関西自然保護機構会報17(1)：3－17，1995

原　著

水生動物からみた但馬地方諸河川の水質の現状[1)2)]

― 1988年と1993年および1960～1980年頃との比較 ―

西　村　　登[3)]

VALUATION OF WATER QUALITY BY USING THE FRESHWATER ORGANISMS IN THE MARUYAMA RIVER AND OTHERS, HYOGO PREFECTURE

Noboru NISHIMURA

はじめに

生物を指標として環境を評価しようという考え方は昔からあったが，近年はこの方法が一般住民にもかなりなじんできたように思う。

河川や湖沼の水質汚濁の程度を水生生物をものさしとして階級区分する方法は，今世紀のはじめに中部ヨーロッパで提唱された。そして，その後の多くの研究の蓄積により，現在ではほぼ体系化されてきたといってよいであろう（津田，1964；久居，1986）。

日本では奈良女子大の故津田松苗教授がサプロビ体系（Saprobic system）にもとづく評価法を紹介導入され，かつ同教授と協同研究者らにより精力的に実地調査がすすめられ，かつ改善されてきた（津田ら，1960，1964；津田・森下，1974；御勢，1978；森下，1985など）。

一方行政の主導もあり，環境美化の市民運動の一環として，上記の方法を基礎とした簡便法が広く普及してきており，環境庁水質保全局によると，1992年度において，全国の1,223河川，4,008地点で小・中学生を含む一般市民35,087人，1,256団体が水生生物の生息状況による水質調査に参加し，それぞれの河川における結果をまとめたという（環境庁，1993b）。

兵庫県でも上記の方法による調査は早くから実施されているし（津田ら，1952；西村ら，1971），千種川流域では地元ライオンズクラブ（以下ＬＣと略す）により，すでに22年間継続調査されてきている（佐用LC，1994）。また但馬でも1985年から当地区LC 15クラブにより，10年間調査され（但東LC，1994），現在なお継続中である。この他，姫路市，神戸市，西宮市など各地でも実施されている。

上記の評価法については，渡辺（1987）が広範な議論をしているように，いくつかの限界もあり，改善の余地もあるが，この方法のメリットは化学分析などではとらえ難い不規則に変動する水質変化の実態を生物への反応を通して把握できることであろう。その上，一回の調査で長期的な水質を反映した結果が得られること，また一般市民でも理解しやすく，参加しやすいことなどがあげられる（渡辺，1987）。

この報告は，上記の評価法を応用しながら，但馬地方の主要８河川において，前回（1988年前後）に実施したとほぼ同じ要領で，1993年度を中心に再調査した結果を前者と比較したものである。

さらに円山川水系においては，1956年頃から現在に至る著者の調査結果とも比較し，生物指数の長期変動のようすと，その要因を述べた。

本報告を発表するに当たり，調査費を助成して

1) 関西自然保護機構業績　第144号
2) この研究には，関西自然保護機構の1993年度研究助成金を使用した。
3) 〒667－11 兵庫県養父郡関宮町関宮1841

くださった関西自然保護機構，採集サンプルの一部を提供してくださった但馬地区LCの各位ならびに全国の水質調査資料を提供してくださった兵庫県保健環境部水質課等に対し，心からお礼を申し上げたい。

調査地と調査方法

今回の調査地は前回とほぼ同様で，表3と図2に示した140地点である。8河川の内，香住谷川と上計川は今回追加して調査した。

調査河川の中で最も大きい水系は円山川で，流域面積は1,387km^2，全長67kmで支流も多い。各水系とも上流部は山地渓流で，中・下流部に至って水田地帯や住宅地を流れる平地流となっている。

流量は各河川とも比較的多いが，矢田川の一部ではダムによる取水により，佐津川の中流部では灌漑用水の取水で極端に減水または干上がっている区間が見られる。

また河川改修や砂利採取などで，以前は多かった水深の深い淵が急激に消滅してしまい，このことが魚類をはじめとする水生生物の生息に大きい影響を及ぼしている（水野ほか，1983）。

つぎに調査方法について述べる。大体は環境庁の手引きに従った（環境庁，1993a）。ただし著者が調査した地点では，一部Hilsenhoff (1982)の方法をテストしてみた。両法とも具体的には前報（西村，1989）で述べたので，ここでは繰り返さない。

つぎに今回の報告に用いたサンプルの入手について述べる。表3に示してある中で，円山川水系を中心に約1／2は但馬地区LCの各位から提供いただいた。残り約1／2は著者により直接現地で採集したものに拠った。なお種の同定は全サンプル著者が行った。

以上の資料からの水質評価は，図1に示した16種群の指標生物の出現度から求める環境庁の方法，Beck－津田法α法（津田ら，1960；津田，1972），Pantle u. Buck法（津田，1972）により，水質階級，生物指数，汚濁指数をそれぞれ算出した（表3）。

各評価法により表示される階級区分については表2に示した。

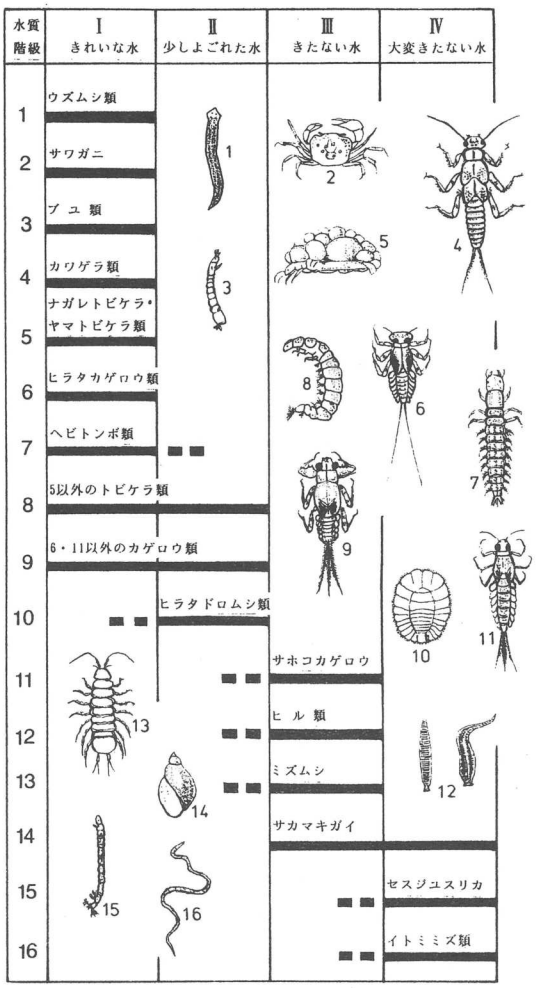


図1　水質階級と指標生物の生息範囲.
環境庁の手引きの図（1988）に，西村がベントスの図を追加した（西村，1989）.

