

木津川における河川生態学術研究の取り組みと成果

木津川研究グループ代表 名古屋大学大学院工学系研究科教授 辻本 哲郎

まえがき

木津川河川生態学術研究は、礫床河川で流量制御が著しい多摩川、なお流量変動による攪乱にさらされている千曲川でのリーチに着目した研究活動に続いて、攪乱が頻繁な砂河川という範疇での河川生態という視点で、1998年にスタートした。山岸哲山階鳥類研究所長（発足当時京都大学理学研究科教授）を代表に、河川水理学、地下水文学、陸生物学、生物学、生態学の研究者（および研究協力者）で組織され、物理基盤（表面流、伏流、地形）、水質、微生物、底生生物、地上昆虫、植物、魚類（貝類）、両棲・爬虫類、鳥類、哺乳類の分野を網羅した。2002年に第1フェイズの研究をとりまとめ、それを土台に2003年から第2フェイズの研究段階に入っている。研究基盤整備や調査にあたっての便宜は国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所から強力な支援を得られる体制が整えられてきた。

1. 木津川の砂州セグメント

研究対象は、淀川水系木津川（図-1 参照、流域面積1,600km²、幹川流路延長147km、計画高水流量6,100 m³/s）の、京都府相楽郡木津町（合流点から約20km）から八幡市に至る北流する区間のセグメントで、勾配は約1/1,150で、図-2に示すように約20個の砂州が交互に形成されている区間である。このセグメントの河床材料の平均粒径は5mm程度となっているが、詳しく見れば、0.5mm程度の細砂、数mmの細礫、数cmの中礫の3集団からなる。なお、このセグメントは下流淀川本川掘削の影響や上流ダム群の影響を受け、独特の河床低下傾向を示している。またこのセグメントに流入する右支川はほとんど天井川で、河川敷は茶畑利用が多い。研究対象セグメントより上流は、伊賀盆地から狭窄部を経て西流する山間河川で、とくに笠置が狭窄部となっており、河川流砂がここをオーバーパッシングしている。一方下流はまた西流して京都府八幡市で宇治川、桂川と合流し淀川となる。第1フェイズでは、先行する他の2河川と同様にリーチスケールを研究対象空間とし、合流点から12km付近の左岸砂州（およびその下流の裸地状態の右岸砂州）を研究対象地区（京田辺地区）

とし、淀川河川事務所の支援で基盤整備がされた。すなわち個々の研究場所を特定しやすいための50mグリッドでの基本杭の設置、年数回の低空飛行による空中写真撮影と必要に応じたベースマップ（10cmごとの等高線を記入したもの）の更新、また70m程度の間隔での伏流水位観測井戸の設置、対象砂州の上下流で水位の自動観測（10分毎）などである。



