

Hydraulic Engineering to Contribute River Basin Management in Particular Reference to River Landscape Adjustment

A-3-1

川整備になっていないか。流域での水災防止機能の確保が目的で、河川という器の安定性の確保が第一義なのではない。もっとも、河川という器の崩壊は流域人間活動の破滅的被害につながる。

なお、「流域委員会」は、河川整備計画策定の手続き上、その原案に対し学識者が意見を述べる場としての位置づけが普通とされる。学識者のほか住民からの参加(公募型委員)や行政からの参加の例もある。後者については、河川整備計画策定の手続きの中では、公聴会や他の仕組みがとられる。しかし法的な役割に限定する必要はないし、原案提示前からの意見交換や、場合によっては、基本方針策定以前からの議論もうまく反映できるなら、そういうかたちも良い。繰り返すが、河川整備計画は河川での整備項目の位置づけであり、河川整備がどのように流域で確保されるべき機能(その具体的な姿こそ、流域委員会でしっかり議論したいところ)確保に向けて効果的に計画されるかである。

流域での安全、資源、環境(生態系)保全機能の確保に、河川でのそれを目指す整備が効果的であるとはいえ、それだけでは不十分な面があることは確かである。総合治水や森林涵養、流域間水融通、流域でのエコロジカルネットワーク構築などがどれだけ、河川整備で手の届かない部分を補完することかも認識せねばならない。しかし、補完的なものであることもきちんと認識されるべきである。

4. 破堤・氾濫への着目

氾濫原の人間活動は堤防によって洪水から防御されている。計画高水流量の洪水に耐える断面の堤防が設計されている。計画といっても外力は確率的であるからそれを超える外力が作用するときがあるし、堤防が計画断面に完成していないもの、河川断面が確保されていないで計画より小さな流量で計画高水位に達する場合、また上流の洪水調節施設が不十分で計画レベルより小さな外力(降雨)でも河道で計画流量を超える場合もある。こうした場合、築堤区間では危険水位の状態を超えて、破堤しても不思議でない状況となる。超過外力ならともかく計画規模より小さな外力で現況施設を超えて災害が発現することについては行政や工学は穏やかではおられまい。また、計画規模も便宜的なもので、行政的な責任は免れるとしても、そのとき人

命を守る手法を工学として示唆しないわけには行くまい。われわれは、ある限度を設けて、そうならない設計論に終始してきたが、規格外の状況での「破壊的現象」に工学的メスをいれ、それに対する対応が充分とられるようにしなければならないことが、最近の大規模豪雨災害の頻発やハリケーンカトリーナによるニューオリンズの水没を見て痛感するところである。

施策としてはハザードマップの作製・周知による避難の励行ということになるが、水工学では、そのもとになる氾濫想定区域図を提供するため氾濫解析手法を発展させ、また情報の詳細化も図ってきた。しかし、破堤を伴う氾濫では、①破堤箇所の特定、②破堤プロセスの詳細などがネックになって、マニュアルで想定せざるを得ない。①については、計画論上、堤防に沿って安全度が一定でなければならないことが前提で、弱点(堤防が低いとか断面が不足しているというのはもってのほかだし、旧河道上の堤防や、堤防を横切る構造物のあるところ)では、それなりの質的向上がとられるべきなのである。しかし、先述したように、計画が達成されているところはまれで、現状では弱点部はある程度洗い出せそうである。現在の浸水想定区域図作製では、現河道において計画高水流量で危険水位を超えるところで破堤想定しているが、危険度のカテゴリー分けが可能のように思う。

②の破堤プロセスについても、急変流であること、堤防材料の想定が難しいこと(もともと粘着性材料を含む地形の侵食過程の解析は充分研究が進んでない)もあり、取り組んだことすらなかった。しかしながら、東海豪雨災害時の新川破堤を目にして、破堤が生じたときは、河道も堤防も堤内地盤も同じ砂材料と見て好いように思われるぐらい、「あっけなく」現象が生じている。このことから、河道、堤防、堤内地を一体にして(図4参照)、移動床水理計算をしてみた²⁾。

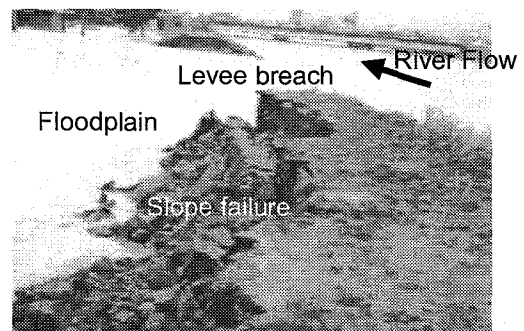


図-3 新川破堤(2000年東海豪雨時)

