

## 6) 水生生物調査における自然災害後の指標生物の回復状況

内田大智 前田敏孝\*

### はじめに

河川における水生生物調査は、水環境の中長期的な状態を知るために有用な方法であり、また、高価な機材や高度な知識を必要としないことから環境教育の題材としても用いられている。

熊本県では、「みんなの川の環境調査」として学校、民間団体等が行う水環境調査を支援する<sup>1)</sup>とともに、平成2年度から平成28年度にかけて県内35地点の環境基準点等での調査を実施した。その結果は、毎年度環境保全課により公表される<sup>2)</sup>とともに、谷口<sup>3)</sup>によって各地点の生物の出現状況の変遷が取りまとめられている。

平成28年度の環境基準点等の調査では、指標生物の総個体数及び出現種数の減少が確認され、特に、杖立、木庭橋、妙見橋、藤田、白岩戸及び立神峡の6地点で出現種数が著しく減少していた。その原因については木庭橋では平成28年熊本地震の影響が、その他5地点では平成28年6月から7月の大雨の影響が考えられる

ことなどが前田ら<sup>4)</sup>によって考察されている。

今回、平成28年度の調査で出現した生物種数の減少が確認された6地点において水生生物調査を実施し、その回復状況を確認したので報告する。

### 調査方法

#### 1 調査期間

平成29年10月27日～11月2日

#### 2 調査地点

平成28年度の調査において生物種数の減少が確認された地点6地点(図1)で調査を実施した。

#### 3 調査方法及び評価

熊本県HP上で環境保全課が公開している「川の水環境・調査のてびき」<sup>5)</sup>に基づき行った。水生生物の採取は、D型フレームネット(網目:約1.0mm)を用いて、水深約10～30cmの瀬においてキック・スリー

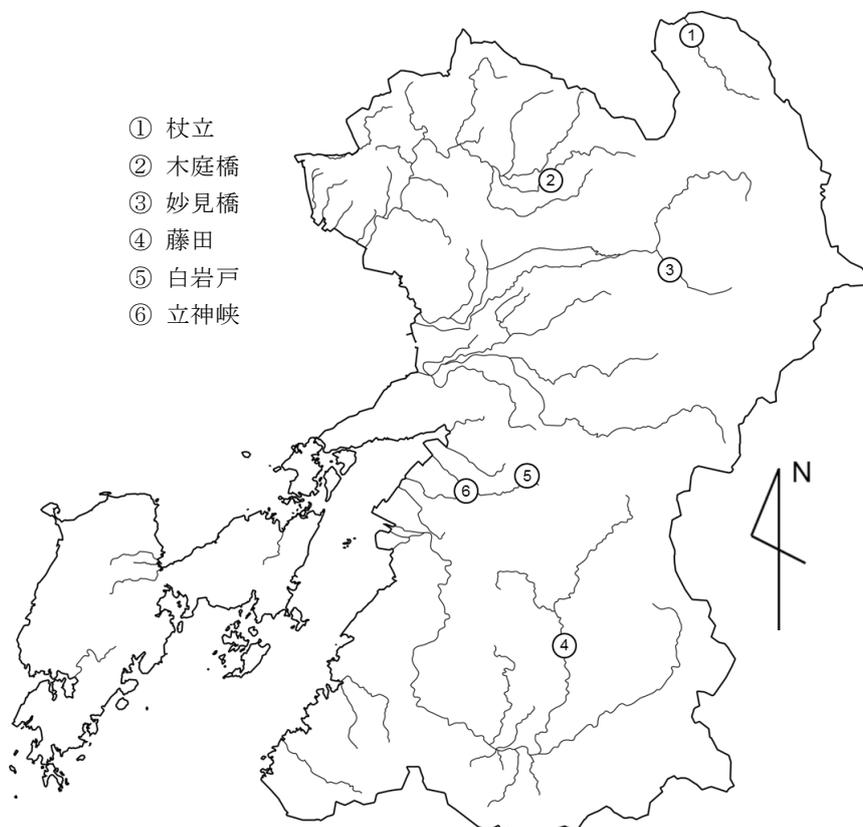


図1 平成29年度調査地点

\*現環境生活部環境局環境保全課

ブ法により行った。調査した各地点の水生生物による川の水環境評価値（以下、「生物評価値」とする。）をそれぞれ求めた。生物評価値は熊本県独自の 25 種類の指標生物種による方法<sup>6)</sup>に従って求めた。この方法では河川の状態を 25 種の指標生物の出現状況により I：快適な水環境，II：親しめる水環境，III：不快を感じない水環境，IV：多少不快な水環境，V：不快な水環境の 5 段階に分類することができる。指標生物の同定は図説等<sup>7~12)</sup>を参考とした。