図-1 木津川流域

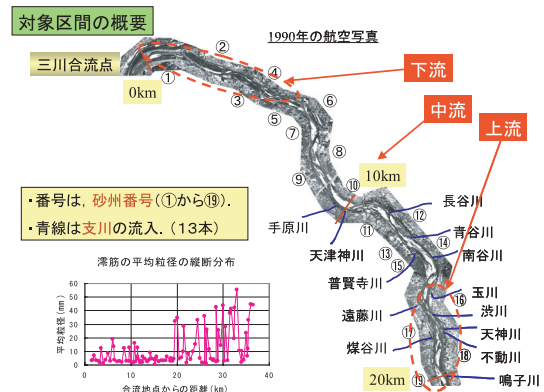


図-2 木津川の研究対象セグメント（辻本・寺本）



図-3 木津川の研究対象リーチ

第1フェイズでは、このリーチの河川物理環境の特性と成り立ち、とくに表層地形や分級、植生域の

形成および伏流流動など特徴的な地形構造に着目する一方、こうした場を棲家とする砂州域の生物群集を網羅的に調査研究した。また、伏流流動や砂州上に点在する一時水域が砂州を伴う流れの水質形成に大きな役割を果たしていることが推測された。以上の成果と、河川管理者である淀川河川事務所との議論から芽生えた「砂州景観保全」の河川生態学的意義の明確化というのを目標に、第2フェイズをスタートさせた(2003年)。第2フェイズでは交互砂州で特徴づけられるセグメントが対象で、第1フェイズの対象リーチはそのひとつのサンプルということになる。図-4に見られるように、それぞれの砂州は植生域や一時水域、分級など砂州より小さなスケール(サブ砂州スケール類型景観)の空間的割合や配列の相違で特徴づけられている。また、こうした特徴が人的なインパクトを受けた中での河川景観の変遷の指標にもなっている。

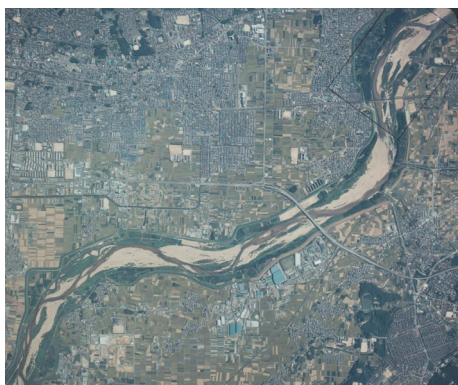


図-4 対象セグメントに含まれるさまざまな砂州

2. 木津川砂州セグメントの河川生態系と砂州景観保全

木津川では「砂州景観保全」は情緒的には地域の環境目標ではあるが、河川生態学術研究の成果としてそれをいかに意味づけ説明できるかを自らの課題として課した。あるいは、河川生態学術の成果を砂州景観保全施策にどう生かすかの議論を傍らでやりながら研究を進めることとした。研究会でのこれまでの議論に基づく、現在の研究の方向づけは以下のようなものである。砂州生態系の意義を、(1)砂州がさまざまな生物に生息場を提供している、(2)砂州とその上の生態系が河川にたとえば水質浄化などのサービス機能を果たしているの両面から捉えることとし、とくに、サブ砂州スケール類型景観それぞれでのそれらの定量的表現を目指すこととした。そうすれば、ひとつの砂州の中で優先的に保護すべき部分が明確になるし、これらが効率的に連結した砂州はセグメントの中で優先的に保全すべきだし、また砂州の総

合体としてのセグメントの価値や変遷傾向も把握できるであろうと考えた。将来はこれらの2つの部分を総合化することも考え、鳥類をtop carnivoreとする生物群集とその生息場の研究、(有機物も将来総合化する展望の下に)生元素化合物の流下と変化についての研究を2本柱とし、これらにその場と特性とその変化について情報を加えて評価を総合化することとしている。

3. 木津川砂州の物理景観としての特徴

ひとつひとつの砂州に着目すると、それはさまざまなサブ砂州スケールの類型景観の組み合わせによって特徴づけられる。とくに注目するのは、植生域(樹林地、草地)、裸地(細砂マウンドや礫帯など)、一時水域(二次流路、たまり、わんど)、水際および伏流構造である(図-5)。これらは、洪水時の移動床過程や水域・陸域の交替とそれに伴う植生の侵攻、生育と破壊などに規定される。木津川の対象セグメントでは図-5にも示されるように年に数度数m冠水するような洪水が数度来襲し、また1,500m³/秒を超える出水では活発な移動床現象(地形変化や分級)が生じる。下流の淀川本川の河道掘削、上流ダム群の建設による滞筋の固定化と、砂州の比高増加、また植生侵攻に伴う地形の複雑化が、サブ砂州スケール類型景観の空間分布を形成、維持あるいは発達させている。また、砂州独特の表層地形と表面流特性(とくに早瀬の形成)は、砂州内への伏流を促進している。