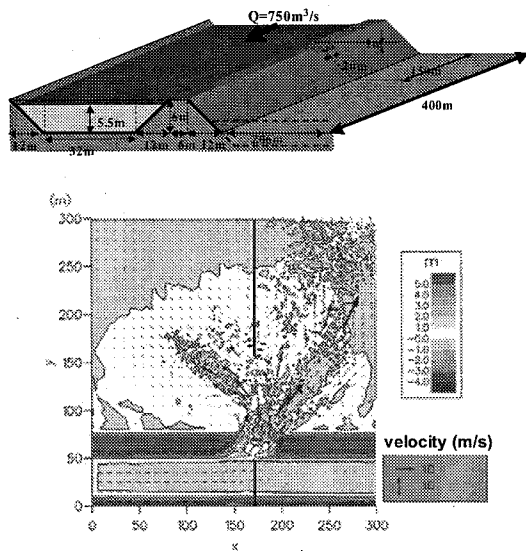


図4 河道・堤防・氾濫原を一体化した移動床過程

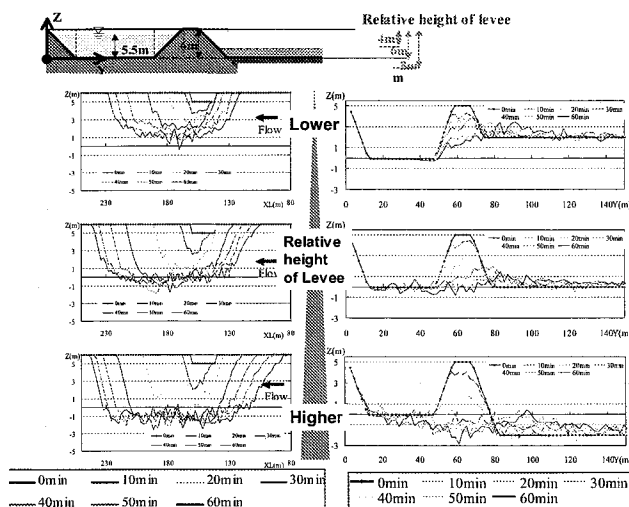
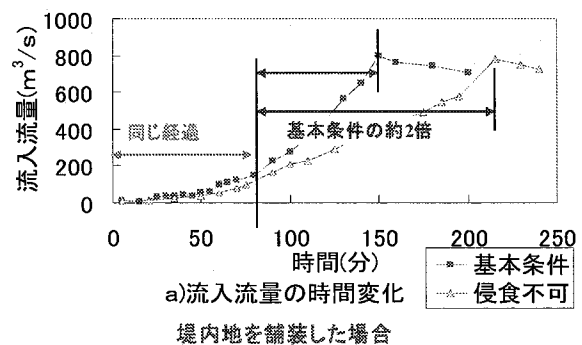


図5 破堤における下刻と拡幅

こうした解析が現象をどれほど正確に表現しているかは検証が必要であり、一方、解析の各部分の詳細化は必要だが、今まで充分認識できていないさまざまな知見も提供してくれる。たとえば、破堤の拡大パターン(下刻と破堤幅拡大の組み合わせ、図-5参照³⁾)の情報や、破堤拡大に占める「落堀」形成の役割(落堀が形成されないよう堤内地側を舗装すれば、破堤拡大は遅れる、図-6参照²⁾)、湾曲部外岸・内岸の破堤進行過程の相違³⁾、堤防や河道断面の違いによる破堤進行の相違³⁾などについての情報は、それなりに有意である。とくに、危険水位に達した時点で「避難勧告」が出され、破堤の兆候が現れた時点で「避難指示」が出されるという状況で、避難のためのリードタイムの存在^{4,5)}を強

く認識するなら、壊滅的状况に至るプロセスを遅らせることが出来ることは大変重要である。また、河床が堤内地より高いいわゆる天井川では、破堤氾濫とともに河床から土砂が堤内地に流出し、破堤部築堤材料とともに堆積地形を形成する(農地被害はこの土砂堆積が中心)とともに、その後の氾濫流の挙動を支配する³⁾。

すなわち、堤内地への氾濫を意識すると、氾濫水理の重要性もさることながら河道洪水水理には、なお課題が残っている⁶⁾といわざるを得ない。この破堤部挙動とその河道内水理へのフィードバックによって、氾濫流ハイドログラフが決まるのだから氾濫現象の把握・予測にもこうした「接点」の扱いが重要といえる。



・堤内地における侵食を抑制する工夫が施されれば氾濫流量の増加を抑えるなどの効果が期待できる

図6 堤内地舗装による破堤進行の遅れ

なお、氾濫シミュレーション手法がハザードマップの普及に向けて発展したことは近年の水工学展開の特徴であるが、それがもたらす情報的的確な避難誘導にきちんと結びついているかという点、きわめて心もとない。多大な情報をもたらすシミュレーションであるにもかかわらずハザードマップや避難訓練(滅多に行なわれない)に使われるのは、複数の破堤点を想定した個々の氾濫現象を包絡した最大浸水深情報のみである。2004年の新潟豪雨災害では破堤氾濫で多くの人命が失われたが、それは氾濫伝播と密接に関連している⁷⁾。氾濫現象と避難すべき住民行動が一体化した「現象」への水工学的アプローチはないのか。またそれによって、被害が軽減できないが(犠牲者を減らせないか)。そのひとつの方向は、住民の行動のモデル化である。流れ場が明らかになれば、その情報の中から掃流力、流向、地形勾配で、砂粒の行動を規定し、それを追跡したのが移動床水理学である。また、流れが運搬する栄養塩を用いて増殖し、流体力や流砂の衝撃力

