

五ヶ瀬川水系における取り組みと成果

五ヶ瀬川水系研究グループ 代表
宮崎大学 名誉教授 杉尾 哲
同事務局 元（財）リバーフロント整備センター研究員 小熊一正

1. はじめに

五ヶ瀬川は、宮崎県北部を流れる幹川流路延長106km、流域面積1,820km²の一級河川である。その源を宮崎県と熊本県の県境にある向坂山（標高1,684m）に発して高千穂溪谷を流下し、日之影川などの多くの支流を合わせ、江戸時代中期に築造された岩熊井堰を越えて延岡平野に入り、三輪地区において大瀬川を分派して延岡市街地を貫流し、河口付近において祝子川と北川を合わせて日向灘に注いでいる。

五ヶ瀬川流域は、宮崎県、大分県及び熊本県の3県にまたがり、その流域は宮崎県北部のほぼ全域を占め、この地域における社会、経済、文化の基盤をなすとともに、水量も豊富で自然環境や景観もきわめて優れている。

最大支川である北川は、湧水に支えられた湿地やワンドが点在し、ハマボウやオグラコウホネなど70種以上の貴重種が生育・生息している。さらに、水衝部の崖地などの淵には河畔林が発達し、瀬はアユの産卵場となっている。汽水域にはカワスナガニが広く分布し、大峡地区より下流には、コアマモ群落が形成されており、アカメなどの稚魚の生息の場となっている。



図-1 五ヶ瀬川流域の概要図

2. 激特事業とその後の取り組み

北川では、平成9年9月の台風19号に伴う出水により堤防が2ヶ所で決壊し、1,894戸が床上浸水する大きな災害が発生した。これにより、再度の災害発生を防ぐために、熊本地区から下流16.5kmの区間が激甚災害対策特別緊急事業（以下、「激特事業」とする）に指定され、大規模な河川改修工事が行われた。



図-2 研究対象領域

また、この事業は環境の整備と保全がその目的に盛り込まれた平成9年に行われた河川法の改正後における最初の大規模な河川改修となった。

この事業においては、豊かな自然環境をできるだけ保全するために、低水路の掘削はできるだけ避けて、魚付き林の存置を考慮した樹木の伐採や平水位以上に制限した高水敷の掘削によって河積の拡大などが行われた。

河川改修事業の具体的方策を検討した北川「川づくり」検討委員会は、自然環境の保全を図るために、工事と同時にモニタリング調査することを決めていた。その中、河川生態学術研究会では、研究目的の一つであるインパクト・レスポンスの検討の場として北川を選定し、小野勇一九州大学名誉教授を代表として平成11年に北川研究グループを発足させた。

北川研究グループの研究成果は、平成15年度までの第1フェーズについては、平成16年5月に研究報告書「北川の総合研究—激特事業対象区間を中心として—」としてまとめ、その概要は本誌Vol.52に紹介している。その後、平成16年からは全体のテーマを「河川環境の維持・管理・再生」とした第2フェーズの研究を進め、平成21年2月に研究報告書「北川の総合研究—河川環境の保全と再生のあり方—」をまとめた。

第2フェーズの研究進行中の平成17年9月に、五ヶ瀬川において、台風14号に伴う出水により甚大な災害が発生した。これにより再度災害の防止を目的として、延岡市の五ヶ瀬川本川とその派川大瀬川、支川祝子川、支川北川において、平成17年度～22年度を工期とする五ヶ瀬川激特事業が行われている。この事業においては、五ヶ瀬川と大瀬川の分離、高水敷の掘削による河積の拡大などが行われている。

が、北川と同様に、河川環境をできるだけ保全するために、干潟、ヨシ原、ワンドの保全、瀬・淵構造の保全、河畔林の保全などが行われている。

このように九州内の河川においては、強い自然の作用を受けるため、大がかりな河川改修が求められることが多い。このため、治水と河川環境の保全を調和させながら河川改修をいかに実施すべきかを検討する場として、新たに五ヶ瀬川と大瀬川へも研究範囲を広げ、グループ名称を五ヶ瀬川水系研究グループに変更し、全体のテーマは「河川環境の維持・管理・再生」を継続して、平成21年度から研究を実施している。

3. 北川での研究成果

以下に、平成21年にまとめた北川研究グループ第二フェーズの研究成果について、その一部を紹介する。

3. 1 河道掘削後の河床変動の検討

激特事業において、本村地区の湾曲部では、内岸側高水敷における河畔林を間伐するのみであったが、その下流側の高水敷では、大規模な高水敷掘削が行われた。高水敷掘削後の出水により、流れが湾曲部内岸側へショートカットし、河畔林の一部が帯状に流失した。さらに外岸側に存在する淵の上流部(11.3~11.5km左岸)に土砂が堆積し、淵がワンド化した。これらの変化は改修計画検討時に予測されておらず、河川環境保全の観点からも、変化が生じた要因を理解する必要があった。