また、生物評価値以外に、生物の多様性をみるために、多様性指数を用いた評価も行った。多様性指数は Shannon の式により求めた。

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

H'：多様性指数

S：群集に含まれる種の数

P<sub>i</sub>：種 i の個体数が全体に含まれる割合

この場合、多様性指数は値が大きいくほど、生物が偏りなく存在し、多様性に富んでいると評価される。

その他、各生物群集間の類似度をみるために、以下の式により Morisita の指数を求めた。

$$Cl = \frac{2 \sum n_{1i} n_{2i}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2}$$

$$\lambda_1 = \frac{\sum n_{1i} (n_{1i} - 1)}{N_1 (N_1 - 1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum n_{2i} (n_{2i} - 1)}{N_2 (N_2 - 1)}$$

ただし、Cl：Morisita の指数

n<sub>1i</sub>, n<sub>2i</sub>：それぞれの標本の i 番目の指標生物の個体数

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>：それぞれの標本の指標生物の総個体数

この場合、Morisita の指数は 0 から 1 までの数値で表され、1 に近いほど 2 標本の類似度が高いと評価される。

## 調査結果及び考察

### 1 調査結果の概況

平成 28 年度調査では、指標生物の総個体数の減少が見られていた<sup>4)</sup>ことから、平成 29 年度に調査を実施した 6 地点における個体数を確認した。その結果、平成 29 年度調査で確認された総個体数（6 地点計）は、平成 28 年度よりも増加していた（表 1）。

地点別には、杖立のみが昨年度より減少していたも

の、その他の 5 地点ではいずれも増加していた。

表 1 指標生物の個体数の変化（H23～H29）

	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
杖立	468	465	271	301	598	94	78
木庭橋	520	253	77	427	226	102	192
妙見橋	664	219	179	439	284	75	417
藤田	161	73	80	139	163	25	216
白岩戸	167	354	318	99	156	44	196
立神峡	348	241	154	284	210	54	363
6地点計	2328	1605	1079	1689	1637	394	1462

### 2 各調査地点の結果

(1) 各調査地点における指標生物種の出現状況及び多様性指数の変化

調査地点 6 地点における平成 29 年度の指標生物種の出現状況及び多様性指数を過去 6 年間（H23～H28）の結果と比較し、その変化を評価した。

#### ① 杖立

平成 29 年度調査では、10 種の指標生物種が確認され、平成 28 年度から比較して 3 種増加した（表 2-1）。

平成 23 年度から平成 27 年度のすべての年で確認され、平成 28 年度には確認されなかったもののうち、ユスリカ類（白・緑）が確認されたものの、携巢性トビケラ類及びヘビトンボ類は確認されなかった。

また、平成 28 年度調査で個体数が著しく減少していたヒゲナガカワトビケラ類、ヒラタカゲロウ類、マダラカゲロウ類では個体数の回復が見られなかった。

表 2-1 杖立の指標生物の出現状況（H23～H29）

No.	区分	指標生物名	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1		カワゲラ類	12	3	6	3	20	1	10
2		ナガレトビケラ類	6		6		7		
3		ヒゲナガカワトビケラ類	19	14	8	17	19	1	1
4	I	チラカゲロウ		3	15	16			
5		携巢性トビケラ類	1	1	12	11	12		
6		ニッポンヨコエビ・サワガニ	10		5	9	3		5
7		ヒラタカゲロウ類	65	171	13	69	287	26	15
8		ウズムシ類(プラナリア)	1						
9		ヘビトンボ類	1	1	3	3	2		
10	II	マダラカゲロウ類	6	41	31	22	21	4	2
11		タニガワカゲロウ類	127	58	68	89	144	36	22
12		ブユ類・ガガンボ類	18	2	1		5	4	6
13		カワニナ							
14		ヒラタドムシ類	7	1			1		
15	III	コカゲロウ類	108	144	94	34	64	22	10
16		コガタシマトビケラ	35	13		11	2		1
17		ユスリカ類(白・緑)	52	12	7	17	11		6
18		貝類			2				
19	IV	サホコカゲロウ		1					
20		ミズムシ(等脚目)							
21		ヒル類							
22		サカマキガイ							
23	V	イトミズ類							
24		セスジユスリカ(赤)							
25		ホシチョウバエ							
		出現指標種数	15	14	14	12	14	7	10
		個体数	468	465	271	301	598	94	78
		生物評価値	II	I	I	I	I	II	II
		多様性指数	2.96	2.37	2.82	2.96	2.30	2.06	2.85