5. 河川生態系への水工学の取り組み

河川の典型景観の保全

河川整備・管理の目標に、治水・利水に加えて「環境」が加えられ、とくに生態系保全がその鍵とされる。治水、利水、環境のいずれも流域が対象なのだが、水循環、流砂系、物質輸送・変化系、生態系からなる総合系はは様々なスケール（流域—水系—セグメント—リーチ—サブリーチ（マイクロスケール））階層構造を呈しており（図-7）、それは様々な微細構造に分解可能であるとともに総合構成されるという両面がある。こうした中で、セグメントやリーチスケールが対象となる河川整備・管理であることを最初に断っておこう。

ままである。実は、「景観」という後の中に、その価値が潜められているのであり、それを客観的にしていくことが、環境が目標をきちんと(ある程度)定量化した治水・利水と伍して議論していくうえで重要である。こうした「景観」の形成・維持機構や、その「機能」評価が必要だと主張している。①水循環・流砂系として物理基盤(物理景観)が形成維持され、そこに②生態系が醸成され(物理基盤要素の生態的機能)、そして③生態系からもたらされるフィードバック(生態系サービス)があるその系の理解、評価、予測(技術の開発)が重要であり、場合によってはその制御(マネジメント)(技術の開発)が期待される。ここでは既に、「景観」を定義したことになっている。「景観」とは礫河原や砂州景観といった①物理基盤とともに、そこに②生態系がはぐくまれ、さらにそれが③何らかの機能を発揮している状況と3つの要素で見ている。

[illegible]

6. 河川生態系を支える物理基盤

A-3-5

じた特徴的な物理景観が現れる。礫床、砂床河川といった典型のほか、洪水時に形成される様々な河床形態（砂州も洪水時に形成・変形を受ける中規模河床形態）も基本的典型である。表層地形・地質に当然影響されるのはいうまでも無い。加えて、流域での人間活動は河道を空間的に拘束した（築堤など）ことに加え、この物理基盤形成・維持機構に大きな影響を与えている。中でも、流況の変化（普段の流量が利水目的で減じられかつ平準化されていることや、治水（及び利水）目的で洪水の頻度・強度が抑制されていること）や、横断構造物による河川への供給土砂量の減少など流砂系の変質は、きわめて大きな河道物理景観へのインパクトである。また、流況、流砂系変化による河道地形変化がもたらす河道内植生変化は河道内物理景観を支配する相互作用系に大きく影響している（図-8参照）。河川の物理景観は基本的に水流、流砂、地形変化の相互作用形としての移動床過程に支配されているが、地形とかかわる植生動態の影響は無視しえなくなっている。当然植生は生態系的一部分でもある。移動床過程は水循環・流砂系の河川での出現形態である「流況」、「流砂」として移動床過程とかかわるが、流域での人間活動は様々にこの系にインパクトを与えている。

河川の「物理基盤」と生態系

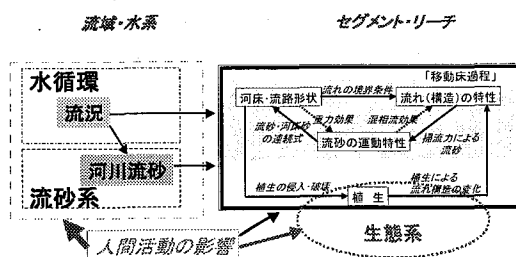


図-8 河川の物理景観を支配する移動床過程

木津川下流部の例⁸⁾を述べると、図-9に示すような砂河川での交互砂州が連続するセグメント。砂州を含む区間で見るのが「リーチレベル」。個々の砂州はそれぞれ特徴をもっているが、このセグメントという「均質的統計母集団」からの「統計的サンプル」。その意味で、こうした砂州があつて、それゆえに、蛇行する滞筋があり、瀬淵があり、瀬での水面の落差で砂州内平面伏流があるという大きな構造がもたらされている。これをStructureと呼ぶことにした。それをク

ローズアップしてみると、砂州上には、さまざまな微細な構造がある。本川にも滞筋（その中に瀬・淵 riffle-pool）、二次流路（secondary channels）、わんど（back water）、たまり（side pools）、水際などの一時水域（temporary waters）、陸域も植生域（草地、樹林地）、裸地（細砂パッチや礫帯）など、流況や微地形や分級、植生繁茂などに関連したサブ砂州スケールの構造（類型景観）をTextureと呼ぶことにしている。たまりなどの性質はその寿命時間に大きく影響され、こうした時間スケールへの着目をDurationと呼び、後述の生態系との関連での3要素の一つとしている。

Structure (Segmentの基本的構造)

年1度から数年に一度の洪水で形成・維持
砂州の形状→瀬・淵構造
砂州構成材料



河床勾配、河道断面、年最大流量→砂州波長、波高

Texture (砂州の表層の景観/サブ砂州スケール景観)

毎年何回か起こるような洪水
砂州表層への堆積・フラッシュ 植生動態
裸地域 細砂パッチ(マウンド)、礫帯
植生域 草地、樹林地
一時水域 わんど・たまり

Duration (寿命、変遷→攪乱・安定化)

砂州地形のさまざまな地形要素-生態系 temporary!

