

第2次 底生動物相を用いた河川の水質評価－有田川－

○崎山 智伊, 中村 歩未, 嶋田 尊*

Envalution of River Water Pollution by Benthic Fauna in Second Investigation
-the Arida River-

Tomotada Sakiyama, Ayumi Nakamura, Takashi Shimada

キーワード：和歌山県, 有田川, 底生動物, 水質評価

Key Words : Wakayama Prefecture, the Arida River, Benthic Animals, Index Organism

はじめに

河川の水質評価は、環境基本法に基づく環境基準として定められた水素イオン濃度(pH)や生物化学的酸素要求量(BOD)などの項目を定量的に分析することとされている。この各項目は、主に測定機器を用いた理化学分析を行うことが一般的であるが、河川の理化学分析は、高精度の分析を行うことが可能である一方、測定試料に河川水を用いることから評価できる期間が瞬間的であり、単に測定値が異常を示したとしても一時的か継続的か判断することはできない。

底生動物相を用いた水質評価は、河川の底生動物の種類と水質に相関があるという特徴からその河川の水質を評価するという手法である。理化学分析と比べると精度が劣るが、試料として底生動物そのものを用いるため、底生動物がそれまでその河川で生息していたことを示し、中長期的な河川の水質評価を行うことができる。さらに、河川の水質の汚濁状況だけでなく、周辺の河川環境も視野に入れた総合的な評価方法として重要視されている。

和歌山県では平成6年度から平成16年度まで、河川の保全・創造に関する検討を行う上で

基礎となる底生動物の生態系に関するデータの取得と底生動物による水質評価を目的とした調査研究「底生動物相を用いた河川の水質評価」を和歌山県内の主要11河川を対象に実施してきた（以降、「第1次調査」と言う）。その後、平成28年度より、良好な水環境が維持されているかを確認等するために、同じ河川を対象に第2次調査として調査を行ってきた。今年度は有田川を対象に調査を実施し、第1次調査の水質評価と比較した。

有田川は、和歌山県の北東から紀伊水道にかけて流れる二級水系河川である。第1次調査は平成13年度に実施し、水質が良好かつ多種多様な生物が生息している環境であることを確認した¹⁾。和歌山県では有田川について、安諦橋から上流の水域を類型Aとし、保田井堰を環境基準点とした全4地点（平成24年度までは3地点）で水質を測定しているが、平成24年度および25年度の一部地点にてBOD75%値の環境基準を超過し、水質が悪化した経緯がある。平成26年以降は令和5年度までいずれの地点においても基準値を満たしているが、底生動物相に与えた影響については不明である。

調査方法

1. 調査時期

調査は、前期（令和6年4月18日、19日）、後期（令和6年11月6日、14日）の計2回実施した。

2. 調査地点

調査地点を図1に示した。

有田川の上流より八幡橋（St. 1）、鳥居橋（St. 2）、消防署前（St. 3）、榎瀬橋（St. 4）、東川橋（St. 5）、八幡橋（St. 6）の6地点で第一次調査と同じ地点にて調査を行った。St. 1およびSt. 2は森林に囲まれ数軒の民家がある地域、St. 3、St. 4、St. 5およびSt. 6は住宅や商業施設などが立ち並ぶ地域で、St. 3とSt. 4の区間には二川ダムが設置されている。

