

コンクリート三面張り河川における生息場所不均一性と 底生動物の群集構造の関係

佐々木宏展^{1)2)*}・大澤剛士¹⁾³⁾・久加朋子¹⁾⁴⁾・前田知己¹⁾⁵⁾・石田裕子¹⁾⁶⁾・
清水洋平¹⁾・三橋弘宗¹⁾⁷⁾⁸⁾

Effects of habitat heterogeneity on benthic macroinvertebrate assemblages in a concrete-lined urban stream

Hironobu SASAKI^{1)2)*}, Takeshi OSAWA¹⁾³⁾, Tomoko KYUKA¹⁾⁴⁾, Tomoki MAEDA¹⁾⁵⁾,
Yuko ISHIDA¹⁾⁶⁾, Yohei SHIMIZU¹⁾, and Hiromune MITSUHASHI¹⁾⁷⁾⁸⁾

Abstract

We investigated relation between micro-habitat heterogeneity and the benthic macro-invertebrates community at a concrete-lined urban stream, Ikejiri River that flows through Sanda City, Hyogo Prefecture, Japan. We sampled benthic macroinvertebrates with quantitative method and measured environmental factors such as vegetation cover ratio, depth, river-bed substrate subdividing the micro-habitat into three types, that with vegetation cover, completely concrete cover and artificial small pool. Fifty taxa were recognized and the richness was the highest in the first type and the lowest in the third-type. The effects of the vegetation cover ratio for the number of taxa in each site by using Piecewise linear regression analysis showed that the richness was unexceptionally high more than 8% in the threshold value for the ratio against lower richness in less than 8%. We also performed the DCA (Detrended Correspondence Analysis) to make clear the ordination of the benthic assemblages. Ordination plot by site-score showed clearly different relative positions of three micro-habitat types. Correlation analysis between first axis of DCA and the environmental factors indicated positive relation with depth and negative with the vegetation cover ratio in the first axis. Ordination plot by species-score resulted the appearance of diagnostic indicator species to each habitat type. Our results revealed benthic community structure varied within partial instream habitat types, and suggested that small scale and local restoration such as by recovering vegetation cover and by setting up a small artificial pool might be effective tools even in a concrete-lined urban stream.

Key word: concrete-lined stream, macroinvertebrates, vegetation cover, habitat heterogeneity, urban stream restration

¹⁾ 水辺のフィールドミュージアム研究会 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Working team of field museum in wetland ecosystem; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan

²⁾ 摂津市立第二中学校 〒566-0054 大阪府摂津市鳥飼八防2丁目1番1号 Settsu Daini junior high school; Torikai-hatibou 2-1-1, Settsu, Osaka, 566-0054 Japan

* Corresponding Author: sasa31312002@yahoo.co.jp

*その他の共著者所属は文末に示す。

はじめに

コンクリート三面張り護岸は、施工の簡便性と安全性、経済性の面で優れるため、主に河床勾配が大きい都市部の中小河川において広く施工されてきた工法である（玉井 1993）。この工法では、川底は均質かつ平坦化され、流速や水深の変化はほとんど生じない。さらに、川底をコンクリートで固めるために、河床間隙は消失する。直線化された区間では土砂堆積も起こり難いため、植生が発達することは少ない。その結果、自然河川に比べると、物理環境の多様性に乏しく、それに呼応して水生生物の多様性が低下することが懸念されている（島谷 1994, 金澤ほか 2006）。

近年になって、河川法の改正に伴って環境対策や多自然型川づくりの推奨により、コンクリート三面張り護岸が施された河川（以下、三面張り河川とよぶ）を再改修して、自然状態の流路を再生することが、いくつかの川で進められている。例えば、岩田（1994）は、魚類の生息場所を再び創出するために、低水路を蛇行させて、瀬や淵の造成を行った。豊島ら（1996）は、河床および河岸がコンクリートの連結ブロックによって固められ、直線化された小河川において、連結ブロックを除去し、木製床止工の設置による魚類群集の生息場所再造成を行った。これらのように、三面張り河川の再改修が可能な場所では、自然再生を行うことが可能である。しかし、多くの場合、川と隣接して住宅地や道路、農地が立地し、用地取得や治水上の安全面確保に課題があるため、再改修は容易ではない。現実的には、三面張り河川を再改修するとしても、現在の流路と河床を著しく改変しない対策を立てざるを得ない。三面張り河川において、現状の河川形状を維持しつつ、生息場所の復元や水生生物の回復を効率的に促進するための知見を得るには、このような区間において水生生物の生息状況を把握し、辛うじて多様な水生生物が生息可能な微生息場所の条件を明らかにすることが必要である。

三面張り河川であっても、わずかながら落差や土砂堆積、水際植生、凹みなどは存在するが、こうした微生息場所条件と水生生物の対応関係はもちろんのこと、三面張り河川における水生生物群集に関する知見は、極めて乏しい。先行研究として、コンクリート基質と自然基質の底生動物群集を比較した研究はあるが（金澤ほか 2006）、都市における三面張り河川を対象とした研究ではない。国内では、都市の三面張り河川の流程内における微細生息場所や物理的環境の不均一性と水生生物群集の関係に着目した研究は皆無である。

