

8.5 河川地形改変に伴う氾濫原環境の再生手法に関する研究

研究予算：運営交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：自然共生研究センター

研究担当者：萱場 祐一、大石 哲也

【要旨】

劣化の著しい河川氾濫原を再生する上で、再生適地を抽出することが必要である。また、治水対策と氾濫原生態系の再生を両立する手法として河道掘削が挙げられる。本研究（H23 年度）では、再生適地抽出の第 1 段階として、再生に不適な区間を分離することで再生の候補地を選別するとともに、その検討項目の精査を行った。さらに、高水敷における陸生昆虫およびイシガイ類の生息状況から河道掘削の高さを検討し、平水位以下で掘削することが生態系の再生に資するとの結果を得た。また、水域の水際地形を複雑にすることで、イシガイ類およびタナゴ類の生息に正の効果があることが示唆された。

キーワード：氾濫原生態系、河道掘削、高水敷切下げ、低水路拡幅、自然再生手法

1. はじめに

河川氾濫原は物質循環や生物多様性にとって非常に重要な場である¹⁾。我が国の直轄河川区間は、主に河川中下流部に位置しており、かつて広大な氾濫原を有していた。しかし、現在、河川氾濫原は堤外地（河道内）に制限されている。また、河川主流路の河床低下に伴う氾濫原生態系の劣化も進行している²⁾。それゆえ、河川中下流部における氾濫原の保全や再生は希求の課題であり、治水対策と整合する現実的な対策や保全・再生手法の開発が求められている。

多くの直轄河川では、河床低下に由来する陸域の固定化と樹林化による流下能力の低下が大きな問題となっている。流下能力を確保するための対策案はいくつか考えられるが、氾濫原環境の整備につながり、かつ事業者も実施しやすい手法として、河道掘削（高水敷の切下げや低水路の拡幅）を挙げることができる。本課題では、①再生すべき氾濫原を有する河川および区間を抽出する技術を開発するとともに、②氾濫原の再生に資する河道掘削の方法を提案し、③個別河川への適用と手法の改善を行うことを目的とする。

平成 23 年度は、再生すべき河川区間の抽出技術の開発 ① および河道掘削の方法 ② について検討した。前者については、抽出技術の第 1 段階として、氾濫原再生にとって不適切な河川区間を分離することで再生の候補地を選別するとともに、その検討項目を精査した。後者では、陸生動物として昆虫

類、水生動物としてイシガイ類に着目し、適正な河道掘削の切下げ高さを検討するとともに、氾濫原水域内の微地形に対するイシガイ類の応答を検討した。

2. 研究方法

2.1 再生すべき河川区間の抽出技術の開発 ①

5 地方 8 河川を対象とし、河床勾配、氾濫原水域 {ワンド、たまり、人工水域（水制の下流、掘削水域など）} の数および密度（個/km）、氾濫原概況をまとめ、氾濫原再生にとって不適切な河川区間（低緊急性地域）を分離することで再生の候補地を選別し、あわせてその検討項目の精査を行った（表 1）。河川の河床勾配は、各直轄河川区間の管内図（国土交通省発行）にある縦断図に従った。また、山本³⁾および藤田ほか⁴⁾を参考にして、河道特性が変化すると考えられる河床勾配を 5 つに区分し（I～V：表 1 脚注を参照）、その区分に従って各河川を縦断的に区分けた（表 1）。各河川について、Google マップの航空写真を参照し、堤外地の氾濫原に存在する氾濫原水域の個数を勾配区分ごとに記録した。氾濫原水域の密度の算出にはワンドとたまりの合計数を使用した。氾濫原の概況として、樹林化や砂州の発達状況、低水路または堤外地の広狭などを記録した。

2.2 河道掘削の方法と提案 ②

2.2.1 陸生昆虫を対象とした検討

自然共生研究センターの実験河川の 1 つにおいて、河川水面からの比高や距離が異なる地盤において、陸生昆虫の出現状況を調べた。調査した地盤は右岸

低地部に2か所（水際から0.5mと5m）、左岸高地部に2か所（水際から0.5mと5m）、そこから1段上がったステップおよびさらに1段高い林縁の6地区とした（図1）。夏季、各地区に約1週間ペイトラップを10個ずつ設置し、地表徘徊性の陸生昆虫類を採捕した。TWINSpanを行い、各地区に出現する昆虫群集の特徴を検討した。

