

気候変動に対応する「多自然川づくり・流域づくり」の コンセプト(試案)の検討について

Consideration of concepts(draft) for “nature-oriented river/watershed development” that corresponds to climate change

主席研究員 吉田 邦伸
自然環境グループ 研究員 末永 匡美

気候変動の影響による大規模水災害の頻発を受け、国土交通省は「流域治水」への転換を打ち出した。実施にあたり安全・安心の確保とあわせ、日本特有の多様な生態系や豊かな暮らしと調和した方策を進める必要がある。

本稿では、主に治水と生態系の調和の観点から、今後さらに激甚化すると考えられる気候変動に対応する「多自然川づくり・流域づくり」のコンセプトを「試案」として検討した。今後望ましい取組みの方向性として「①大河川（直轄河川）の整備に際し、全川的な特性（上流・中流・下流の河道・環境特性）を踏まえて実施する」「②河道掘削・樹木伐採を、河道環境のリフレッシュに活用する」「③流域対策の際に「氾濫原性の生態系」の保全・再生の取組みを実施する」「④流域との生態系ネットワークの確保により、大規模出水のインパクトを河川生態系のリフレッシュに活用する（仮説）」と設定した。

本「試案」には、まだ不足している観点や、今後議論すべき内容も多いと考えられる。様々なご意見を頂きながらより良いものへと向上させていきたい。

キーワード：気候変動、流域治水、河川環境、多自然川づくり、生態系ネットワーク、河道掘削・樹木伐採、動的平衡、グリーンインフラ

Due to the frequency of large-scale flood damage caused by climate change, The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has devised a transition to “watershed flood control”. It is necessary to ensure the safety/security of this implementation as well as to promote a measure that is in harmony with various ecosystems and the prosperous life that are unique to Japan.

From the perspective of harmony mainly between flood control and the ecosystems, this paper will consider the concept of “nature-oriented river/watershed development” as a “proposal” corresponding to climate change that is expected to intensify in the future. Concerning preferable initiative directions for the future, ① “implement by grasping the characteristics of the entire river(river channel/environmental characteristics of upstream/midstream/downstream) from a bird’s eye view concerning large river (directly controlled rivers) maintenance”, ② “utilize river excavation/tree felling to revitalize river channel environment”, ③ “implement conservation/regeneration activities of “floodplain ecosystems” as watershed countermeasures”, and ④ “utilize the impact of large-scale water flow to revitalize river ecosystems by securing watershed ecosystem networks (hypothesis)” were set as the focus.

This “proposal” still has many lacking perspectives and content that requires future discussions. We would like to make improvements by receiving various opinions.

Keywords: climate change, watershed flood control, river environment, nature-oriented river development, ecosystem network, river excavation/tree felling, dynamic balance, green infrastructure

1. はじめに

近年、気候変動により頻発している大規模水災害を受け、国土交通省では「流域治水」への転換を打ち出した¹⁾。これを踏まえ各地で「緊急治水対策プロジェクト」²⁾や「流域治水プロジェクト」³⁾等が進められており、持続可能な河道の流下能力の維持向上に向けて河道掘削、樹木伐採をはじめとした対策が実施されるとともに、流域全体で洪水のインパクトに対応するため、貯水池や霞堤の整備・保全による貯留浸透機能の確保、氾濫原対策として樹林帯や二線堤の保全・整備などの取組みが始まっている。この「流域治水」を進めるにあたり「自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進めていくグリーンインフラの概念を取り入れつつ」実施すべきとされている¹⁾。

今後さらに厳しさを増すと考えられる気候変動に対応した「多自然川づくり」は、特に大河川（直轄河川）において抜本的に河道を変えるような河道掘削・樹木伐採等の河川整備が実施される際に、河川全体の特徴を把握しながら川づくりに活用するツールの体系化を行い、川の営みを活かし治水と環境を一体化した取組みとして実施することが、これまで以上に必要となると考えられる。

また「流域治水」への転換に対応し、河道内に加え流域全体を視野に入れ、安全・安心の確保を行う場合に、日々の豊かで潤いのある暮らしや日本特有の多様な生態系の良さを治水と一体にすることを目指した技術とすることが必要である。

このため本稿では、地理的環境と自然環境の観点から日本の河川・流域及び水辺の生態系の特徴を俯瞰し、今後さらに厳しくなると考えられる気候変動に対応した「多自然川づくり・流域づくり」の方向性としてコンセプト（試案）を検討した。

なお、本稿は、当研究所における数多くの水辺に関わる検討業務や、河川生態学術研究会をはじめとする有識者の論点を参考にしつつ「試案」として整理したものである。ここで、気候変動には気温・水温の上昇、海水面の上昇など様々な影響が発生すると予測されているが、本稿では降水量・流量の増加の影響への対応に焦点を当てて記述を試みた。また、河川環境にも生活環境・利活用・文化的な側面など様々な観点があることは承知しているが、本稿では河川及び流域の自然環境との調和に焦点を当てて記述を試みたものである。

