距離(km)	2.8	11.4	13.2	9.2	18.6	26.5
海拔高(m)	50	16	6	180	90	28
河川勾配(m/km)	12.7	5.3	5.0	15.3	3.5	8.4
全川幅(m)	25	30	45	45	50	100
流水部川幅(m)	6	10	30	8	12	6
水際線の状況(右岸)	植物	植物	植物	コンクリート護岸	砂礫	砂礫
	(左岸)植物	植物	コンクリート護岸	植物	砂礫	砂礫
河床の状況	礫と砂泥底	礫と砂泥底	礫と砂泥底	礫と砂泥底	礫と砂泥底	礫と砂泥底
礫の大きさ(cm)	10~20	10~20	<10	10~20	10~20	10~20

表2-1 水質調査結果(津田川)

地点名	上流:鮎婦橋				中流:寺尾橋				下流:河口潮止				平均(流域別)		
	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	上流	中流	下流
調査年月(季節)															
水温(°C)	13	6	15	22	17	10	18	24	17	10	18	23	14	17	17
水深(cm)	5	5	7	20	16	13	16	25	23	12	22	30	9	17	22
流速(cm/sec)	38	30	38	80	40	36	25	101	35	24	25	79	47	51	41
DO(mg/ℓ)	9.9	12.0	9.5	8.2	10.0	15.0	9.2	7.6	9.7	14.0	11.0	7.2	9.9	10.4	10.5
PH	7.5	7.8	7.4	7.6	7.6	8.2	7.5	7.4	7.7	8.4	9.0	7.4	7.6	7.7	8.1
EC(μs/cm)	151	177	139	97	296	347	262	111	295	331	261	136	141	254	256
BOD(mg/ℓ)	0.8	0.3	2.1	0.4	1.3	1.8	4.8	1.0	0.5	4.4	2.3	0.7	0.9	2.2	2.0
SS(mg/ℓ)	0.5	0.5	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0	40.0	2.0	0.8	2.0	10.0	1.2	11.5	3.7
TN(mg/ℓ)	0.59	1.10	0.72	0.99	1.60	2.50	1.10	1.30	1.30	0.96	0.89	1.20	0.85	1.63	1.09
TP(mg/ℓ)	0.023	0.037	0.032	0.025	0.068	0.370	0.037	0.120	0.053	0.031	0.064	0.110	0.029	0.149	0.065

表 2 - 2 水質調査結果 (香東川)

地 点 名	上流：後川橋				中流：岩崎橋				下流：成合橋				平均 (流域別)		
	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	上流	中流	下流
調査年月 (季節)															
水温 (°C)	11	10	15	23	13	13	17	25	17	12	18	26	15	17	18
水深 (cm)	34	23	22	30	15	11	13	10	13	10	12	15	27	12	12
流速 (cm/sec)	97	73	80	100	28	11	26	23	43	28	24	11	88	22	27
DO (mg/ℓ)	10.0	11.0	10.0	9.0	9.6	7.7	9.6	8.4	11.0	12.0	13.0	9.3	10.0	8.8	11.3
PH	7.5	8.6	8.1	8.5	7.5	7.8	7.8	7.9	8.6	8.9	9.3	7.6	8.2	7.8	8.6
EC (μS/cm)	137	183	159	131	168	295	215	184	207	235	215	161	152	215	204
BOD (mg/ℓ)	1.2	1.3	2.1	1.6	1.1	3.4	4.8	—	1.7	1.4	2.3	1.0	1.5	3.1	1.6
SS (mg/ℓ)	1.0	2.0	3.0	1.0	0.7	3.0	1.0	—	1.0	19.0	1.0	5.0	1.7	1.6	6.5
TN (mg/ℓ)	0.94	1.10	1.00	0.95	1.10	2.50	2.70	—	0.86	0.96	0.27	0.54	1.00	2.10	0.66
TP (mg/ℓ)	0.014	0.037	0.026	0.026	0.110	0.370	0.034	—	0.064	0.031	0.031	0.050	0.026	0.171	0.044

いることから推察される。

1-2 底生動物相について

出現した総科数は四季を通じて2河川とも上流が多かったが、総個体数では中流、下流でユスリカ科、イトミミズ等が優占的に出現していたため、必ずしも総科数の出現傾向とは一致していない。

環境庁作成のマニュアル(案)に従って、各科に与えられたスコア(表3)からASPT値を算出した。方法としては、出現した各科に与えられているスコアを単純に(各科の出現個体数の多い少ないには無関係)合計し、その時の出現科数で割って求める。次式に示すとおりである。

$$ASPT値 = \frac{\sum_{i=1}^n SC_i}{n} \quad \text{①式}$$

SC_i : 各科に与えられたスコア
n : 出現した科数

計算結果を同表下欄に示す。このASPT値は1から10までの値を取り、河川の生物学的環境の良好性を表現する。1は汚濁が進んでおり人為的な影響が大きく、10は清澄で人為的な影響が少ないことを示す。2河川とも四季の平均は共に上流が6.2、下流で5.4の値が得られた。これらの値はBOD等の理化学的水質の結果と比較すると清澄な水質を示す値といえる。しかし、この数字及びその差の0.8が具体的にどの程度の生物学的環境の指標に相当するかについてはまだ明確な取り決めはない。環境庁を含め今後の検討課題である。