2. 2. 2 イシガイ類を対象とした検討

岐阜県揖斐川の中下流部（Kp31-39）の左右岸には、異なる高さで掘削された高水敷（氾濫原）が分布している（図2）。それらのうち、潟水位～平水位（平水以下）、平水位～豊水位（平水～豊水）、豊水位以上（豊水以上）の高さで、2000～2002年および

2005～2007年に掘削された箇所を対象として、掘削後に自然に形成されたワンドやたまりにおけるイシガイ類の生息状況を調べた。各水域において一人の採捕者が一方向に進みながら手さぐりでイシガイ類を採捕し、採捕数を時間で除したCPUE（N/hour）を算出した。掘削高さおよび掘削後の経過年数がイシガイ類のCPUEに与える影響を検討するために、二元配置の分散分析を行った。

2. 2. 3 氾濫原水域の微地形

揖斐川の掘削面に形成された1つのたまりを対象として、水際の微地形がイシガイ類の生息量とタナゴ類の産卵数に及ぼす影響を検討した。水際地形の

表1. 8河川の直轄区間における勾配と氾濫原・氾濫原水域の概況ならびに再生の候補区間.

地方	河川	範囲 (Kp)	勾配区分*	勾配	ワンド (個)	たまり (個)	人工水域 (個)	水域密度 (個/km)	氾濫原概況	備考	再生すべき候補区間
東北	北上川 (岩手県)	0 - 32.5	IV	1/2064-3489	0	0	0	0	谷底狭い	穿入もしくは生育蛇行 低水路いっぱい	
		32.5 - 45.0	III	1/1494	2	1	0	0.24	低水路狭し		
		45.0 - 144.0	II	1/477-1147	34	28	4	0.63	交互砂洲・寄州		
	雄物川	0 - 5.7	IV	1/3300	0	0	0	0	堤外地狭し	山付き多し	
		5.7 - 53.0	V	1/4420-5000	0	0	0	0	堤外地・谷底狭し		
		53.0 - 65.0	IV	1/2125-3849	6	4	1	0.83	谷底広い		
		65.0 - 77.0	III	1/1480-1795	4	1	0	0.42	高水敷利用強		
77.0 - 112.0		II	1/415-1030	14	10	0	0.69	途中から砂州発達			
112.0 - 126.0	I	1/146-281	0	0	0	0	-				
関東	利根川	0 - 85.5	V	<1/4000	3	1	15	0.05	狭い堤外地	砂利採取跡	
		85.5 - 115.0	V	1/4500-7000	4	4	0	0.27	高水敷利用強		
		115.0 - 160.0	IV	1/2300-3900	13	8	2	0.47	砂州発達		
		160.0 - 170.0	III	1/1400-1900	8	14	0	2.20	砂州・樹林発達		
		170.0 - 186.5	II	1/500-900	10	20	0	1.82	砂州・樹林発達		
北陸	信濃川	0 - 14.0	IV	1/2075	5	5	0	0.71	砂州・樹林発達		
		14.0 - 20.0	III	1/1250-1600	3	4	0	1.17	砂州・樹林発達		
		20.0 - 35.0	II	1/520-880	9	15	0	1.60	砂州・樹林発達		
中部	木曾川	0 - 41.0	V	<1/4000	18	61	33	1.93	樹林発達	大堰下流にケレップ水制	
		41.0 - 57.0	II	1/450-760	12	10	1	1.38	砂州・樹林発達		
	長良川	0 - 43.5	V	<1/4600	5	9	2	0.32	樹林・低水路狭し		
		43.5 - 48.5	III	1/1300	2	1	0	0.60	砂州・樹林発達		
48.5 - 56.0	II	1/620-630	3	0	0	0.40	砂州発達				
近畿	淀川	0 - 35.0	V	1/4000-10000	7	9	30	0.46	樹林・高水敷利用	人工ワンド多数	
		35.0 - 48.0	IV	1/2000-2400	0	0	1	0	堤外地狭し		
		48.0 - 52.0	III	1/1250	0	0	0	0			
	木津川	0 - 31.0	II	1/1100	18	65	0	2.68	砂州・樹林発達		

