

# 木津川におけるたまりのモニタリング計画

## Monitoring plan for puddles in the Kizu River

研究第四部 主任研究員 田淵 昌之  
専務理事 丸岡 昇  
研究第四部 次 長 内藤 正彦  
研究第四部 主任研究員 石井 正人

本稿は、平成20年度に実施した木津川におけるたまりのモニタリング計画の提案について報告するものである。木津川は淀川水系の主要な支川の一つであり、日本を代表する砂河川である。淀川河川事務所では、木津川の生息・生育・繁殖環境の保全・再生を実施するため、木津川の物理環境の特徴である砂州上に形成されるたまりに着目し、現在あるたまりの保全、消失したたまりの再生、新たなたまりを再生する方針を示し、様々な取り組みを行っている。

また、河川生態学術研究会木津川研究グループは、平成10年から砂州を対象とした研究を行っており、物理環境、生態系、物質循環に関わる数多くの成果がこれまでに出版されている。ここでは、その研究成果を活用し、たまりの保全を目的とした、モニタリング計画を提案している。

**キーワード** : 砂州、モニタリング調査、植生、河川生態、たまり、一時水域、河川生態学術研究会

This paper aims to report a proposal on a monitoring plan for puddles in the Kizu River which was made in FY2008. The Kizu River is one of the major tributary streams of the Yodo River System, and is a representative sand bed river of Japan. Yodogawa River Office has made various efforts to promote conservation and restoration of the habitat and breeding environment in the Kizu River, with a focus on puddles formed on sand bars as a feature of the physical environment of the Kizu River, under the policy of conservation of existing puddles, restoration of disappeared puddles, and creation of new puddles.

The Kizu-River Research Group of the River Ecology Research Group of Japan has been involved in research focused on sand bars since 1998, and has achieved various results concerning the physical environment, ecosystem and physical cycle. The proposed monitoring plan will make use of such research results, and conserve puddles.

*Key words* : sand bar, monitoring survey, vegetation, river ecosystem, puddle, temporary water area, River Ecology Research Group of Japan

## 1. はじめに

淀川河川事務所では木津川において生息・生育・繁殖環境の保全・再生を実施するため、現存するたまりの保全、消失したたまりの再生、新たなたまりを再生する方針を示し、平成20年3月には試験的に人工たまりを造成するなど、様々な取り組みを行っている。

また河川生態学術研究会木津川研究グループでは、砂州を対象にした研究が平成10年から実施され、物理環境、生態系、物質循環に関わる数多くの研究成果がこれまでに出版されている。

淀川河川事務所の取り組みと、河川生態学術研究会の成果を参考とし、木津川におけるたまりの保全、ならびに人工たまりの造成時に活用できる知見を得ることを目的とし、たまりのモニタリング計画（案）を提案した。

## 2. 木津川における砂州機能に関する既往研究成果のとりまとめ

### 2-1 生物の生息・生育場としての機能

木津川の砂州は、出水や人為による攪乱をインパクトとして受け、現在のような環境が形成されている。河原では水流によって砂礫が分級され、砂礫河原がつくられて、さらにその上に草本や樹林などの植生が繁茂している。また、川の自然の営みによる攪乱によって、ワンド、たまり等の一時水域が形成されている。

表-1 砂州上の環境と生息・生育場としての機能

景観要素	生息・生育場としての機能
水際	・水際の生物群集 ⇒繁殖期のチドリ類は営巣場所から最も近い裸地の汀線を餌場としている（植生の繁茂はそれを阻害する）。水際はチドリ類の餌場であり、チドリ類を頂点とする食物網が形成される。
砂礫地	・砂州上の微地形とアリジゴクの生息環境 ⇒植生背後の細砂の堆積した場所には、アリジゴクの巣穴が形成される。 ・砂州上の微地形とチドリ類の営巣環境 ⇒チドリ類3種は砂礫河原に営巣しており、それぞれ砂礫サイズに依存した場の選好性をもつ。
草原	・砂礫の粒径と生育する植物の分布 ⇒砂州上には、表層の砂礫の粒径サイズに依存したさまざまな植物が生育している。 ・草原の生物群集 ⇒ホオジロは植生の際（人為的影響に依存する）を採餌場として利用しており、ホオジロを頂点とする食物網が形成される。
砂州の勾配	・緩やかな勾配をもつ砂州上には、冠水頻度に応じて数多くの植物が生育する。 ・また、それぞれの植生にはそれに応じた訪花性昆虫がみられる。多様な植生はさまざまな動物に生息環境を提供している。
ワンド、たまり等の一時水域	・魚類による砂州上の一時水域の利用 ⇒砂州上の浅場は、餌資源が豊富で、大型の捕食魚の侵入が少ないため、魚類稚魚の生息場として利用されている。 ・魚類による“たまり”の利用 ⇒たまりはオイカワ等の繁殖場所として利用されているほか、出水期には魚類の避難場所として機能している。 ・フタオカゲロウ属2種の生活史 ⇒フタオカゲロウ属2種は、たまりを繁殖場所として利用している。