次に、河川の汚濁を表す指標として、Shannonの多様性指数(D.I)も一般に用いられている。こ

れは、ある地点で出現した総種数(S)、総個体数(N)及び各種の個体数(n_i)を用いて、次の式で表される。

$$D.I = -\sum_{i=1}^S (n_i/N) * \log_2(n_i/N) \quad \text{②式}$$

この式からわかるように、この指数はどのような種類の生物が出現したかには無関係である。一般に清澄な水域では出現する種数が多く、また、それぞれの種の個体数が等しく、逆に汚濁が進んだ水域では出現する種数は減少し、その一方で特定の種の個体数が急激(優占的)に増える傾向があることを利用したものである^{4),5)}。

今回は、同定を科レベルまでとしているので種数を科数に置き換えてD.Iを算出した。上流で約3.3、下流で約2.5(表3)と求まり、過去の調査結果⁶⁾とほぼ同じ傾向が得られた。なお、このD.I値とASPT値との関係について次の項で述べる。

1-3 スコア値の検討

マニュアル(案)で用いている各科のスコアは水質測定項目のうち、BOD、DO、TN、TPの4項目から吉見らの方法⁷⁾(主成分分析等を用いる)によりWQI(総合水質指標)を求め、さらに各科の出現数の重み付けをした指数(汚濁指数)を求め、この最大値と最小値を10等分して算出している。このスコア算出に当たっては全国の数河川を対象にしており、一応、全国一律に適用(沖縄は除く)できると言われているが、まだ(案)の段階である。

そこで、本県のように河川が短く、急勾配(鉄砲水)で水量が少ない河川にもこのスコア値が適用出来るか否かについて検討することとした。用いたデ

表3-1 底生動物調査結果（津田川）

地 点 名			上流：鮎尾橋				中流：寺尾橋				下流：河口潮止			
採 集 年 月 (季節)			個 体 数				個 体 数				個 体 数			
目 名	科 名	スコア	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
1. カゲロウ目	1. フタオカゲロウ科	8		51	2								22	
	2. チラカゲロウ科	7	61			4	1		1		3			
	3. ヒラタカゲロウ科	7	50	29	79	89	54	18	87	9	46	142	35	29
	4. コカゲロウ科	6	45		74	61	93	159	92	30	60	2	12	97
	5. トビイロカゲロウ科	7		1										
	6. マダラカゲロウ科	7	1	19	1	4		32	438	1	2	43	34	5
	7. ヒメカゲロウ科	6				2			23	2				
	8. カワカゲロウ科	7							1					
	9. モンカゲロウ科	7	68	364		44			1		2	6		
	10. アミメカゲロウ科	5									2			
2. トンボ目	1. カワトンボ科	8	9	1										
	2. ムカシトンボ科	8												
	3. サナエトンボ科	7	3	38	4						2			
	4. オニヤンマ科	6												
	5. エゾトンボ科	5	5	3										
3. カワゲラ目	1. ミジカオカワゲラ科	10												
	2. オナシカワゲラ科	8		8	18	2		1						
	3. クロカワゲラ科	9		11										
	4. ハラジロオナシカワゲラ科	10							1					
	5. ヒロムネカワゲラ科	9												
	6. アミメカワゲラ科	9		1				18				58		
	7. カワゲラ科	7	51	25	155	14								
	8. ミドリカワゲラ科	10												
4. カメムシ目	1. ナベブタムシ科	6												
5. ヘビトンボ目	1. ヘビトンボ科	7	21		26	7								
6. トビケラ目	1. ヒゲナガカワトビケラ科	8	3			4								
	2. カワトビケラ科	8	4			5								
	3. クダトビケラ科	8												
	4. イワトビケラ科	7												
	5. シマトビケラ科	6	53		123	121	611	941	83	53	568	513	116	389
	6. ナガレトビケラ科	8	22	33	73	24								
	7. ヤマトトビケラ科	7												
	8. ヒメトビケラ科	6												
	9. キタガミトビケラ科	9												
	10. マルバネトビケラ科	6												
	11. トビケラ科	8												
	12. カクスイトビケラ科	9												
	13. クロツツトビケラ科	10												
	14. エグリトビケラ科	7	1	54	23	9		2	2			32	1	
	15. カクツツトビケラ科	9	3		2									
	16. ケトビケラ科	7		8										
	17. フトヒゲトビケラ科	9												
	18. ホソバトビケラ科	9												
	19. ヒゲナガトビケラ科	7					1							
7. コウチュウ目	1. ミズスマシ科	6												206
	2. ガムシ科	7						1		1	1	1		
	3. ナガハナノミ科	8												
	4. ヒラタドROMシ科	6	8	9		8						1		
	5. ドROMシ科	7												
	6. ヒメドROMシ科	6	1	1	1				1	1	9	5	1	
	7. ホタル科	8						1				1		1
	8. ナガレトビケラ科	7	3	6	4	2	3	11	20	10	4	25	3	9
	9. アブ科	9												
	10. ナガレアブ科	8			234									
9. ウズムシ目	1. ドゲッシア科	6	2	4	12	1		224	736	2	47	47	39	4
	2. ヨコエビ科	7												
10. ニナ目	1. カワニナ科	6	12	17	32	28			6	36				
11. モノアラガイ目	1. モノアラガイ科	3												
	2. サカマキガイ科	1		1										
	3. カワコサラガイ科	3												
12. イシガイ目	1. イシガイ科	6												
13. ハマグリ目	1. シジミガイ科	6		72	8	2	3	2	8	3	5	1	5	5
14. ミミス綱	1. イトミミス	2	162	12	86	26	10	30	19	61	49	65	15	78
	2. エラミミス	2												
	3. その他のミミス綱	2					3				1			13
15. ヒル綱	1. ヒル綱	2	3		17	6	14	10	4	19	15	9	1	132
16. ヨコエビ目	1. ヨコエビ科	7												
17. ワラジムシ目	1. ミズムシ科	2		10	1	2	2	19	272	22	36	278	23	162
	2. コツブムシ科	9												
18. エビ目	1. サワガニ科	8												
	2. サワガニ科	8	2											
総 科 数			26	25	24	27	12	15	20	17	17	18	16	16
総 個 体 数			597	784	1,062	481	843	2,976	2,242	262	868	3,002	456	1,293
A S P T 値			6.4	6.2	6.1	6.1	5.3	5.6	5.7	5.1	5.5	5.8	4.9	5.3
A S P T 値 (年平均値)					6.2				5.4				5.4	
多様性指数 (Shannon)			3.48	3.05	3.54	3.50	1.47	2.10	2.66	3.15	2.01	2.08	2.92	2.94
多様性指数 (年平均値)					3.39				2.35				2.49	