一般的に、水生昆虫に代表される底生動物は微細な物理環境の変化に鋭敏に反応を示しやすい（谷田 2010）、三面張り河川内においても人為的あるいは自然

的な不均一性に対しても、群集構造が応答することが予想される。もし、三面張り河川内における微生息場所の差異に対して、底生動物の応答特性や指標性を把握できれば、人為的手段によって微生息場所の物理環境条件を創出するために必要な基礎的情報を得ることができると考えられる。そこで、本研究では、兵庫県三田市の都市郊外を流れる三面張り河川において、流程内に形成された微生息場所の不均一性および物理環境条件と底生動物の群集構造との対応関係について調査し、本研究の評価結果に基づいて、三面張り河川において実現可能な小規模な自然再生の方策について議論する。

方 法

調査地概要

底生動物および河川の物理環境に関する調査は、梅雨以降の比較的規模の大きな出水時期を避けるため、2008年6月8日に兵庫県南東部をながれる武庫川水系池尻川にて行った。池尻川は三田市のフラワータウン北部に位置し、全長約2.7kmの小規模な砂防河川である。この河川は、80年代前半の大規模ニュータウン開発に伴った流下能力の向上対策として、河道の直線化と拡幅、側壁のコンクリート護岸および河床根固め工による河川改修が行われた。丘陵地斜面と隣接する河川の右岸側は、部分的に二次林が残存しており、左岸側の大半は農地及び住宅地として利用されている（Fig.1）。池尻川の上流部は、森林に囲まれた丘陵地に端を発して、一度ため池に貯留されてから流出し、コンクリート三面張りの流路のみを経て、調査地に達しているため、自然の河床区域からの生物相の供給は皆無である。調査地は、視覚的に、明らかに植生が定着している区間や利水のための凹みを有する区間など、微生息場所の違いが確認できた。また、河道内の植生や土砂堆積の対策については、少なくとも、ここ調査実施の3年前からは行われていない。

野外調査及び室内処理

底生動物の調査は、10箇所の調査区を設けて、区間ごとに単位時間（5分間前後）を定めた定量採集を行った。調査区は目視によって、1）施工後の時間経過にともない両岸の水際にまとまった植生の定着が見られる区間（Fig.2a）、2）水際に植生が点在するもののあまり定着がみられない区間（Fig.2b）、3）河床の凹み（利水施設によって生じる淵）を有する区間（Fig.2c）に区別してそれぞれ均等に選定した。底生動物は、開口部16×24cmのハンドネットを用いて採取し、得られたサンプルは75%エタノール溶液で保存した。サンプルは実験室に持ち帰った後に、実体顕微鏡下で選別し、可能な限り下位の分類群まで同定を行い、分類群ごとに個

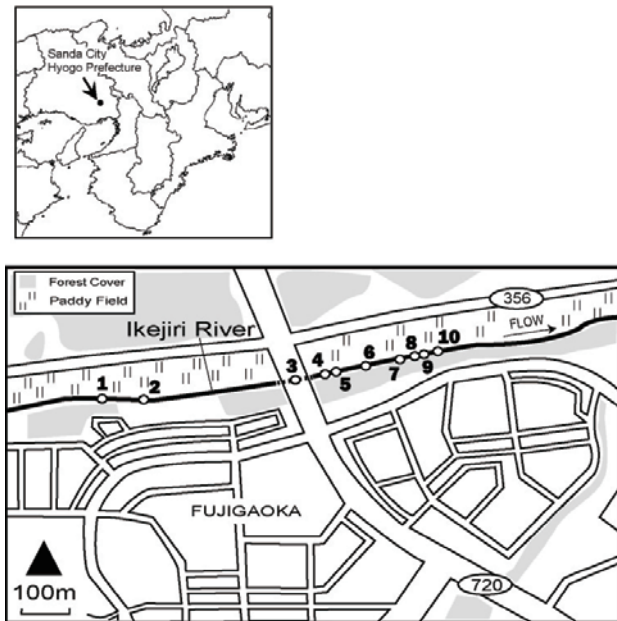


Fig.1 Study area and sampling sites in Ikejiri River in Mukogawa basin. Circles of Map below show the sampling sites.