このように砂州上にはさまざまな景観要素が存在している（ここで言う景観とは景観生態学で使われている景観を指し、自然と人間と時間の相互作用の結果、形成された「景観」を意味する。）。

このような景観要素は、表-1に示すようにさまざまな生物のハビタット（生息・生育場）として機能しており、そこで生息する生物によって、複雑な食物網が形成されている。

### 2-2 物質の輸送、変換場としての機能

木津川の砂州における水流は、表流水だけでなく伏流やワンド、たまり等での水交換を行いながら、物質を輸送しており、その過程において砂州上のさまざまな微地形で、ろ過、物質変換等の作用が起きている。

こうした輸送、物質変換の過程の中で、水質が浄化されているという研究成果も報告されている（表-2）。

表-2 砂州上の景観と物質の輸送・変換場としての機能

景観要素	物質の輸送・変換場としての機能
土壌間隙	・水際の浸透面における目詰まりや堆積による微細物質の捕捉・砂州の微少物質捕捉作用 ・土壌間隙における物質変換
水域	・二次流路における微生物活性 ・河床材料による付着層発達過程の違い
伏流水域	裸地・植生砂州の伏流過程における物質変換
ワンド・たまり等の一時的な水域	たまりの物質変化 ・たまりと周辺伏流水・表流水との水交換と場の変化

## 3. たまりを指標とした評価に関する検討

### 3-1 たまりを指標とすることの意義

木津川の砂州には、ワンド、たまりに代表される、本川の流れに由来した一時水域が形成されている。これらの一時水域が洪水により出現したり消失したりしながら、常に同程度存在する状態、つまり動的な平衡状態にあるとき、木津川の河川環境にとって適正な攪乱がもたらされていると考えられる。

このような背景のもと、砂州上に形成されたたまりに着目したモニタリングを行うことは、自然の営みによる攪乱の状態と、生物の生息・生育場としての機能をモニタリングすることになり、今後の木津川砂州の保全に役立つ知見が得られるものと期待でき、重要な意義を持つといえる。