*勾配区分 I : >1/400, II : 1/400-1200, III : 1/1200-2000, IV : 1/2000-4000, V : <1/4000

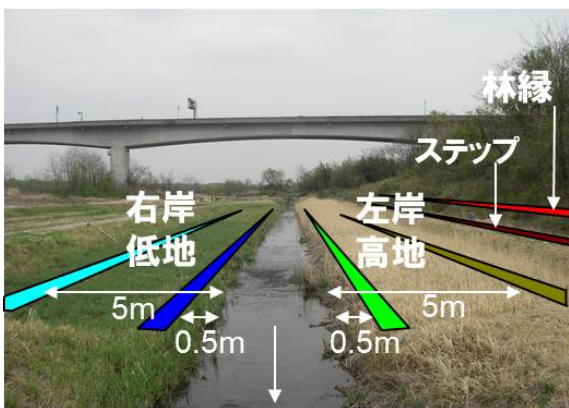


図1. 実験河川における調査地の概観と調査区の配置.

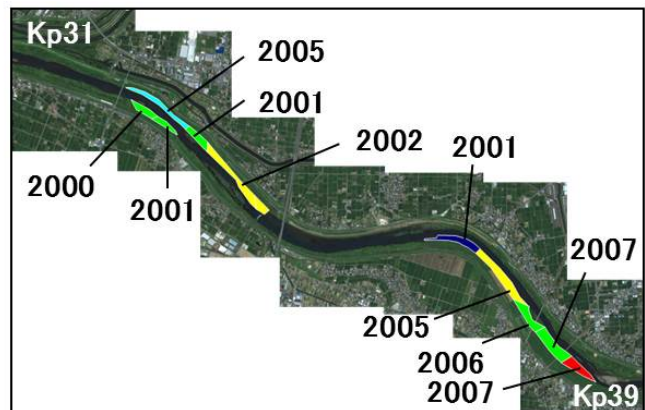


図2. 揖斐川中下流部(Kp31-39)における調査区の配置と掘削が行われた年.



図3. 水際地形の複雑な調査区と単調な調査区の配置.

区分として「複雑」および「単調」の区間を設定した(図3)。複雑区は起伏に富んだ水際ラインから5m以内の範囲とし、単調区は直線的な水際ラインから5m以内の範囲と定義した。各調査区に2m×2mのコードラートを10個ずつ設定し、底質の種類(粘土、シルト、砂、小礫)、イシガイ類の個体数ならびにタナゴ類の産卵母貝数を調べた。

3. 研究結果

3.1 再生すべき河川区間の抽出技術の開発(①)

対象とした8河川は勾配区分から26区間に分けられ、I区は1区間、II区は7区間、III~V区は各6区間となった(表1)。氾濫原水域密度が0.4個/km(2.5km区間に1水域)以下の区間を“再生不適区間”とみなすと、5河川11区間(42.3%)が該当し

