

木津川における河川生態学術研究の取り組みと成果

木津川河川生態学術研究会 代表
名古屋大学大学院工学研究科 教授 辻本 哲郎

まえがき

木津川河川生態学術研究は、2007年度で第2フェーズの調査研究を終了、報告書を取りまとめるとともにその総括と啓発、さらに今後の展開などの議論を続けてきた2年間の研究会活動も終了し河川生態学術研究会の活動が終わったが、2010年度以降もなお、その歴史的な調査フィールドの変遷を見守るとともに、行政との連携関係など、今後の河川生態系保全を進める上での中核を自主的に継続するための研究会活動を続けている。

本文では、2003年度からスタートした第2フェーズの成果を中心に、われわれのグループとして河川生態系にどのように迫ったのかを紹介したい。

1. 木津川で対象とした砂州河川の生態系と河川生態系の捉え方

研究会が対象としたのは、交互砂州の発達する砂河川セグメントである木津川の（淀川合流点から）0~20kmの約20個の砂州からなる区間で、勾配は約1/1500、河床材料は数mmの砂を中心とした砂利混じり砂である（図-1）。

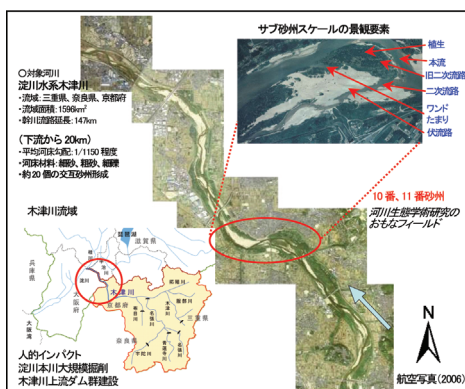


図-1 対象河川

水理・水文学、生物・生態学、陸水学の研究者が共同して研究するというアプローチとあわせめて、河川生態系を図-2に示すような物理基盤、生物相、生元素物質循環の相互作用から構成される構造を持ったものとみなした。3つの要素間の作用はまさに、「生態系の機能」である。たとえば、物理基盤では、さまざまな場が、水流、流砂、地形変化そして植生動態を介した移動床過程で生み出され、それによって様々な生物相を形成する様々な種の生息場、また物質循環の様々な素過程に適した場が提供され、生

物相における生長や繁殖といったバイオマスの変化と生元素物質循環は相互作用の関係にある。物理場で見られる様々なスケールの場に注目すると、木津川の対象区間では砂州がこのセグメントの骨格構造 (Structure) であり、砂州の上にはより小さなスケールの特徴的な場 (Texture) が形成されていて、生息場や素過程の生起場を提供している。また、StructureやTextureはそれぞれ、形成・維持・更新に関連した時間スケール (Duration) を有している。このように、場を認識すると、生息場や素過程生起といった観点で、図-2の仕組み(生態系の構造)や相互の作用(生態系の機能)が明確になるということ、物理・生物・化学を背景にした研究者の間で共通認識できたことが第2フェーズのスタート点であった。こうした共通理解で調査研究機関における物理班、生物班、物質循環班の研究の位置づけは次のように設定された。物理班では、Structure、Textureといった地形要素の構造(特徴や分布特性)や形成・維持・更新機構とともに、こうした場での流れ(表面流だけでなく伏流過程も含めて)の特徴と機構を明らかにする。生物班では、物理環境要素との関連で、様々な典型的な生物の生息、その生活史上の位置づけ、とくに上位捕食者である鳥類から見たこうした個々の空間の連結性が注目された。物質循環班も、様々な物質循環の素過程が、個別の物理景観やそのつながりとどんな関係にあるかに着目して研究された。調査研究期間に引き続いての研究会活動期間では、こうした研究が「総合研究II」として取りまとめられるとともに、こうした個別成果の総合化が工夫された。ということで、以下、3つの班の成果を順に述べ、最後に総合化への試みについても概説することにしよう。