これまで実施してきた定点写真撮影結果から、流れのショートカットは平成16年8月出水時(ピーク流量約2,600m³/s)に生じたことが分かったが、これは既往最大規模の1/2程度の中規模出水で生じたことになる。平面2次元河床変動計算により、平成16年8月出水で生じた流れのショートカットについて調べたところ、出水前期に湾曲部内岸側で速い流れが生じ、流量の増大に伴い、速い流れが外岸側

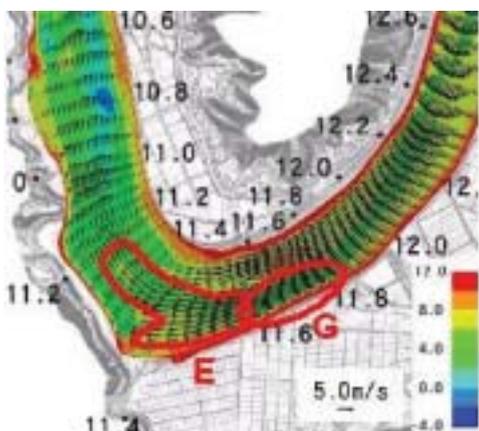


図-3 本村地区の河床変動の解析(国総研)

へ移動する非定常性が確認された(図-3、領域E)。高水敷河床材料の適切な設定が困難であったため、湾曲部内岸側で発生した帯状の河床低下帯は再現できなかったものの、計算結果から出水前期に低水路の内岸側への移動が生じたことが示唆された。

3. 2 野生動物の行動に配慮した河川改修工事の在り方

高水敷掘削は、そこに生息している野生動物に大きな影響を与える。この影響を理解するために、まず、野生動物自動追跡システム(MTS、ATS)を完成させ、それを用いた自然状態及び河川改修工事中の哺乳動物の行動追跡を実施した。その結果、野地区の掘削工事で直後に激減していた哺乳動物の痕跡数は、徐々に増加し、3年後にはほぼ掘削前の状態に回復した。痕跡数の変化は、工事後の植生の被度の増加にほぼ比例しており、掘削跡地での草原の発達が、重要な役割を果たしたことが明らかになった。

野生動物への影響を最小化し、復帰可能性を検討するには、改修工事を行う前に工事後の植生の回復や哺乳動物の回帰を予測して、哺乳動物の生息環境に適した改修工事法を立案することが必要である。このことを実現するためのシステムの開発を行った。一つの成果として、河川改修工事中の騒音や振動、残存植生を空間条件とし、採食場への移動にかかるエネルギー消費と採食により摂取するエネルギーとのトレードオフを考慮して、タヌキの行動を予測するプログラムを開発した。その結果の一部を図-4に示しているが、図中の巣穴を設定した場所から餌場を設定した箇所へのシミュレータによる移動経路は、実測と類似している。この結果から、開発したシミュレータの妥当性が確認でき、哺乳動物の河川改修時の行動を予測できることが分かった。



図-4 タヌキの行動シミュレータ(岩本・土研)

3. 3 砂州での植生域変動の定量解析

砂州の植生は、治水安全度の確保と河川環境の保全に深く係わる河川管理上で重要な項目であること

から、砂州植生の被覆状況と繁茂状況の両方を表す植被指数を定義し、その変化の定量解析を行った。

研究対象砂州として、激特事業で掘削されなかった本村砂州、平水位+1mの高さで掘削されたJR橋下流砂州と川坂砂州の3砂州を選定し、定常状態の準二次元等流計算プログラムで計算される水位とエネルギー勾配から、年最大流量が流下する際の無次元掃流力が算定できると仮定して、3砂州で算定された各年の無次元掃流力から植被指数の変動を解析した。

過去41年間の解析結果からは、植生域の変動が3砂州で相違する結果となった。1983年（昭和58年）～1989年（平成元年）に無次元掃流力が小さかったため3砂州で植生域が大きく回復したこと、1999年（平成11年）の激特事業による掘削は1967（昭和42年）年以降に前例のない非常に大きい植生破壊であったことなどが分かった。

このモデルに、1971年（昭和46年）からの10年間の流量を2008年（平成20年）以降に与えて、掘削された砂州の植生域の変動を予測したところ、掘削後の地形を維持しているJR橋下流砂州では10年後に1970年代の植生状況に回復し、土砂が堆積した川坂砂州では水辺側で裸地状態が維持されるが堤防側は1990年代の植生状況になると予測された。