図1 武庫川水系池尻川の調査地概要（地図上の○印の1～10はサンプリングサイトを示す。）

体数を計数した。

環境要因は、各調査区において水深・植被率・川幅・底質の4項目について計測した。植被率(%)は、横断方向の植生幅/川幅×100として計測した。調査区ごとの計測値をTable1に示した。また、本研究では、区間ごとに水際部の植被率を10%以上の植生の定着が見られた区間を植生区、10%未満をコンクリート区、凹み(水深10cm以上)が造成されている区間を淵

造成区と定義した。その結果、St.1, St.2, st.6を植生区、St.7, St.9, St.10をコンクリート区、St.3, St.4, St.5, St.8を淵造成区として区分した(Table 1)。

統計解析

植被率と底生動物の分類群数との関係性および閾値応答の有無を検討するために、ポワソン分布をリンク関数としたピースワイズ回帰分析(Piecewise linear regression)を行った。ピースワイズ回帰分析は、傾きが異なる2本の回帰直線を当てはめることで、環境応答が急激に変化する閾値(Break-Point)を検出することができる方法である(Mathieu et al. 2007)。

次に、野外調査によって得られた調査サイトごとの種組成データに基づいて、除歪対応分析(Detrended Correspondence Analysis; 以下DCA)により地点および分類群について序列化した。この際、偶然に出現した分類群による歪みを回避するため、全サイト合計で1か所しか出現しなかった分類群は解析対象から除いた。解析には、単位時間あたりの個体数として標準化した後、定数1を加え、等分散性、正規性を図るため、自然対数変換を行った値を用いた。DCAの結果に基づき、底生動物の群集構造に影響を与える環境要因を検討するため、DCA第1軸および第2軸の固有値と植被率・川幅・水深との相関関係(ピアソンの相関係数)を計算した。

すべての統計解析は、R2.41(The R developmentcoreteam, <http://www.r-project.org>)を利用し、ピースワイズ回帰分析は、パッケージsegmented(Muggeo 2011)を用いた。また、DCA(Hill 1979)は、パッケージvegan(Oksanen 2011)を用いた。

Table 1. Summary of investigation sites. Habitat type was subdivided into WV(with vegetation cover area), AP(artificial small pool area) and NV(no vegetation cover area).

表1 調査地の物理環境の概要。ハビタットタイプは、WV(植生あり)、AP(凹地)、NV(植生なし)の3つに区分した。

Site	Habitat type	Vegetation cover (%)	substrate	Width (m)	Depth (cm)
1	WV	35.6	Concrete	3	2
2	WV	33.4	Concrete	2.8	3
3	AP	0	Gravel	4.1	20
4	AP	0	Gravel	3.7	15
5	AP	0	Gravel	4.2	34
6	WV	12.3	Concrete	4.7	4
7	NV	5	Concrete	4.4	3
8	AP	0	Gravel	5.9	31
9	NV	2.9	Concrete	5.1	2
10	NV	2.8	Concrete	5.1	2

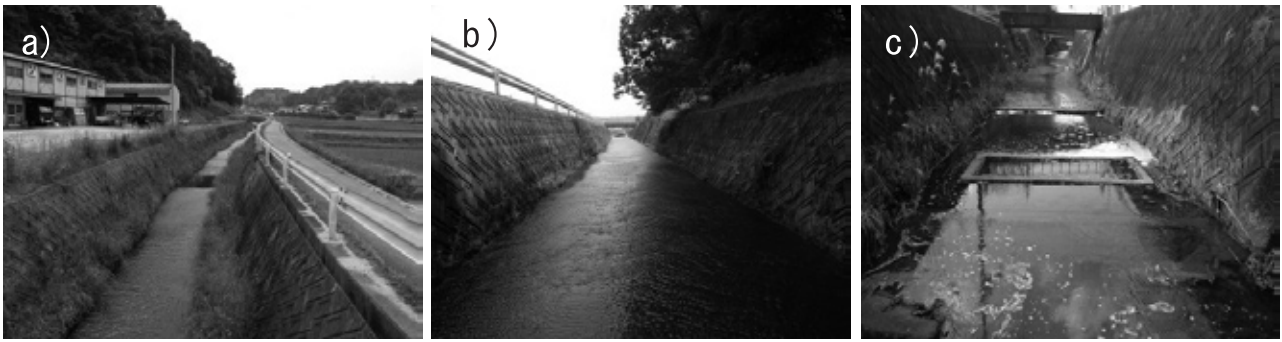


Fig.2 Typical habitat type of Ikejiri River; a) vegetation cover area, b) no vegetation cover area, c) artificial small pool area.

図2 目視により選定した各生息場所タイプ. a) 植生区(施工後の時間経過ともない両岸の水際にまとまった植生の定着が見られる区間), b) コンクリート区(水際に植生が点在するものあまり定着がみられない区間), c) 淵造成区(河床の凹み(利水施設によって生じる淵)を有する区間).