表1　水生生物による水質調査結果.

八木川上流, 1994年4月5日

地点	大久保		出合		関宮		和多田	
動物名	1	2	1	2	1	2	1	2
トビケラ目								
ヒゲナガカワトビケラ						+		
シマトビケラ科			+	+		+	+	
ムナグロナガレトビケラ					+		+	+
ヒロアタマナガレトビケラ			+					
ヤマトビケラ属			+					
コカクツツトビケラ属			+					
カゲロウ目								
オオマダラカゲロウ			++	++	++	++	++	+
トウヨウマダラカゲロウ			+	+		+	+	+
コカゲロウ科	+	+	+	+	+	+	+	+
フタバコカゲロウ			+					
エルモンヒラタカゲロウ			+	+	+	+	+	+
ヒメヒラタカゲロウ属			+	+	+			
ヒメトビイロカゲロウ						+		
トビイロカゲロウ属			+	+				
モンカゲロウ				+				+
カワゲラ目								
カワゲラ科			+	+			+	
ミドリカワゲラ科				+	+			+
ハ　エ　目								
クロヒメガガンボ亜科				+	+		+	
ガガンボ科			+	+	+			+
ウスバヒメガガンボ属	+				+	+	+	+
ユスリカ科	++			+	+	+	+	
・セスジユスリカ	++	+						
コウチュウ目								
ヒメドロムシ科					+	+		
昆虫以外の動物								
ナミウズムシ			+		+			
・ヒル類	+							
・イトミミズ類	+				+	+		
生物指数(2A+B)*	9	3	28	26	25	21	20	18
水質階級	大変きたない水		きれいな水		きれいな水		きれいな水	

1:流心,2:岸寄り. +:少ない,++:やや多い.

*A:汚染に弱い生物の種類数,B:汚染に強い生物の種類数(ベック・津田法).

動物名の前の・印は,汚染に強い上記Bの種類であることを示す.

調査結果と考察

1. 水質と水生動物相

円山川水系の一支流－八木川上流部の4地点で，Hilsenhoff 法（無作為に川底からマイクロベントスを採集し，バットにあける。つぎにこの中から再び無作為に体長3 mm 以上のマイクロベントスを100個体程度拾いあげる）でサンプリングし，同定した結果を表1に示した。最上流の大久保では，流量がかなり少ないところに生活排水が多量に流入するので，水生動物にも強く影響し，汚染に弱い種類は3種しか見られず，汚染に強い種類を含めても6種に過ぎなかった。サプロビ体系では「大変きたない水」と判定された。同時にパックテスト法で測定した COD 値は 4 mg／1，NH_4^+－N 値は0.4 mg／1であった。しかし他の3地点での上記の値はパックテスト法では反応しない程度の低い値であった。大久保を除く3地点では水生動物の種類も多く出現し，生物指数からみても「きれいな水」と判定された（表2参照）。

2. 評価法の比較

今回は前述したように3つの評価法で水質を判定した。各評価法の詳細はそれぞれ手引きや参考書を見ていただくとして，ここではごく簡単に述べるにとどめる。環境庁の方法は前述した（図1）し，Beck－津田法についても表1の脚注をみていただければ分かる。ここではPantle u. Buck法について述べよう。この方法による汚濁指数の算出は，出現多少度（h）を3段階に分け，それぞれの種の汚濁耐忍度（s）を4区分してサプロビ指数を与え，次式により汚濁指数（s）を求める。

$$S=\Sigma(s\cdot h)/\Sigma h$$

つまり，Beck－津田法が耐忍種と非耐忍種の種数を重視するのに対し，Pantle u. Buck法は種数と各種の出現多少度の両方を考慮したものである。

今回の調査においては，上記3法による評価結果を求め，表3に示した。いま，3法による結果の一致度を地点別に検討してみると，水質階級Ⅱ～Ⅳつまり「少し汚れた水」～「大変きたない水」の評価においては，おおむね3者が一致する。しかし水質階級Ⅰつまり「きれいな水」においては，環境庁法とPantle u. Buckl法ではよく一致したものの，環境庁法と Beck－津田法では約30％程度一致しない例が見られた。つまり Beck－津田法での方が1ランク低い値を示した。

この不一致は概して採集個体数が比較的少ない場合において見られたことから，今後この種の調査を実施する場合には，すでに Hilsenhoff（1982）が提案しているように，1地点で100個体程度のサンプルを採集することを原則とするとよいであろう。これは今回の調査において，上記3法を比較検討した結果得られた反省点である。

表2　各評価法による階級区分の比較.

