

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：34419

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16152

研究課題名(和文)人工構造物により生じた連続的で異なる河川生息場における生物多様性と攪乱後の過程

研究課題名(英文) Biodiversity and process after disturbance in consecutive but discriminative habitat in urban river

研究代表者

河内 香織 (KOCHI, Kaori)

近畿大学・農学部・講師

研究者番号：50423984

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：河川は古くから人間の暮らしと密接にかかわっており、河川環境を理解することは極めて重要な課題である。平成18年に多自然川づくりについての指針がまとめられているが、護岸や堰などの人工構造物にの多い河川において有機物の移動や連続しつつも個々に特徴を持つ生息場の研究は発展途上である。

本研究では、大和川本川と支川の富雄川に焦点を当て、まず河川に生息する水生動物群集について明らかにし、その上で本川では人工的に造成されたワンドや自然形成されたワンドにおける生物相を明らかにし、支川の富雄川では攪乱後の底生無脊椎動物群集の攪乱からの過程について明らかにした。本川支川ともにユスリカ類が多数を占めた。

研究成果の概要(英文)：Yamato River, which originates Kasagi Mountain district in Nara Prefecture, flows into Osaka bay is well known as dirty river in Japan, whereas many people swam in the river until 1960 era. Population growth attached to city development during high economic growth period and development of industries caused rapid degradation of water quality in 1970 era, whereas the water quality was improved because of sewage improvement recently. About 15 km distance from the mouth of a river, Yamato River was shifted in Edo Period, and consequently most of the channel of this reach was straight.

We focused on the main channel of Yamato River and tributary of the Yamato River; Tomio River to clarify macroinvertebrate assemblages and process after disturbance.

研究分野：河川生態学

キーワード：底生動物群集 水草 攪乱 水生昆虫 生息場 ワンド

1. 研究開始当初の背景

河川は古くから人間の暮らしと密接にかかわっており、河川環境を理解することは極めて重要な課題である(中村太土編、河川生態学 2014)。河川法では当初治水と利水に焦点が当てられていたが、1997年に初めて環境の整備と保全が目的に加えられた。平成18年に多自然川づくりについての指針がまとめられ、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するための河川管理が提言されているが、護岸や堰などの人工構造物の多い河川において有機物の移動や、連続しつつも個々に特徴を持つ生息場の研究は発展途上である。本研究は治水のために河川に人工構造物が設置されることを前提とし、護岸され水路化した河川であっても一部が生物の生息場所として機能することで河川全体の生物多様性が保全されると考え、一河川内における短い区間(生息場)ごとの生物相の把握とかく乱からの回復過程について焦点を当てる。

これまでの申請者の研究から、河川上流の溪畔林からは溪流に多量の落葉や枝が供給され、有機物流入量は河川周辺の地形に応じて変化することが明らかになった(Kochi et al. 2004, 2010)。また、堆積した有機物の質によってそれを利用する水生昆虫の成長や成虫の大きさが変化することを実験的に明らかにした(Kochi et al. 2010)。河川に流入した有機物は、有機物の持つ内在要因によって河床への滞留や流下パターンが異なることを明らかにし、河床構造の重要性を示した(Kochi et al. 2009)。以上の研究から、有機物の流下や滞留、および生物による利用を決定する重要な要素に流域の地質と植生、河床構造、河床材料が挙げられる。

申請者が所在する奈良県内には大和川水系が存在する。大和川水系は、奈良東部の笠置山地を発端として、奈良盆地を西部に流れ、大阪平野を抜けて大阪湾に流入している幹川延長68km、流域面積1070km²の一級河川である。多数の支川がゆるやかに本川に合流するため合流部では洪水被害が何度も発生しており、河道の付け替えや堰の多い川である。流域のほとんどが風化しやすい花崗岩を主体とした地質であるため、河床に砂が多く、その中に花崗岩の礫が混じった河床構造を持つ。

2. 研究の目的

上記の背景とこれまでの研究成果をもとに、本研究では人工構造物が多数設置された河川を対象として、生息場ごとの生物相と食物網、および攪乱からの回復過程を明らかにすることを目的とする。護岸や堰などの人工構造物の設置が必要な河川において、河川環境と生物多様性を保全するうえで効果的な空間の創出にむけた基盤研究を行う。研究期間内には次のことを明らかにした。