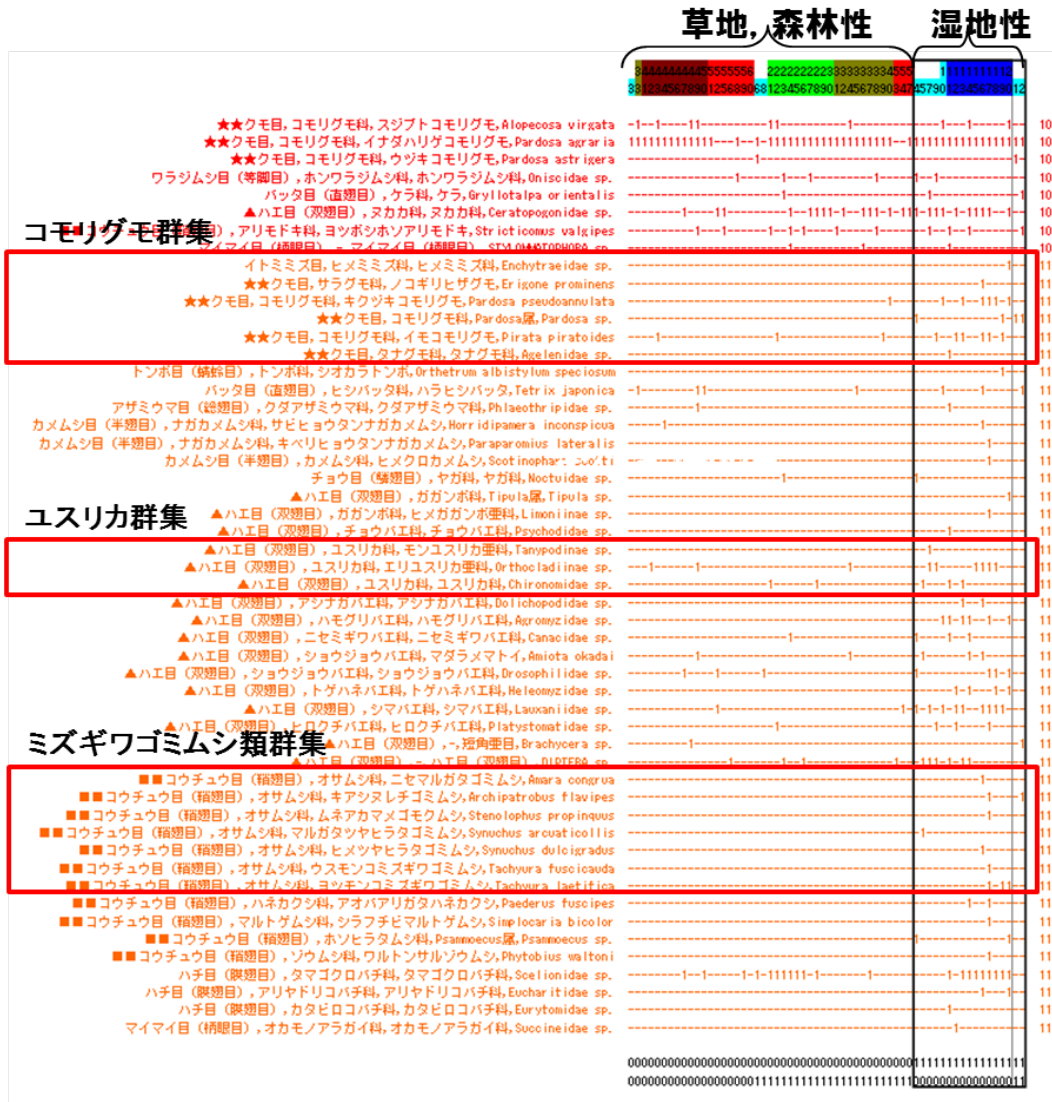


図4. 昆虫群集を用いたTWINSpanによる各ペイトラップの分類. 上段の色別バンドは、図1の調査区の色と対応しており、青および水色が右岸低地の2調査区にあたり、そこでは湿地性の種が多い。

た(表1:“再生すべき候補区間”に○印がない区間)。再生不適区間は、河床勾配が緩い最下流区間 (<1/2000 : IV, V区) と急な最上流区間 (>1/400 : I区) に見出される傾向があった(表1)。再生不適区間に該当する最下流区間(IV区とV区)は、堤外地(もしくは高水敷)や低水路幅が狭い特徴があった(表1)。これは、下流区間が都市の中心部に位置しており、氾濫原になり得る横断方向のスペースが十分に確保できていないことを示唆する。北上川のIV区は、山地部を流れる穿入または生育蛇行を示し、谷による制限があるため、そもそも氾濫原が成立しない場と判断される。

再生不適区間以外の区間には、再生に適した区間が含まれると考えられることから、ここでは“再生すべき候補区間(ワンドやたまりの密度が0.4個/kmより大きい区間)”として判別した(表1)。再生すべき候補区間は、河床勾配が1/400~1/4000にあたる中下流部(II~IV区)に多くみられ、その氾濫原には砂州と樹林が卓越している傾向があった(表1)。これは、砂州を維持するための土砂供給と洪水攪乱、ならびに砂州や樹林の成立を許容する横断方向のスペースが確保されている区間であることを示唆する。人工水域は、利根川と木曽川と淀川に特に多く、それぞれ砂利採取跡地、ケレップ水制間の窪地、意図的なワンド造成地とみられる。