ザプロビ階級	生物指数 Beck－津田法（α法）	汚濁指数 Pantle u. Buck法	水質階級 環境庁簡便法
貧腐水性	＞ 20	1.0 ～ 1.5	Ⅰ　きれいな水
β 中腐水性	11 ～ 19	1.5 ～ 2.5	Ⅱ　少しきたない水
α 中腐水性	6 ～ 10	2.5 ～ 3.5	Ⅲ　きたない水
強腐水性	0 ～ 5	3.5 ～ 4.0	Ⅳ　大変きたない水

3. 但馬地方諸河川の水質の現状

今回調査した8河川，131地点（前回とほぼ同じ地点）と追加地点9地点，合計140地点における地点別の水質の生物学的評価結果は表3に示した。また表3をもとに図2の水質地図を作り，また水系別に総括した結果は表4に示した。

いま図2をみると，各水系ともに上流部や小河川において汚染が目立っている。またこの図だけでは分からないが，他の資料と合わせて見るとおおむね観光地と人口の多い集落がある付近におい

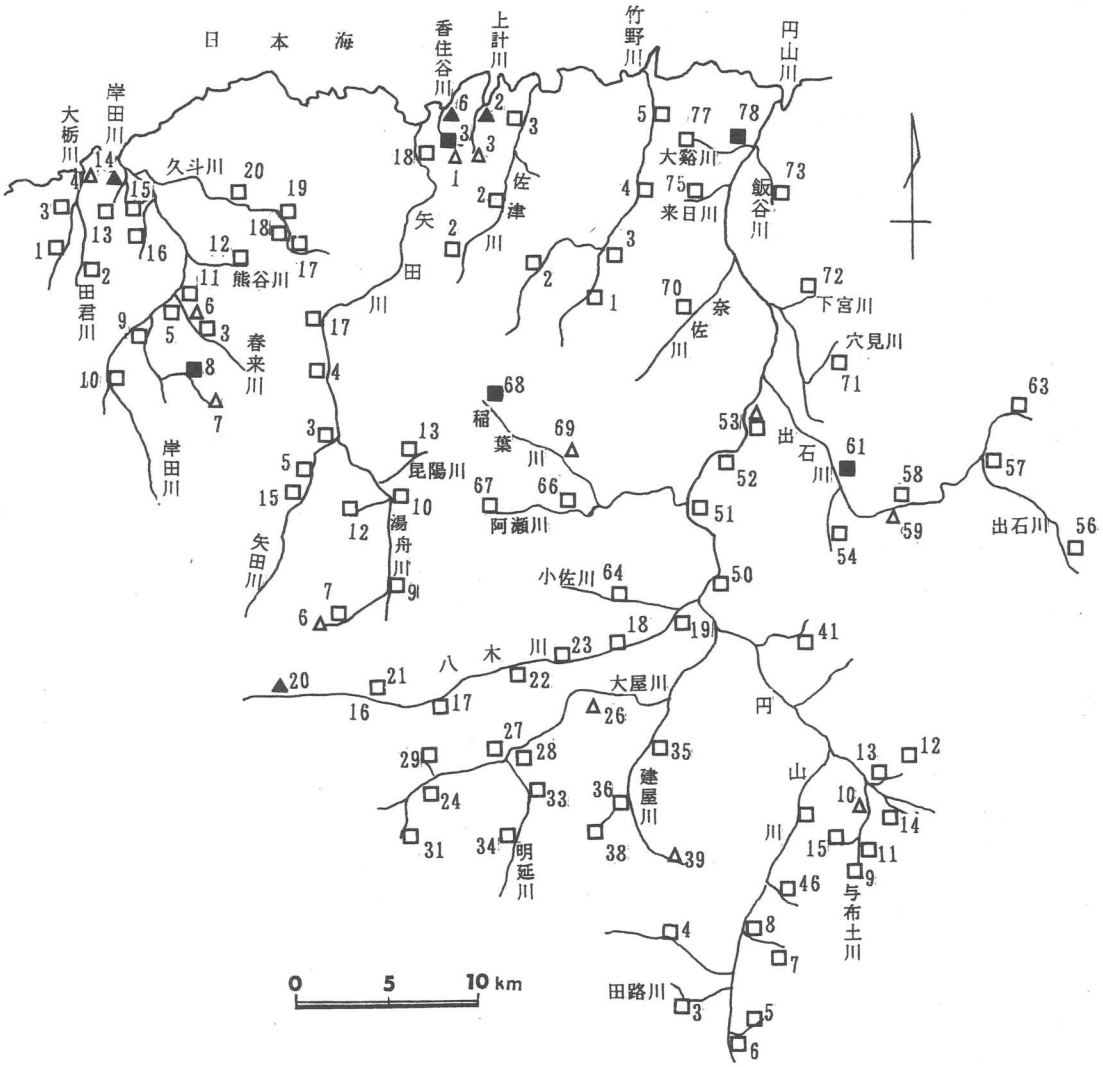


図2　但馬地方諸河川の水質地図.
（主として1993年，一部1994年の調査結果を含む）
□：きれいな水，△：少しよごれた水，■：きたない水，▲：大変きたない水．地図上の数字は，表3に示した河川ごとの地点番号を示す.

表3　地点別の生物学的水質評価結果.[1)]