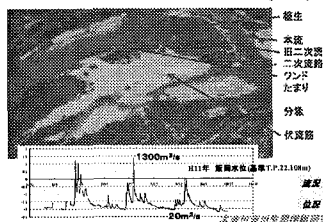


図-9 河川の物理景観の3つの要素

河川生態系を支える物理基盤に対する、水工学のアプローチはさまざまである。図-10は、航空写真を年代順にオーバーレイし、経年的な横断測量結果とあわせ見ると、リーチスケールの微妙な地形と植生動態は密接な関係にあることが示唆される⁹⁾。植生が侵攻してこない砂州は平坦な形状を示す。植生と移動床過程の基本的枠組みは基礎実験や数値解析で検討できるも

のもである(図-11¹⁰⁻¹²)。また、植物の動態にも、植物の盛衰にかかわる「行動アルゴリズム」を特定することで、記述予測されるということも、この分野で面白いところである(図-12¹³)。

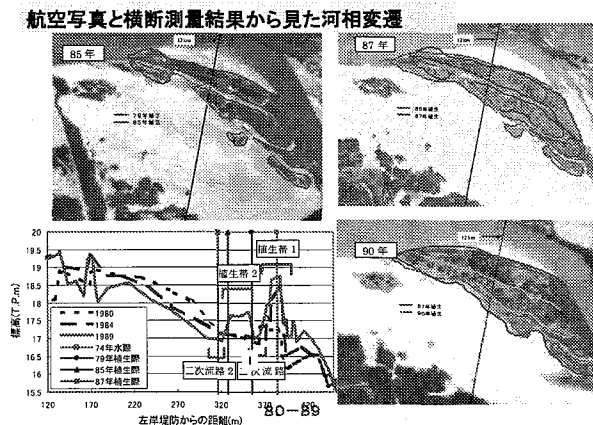


図-10 航空写真と横断測量から見る河相変遷

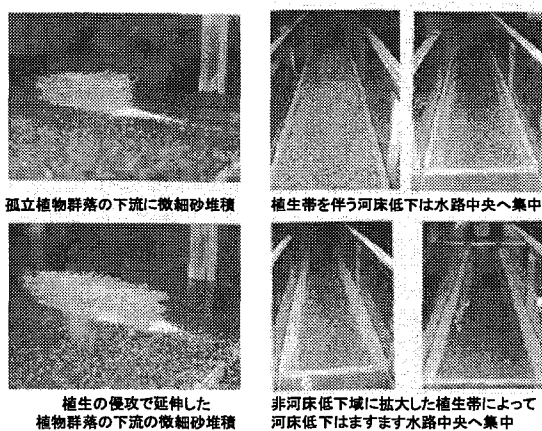


図-11 実験室に再現する河相変遷

7. 河川物理基盤の生態的機能—Habitatの議論

生態系として河川景観を見ると、様々な物理基盤の生態系へのサービス (ecological function) を議論する。その代表が生息場 (habitat) としての機能。生物・生態学と工学が連携する最初の手がかりとなった。たとえば、魚類の流速や水深、底質への選好性の把握とセグメント、リーチにおける物理量の空間分布とを総合化する手法 (Physical Habitat Simulation¹⁴), Habitat Evaluation Procedure¹⁵)。これは、その総合評価が最適になる流況を決めることで河川の流量管理に関する議論 (Instream Flow Incremental Methodology)¹⁴ を支援するものとされた。