結 果

本研究では、全調査区を対象として50分類群の底生動物が採取された(Table3). 各調査区の種類群数は、植生区で32から34、コンクリート区で18から31、淵造成区で15から22であった。底生動物の種類群数と植被率に関する散布図とピースワイズ回帰分析の結果をFig 3に示す。底生動物の種類群数は、植被率が低い場合には低く、約10%以上になると一定の高い値となった。ピースワイズ回帰分析の結果、植被率に対する底生動物の種類群数の応答に関する閾値(break-point)は 8.54 ± 4.89 SD (%)であった。回帰直線からも、植被率が8.54(%)を超えると、傾きはほぼ一定の値で、大きな増減傾向は確認できなかった。

底生動物群集による調査区ごとのDCAの結果を示す(Fig.4A)。固有値は、第1軸が0.247、第2軸が0.128であった。第3軸は、値が小さく群集構造に関する説明力が乏しいものと判断したので、以下の分析では、第1軸、第2軸のみ利用して、サイトスコアの散布図を示した。第1軸の値は、St.1、St.2で値が小さく、St.6、St.7、St.9、St.10で中程度の値を示し、St.3、St.4、St.5、St.8で値が大きかった。第2軸の値は、St.8で大きく、St.3、St.4、St.5で小さい値を示した。

今回の調査により得られたDCAの種スコアの散布図を示す(Fig.4B)。DCA第1軸の値は、シオカラトンボ(*Orthetrum albistylum speciosum*)やオオシオカラトンボ(*Orthetrum triangulare melania*)、ハグロトンボ(*Calopteryx atrata*)、チビヒゲナガハナノミ(*Ectopria opaca opaca*)などが小さい値を示した。全調査区で採集されたエリユスリカ亜科(*Orthocladinae* spp.)および、一か所を除く全調査区で採集されたサホコカゲロウ(*Baetis sahoensis*)、Hコカゲロウ(*Baetis* sp. H)は中程度の値を示した。さらに、アメリカザリガニ(*Procambarus clarkii*)やイトミミズ亜科(*Tubificinae*

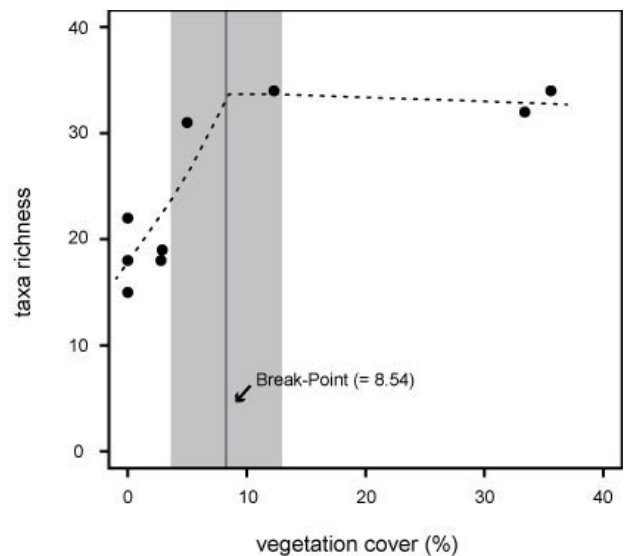


Fig.3 Piecewise linear regression relationship between taxa richness and vegetation cover(%). Gray zone indicates Standard margin of deviation (break-point= 8.54 ± 4.89 (%)).

図3 底生動物の種類群数と植被率に関する散布図とピースワイズ回帰分析。グレーゾーンは閾値の標準偏差を示す。(閾値= 8.54 ± 4.89 (%)).

spp.)などは、大きい値を示した。第2軸の種スコアの値は、イシビル科の一種(*Erpobdellidae* sp.)が大きく、アメリカザリガニ(*Procambarus clarkii*)、イトミミズ亜科(*Tubificidae* spp.)で小さかった。

底生動物の群集構造に与える環境要因を相関分析により検討した結果を示す(Table 2)。DCAの第1軸サイトスコアは水深と正の相関($r = 0.896$, $p = 0.00045$)があり、植被率と負の相関($r = -0.77$, $p = 0.028$)があった(Table 2)。第2軸は、水深・川幅・植被率ともに有意な相関は見られなかった(Table 2)。以上より、DCA第1軸は、水深及び植被率が説明要因の1要素であることが示された。また、2軸に関しては、本研究で検討した環境要因との顕著な相関が見られなかった。

考 察

本研究では、全調査区で50分類群の底生動物が採取された (Table 3). 既存の研究では、兵庫県内の14水系811地点の種数を検討した結果、平均32.4種であった (兵庫県 2007). このことから、調査対象とした池尻川は、三面張り河川にも関わらず、一定数の底生動物が生息しており、微生物場所による環境応答を検討する上で、種数の乏しさによる検出力の低下は懸念材料とはならないと考えられる. 各調査区の種類群数は、植生区が最も多く、コンクリート区に次いで淵造成区となった. 淵造成区では、植生区の約半分の種類群数になるほか、水深が浅いコンクリート区よりも乏しい傾向があっ

た. 淵造成区は、礫や砂が堆積していたにも関わらず、コンクリート製のポケットのため、下方や側方からの水交換が起こり難いため、底質が無酸素状態になっていた可能性が高いと考えられる. 一方、植生区において種類群数が多いことは、水際植生の存在が止水性または植物体に依存した水生生物を生息可能し、種数の豊富さを担保することや (岩崎 1997)、渇水時においても湿潤で嫌気的な状況になりにくいことが関係すると考えられる. 自然河川だけでなく、三面張り河川であっても植生が確保されていることで多様性を高めると考えられる.

