

小河川における農薬汚染後の底生動物の復元調査

廣田敏郎・坂口寛

福岡市保健環境研究所環境科学部門

Investigation of the Benthos Fauna of after the Agricultural-chemicals Water Pollution Example in a Small River

Toshiro HIROTA and Yutaka SAKAGUCHI

Environmental Science Division, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

要約

小河川で農薬汚染事故が発生し、底生動物の減滅が考えられたので事故発生 7 カ月後、1 年後および 1 年半後の 3 回、汚染のなかった上流と汚染のあった下流地点の底生動物の調査を行い、得られた調査結果から各地点のカゲロウ目の消長の比較と同じく IBI 値のトレンドの比較検討を行った。

汚染のなかった地点ではカゲロウ目はヒラタカゲロウ属、キハダヒラタカゲロウ属、コカゲロウ属、ヒメトビイロカゲロウ属、マダラカゲロウ属、モンカゲロウ属が検出され、汚染のあった地点では汚染事故後 1 年目はコカゲロウ属、1 年半後はコカゲロウ属、ヒラタカゲロウ属、マダラカゲロウ属が検出され、カゲロウ目はほとんど回復していることが示唆された。

IBI 法による評価では汚染がなかった地点は G(Good) ~ EX(Excellent)であったが、汚染があった B 地点では 7 カ月後は P(Poor)、1 年後は F(Fair)、1 年半後は G(Good)と評価は次第に高まり汚染のなかった地点と同等となりほとんど回復していることが示唆された。

Key Words : 底生動物 Benthos fauna, カゲロウ目 Ephemeroptera, IBI Index of Biological Integrity, クロルピリホス Chlorpyrifos, 水質汚染 Water Pollution

はじめに

市内小河川に殺虫剤であるクロルピリホスが流入する魚のへい死事故が 2003 年 6 月 8 日に発生した。事故前の底生動物の棲息状況を通常では把握できないため、どのような状況の生物相になれば回復したと見なされるか判断も困難である。

今回この農薬による底生動物への汚染はどのような復元をたどるか汚染の影響がなかった地点と汚染の影響があった地点の汚染後 7 カ月後から 1 年半後まで 3 回底生動物を採取し生物相の比較検討を行った。今回復元の評価手法としてカゲロウ目の属種の計数と IBI 法を用いたのでこの内容を報告する。

調査および検査方法

1. 調査日時および調査地点

調査は事故発生 7 ヶ月後の 2004 年 1 月 15 日 (1 回目)、2004 年 6 月 8 日 (2 回目)、2005 年 1 月 15 日 (3 回目) の 3 回、汚染の影響がなかった上流域 A 地点、すぐ下流の汚染の影響が見られた B 地点、C 地点、中流域の D 地点、E 地点 (計 5 地点) について底生動物を採取した。(調査地点は図 1 に示す。)

1) A 地点 (図 5)

上流域でクロルピリホス汚染事故があった地点 (B 地点) の 30m 上流地点である。

2) B 地点 (図 6)

上流域でクロルピリホス汚染があった地点で、A 地点と B 地点の間に流込は無い。

3) C 地点 (図 7)

中流域で多くの魚のへい死が発見された地点で、B 地点と C 地点の間に流込は無い。

4) D地点 (図8)

中流域でC地点とD地点の間にいくつかの流込が有る。

5) E地点 (図9)

中流域でD地点とE地点の間に流込が有る。

A～Eいずれの地点も河川の川底は砂質とれき質からなり石はこぶし大から手のひら大の大きさがカゲロウ目の棲息に適している。

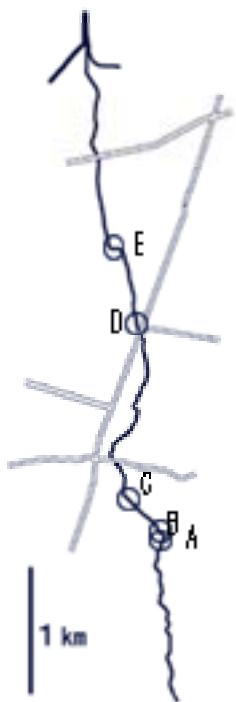


図1 採水地点

2. 採取と検査方法

採取方法は環境省によるキック・スイープ法で行ない、ネットに入った底生動物を250mL用サンプル容器に入れ直ちに80%エチルアルコールで固定し、所へ持ち帰り実体顕微鏡で生物種の同定を行った。