さらに、本稿の記述にあたり様々な読者層に関心を持って頂ける文章を意図し、アナロジー的な表現を用いた部分があることをあらかじめお断りしておく。

2. 日本の川・流域の特徴について

「多自然川づくり・流域づくり」のコンセプトの検討にあたり、地理的環境と自然環境の観点から日本の河川・流域及び水辺の生態系の特徴を俯瞰した。

(1) 地理的な特徴について

日本は世界の0.29%程度の限られた国土面積⁴⁾であるが、南北に細長く脊梁山脈を持つ構造のため、亜熱帯から亜寒帯まで気候帯が変化に富んでいる。地質年代からの国土形成過程から複雑な地質構造を有しており、その結果、河道や流域について各地で多様な形状・流出特性となっている。

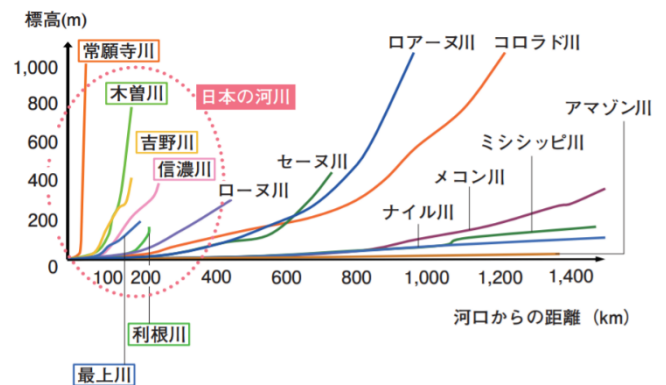
このような地形的・気候的特徴を持つ国土に、年間平均降水量が世界の約2倍⁴⁾という豊富な降雨がもたらされるおかげで、様々な流出特性を持つ109本の1級水系と2,173本の2級水系⁵⁾が流れている。これらの河川は幹線流路延長367kmの信濃川、流域面積約16,840km²の利根川⁵⁾クラスが最大規模であり、世界の代表的な河川が延長数1,000km級、流域面積数百万km²級である⁴⁾ことを鑑みると国際的には小規模といえる。

(2) 流域構造の特徴について

水災害については、豊富な降水量が特に梅雨や台風の時期に集中する傾向があり、急勾配で距離が短い（図-1）ため大雨が降れば一気に流下し、洪水や土砂災害が起こりやすく、多くの都市が河川の水位より低い河口の平野部に位置していることから、洪水により大きな被害につながるリスクが高い流域構造である。

(3) 河川整備の状況について

河川整備については、1級水系の直轄管理区間8,803.7kmについて堤防必要区間（左右岸合計13,356.4km）のうち既に94.4%（完成68.2%・暫定26.2%）の築堤がなされるなど着実に進められている⁵⁾。



出典：河川データブック 2020（国土交通省 HP）⁵⁾

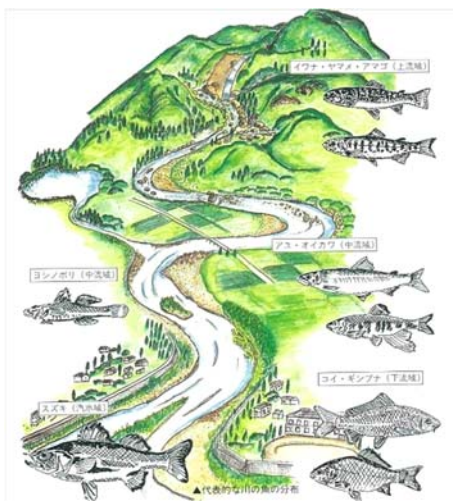
図-1 各国と日本の河川との縦断勾配の比較

3. 水辺の生態系の特徴について

日本は中国大陸と地理的に接続・分離を繰り返してきた歴史的な経緯や、地理的に中国南部や東南アジア（世界的にも高い生物多様性を持つ地域）と近い位置関係にあることで、多くの生物が接続された陸地を渡り、海で隔てられた後も季節風や海流に乗って日本に渡り、下記の多様な水辺環境の中で豊かな生態系を育んできた。

大陸の国際河川が流れる国々と異なり、日本は四方を海で囲まれた島国であるため、全ての河川が源流から河口までを国内に有し、比較的短い延長の中に上流部・中流部・下流部の環境を凝縮して有し、様々な環境に適応した多様な生物が生息していることが特徴である。紙面の都合から具体的な生物種名は他資料に譲るが、上流から下流までの環境上の特徴は、「まちと水辺に豊かな自然をⅡ（財）リバーフロント整備センター・編著）によると、以下の通りとされている。