### 3-2 たまりの構造と機能

#### (1) 分類

木津川では、たまりを図-1に示したように5つに分類し、それぞれの写真と特性を表-3に整理した。

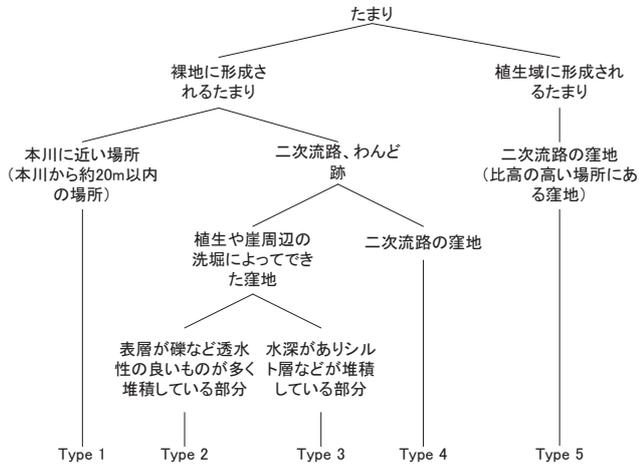


図-1 分類図

表-3 タイプ別水交換特性

 <p>Type1 (本川に近いたまり)</p> <p>Type1 たまりは、本川に近い植生際に多く形成される。周辺の土壌は、表層は礫が卓越しているが、礫層の下に透水性の低いシルトや細砂が堆積している可能性がある。しかし、本川に近い立地より、水供給が多いため、たまりは比較的維持されやすいと考えられる。</p>	
 <p>Type2 (礫質のたまり)</p> <p>Type2 たまりは、植生や崖際の窪地に形成される。たまり周辺が礫質であるため、透水性が高いと考えられる。このようなたまりは、二次流路の消失とともに水が無くなるものが多い。一方、一ヶ月たっても水が維持されているものがあり、このようなたまりは伏流水との水交換があると考えられる。</p>	
 <p>Type3 (シルト堆積たまり)</p> <p>Type3 たまりは、植生や崖際の窪地に形成される。たまり周辺がシルトや細砂などの層が形成している場合、透水性が悪いと考えられる。そのため、比較的たまりは維持されやすい物理環境となっている。しかし、このようなたまりは透水性が悪く伏流水との水交換性に乏しいと考えられる。</p>	
 <p>Type4 (二次流路窪地のたまり)</p> <p>Type4 たまりは、二次流路形成し、洪水の水が引いた後に形成する。たまり周辺が礫質の場合、透水性が良いと考えられる。長期間水が維持されているたまりは伏流水との水交換があるものとする。また、周辺がシルト・細砂の場合、透水性が悪いと考えられる。たまりは比較的維持されやすいが、伏流水との水交換に乏しいものと考えられる。</p>	
 <p>Type5 (植生域のたまり)</p> <p>Type5 たまりは洪水時に植生域に流れた流路沿い(特にヤナギの際)に存在する。植生域のたまりのうち比高が裸地とほぼ同じ高さのたまりは、比較的保水性が良く長時間水が維持されている。植生域のたまりの特徴は、土壌の粒径が細かく、また洪水時に上流から運搬される砂の影響を受けにくいところにある。また、植生域の内部や比高の高いところに存在している。</p>	

#### (2) たまりの水交換の特徴

たまりの水交換は、平水時と出水時に大別される。平水時の水交換は伏流水による水交換、出水時は表流水の流入による水交換が卓越する。植生域のたまりは出水規模毎に、水交換の特性が異なる。タイプ別の水交換特性を表-4に整理した。

表-4 タイプ別水交換特性

場所	タイプ	特性
裸地	1	平水時には伏流水面と連続しているが、勾配がないために流動はない。シルト層で覆われているため、出水時にも伏流水面とは連続しない。
	2	出水時に形成される二次流路の水流の勢いによって、崖部分の洗掘が促進されて窪地ができ、たまりが形成される。二次流路の湾曲部にできる早瀬によって伏流水の水面勾配が生じるため、たまり水は周辺の伏流水への依存が高い。
	3	
	4	二次流路の跡地に形成されるたまりであり、水位によって形態が異なる。二次流路が形成されているときには伏流流動が生じるが、消失した後に残されたたまりでは水位差がないためにほとんど流れがなく、水交換は起きないと考えられる。
植生	5	底面はシルト質の材料が堆積していることが多いため、裸地と比べて水交換が遅い。平水時にはたまりの高低差にともなって伏流流動が起こる。出水時はその規模によって特性が異なり、一定以上の増水では下流側からの冠水による交換、年に数回の出水時(170m <sup>3</sup> /s以上、2000年には5回確認)には表流水との水交換が生じる。

#### (3) 魚類の仔稚魚の生息場所としての機能

たまりで確認された魚類の体長の頻度分布から、オイカワ等の仔稚魚がたまりを利用していることが明らかとなっている。オイカワやニゴイは砂州上の浅場で生産されていると考えられ、こうした魚類がたまりを成長の場として利用するには、本川と連絡する機会(冠水)が必須となる。

#### (4) 水生生物の洪水時における避難場所としての機能

たまりに関する出水前後の調査では、出水後に水生生物の確認種数や生息密度が高い傾向等が木津川で確認されており、たまりが洪水時の避難場所として機能しているものと考えられる。

#### (5) 水生生物の生息場としての機能(生活史の一部をたまりで過ごす水生生物)

本川とたまりの魚類確認種数を比較すると、たまりが最も多いという結果が得られている。一時水域は止

水性の魚類が生息するなど、本川とは異なる多様な群集の生育・生息場として機能している。

木津川では、たまりを主要な生育場とするタナゴ類であるカネヒラ、イチモンジタナゴ、イタセンパラ、シロヒレタビラ、タイリクバラタナゴの5種と、これらの産卵母貝である、ドブガイ、イシガイの2種が確認されている。

タナゴ類は産卵期にイシガイ科二枚貝の中に卵を産む。専門家によると、これらの貝類は冬季には干上がってしまうような水深30cm程度までの浅い場所を好み、日当たりがよく、適度な攪乱によって泥が溜まりすぎない環境に生息するといわれている。また、これらの貝類は生活史の一時期をヨシノボリなどの底生魚に寄生してすごしている。