水系	地点No.	河川名・地点名	調査年月日	指標生物出現状況 1-9	8-10	11-14	14-16	水質階級 '93	'88	生物指数	汚濁指数
円山川	1	田路川-中田路*	93.8.26	+				-	I	-	-
	2	〃 -円山川合流*	〃	+				-	I	-	-
	3	〃 -中田路	94.10.13	++	+			I	I	18	1.1
	4	神子畑川-平野	〃	++	+			I	-	20	1.0
	5	観音寺川-中流*	〃	++	+			I	-	14	1.4
	6	〃 -下流*	〃	++	+	+	+	I	II	12	1.4
	7	多多良木川-上流*	〃	+				I	I	-	-
	8	〃 -円山川合流*	〃	++				I	II	20	1.1
	9	与布土川-上流*	93.8.6	++	+			I	I	22	1.1
	10	〃 -下流*	〃	+	+	+	+	II	III	14	1.8
	11	〃 -公園横*	〃	++	+			I	-	26	1.2
	12	磯部川-柴川*	〃	++	+			I	-	22	1.2
	13	〃 - 塩田橋*	〃	++	+	+		I	II	18	1.0
	14	粟賀川-末才橋*	〃	++	+			I	I	19	1.0
	15	迫間川-村中橋*	〃	++	+	+	+	I	IV	15	1.7
	16	八木川-出合*	93.8.8	++	+			I	I	18	1.0
	17	〃 -白岩橋*	〃	++	+			I	I	20	1.0
	18	〃 -高柳*	〃	++	+	+		I	II	20	1.3
	19	〃 -新町*	〃	++	+	+		I	I	24	1.2
	20	〃 -大久保	94.4.5	+	+	+	++	IV	III	9	3.4
	21	〃 -出合	〃	++	+			I	I	28	1.0
	22	〃 -関宮	〃	++	+		+	I	I	25	1.2
	23	〃 -和多田	〃	++	+			I	-	20	1.0
	24	大屋川-筏*	93.8.6	++	+			I	I	18	1.1
	25	〃 -広瀬*	〃	+	++			II	II	19	1.5
	26	〃 -中椋本*	〃	+	++		+	II	I	18	1.5
	27	〃 -大屋小*	〃	++	+			I	-	12	1.0
	28	〃 -幼稚園*	〃	++	+			I	-	18	1.0
	29	〃 -天谷*	〃	++	+			I	I	18	1.1
	30	〃 -十二所*	93.8.8	++	+	+		I	I	32	1.0
	31	若杉川-分校下*	93.8.6	++	+			I	I	18	1.0
	32	明延川-門野橋*	〃	+	+			-	I	-	-
	33	〃 -糸原橋*	〃	++	+			I	I	20	1.0
	34	〃 -明延精銅*	〃	++	+			I	I	14	1.2
	35	建屋川-大坪*	93.8.8	++	+			I	I	24	1.0
	36	〃 -稲津橋*	〃	++	+			I	-	18	1.2
	37	〃 - 〃	94.10.13	++	+			I	-	26	1.0
	38	〃 -池山	〃	++	+			I	-	31	1.0
	39	〃 -井ノ坪	〃	+	++			II	I	18	1.5
	40	〃 -奥山川	〃	++	+			I	-	22	1.0

表3（つづき）

	41	米地川-高中*	〃	++	+			I	I	22	1.0
	42	〃 -下流	〃	++	+			I	I	24	1.1
	43	〃 -合流	〃	++	+	+		I	I	24	1.1
	44	神子畑川-上流*	93.8.26	+				-	I	-	-
	45	〃 -合流*	〃	+	+			-	I	-	-
	46	伊由谷川-上流*	〃	++	+			I	-	18	1.0
	47	〃 -合流*	〃	+	+			I	-	14	1.2
	48	円山川-朝来橋*	93.7.23	++	+		+	I	I	18	1.0
	49	〃 -東河橋*	93.8.2	++	+			I	I	16	1.0
	50	〃 -上小田*	93.8.8	++	+			I	I	26	1.0
	51	〃 -赤崎橋上*	93.8.27	++	+			I	I	22	1.1
円		〃 - 〃 下*	〃	++	+			I	I	24	1.2
	52	〃 -上郷橋上*	〃	++	+			I	I	20	1.1
		〃 - 〃 下*	〃	++	+			I	I	20	1.1
	53	〃 -中郷橋上*	93.8.2	++	+			I	I	22	1.1
		〃 - 〃 下*	〃	+	++			II	I	17	1.5
	54	奥山川-かせぎ橋上*	93.7.25	++	+			I	-	26	1.0
	55	〃 - 〃 下*	〃	++	+			I	I	20	1.0
	56	出石川-久畑*	93.8.2	++	+			I	I	-	-
	57	〃 -高橋*	〃	++	+			I	I	-	-
	58	〃 -鳥居橋1*	93.7.25		+			II	II	12	-
山	59	〃 - 〃 2*	〃		++	+		II	II	16	1.5
	60	〃 -寺内橋1*	〃	++	+			I	II	25	1.2
		〃 - 〃 2*	〃	++	+			I	I	-	-
	61	〃 -出石中1*	〃			+		III	-	6	2.5
		〃 - 〃 2*	〃			+		III	IV	5	2.5
	62	〃 -太田川合流*	93.8.5	++	+			I	-	-	-
	63	太田川-神田上*	93.8.2	++				I	I	-	-
		〃 - 〃下*	〃	++				I	I	-	-
	64	小佐川-中村橋上*	93.8.8	++	+			I	I	16	1.2
	65	〃 - 〃 下*	〃	++	+			I	I	24	1.0
川	66	阿瀬川-金屋	94.11.9	++	+			I	I	28	1.0
	67	〃 -栗山	〃	++	+			I	II	22	1.2
	68	稲葉川-万場	〃		+	+	+	III	II	8	2.2
	69	〃 -十戸	〃	+	+	+	+	II	III	14	1.5
	70	奈佐川-吉井橋*	93.8.3	++	+			I	I	26	1.1
	71	穴見川-中流*	〃	++	+		+	I	II	21	1.1
	72	下宮川-会館前*	〃	++	+	+	+	I	III	23	1.3
	73	飯谷川-上流*	93.8.2	++	+			I	I	17	1.1
	74	〃 -下流*	〃	++	+	+		I	II	13	1.0
	75	来日川-上流*	〃	++	+	+		I	I	16	1.1
	76	〃 -下流*	〃	++	+		+	I	II	12	1.1
	77	大谿川-上流*	〃	++	+	+		I	I	32	1.2
	78	〃 -下流*	〃		+	++	+	III	III	5	2.7