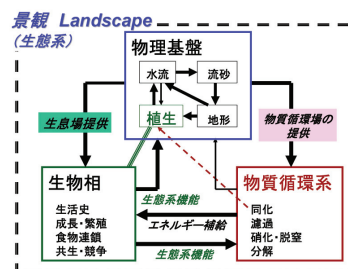


図-2 河川生態系の構造と機能

2. 木津川砂州地形の構造と遷移

木津川流域は風化花崗岩帯が多く砂河川として特

徴づけられるが、淀川本川の大規模掘削、上流ダム群の建設、砂防事業の進展及び砂利採取の影響を受けてきた。研究対象区間（交互砂州セグメント）では、とくに淀川本川掘削の影響による下流側からの河床低下の進行、また上流ダム群建設はむしろ大規模出水機会の減少を引き起こし、河原の植生の繁茂・樹林化が進行しているといえる。こうした影響を吟味すると、対象区間も3つの小区間に分けて考えるのが適当である(図-3参照)。植生動態がキーであるが、砂州内や水際の孤立植生と堤防寄りの植生とで挙動が異なることに留意すべきである。とくに植生の定着で、砂州は洪水時移動するというよりむしろ変形をおこして形状特性を変えている。こうしたStructureの上にさまざまなTextureが形成されている。Textureの支配要素は水域、植生と底質の分布である。図-4は11番砂州における底質特性の空間分布で植生分布と強く相関している。植生動態は侵入と破壊のプロセスのバランスであり、植生定着に関する冬季出水の強度、タイミングも注目された。

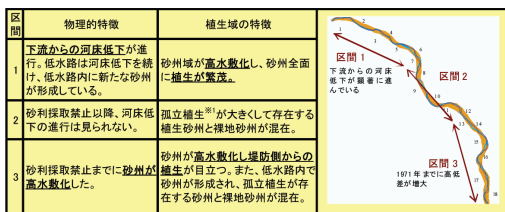


図-3 木津川下流区間の小分割と特性

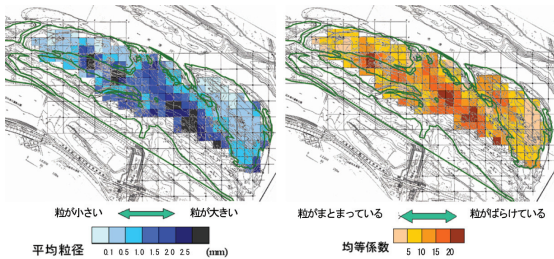


図-4 11番砂州の底質特性の空間分布

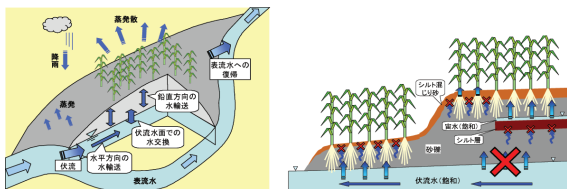


図-5 注目される伏流過程

不可視ではあるが、河道内の伏流挙動も重要な物理基盤である。木津川では表層部に数mの砂層があり(その下部には粘土層)、伏流水位は河川水位に敏感に応答している。また応答範囲は50cmの河川水位変動に対し水際から20mにも及ぶところがある。伏流を考えるにあたっては、水平流動に加えて鉛直流動にも留意すべきで、それには植生や伏流層の構成も関与している。とくに植生域では細粒成分の捕捉、堆

積の影響から植生域の下層に難透水層が存在する。

3. 木津川砂州河川の生物群集

生物群集を表層景観と関連付けてみると、その景観要素は「水際」、「砂礫地」、「草原」、「ヤナギ林」。「一時水域」、「主流水域」に分けられ、それぞれの部分群集に着目した研究が行われた。

水際にはチドリ類を頂点とした食物網とその動態が注目され(図-6)、餌場としての水際と水際植生の阻害や洪水時の堤内水田での代償などの状況が明らかにされた。ほか、夜間の採餌、人為攪乱による営巣への影響などが明らかにされた。また糞分析によるセキレイ類と比較で、対象餌の構成の異なることが示された。