これらの個体数等の回復が見られなかった原因の一つとして、平成29年7月九州北部豪雨の影響が考えられる。気象庁の気象データ<sup>13)</sup>によると、平成29年7月5日から6日にかけて、熊本県内の多くの地点では著しい降水は観測されなかったが、杖立近くの観測地点である南小国においては、当該期間（48時間）の総降水量が300mmを超えていた。この降雨により水生生物が流されるなどした結果、指標生物の回復が確認されなかったと考えられる。

一方、多様性指数は平成28年度調査よりも増加し、平成27年度までと同等程度であった。

### ② 木庭橋

平成29年度調査では、14種の指標生物種が確認され、平成27年度までと同等の水準であった（表2-2）。

個別には、平成23年度から平成27年度のすべての年で確認され、平成28年度調査では確認されなかったヒゲナガカワトビケラ類、ブユ・ガガンボ類、コカゲロウ類のすべてが確認された。

表2-2 木庭橋の指標生物の出現状況（H23～H29）

No.	区分	指標生物名	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1		カワゲラ類	22	5	9	8	17	6	14
2		ナガレトビケラ類	4			7	1		2
3		ヒゲナガカワトビケラ類	20	2	1	37	53		6
4	I	チラカゲロウ		3		9	1		
5		携巣性トビケラ類	18			27	2		6
6		ニッポンヨコエビ・サワガニ	21		2	33		4	7
7		ヒラタカゲロウ類	19	27	10	39	33	16	1
8		ウズムシ類(プラナリア)	2			1			
9		ヘビトンボ類		1			1	3	
10	II	マダラカゲロウ類	13	3	5	35	16	16	3
11		タニガワカゲロウ類	69	4	8	109	37	31	66
12		ブユ類・ガガンボ類	127	12	18	1	4		1
13		カワニナ							
14		ヒラタドROMシ類	1	2		13	1		27
15	III	コカゲロウ類	142	172	17	78	48		13
16		コガタシマトビケラ	14	10	4	5	9	25	1
17		ユスリカ類(白・緑)	48	8	3	25	3	1	44
18		貝類							1
19	IV	サホコカゲロウ		4					
20		ミズムシ(等脚目)							
21		ヒル類							
22		サカマキガイ							
23	V	イトミミズ類							
24		セスジユスリカ(赤)							
25		ホシチョウバエ							
		出現指標種数	14	13	10	15	14	8	14
		個体数	520	253	77	427	226	102	192
		生物評価値	I	III	II	I	I	II	I
		多様性指数	2.99	1.87	2.93	3.24	2.92	2.50	2.76

### ③ 妙見橋

平成29年度調査では、13種の指標生物種が確認され、平成27年度までと同等の水準であった（表2-3）。

平成23年度から平成27年度のすべての年で確認され、平成28年度調査では確認されなかったヒゲナガカワトビケラ類及びユスリカ類（白・緑）の両方が確認され、総個体数も平成27年度までと同程度であった。