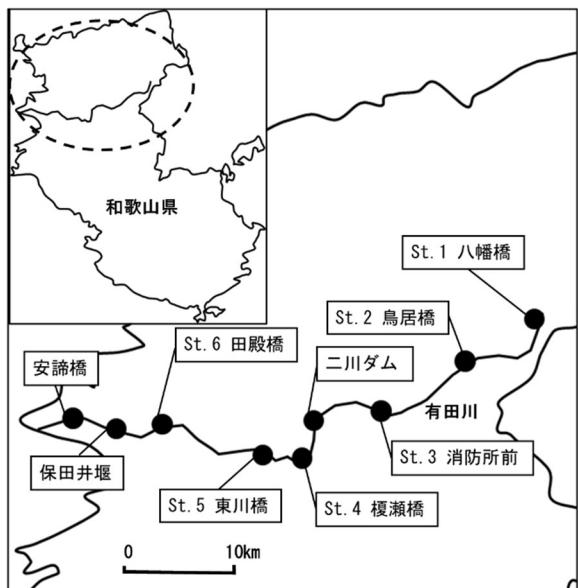


図1. 有田川の調査地点

3. 理化学的環境要因調査

底生動物の採取と併せて現地調査および河川水を採水し、理化学分析を行った。現地調査については、気温、水温、流水幅、水深、流速を測定した。理化学試験として、水素イオン濃度（pH）、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質量（SS）、溶存酸素量（DO）、電気伝導率、全窒素、全リン、

全亜鉛について分析した。

4. 底生動物の採取と同定方法

採取方法は、環境省の水生生物による水質評価法マニュアル²⁾に基づくキック&スイープ法にて行った。同定・分類は「日本産水生昆虫」³⁾を使用し、可能な限り種まで同定を行った。また種の同定・分類が困難な場合は属、科、目でとどめ、便宜上それらを1種類として取り扱うこととした。

5. 水質評価

水質評価は、独自の特徴をそれぞれ持っており、次の3種類の評価法により併せて評価した。環境省の水生生物による水質評価法マニュアル²⁾による平均スコア値、Pantle Buck の汚濁指数、Shannon Wiener の多様度指数を用いて、当センター年報No. 43⁴⁾に記載した方法で実施した。

平均スコア値は、指標となる生物の科ごとにスコアが割り振られ、その各スコアの平均から河川の清冽さを判定する評価法で。平均スコア値は、1から10の値で表され、7.5以上は「とても良好」、6.0以上7.5未満は「良好」、5.0以上6.0未満は「やや良好」、5.0未満は「良好とはいえない」の4つの階級で判定される。

汚濁指数は、指標となる生物が科のみならず種類によっては属、種ごとに1.0から4.0の値が割り振られた指標とその種類ごとの出現頻度を用いて河川の清冽さを判定する評価法である。汚濁指数は、1.0から1.5を貧腐水性水域、1.5から2.5をβ-中腐水性水域、2.5から3.5をα-中腐水性水域、3.5～4.0を強腐水性水域の4つの階級で判定される。

多様度指数は、多種多様な生物が生息する環境かを総個体数と各種類の個体数を用いて判定する評価法であり、0以上の値で表される。値が大きいほど多種多様な生物が生息できる環境と判定される。なお、多様度指数は上記の平均スコアや汚濁指数のように、絶対数で河川の清

冽さを表す指標ではなく、相対的な評価として用いられる。

結果および考察

1. 理化学的環境要因

各地点の理化学分析の結果を表1に示す。

ほとんどの地点、測定項目において、環境基準に適合したもののがSt. 1 八幡橋の後期時において、BODが2.1と環境基準(>2)を超過するという結果になった。原因としては、周辺に数件の民家があることから生活排水によるものと考えられるが、前期時のBODは<0.5であり、水質異常が一時的か継続的かは判断できない。そこで、中長期的評価に優れた底生動物を用いた水質評価にて判断することとした。

2. 底生動物相

各地点での採取された底生動物の種数・科数

を表2、第1および第2優占種を表3、また、有田川全体として各科ごとに累計し、総数の割合が高い上位5科と他の河川との比較を表4に示した。

本調査においても第1次調査と同等の種数・科数の底生動物を採取することができ、評価のために十分な数であるといえる。

優占種については、貧腐水性水域、 β -中腐水性水域の清水性を示す指標生物が優占する傾向があった。このことは第1次調査と同様の傾向である。また、St. 3 消防署前の後期時にカミムラカワゲラやSt. 5 東川橋の後期時にフタツメカワゲラ属sp.といった他の河川あまり優占種として出現しないカワゲラ科の生物が現れており、有田川は他の河川と比べカワゲラ科の割合が高いことがわかった。