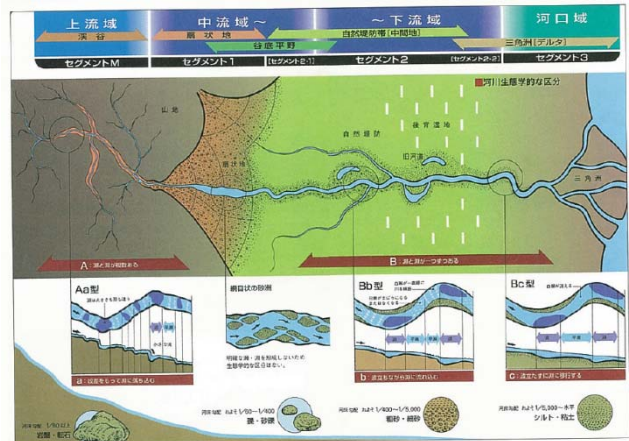
山間を流下する上流部では、溪谷や滝の形成もみられ、一般的に川幅は狭く、河道の縦断勾配はきつい。河床には大玉石や巨石がみられ、河道は山間を縫うように屈曲して流れている。中流部では一般に山間部の出口に扇状地が形成される。川幅は広がり、河道の縦断勾配がやや緩やかになるため、流速は少し遅くなる。河床には、玉石や砂利がみられ、流れるにつれて砂質となり、砂州の形成が進み、河道は緩やかに蛇行する。下流部では、川幅はさらに広く、河道の縦断勾配も緩くなる。一般に流速は小さくなり、水量は豊かになる。河口部では潮の干満の影響を受けやすく、河床は砂や泥で形成され、河道はゆったりと蛇行するか直線に近くなる。淡水と塩水の混ざり合う環境では河口干潟など汽水域の特徴的な環境が形成されている（図-2）⁶⁾。



出典：まちと水辺に豊かな自然をⅡ⁶⁾
 図-2 流程に沿った川の魚の分布例

さらに「流域治水」との関連で、河道内と流域における生態系の特徴について考察する。

世界の平野地形は大陸の広大な侵食性の平野が多い。一方で、日本の平野はほとんど堆積性の沖積平野である。沖積平野には、谷底平野、扇状地、自然堤防帯、三角州が含まれる（図-3）。



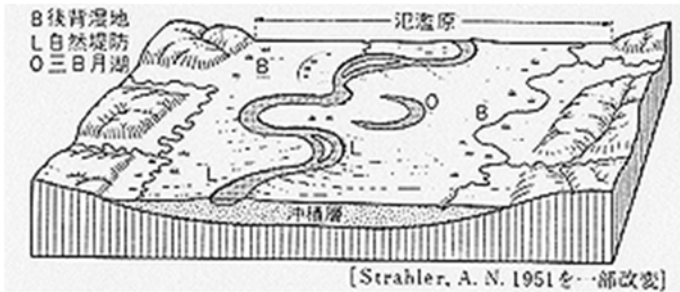
出典：河川景観デザイン
 「河川景観の形成と保全の考え方」検討委員会編⁷⁾
 図-3 地形と河川形態

扇状地では、氾濫原は現時点で河川的作用が及ぶ現河道域に沿って形成される。自然堤防帯では、流路に沿って形成される自然堤防とその背後に形成される広大な後背湿地が氾濫原を形成している。扇状地では河道の移動に伴い氾濫原も移動し、自然堤防帯では、広大な氾濫原の中を流路が移動する⁸⁾。

近代以降、農地開発と治水を目的とし、河川沿いに連続堤が整備され、河川の流れは堤外地に制限され、通常、洪水流は堤外地のみを流れることになった。本来の氾濫原である堤内地は、めったに洪水を受けなくなるとともに、農地や都市へ置き換えられた⁸⁾。日本では、堤内地において過去に氾濫原だった地域を中心に現在も水田稲作が続いていることが多く、縦横に水路で結ばれ季節変化に富む水辺が広がる地域が多い。流域内にも氾濫原性の生物が水田稲作文化に適応して広く分布していることも大きな特徴と考えられる。

一方、近代の土地改良事業等により、農地・水田の生物生息場としての機能は低下しており、堤外地の「河道内氾濫原」の重要性が相対的に増している。ここで「河道内氾濫原」とは、原生的な氾濫原とは異なるものの洪水攪乱によって特徴づけられる「氾濫原的な環境」を指す概念であり（図-4. 1、図-4. 2）、基本的には堤外地のうち低水路を除くエリアとされている。河道の状況により様々なバリエーションがあり、

扇状地を流れる河川では、網状流路、砂礫堆、高水敷が、自然堤防帯を流れる河川では、たまり、ワンド、高水敷が代表的な構成要素とされている⁸⁾。



出典：国土地理院 HP⁹⁾

図-4.1 氾濫原地形（自然堤防帯）

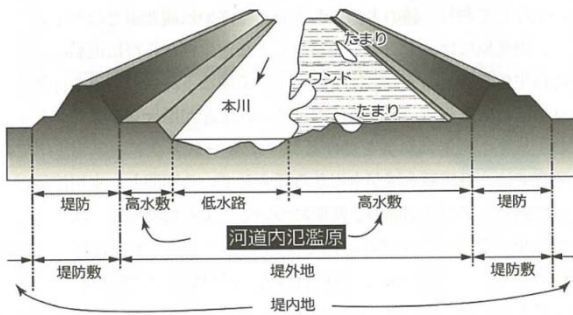


図 1.5 河道内氾濫原の構造（永山ほか（2015）⁹⁾を一部改変）

出典：河道内氾濫原の保全と再生
応用生態工学会編⁸⁾

図-4.2 河道内氾濫原

4. 今後目指すべき「多自然川づくり・流域づくり」について

平成 30 年 7 月豪雨・令和元年東日本台風など、気候温暖化の影響による激甚な水災害の頻発を受け、「流域治水」への転換・グリーンインフラの活用・インフラ分野の DX 推進など、河川行政の転換期を迎えている。