DCAの結果からも、三面張り河川であっても、調査区ごとのサイトスコアの座標付けから、底生動物の群集構造に明瞭な差異が生じていることも明らかになった (Fig.4A). DCA1軸の値は植生区で小さく、淵造成区で大きくなった. また、コンクリート区で中程度の値を示した. DCA1軸の値は植被率および水深により説明され (Table 2), 群集構造を規定する要因として、植被率や水深が関係する可能性が高い.

さらに、種スコアの座標付けにおいて (Fig.4B), 第1軸が小さい値を示したシオカラトンボ (*Orthetrum albistylum speciosum*) やオオシオカラトンボ (*Orthetrum triangulare melania*), ハグロトンボ (*Calopteryx atrata*), チビヒゲナガハナノミ (*Ectopria opaca opaca*)などは、植生区でのみ採集された. 図鑑による定性的な記述ではあるが、ハグロトンボは平地から丘陵地の水生植物が繁茂する緩やかな流れのある場所に生息し、流水域を好むこと (杉村ら 1999), チビヒゲナガハナノミは堰堤壁面に生えた植物の根の中より蛹が確認されているとの報告 (林 2009)とも合致しており、今回の解析によって一定レベルの指標種群を把握することが出来た.

水際植生は、根や茎、そこにトラップされた葉などが混在することで複雑な空間構造を作り出し、そこに生息する分類群数や個体数を豊富にすることが知られている (Rutt et al.1989, Ormerod et al, 1993). 今回の結果からも、底生動物の種類群数と植被率は閾値応答することからも、約10%程度の規模の植生が確保されていることが種数の豊富さに有利に働くことが分かっ

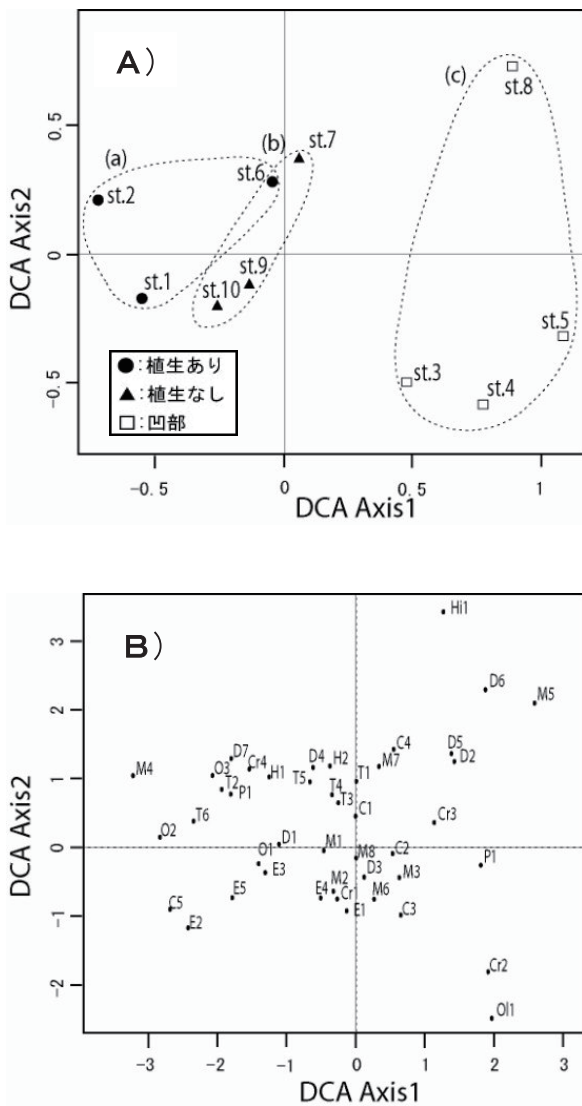


Fig.4 DCA ordination plot; A) sampling sites B) macroinvertebrate species. Alphabet code of figure below indicates macroinvertebrate names as shown in Table3.

図4 除歪対応分析 (DCA) による、A) 調査区および、B) 種の座標付け. 種の座標付けにおける省略コードは Table3 参照.

Table 2. Factor loading of each axis for environmental variables.