表1. 理化学分析の結果

地点番号	地点名	採取時期	気温(°C)	水温(°C)	流水幅(m)	水深(cm)	流速(cm/s)	電気伝導度(mS/m)	DO(mg/L)	pH	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	SS(mg/L)	全窒素(mg/L)	全リン(mg/L)	全亜鉛(mg/L)
St.1	八幡橋	前期	20.4	15.5	14	20	41	0.058	8.9	7.4	<0.5	0.9	<1	0.52	0.013	<0.001
		後期	23.9	15.0	16	30	55	0.066	9.2	7.4	2.1	1.1	<1	0.30	0.016	<0.001
St.2	鳥居橋	前期	19.6	17.1	40	25	82	0.079	10	7.3	0.6	0.9	6	0.26	0.021	<0.001
		後期	20.9	16.0	21	35	72	0.070	11	7.3	1.2	0.8	<1	0.41	0.010	<0.001
St.3	消防署前	前期	22.4	15.9	29	30	38	0.071	10	7.4	0.5	0.6	<1	0.21	0.008	<0.001
		後期	22.4	16.0	30	20	73	0.083	11	7.4	1.0	0.9	<1	0.44	0.011	<0.001
St.4	榎瀬橋	前期	14.4	12.8	21	40	49	0.050	8.9	7.9	0.9	1.1	<1	0.12	0.007	<0.001
		後期	15.7	15.0	22	40	95	0.069	8.8	8.0	1.1	1.1	1	0.27	0.007	<0.001
St.5	東川橋	前期	15.4	15.8	19	30	73	0.077	8.9	8.0	0.9	1.5	1	0.21	0.014	<0.001
		後期	17.3	15.1	22	30	58	0.076	10	7.9	1.1	1.8	7	0.46	0.025	<0.001
St.6	田殿橋	前期	21.2	15.5	29	30	64	0.073	8.9	7.9	0.7	1.2	<1	0.32	0.011	<0.001
		後期	18.1	16.8	42	20	64	0.090	10	7.8	1.2	1.8	2	0.62	0.015	<0.001
環境基準		-	-	-	-	-	-	7.5	6.5~8.5	2	-	-	25	-	-	<0.03

表2. 種数及び科数

地点番号	地点名	採取時期	総種数	総科数
St.1	八幡橋	前期	34	20
		後期	33	18
St.2	鳥居橋	前期	46	21
		後期	28	15
St.3	消防署前	前期	38	18
		後期	29	19
St.4	榎瀬橋	前期	41	20
		後期	41	20
St.5	東川橋	前期	28	16
		後期	27	12
St.6	田殿橋	前期	32	16
		後期	20	13
第1次調査			17~38	13~21

表3. 優占種

地点番号	地点名	採取時期	第1優占種	第2優占種
St.1	八幡橋	前期	コガレ口科	ヌカカ科
		後期	オオマダラカゲロウ	ウルマーシマトビケラ
St.2	鳥居橋	前期	キイロヒラタカゲロウ	コガタシマトビケラ
		後期	コガタシマトビケラ	シロタニガワカゲロウ
St.3	消防署前	前期	ヒメドロムシ亜科	ヤマトビケラ属sp.
		後期	ヒメドロムシ亜科	カミムラカワゲラ
St.4	榎瀬橋	前期	コカゲロウ科	コガタシマトビケラ
		後期	コカゲロウ科	コガタシマトビケラ
St.5	東川橋	前期	ヨシノマダラカゲロウ	キブネタニガワカゲロウ
		後期	フタツメカワゲラ属sp.	シロタニガワカゲロウ
St.6	田殿橋	前期	ヨシノマダラカゲロウ	エルモンヒラタカゲロウ
		後期	コカゲロウ科	コガタシマトビケラ

表4. 有田川全体の科における優先上位5科と他の河川との比較

種類	有田川	太田川	那智川	紀の川	左会津川	南部川	古座川	富田川	日高川	平均
ヒラタカゲロウ科	19%	25%	14%	4%	6%	16%	37%	25%	53%	22%
カワゲラ科	15%	4%	9%	1%	5%	1%	7%	3%	9%	6%
マダラカゲロウ科	15%	4%	17%	24%	15%	8%	9%	4%	9%	12%
コカゲロウ科	13%	11%	26%	2%	9%	35%	7%	21%	8%	14%
シマトビケラ科	10%	17%	8%	48%	9%	7%	6%	5%	4%	13%