表3-2 底生動物調査結果（香東川）

地 点 名 採 集 年 月 (季節)	目 名	科 名	スコア	上流：後川橋				中流：岩崎橋				下流：成合橋			
				個 体 数				個 体 数				個 体 数			
				秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
1. カゲロウ目	1.	フタオカゲロウ科	8		22				1	4					
	2.	チラカゲロウ科	7	1	2										
	3.	ヒラタカゲロウ科	7	28	34	77	15	10	9	1	16	237	374	23	56
	4.	コカゲロウ科	6	25	33	38	3	42	4	82	85	88			48
	5.	トビイロカゲロウ科	7												
	6.	マダラカゲロウ科	7	14	156	441	12	2	18	23	76		23		
	7.	ヒメカゲロウ科	6			1	1							1	3
	8.	カワカゲロウ科	7	9	2				1				8	7	1
	9.	モンカゲロウ科	7	35	18		1	2	2				2		
	10.	アミメカゲロウ科	5												
2. トンボ目	1.	カワトンボ科	8										2		
	2.	ムカシトンボ科	8												
	3.	サナエトンボ科	7	2	4	4	3	4	2	2	1				
	4.	オニヤンマ科	6												
	5.	エゾトンボ科	5												
3. カワゲラ目	1.	ミジカオカワゲラ科	10												
	2.	オナシカワゲラ科	8		2										
	3.	クロカワゲラ科	9		10										
	4.	ハラジロオナシカワゲラ科	10												
	5.	ヒロムネカワゲラ科	9												
	6.	アミメカワゲラ科	9		78								1		
	7.	カワゲラ科	7	138	4	11	19	7		1	4		7	1	
	8.	ミドリカワゲラ科	10												
4. カメムシ目	1.	ナベフタムシ科	6	3	40	6	16	21	17	31	7	15	5	4	
5. ヘビトンボ目	1.	ヘビトンボ科	7	1	2	4	1	1		1					1
6. トビケラ目	1.	ヒゲナガカワトビケラ科	8	64	12		4					15		1	
	2.	カワトビケラ科	8		1										
	3.	クダトビケラ科	8												
	4.	イワトビケラ科	7												
	5.	シマトビケラ科	6	583	193	38	16	143	46	33	71	104	38	1	4
	6.	ナガレトビケラ科	8	63	157	392	14	1	18	2	10	1	10	2	
	7.	ヤマトビケラ科	7	1		3									
	8.	ヒメトビケラ科	6												
	9.	キタガミトビケラ科	9												
	10.	マルバネトビケラ科	6												
	11.	トビケラ科	8												
	12.	カクスイトビケラ科	9												
	13.	クロツツトビケラ科	10												
	14.	エグリトビケラ科	7										2		
	15.	カクツツトビケラ科	9												
	16.	ケトビケラ科	7	4	2										
	17.	フトヒゲトビケラ科	9												
	18.	ホンバトビケラ科	9												
	19.	ヒゲナガトビケラ科	7												
7. コウチュウ目	1.	ミススマシ科	6												
	2.	ガムシ科	7						1				1	56	
	3.	ナガハナノミ科	8												
	4.	ヒラタドロムシ科	6	29	13	4		19	5	9		96	67	1	1
	5.	ドロムシ科	7										1	1	11
	6.	ヒメドロムシ科	6	42	4	44		10	11	74		1	1	11	
	7.	ホタル科	8		1										
8. ハエ目	1.	ガガンボ科	7	36	67	88	5	41	127	8	19	8	9	6	
	2.	アミカ科	10												
	3.	アミカモドキ科	10												
	4.	チョウバエ科	6												
	5.	ホンカ科	8												
	6.	ブユ科	6			4	2			1	3				
	7.	ユスリカ科(腹鰓あり)	3												
	8.	ユスリカ科(腹鰓なし)	3	3	111	139	13	19	75	175	87	1	264	175	19
	9.	アブ科	9												
	10.	ナガレアブ科	8												
9. ウズムシ目	1.	ドゲツニア科	6	3	43	231	14	9	31	199	24	52	423	14	13
10. ニナ目	1.	カワニナ科	6				1							2	1
11. モノアラガイ目	1.	モノアラガイ科	3					3					1	22	
	2.	サカマキガイ科	1										1	40	
	3.	カワコザラガイ科	3												
12. イシガイ目	1.	イシガイ科	6												
13. ハマグリ目	1.	シジミカイ科	6	1	1										
14. ミミス綱	1.	イトミミス	2	4	27	35	2	101	236	469	100	2	35	15	1
	2.	エラミミス	2												
	3.	その他のミミス綱	2												
15. ヒル綱	1.	ヒル綱	2			1			1	2	2	7	10	11	
16. ヨコエビ目	1.	ヨコエビ科	7												
17. フラジムシ目	1.	ミスムシ科	2		3		1	2	7	3	2	7	218	19	8
	2.	コソブムシ科	9												
18. エビ目	1.	サワガニ科	8												
総 科 数				22	28	19	19	20	17	19	15	14	22	20	12
総 個 体 数				1,089	1,042	1,661	143	439	610	1,120	507	634	1,502	412	146
ASP T値				6.4	6.6	5.9	6.0	5.9	5.6	5.7	5.5	5.4	5.6	5.3	5.3
ASP T値(年平均値)						6.2				5.7				5.4	
多様性指数(Shannon)				2.56	3.64	2.99	3.68	3.02	2.77	2.57	3.06	2.61	2.73	2.96	2.29
多様性指数(年平均値)						3.22				2.85				2.65	