3. カゲロウ目の属種別による比較

カゲロウ目は、個体がまとまった量で検出され、種類数も多く、広範囲にも棲息する特徴があり、福岡市の上流から中流の河川や水路からも広く検出されているため、この属種別で比較をすることにした。

4. IBIによる評価

米国では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。

EX(excellent):45～38点; G(Good):37～31点; F(Fair):30～24点; P(Poor):23～17点; VP(Very poor):16～9点

この方法は、総種類数や指標となる生物の種類数等を～の9項目のそれぞれについて1,3,5点に評価区分し、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ことを表す。

表1 IBIのメトリックと評価区分

区分	項目	評価区分		
		1点	3点	5点
	総種類数	0～10	11～15	16
	カゲロウの種類数	0～1	2～3	4
	カワゲラの種類数	0	—	1
	トビケラの種類数	0	1～2	3
	貧毛類の個体数の割合	23.4	23.3～22	21～0(%)
	汚濁に耐えない種の種類数	0	1～3	4
	汚濁に耐える種の個体数の割合	51.9	51.8～61	6～0(%)
	優先種の個体数の割合	60.7	60.6～36.7	36.6～0(%)
	上位3つの優先種の個体数の割合	91.3	91.2～73.1	73.0～0(%)

結果

1. 各地点の底生動物の出現状況

1) A地点

調査結果を表3に示す。

汚染の影響がなかった地点で底生動物の種類数は3回の調査では20～24種検出された。

このうちカゲロウ目は1回目の調査ではキハダヒラタカゲロウ属、コカゲロウ属、マダラカゲロウ属およびモンカゲロウ属、2回目の調査ではタニガワカゲロウ属、キハダヒラタカゲロウ属、コカゲロウ属、ヒメトビロカゲロウ属、マダラカゲロウ属およびヒメカゲロウ属、3回目の調査ではヒラタカゲロウ属、タニガワカゲロウ属、コカゲロウ属およびマダラカゲロウ属が認められた。

2) B地点

調査結果を表4に示す。

汚染があった地点で底生動物の種類数は1回目9種、2回目15種、3回目18種検出された。カゲロウ目は1回目と2回目の調査でコカゲロウ属、3回目の調査ではコカゲロウ属、ヒラタカゲロウ属、タニガワカゲロウ属およびマダラカゲロウ属が認められた。

3) C地点

調査結果を表5に示す。

魚の多量死を認めた地点で、底生動物の種類数は1回目9種、2回目17種、3回目19種検出された。カゲロウ目は1回目はコカゲロウ属、2回目はコカゲロウ属およびヒメカゲロウ属、3回目はコカゲロウ属、ヒラタカゲロウ属およびマダラカゲロウ属が認められた。

4) D地点

調査結果を表6に示す。

汚染があった地点より 2.5km 下流地点で、底生動物の種類数は 13 ～ 14 種検出された。カゲロウ目は 1 回目はコカゲロウ属、2 回目はコカゲロウ属およびヒメカゲロウ属、3 回目はコカゲロウ属およびマダラカゲロウ属が認められた。

5) E 地点

調査結果を表 7 に示す。

汚染があった地点より 3.5km 下流地点で、底生動物の種類数は 1 回目 6 種、2 回目 9 種、3 回目 13 種検出された。カゲロウ目は 1 回目と 2 回目はコカゲロウ属、3 回目はコカゲロウ属およびマダラカゲロウ属が認められた。