ただし、多様性指数は平成28年度よりも減少していた。多くの種が確認されたものの、コカゲロウ類が総個体数の半数以上を占めたことが減少の要因である。

表2-3 妙見橋の指標生物の出現状況（H23～H29）

No.	区分	指標生物名	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1		カワゲラ類				1	1		
2		ナガレトビケラ類	4	4	2	4	3	1	1
3		ヒゲナガカワトビケラ類	15	33	10	5	14		20
4	I	チラカゲロウ				13	12	1	
5		携巣性トビケラ類	2	1		21	9	4	3
6		ニッポンヨコエビ・サワガニ	4	1	1	9	8	1	6
7		ヒラタカゲロウ類	27	19	6	86	7	2	57
8		ウズムシ類(プラナリア)	3						
9		ヘビトンボ類		1	5		2		2
10	II	マダラカゲロウ類	25	3	9	30	25	12	16
11		タニガワカゲロウ類	4	6	9	58	12	7	14
12		ブユ類・ガガンボ類	17	3	1	4	13	1	6
13		カワニナ					1		
14		ヒラタドROMシ類					1		
15	III	コカゲロウ類	282	119	71	200	105	31	247
16		コガタシマトビケラ	182	28	46	6	74	16	39
17		ユスリカ類(白・緑)	99	1	5	3	8		5
18		貝類							
19	IV	サホコカゲロウ							
20		ミズムシ(等脚目)			1				1
21		ヒル類							
22		サカマキガイ							
23	V	イトミミズ類							
24		セスジユスリカ(赤)							
25		ホシチョウバエ							
		出現指標種数	12	12	13	13	16	9	13
		個体数	664	219	179	439	284	75	417
		生物評価値	I	I	I	I	I	I	I
		多様性指数	2.26	2.13	2.62	2.45	2.77	2.36	2.10

### ④ 藤田

平成29年度調査では、11種の指標生物種が確認され、平成27年度までと同等の水準であった（表2-4）。

平成23年度から平成27年度のうち4回の調査で確認されていたが、平成28年度の調査で確認されていなかったヘビトンボ類、マダラカゲロウ類、ユスリカ類（白・緑）がいずれも確認された。

また、平成28年度調査で個体数が大きく減少していたヒゲナガカワトビケラ類、ヒラタカゲロウ類はいずれも個体数が回復していた。

### ⑤ 白岩戸

平成29年度調査では、13種の指標生物種が確認され、平成27年度までと同等の水準であった（表2-5）。

平成23年度から平成27年度までの調査で4回以上確認され、平成28年度調査では確認されなかったナガレトビケラ類、携巣性トビケラ類、ヘビトンボ類、マダラカゲロウ類、ブユ・ガガンボ類、ユスリカ類（白・緑）でいずれも個体を確認した。

ただし、これらの指標生物種の個体数はいずれも少なく、回復途上の可能性がある。

一方、平成23年度から平成27年度までの調査で4回確認され、平成28年度調査では確認されていなかった

たヒラタドロムシ類は確認されなかった。

また、多様性指数については、平成 28 年度よりも減少していた。上記指標生物種で確認された個体数が少なかったことに加え、コカゲロウ類が総個体数の約 7 割を占めたことが要因である。増加の理由については不明であるが、同様にコカゲロウ類が半数以上を占める現象は、平成 19 年度<sup>14)</sup>、平成 20 年度<sup>15)</sup>、平成 23 年度及び平成 24 年度にも起きており、前後の年と比較して多様性指数が減少している。

表 2-4 藤田の指標生物の出現状況 (H23~H29)

No.	区分	指標生物名	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1		カワゲラ類	6	9	4	13	2	6	25
2		ナガレトビケラ類	1			7	1		
3		ヒゲナガカワトビケラ類	2	16	16	13	31	1	44
4	I	チラカゲロウ					1		
5		携巣性トビケラ類		3	2		1	2	8
6		ニッポンヨコエビ・サワガニ							
7		ヒラタカゲロウ類	22	11	14	2	19	1	11
8		ウズムシ類(プラナリア)			1	2			
9		ヘビトンボ類	1	2		2	1		1
10	II	マダラカゲロウ類		4	6	6	10		9
11		タニガワカゲロウ類	29	9	7	22	13	6	20
12		ブユ類・ガガンボ類	15	1		11	9	1	4
13		カワニナ							
14		ヒラタドロムシ類				8			1
15	III	コカゲロウ類	69	15	20	35	70	5	59
16		コガタシマトビケラ	14	1			1	3	
17		ユスリカ類(白・緑)	2		10	18	4		34
18		貝類							
19	IV	サホコカゲロウ		2					
20		ミズムシ(等脚目)							
21		ヒル類							
22		サカマキガイ							
23	V	イトミミズ類							
24		セスジユスリカ(赤)							
25		ホシチョウバエ							
		出現指標種数	10	11	9	12	13	8	11
		個体数	161	73	80	139	163	25	216
		生物評価値	II	I	I	II	I	I	II
		多様性指数	2.41	2.98	2.80	3.15	2.54	2.67	2.84