本年度は、氾濫原水域密度に着目して再生不適区間の分離を行い、再生の候補地を選別した。しかし、水域はなくとも広い高水敷を有すれば、再生の対象地になり得ることも考えられる。それゆえ、再生不適区間の選定には、堤外地(高水敷)の幅に着目することがよいと考えられる。その際の堤外地幅の基準は今後の検討課題である。また、今後は水域(生息エリア)の冠水頻度や連結性、現在の生物の分布状況を考慮した再生適地の選定および優先順位づけの手法を検討する。

3.2 河道掘削の方法と提案(②)

実験河川におけるベイトトラップにより、188分類群15,420個体の陸生昆虫類が採捕された。左岸高地、ステップ、林縁では、草地や森林を好む種が群集を特徴づけ、右岸低地ではそれらに加えて、湿地性の種(コモリグモ、ユスリカ類、ミズギワゴミシ類など)も存在し、群集を特徴づけていた(図4)。

平水以下で高水敷の掘削を行った場所の氾濫原水域では、平水~豊水および豊水以上で掘削した場所の氾濫原水域よりもイシガイ類の生息量が有意に高

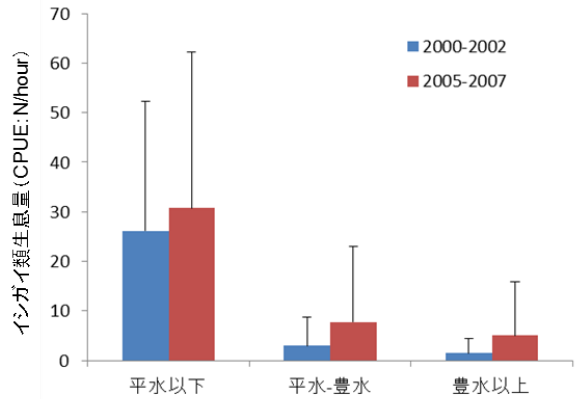


図5. 異なる掘削高さに形成された氾濫原水域におけるイシガイ類生息量。2000-2002年、2005-2007年に掘削された高水敷に形成した水域を表す。

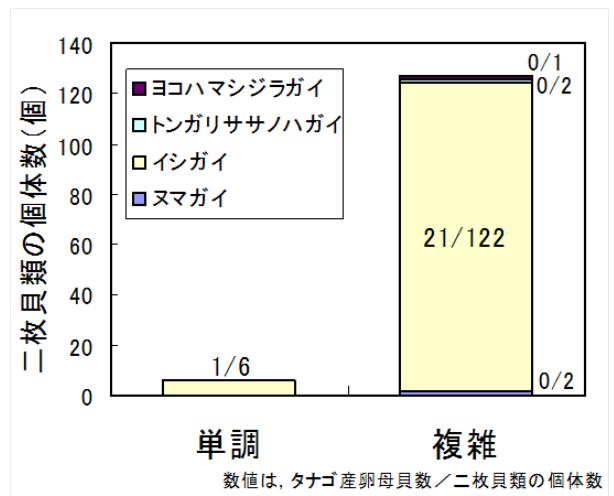


図6. 水際地形が単調な区間と複雑な区間におけるイシガイ類の採捕個体数とタナゴ類の産卵母貝数。

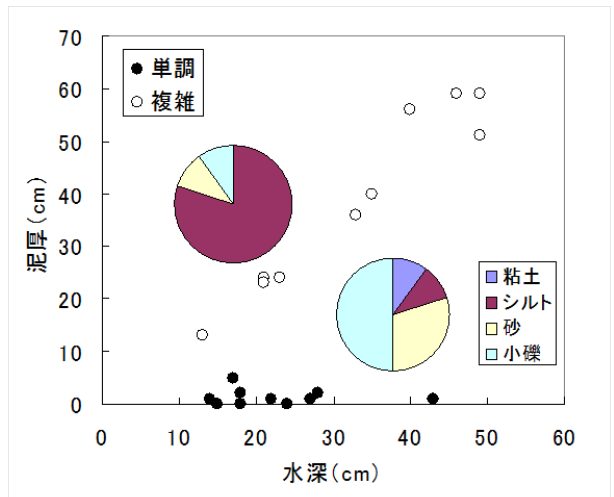


図7. 水際地形が単調な地区と複雑な地区における水深と泥厚および底質の構成割合。

かった(図5)。掘削後の経過年数がイシガイ類の生息量に与える影響は検出されなかった。

イシガイ類の生息数は水際地形が単調な地区より

複雑な地区において多く、それに比例して、タナゴ類（ここではカネヒラ）が産卵していた母貝の数も複雑な地区で多かった（図6）。水際地形が複雑な地区はシルト、砂、小礫の底質からなり、水深と泥厚も多様であった（図7）。複雑な水際地形は、イシガイ類の生息に適した底質や泥厚を形成し、生息場を形成するのかもしれない。