表 4 主要科の総合水質指標及びスコア

No.	科名	出現回数	各科出現時の津田川と香東川の水質(平均値)							総合水質指標(WQI)	マニュアル(案)のスコア	今回のスコア	差
			DO	PH	EC	BOD	SS	TN	TP				
8.8	ユスリカ科(腹鰓なし)	24	10.4	8.0	204	1.8	4.6	1.18	0.078	0.64	3	3	0
14.1	イトミミズ	24	10.4	8.0	204	1.8	4.6	1.18	0.078	0.64	2	3	-1
1.3	ヒラタカゲロウ科	24	10.4	8.0	204	1.8	4.6	1.18	0.078	0.64	7	3	4
8.1	ガガンボ科	23	10.4	8.0	206	1.8	4.6	1.21	0.079	0.88	7	3	4
6.5	シマトビケラ科	23	10.3	8.0	206	1.9	4.8	1.19	0.080	0.93	6	3	3
9.1	ドゲッシア科	23	10.3	8.0	205	1.8	4.7	1.16	0.078	0.42	6	4	2
17.1	ミズムシ科	21	10.4	8.0	200	1.9	5.1	1.21	0.087	1.23	2	3	-1
1.4	コカゲロウ科	21	10.0	7.9	203	1.9	4.3	1.25	0.085	0.83	6	3	3
1.6	マダラカゲロウ科	20	10.2	7.9	201	1.9	5.1	1.26	0.083	1.06	7	3	4
15.1	ヒル網	18	10.4	8.0	219	2.1	5.6	1.26	0.088	2.62	2	1	1
7.6	ヒメドロムシ科	17	10.6	8.0	209	2.0	4.8	1.14	0.068	1.08	6	3	3
6.6	ナガレトビケラ科	15	10.3	8.0	180	1.8	2.8	1.13	0.061	-1.10	8	6	2
7.4	ヒラタドロムシ科	14	10.4	8.1	193	1.6	3.2	1.14	0.065	-0.86	6	6	0
13.1	シジミガイ科	13	10.5	7.8	213	1.6	5.4	1.18	0.079	0.60	6	3	3
3.7	カワゲラ科	13	10.3	8.0	169	1.6	2.9	1.04	0.036	-3.26	7	9	-2
1.9	モンカゲロウ科	12	10.3	8.0	206	1.7	3.2	1.14	0.069	-0.21	7	5	2
2.3	サナエトンボ科	12	9.8	7.9	186	1.7	1.5	1.27	0.069	-0.99	7	6	1
10.1	カワニナ科	11	10.0	7.8	174	1.7	6.2	0.89	0.051	-3.51	6	9	-3
4.1	ナベブタムシ科	11	10.4	8.2	194	2.1	3.4	1.24	0.074	1.25	6	2	4
5.1	ヘビトンボ科	10	9.7	7.8	154	1.7	2.0	1.06	0.038	-4.24	7	10	-3
最大		24	10.6	8.2	219	2.1	6.2	1.27	0.088	2.62	8	10	-2
最小		10	9.7	7.8	154	1.6	1.5	0.89	0.036	-4.24	2	1	1
平均		17.4	10.3	8.0	196.5	1.8	4.2	1.17	0.071	-0.07	5.7	4.4	1.3
n		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