「多自然川づくり」を巡る近年の現場の取組みとして、「全国多自然川づくり会議」の事例¹⁰⁾では、中小河川の「多自然川づくり」は、その多くが「中小河川の河道計画の技術基準」等の技術的指針に基づき進められており、流量を増す場合は川幅拡大を優先、川幅拡大の場合は片岸拡幅を基本とするなど、既に一定の技術的な軸があるのに対し、大河川（直轄河川）では、河道掘削時の環境配慮、ワンド整備、樹木管理時の環境配慮、礫河原の再生など、局所的な環境配慮事例が多い傾向がある。

今後、気候変動への対応として「緊急治水対策プロジェクト」「流域治水プロジェクト」等により大河川（直轄河川）においても河川の骨格を変えるほどの大規模な河川事業が増えることに鑑み、今後目指すべき「多自然川づくり・流域づくり」の方向性の検討が喫緊の課題と考えられるため、本稿ではコンセプト（試案）（図-5）の検討を行った。次節以降でそれぞれの項目について説明する。

気候変動に対応する「多自然川づくり・流域づくり」のコンセプト（試案）

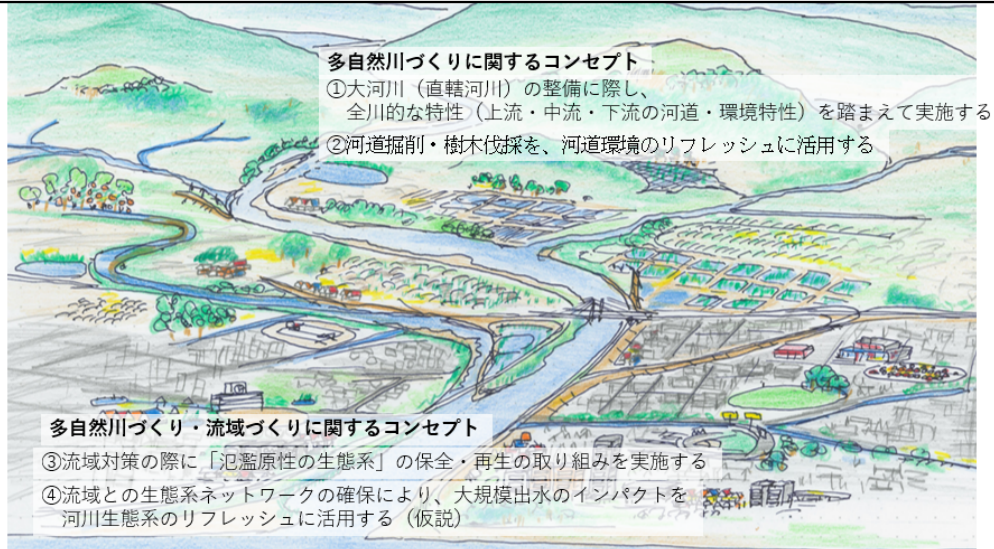


図-5 気候変動に対応する「多自然川づくり・流域づくり」のコンセプト（試案）

5. 日本の河川・生態系の特性を踏まえた「多自然川づくり」のコンセプト

気候変動への対応に向け、川の骨格を変えるほど大規模な河道掘削・樹木伐採等により流量増を目指すことが増えると考えられる。日本の川は、国際的に見て比較的短い延長の中で、急な勾配を駆け下り目まぐるしく河道・環境特性が変化することから、治水と環境を一体とした「多自然川づくり」を行うには「①大河川（直轄河川）の整備に際し、全川的な特性（上流・中流・下流の河道・環境特性）を踏まえて実施する」というコンセプトで実施することが大切と考えられる。

これまで大河川の場合は、河川の規模が大きいため、全川的な治水・環境の特性の把握が容易ではなかった。このため「河川環境管理シート」を活用し、河道のセグメントごとの特性を把握するとともに「代表区間」「保全区間」など注意を要するエリアを明確化することが大切である。そして、特に注意が必要なエリアの河道や生物生息環境に対しては、情報の解像度が高い「河川環境情報図」を用いて詳細に状況把握し、河道設計の方向性を検討することが大事である（図-6）。



図-6 「河川環境管理シート」と「河川環境情報図」の活用概念

なお、これらの情報を踏まえた治水と環境を一体とする河道断面の検討・設計は最新の知見を参照しながら行うことが有効であり、「大河川における多自然川づくり—Q&A形式で理解を深める—」には、「河道計画検討の手引き」以後の知見が集約されているため、検討項目に応じた内容を参照して実施されたい。

さらに、大河川（直轄河川）でこれらの検討を行う際には上記の各ツールを個別のものとして用いるのではなく、それぞれの特徴を把握したうえで、組み合わせ活用することが重要である。