表3（つづき）

竹野川	1	竹野川-二連原*	93.8.6	++	+			I	I	34	1.3
	2	〃 -大森*	〃	++	+			I	I	34	1.1
	3	〃 -森本*	93.9.2	++	+			I	I	32	1.2
	4	〃 -下塚本*	〃	++	+			I	I	27	1.2
	5	〃 -阿金谷*	〃	++	+			I	I	26	1.0
佐津川	1	佐津川-三川	94.8.28	++	+			I	I	32	1.0
	2	〃 -畑	〃	++	+			I	I	20	1.1
	3	〃 -久斗	〃	++	+	+		I	I	21	1.1
矢田川	1	昆陽川-上流*	93.8.9	++	+			I	I	30	1.0
	2	〃 -下流*	〃	++	+			I	I	14	1.0
	3	矢田川-川会*	〃	++	+			I	I	14	1.1
	4	〃 -長須*	〃	++	+			I	I	12	1.1
	5	〃 -石寺*	〃	++	+			I	I	24	1.1
	6	湯舟川-大笹	93.11.3	+	+	+		II	IV	11	1.5
	7	〃 -口大谷	〃	++	+			I	II	14	1.1
	8	〃 -大谷	〃	++	+			I	-	32	1.2
	9	〃 -福岡	〃	++	+			I	III	24	1.3
	10	〃 -村岡上	〃	++	+			I	I	14	1.2
	11	〃 - 〃下	〃	++	+			I	-	16	1.2
	12	〃 -板仕野	〃	++	+			I	I	18	1.2
	13	昆陽川-センター上	〃	++	+			I	I	22	1.2
	14	〃 -下流	〃	++	+			I	-	20	1.0
	15	矢田川-水間口	〃	++	+			I	I	20	1.1
	16	〃 -川会	〃	++	+			I	I	◇	◇
	17	〃 -味取	〃	++	+			I	I	21	1.1
	18	〃 -加鹿野	〃	++	+			I	I	16	1.3
岸田川	1	春来川-荒湯*	〃	++	+		+	I	I	26	1.1
	2	〃 -細田*	〃	++	+	+	+	I	III	15	1.3
	3	〃 -天谷*	〃	++	+	+		I	-	22	1.2
	4	〃 -竹田*	〃	++	+	+		I	I	16	1.0
	5	〃 -湯	93.11.4	++	+	+	+	I	I	24	1.1
	6	〃 -中学下	〃	+	++			II	III	12	1.5
	7	照来川-切畑	〃	+	++			II	III	16	1.5
	8	〃 -飯野	〃		+	+	+	III	-	10	2.4
	9	〃 -温泉高校横	〃	++	+			I	I	24	1.1
	10	岸田川-岸田	〃	++	+			I	-	26	1.1

表3（つづき）

岸田川	11	〃 -井土	〃	++	+			I	I	22	1.2
	12	熊谷川-熊谷	〃	++	+			I	I	20	1.1
	13	味原川-上流	93.11.10	++	+			I	I	20	1.3
	14	〃 -浜坂町内	〃			+	+	IV	III	2	3.8
	15	三谷川-上流	〃	++	+			I	I	24	1.1
	16	田君川-谷橋	〃	++	+			I	I	26	1.0
	17	久斗川-久斗小下	〃	++	+			I	I	32	1.1
	18	〃 -境下	〃	++	+			I	I	30	1.1
	19	〃 -大味口	〃	++	+			I	I	28	1.1
	20	〃 -藤尾上	〃	++	+			I	I	20	1.1
	21	〃 -対田口	〃	+	+			◇	II	◇	◇
	22	〃 -要ヶ池橋上	〃	+	+			◇	I	◇	◇
	23	〃 -福富	〃		+			◇	I	◇	◇
大栃川	1	二又江川-上流	93.11.10	++	+			I	I	24	1.2
	2	大栃川-上流	〃	++	+			I	I	24	1.1
	3	〃 -二又江合流		++	+			I	I	26	1.3
	4	〃 -雪浜橋上	〃	+	+	+		II	I	12	1.7
上計川	1	浦上川-浦上	93.4.12			+	+	III	-	5	3.3
	2	上計川-上計橋	〃				+	IV	-	5	4.0
	3	〃 -柴山小下	〃	+	++	+		II	-	12	1.6
香住谷川	1	香住谷川-稲荷	93.2.6	++	+	+	+	II	-	19	1.5
	2	〃 -神埼橋	〃	+	+	+		II	-	19	1.5
	3	〃 -モツ谷川	〃			+	+	III	-	6	3.3
	4	〃 -通玄寺橋	〃			+	+	IV	-	8	3.3
	5	〃 -病院前	〃				+	IV	-	2	3.3
	6	〃 -ひと市橋	〃				+	IV	-	2	3.3

1)水質階級の欄の'88は前回の結果を、その他はすべて今回の結果を示す.

＊：ライオンズクラブからサンプルを提供頂いた地点を示す.
+：出現種類数は少ない，++:出現種類数はやや多い.
-：サンプルが少なく判定困難,または未調査であることを示す.
◇:河川改修工事の影響が強く,得られたサンプルでは判定困難であったことを示す.

て汚濁の進行が見られる。

つぎに表4で水系別，年度別に比較してみよう。まず円山川では汚染箇所の出現率は前回31.7％であったが，今回は16.7％に，矢田川では30.8％から11.0％に減少し，水質はかなり改善されたことがわかる。一方岸田川では19.6％から30.3％に変化している。ただし岸田川での今回の調査では，清水域の調査例が前回に比べ不足していると推察されるので，上記の値は正当とはいえないであろう。いまもし前回調査した清水域において，それぞれの地点の水質が今日までそれ程変化していないと仮定すると，岸田川における汚染箇所の出現率は上記の値よりもかなり低く，おそらく20％程度になるであろうと思われる。

このような欠点もあるが，一応得られた結果から但馬河川全体の汚染箇所出現率の推移をみると，約5年間で24.5％から17.6％に変化しており，現状では円山川におけるとほぼ近い値である。

但馬地方主要河川の水質はゆっくりとではあるが，全体的にみると改善されているといえる。ただし，図2や表4でわかるように，大きい川でも水量の少ない上流部や，住宅地付近の小河川では現在でも著しく汚染が進行していることに注意を払うと共に，早急に改善対策を考え実行するてだ

表4　水系別の水質評価－1988年と1993年の比較－.