砂州地形のさまざまな地形要素=生息場 *temporary!*

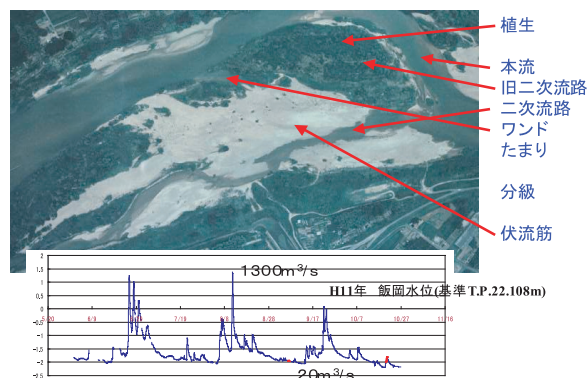


図-5 さまざまなサブ砂州スケールのユニット (辻本)

水理・水文研究グループは、地形や表層粗度や植生を考慮した平面二次元流解析により、砂州特性の変化や植生繁茂状況の変遷のほか、洪水時の二次流路の流れなど、生息場の議論の物理的側面を担っている。とくに、移動床過程と植生動態は相互作用し

あって変化することが注目されている。図-6に示すように、砂河川で形成される砂州の横断形は比較的平坦であるが、畝上の地形の形成と植生の侵攻が相互干涉的に進行して砂州の複雑化が進み、これが一時水域など多様な生息場提供の鍵となっていることが明らかにされてきた。また、砂州内の平均的な伏流挙動を推定された。なお、一時水域の散在や、伏流流入部での目詰まり、雨水や洪水氾濫水の鉛直浸透やその伏流への影響も、物質輸送や生元素変化過程との関連で、最近興味をもたれている課題である。

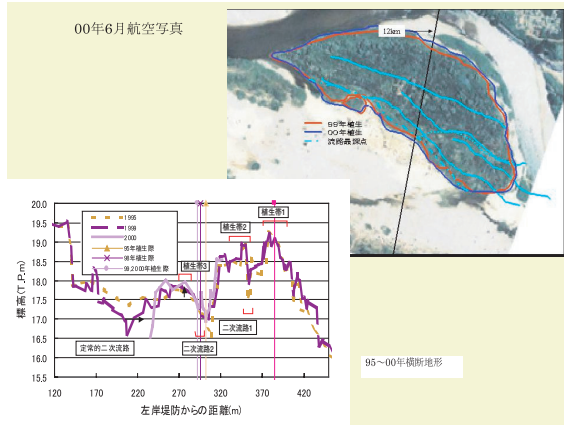


図-6 畝状地形の発達と植生繁茂 (辻本・鷲見)

4. 木津川砂州域の生物群集

12km付近の左岸砂州について出現したすべての生物種のリストを作成したのも木津川研究グループの第1フェイズの大きな成果である。第2フェイズでは網羅的というより、抜け落ちてもしよからむしろさまざまな生物や地形、流れ、物質変化を少しでも連結された捉え方を目指している。まず、いくつかの生物と物理場の関連についての話題に触れよう。

植生については、着目されるのはヤナギ類で、前項でも述べたようにその繁茂域の拡大や個体の成長は砂州地形の変化と大きく関連している。また砂礫地(河原)を代表する草本としてカワラヨモギ、それと生育場を少々重複させている最近注目を浴びている外来種シナダレスズメガヤ、水際にすばやく入ってきて(チドリ類の採餌を阻害する)イヌタデなどが注目されている。また、(後述する)アリジゴクの営巣、カワラバタの生息場阻害としての草本域の拡大、あるいはそれが樹林化への予備段階とする河相変遷の研究ともつながっている。樹林の拡大は樹林を破壊するような大洪水の来襲と関連しているが、草本の広がりはかなり小さい出水との関連が深い。また逆に出水時に流失するこれらはこうしたセグメントを流下する粒状有機物の大半を担っている