3. 研究の方法

(1) 比較的規模の大きな大和川本川では、人工的に造成されたワンド区間および、その上流に存在する自然発生したワンド区間を調査区間とし、ワンド部およびワンドに接続した直線部において生物群集を明らかにするとともに、ワンドの機能について評価した。調査地をワンド区間2区間、それに連続する直線区間2区間(上流から自然ワンド直線、自然ワンド、人工ワンド直線、人工ワンド)を各区間、流路延長100m設定し、5月と10月の計2回調査を行い、以下の項目について調査を行った。流路延長100m区間を流路方向に10mごとのメッシュ状に区切り、水深・流速・流向分布・河床材料を横方向に1mずつ測定、横方向を右岸岸際、右岸中央、左岸中央、左岸岸際の4つに分け、25cm×25cmのサーバーネットを用いて河床に滞留する有機物の測定、および河床生物の定量調査を行った。タモ網を使い、各区間3つ(右岸、中央、左岸)に分け、1時間ずつ定性調査を行った。

(2) 支川である規模の小さな富雄川において調査区間を設定し、底生無脊椎動物群集について明らかにするとともに、増水による自然攪乱による場合および人為的に攪乱した場合の2ケースを設定して攪乱後の過程について明らかにした。富雄川の近畿大学近く(下流側とする)の1地点で増水に関する調査を行い、上記の地点と上流部の2地点で人為的攪乱に関する調査を行った。増水に関する調査は流下移動(以下流下)と遊泳・歩行遡上(以下遡上)する水生昆虫を自作のトラップを用いて捕獲し、一般化線形混合モデルの尤度比検定(family=poisson, link=log)(以下尤度比検定)とt検定を用いて回復過程と程度について探った。人為的攪乱に関する調査は25cm×25cmの区画でサーバーネットを用いて水生昆虫を取り去り、同地点で5日、10日、15日後に再びサーバーネットで水生昆虫を捕獲した後、上記の検定を同様にを行い、水生昆虫の個体数の回復時間と程度を探った。

4. 研究成果

(1)

水深はいずれの区間も統計的に有意差が認められ、区間ごとに違う水深の傾向が見られた。5月の調査では直線区間に比べて、ワンド区間が浅くなる傾向が見られた。10月の調査では自然ワンド区間が深くなり、ばらつきも大きくなった。人工ワンド直線区間と人工ワンド区間の水深が5月と比べ、10月は浅くなっていった。流速5月は自然ワンド直線区間と人工ワンド区間に同じ傾向が見られた。10月はすべての区間で統計的に有意差が認められ、区間ごとに違う流速の傾向が見られた。5月の調査では直線区間では速く、ワンド区間では遅くなる傾向が見られた。10月

の調査では人工ワンド直線区間が遅く、人工ワンド区間が速くなった。流向分布は5月、10月ともにワンド区間のばらつきが大きくなった。河床材料の粒径分布は5月、10月で自然ワンド直線、ワンド区間ともに砂以下の粒径比率が減少し、礫の粒径比率が増加した。人工ワンドの粒径分布では5月と10月の間でワンド区間の砂以下の粒径比率が減少し、直線区間では砂以下の粒径比率が増加した。調査区間ごとの滞留有機物量は直線区間であっても滞留有機物量が多い場所が認められた。サーバーネットによる水生生物の定量採取ではワンド内外で統計的に有意差が認められた。自然ワンドではワンド内の生物個体数が有意に多いことが認められ、人工ワンドではワンド外の生物個体数が有意に多いということが認められた。5月の見つけどりでは見つけどりの多様性指数においてもワンド区間より直線区間が高いところが認められた。ワンドどうしを比較すると、自然ワンドで多様性指数が高く、種数も多い結果となった。10月の見つけどり結果では、見つけどりの多様性指数において大きな差はなく、総個体数において自然ワンドが最も多い結果となった。人工ワンドでは、土砂の堆積スピードが速く、造成後にどのようにワンドを維持するかが経済や人件費の面から課題になると思われた。人工ワンドでは土砂の堆積によってワンドが埋まり、その中央部が水路化して水が流れることによって流速が速くなったと考えられ、ワンドとしての機能を維持するためには定期的な浚渫の必要がある。