ータは表3のとおり、津田川、香東川各3地点の四季のデータ、合計24サンプルである。当然のことであるが、多く出現した科(ヒラタカゲロウ科、ユスリカ科(腹鰓なし)、イトミミズについては全サンプルに出現)もあれば全然出現しない科もある。このため、少ししか出現しなかった科まで含めて計算すると、検討結果に偶然性が加わることになるので、ここではとりあえず10サンプル(4割)以上に出現した科について、本県(2河川)版の各科スコアを算出することとした。24サンプル中に出現した科は全部で48科であり、このうち10サンプル以上に出現した科は20科であった(表4)。

それぞれの科が出現した時の水質(7項目)の各平均値を求め、吉見らの方法により、次のとおりWQIを求めた。

最初、7項目で主成分分析を行い(表5)、水質汚濁を表現していると思われる第一主成分(寄与率

52.6%)の因子負荷量の値が、他の主成分のそれよりも大きかった項目(DO, EC, BOD, TN, TPの5項目)を選び出し、この5項目についてさらに主成分分析を行った(表6)。この結果、第一主成分の寄与率が63.9%と求まり、これらが水質汚濁の6割強を集約していると考えられたので、これを基にしてWQIを求めた。WQIの一般式は次に示すとおりである。

$$WQI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{第1主成分の固有ベクトル}_i}{\text{測定値}_i - \text{平均値}_i} \right) \frac{(\text{測定値}_i - \text{平均値}_i)}{(\text{標準偏差}_i)}$$

n = 項目数

よって、今回求めたWQIは次式となった。

$$WQI = 0.355 \frac{DO-10.3}{0.23} + 0.512 \frac{EC-170}{16.5} + 0.382 \frac{BOD-1.8}{0.15} + 0.437 \frac{TN-1.17}{0.091} + 0.524 \frac{TP-0.072}{0.015}$$

この式を用いて各科毎のWQIを求め、最大値(2.62)と最小値(-4.24)を10等分し各科毎のスコアとした。結果を表4に示す。

マニュアル(案)のスコアと今回求めたスコアとはお互い相対的な値であるので、そのまま比較することは危険であるが、少なくとも両者のスコア間に正の相関があれば、マニュアル(案)のスコアを用いて本県河川の生物学的水質の評価(ASPT値)をしても間違いではないこととなる。比較の散布図を図2に示す。r=0.46が得られ危険率5%で有意であった。ただ、両者のスコアが大きく異なる科(ヒラタカゲロウ科、ガガンボ科、マダラカゲロウ科及びナベブタムシ科の4科で、いずれも今回求めたスコアの方が4ポイント低い(より汚濁性が高い科と判断された))については今後さらに継続して調査・検討する必要がある。

表5 主成分分析結果(7項目)

	成分	第1	第2	第3	第4
因子 負荷量	DO	0.717	0.187	0.602	-0.202
	PH	0.518	-0.556	0.611	0.093
	EC	0.914	0.205	-0.069	-0.230
	BOD	0.693	-0.177	-0.126	0.677
	SS	0.535	0.807	0.009	0.193
	TN	0.690	-0.530	-0.418	-0.197
	TP	0.906	0.026	-0.347	-0.143
固有値		3.68	1.35	1.05	0.66
累積寄与率(%)		52.6	71.9	86.9	96.3

表6 主成分分析結果(5項目)

	成分	第1	第2	第3	第4
因子 負荷量	DO	0.635	0.716	0.142	0.249
	EC	0.915	0.257	-0.120	-0.239
	BOD	0.682	-0.349	0.642	-0.014
	TN	0.781	-0.444	-0.293	0.322
	TP	0.937	-0.111	-0.203	-0.194
固有値		3.19	0.91	0.57	0.26
累積寄与率(%)		63.9	82.1	93.6	98.8

表7 水質結果の比較(年平均値)

河川	流域	DO (mg/l)		PH		BOD (mg/l)		SS (mg/l)		流速 (m/sec)	
		S57~58	H4	S57~58	H4	S57~58	H4	S57~58	H4	S57~58	H4
津田川	上流	9.6	9.9	7.3	7.6	1.1	0.9	2	1	0.36	0.47
	中流	8.7	10.4	7.4	7.7	1.0	2.2	6	12	0.50	0.51
	下流	11.0	10.5	7.9	8.1	1.4	2.0	3	4	0.34	0.41
	平均	9.8	10.3	7.5	7.8	1.2	1.7	4	6	0.40	0.46
香東川	上流	8.8	10.0	7.9	8.2	1.3	1.5	2	2	0.88	0.88
	中流	11.0	8.8	8.0	7.8	2.4	3.1	3	2	0.43	0.22
	下流	10.0	11.3	8.3	8.6	2.0	1.6	2	7	0.17	0.27
	平均	9.9	10.0	8.1	8.2	1.9	2.1	2	4	0.49	0.46