これより、掘削後の地形が維持されれば、掘削によって増大した無次元掃流力が維持されて、植生域の回復が抑制されることが分かった。

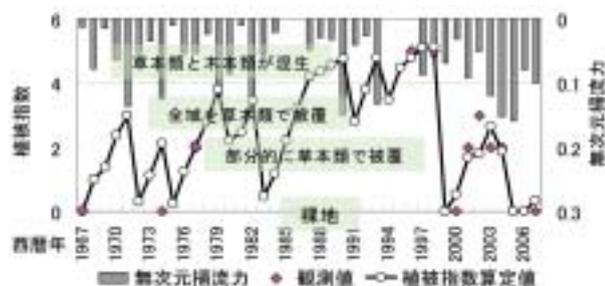


図-5 川坂砂州での植生変化（杉尾）

3. 4 感潮域ワンドの生物の定着状況

激特事業を実施する前には川島橋の下流にワンド（以下、旧ワンドとする）が存在し、多様な生物の生息域となっていたが、流下能力向上を目的とする高水敷の掘削により消失することとなった。この代償として、川島橋の上流に新たなワンド（以下、人工ワンドという）が造成され、生物の生息域の確保が図られた。この人工ワンドの効果を検証することを目的として現地調査を実施した。

人工ワンド造成後6年間で、魚類72種、カニ類12種、昆虫類6種の合計90種もの生物が生息環境とし

て利用していることが確認された。その中には6種の絶滅危惧種も含まれる。人工ワンドで採集された魚類種数は旧ワンドとその周辺で採集されたのと差はない。このことから、旧ワンドの代替環境として人工ワンドは十分に機能していることが分かった。

人工ワンド内の緩傾斜の岸際ではマハゼやギンガメアジ属などの幼魚、ピリングなどの小型の魚類が出現し、ワンド奥部の干潟域ではシオマネキやトビハゼなどが、干潮時でも干出しない水深のところに形成されたコアマモ群落にはアカメやヨウジウオなどが、高塩分が保たれる深みにはギンガメアジ属などの大形個体やマハゼなどの成魚が、それぞれ出現した。

したがって植生のある緩傾斜護岸、干潟、深み、干潟と深み間のコアマモ群落などの多様な環境構造が人工ワンドにおける生き物多様性に深く結びついていることが分かった。

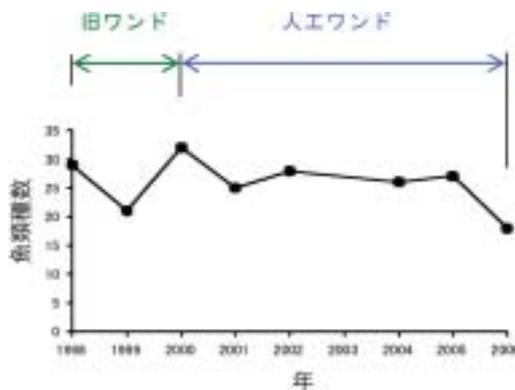


図-6 旧ワンドと人工ワンドで夏季に採取された総魚類数の経年変化（及川・鬼倉）

3. 5 河口域におけるハマガニ等の生息環境

北川河口域の自然河岸の指標的生物であるハマガニについて、生息環境の保全・創出の際に必要な条件を把握することを目的として現地調査を実施した。調査は河川感潮域に位置する2地区3箇所について、それぞれ形態の異なる覆土が施された護岸を対象とし、カニ類のランダム採集、生息密度調査とともに、環境条件として底質粒度組成、表面硬度、植生繁茂状況等の調査を行った。

川島地区の低水路法面全面に掘削表土が覆土された箇所では、植生が徐々に繁茂し、7年以上経過した平成19年には覆土をヨシが覆う区間が40%以上に回復した。ハマガニ等のカニ類は工事から約2.5年経過時には生息が確認された。また、蛇籠等を用い低水路の前面に小段状に覆土した箇所では、ハマガニの他絶滅危惧種のシオマネキ等の生息も確認された。友内川地区では、護岸の前面に自然の干潟と連続した覆土がなされ、施工から2年経過時には全面

にヨシが繁茂し、カニ類の他絶滅危惧種のフトヘナタリ、イセウキヤガラ等も確認された。

このように、それぞれの覆土箇所でもカニ類の生息が確認されたが、ハマガニの生息箇所は覆土区間の中でも満潮線付近の比高に十分な土厚がある箇所に限られている。また、営巣地は、朔望平均満潮位から平均潮位付近の地盤高であり、中央粒径0.06~0.2mm程度の砂泥質、土壌硬度200 k Pa程度、土厚1 m程度の土砂が堆積する環境であることが分かった。