また、現在、先進的なケースとして、3次元地形データを用いて環境と調和した河道断面を設計し、河川CIMを活用した3次元施工を実施する方法が考案されている。今後全国的に展開することが期待される。

6. 河道管理での「河道掘削」「樹木伐採」について治水と環境の調和に向けたコンセプト

「緊急治水対策プロジェクト」「流域治水プロジェクト」では「河道管理」の主要なメニューとして、各地で大規模な「河道掘削」「樹木伐採」が実施されている。

この「河道掘削」と「樹木伐採」について、治水と環境との調和に向けたコンセプトを「②河道掘削・樹木伐採を、河道環境のリフレッシュに活用する」と整理した。

このコンセプトについては、岐阜大学の原田守啓准教授「治水と環境を両立する河道掘削・伐採の考え方について」【多自然川づくり人材育成プログラム（河川管理者・コンサルタント向け）中級編 動画 土木研究所自然共生センター】¹¹⁾の中で紹介された考え方を基にしており、要点を下記に示す。

「河道掘削」と「樹木伐採」で対象とする「土砂」と「植生」のコントロールについて、「治水」を考え洪水への対応を主眼とし水位に着目して河道管理を行う場合、「静的平衡」の観点では「土砂」は主として「河積管理」の対象、「植生」は主として「粗度管理」の対象と捉えられる。このとき「河道掘削」とは「堆積した土砂を撤去して元の断面に戻す」ことであり、「樹木伐採」とは「粗度の要因となる樹木を伐採して河道の粗度を下げる」として実施される。一方で「環境」の観点からは「土砂」は「地形管理」、「植生」は「植生管理」の対象として、それぞれ生物のハビタットを構成する主要な環境要素として捉えられることが多く、「河道掘削」「樹木伐採」はハビタットに影響を与える行為として捉えられ、「治水」と「環境」の観点で捉え方にギャップが生じやすい。

ここで河川環境において「動的平衡」（「土砂」「植生」などの環境要素について、場所が変化しつつも一定の範囲にある程度の割合で存在する）を健全な状態と想定すると、「河道掘削」「樹木伐採」について治水と環境を調和する捉え方ができると考えられる。そもそも河川では、流水の作用による土砂の浸食・堆積による地形と植生の更新が継続的に発生するものであるため、「動的平衡」によりモザイク状に存在する様々な要素（水面、自然裸地、草地・木本地、人工地）が場所を少しずつ変えシフトする「シフティング・モザイク」の状況が健全な姿とされている。

一方で、日本の河川では現在、築堤などの河川整備が進んだことによる河道の自由度の低さ（河道外に流路変動を許容できるスペースがない）、流送土砂の減少、流況改変などの要因から、河道内での自然営力によるシフティング・モザイクは多くの河川で成り立っていない。

7. 「流域治水」の氾濫原性の生態系を活かした生態系ネットワークを構築する「流域づくり」のコンセプト

「多自然川づくり」が主に河道内を対象とした取り組みだったのに対し、気候変動への対応として「流域治水」への転換を図ることから「流域づくり」についてもコンセプトを整理する必要がある。

「流域治水」の対策として貯留・浸透能力の拡大等の流域対策に取り組む際に、日本の水辺環境の一つの特徴である「氾濫原性の生態系」に着目し、コンセプトとして「③流域対策の際に「氾濫原性の生態系」の保全・再生の取り組みを実施する」と整理した。

川と流域をつなぐ生態系ネットワークの構築として流域内での貯留・浸透対策の際に良好な水域・湿地的環境を確保することが大事であり、河道内でも支川の流入部、細流部などに着目することが大事である。また、河道外の氾濫原的環境との連続性確保として、樋門・樋管、用水路、小溝、水田、ため池、霞堤などにおける連続性の確保、ハビタットの確保が大事である。

例えば、ドジョウ、スジシマドジョウ類など普段は川や水路に生息し、繁殖期には降雨などで増水してできる浅い湿地や水田に移動して産卵する魚類では、これらの良好な湿地的環境の確保や水域の連続性の確保が非常に大事とされている¹⁵⁾。また、ゲンゴロウ、トンボなどの水生昆虫の場合は、翅で空を飛んで移動できる種が多いため、水域が連続していない水辺・湿地的環境の確保も有効であり、行動半径内に良好な環境の複数の水域があることがプラスに働くとされている¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。また、ミズスマシ類やタガメなど近年激減しており、減少の理由として界面活性剤や農薬などの影響が強いと考えられている¹⁸⁾種では、生活排水や農業用排水の経路から切り離されている水域の方が、生息場として有効な可能性がある。これらの特性を踏まえ、

「流域治水」としての貯留・浸透対策としての水域・湿地的環境確保と併せ、流域内の生態系ネットワークをより豊かにする取り組みが有効と考えられる(図-9)。

8. 「流域治水」の際に出水のインパクトを生態系の改善にも活かすコンセプト(仮説)