2. 底生動物による環境評価

表 3 に IBI による各地点の評価を示す。

IBI 法による A 地点の河川環境評価は 1 回目は G (Good) 2 回目および 3 回目は EX (Excellent) であった。B 地点の 1 回目は P (Poor), 2 回目は F (Fair) 3 回目は G と評価が年経過と共に高くなった。C 地点も 1 回目は F, 2 回目は G そして 3 回目は EX と評価が年経過と共に高くなった。D 地点の 1 回目は F, 2 回目は G, 3 回目は P と評価は変動した。E 地点の 1 回目は P, 2 回目および 3 回目は F とほとんど同様であった。

考察

1. カゲロウ目の属種 (表 2) を比較したところ汚染の影響がなかった A 地点とその他の汚染の影響があった地点では、検出された属種に違いが見られた。1 回目、2 回目までは汚染の影響があった地点 (B, C 地点) ではコカゲロウ属やヒメカゲロウ属のみの出現であったが 3 回目の調査では検出された属種数が増加した。カゲロウ目の推移を図 2 に示すと A 地点では 3 回の調査でカゲロウの属種数が 4 属～ 6 属と検出数が多いが、汚染の影響を受けた B 地点と C 地点は汚染後の 1 回目では 1 属～ 2 属でその後次第に属種数の増加が見られ 3 回目では B 地点は A 地点と属種は同様となり事故前にほとんど回復したものと推定される。D 地点と E 地点のカゲロウ属数は事故後はほぼ同様な変化を示しているが、D 地点と E 地点では流込からの底生動物の流入による影響が大きく回復が早かったものと考えられる。

2. B ～ E の汚染の影響があった地点でコカゲロウ属は 1 回目から、ヒラタカゲロウ属、タニガワカゲロウ属およびマダラカゲロウ属は 3 回目から出現しているがこれら 3 属は流れの速いところに棲息する種でありこれは上流から流下し増殖したのと考えられる。ヒメカゲロウ属は流れの遅い汚染したところに棲息する種であり、1 回

表 2 カゲロウ目の属種

年月	属名	A地点	B地点	C地点	D地点	E地点
2004.1	ヒラタカゲロウ属	-	-	-	-	-
	タニガワカゲロウ属	-	-	-	-	-
	キハダヒラタカゲロウ属	+	-	-	-	-
	コカゲロウ属	+	+	+	+	+
	ヒメトビイロカゲロウ属	-	-	-	-	-
	マダラカゲロウ属	+	-	-	-	-
2004.6	ヒメカゲロウ属	-	-	+	-	-
	モンカゲロウ属	+	-	-	-	-
	ヒラタカゲロウ属	-	-	-	-	-
	タニガワカゲロウ属	+	-	-	-	-
	キハダヒラタカゲロウ属	+	-	-	-	-
	コカゲロウ属	+	+	+	+	+
2005.1	ヒメトビイロカゲロウ属	+	-	-	-	-
	マダラカゲロウ属	+	-	-	-	-
	ヒメカゲロウ属	+	-	+	+	-
	モンカゲロウ属	-	-	-	-	-
	ヒラタカゲロウ属	+	+	+	-	-
	タニガワカゲロウ属	+	+	-	-	-

表 3 IBI による評価

調査年月	調査地点	区分										評価値	評価
2004.1	A地点	5	5	1	5	5	3	3	5	5		37	G
	B地点	1	1	1	3	5	1	3	3	3		21	P
	C地点	1	3	1	3	5	3	3	3	5		27	F
	D地点	3	1	1	3	5	5	1	5	5		29	F
	E地点	1	1	1	3	5	1	1	3	3		19	P
2004.6	A地点	5	5	5	5	5	5	3	3	5		41	EX
	B地点	1	3	1	3	5	5	1	3	3		25	F
	C地点	3	5	1	3	5	3	1	5	5		31	G
	D地点	3	5	1	3	5	3	1	5	5		31	G
	E地点	1	5	1	3	5	1	1	5	5		27	F
2005.1	A地点	5	5	5	5	5	5	3	5	5		43	EX
	B地点	5	5	5	5	3	3	3	5	3		37	G
	C地点	5	5	5	5	3	5	3	5	5		41	EX
	D地点	3	3	1	3	3	3	1	3	3		23	P
	E地点	3	5	1	3	1	3	1	3	5		25	F