⑥ 立神峡

平成 23 年度から平成 28 年度までの調査のいずれよりも多い 14 種の指標生物種が確認された(表 2-6)。

平成 23 年度から平成 27 年度までの調査で 4 回以上出現し、平成 28 年度調査で確認されていなかったカワゲラ類、ブユ・ガガンボ類、ユスリカ類(白・緑)のすべてで個体を確認した。

また、平成 23 年度から平成 28 年度において一度も確認されていなかったヒゲナガカワトビケラ類が確認された。これは、一度生物相が破壊されたことにより新たな生物相が形成された可能性、又は、生物相が遷移している途中の状態をとらえた可能性が考えられる。いずれの可能性が高いか現時点では判断できないため、今後の状況を注視する必要がある。

なお、ヒゲナガカワトビケラ類を含む造網性トビケラ類は、川底が安定し、生物相が極相に達した際に優

表 2-5 白岩戸の指標生物の出現状況 (H23~H29)

No.	区分	指標生物名	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1		カワゲラ類	3	5	8	12	4	1	9
2		ナガレトビケラ類	2	5	1	6			2
3		ヒゲナガカワトビケラ類	9	20	40	3	8	2	1
4	I	チラカゲロウ		11	12				
5		携巣性トビケラ類		2	4	4	10		5
6		ニッポンヨコエビ・サワガニ	1	2			2	2	3
7		ヒラタカゲロウ類	19	17	55	5	20	1	7
8		ウズムシ類(プラナリア)							
9		ヘビトンボ類	1	2	1	3			5
10	II	マダラカゲロウ類	7	35	80	11	20		3
11		タニガワカゲロウ類	10	11	32	20	16	8	20
12		ブユ類・ガガンボ類	19		24	14	30		2
13		カワニナ							
14		ヒラタドロムシ類	1		1	1	2		
15	III	コカゲロウ類	86	241	47	8	27	24	137
16		コガタシマトビケラ	9	1			1	6	
17		ユスリカ類(白・緑)		2	13	12	16		1
18		貝類							
19	IV	サホコカゲロウ							
20		ミズムシ(等脚目)							
21		ヒル類							1
22		サカマキガイ							
23	V	イトミミズ類							
24		セスジユスリカ(赤)							
25		ホシチョウバエ							
		出現指標種数	12	13	13	12	12	7	13
		個体数	167	354	318	99	156	44	196
		生物評価値	I	I	I	II	I	I	I
		多様性指数	2.41	1.83	3.00	3.27	3.15	1.97	1.78

占することが知られている<sup>16)</sup>。平成 29 年度の調査において造網性トビケラ類であるヒゲナガカワトビケラ類及びコガタシマトビケラは、いずれも優占ではないものの過去 6 年間よりも多くの個体が確認されており、川底が比較的安定した状態にあることが伺える。

多様性指数については、ヒゲナガカワトビケラ類を含め、多数の生物種が確認されたことにより増加している。

表 2-6 立神峡の指標生物の出現状況 (H23~H29)

No.	区分	指標生物名	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1		カワゲラ類	1	1		14	1		2
2		ナガレトビケラ類				1			
3		ヒゲナガカワトビケラ類							38
4	I	チラカゲロウ			1				10
5		携巣性トビケラ類		4		1	5		1
6		ニッポンヨコエビ・サワガニ			3		3		11
7		ヒラタカゲロウ類	51	18	14	87	47	5	61
8		ウズムシ類(プラナリア)	2				1		1
9		ヘビトンボ類	1	2	2				2
10	II	マダラカゲロウ類	13	11	16	16	23	25	29
11		タニガワカゲロウ類	155	162	72	109	72	15	80
12		ブユ類・ガガンボ類	40	1		2	13		23
13		カワニナ							
14		ヒラタドロムシ類	1	7		7	8	4	
15	III	コカゲロウ類	53	30	40	28	26	4	75
16		コガタシマトビケラ	8		3	1		1	21
17		ユスリカ類(白・緑)	20	2	3	18	10		9
18		貝類		3					
19	IV	サホコカゲロウ	3						
20		ミズムシ(等脚目)					1		
21		ヒル類							
22		サカマキガイ							
23	V	イトミミズ類							
24		セスジユスリカ(赤)							
25		ホシチョウバエ							
		出現指標種数	12	11	9	11	12	6	14
		個体数	348	241	154	284	210	54	363
		生物評価値	II						
		多様性指数	2.41	1.75	2.13	2.35	2.70	2.01	3.06