表1 大和川本川に出現した底生動物およびサーバーネットで採捕された稚魚

昆虫綱	カゲロウ目	コカゲロウ科	コカゲロウ属
		マダラカゲロウ科 ヒラタカゲロウ科 ヒメシロカゲロウ科	ミシオオバコカゲロウ属 ヒメシロカゲロウ属
	トビケラ目	シマトビケラ科	ウルマーシマトビケラ ナカハラシマトビケラ ヒメトビケラ属
		ヒメトビケラ科 クダトビケラ科 イワトビケラ科	
	トンボ目	カワトンボ科 トンボ科	ハグロトンボ 甲虫幼虫
	甲虫目		
	双翅目	ユスリカ科	モンユスリカ亜科 エリユスリカ亜科 ユスリカ亜科 ユスリカ蟻
		ブユ科 ガガンボ科	
軟甲綱	ヨコエビ目ヨコエビ亜目 ワラジムシ目 十脚目	ミズムシ科 テナガエビ科 シジミ科	ミズムシ スジエビ
二枚貝綱			
ヒル綱			
貧毛綱	イトミミズ目	ミズミミズ科	
腹足綱			
ウズムシ綱	ウズムシ目	サンカクアタマウズムシ シナミウズムシ	
	稚魚		ボラ カワヨシノボリ カマツカ
同定不可			

(2)

増水(自然的攪乱)による水生昆虫の流下と遡上による個体数変化に関する調査。流下トラップには6種類、遡上トラップには6種類の水生昆虫が確認できた(表2)。その中でどちらのトラップにおいても最も出現数が多かったユスリカ科(Chironomidae)と、出現した生物の中で遡上を行っていると考えられるコカゲロウ属(*Beatis* spp.)の二つの水生昆虫を対象とした。その結果、ユスリカ科に関しては流下の方が遡上よりも有意に多かった(t test $P < 0.05$)。一方、コカゲロウ属に関しては流下と遡上の間に有意な差は見られなかった。それぞれの水生昆虫に関して流下と遡上する個体数と増水度の関係性を探った結果、コカゲロウ属では流下、遡上共に増水度の増加による出現する個体数に変化が見られなかった。また一般化線形混合モデルの尤度比検定から、ユスリカ科の移動様式は流下のみ増水度の影響を受けるとことが分かった。またコカゲロウ属の移動様式は流下でも遡上でも増水度に影響を受けないということが分かった。河床材料の移動に関しては瀬側と岸側で流速、水深共に有意な差が見られた(t test $P < 0.05$)。しかし河床材料の移動量は瀬側と岸側で有意な差は見られなかった。一般化線形混合モデルの尤度比検定より、河床材料の移動量は瀬側のみ増水度の影響を受けていると分かった。

人為的攪乱による水生昆虫の個体数変化に関する調査

この調査では14種の水生昆虫が出現した(表1)。そのなかで最も出現数が多かったユスリカ科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属(*Cheumatopsyche* sp.)、ヒメトビケラ属(*Hydroptila* sp.)についてt検定と一般化線形混合モデルの尤度比検定を行った。2回目の調査の上流でのヒメトビケラ属と下流側でのコガタシマトビケラ属とヒメトビケラ属に関しては出現個体数が少なく一般化線形混合モデルの尤度比検定を行えなかった。また2回目の調査は降雨の関係で10日目、15日目ではなく12日目に調査を行った。

1回目の調査では、上流ではユスリカ科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属の全てで0日目と5日目の個体数間で有意な差は見られなかった。一般化線形混合モデルの尤度比検定を行った結果、ユスリカ科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属の全てで個体数変化は日数が影響を及ぼす要因ではないことが分かった。下流側においてユスリカ科では0日目と5日目、0日目と10日目の個体数では有意な差が見られた(t test $P < 0.05$)。一方でコカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属については0日目と5日目の個体数間で有意に差が見られなかった。一般化線形混合モデルの尤度比検定の結果、ユスリカ

科、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属で日数が個体数変化に影響を及ぼしていることが分かった。

2 回目の調査では上流ではユスリカ科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属の全てで 0 日目と 5 日目の個体数間で有意な差は見られなかった。一般化線形混合モデルの尤度比検定を行った結果、ユスリカ科とコガタシマトビケラ属のみ日数が個体数変化に影響を及ぼしていると分かった。下流側ではユスリカ科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属の全てで 0 日目と 5 日目の個体数間で有意な差は見られなかった。一般化線形混合モデルの尤度比検定を行った結果、ユスリカ科、コカゲロウ属で個体数変化に日数が影響を及ぼしていないとわかった。