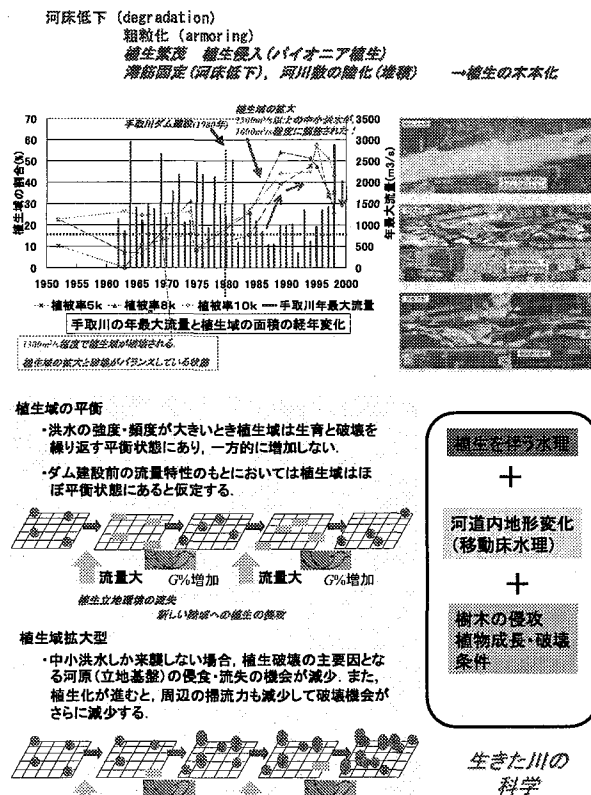


図-12 河道樹林化と樹林の「行動アルゴリズム」

これらは、河川への様々なインパクトを、河道形状や流量の人工的改変によって変質を軽減するというもの、インパクト自体の軽減のほか、代償インパクトも工夫されるきっかけとなったと評価できる一方、「生息適性」とは何かが問い直されている。そのポイントは、①どの生物種に注目するのか、対象が複数になれば、②様々な種への対応をどう compromise するのか、habitat はたとえば成魚のそれだけで決まるのではなく、③その生活史への着目が重要 (産卵、孵化、稚仔魚の成育、採餌、緊急時の避難などの場はそれぞれ異なる) との指摘や、④選好性の変化 (適応)、⑤複数種の間の競争・共生などの相互作用が重要との指摘が当然生物・生態学研究者から出てくる。この中のいくつかは、まさに河道内の様々な物理景観要素がどのような生態的機能を呈しているかということである。生活史や種によって異なるものの、期待される機能を有する景観要素が河道のどこに出現しあるいはそれをどう制御できるか、また、生活史によって異なる機能を有する場、捕食者と被食者の生息場との連結性の確保、こうした裏づけのための生物個体の行動把握技術もこれにかかわる工学的課題である。図-13には生活上

利用される空間間の連結性の議論¹⁶⁾、図-14にはたとえば砂州のTextureとしてのたまり列がどのように洪水時の避難(やそれに伴う産卵行動)を支えているのかにかかわる研究例¹⁷⁾を示している。生息場は生活上必要なさまざまな空間の複合体。個々の場は適切に連結されていなければならないし、個々の場はそれぞれの機能が確保されていなければならない。砂州上のたまり列は、出水の時に、下流から連結し、最終的に上流からつながった状況でも、流速の小さい場が確保される。

避難場の議論も、①避難場としての遅い流速の空間の議論だけでなく、②場としての連結性があること、そしてさらに最近では、③魚類行動に基づいて避難場につながることの観点も取り込まれつつある。これには、小型化したテレメトリーシステムが有力な支援となっている¹⁸⁾。

一方、生態学の分野に期待されるものとしては、食物網と連動した生息場の情報とその根拠が第一(木津川河川生態学術研究⁸⁾では、裸地性、草原性鳥類を捕食者とし、餌生物群とそのhabitat、それと関連した鳥類の生活圏の把握がテーマとされた)で、もうひとつは、生物多様性などの視点からの、複数種の生息場の議論の統合化の論理であろう¹⁹⁾。

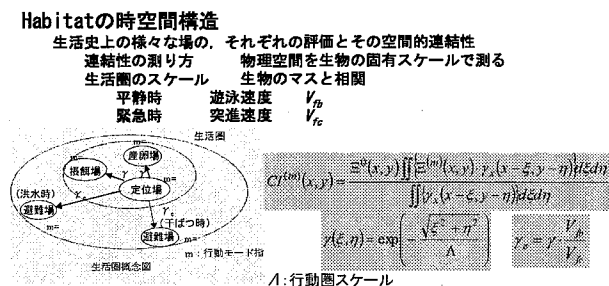


図-13 生活史上のさまざまな場の連結で確保される物理景観の生態的機能

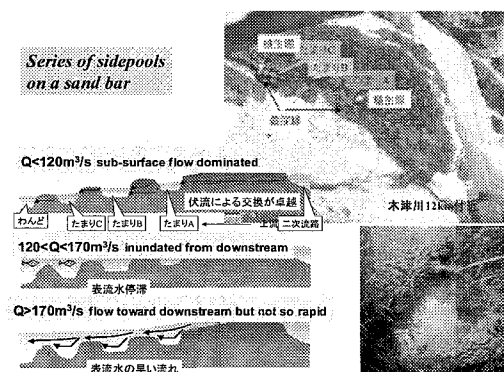


図-14 たまり列の洪水時の魚類避難場機能

避難場の評価

- (1) 避難場としての適性(遅い流速場)
- (2) 普段の生息場との「連結性」(物理的連結性)
- (3) 避難誘導⇔「行動モデル」⇔行動特性の把握(テレメトリーシステム)

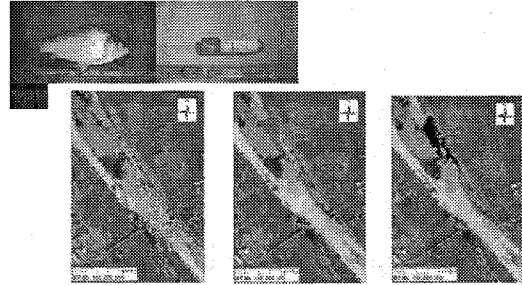


図-15 魚類避難場確保の研究

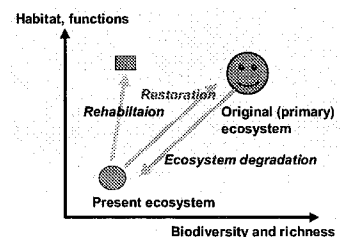
Habitatの議論は、あくまでも生息ポテンシャルにかかわる議論である。河川生態系の劣化が顕著化したとき、物理場が失った生態系機能を取り戻そうということの重要さはこれまでのシナリオで理解できるが、これで生態系の復元というわけには行かない。生態系には生態系機能の面とともに、生物量にかかわるもの(種数、個体数など)との2軸で考えるべきものである(図-16参照)。物理基盤の生態的機能回復に限った復元は、Restorationと区別してRehabilitationと呼ぶのが、正しい表現であろう。