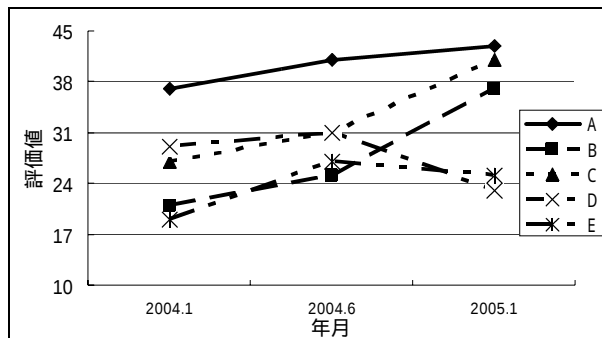


図 2 カゲロウ目の属数の推移

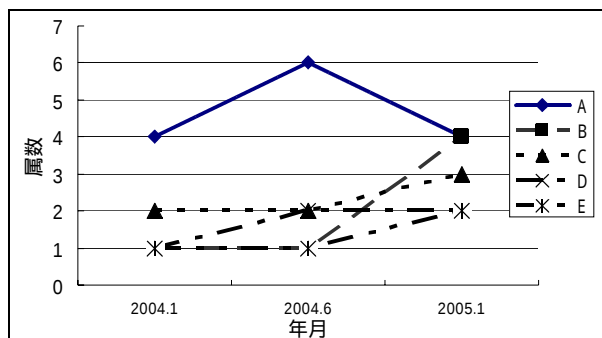


図 3 IBI 値の推移

目はC地点，2回目はC地点およびD地点に出現しているがこの種は農業汚染の影響は少なかったものと考えられる．

3．IBI 値のそれぞれのトレンド（図3）では，A 地点は1回目～3回目までほとんど変化が見られないが，B 地点およびC 地点は1回目～3回目になるに従って高くなりC 地点の IBI 値はA 地点のものとほぼ同様となっており，1 年半後で河川の生物相は殆んど回復しているのではないかと思われる．またD 地点およびE 地点は1回目～3回目までほとんど変化は見られなかったが農業の汚染濃度が低く影響が少なかったことや流込からの底生動物の流入により生物相の回復が早まったことが考えられる．このことから，B 地点と C 地点の河川環境は事故前の状態に近づき回復していると推定される．これは汚濁に耐えない種が1回目～3回目までB 地点はシロハラコカゲロウ，ウルマーシマトビケラ等3種～13種，C 地点はアオサナエ，ナミウズムシ等4種～11種と次第に増加していることが A 地点の IBI 値に近づいている大きな要因であり生物の復元にはこれらの種の復活に留意する必要があるのかもしれない．D 地点は汚濁に耐えない種はブユ，ガガンボ等7種～4種，E 地点はシロハラコカゲロウ1種～3種と出現種の変化が少ないことが IBI 値に変化が見られない大きな要因である．

4．B 地点および C 地点はカゲロウ目，および IBI 法ともに同様な傾向にあるので確実に復元へ向けて回復しているが，D 地点およびE 地点は変化がなく影響が見られなかった．

まとめ

クロルピリホスによる汚染事故があり底生動物への汚染による復元状況調査を行った．今回は汚染を受けなかった地点と汚染を受けた地点の底生動物のカゲロウ目の消長の比較および IBI 法によるトレンドの比較を行った．

1．汚染の影響があった地点付近およびその下流地点では，カゲロウ目の消長および IBI 法によるトレンドは汚染の影響がなかったA 地点とほぼ同様になっており，汚染から1 年半後の時点では殆んど回復していることが示唆された．