(6) 物質変換場としての機能

たまりの栄養塩濃度は河川水位の変動に伴って変動する。また、浮遊藻類は、河川水と比べるとその量は多くなっている。たまり内の藻類現存量は増水直後から増加し、栄養塩濃度は増水直後から減少している。栄養塩の減少は、藻類による栄養塩の取り込みに起因すると考えられている。

たまり内の水の滞留時間は低水時には6～9時間、増水直後では短い。また、たまり内の生元素の生物群集による有機物生産や無機化などの動態は、たまり内の諸過程と砂州内の間隙における水交換により複合的に決定すると考えられる。

4. モニタリング手法の提案

4-1 着目点の整理

(1) 物理環境と生物の生息場

モニタリングを実施するに当たっては「たまりが生物の生息場や物質循環の機能を維持しているか」、「たまりが存在し続けることができるのか」といった着目点について明らかにし、継続的な物理環境及び生物の生息状況のモニタリング調査を実施する必要がある。物理環境に関する着目点を表-5に整理した。

一方、生物の生息場としての機能に着目すると、既往の調査研究から、木津川11km左岸砂州付近ではオイカワ、カマツカ、ニゴイ、カワヨシノボリなどの魚類の繁殖が確認されている。

一時水域に着目すると、砂州上の一時水域は水深が浅いため、大型捕食魚の侵入が少なく、水温が上昇しやすく、餌資源であるプランクトンが豊富なことから、仔稚魚にとって良好な生息場所となっていると考えられている。このような研究結果をもとに、本川との繋

表-5 物理環境に関する留意点

着目点	調査内容
たまりが生物の生息場や物質循環機能を維持しているか	・生物調査・水質観測の継続的な実施
たまりが存在し続けることができるのか(たまりの寿命)	・たまりの類型化による、たまり維持の可能性の整理(例えば、砂洲に形成されたたまりは消滅しやすい等)
平水時におけるたまりの水理諸量の変動とたまり形状の変化	・水位・水温の連続観測
洪水時における本川水位に対するたまり水位の応答、たまりの形状、寿命への影響	・水位・水温の連続観測 ・出水イベントと合わせた環境計測 ・水位・水温の連続観測・洪水前後の地形観測
生物の生息場としての機能を維持できるのか	・物理環境調査とあわせて生物調査の実施

表-6 生態系に関する留意点

着目点	調査内容
本川との繋がりや、水深、隠れ場など魚類仔稚魚の生息場が形成・維持できるのか	・稚魚調査の実施 ・稚魚にとって良好な生息環境が形成されているか?(地形調査・植生調査の実施) ・水位観測・出水時の生物の挙動
木津川における着目すべき指標種を選定	・指標種を対象とした調査の実施

がりや水深、隠れ場など魚類仔稚魚の生息場が形成・維持されるかに着目したモニタリング計画を立案することが重要となる。また木津川で着目すべき指標種を選定し、その生物種ならびに生息場を支える生物の生息調査を行うことが必要となる(表-6)。

(2) 洪水によるインパクト・レスポンス

洪水によるインパクトによって、たまりの物理環境に現れるレスポンスについて考察を行い、自然の営力がもたらす影響を把握することが必要となる。このため、洪水後の物理環境の変遷、洪水前後のたまりの出現および消失などに着目した調査を行うことが必要となる。

(3) 人工たまり

木津川10km付近右岸砂州の下流には、平成20年2月に造成された人工たまりが存在する。今回は、このような人工たまりをモニタリングするため、自然の営力で形成されたたまりをリファレンスとして比較できる調査計画を立案することが必要となる。

### 4-2 モニタリング計画の提案

これまでの整理事項をもとに、新たに造成された人工たまりのモニタリング調査計画案を図-2にとりまとめた。

なおモニタリングは、人工たまりとリファレンスとなる自然の営力で形成されたたまりを同時に実施することを基本とする。両たまりの調査結果から、洪水時におけるたまり内部の挙動、生息する生物などに注目した比較を行い、人工たまりの課題を抽出することが可能と考えられる。

#### (1) 事前調査

事前調査では、過去に収集されたデータ（水文デー

タ、航空写真、縦横断図、平面図、生物調査結果など）を用いて対象地区の現況を整理し、たまりの現況や変遷を整理する。

#### (2) 物理環境のモニタリング調査

攪乱による影響を把握するため、地形・地質・河床材料の調査を行う。出水により物理環境は変化しやすいため、出水前後に行うことが望ましい。

たまりの水交換を把握するため、水位や水温、水質を調査する。水位、水温はセンサーにより連続観測することとする。水質は魚類調査時と同時に行うことが望ましい。



図-2 モニタリング計画(案)