(2) 群集類似度

次に、各地点の調査年度ごとの指標生物の出現状況から群集類似度（Morisita の指数）を算出し、デンドログラムを作成した（図2）。

立神峡では、平成28年度の調査結果が他の年度と比較して明確に差異があり、大雨によって群集組成が破壊されたことが確認できる。また、平成29年度の調査結果が平成28年度に次いで他の群集との類似度が低くなっていた。このことは、(1)⑥で示したこれまで確認されていなかった多数の指標生物種が確認されたことと一致する。

杖立、妙見橋、藤田については、全ての調査結果で群集類似度が高く、大雨等による明確な変化は確認されなかった。Morisita の指数は、群集のサイズ（個体数）が変わっても指標の値は不変となる<sup>17)</sup>ため、これらの地点では、平成28年度調査において確認された総個体数が変化しても生物相の大きな変化が起きていなかったことがわかる。このことは、前田ら<sup>4)</sup>によって大きな影響を受けたとされたヒゲナガカワトビケラ類等の特定の生物種だけでなく、その地点に生息する指標生物種が同様に大雨の影響を受けていたことを示している。

一方、木庭橋では、各調査間の群集類似度が比較的低く、種々の要因によって群集組成が大きく変わっていることが示唆された。木庭橋における平成28年度の

指標生物種の減少は、熊本地震に伴う土砂崩れ等が要因であると推定されていた<sup>4)</sup>が、このデンドログラムの結果から、この地点では他の要因の影響も大きく受けており、一つの要因に限定できないと考えられる。

また、白岩戸については、平成23年度、平成24年度、平成28年度及び平成29年度の調査結果が他の3回の調査と明確に区別されている。この4回の調査では、いずれもコカゲロウ類が優占種となっており、コカゲロウ類の大量発生が生物相に影響を与えている可能性が示された。

まとめ

平成28年度調査において指標生物種の減少が確認された6地点では、平成29年度調査における指標生物種の個体数が総じて増加しており、生物相が回復した、又は、回復傾向にあることがわかった。

ただし、その回復状況については、各地点さまざまであった。特に、杖立では今回の調査の時点では、個体数等が十分な回復をしていない可能性が示された。今後の調査やより詳細な調査により回復過程を明らかにしていく必要がある。