環境影響の緩和

- (1) 生態系機能を持った物理基盤の確保
Habitat確保 = Rehabilitation

- (2) その成果は?
Habitatがあっても
生物が戻ってきていない
生態系機能は
「生存ポテンシャル」*
を規定しているにすぎない。

*生存ポテンシャル
飽和生体量(環境容量)
↑
「餌」「栄養」
(増殖率)



生物動態, 栄養動態

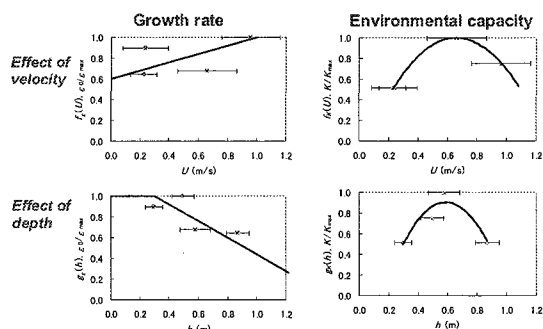
図-15 生態系のもつ2軸特性と生態系の劣化と復元

さて、種数や個体数、あるいは生物量(Biomass)についても、その取り扱いが始まっている。いわゆるPopulation Dynamics Modelingで、付着藻類などでは増殖率、剥離率がわかればその動態簡単に記述できる。生物学的側面については、現地観測で、局所水理条件や水環境条件と増殖量、環境容量の関係を定める。一

方、剥離については、流砂のインパクトや流体力による剥離機構を考えようとする研究も現れている²⁰⁾²²⁾。こうした環境容量、増殖率などを、むしろPHABSIMでその物理選好性を決めて議論しようとする例がある。図-16は、付着藻類の増殖率、環境容量の扱いにPHABSIMの枠組みを使おうとしたものである²¹⁾。

PHABSIMとPDMのカップリング

←環境容量・成長率にPHABSIMの手法を！



PHABSIM should be applied to the environmental capacity (maximum coverage) and the growth rate

図-16 生態系のもつ2軸特性と生態系の劣化と復元

8. 河川の生態系サービス (Ecosystem Service)

治水・利水に加えて生態系を議論するとき、河川が生態系にサービスしていることの評価では弱いだろう。保全する生態系が河川そのものや沿川の人間活動という視点で大きな役割をしており、それをきちんと評価することが重要である¹⁹⁾。環境変質はいつもそれによって認識が深刻化してきたのである。

木津川窒素負荷の現状 (NO₃-N, Cl⁻ conc.)

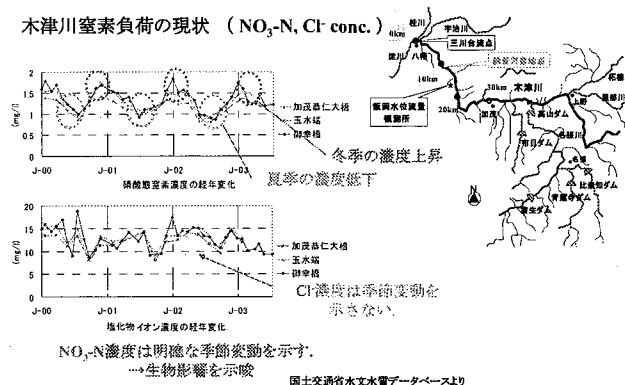


図-17 木津川での水質変化

図-17には、淀川支川木津川の複数地点での水質変化を示す。水質項目は硝酸イオン濃度(図の上段)と塩化物イオン濃度(下段)で、前者は夏季に著しい減少が認められる一方、後者には明確な季節変動は認められない。前者は生化学作用を受ける可能性があるイオンで、それが夏季に低下しているのは、活発な生物作用(脱窒)が、砂州区間の伏流通過時におこなわれているものと推測した。こうした仮説にもとづいて、砂州のさまざまな「類型景観」(Textureの部分)でどのような現象が生じているかを評価しようとする研究が進行している。すなわち類型景観ごとに単位面積当たりの生態系サービス(この例では、窒素除去による水質改善)を評価しようとしている。それが可能になると、類型景観ごとのHabitat特性が知られ、そこでの生体量動態が明らかになり、生態系サービスが定量的に評価されることになる。これは砂州における類型景観の保全・再生、ひいては本来の砂州景観の保全が、従来の高エネルギー投入型の環境保全をどれだけ代替できるか、生態系保全による生態系サービスの最効率化というかたちで意義づけられることになる。