2．汚染の影響があった地点より 2.5km 下流地点およびその 1km 下流地点では，カゲロウ目の消長および IBI 法によるトレンドは変化が見られなかったが，これは流込からの底生動物の流入による影響が大きく回復が早かったものと考えられる．

汚染箇所付近およびその下流が完全に回復したかどうかはもう少しばらばら調査をしないと確実な判断はできないが，今回の調査で回復まではほぼ1 年半かかることがわかった．カゲロウ目の属種別の調査および IBI 法による評価は農業汚染の事故が生じた場合の河川の生物への影響と回復の状況を見る手段として有効な方法であると考えられる．

文 献

- 1) 廣田敏郎・坂口寛：クロルピリホス汚染調査と水生底生動物への影響，福岡市保健環境研究所所報，29，131-135(2004)
- 2) 廣田敏郎・坂口寛：魚および水生底生動物へのクロルピリホス毒性試験，福岡市保健環境研究所所報，29，71-75(2004)

表3 A 地点底生動物調査結果

種	2004.1.15	2004.6.8	2005.1.13
キロヒラガ 目			8
ミミズ 目			24
カゲロウ 目			10
カゲロウ 目(?)の一種		1	
シロハラコカゲロウ 目	7	2	
シロハラコカゲロウ 目	24	10	220
コカゲロウ 目 sp.H		4	
シロハラコカゲロウ 目		3	
ヒメシロコカゲロウ 目		1	
オオシロコカゲロウ 目	3		4
カゲロウ 目	4		
オオシロコカゲロウ 目	22	2	125
カゲロウ 目	2		
ヒメシロコカゲロウ 目		5	
オオシロコカゲロウ 目	2		
カゲロウ 目	4		
カゲロウ 目	1		1
オオシロコカゲロウ 目			1
ヒメシロコカゲロウ 目	3		
オオシロコカゲロウ 目		1	11
カゲロウ 目			1
カゲロウ 目	21	4	51
カゲロウ 目	59	128	72
カゲロウ 目	2		
カゲロウ 目	4		5
カゲロウ 目		3	17
カゲロウ 目			3
カゲロウ 目		9	25
カゲロウ 目		1	
カゲロウ 目	1	1	9
カゲロウ 目(腹鰓なし)	15	14	191
カゲロウ 目	1		
カゲロウ 目	88	48	109
カゲロウ 目	3	21	1
カゲロウ 目	11	11	11
カゲロウ 目			19
カゲロウ 目			1
カゲロウ 目	2		
カゲロウ 目	5	5	1
合計	284	274	920
生物種類	22	20	24

表 4 B 地点底生動物調査結果

種 名	2004.1.15	2004.6.8	2005.1.13
ミモシラカゲ 町			8
クダシカ 町			4
シロハコカゲ 町	112	15	186
コカゲ 町属 sp.H		2	
ヨシノコカゲ 町		1	
オオマダ ラカゲ 町			3
オオマダ ラカゲ 町			94
カトシホ			1
アサシカケ ラ属			1
カミラカケ ラ属			1
ウルマ-シマビ ケラ	19	18	29
コカ 夕マビ ケラ属	18	102	34
コケ リトビ ケラ属			2
コカツツビ ケラ			4
ヒメド ロムシ科		1	5
カガシホ 科			1
フ ヲ科	2	3	
ユスリカ科(腹鰓なし)	47	12	139
ニホノヨコヒ			29
ミズ ムシ	4	3	
ナミウス ムシ		7	5
ヒル類	1	2	
ミズ ミズ 科			18
カニナ			1
モアラガイ		1	
サマカ イ	1		
ヒラキミズ マイイ	1	6	
合計	205	175	564
生物種類	9	15	18