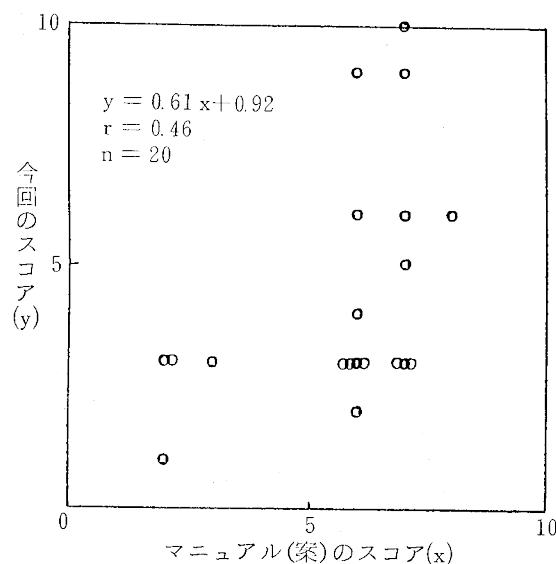


図2 スコア値の比較

2. 過去のデータとの比較

津田川は昭和57年度⁸⁾、香東川は昭和58年度⁹⁾にそれぞれ年4回、今回の調査地点と同一地点で調査をしているので今回の結果と比較した。

なお、当時(10年前)の底生動物の採集方法は、底面積30*30cmのサーバーネット(網目NGG40)を用い同一地点で2回のサンプリングをしたものであり、同定は種のレベルまで行っている。このため、今回のデータと比較するために、種を科のレベルへまとめたものを用いた。

また、各調査地点の周辺環境、工場・事業場、川幅及び河床の状況等については聞き込み調査等の結果、当時とそう大きな差異はないと判断された。

2-1 水質の比較

今回、10年前と共通な調査項目はBOD, PH, DO, SSの他に流速の5項目であった。比較表を表7に示す。各項目とも前回と比べそう大きな差はみられず、水質はあまり変化していなかったと考えられた。ただ、有機汚濁を表すBODに注目すると、2河川

とも中流で僅かではあるが高くなっていることが挙げられる。

2-2 底生動物相の比較

(1) 出現科数の比較

それぞれの河川について10年前の結果と比較したものを図3に示す。前回の結果⁶⁾では、2河川とも夏に多くの科が出現し、秋に少なくなる傾向であったが、今回はその様な傾向はみられなかった。この原因として、両年の調査時期の違い、また底生動物の幼虫から成虫になる時期が科(種)によって異なっていることが考えられる。次に、流域別の比較では両年とも一般に上流で多くの種類の科が出現し、中流・下流では少なくなる傾向がみられた。

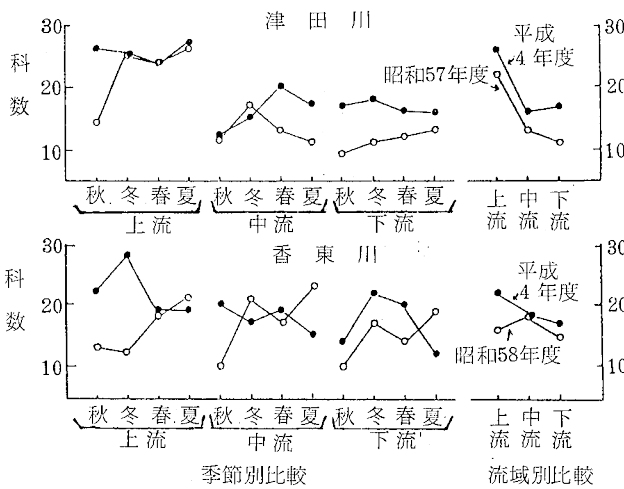


図3 出現科数の比較

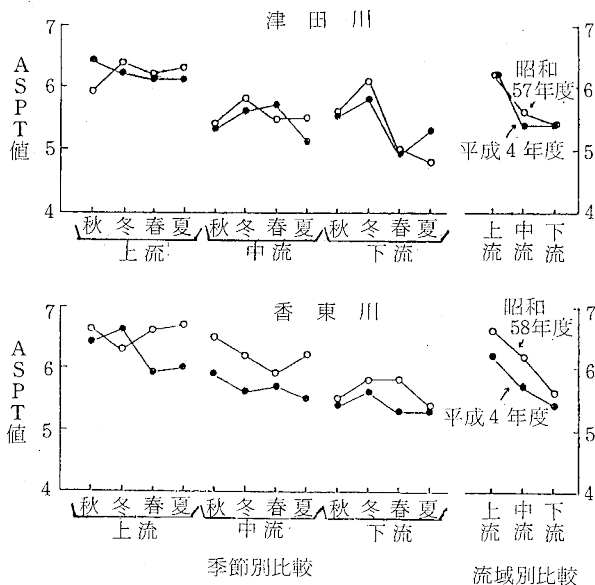


図4 ASPT値の比較

(2) 優占種(科)の比較

各調査地点で優占的に出現した科を表8に示す。なお、ミズズ網については当時の資料に出現数の記載がなされていないため表から省いた。

津田川について、10年前は各地点ともユスリカ科が優占的に出現していたが、今回はシマトビケラ科が多く出現していた。一方、香東川は津田川よりも優占種(科)が変化しやすい傾向にあり、いろいろな種類の底生動物が消長していると考えられる。