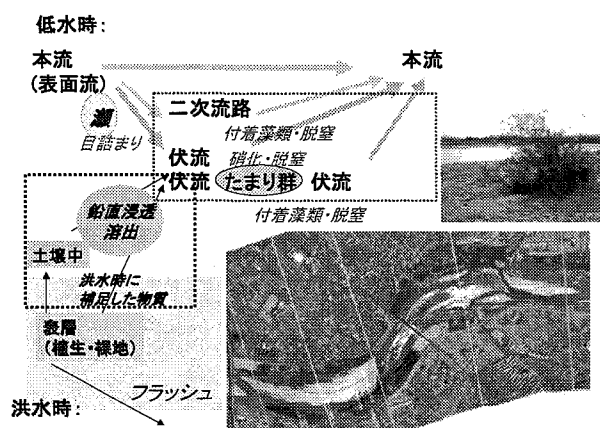


図-18 砂州リーチでおこるさまざまな物質輸送・変化過程

こうした砂州の生態系サービスは、次のようなさまざまな素過程にもとづいている(図-18参照)。基本となるのは、瀬・淵構造を通過する表流水の水位差が駆動する砂州内伏流によるもの。窒素に着目すれば、伏流過程においては、微生物作用によって好気的環境で硝化、嫌気的環境で脱窒が期待される。また、伏流流入場所では物理的なフィルタリングによって流下POM(粒状体有機物)が捕捉される。

窒素の輸送・変化過程は硝酸塩イオン濃度で測れる

が、確実に硝化・脱窒が起こっているかどうかの判定には窒素の安定同位体比も調べられる。図-19は、両項目の測定により、硝化・脱窒といった生化学作用と、異なる供給源からの硝酸塩の溶出・混合が分別されることを示している²³⁾。表層からの溶出・混合は、冠水時や降雨時の鉛直浸透流れによっておこなわれる。その供給源である栄養塩ストックは、洪水時に砂州上に捕捉・備蓄されたもの(吸着された栄養塩やPOM(粒状体有機物))である²⁴⁾。その捕捉は表層のTextureに依存しており、とくに植生はその捕捉に大きな役割を果たす。そのプロセスはまさに水工学が扱う対象である。また砂州上の植物の枯死したものなどの有機物が無機化したものもストックとなる。

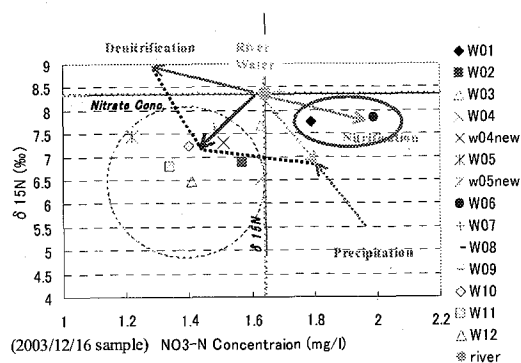


図-19 伏流過程での硝化・脱窒と溶出・混合

伏流に伴う水質変化は、重要な生態系サービスで、河道内の砂州、感潮域で干満によって浸透流・表面流の交換が盛んな干潟、さらには氾濫原の水田下層などでの脱窒作用は、こうした類型景観の河川水系・流域での生態系サービスのゆえに保全される対象となるのである。

砂河川砂州に話を戻すと、先述の伏流入り口でのフィルタリングは、洪水時の攪乱によって更新されて始めて機能が持続的であることに注意する必要がある。また、図-9に示した砂州のTextureからみると、伏流は単純でなく、ひとつの砂州内でもたまり列などで表面流に変態する。たまりでは、藻類の増殖といったかたちで硝酸塩など栄養塩が生物体に取り込まれて水質変化を担う²²⁾。すなわち、藻類のbiomass dynamicsと関連させた生元素の輸送過程も大きなポイントである。また扱える生元素の種類が限られていても(たとえば窒素しか追跡できなくとも)、生体固有の生元素の構成比から窒素の収支と生体量動態を連成して取り扱う

ことは可能である。なお、たまりは、出水時に水質・有機物とも攪乱更新(reset)され、Durationが大きな要素となることも注意したい。

このように、砂州の生元素輸送・変化過程における生態系サービスは、砂州を構成するサブ砂州スケール類型景観あるいはさまざまなTextureと関連させたさまざまな素過程によっており、それらの面積比率や配列パターンによってレベルが異なる。水・物質循環、生息場、生体量動態のモデル化によって、砂州河川のStructure, Texture, Duration要素との関連で生態系サービスの評価が定量化されつつあるといつてよい。

河川景観あるいはその個々の要素が、生態系保全に果たす役割(Ecological function)とともに、それがもたらすサービス(Ecosystem Service)が評価されると、景観保全や環境管理が合理化され、河川が果たすべき他の機構と伍した議論がされる。これは河川法改正の趣旨を実現することでもある。

個々の砂州のどの部分(Texture, Duration)が、砂州の生態系へのサービス(生息場)と、砂州生態系のサービス(物質循環)をささえているか？ →保全戦略

これは、砂州というStructureの存在意義である。

Segmentに現存している砂州は、総計でどれぐらいの役割を果たしているか？

どんなTextureの配列(面積率・配置)の砂州が、上記の視点で、有効か？ →保全戦略

現在の砂州のStructure, Texture, Durationの変遷状況 →生態系としてどのようなことが心配されるか

変遷を制御する工学的・枠組的手法は？ →保全目標

図-20 生態系・景観保全をささえる定量評価

9. あとがき

本稿では、持続可能性もにらんだ国土形成を展望した流域管理が重要になっている今日、水工学がどのように貢献できるかという視点で、とくに持続性にかかわる流域の安全確保、環境保全という課題について、展開可能性を具体的に実感できるように、話題を並べたつもりである。そういう意味では、これまでの水工研修会テキストと比べ、テクニクそのものを解説するという面より、水工学の研究者・技術者の得意とす