河川整備による堤防等の整備進捗は川が本来有するセグメントに応じた蛇行等の営みの抑制につながり、堤防満杯程度の大規模出水時に河道内に強い外力を加えることになり、生物生息環境に強いダメージを与える可能性が指摘されている。この観点で生態系ネットワークの確保は、洪水インパクトからの避難地確保(支川・用水路・水田等への避難)として生態系へのダメージの減少に資することが期待されている。

本節では、さらに「④流域との生態系ネットワークの確保により、大規模出水のインパクトを河川生態系のリフレッシュに活用する(仮説)」という考え方を検討した。これは「河川生態学術研究会」の各研究で示された考え方をもとにしたコンセプト(仮説)である。

堤防満杯程度の大規模出水が発生した場合、河道内の外力が高くなるため、河川内の生物に影響があることが考えられるが、特に魚類について、在来種は支川・用水路等のネットワークを活用しインパクトの大きな河道から退避し出水後に河道内で速やかに回復するが、コクチバスのような外来種は河道内で耐えようとして流され数を減らし、河川生態系がリフレッシュする(外来種が減る)ことが有り得るのではないかと考えた。

参考とした近年の知見の要点を下記に示す。

「気候変動下における河川生態系のレジリエンス」(石狩川・十勝川)(代表:北海道大学中村太士教授)では、洪水前後の河川生態系の状況が調査されており、2016年の北海道・東北豪雨による十勝川水系の洪水から4年間の回復過程の調査により、砂礫性の陸域昆虫

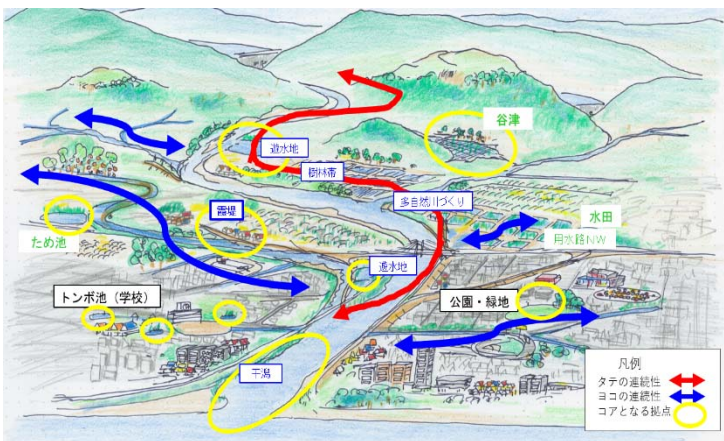


図-9 流域治水と併せた生態系ネットワーク確保のイメージ

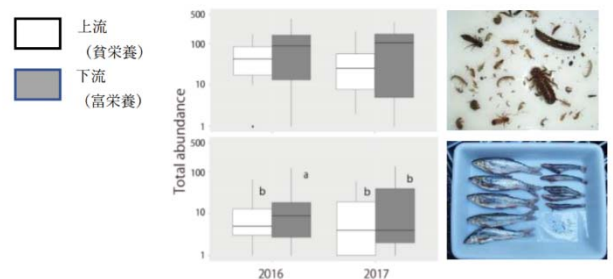


図-3 2016年洪水前後の水生昆虫(上)と魚類(下)の個体数変化 Negishi et al. (2019) Landsc. Ecol. Eng.

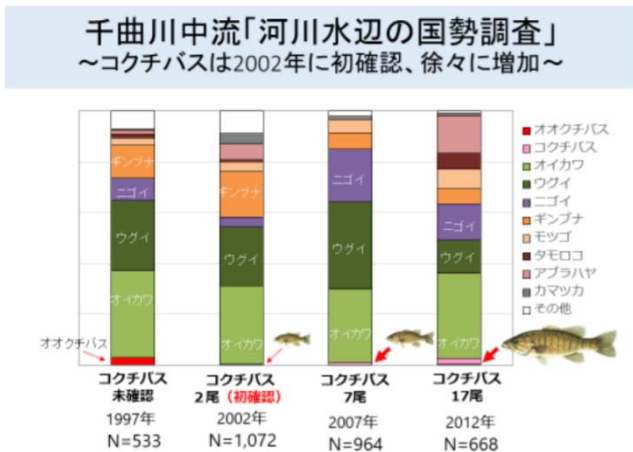
出典: 河川生態学術研究会パンフレット(第17版)¹³⁾

図-10 十勝川における2016年洪水前後の水生昆虫と魚類の個体数変化

類は攪乱後減少したが1年後にはすでに回復しつつあること、水生昆虫や魚類は洪水直後でも大きく個体数を下げたおらず洪水攪乱への頑強性が高いことなどが示唆されている(図-10)。

一方、「河川中流域における生物生産性の機構解明と河川管理への応用」(千曲川)(代表:信州大学 平林公男教授)では、千曲川を対象として、令和元年東日本台風の大規模出水前後の河道や生態系の調査により、千曲川中流で優占する在来魚ならびに外来魚コクチバスの分布、個体数、現存量の動態について、中流域において2015年の調査開始以降、個体数密度、現存量ともに高い水準を維持していたコクチバス(図-11)が令和元年東日本台風による大規模出水で激減したことが明らかにされた。