表 2 (2)の実験中に出現した底生動物

生物名	学名	下流側	上流	遡上	流下
ユスリカ科	Chironomidae				
ブユ科	Simuliidae				
ガガンボ科	Tipulidae				
ヒメドロムシ科	Elmidae				
ヒラタドロムシ科	Psephenidae				
ミズムシ科	Corixidae				
コガタシマトビケラ属	<i>Cheumatopsyche</i> spp.				
ヒメトビケラ属	<i>Hydroptila</i> spp.				
アオヒゲナガトビケラ属	<i>Mystacides</i> spp.				
ニンギョウトビケラ属	<i>Goera</i> spp.				
コカクツツトビケラ属	<i>Goerodes</i> spp.				
コカゲロウ属	<i>Baetis</i> spp.				
タニガワカゲロウ属	<i>Ecdyonurus</i> spp.				
フサオナシカワゲラ属	<i>Amphinemura</i> spp.				

上流ではユスリカ科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属の全てで 0 日目と 5 日目の個体数間で有意な差は見られなかったこと、一般化線形混合モデルの尤

度比検定を行った結果から、5 日目には人為的攪乱以前の状態まで回復するがその後、日数が要因で個体数が変化しないことが分かった。2 回目の上流での調査では、一般化線形混合モデルの尤度比検定を行った結果、ユスリカ科とコガタシマトビケラ属のみ日数が個体数変化に影響を及ぼしているとなっているがこれは 5 日目と 12 日目の間に累積雨量 40mm を超える降雨があったため 12 日目の個体数が減少し日数の影響が無視できなくなったためであると考えられる。一方で下流側においては 1 回目の調査でのユスリカ科では 0 日目と 5 日目、0 日目と 10 日目の個体数では有意な差が見られたことと、1 回目と 2 回目の調査でのコカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属について 0 日目と 5 日目の個体数間で有意に差が見られなかったことから、上記 4 種が人為的攪乱以前の状態まで回復するのに 5 日かかり、ユスリカ科のみ 10 日目には攪乱以前の状態より多くなることもあると考えられる。しかし上流とは異なり下流側では、ユスリカ科、コガタシマトビケラ属、ヒメトビケラ属は日数が要因で個体数変化が生じたとなっている。これは、この調査を行った 10 日目と 15 日目の間に累計 39mm の降雨があったため 15 日目の個体数が減少したことと、ユスリカ科に関して 10 日目が攪乱以前よりも増加したことなどから、日数が要因であるという結果になったと考える。加えてヒメトビケラ属に関して、5 日目には攪乱以前の状態に戻っているという結果になっているが、これは外れ値の影響で検定上、有意な差はないという結果になっている。

本研究の結果、支川では水生昆虫 4 種に関しては攪乱後 5 日程度で個体数が回復すると推察されたが、増水に関して人為的攪乱に関しても小さな面積での結果であり水生昆虫の挙動、個体数回復時間、程度を過大評価している可能性がある。今後はより大きな面積で同様の調査を行う必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 3 件)

Kaori Kochi, Takafumi Yano, Hiroataka Kataoka and Daiki Akao 「Characteristics of fish and macroinvertebrate assemblages in Yamato River - comparison between embayment section and straight section.」International Symposium on River and Lake Environment and 3rd International Symposium on Aquatic Botany. 2017 年 3 月 28 日 Ritsumeikan University (Kusatsu, Shiga, Japan) Proceeding p134.

河内香織、熊谷元気、矢野貴史、「大和川の本川と支川における底生動物群集および攪乱後の過程」2016年9月3日、応用生態工学会第20回発表大会、東京大学農学部弥生行動、農学部1号館会場(東京都文京区)OE-5講演要旨集 PP132

矢野貴史、片岡寛敬、赤尾大樹、河内香織「大和川の直線区間およびワンド区間における平水時の水理特性と生物の対応」2015年9月10日、応用生態工学会第19回郡山大会、日本大学工学部キャンパス会場(福島県郡山市)PF-2 講演要旨集 PP54

6. 研究組織

(1)研究代表者

河内 香織 (KOCHI, Kaori)
近畿大学・農学部・講師

研究者番号：50423984

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

片岡 寛敬 (KATAOKA, Hirotaka)
赤尾 大樹 (AKAO, Daiki)