表 5 C 地点底生動物調査結果

種 名	2004.1.15	2004.6.8	2005.1.13
ミモシラカゲ 町			3
シロハコカゲ 町	8	19	82
サホコカゲ 町		2	
コカゲ 町属 sp.H		2	
ヨシノコカゲ 町		1	
オオマダ ラカゲ 町			10
ヒメカゲ 町属	2	1	
オガ サイ			2
オヤマ			1
アササイ	2		
アサシカケ ラ属			1
ウルマ-シマビ ケラ	29	9	24
コカ 夕マビ ケラ属	14	38	16
コケ リトビ ケラ属			1
ヒゲ ナガ ハナミ			1
ヒメド ロムシ科			3
カガシホ 科			1
フ ヲ科		21	1
ユスリカ科(腹鰓なし)	1	44	55
ニホノヨコヒ		1	1
ミズ ムシ	7	38	
ナミウス ムシ	4	7	17
ヒル類			1
ミズ ミズ 科			17
モアラガイ	4	18	
サマカ イ		11	
ヒラキミズ マイイ		1	1
合計	71	213	238
生物種類	9	15	19

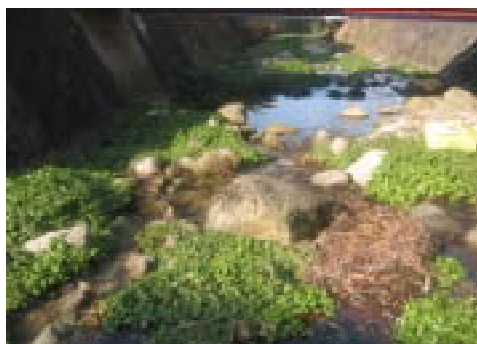


図 5 A 地点

表 6 D 地点底生動物調査結果

種 名	2004.1.15	2004.6.8	2005.1.13
シロハコカゲ 町	27	16	64
コカゲ 町属 sp.E			1
コカゲ 町属 sp.H		5	
ヨシノコカゲ 町		1	
オオマダ ラカゲ 町			10
ヒメカゲ 町属		1	
オガ サイ	1		1
ウルマ-シマビ ケラ	8		
コカ 夕マビ ケラ属	12	10	4
ヒメド ロムシ科			1
ウスバ ヒメカ ガシホ 亜科	2		1
カガシホ 科	2		
フ ヲ科	12	2	18
ユスリカ科(腹鰓なし)	35	6	212
ミズ アフ 科		1	
ニホノヨコヒ		1	
ミズ ムシ	20	20	8
ナミウス ムシ	2		
ヒル類	1	2	2
ミズ ミズ 科			35
カニナ	1	5	
モアラガイ		1	
サマカ イ	3		
ヒラキミズ マイイ			1
マシ ミ	1		1
合計	127	71	359
生物種類	14	13	14

表 7 E 地点底生動物調査結果

種 名	2004.1.15	2004.6.8	2005.1.13
シロハコカゲ 町	4	7	12
サホコカゲ 町		6	
コカゲ 町属 sp.H		3	1
コカゲ 町属 sp.D			1
ヨシノコカゲ 町		1	
オオマダ ラカゲ 町			1
コカ 夕マビ ケラ属	5	10	7
ユスリカ科(腹鰓なし)	6	5	17
フ ヲ科			1
ミズ ムシ	14	19	11
ナミウス ムシ			1
ヒル類	4	10	10
ミズ ミズ			1
ミズ ミズ 科			45
サマカ イ			1
マシ ミ	1		
合計	34	61	109
生物種類	6	8	13



図 6 B 地点



图 7 C 地点

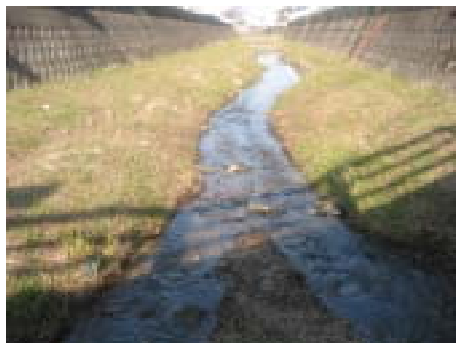


图 8 D 地点



图 9 E 地点