まだ定まった解釈はなされていないが、一つの仮説として、大規模出水時に在来種は流域内の支流・用水路・水田などのネットワークを退避場所として活用し洪水後に速やかに個体数を回復するが、外来種(コクチバス)は洪水を本川内で耐えようとして流されてしまい個体数が減った可能性があると考えている。関連した研究は現在、河川生態学術研究会など、各地のフィールドで検討されており今後の進展が期待される。



出典: 河川生態学術研究会パンフレット(第17版)¹³⁾

図-11 令和元年東日本台風以前の千曲川におけるコクチバスの調査結果

さらに、この仮説をイメージしやすくするアナロジー(類推)的説明として、日本の野外生態系におけるニホンミツバチ(在来種)とセイヨウミツバチ(外来種)、オオスズメバチの関係を例に挙げる。

ニホンミツバチはセイヨウミツバチより体が小さく弱い存在だが、オオスズメバチが存在することにより、野外環境で生息できていることが知られている。

セイヨウミツバチはニホンミツバチよりも体が大き

く攻撃的であり、ミツバチ同士の生存競争ではセイヨウミツバチの方が優位に立つ傾向がある。一方、ニホンミツバチ・セイヨウミツバチの両者にとって最大の敵はオオスズメバチである。セイヨウミツバチは防御行動として働きバチが個別に立ち向かうので次々にオオスズメバチにかみ殺され数時間～数日で全滅する。一方、ニホンミツバチは防御行動として、集団で団子のようにオオスズメバチを取り込み羽ばたく際に発生する熱で殺す「蜂球」という対抗手段を有しオオスズメバチを撃退できる。すなわち、オオスズメバチというインパクトが存在することにより、対抗手段を持たない外来種セイヨウミツバチは日本の野外では野生状態で継続して生息することができず、対抗手段を有する在来種ニホンミツバチは野生状態でも生息環境を継続することができると考えられている¹⁹⁾。

先ほどの外来種(コクチバス)の「仮説」との関係では、河川生態系に対する「大規模出水」のインパクトを、ミツバチに対する「オオスズメバチ」のインパクトになぞらえており、平常時の生存競争では「在来種」より「外来種」が分布を広げやすい傾向があるが、「大規模な出水」というインパクトが襲来すると、インパクトへの対応手段を持たない「外来種」は数を減らし、インパクトへの対応力を持つ「在来種」は自然環境の中で生息を継続できるというように捉えている。

本仮説は、主に千曲川のコクチバスの事例をもとに考案したものにはすぎず、また、一口に「外来種」と言っても魚類以外の生物種、例えば植物の場合は、アレチウリやハリエンジュなどでは攪乱後に分布を広げることも知られているため、今後、様々な河川や生物種における事例収集・解析・研究が望まれる。

9. スイス・ドイツにおける川づくりの例について

治水と環境を一体化した川づくりを実施するにあたり、これまで紹介してきた①～④のコンセプトを活用するには、極力川の営みを活かすことができるように河川空間を確保することが有効と考えられる。

河川利用の観点から河川空間の活用の傾向について、スイス在住の環境専門家及び河川専門家にヒアリングを実施したところ、以下の特徴が明らかとなった。

スイスは山がちで平地が少なく、地形的には日本と似ている部分があるが、河川区域内の空間がグラウンドやスポーツ等の空間として利用されるケースは少ない。治水・生物環境、及び河川の特徴を活かした自然的なレクリエーションの場として使われていることが多く、用途としては、バーベキュー、キャンプ場、公

園、緑地などが主である。このため、自然的・景観的な質の高い川づくりが継続されている。

この状況に対する一つの背景としては、スイスでは100年前に舟運・治水目的の河川事業で多くの河川が人工的な環境となったために、現在、計画的に再自然化を進める取組みが進められていることや、スイスは大きな都市が少なく国民性として自然の近くに居住し自然の中で過ごすことを重視していること、さらにスイス憲法²⁰⁾をはじめとした法制度で自然との調和が重視されていることの効果が大きいと考えられる。

ドイツでも河川区域内の空間をグラウンドやスポーツ等の空間とすることは少なく、治水・生物環境、自然的レクリエーション用途としている例が多い。

(1) ドイツでの取り組み事例

ノルトライン＝ヴェストファーレン州、ライン川水系ルール川（図－1 2）の事例

アルンスベルク市ではルール川の洪水防止と水域環境の改善のため、川にできる限り多くの場所を与え、過去の河畔を取り戻すことに取り組んだ。2003～2019年にかけて20以上の再自然化対策を実施し、洪水対策と併せ、動植物の生息空間確保と川の営みを活かす河川構造の再生を行った²¹⁾。



図－1 2 ドイツ ルール川周辺の位置図
(リバーフロント研究所作成)

- エーヴェントロプ街区での河道拡幅（写真－1）
 - ・中心部の1.3km区間で河道拡幅し過去の川幅に戻すとともに、旧河畔エリアに遊水機能を持たせた。河岸は川の営みを活かせるエリアとし、多様な昆虫・鳥類・魚類のビオトープとした。
- 中学校敷地との連携（写真－2）
 - ・河道拡幅のため、中学校の運動場を移設。授業で川を活用するため、中学校から直接川に出られる通路を設けた。学校・環境局・市民団体・漁業・養蜂団体の協力でコンセプトを策定。川の営みにより、多様な河岸や分流が形成された。