（　）内は百分率（％）

水　系		調　査 地点数	きれいな水	少し 汚れた水	きたない水	大変 きたない水	河川改修の影響 の著しい所
円山川	前回	79	54(68.3)	17(21.5)	6(7.6)	1(1.3)	1(1.3)
	今回	78	65(83.3)	8(10.3)	3(3.8)	2(2.6)	
竹野川	前回	5	5(100)				
	今回	5	5(100)				
佐津川	前回	5	4(80.0)				1(20.0)
	今回	3	3(100)				
矢田川	前回	13	9(69.2)	1(7.7)	1(7.7)	1(7.7)	1(7.7)
	今回	18	16(89.0)	1(5.5)			1(5.5)
岸田川	前回	46	37(80.4)	4(8.7)	5(10.9)		
	今回	23	16(69.7)	2(8.7)	1(4.3)	1(4.3)	3(13.0)
大栃川	前回	12	12(100)				
	今回	4	3(75.0)	1(25.0)			
上計川	今回	3		1(33.3)	1(33.3)	1(33.3)	
香住谷川	今回	6		2(33.3)	1(16.7)	3(50.0)	
合　計	前回	160	121(75.5)	22(13.8)	12(7.5)	2(1.3)	3(1.9)
	今回[1)]	131	108(82.4)	12(9.1)	4(3.1)	3(2.3)	4(3.1)

1)上計川と香住谷川は含まない。

てが必要なことを強調しておきたい。

ちなみにサプロビ体系で調査された全国または近畿ブロックにおける汚染箇所出現率は，1992年度の集計によると，前者では35.8%，後者では41.1%となっており（環境庁，1993b），但馬地方諸河川の水質は他と比較して良好であることがわかる。

4. 円山川水系における生物指数の変動とその要因

円山川水系では，とくに八木川を中心に1956年頃から著者により水生生物調査を実施してきた（西村，1957，1958，1960，1971，1983，1988など）。それらの資料をもとにBeck－津田法により生物指数を求めて示したのが図3である。

図3からわかることは，(1)1960年頃はどの地点も水質は良好であったこと，(2)1970年に入り最上流を除いてはどの地点も著しく悪化したこと，(3)1993～1994年現在，1970年頃と比較すればやや回復し，ようやく貧腐水性のランク（生物指数20以上）に入るとはいえ，1960年頃の生物指数と比較すると格段の相違がみられ，それ程よいとはいい難いこと，(4)そして最上流の地点1では，年々汚染は進行していることなどである。

一応「きれいな水」の箇所が増加したといっても，図3をみると1960年頃の生物指数への回復までにはかなりの開きがある。1960年頃の数値をこそ今後の目標にしなければならないと思う。

さてここで図3を見ながら，1960年頃から今日に至る生物指数の変動の要因について若干考えてみたい。

まず1960～1970年にかけての著しい悪化であるが，これは当時の社会状勢の変化，つまり高度経済政策の影響が，都市とはやや遅れてではあるが農山村にも及んだためと推察される。例えば，効率主義の農業を推進するための強力な農薬，除草剤の大量使用，家畜の糞尿の不法投棄，ライフスタイルの変化に伴う合成洗剤使用，生活排水の増加などをあげることができる。

また1970年に地点8で，とくに生物指数が低下したことは，ちょうどこの時期に地点8付近で，国道9号のバイパス工事が完了し，企業の進出・移転ならびに人口増加が起こったことが大きく関係していると推察される。当時，該当町村の役場住民課に照会したところ，100以上の企業の進出と，かなりの人口移動があったという回答を得た。これらに関連して，工業排水や生活排水が著しく増加し，河川へも流出したであろうことは容易に想像できる。

このことは円山川水系で，著者らが継続調査している河水の化学分析結果からも証明できる。すなわち，1970年8月に地点8付近で測定したNH_4^+－Nの値は，左岸で0.05 mg／1，流心で0.75 mg／1，右岸で3.5 mg／1という予想を超える結果であった。ちなみに地点8を除く他の地点での測定結果は0.01～0.06 mg／1であった（西村ら，1971）。

つぎに地点1における年を追っての水質悪化の原因であるが，これは図4で明らかなように，観光客の入り込み数の急激な増加と強く関係していると思われる。地点1の上流部周辺では，スキー場の開発，つづいて春～秋にかけての林間学校や野外活動施設の整備に伴い，それらの利用者の来町で，年々人口移動が急増しており，その結果観光産業は栄えているが，一方で生活排水をはじめとする公害が発生しているのが現実である。例えば生活排水処理対策は遅々として進まず，とくに単独処理槽のみの旅館では，現法ではBOD 90 mg／1で認可されているから，台所排水はすべてたれ流し同然になってしまう現状はかなり見受けられる。ちなみにそこで測定されたBOD値は，夕食片付け直後において300 mg／1となっている（兵庫県和田山保健所，1989）。もともと上流で水量の

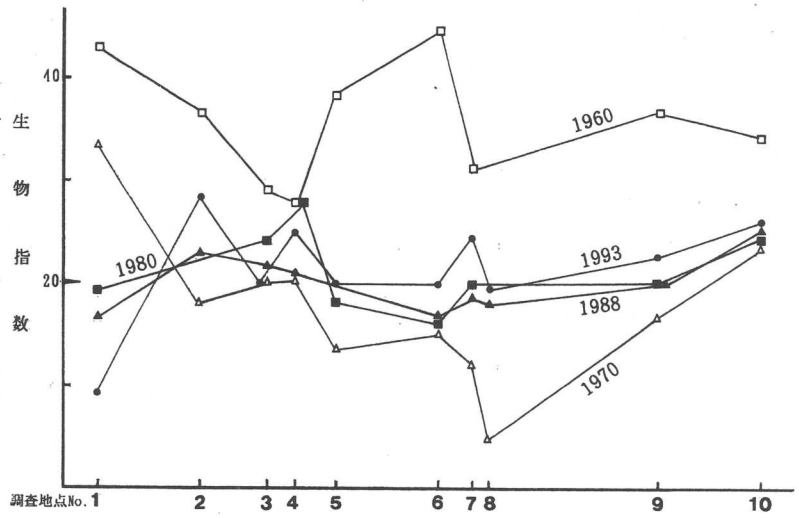


図3　円山川水系における生物指数（biotic index）の変動－1960～1993年－.
1：大久保，2：出合，3：吉井，4：関宮，5：和多田，6：高柳，7・8：八鹿，9：府市場，10：豊岡（納屋）.
1）Beck－津田法（α法）では，生物指数20以上が貧腐水性とされている（表2）.