3. 水質評価

表5に示した。

各地点における底生動物相および水質評価を

表5. 有田川の底生動物相と水質評価

	調査年月日		令和6年4月						令和6年11月					
	スコア 値	汚濁階 級指数	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
			八幡橋	鳥居橋	消防署前	榎瀬橋	東川橋	田殿橋	八幡橋	鳥居橋	消防署前	榎瀬橋	東川橋	田殿橋
カゲロウ目	*	*												
フタオカゲロウ科	8	*	1	4	1	3	1							
ヒメフタオカゲロウ科	8	*	2	1	1		1		2					
キヨウヒメフタオカゲロウ		1												
チラカゲロウ科	8	*												
チラカゲロウ	1	2	1		9	3	7	1	1	1	3	18	9	
ヒラタカゲロウ科	9	*	3	4	3		7	7		1	1	4	3	1
ヒラタカゲロウ属sp.	1				1		1							
ウエノヒラタカゲロウ	1						1							
オナガヒラタカゲロウ	1				1									
エルモンヒラタカゲロウ	1		3	4	12	22	20			3	3	3		
タニヒラタカゲロウ	1	1	2		3	1			1	1	3	20		
キヨロヒラタカゲロウ	1	1	43	7	8	10	2		1		4	5	2	
ナミヒラタカゲロウ	1		1					2						
ミヤマタニガワカゲロウ属sp.	1	1	1		1	1								
タニガワカゲロウ属sp.	1		6			2			1					
マダラタニガワカゲロウ	1		3								3			
クロタニガワカゲロウ	1	7	16	24	13	1								
シロタニガワカゲロウ	1			1		3			1	13		16	92	3
キブネタニガワカゲロウ	1	12	7	1	5	25			1	1	1	1	2	
ヒメヒラタカゲロウ属spp.	1				1	1		22						
サツキヒメヒラタカゲロウ	1			5									1	
ヒメヒラタカゲロウ	1	4	9		1		1		14	1	1	2	1	
コカゲロウ科	6	*	69	15		34	35	1	15		2	65	38	48
コカゲロウ属spp.	1	3		1					1	2	6	19	7	
フタバコカゲロウ属sp.	*						1							
フタバコカゲロウ	1	2		4	4			2						
トビイロカゲロウ科	9	*	4			1	3			1			2	
マダラカゲロウ科	8	*		3	1	1	2	4	13	1	3	2		
マダラカゲロウ属sp.	1				3	2			2	4	1			
エラブタマダラカゲロウ	2					1				1				
ヨシノマダラカゲロウ	1	13	26	3	20		60	162						
ミソトゲマダラカゲロウ	1		1	1	1			3						
トウヨウマダラカゲロウ属sp.	1										2			
クロマダラカゲロウ	1	4	1		1									
オオクママダラカゲロウ	1								6	1				
オオマダラカゲロウ	1	3	5					54	1	1	3			
アカマダラカゲロウ属sp.	1									8	1			
モンカゲロウ科	8	*												
モンカゲロウ	1								5		1	2		
トンボ目	*	*												
ムカントンボ科	9	*						1						
ムカントンボ	1										1			
サナエントンボ科	7	*				1	1							
オナガサナエ	2					3					3			
ヒメサナエ	2	1												
カワゲラ目	*													
オナシカワゲラ科	6	*												
フサオナシカワゲラ属sp.	1										1			
クロカワゲラ科	*	1	1											
カワゲラ科	9	*									1			
カワゲラ垂科	1	12	12									1		
クラカケカワゲラ属sp.	1		2		2		2	2						
スズキクラカケカワゲラ	1					1								
オオクラカケカワゲラ	1		2	1								1		
カミムラカワゲラ属sp.	1							6						
カミムラカワゲラ	1	9	10	12	2		6	1	10	10	8	5		
カミムラカワゲラ上野	1	43	2	5			1	5	1	1	5	3		
クロヒゲカミラカワゲラ	1				6	10	3	1	3		11	155	13	
フタツメカワゲラ属sp.	1		1	1	2		2	5						
オオヤマカワゲラ属spp.	1						4	1	1	2	3	7	1	
ヒメオオヤマカワゲラ	1		1	2				2		3	3	6	1	
オオヤマカワゲラ	1				1							1		
コガタフタツメカワゲラ属sp.	1													
ミドリカワゲラ科	9	1	3	1		1			4	1				
広翅目	*	*												
ヘビトンボ科	9	1												
ヘビトンボ	1	3	3		1		3	1		2	1		1	
トビケラ目	*	*	2											
ヒゲナガカワトビケラ科	9	*						2						
ヒゲナガカワトビケラ	1											1		
チャバネヒゲナガカワトビケラ	1		14	10	10			6	7	1	1			
シマトビケラ科	7	*		1	1	1		1						
シマトビケラ属sp.	*											1		
ウルマーシマトビケラ	1	7	5	11	5			23	4	5	10	7	3	
コガタシマトビケラ属sp.	*				1		3							
コガタシマトビケラ	2	3	27	16	21	13		9	33	9	25	9	23	