以上のことより、陸生および水生動物の両観点から、平水もしくはそれ以下の高さで河道掘削を行うことが、氾濫原生態系の再生に効果が高いと考えられる。また、形成される氾濫原水域の水際地形を複雑にすることができれば、よりイシガイ類やタナゴ類の生息数を高められる可能性がある。今後は、勾配の異なる他の河川で同様の提案が可能か、また、水域の微地形だけでなく、水域の配置や数と生物の応答も明らかにし、生物生息場としてより適した掘削面の地形を検討する必要がある。

4. まとめ

本研究（平成23年度）では、再生すべき河川区間の抽出技術の開発に関連して、氾濫原再生にとって不適切な河川区間を分離することで再生の候補地を選別し、あわせてその検討項目の精査を行った。また、氾濫原生態系の再生に資する河道掘削手法の開発に関連して、陸生昆虫類とイシガイ類に着目し、河道掘削の適正な切下げ高さを検討するとともに、氾濫原水域内の微地形に対するイシガイ類の応答を検討した。その結果、以下のことが分かった。

- 1) 再生不適区間は、直轄区間の中でも、河床勾配が緩い最下流区間（ $<1/2000$ ：IV、V区）と急な最上流区間（ $>1/400$ ：I区）に分布する傾向があり、

それらは、堤外地（高水敷）の幅に着目することで選定することができる。

- 2) 湿地環境を有する地盤面で陸生昆虫群集が多様であった。
- 3) 平水位～濁水位の高さで掘削された高水敷にできた水域にイシガイ類が多く生息していた（掘削後4～11年経過）。
- 4) 複雑な水際地形を有する場所で、イシガイ類の生息数およびタナゴ類（カネヒラ）の産卵母貝数が多かった。
- 5) 2～4の結果は、平水以下の高さで河道掘削を行うこと、複雑な水際を有する水域を形成することにより、氾濫原生態系の再生効果が高まることを示唆する。

今後は、具体的な再生適地の抽出法の開発および勾配の異なる他の河川での掘削高さや微地形の検討、地形に関連する水域の配置や数と生物の応答を検討する必要がある。

参考文献

- 1) Tockner & Stanford: Riverine flood plains: present state and future trends, *Environmental Conservation* Vol.29, pp.308-330, 2002
- 2) Negishi, Sagawa, Sanada, Kume, Ohmori, Miyashita, & Kayaba: Using airborne scanning laser altimetry (LiDAR) to estimate surface connectivity of floodplain water bodies, *River Research and Applications*, Vol.28, pp.258-267, 2012
- 3) 山本晃一：構造沖積河川学—その構造特性と動態—、山海堂、東京、2004
- 4) 藤田光一ほか：第45回建設省技術研究会報告（平成3年度）、1992

DEVELOPMENT OF METHOD FOR FLOODPLAIN RESTORATION BY MANIPULATING GEOMORPHOLOGY OF RIVER

Budget: Grants for operating expenses, General account

Research Period: FY2011-2015

Research Team: Aqua Restoration Research Center

Author: Yuichi Kayaba, Tetsuya Oishi

Abstract: Floodplain of river has been degraded extensively. Site selection is essential for restoration of river floodplain. In addition, manipulation of river geomorphology, such as cut-down of floodplain and channel expansion, seems to be available for both flood control and floodplain restoration. In this study (FY2011), we determined area unsuitable for restoration as a first step of the site selection for restoration, and examined environmental variables which can be used to determine the unsuitable area. Moreover, we examined cut-down height of floodplain suitable for mussel and terrestrial insects and, as a result, the height less than ordinary water-level was effective. We also found that complex geometry of bank of floodplain pond might facilitate inhabitation of mussel and bitterling.

Key words: floodplain ecosystem, cut-down of floodplain, channel expansion, restoration