	Factor loading	
	Axis 1	Axis 2
Vegetation cover (%)	-0.77	0.15
Width	0.41	0.4
Depth	0.9	-0.04

Table 3. Species list of macroinvertebrates, population number and species code in DCA analysis in Ikejiri River.
表3 池尻川の調査地点別の種組成リストおよび個体数、DCA解析における種コード番号。

No	和名	目名	科名	学名	DCA										
					Code	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10
1	アメリカナミウスムシ	順列目	サンカクアタマウスムシ科	<i>Girardinia tigrina</i>	P1	11	1	146	114	1503	1996	180	50	4	
2	ヒメタニシ	原始紐舌目	タニシ科	<i>Sinotia quadrata histrica</i>	M1					3					3
3	カワニナ	鱗足目	カワニナ科	<i>Semisulcospira libertina</i>	M2	81	122	11	11	8	19		2		13
4	ヒメモノアラガイ	基眼目	モノアラガイ科	<i>Astropylea ollula</i>	M4	4	22								
5	コンダカヒメモノアラガイ			<i>Fossaria truncatula</i>	M7						2	1			
6	モノアラガイ			<i>Radix auricularia japonica</i>	M5			1	1				2		
7	サカマキガイ		サカマキガイ科	<i>Physa acuta</i>	M6	177	2280	301	50	100	25	101	2	42	29
8	ヒラマキガイ科		ヒラマキガイ科	<i>Planorbidae sp.</i>	M8	2				10					
9	シジミ属	マルスダレガイ目	シジミ科	<i>Corbicula sp.</i>	M3	9	1	29	2	2	10	1	1		22
10	イトミミズ亜科	イトミミズ目	イトミミズ科	<i>Tubificinae spp.</i>	O11	82	1	129	157	163			5	1	
11	イシビル科	無吻陸目	イシビル科	<i>Erebodellidae sp.</i>	H11	1	1				1		3		
12	ミスムシ	ワラジムシ目	ミスムシ科	<i>Asellus hilgendorfi hilgendorfi</i>	Cr4	40	189	1			57	40	1		2
13	カワリヌマエビ属	エビ目	ヌマエビ科	<i>Neocaridina sp.</i>	Cr1	23	6	1	1	5	9	7			
14	スズエビ		テナガエビ科	<i>Palaeomon paucidens</i>	Cr3			1			1				
15	アメリカザリガニ		アメリカザリガニ科	<i>Procambarus clarkii</i>	Cr2			6	2	11		4	1	6	
16	サワガニ		サワガニ科	<i>Geothelphusa dehaani</i>							1				
17	サホコガゴロウ	カゴロウ目	コカゴロウ科	<i>Baetis saltoensis</i>	E1	434	93	131	31		54	68	1	189	34
18	フタモンコカゴロウ			<i>Baetis taiwanensis</i>	E3	41	43	1			30	1	2	23	6
19	Gコカゴロウ			<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	E2	41	1								
20	Hコカゴロウ			<i>Tenuibaetis sp.H</i>	E4	228	128	35	27		10	45	6	314	354
21	コカゴロウ科			<i>Baetidae spp.</i>	E5	1									2
22	ハクロトンボ	トンボ目	カワトンボ科	<i>Calopteryx atrata</i>	O3	2	8				3	1			
23	コオニヤンマ		サナエトンボ科	<i>Steboldius albardae</i>		1									
24	シオカラトンボ		トンボ科	<i>Orithetrum albistylum speciosum</i>	O2	2	2								
25	オオシカワゴロウ	カワゴロ目	オオシカワゴロウ科	<i>Orithetrum triangulare melania</i>	O1	2	1				2				
26	オナシカワゴロウ		オナシカワゴロウ科	<i>Nemoura sp.</i>	P1	640	327	2			72	53		1	3
27	チビミスムシ亜科		ミスムシ科	<i>Micronecta sp.</i>	H2	1						10		3	
28	コオイムシ		コオイムシ科	<i>Appasus japonicus</i>						1					
29	タイコウチ		タイコウチ科	<i>Luaccotrepes japonensis</i>	H1						1				
30	コガタシマトビケラ属	トビケラ目	シマトビケラ科	<i>Cheumatopsyche sp.</i>	T4		3				12	1		1	
31	ヒメトビケラ属		ヒメトビケラ科	<i>Hydropila sp.</i>	T1	28	245	2		46	333	71	21	106	55
32	コエグリトビケラ属		コエグリトビケラ科	<i>Apatania sp.</i>	T2	5	81			3	1	2	1	8	
33	ニンギョウトビケラ		ニンギョウトビケラ科	<i>Goera japonica</i>	T3	10	5	3		1	28	17		5	2
34	コカクツツトビケラ属		カクツツトビケラ科	<i>Lepidostoma sp.</i>	T5	2	4				13				
35	アオヒゲナガトビケラ属		ヒゲナガトビケラ科	<i>Mystacides sp.</i>	T6	4	2								
36	オヒゲナガトビケラ	ハエ目	ヒゲナガトビケラ科	<i>Tipula sp.</i>	D2	1	10	1		20	17	2	7		
37	チヨウバエ科		チヨウバエ科	<i>Psychodidae sp.</i>	D7		41				10	10			
38	ヒゲユスリカ族		ユスリカ科	<i>Tanytarsini spp.</i>	D5			20		100	303	100	75	80	
39	ユスリカ亜科			<i>Chironominae spp.</i>	D6				20		21	30	63		2
40	エリユスリカ亜科			<i>Orthocladinae spp.</i>	D3	429	248	134	51	61	764	631	24	2557	3896
41	モンユスリカ亜科			<i>Tanypodinae spp.</i>	D4	387	376	26	3		162	83	21	20	21
42	アジマダラアコ属		アコ科	<i>Simulium sp.</i>	D1	368	847	26			433	590		490	343
43	コガシラミスムシ (成虫)	コウチュウ目	コガシラミスムシ科	<i>Pelodytes intermedius</i>	C1		4			1					
44	セマルガムシ (成虫)		ガムシ科	<i>Coelostoma stultum</i>						1	62	2			
45	コマアガムシ亜科			<i>Berosinae sp.</i>								1			
46	ガムシ科 (幼虫)			<i>Hydrophilidae sp.</i>	C2	27	28	26	24	2	81	25	5	7	11
47	ヒメドロムシ亜科		ヒメドロムシ科	<i>Elmidae sp.</i>	C4			1			20	10	1		
48	チビヒゲナガハナノミ		ヒラタドロムシ科	<i>Ectopria opaca opaca</i>	C5	21	4								
49	マルヒラタドロムシ属			<i>Eubrianax sp.</i>			21								
50	マスタチビヒラタドロムシ (幼虫)			<i>Psephenoides japonicus</i>	C3	1		5		2				2	20
		種数				34	32	22	15	18	34	31	22	19	18
		総個体数				3110	5145	1037	495	2030	4566	2091	296	3877	4800