ということも報告されている。

砂礫性の昆虫として注目されたのはアリジゴク(クロコウスバカゲロウの幼虫)で、孤立植生などに捕捉された砂のマウンドに営巣し、洪水による分級により生息場が形成・更新されていること、植生の侵攻で生息域が脅かされることなど興味深い成果が得られている。一方、礫地には三種のチドリ類が卵の模様と表層テクスチャの類似性を選好して営巣することが明らかにされた。後者は洪水時の移動床過程の結果であり、地形変化とともに河川水理学的に予測可能なものである。

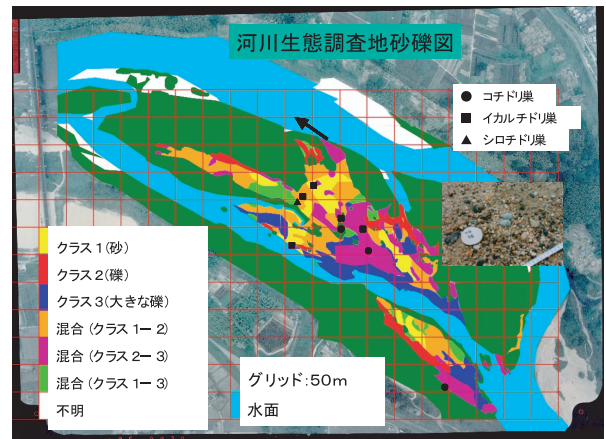


図-7 チドリ類の営巣と砂州表層粒度 (山岸・松原)

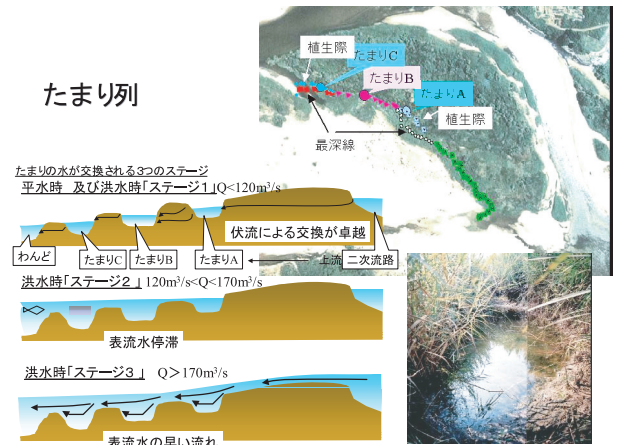


図-8 たまり列の生息場機能 (辻本・鷲見)

また一時水域は、洪水期のみ本川とつながり、本川に比べ流れの静穏が保たれるので魚類の多様性や洪水時の避難、産卵行動を支援する場として注目されている。

これらの研究例に示されるような生物棲息と砂州の典型的な地形と関連づけた研究はすでに第1フェイズにも見られたが、第2フェイズでは、さまざまな生物の生息場を食物網の概念で連結させようとしている。現段階では鳥類をtop carnivoreとした網がけ

で見ることになっている(図-9参照)。これを補完するものとしてヤナギ林の生態系、一時水域の生態系をbottom upで見たいとする。鳥類の食物網の論理でtop downの視点とつながり、一方、場や物質輸送から進めていく研究との接点を期待している。

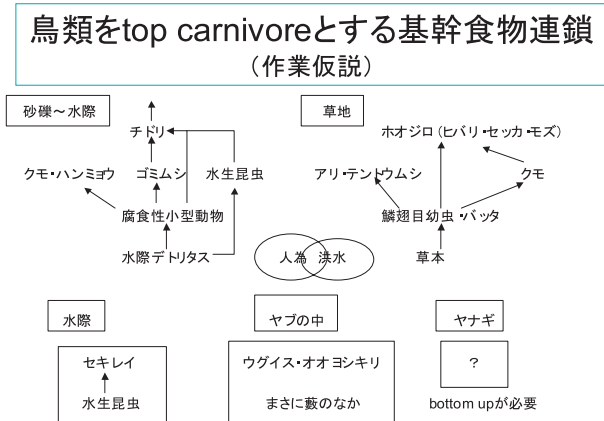


図-9 砂州の生物群集(江崎・松原)