### (3) 生物環境のモニタリング調査

木津川で指標種となるタナゴ類の生息状況を把握するため魚類の調査を行う。タナゴ類はイシガイ科二枚貝の鰓の中に産卵するため、イシガイ科の幼生の調査も併せて行う。

調査時期はタナゴ類が確認しやすい秋季とする。秋季に雄が婚姻色を示すため確認や容易となる。

イシガイ科が確認された箇所では、タナゴ類の生息状況確認のため、稚魚調査を行うこととする。

稚魚調査は、稚魚への負荷を軽減させるため目視による調査とする。

当面は毎年実施し、出現状態が安定してきたら5年に1度程度（河川砂防技術基準調査編のハビタット調査の頻度の目安（5年に1度）を参照）実施する。

なお生息場の地形変化を伴う出水が発生した場合には、随時調査を実施することが望ましい。洪水後は調査員の安全性が確保できる範囲で直後が望ましい。

併せて基礎的な生息環境把握のため、底生動物、水生生物、水際植物の調査を行うものとする。調査は、主たる調査となる魚類調査の時期に併せて行うことが望ましい。

### (4) 結果の整理

物理・水質調査および生物調査の結果は、出水後の応答、たまりの維持、生物の生息生育環境等の視点を踏まえて整理する。

### (5) 結果の評価・フィードバック

調査結果を評価し、得られた知見をフィードバックさせ、必要に応じて人工たまりの改良、調査計画の見直しを行うこととする（図-3）。

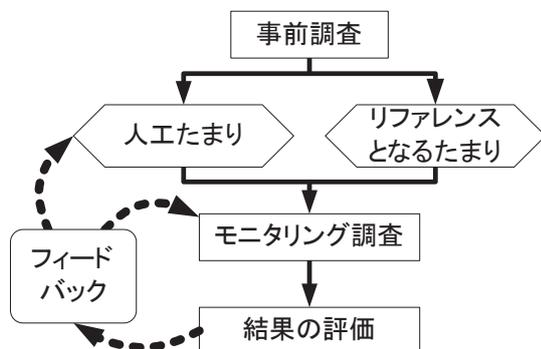


図-3 モニタリング調査の流れ

## 5. おわりに

モニタリング調査は、「たまりの造成によって、どのようなレスポンスが現れるか」を検証し、今後の造成計画へと反映させることを想定している。しかし技

術的・科学的にも、現段階では、たまりの造成に関する物理環境の変化と自然環境への影響に関する知見が十分でないのが実情である。初期段階の造成については、試験的役割（整備後の自然の応答を見ながら、仮説検証するモニタリング試験区としての役割）を担う部分が多い。

このため仮説どおりに推移しなかった事例の検証を必要に応じて行い、想定外の要因やその影響度に関する貴重な知見・経験が得られ、次の仮説設定や今後の造成に活かすものとする。

新たに造成された人工たまりのモニタリング調査は、特に、以下のレスポンスを検証するためのモニタリング調査を実施し、その結果を評価する。

- ・人工たまりが維持されているのか、今後も維持されるのか。
- ・良好な生物の生息場が形成されているのか、また今後形成される可能性はあるのか。

モニタリングによって得られた調査結果を用い、リファレンスとなる自然たまりとの比較を行い、人工たまりの問題点を明らかにする。さらに明確化された問題点を、今後のたまり造成計画やモニタリング計画などにフィードバックさせ、人工たまりの改善を行うものとする。

本業務で提案したモニタリング計画により、期待した機能が備わった人工たまりが形成され、木津川の健全な砂州環境の形成に貢献できれば幸いである。

本稿の作成にあたっては、河川生態学術研究会木津川研究グループの研究報告書を参照いたしました。また、モニタリング計画案の作成にあたっては、辻本哲郎代表をはじめとする木津川研究グループの皆様には助言をいただくなど、大変お世話になりました。またご指導、貴重なデータの提供を賜りました国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所の小俣所長、梅敷工事品質管理官、河川環境課の後藤課長、田村専門職には大変お世話になりました。心より感謝いたします。

### <参考文献>

- 1) 木津川の総合研究～京田辺地区を中心として～  
河川生態学術研究会木津川研究グループ 平成15年12月
- 2) 木津川の総合研究Ⅱ 河川生態学術研究会木津川研究グループ 平成21年3月