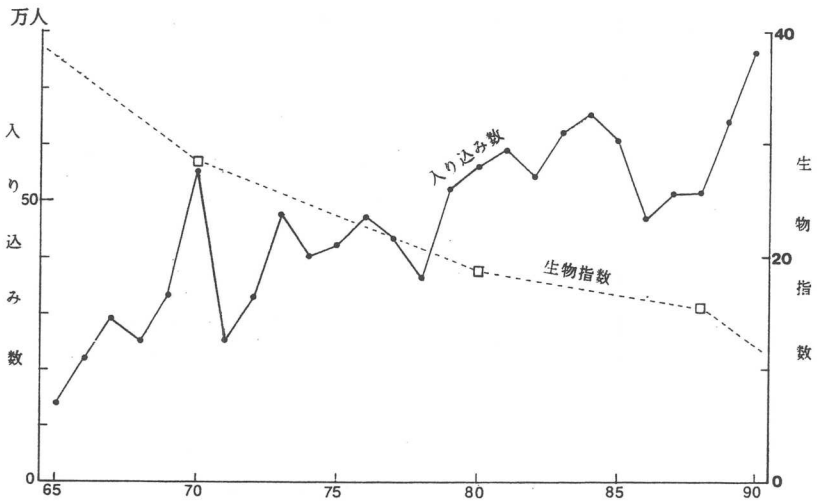


図4　関宮町における観光客の入り込み数[1]ならびに八木川上流－地点1での生物指数の年次変動[2].
1）関宮町商工観光課提供.　2）西村ら（1971）に追加.

少ないところへ，上記のような排水がどっと排出するのでは，河水や土壌への影響の大きさははかり知れない。

現在，この付近では公共排水処理施設の工事は進行中であるが，今後の維持管理にはアフターケアを徹底させ（御勢，1995），前述したように1960年頃の水質へ戻すための一段の工夫と努力が必要である。

さらに今後の水問題では，ダム開発に頼るのでなく，水資源の継続的保全は国民全般のライフスタイルの見直しにより“節水”する以外に解決策はないというのが，世界の常識となりつつあること（兵庫県村岡町，1995）を忘れてはならないと思う。節水は水資源の枯渇を救うのみでなく，排水量そのものを減らす。

一方では，最近よく言われるように上流部の森林を育成して，いわゆる“豊かな流れ”を確保することが大切であろう。このことは，下流域の住民の理解と協力なしには何事も進まないことは，環境税の提唱と共にすでに識者によって再三主張されているところである。北海道の漁協婦人部による上流部への魚を殖やすための植樹運動は，森－川－海を一体としてとらえて人と自然の調和的対応を模索していこうとする先駆的でユニークな実践の試みであろう（柳沼，1993）。

5. 自然に近い川を取り戻すには

前報（西村，1989）では，1988年前後における今回とほぼ同様の調査結果を報告した。そしてその際，水質以外の要因からみた河川環境保全上の問題点として，つぎの諸点を指摘しておいた。すなわち(1)まず河川改修が人と水生生物へ及ぼしている影響について，(a)河道の直線化による深い淵の消滅，ひいては魚の餌場となっている瀬の悪化，(b)洪水から岸を守り魚を育てた河畔林の伐採消滅，(2)30～40年前はどこでも見られた川へ降りる石積みの階段や洗い場（当地方では“洗いと”と呼ぶ）の消滅により人と川とのつながりが断たれ，川の汚染が進行したことなどである。

しかし，近頃は行政も地域住民も川へのかかわり方が，少し前とは変わってきつつある。まずは行政主催，民間主催，または両者主催での河川フォーラムや水シンポジウムなどが，全国各地で開催されるようになったことだ。なかには国際的なものも含まれる。1993～1994年に限ってみても私自身がこれらの催しに参加した回数は十回を越す。もちろん一般会員として自費で参加することが多いが，パネリストとして４回，基調講演者として１回招待して頂いた。参加会場も北は盛岡から，西は島根までに及んだ。

私自身も含め地域住民の一人でも多くが，川や水に対して関心を持ち，情報や意見を交換し学習を深めることは，川らしい川を取り戻すために大切なことである。

そして，これらの学習の輪の中に子供たちを一緒に引き込むことを忘れてはならない。幸い夏季には各地で，水辺教室や親子ふれあい観察会などが開催されるようになった。和気あいあいの中で川の自然や生き物たちとの交流が始まっている。私もここ十数年，ささやかながらお手伝いをさせてもらっているが，年々内容が深まり，子供たちの活動も活発になってきている。

野外で遊んだ幼児体験が，自然保護の原点といわれる所以をもう一度かみしめてみたい。

ふる里の川の将来を思い，地元の住民たちで考え，人にも野生の生き物にもすみやすいように守っていくにはどうしたらよいか，目的意識を持って集まり勉強会をしていこうという動きもある。昨夏竹野町で行われた河川フォーラムで出会ったＴさんは，そのような会のリーダーの一人である。

出石町という城下町の中を流れる小さい川，谷山川の改修計画があることを知ったＴさんと仲間

たちは，住民不在で進められてきた従来のやり方を少しでも改めて，基本設計に住民の希望や意見を取り入れて欲しいと願っている。

最近兵庫県では絶滅の可能性が高いとされていたミズアオイ（村田ほか，1995）という1年生草本の水生植物が，地元の植物研究家によってこの川から発見された。川沿いの民家から川へ向けて出ている幾つもの排水管からは，毎日生活排水がこの谷山川へ流れ込んでいる。洪水の心配があるからということで，この川の水は本流の出石川へ分流されていて水量はきわめて少ない。また現在は下流の一部に本流から用水を引き込んでいるが，それも水田に今後水は不要だから行政側はカットする予定だという。