5. 木津川砂州における生元素の輸送と変化

図-10に見られるように木津川の地点ごとの硝酸イオン濃度の経時変化を見れば、夏季の低下が目立つ。これは夏季の生物作用(植物による同化や脱窒)を推測させる(生物作用がない塩素イオン濃度の変化では季節的特徴が見えない)。こうしたことから、生元素に着目した物質輸送・変化過程の解明は、砂州の水質浄化機能という一般にわかりやすい指標として砂州の意義を示せる可能性があると考えた。また、生元素は結局は生物・有機物とも循環するので、食物連鎖で連結させた生息場の研究と将来的な結合も期待される。

こうした議論から第2フェイズでは砂州リーチを通過するときの生元素無機化合物の輸送量と変化に注目した研究を強化している。

砂州の伏流過程における硝化・脱窒能力を現地調査と開水路およびカラム実験で評価することが根幹とされた(図-11参照)。これに対し水の流動の方からは、前述のように流入部目詰まり、一時水域の散在による伏流・表面流の繰り返しの影響や、鉛直浸透による混合が研究されている。鉛直浸透成分は植生域など生元素化合物を吸着させた微細粒子を洪水時に捕捉して表層や不飽和層に蓄積し、鉛直浸透時に溶脱してくるシナリオが研究されている。また、図-11にも示すような一時水域での有機物(藻類)との変換過程や、二次流路のような光合成の活発な浅水域での付着藻類繁茂と脱窒に有利な嫌気状態促

進などが注目されて研究が進められている。

木津川窒素負荷の現状 (NO₃-N, Cl⁻ conc.)

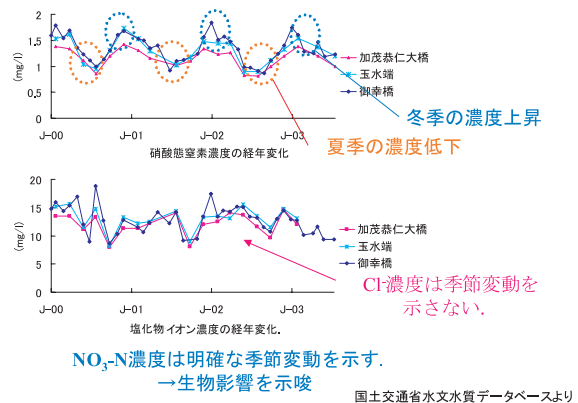
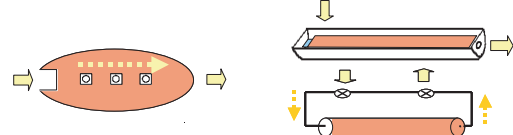


図-10 木津川水質の経時変化と地点による変化

A 砂州内間隙水の水質変動

河川水が、砂州内を伏流することにより受ける物理化学生物的な作用と、作用結果としての水質変化を明らかにする。



B 砂州の地上水の水質変動

砂州内の地上水(二次流路やタマリなど)における基礎生産及び分解無機化過程と、それに関わる生元素化合物の形態変化を明らかにする。

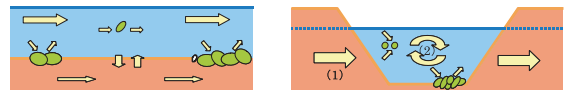


図-11 生元素変化過程(三田村・安佛)

あとがき

木津川では、砂州セグメントという場において、地形変化や流れ、植生動態やさまざまな生物群集と行動について、上述のようにそれぞれの専門的な視点からの研究を楽しんだアウトプットを、生態系の(1)生息場と(2)物質輸送・変化の両面からその機能を、砂州を構成するサブ砂州スケール類型景観と関連させて機能評価する方向で総合化させようとしている。紙面の都合でメンバーの成果のすべてが紹介できてはいないことを付記する。