ナガレトビケラ科	9	*										
ツメナガナガレトビケラ		1			4							
ムナグロナガレトビケラ		1	2	6	16	7	7			1	5	
ヒロアタマナガレトビケラ		1	1		1							3
カワムラナガレトビケラ		1										2
ナガレトビケラ属sp.		1					1	1		2		
ヤマトビケラ科	9	*			2	1	1		1			
ヤマトビケラ属sp.		1	5	2	26	8		3	2	4	4	
ヒメトビケラ科	4	*						1		1		
エグリトリビケラ科	8	*							2			
ヒゲナガトビケラ科	8	*									1	
セトトリビケラ属sp.		1										
鞘翅目	*	*										
マルハナノミ科	*	*	1	4	1		1				6	
ヒラタドロムシ科	8	2		1		1		1	2	1	13	8
ヒメドロムシ科	8	1										5
ヒメドロムシ亜科		1	23	23	82	7	15	17	9	6	53	10
双翅目	*	*									3	1
ガガンボ科	8	1		1	3	5			1	1	5	2
ブフ科	7	1				2						19
ユスリカ科(腹鰓なし)	6	*		2	3	8	15	4	1		1	1
アブ科	6	*			1		1		1	2	1	1
ヌカ力科	7	1	53	6	8	3			1	2	3	1
ナガニアブ科	8	1	1	2	2				1		6	
ドゥケッシャ科	*	1	1	1	2	5						
短尾類(歩行目)	*	*										
サワガニ	8	1			1			1				
総個体数			301	289	265	222	245	273	213	104	125	253
総種数			34	46	38	41	28	32	33	28	29	41
総科数			20	21	19	20	16	16	18	15	18	20
TS値(総スコア値)			138	153	133	153	117	124	134	106	134	138
ASPT値(平均スコア値)			8.1	8.1	7.8	8.1	7.8	7.8	7.4	7.1	7.4	7.3
多様性指数			3.8	4.6	3.9	4.6	3.7	2.7	3.9	3.7	3.5	4.4
汚濁指數			1.05	1.07	1.06	1.08	1.10	1.06	1.08	1.09	1.16	1.10
水質判定			OS									

OS : 貧腐水性水域

1) 平均スコア値

前期・後期の値を平均した値を用いて(以下, 汚濁指數および多様度指數においても同様), 第一次調査との平均スコア値の比較を図2に示した.

平均スコア値については, 第1次調査の時点ではSt. 4のみが「とても良好」を示す7.5以上の数値であったが, 今回の調査ではすべての地点で「とても良好」であった. これは, 平均スコアの各科の個体数が影響しないことから第1次調査ではミミズ網(スコア値1)やヒル網(スコア値2)といったスコア値の低い底生動物が出現していたが, 本調査ではほとんど出現しなかったためである.

2) 汚濁指數

汚濁指數の比較を図3に示した.

汚濁指數については, 第1次調査の時点はすべての地点で「貧腐水性水域」を示す1.5以下であったものの, St. 6の地点においてやや高い数値を示していたが, 第2次調査では同じくすべての地点で「貧腐水性水域」を示す1.5以下で他の地点とほぼ同等の水質を示した.