- 高速道路と線路の間の土地利用（写真－3）
 - ・高速道路と線路の間の幅100～200mの空間を活用。一部護岸を除去し、河岸を緩傾斜化した。



写真－1 エーヴェントロプ街区の状況



写真－2 中学校敷地の状況



写真－3 高速道路近傍の状況

10. おわりに

日本の川づくりにおいて、激甚化する気候変動への対応として「流域治水」への転換が進められている。リバーフロント研究所では、気候変動への取組みをさらに進める際の「多自然川づくり・流域づくり」の方向性をコンセプト（試案）として検討した。このコンセプト（試案）の検討は緒に就いたばかりであり、今回お示した「試案」では、まだ不足している観点や、まだ仮説の部分があるなど、今後議論すべき内容は多いものと考えている。

しかし、治水と環境を一体とした川づくり・流域づくりについて、不十分ではあっても、極力わかりやす

く短い言葉で取組みの要点を紹介するコンセプトの検討は、全国的に河川の骨格を変えるような大規模な河川整備が急ピッチで進んでいる現在において、必要性が高いものと考えている。

河道特性や流域も含めた生態系の特徴を踏まえ、治水と環境を融合した取組みを進めるにあたり、これらのコンセプトが日本らしい豊かな川づくり・流域づくりに向けた議論の一助となれるよう、今後、読者・識者の皆様方からのご意見を頂きながら、より良いコンセプトへ向上させていきたいと考えている。

また、この考え方は自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進めていく「グリーンインフラ」の河川・流域での取組みにも適用可能と考えており、研究者の皆様や関係機関と連携し、今後も海外事例なども含め、情報収集・解析・研究を進め、社会実装に向けた検討を進めていく所存である。

本稿の作成にあたり、北海道大学 中村太士教授、名古屋工業大学 萱場祐一教授、岐阜大学 原田守啓准教授、岐阜協立大学 森誠一教授、信州大学 平林公男教授、長野県環境保全研究所 北野聡主任研究員、滋賀県立大学 瀧健太郎准教授には貴重なご指導・ご助言を頂きました。また、スイス・ドイツの川づくりについては、スイス在住の山脇正俊氏、滝川薫氏、Ulrika Åberg (ウルリカ・オーベリー) 氏、国立研究開発法人土木研究所 中村圭吾上席研究員に貴重な現地の情報をご提供頂きました。さらに、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課、河川計画課国際室、九州地方整備局、国立研究開発法人土木研究所自然共生研究センターの皆様には貴重なご指導・ご助言を頂きました。

ここに改めて深く感謝を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 社会資本整備審議会答申：気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について，2020.7
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局 HP：緊急治水対策プロジェクト，2021.7
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局 HP：流域治水プロジェクト，2021.3
- 4) データブックオブ・ザ・ワールド 2021：二宮書店，2020.12
- 5) 河川データブック 2020：国土交通省 HP
- 6) まちと水辺に豊かな自然をⅡ：(財)リバーフロント整備センター編・著，山海堂，1992.2
- 7) 河川景観デザイン 「河川景観の形成と保全の考え方」検討委員会編，(財)リバーフロント整備センター
- 8) 河道内氾濫原の保全と再生：応用生態工学会テキスト 応用生態工学会編，技報堂出版，2019.9
- 9) 国土地理院 HP：地形判読のためのページ，2021.7
- 10) 国土交通省 HP：全国多自然川づくり会議，2021.7
- 11) 原田守啓：治水と環境を両立する河道掘削・伐採の考え方について，多自然川づくり人材育成プログラム（河川管理者・コンサルタント向け）中級編 動画，土木研究所自然共生センター，2021.4
- 12) 角野康郎：ネイチャーガイド日本の水草，文一総合出版，2014.9
- 13) 川の自然環境の解明に向けて-河川生態学術研究会の概要-：河川生態学術研究会パンフレット（第17版），2021.8
- 14) 北村淳一，内山りゅう：日本のタナゴ 生態・保全・文化と図鑑，山と溪谷社，2020.4
- 15) 中島淳，内山りゅう：日本のドジョウ，山と溪谷社，2017.3
- 16) 江崎保男，田中哲夫他：水辺環境の保全-生物群集の視点から-，朝倉書店，1998.11
- 17) 井上清，谷幸三：トンボのすべて，トンボ出版，2017.6
- 18) 中島淳，林成多他：ネイチャーガイド日本の水生昆虫，文一総合出版，2020.7
- 19) 菅原道夫：食者スズメバチに対するニホンミツバチの防衛行動，比較生理生化学. Vol. 30, No. 2, 2013
- 20) 各国憲法集(6)スイス憲法：国立国会図書館調査及び立法考査局，2013.3
- 21) ドイツ連邦環境庁：私たちの河川と小川を再自然化する-発展させる-近自然にメンテナンスする，2020