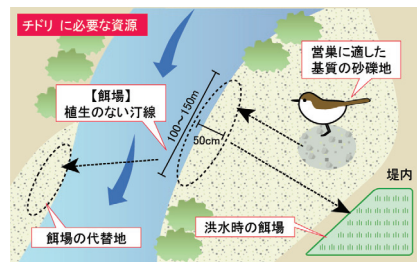


図-6 チドリ類に必要な景観要素

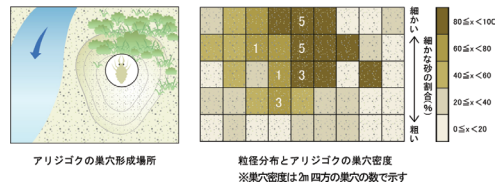


図-7 アリジゴクの生息場所

水際から少し離れた裸地では細砂のマウンドの形成があり、アリジゴク(クロコウスバカゲロウの幼虫)の生息場となっている(図-7)が、植生の侵入はそれを阻害する。また礫地はチドリ類の営巣に利用されているが、生息する3種(イカルチドリ、コチドリ、シロチドリ)によって選好する砂礫サイズに有意な差がある。より細かい砂を選好するシロチドリの生息が減少している。

ホオジロは礫地と草原の間のノイバラ群落での営巣が目立ち、採餌は草地のエッジでバツタ目が多い。草原はチョウ類が多いが、主な生息場としては堤防草地で、外来のホソオアゲハと在来のジャコウアゲハとの競合が指摘されている。植物では、シナダレスズメガヤがカワラヨモギ群落に侵入していることが注目された。

ヤナギ林(アカメヤナギ、オオタチヤナギ、コゴメヤナギが優占)は河原の代表的植生群落としてまた比較的独立した生物群集系を形成している(図-8)。同様に、一時水域も独特の生態系を形成しており、とくにフタオカゲロウ属で、冬季出水による移入、

たまりでの羽化や夏季出水時の本川移出後の羽化などが見出されるなど、生物の視点での一時水域における出水の規模・頻度との関連が注目された。

本川と一時水域の連結は魚類においてもよく見られることで、オイカワ、カワヨシノボリなどの生活史との関連（各ステージの餌や捕食）での調査結果が蓄積された（図-9）。

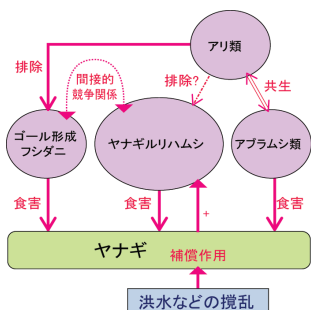


図-8 ヤナギ林の生態系

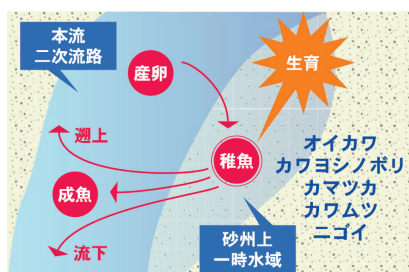


図-9 本川と一時水域の連結に関わる魚類の生活史

4. 木津川砂州河川での水移動と水質変化

物質循環に関わる研究では、対象とする物質とスケールで分類される。対象物質としてはPOM（粒状体有機物）と栄養塩、スケールとしてはセグメントスケールからリーチスケール、サブリーチスケールが扱われている。

セグメントスケールでは、POMの起源と流程に沿った捕捉条件が検討された。木津川で流程に沿ったCPOM（4mm以上）の起源組成の変化を調べることから、河道に沿う砂州や植生が捕捉の機能を有することが示唆された（図-10）。

砂州スケールでは伏流中の水質変化が着目され、とくに硝酸塩イオンと窒素の安定同位体比を調べることから、内部機構の考察が行われた。裸地砂州では溶脱が卓越するのに対し、植生砂州では脱窒の卓越が見られる（図-11）。

Textureレベルではたまりに注目した研究が蓄積された。たまりの立地条件によってたまりの安定性や水交換条件に大きな差がある。その中で減水時のシルト質堆積による目詰まりはひとつの鍵である（図-12）。水交換条件に依存してたまり水の栄養塩濃度の変動は特徴づけられるが、さらに浮遊性・付着性藻類の取り込みなど生物群集による諸過程も無視