表8 優占種(科)の比較

河川	流域	調査年	昭和57~58年度		平成4年度	
			優占種(科)	優占率(%)	優占種(科)	優占率(%)
津田川	上流 鮎尾橋	秋	ユスリカ科	30.4	モンカゲロウ科	15.6
		冬	ユスリカ科	26.0	モンカゲロウ科	47.2
		春	ユスリカ科	24.6	ナガレアブ科	24.0
		夏	モンカゲロウ科	33.4	シマトビケラ科	26.8
	中流 寺尾橋	秋	シマトビケラ科	41.0	シマトビケラ科	73.3
		冬	ブユ科	40.6	ユスリカ科	46.6
		春	ユスリカ科	79.0	ドゲッシア科	33.1
		夏	シマトビケラ科	28.6	シマトビケラ科	26.5
	下流 河口湖止	秋	ユスリカ科	70.5	シマトビケラ科	69.4
		冬	ユスリカ科	63.0	ユスリカ科	59.7
		春	ユスリカ科	64.2	ユスリカ科	32.0
		夏	ユスリカ科	73.3	シマトビケラ科	32.4
香東川	上流 後川橋	秋	ユスリカ科	52.8	シマトビケラ科	53.7
		冬	マダラカゲロウ科	44.7	シマトビケラ科	19.0
		春	シマトビケラ科	23.5	マダラカゲロウ科	27.1
		夏	シマトビケラ科	32.6	カワゲラ科	13.5
	中流 岩崎橋	秋	シマトビケラ科	69.6	シマトビケラ科	42.3
		冬	マダラカゲロウ科	24.8	ガガンボ科	34.0
		春	コカゲロウ科	35.5	トゲッシア科	30.6
		夏	マダラカゲロウ科	36.8	ユスリカ科	21.4
	下流 成合橋	秋	シマトビケラ科	37.2	ヒラタカゲロウ科	37.5
		冬	ヒラタドROMシ科	29.3	ドゲッシア科	28.8
		春	ミズムシ科	65.1	ユスリカ科	44.1
		夏	ミズムシ科	32.4	ヒラタカゲロウ科	38.6

注) 優占率: 優占種(科)の個体数が総個体数に占める割合

(3) ASPT値の比較

図4に比較図を示す。この値が10に近いほど水質が清澄であることを表しており、いずれの河川も両年とも上流で高く、下流で低い傾向を示している。次に、流域別の比較では、津田川の3地点のASPT値は両年ともほとんど同じ値であるのに対し、香東川は3地点とも今回の結果が低くなっており、生物学的環境が低下していることがうかがわれる。

(4) 多様性指数(D.I)の比較

図5に比較図を示す。このD.I値は特定の科が優占的に出現すると低い値をとる性質があるため、優占率(表8)が65%以上になるような時には極端に

低値となる。このため、季節別比較ではいずれの河川についても兩年ともD.I値に大きなバラツキがみられ、比較しづらい面がある。しかし、四季を平均した流域別の比較では、結果としておおよそ前述のASPT値の結果と同様な傾向を示していることがわかる。