3) 多様度指數

多様度指數の比較を図4に示した.

多様度指數についても, 上記の平均スコア値と汚濁指數のような絶対値で河川の清冽さを示す指標はないが, すべての地点において第1次調査と比較して同等かそれ以上の水質を示した.

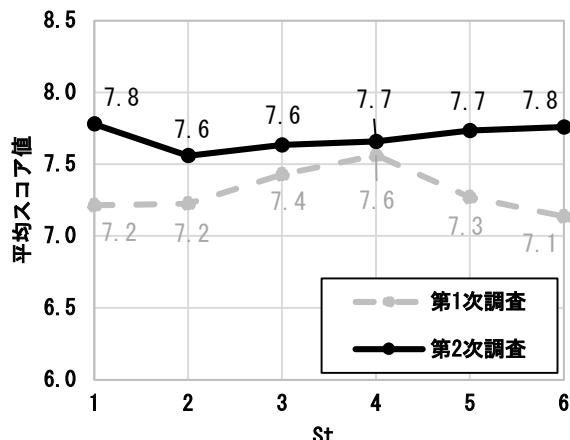


図2. 平均スコア値の比較(前期・後期の値を平均した値を表示(以下, 汚濁指數および多様度指數についても同様)). 第1次調査時のスコア値は水生生物による水質評価法マニュアルー日本版平均スコア法に換算した値を表示.)

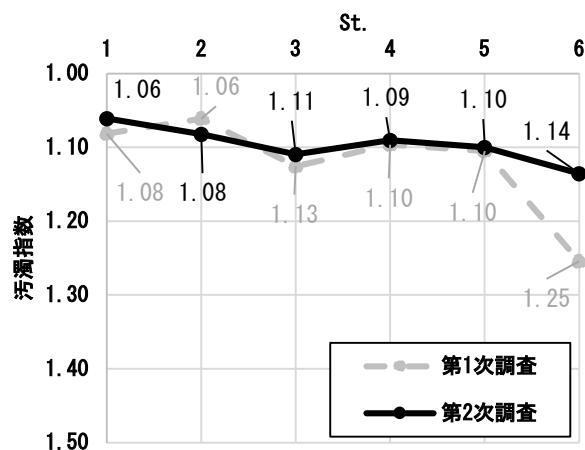


図3. 汚濁指数の比較

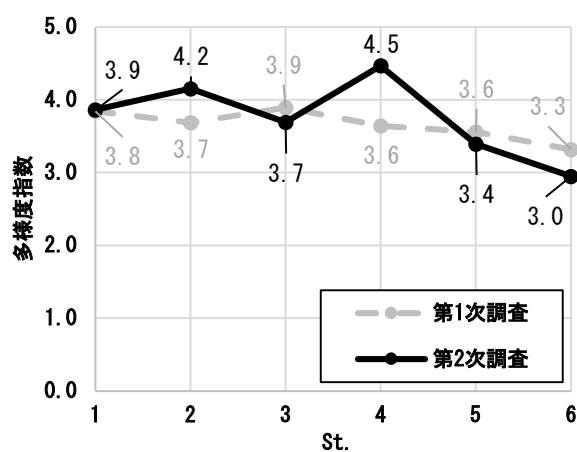


図4. 多様度指数の比較

まとめ

3種類の生物学的評価を行った結果、いずれの地点においても清冽な水域であり、第1次調査と比較しても同等以上の水質を示した。

以上より、今回の理化学分析においてSt.1八幡橋周辺で発生した水質異常についても一時的なものと考えられ、本調査と第1次調査の期間で発生した平成24年度および25年度における水質の悪化も含めて、現在の底生動物相にはほとんど影響がないことが本調査から示唆された。

文 献

- 猿棒康量他：底生動物相を用いた河川の水質評価－有田川－、和衛公研年報、48, 40–45, 2002
- 環境省水・大気環境局：水生生物による水質評価法マニュアル－日本版平均スコア法－、2017
- 川合禎次・谷田一三共編：日本産水生昆虫一科・属・種への検索－（第二版），東海大学出版部，2018
- 猿棒康量他：水生生物による日高川水系の水質評価、和衛公研年報、43, 80–86, 1997