できない。また、たまりのみならず二次流路などでも同様な過程が関わっている。

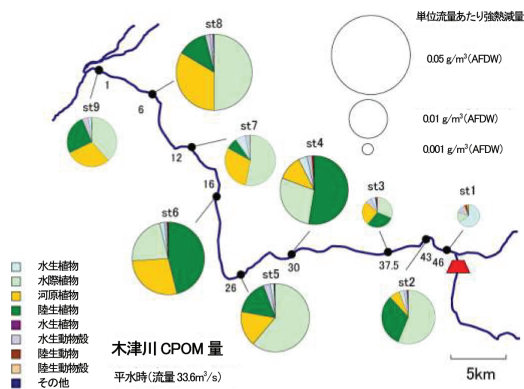


図-10 CPOMの源別組成の流程に沿った変化

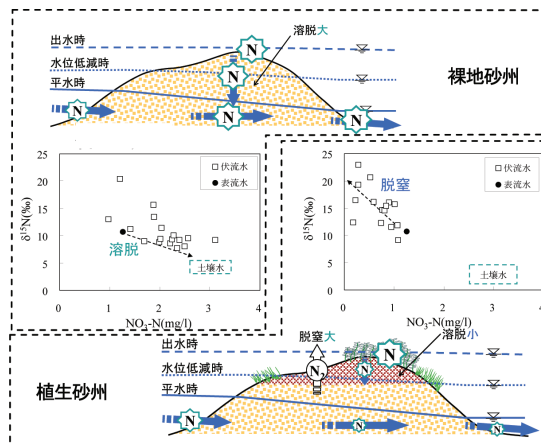


図-11 伏流過程における窒素動態（裸地と植生砂州の違い）

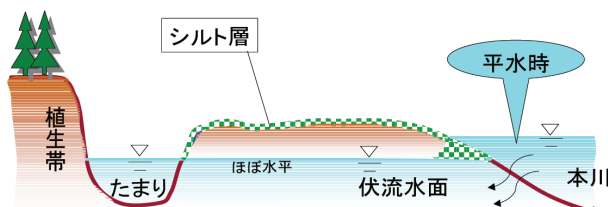


図-12 たまり周辺の伏流と表流水位の関係

5. 木津川砂州河川生態系の把握としての総合化

木津川砂州河川セグメントでは上記のように、様々な景観要素が分散し、それぞれがそれぞれの生態系機能（特に様々な種の様々な生活上の生息場を提供し、また様々な物質循環を支える素過程の生起場を提供している）を發揮していることがおおむね明らかにされた。河川環境管理の視点では、こうした生態系機能が十分發揮できるような空間管理が必要といえる。ここ10数年の対象セグメントの生態系機能の変化を認識し、今後の変遷に注意を払いながら管理していく方針を持つことが重要であるとの認識から、管理上の物理景観要素は、航空写真と測量結果と若干の水理解析からGIS上で分類できるものとし、冠水頻度、植被などを指標とした。