(5) ASPT値とD.I値の比較

ASPT値は①式のとおり、出現した科が持っているスコアに重きを置き、それぞれの科の個体数に

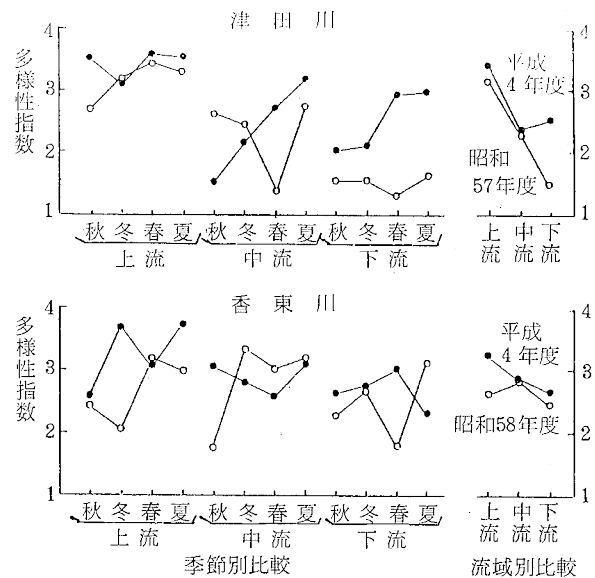


図5 多様性指数の比較

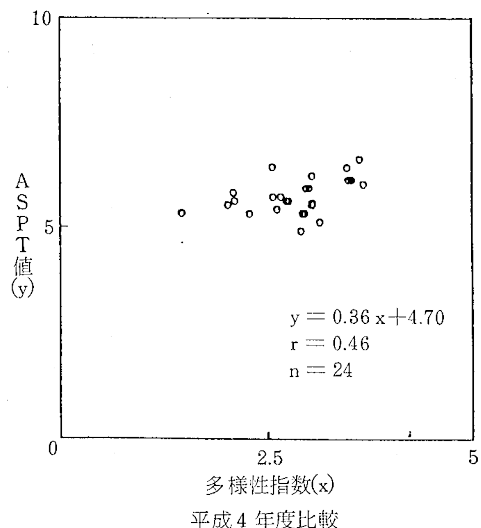
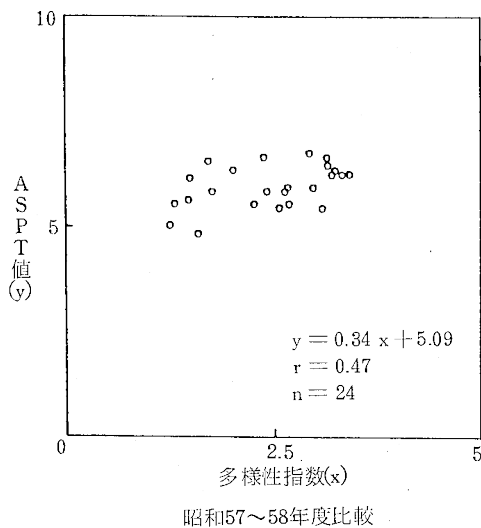


図6 ASPT値と多様性指数(D.I値)の比較

無関係であるのに対し、D.I値は②式のとおり種数とその個体数に重きを置き、出現した底生動物がどのような種類であるかに無関係で、次元の異なった手法で求められた評価方法である。

D.I値による水質の評価については、本県も含め多くの先達^{4), 10), 11), 12)}が用いており実績のある評価方法であるが、ASPT値はまだ(案)の段階で、現在全国公害研協議会環境生物部会等で検討しているところである。

ASPT値とD.I値の関係について、前回と今回

を比較した。図6に示すとおり兩年とも同様な散布図が得られ、それぞれ $r=0.47$, $r=0.46$ (危険率5%で有意)であった。

底生動物を指標として河川の生物学的環境の良好性を評価する手法は種々報告されているが、今回のASPT値についても有効な一手法と考えられる。今後、河川の有機汚濁を表すBOD等の理化学的水質項目との関係も含め、より適切な評価方法が得られるよう調査を継続することとしている。

今般、環境庁では底生動物相による河川の水質評価方法について、より簡便で全国共通に評価が可能な手法（ASPT値による評価）を検討し、（案）として提案している。この手法は必ずしも生物学的な専門知識を必要としなくても評価できるよう、同定作業を“科”レベルまでとしているのが特徴である。しかし、この手法はまだ（案）の段階であるため、本県の河川にも適用できるか否かについて県下2河川のデータを用いて検討した。その結果は次のとおりである。

1. ASPT値算出に用いる各科毎のスコア値についてはほぼ良好な結果が得られたが、ヒラタカゲロウ科、マダラカゲロウ科等の4科については本県のスコア値が4低い結果となった。
2. 2河川6地点のASPT値は5.4～6.2となった。この値はBOD等のデータと比較すると清澄な水質を示す値であるといえる。
3. 10年前に同一河川同一地点で調査した結果と比較したところ、河川及びその周辺環境、BOD等の水質及びD.I値にはほとんど変化がみられなかったが、香東川3地点のASPT値はいずれも若干ではあるが低い値を示し、生物学的な水質の低下が考えられた。

以上、限られた資料での検討であったが、ある程度の結論は得られたと考える。今後、データ数を増やしてさらに検討を加えることとしたい。

- 1) 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）（1992）.
- 2) 川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説，東海大学出版会（1985）.
- 3) 上野益三編：日本淡水生物学，北隆館（1980）.
- 4) 渡辺 直：用水と廃水，**15**，6，725（1973）.
- 5) 渡辺 直：水，**29**，15，18（1987）.
- 6) 冠野禎男，三好健治：香川県公害研究センター所報，**9**，83（1984）.
- 7) 吉見 洋，他：水質汚濁研究，**5**，4，193（1982）.
- 8) 香川県公害課・公害研究センター：水生生物による河川水質汚濁調査（1982）.
- 9) 香川県公害課・公害研究センター：水生生物による河川水質汚濁調査（1983）.
- 10) 小田泰史，他：全国公害研会誌，**19**，1，45（1994）.
- 11) 岩崎幸治，他：広島市衛研年報，**5**，69（1986）.
- 12) 冠野禎男，三好健治，中野 智：香川県公害研究センター所報，**12**，23（1987）.