1995年の3月上旬に3回目の勉強会を開いて，地元の人たちの頭にある心配事項を発表してみると，こんなにも問題は多いのだった。幸い当町では，行政側と住民側とで合同の勉強会を開き，協議していく方向に動いているので，今後の進展に期待したい。

本来のふる里の川を守ろうという意志は，どこへ行ったのだろうか。治水も利水も人間の生活にとってだいじなことは昔と変わりはない。しかし30～40年前の人たちは，もう少し上手に川と付き合っていた。堰のつくり方一つとってみても，川幅の半分は魚にゆずっていた（西村，1993，1994）。

川の護岸の中だけ，多額の税金を使ってあれこれ変えてみても清流は返ってこない。どこに病因があるのか，いまどこを根本的に治療することが急がれているのかということは，毎日この谷山川を眺め，この川の水を使って暮らしている地元の住民が一番よく知っているはずである。

この人たちの真実の願いを行政は無視してはならない。地元の人たちの意見は，ときに必ずしも一致しないことも生じるであろう。たとえ時間がかかっても，困難が多くても，行政と住民が歩み寄ってのコンセプトづくりが大切である。

近年国の方針も大きく転換してきている。1990年11月に出た“多自然型川づくり”の推進の通達に続き，1994年1月には川の環境保全は，治水・利水と並び河川管理の目的の一つにすると，環境政策大綱に明示された。さらに1995年3月には，河川審議会の答申が出され，河川行政において「生物の多様な生息，生育環境の確保」「健全な水循環系の確保」等の視点を積極的に導入するとされている。

いまこそ各地域において，歴史に学び，自然に学びながら，地元住民の選択肢によって，30～40年の間に壊してしまったふる里の川を，もう少しましな姿に復元させる知恵をはたらかせる時期にきているのではないか。

まとめ

1. 1993年を中心に但馬地方8河川140地点において，サプロビ体系にもとづく水質評価を行い，1988年の結果と比較した。

2. 汚染箇所の出現率の推移をみると，約5年間で24.5%から17.6%に変化しており，水質はゆっくりではあるが改善されつつあることがわかった。

3. ただし，きれいな水（貧腐水性）の地点が増加したとはいえ，1960年頃の生物指数と比較すると現段階ではまだかなり低い値であること指摘し，1960年頃から現在に至る水質変動の主な要因について考察した。

4. 30～40年前の自然に近い川を取り戻すには，地元住民が行政や子供も引き込んで，ふる里の川へ一層関心を寄せ，川と親しみ，かつ学習を深め，住民の選択肢を行政に持ち込み，お互いが協力して川づくりのコンセプトを形成していくことが重要という立場から若干の事例と見解を述べた。

引用文献

御勢久右衛門. 1978. Zelinka－Marvan による肉眼底生動物のザプロビ値，インディケーター価値の適用への試み. 水処理生物，14：9－17.

————. 1994. 川から学んだこと. 関西自然保護機構会報，16：109－110.

Hilsenhoff, W. L. 1982. Using a biotic index to eyaluate water quality in stream. Technical Bulletin, 132：1－22.

久居宣夫. 1986. 水生生物による生物学的水質判定について. 千葉県臨海地域等に係る動植物影響調査. 13：160－185.

兵庫県和田山保健所. 1989. 八木川上流（鉢伏高原周辺地域）における水質調査結果報告書. 1－17.

兵庫県村岡町役場編. 1995. 水を語る－'94 全国"水"シンポジウムの記録－ 173p. 遊タイム出版.

環境庁水質保全局. 1993a. 水生生物による水質の調査法. 1－31.

————. 1993b. 平成四年度全国水生生物調査結果. 1－497.

水野信彦・西村　登・日下部有信. 1983. 河川改修と漁場の共存策. 円山川水系の生物生態. 473－495.

森下郁子. 1985. 生物モニタリングの考え方. 218p.

村田　源ほか. 1995. 近畿地方の保護上重要な植物. 1－121.

西村　登. 1957. 円山川水系の水生生物群集 1.日生態会誌，6：156－159.

————. 1958. 同上 2.　同上，8：136－142.

————. 1960. 同上 4.　同上，10：141－148.

————. 1983. 円山川の底生動物. 円山川水系の生物生態，163－277.

————. 1989. 主として水生動物からみた但馬地方諸河川の水質の現状. 関西自然保護機構会報，18：3－20.

————. 1993. 川には堰も魚道もいらない. 兵庫陸水生物，43：36.

————. 1994. 魚の川・川虫の川・人の川－自然に学ぶ川づくりを探る－. 関西自然保護機構会報，16：57－67.

————・西村好治郎. 1971. 円山川の水質汚濁と水生昆虫相および biotic index の変動. 採と飼，33：24－29.

佐用ライオンズクラブ. 1992. 千種川の生態. 20：1－26.

山東ライオンズクラブ. 1993. 但馬河川の水質. 9：1－54.

津田松苗. 1964. 汚水生物学. 258p. 北隆館.

————. 1972. 水質汚濁の生態学. 240p. 公害対策技術同友会.

————・井上喜平治・浜口　章. 1952. 製紙工場廃水の河川動物に及ぼす影響の調査. 兵庫水試報告，7：31－46.

————・赤木郁恵・渡辺仁治. 1960. 肉眼的底生動物の種類数をもととする水質の生物指標. 日生態会誌，10：198－201.

————・森下郁子. 1974. 生物による水質調査法. 238p. 山海堂.

柳沼武彦. 1993. 木を植えて魚を殖やす. 253p. 家の光協会.

渡辺　直. 1987. 生物学的水質評価法の意義と今後の方向. 水，29：18－22.