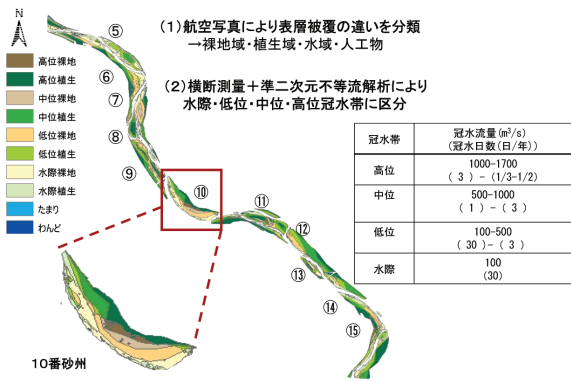


図-13 景観要素の空間分布

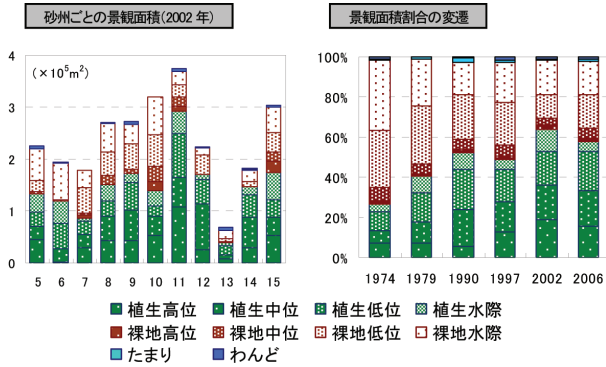


図-14 景観要素の時空間分布

このレベルの分解能で木津川砂州セグメントにおける各景観要素の空間分布(砂州ごとの景観要素構成)やその時間的変遷が調べられる(図-13)。

一方、本セグメントにおける景観要素と密着させた生物、物質循環に関わる研究成果を、きわめて概略的に整理するとさしあたって、各景観要素の代表的な種の生息適性や物質循環の素過程の生起場としての適性がレベル γ_1 として定量化(0~1)される。これらは砂州の生態系機能の一つの定量化であり、その要素面積を ΔAk とすると各砂州について $\Sigma(\gamma_1 \Delta Ak)$ が、その機能を発揮する潜在面積(WUA, Weighted Usable Area)と呼べるような指標となる。こうした定量化を通じ、生物群集、物質循環過程で研究されて得られた知見が、生態系機能指標として物理景観要素と関連付けられ、こうした物理基盤の形成・維持・更新機構に基づいて管理される、いわゆるこのグループが提唱するSTD管理の雛形となる。図-14に木津川の砂州セグメントの様々な景観要素の時空間分布、表-1に各生態系機能の景観要素のポテンシャル評価例、図-15にこれを適用した時の砂州の生態系機能の空間分布とその変遷を示した。

あとがき

木津川の交互砂州を伴う砂河川セグメントでの河川生態学術研究では、物理基盤、生物群集、物質循

表1 生息場、物質循環素過程生起場適性定量化の例

生物	チドリ	ホオジロ		
指標	営巣・採餌場	営巣場	(採餌場)	
評価	A	営巣場と採餌場の距離が近いほど	シナダレスズメガヤノイバラ	植生域エッジの長さ
	B	機能が高い	葦本	
	C		水際植生域	
	D	水際(採餌のみ)	木本(ソングポスト)	
	E	植生域	裸地域	

生物	昆虫	アリジゴク	カワラバタ	底生動物、魚類、貝類	
指標	生息種数	営巣場	生息個体数	生息場の有無	
評価	A	30以上		たまり、わんど、(水際裸地域)	
	B	20~30	粒径が細かいほど高い	—	
	C	10~20		確認個体数が多いほど高い	—
	D	10未満			—
	E	0	植生域	植生域	陸域(植生域・裸地域)

指標	脱窒	硝化	植物による取込	捕捉	
	河川水の供給 伏流水面からの高さ	河川水の供給 伏流水面からの高さ	伏流水面からの高さ	サンプル分析結果	
評価	A	水際裸地域 たまり 水際植生域	水際裸地域 水際植生域 わんど	水際植生域	水際植生域
	B	低位植生域	—	低位植生域	中・高位植生域
	C	中位植生域	たまり	中位植生域	低位植生域 水際・低位植生域
	D	高位植生域	—	高位植生域	中・高位裸地域
	E	裸地域・わんど	上記以外	上記以外	たまり・わんど

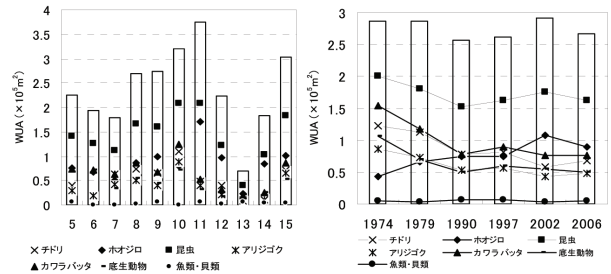


図-15 砂州河川生態系機能ポテンシャルの時空間分布

環の相互作用としての生態系の構造と機能を認識、景観要素を核としてそれぞれの研究成果を連結させる試みを行った。いわゆるSTD論による管理手法の提案につなげる雛形が提示されるとともにそのための情報が集約された。個々の情報や機構の解明、それらの集約技術などにさらに改良すべき余地は多いものの、物理・生物・物質循環の各側面の情報が集約され管理に活かされる道筋が提案された。

本グループでは、河川生態学術研究としての活動は休止状況に入ったが、様々な技術、知見及び仮説提案さらには行政との連携協力体制が蓄積されたこのフィールド、あるいはそれに連結する水系や流域の課題を今後も監視するとともに、知的資源の輪を絶やさない何らかの活動を続けていく予定である。なお、本文取りまとめにあたっては、名古屋大学大学院工学研究科の安佛かおり・尾花まき子研究員、財団法人リバーフロント整備センターの吉村真研究員に協力いただいた。

参考文献：

辻本哲郎：木津川における河川生態学術研究の取り組みと成果、RIVERFRONT Vol.52, 2005.
河川生態学術研究木津川研究グループ編著：木津川総合研究II, 2009.