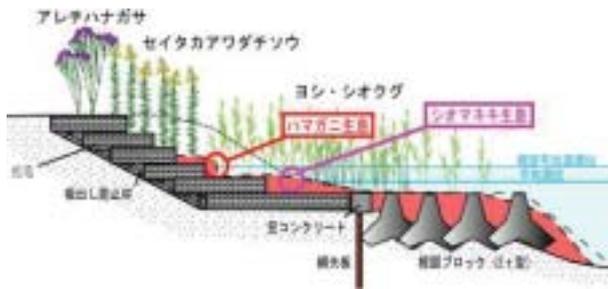


図-7 ハマガニが生息する覆土の横断模式図（小野・酒井）

3. 6 感潮域におけるカワスナガニの保全

レッドデータブックにも記載されているカワスナガニを対象として、現地調査および室内実験によって、その生息環境と生態を明らかにし、保全手法を開発することを目的として検討した。

現地調査からは、カワスナガニが感潮域の上端部に主な分布をもっており、平均干潮位以深の干潮線付近で中央粒径25mm、均等計数10、曲率計数1.9程度の粒径幅の広い河床材料を選好して生息していることが分かった。

現地で採取したゾエア幼生を用いた室内実験からは、生息には海水と同程度の塩分が適しており、塩分勾配を持たせた水槽での移動実験では放出直後は低塩分領域への侵入も見られるが、成長とともに低塩分域への進入が見られなくなることが明らかとなった。

潮汐が作用する条件下でのカワスナガニの河道内の移動についての数値計算による検討では、塩水楔

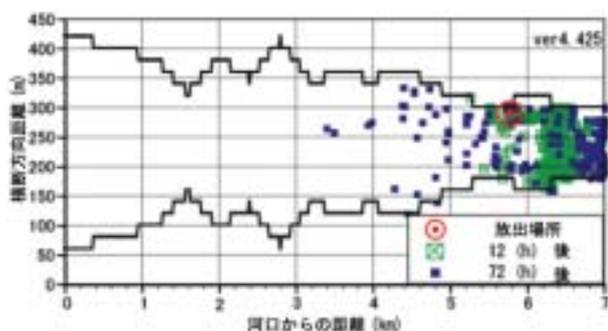


図-8 カワスナガニ幼生の移動計算（楠田）

内に留まることで上げ潮時の上流へ向かう流れにのって容易に塩水楔の上端までの回帰が可能であることが示され、感潮域の上端部に生息するカワスナガニは回帰の段階でこの物理的輸送機構を利用していると考えられた。

4. 五ヶ瀬川での取り組み

平成21年度より研究活動を開始した五ヶ瀬川水系研究グループでは、下記の3課題について調査・研究を進めている。

- (1) これまで個別に検討されてきた研究成果を互いに繋ぐことによる河川生態系変動予測モデルの構築
- (2) 北川と五ヶ瀬川の激特事業で保全・再生された霞堤、干潟、生物配慮型護岸などの効果の検証
- (3) 北川研究グループで検討していなかった一次生産と生物分布の調査

北川研究グループの活動では、各研究者が個別に検討していた。しかし、その研究のいくつかは、生育状況や生息環境が主に物理環境に影響される生物を研究対象としていることと、それらの生育状況や生息環境を数値表現することを研究の手段としている点において、共通している。このことを背景とした最初の課題は、流れと河床変動の解析精度の向上を図り、その予測結果にこれまで個別に研究されてきた物理場の変動に伴う生物応答の研究成果を互いに繋ぐことによって、河川生態系の変動予測モデルを構築することを目的としている。このような物理場の変動と生物の応答を結び付けたモデルの開発は画期的であり、その構築が注目されている。

北川の激特事業では、霞堤や河畔林が残置され、干潟やワンドが保全された。五ヶ瀬川の激特事業でも干潟やワンドが保全され、五ヶ瀬川に緩傾斜護岸や隔流堤などが設置された。2番目の課題は、これらの取り組みについての河川環境上の効果を検証することを目的としている。

最後の課題は、北川と五ヶ瀬川では魚類数が異なっている。その違いに代表される北川と五ヶ瀬川の環境上の違いを明らかにすることを目的として、一次生産や生物分布の違いを河川生態学術研究会総合研究グループの基礎生産グループと連携して研究を進めている。

五ヶ瀬川水系研究グループとしては、これらの研究を推進することで、河川環境への理解を深めると同時に、河川管理への貢献を積極的に図っていきたいと考えている。