る発想法から、これまでやや不得手であった国土や流域管理という課題にどのように挑戦するかについて、いくつかの具体例を示した。こうした展開が、今後の水工学の発展の一部を支えることになれば幸いである。

参考文献

- 1) 辻本哲郎 (2005) ダムと流域環境保全, 河川, No.713, 日本河川協会, pp.3-6.
- 2) 辻本哲郎・北村忠紀・岸本雅彦 (2002) 砂質堤防の破堤口拡大過程のシミュレーションと破堤水理, 河川技術論文集, pp.31-36.
- 3) 辻本哲郎・鷺見哲也・寺本敦子・前田和 (2005) 河川技術論文集, Vol.11, pp.121-126.
- 4) 片田敏孝 (2006) 住民にとっての洪水避難, 豪雨・洪水災害の減殺に向けて (辻本哲郎編), 技報堂出版, pp.167-192.
- 5) 田中淳 (2006) 人は避難しないのか, 避難できないのか, 豪雨・洪水災害の減殺に向けて (辻本哲郎編), 技報堂出版, pp.51-70.
- 6) 福岡捷二 (2006) 洪水流の水面形観測の意義と水面形に基づく河川の維持管理技術, 河川技術論文集, pp.1-6.
- 7) 林春男 (2006) 7.13新潟水害の犠牲者に学ぶ, 豪雨・洪水災害の減殺に向けて (辻本哲郎編), 技報堂出版, pp.193-221.
- 8) 辻本哲郎 (2002) 木津川砂州をフィールドとした河川生態に関する生態学・河川水理学の共同研究, 河川技術論文集, Vol.8, pp.7-12.
- 9) 鷺見哲也, 荻島晃, 片貝武史, 辻本哲郎 (2000) 砂州植生域の発達過程と植生の物理環境に関する研究, 河川技術に関する論文集, 第6巻, pp.65-70.
- 10) 辻本哲郎・北村忠紀 (1996) 植生周辺での洪水時の浮遊砂堆積と植生域の拡大過程, 水工学論文集, Vol.40, pp.1003-1008.
- 11) 辻本哲郎・北村忠紀 (1996) 河床低下に及ぼす植生繁茂の影響, 水工学論文集, Vol.40, pp.199-204.
- 12) Tsujimoto, T. (1999) Fluvial processes in streams with vegetation, *Jour. Hydraul. Res.*, IAHR, Vol.4, No.6, pp.789-803, 1999.
- 13) 辻本哲郎, 村上陽子, 安井辰弥 (2001) 出水による破壊機会の減少による河道内樹林化, 水工学論文集, 第45巻, pp.1105-1110.
- 14) Bovee, K.D. (1982) A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology, FWS/OBS-82/26/Coop. Instream Flow Service Group, US Wildlife Service, Fort Collins, USA, 248p.
- 15) U.S. Fish and Wildlife Service (1980) Habitat Evaluation Procedure (HEP), ESM101-103, Div. Ecological Service, Washington DC.
- 16) 田代喬・伊藤壮志・辻本哲郎 (2002) 生活史における時間的連続性に着目した魚類生息場の評価, 河川技術論文集, Vol.8, pp.277-282.
- 17) 鷺見哲也, 岩崎充宏, 辻本哲郎 (2001) 木津川砂州上のたまりの平水および洪水時の物理環境, 河川技術論文集, Vol.7, pp.339-344.
- 18) 傳田正利・天野邦彦・辻本哲郎 (2005) 魚類行動自動追跡システムの開発と実用性の検証, 河川技術論文集, Vol. 11, pp.459-464.
- 19) 辻本哲郎 (2004) 河川工学が生態学と連携して描く河川環境目標, 第40回水工学に関する書き研修会講義集, A-8, 20p.
- 20) 北村忠紀・加藤万貴・田代喬・辻本哲郎 (2000) 砂利投入による付着藻類カワシオグサの剥離除去に関する実験的研究, 河川技術に関する論文集, Vol.6, pp.125-130.
- 21) 田代喬・加賀真介・辻本哲郎 (2003) 個体群動態モデルの生息場馬評価手法への導入に関する基礎的研究, 水工学論文集, Vol.47, pp.1105-1110.
- 22) 戸田祐嗣・辻本哲郎・池田拓朗・多田隈由紀 (2006) 砂河川における河床付着藻類, 河川技術論文集, Vol.12, pp.25-30.
- 12) 辻本哲郎 (2006) 河川生態系の評価と保全・再生のための課題, 河川技術論文集, Vol.12, pp.19-24.
- 23) 中島治美, 鷺見哲也, 辻本哲郎 (2004) 木津川裸地における伏流水の水質特性, 河川技術論文集, Vol.10, pp.381-386.
- 24) 片貝武史・亀井丈志・鷺見哲也・辻本哲郎 (2006) 木津川植生砂州における伏流水輸送と窒素動態, 河川技術論文集, Vol.12, pp. 489-494.