また、大雨等によって生物相が変化する様子が明確に確認できたのは立神峡のみであり、他の地点においては明確な群集類似度の変化は示されなかった。

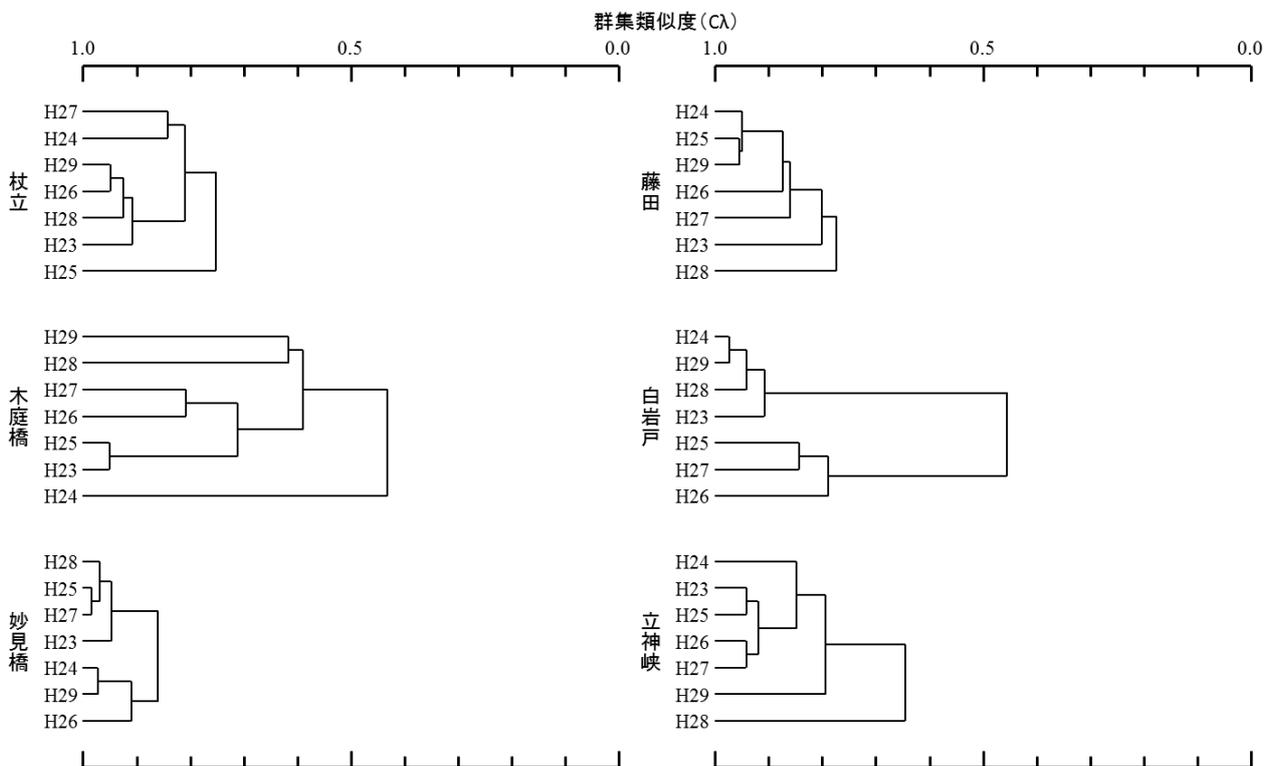


図2 群集類似度を用いて作成した各地点のデンドログラム

## 文 献

- 1) 熊本県環境保全課 HP:「平成 30 年度みんなの川の環境調査ー川の生き物と水質を調べてみようー」の参加者を募集しています！！  
[https://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_11174.html](https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_11174.html) (平成 30 年 6 月閲覧)
- 2) 熊本県環境保全課 HP:みんなの川の環境調査報告書 [http://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_583.html](http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_583.html) (平成 30 年 6 月閲覧)
- 3) 谷口智則:熊本県保健環境科学研究所報, **44**, 108 (2014).
- 4) 前田敏孝, 渡邊和博:熊本県保健環境科学研究所報, **46**, 44 (2016).
- 5) 熊本県環境保全課 HP:みんなの川の環境調査「川の水環境調査のてびき」を掲載しています  
[https://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_584.html](https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_584.html) (平成 30 年 6 月閲覧)
- 6) 小田泰史, 杉村継治, 久保 清:用水と廃水, **34**, 112 (1992).
- 7) 川合禎次編:“日本産水生昆虫検索図説”, (1985), (東海大学出版会).
- 8) 谷田一三編, 丸山博紀, 高井幹夫著:“原色川虫図鑑”, (2000), (全国農村教育協会).
- 9) 刈田 敏著:“水生昆虫ファイルⅠ”, (2002), (株式会社つり人社).
- 10) 刈田 敏著:“水生昆虫ファイルⅡ”, (2002), (株式会社つり人社).
- 11) 刈田 敏著:“水生昆虫ファイルⅢ”, (2002), (株式会社つり人社).
- 12) 椎野季雄著:“水産無脊椎動物学”, (1969), (培風館).
- 13) 気象庁 HP:過去の気象データ検索  
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (平成 30 年 6 月閲覧)
- 14) 熊本県環境保全課:平成 19 年度川の水環境調査報告書ー水生生物等による川の水環境調査と啓発活動ー (2009).
- 15) 熊本県環境保全課:平成 20 年度みんなの川の環境調査ー川の生き物と水質を調べてみようー (2009).
- 16) 津田松苗編:“水生昆虫学”, p.243 (1962), 北隆館.
- 17) 土井秀幸, 岡村 寛:日本生態学会誌, **61**, 3(2011).