た。まとまりを持った水際植生による複雑な空間構造が形成されると、三面張り河川においても、ハグロトンボ (*Calopteryx atrata*) やチビヒゲナガハナノミ (*Ectopria opaca opaca*) といった植生に依存した指標種群の息が可能性になることで、植生区に特有の群集構造が形成されると考えられる。

種スコアによる座標付けの第1軸で、大きい値を示したアメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*) やイトミミズ科 (Tubificinae spp.) は、植生の被覆がなく、水深が深い調査区で多く採集される傾向にあった (Table 3)。アメリカザリガニやイトミミズ科は、汚濁耐性種として知られており (谷田 2010)、汚濁水質に耐性のある種群の出現傾向や位置関係からも、先述したように、三面張り河川に設置されたコンクリート製のポケット状の淵は、水の交換が悪く、水質の汚濁が進みやすいため、分類群数の低下を引き起こしたと考えるのが妥当であろう。

都市河川の小規模な再整備への適用

池尻川のような小規模河川の改修は非常に多くの地域で実施されている。そのような河川環境の再生を考える場合、コンクリート三面張り護岸によって直線化された河川を再蛇行化することは現実的ではない。本研究の結果が示すように、三面張り河川内に生じる小規模な物理環境の違いによっても、底生動物群集の不均一性が生じることから、現状のコンクリート三面張り護岸の形状を維持した上でも、ある程度の生物多様性の保全や再生を図ることが可能だと考えられる。このことは、小規模な水施工や捨て石、凹凸のある基盤コンクリート等を用いた簡易な施工によっても、現状よりも種多様性や生物量を増大させる可能性があることを示唆している。河道内に局所的にでも、掃流力の小さい区間が形成されることで、土砂が堆積し、その上に草本植生が定着している都市河川は全国的に数多く見られるが、その生態学的な効用が評価されないまま、植生が除去されているケースは少なくない。治水安全度の観点から、河積が十分に確保できている場合には、小規模な施工を導入するだけで、積極的にこうした生息場所を再生することが可能かもしれない。特に、ニュータウン開発に伴った河川改修の場合には、河積に余裕がある場合が多く、開発によって失われた自然環境の質的な回復に繋がると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、武庫川上流域ルネッサンス委員会事務局の兵庫県県土整備部三田土木事務所の太田義広氏には、調査地の便宜を図っていただきました。サンプル処理作業にご協力下さった兵庫県立有馬高校教諭の

土居恭子教諭、同高科学部の山下駿さん、野澤真崇さん、坊沙織さん、山本貴之さん、和田彬宏さん、佐藤飛鳥さんには深くお礼を申し上げます。また、研究を遂行する上で貴重なご意見をいただいた水辺のフィールドミュージアム研究会のメンバー各位に感謝いたします。加えて、担当編集委員と2人の校閲者には、丁寧かつ適切なコメントを頂いた。本研究は、「花王・コミュニティミュージアム・プログラム2007」および「花王・コミュニティミュージアム・プログラム2008」博物館・美術館等を拠点とした市民活動の応援にて助成を受けた。以上の方々に、この場を借りて心から感謝いたします。

要 旨

兵庫県三田市郊外を流れるコンクリート三面張り河川の池尻川において、河道内に形成された微生物場所の不均一性と底生動物群集の対応関係について調査した。調査は、微生物場所を3タイプ(植生区、コンクリート区、淵造成区)に区分して、底生動物群集を定量的に採集し、植被率、水深、底質等の物理環境条件を計測した。その結果、50の分類群が確認され、各タイプで確認された分類群数は、植生区で最も多く、次いでコンクリート区、淵造成区の順となった。地点ごとの分類群数と植被率の応答を分析した結果、植被率が約8%までは低い値だったが、この閾値を超えると一定して高い値となった。底生動物群集の特性を明らかにするため、除歪対応分析 (Detrended Correspondence Analysis, DCA) を行った。地点スコアによる座標付けでは、調査区で明瞭に構成が異なっており、DCAの各軸と環境要因の相関分析の結果、1軸は水深と正の相関、被植率と負の相関があった。また、種スコアによる座標付けの結果、各調査区で特有の指標性を持った種群が確認された。本研究の結果より、単調化された三面張り河川でも、水際植生の存在やプールの設置によって、局所的に群集構造が変化することから、都市の三面張りコンクリート河川においても、小規模な自然再生によって効果が期待できるだろう。

文 献

- Denöel, M. and Ficetola, G.F. (2007) Landscape-level thresholds and newt conservation. *Ecological Applications*, 17, 302-309.
- 林成多 (2009) 日本産ヒラタドロムシ科概説。ホシザキグリーン財団研究報告, 12, 35-85.
- Hill, M.O. (1979) DECORANA: a Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University Ithaca.
- 兵庫県 (2007) ひょうごの川・自然環境アトラス～河川生態系

- を考へる手がかりとして～. 兵庫県県土整備部・兵庫県立人と自然の博物館, 186p.
- 岩崎敬二・大塚野泰介・中山耕至 (1997) 賀茂川中流域の川岸植物群落内の中・大型水生動物群集. 陸水学雑誌, 58, 277-291.
- 岩田誠 (1994) 大和市引地川ふれあい広場と多自然型改修. 自然環境復元研究会 (編), 自然復元特集 3 水辺バイオトープーその基礎と事例一, 信山社サイテック, 東京, 68-78.
- 金澤康史・三宅洋 (2006) コンクリート基質—自然基質間における河川性底生動物の群集構造の比較. 応用生態工学, 9, 141-150.
- Muggeo, V.M.R. (2011) Segmented : Segmented relationships in regression models. R package version 0.2-8.2 <www.r-project.org>
- Oksanen, J. (2011) Vegan: Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial <www.r-project.org>
- Ormerod, S.J., Rungle, S.D., Lloyd, E.C. and Douglas, A.A. (1993) The influence of riparian management on the habitat structure and macroinvertebrate communities of upland streams draining plantation forests. Journal of Applied Ecology, 30, 13-24.
- Rutt, G.P., Weatherley, N.S. and Ormerod, S.J. (1989) Microhabitat availability in Welsh moorland and forest streams as a determinant of macroinvertebrate distribution. Freshwater Biology, 22, 247-261.
- 島谷幸宏・小栗幸雄・萱場祐一 (1994) 中小河川改修前後の生物生息空間と魚類相の変化. 水工学論文集, 38, 337-344.
- 杉村光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司 (1999) 原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑. 北海道大学図書刊行会, 札幌, 917p.
- 玉井信行・水野信彦・中村俊六 (1993) 次世代型の河川改修をめざして. 玉井信行・水野信彦・中村俊六 (編), 河川生態環境工学—魚類生態と河川計画—. 東京大学出版会, 東京, 133-163.
- 谷田一三 (編) (2010) 河川環境の指標生物学. 北隆館, 東京, 197p.
- 豊島照雄・中野繁・井上幹生・小野有五・倉茂好匡 (1996) コンクリート化された河川流路における生息場所の再造成に対する魚類個体群の反応. 日本生態学会誌, 46, 9-20.

(2011年 8月 2日受付)

(2011年 10月 25日受理)

共著者一覧 (つづき)

- ³⁾ 独立行政法人農業環境技術研究所 〒305-8604 茨城県つくば市観音台3-1-3 National institute for Agro-Environmental Sciences; Kannondai 3-1-3, Tukuba, Ibaraki, 305-8604 Japan
- ⁴⁾ 京都大学大学院工学研究科 〒612-8235 京都府京都市伏見区横大路下三栖東ノ口 Graduate School of Engineering, Kyoto University; Yoko-oji, Fushimi-ku, Kyoto, 612-8235 Japan
- ⁵⁾ 福井県立大学海洋資源学部 〒917-0003 福井県小浜市学園町1-1 Faculty of Marine Bioscience, Fukui Prefectural University; Gakuen-cho 1-1, Obama, Fukui, 917-0003 Japan
- ⁶⁾ 摂南大学理工学部生命科学科 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8 Department of Life Science, faculty of Science and Engineering, Setsunan University; Ikeda-nakamachi 17-8, Neyagawa, Osaka, 572-8508 Japan
- ⁷⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan
- ⁸⁾ 兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan