

環境統合型の技術としての多自然川づくり

九州大学大学院 教授 島谷 幸宏

はじめに

多自然型川づくりが開始されたのは1990年であるが、18年間を振り返ると、1997年の「河川法」の改定、2002年「自然再生推進法」、2004年「景観法」など重要な法律が制定されてきた。このような諸制度が整う中で、多自然型川づくりも着実に進められているが、その技術思想、河川改修方式、技術を支える諸制度（技術環境）に関して系統的に研究されてこなかったのが現状である。その理由はいくつかあるが、多自然型川づくりが新たな技術論として捉えられるのではなく、運動論として捉えられてきたことが大きな理由ではないかと考えられる。しかしながら多自然川づくりは単なる運動論ではなく、世界的な潮流になりつつあるintegrated river managementあるいはconservation based river managementと同じ内容を含む新しい河川技術論であることには注意が必要である。

環境統合型の技術としての多自然川づくり

2006年に河川局は多自然型川づくりの名称を多自然川づくりと変更し、以下のように定義した。「多自然川づくりとは、河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境、並びに多様な河川風景を保全あるいは創出するために、河川の管理を行うこと。」

この記述の中には治水・利水のことは記述されて

いないが、河川管理において治水・利水の安全度の確保は前提であるため、治水、利水、環境を統合的に河川管理を行うことを宣言したものと捉えることができる。

それでは、河川整備に関して治水・利水・環境が統合された技術とはどのような基本的な技術思想に基づいた川づくりであるのかについて考察する。

表-1に従来型の治水事業、減災型の治水技術および環境統合型の河川事業の目的を示した。従来型の治水事業では、計画された流量を確実に流下させ、その時に河川構造物が破壊しない安全な構造であることを目的としている。減災型の技術になると、計画以上の流量すなわち超過洪水時の氾濫時のダメージが小さくなるような氾濫のさせ方、氾濫にいたるまでの時間や超過洪水時においても下流での流量が少しでも低減するような河道貯留が行われるような工夫などが求められる。同じ氾濫であっても、流速が早い氾濫と遅い氾濫では被害の状況は大きく異なる。しかし、減災型の技術に関しての蓄積は多くなくこれから研究すべき課題も多くある。さて、環境統合型技術（多自然川づくり）は、現代の課題に答えるべき技術であるので、治水技術は減災型の技術をベースに生態系、景観、親水性に更に配慮する治水、利水、環境が統合された河川技術である。このように、環境統合型の技術は配慮すべき事項が多いことがわかる。

表-1 従来技術と環境統合型事業（多自然川づくり）の事業目的

| 事業目的 | 従来型治水技術 | 減災型治水技術 | 環境統合型技術 |
|----------------|---------|---------|---------|
| 計画流量を確実に流下 | ○ | ○ | ○ |
| 計画流量時に構造物が安全 | ○ | ○ | ○ |
| 下流に対する流量の低減 | | ○ | ○ |
| 氾濫時のダメージを小さくする | | ○ | ○ |
| 景観の保全・創出 | | | ○ |
| 生態系の保全・再生 | | | ○ |
| 親水性に配慮 | | | ○ |

設計原理

多自然川づくりの基本的な設計原理は自然の形態に基づきながら、形態は常に変化しつつ、安全に洪水を流下させることにある。すなわちなるべく川のオリジナルな形態や仕組みをモデルとすることが基本原理である。海外では自然に基づいたデザイン (design with nature) とか環境保全に基づいたデザイン (conservation based design) などと呼ばれるが、これらの考え方と同じ技術体系と捉えることができる。「川のオリジナルな形態や仕組みをモデルとすることが基本」にして以下の要素設計の原理が導かれる。

流速に関しては従来型の治水技術がなるべく速やかに洪水を流下させることを基本原理としているのに対して、環境統合型の技術では、河川の自然地形や屈曲に応じ速く流れていたところは速く、遅く流れていたところは遅くということが基本となる。従来型治水技術がどちらかという流速を早める方向で改修がなされることを考えると、環境統合型の技術はゆっくり水を流すことを基本原理にしているといえる。

従来型の治水技術では平面線形に関してはなるべくなめらかで、死水域をなくすことを基本原理にしていた。死水域とは水が流れない領域のことで、洪水時には流下断面として有効に働かず、土砂が堆積するため従来型の治水技術ではなるべくないほうが良いとされていた。一方、環境統合型の技術では、オリジナルな形状に基づき、直線は用いず、洪水時の魚の隠れ場所となり泥や砂が堆積するよどみ等の死水域が重要となる。また、なるべく、河道拡幅の際の環境への影響を緩和するために片側改修を原則とする。

横断形状に関しては、従来型の治水技術では、なるべく水理学的に有利で施工や斜面の安定性が期待できる、台形断面や台形断面を組み合わせた複断面形状を基本としていた。一方、環境統合型の技術では、砂州や瀬淵、深掘れなどの微地形が生物の生息にとって重要なため、オリジナルな微地形を横断形状の基本とする。

縦断形状に関しては、従来型の治水技術も環境統合型の技術もオリジナルの勾配を原則としている。これは、縦断形状は土砂輸送によって決まるため、縦断形状をオリジナルな状況から変更させても維持できないことが多いためである。しかしながら、従来型の治水技術では線形の是正が行われ流路延長が短くなるため、オリジナルな勾配を維持しようとするれば落差を入れなければならない。自然の河川の縦断的な河床勾配を見てみると、勾配は一定でな

いことが分かる。上流のステップ&プール河道と呼ばれるところでは、大きな岩が絡むステップと呼ばれる落差の部分その下流のプールと呼ばれる河床勾配が緩やかな部分の組み合わせからなっている。中流部では砂州形状に起因する瀬淵構造によりやはり縦断勾配は一様ではない。環境統合型の技術ではこのようなオリジナルな縦断形状を基本とする。

土砂に関しては従来型の治水技術が平均河床高のコントロールを基本とするのに対し、環境統合型の技術では土砂の分級にまで配慮する必要がある。

微地形に対しては、従来型の治水技術では構造物の根入れ深さに重要な局所洗掘（湾曲部や橋脚回りなどが局所的に掘れること）に対して配慮した程度であるが、環境統合型の技術では瀬、淵、よどみ、ワンドなどの微地形が基本的な環境単位であり重要である。

川幅に対しては、従来型治水が基本的に定規断面といわれる一定断面であるのに対し、環境統合型の技術ではオリジナルな形状に基づき幅が広いところや狭いところがあることを原則とする。減災型の技術も同様で、河道内貯留による下流への洪水流量の低減、洪水到達時間の延長などの効果を期待する。

河岸に関しては、従来型の治水技術は河岸を固定することを基本とするが、環境統合型技術では河岸は変形することを基本にする。したがって、前者の基本技術が護岸であるのに対し、後者はなるべく護岸を入れないですむように配慮する。

河道内樹林に関しては、前者はなるべく河道の中の樹林はないことを基本にし、環境統合型の技術では樹木はあるべきところにはあり、ないところにはないということを基本にする。

河道沿いの樹木に関しては、従来型治水では特に考慮に入れず、減災技術になれば河道沿いの樹木群は氾濫時の流速の低減と土砂の抑止のため水害防備林としての機能が重要であり、環境に関しては緑陰の提供や魚類のえさ資源としての落下昆虫の提供などの河畔林としての機能が重要である。

支川に対しては、従来型技術では本流のバックウォーターの処理が基本であり、環境統合技術の場合には、それに加えて連続性が重要となる。

また環境統合型の技術では景観、親水利用に対する配慮は必須である。環境重要地点の把握と保全は特に重要であり、計画のなるべく早い段階から位置づけることが重要である。

設計計画の手順について考えてみたい。従来型の技術では河道の流量が決まると、平面、縦断、横断計画が立てられ、その結果に基づき施工図面が作られ施工されるという手順であった。しかしながら、

環境統合型の技術では、目標設定に流量だけではなく環境面も加わる。この時特に重要なのが環境上重要な場所の抽出である。環境上重要な場所については、極力保全するか、保全できない場合は別途詳細な検討・設計が必要な場所である。次に、これらの目標を達成するために計画流量に対して平面、縦断、横断形の初期案を設定する。次に初期案に対して、不等流計算等を繰り返しながら概略の断面を決定する。その結果を用い、景観、親水利用などの詳細な検討・設計を行い施工図へと進む。従来型の技術と比べると、線形や断面形を考える最初の段階から環境を包含している点、環境上重要な場所を当初から

位置づけ計画におり組む点、場所の特性に合わせ1断面ずつ丁寧に形状を設定する点、景観、親水利用、生態系の保全などを考えて最終的に詳細設計を行う点が従来型の技術と異なる。

以上のように、従来型の技術と多自然川づくりの技術では基本的な原理、設計のフローなどが大きく異なることが分かる。したがって、従来技術をベースに、いくら環境に配慮しても本来の意味の多自然川づくりにならないことが理解できる。多自然川づくりは河川技術のパラダイム転換なのである。欧米でも日本と同様、河川技術に関する技術的な転換が行われている。それはエコシステムに基づいた河川

表一 2 設計原理の比較

| | 従来技術 | 減災型技術 | 環境統合型技術 |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 流速 | なるべく速やかに | なるべくゆっくり | オリジナルな状況(ゆっくりの所はゆっくり) |
| 平面線形 | なめらかに、止水域をなくす | | なるべくオリジナルに、直線化しない、レフュージ保全 |
| 横断形 | 水理学的有利断面 | なるべく広く | オリジナルな微地形ができるように |
| 縦断形 | 動的平衡勾配、段差ができて良い | 動的平衡勾配、段差ができて良い | オリジナルな勾配、人工的段差ができないように |
| 土砂移動 | 河床高のコントロール | 河床高のコントロール | 河床高のコントロールと適切な分級 |
| 微地形 | 局所洗掘対策 | 局所洗掘対策 | 瀬淵などオリジナルな微地形ができるように |
| 川幅の変化 | 一定 | 広いところを作る | 変化がある |
| 護岸 | 必要に応じてする | 必要に応じてする | なるべくしない |
| 河岸 | | | 変形することが基本 |
| 河道内樹林 | 無いほうが良い | 河道貯留施設として必要に応じて | あるべきところにある |
| 河畔林, 水防林 | | 水防林が重要 | 生態的機能を持った河畔林重要 |
| 支川処理 | 洪水時背水および内水 | 左+氾濫時の状況 | 左+連続性の確保 |
| 景観 | | | 直線を用いない、コンクリートが露出しないなど景観に配慮 |
| 利用 | | | 利用に配慮、少なくとも川に降りられること |
| 環境重要地点 | | | 設置し、保全する |

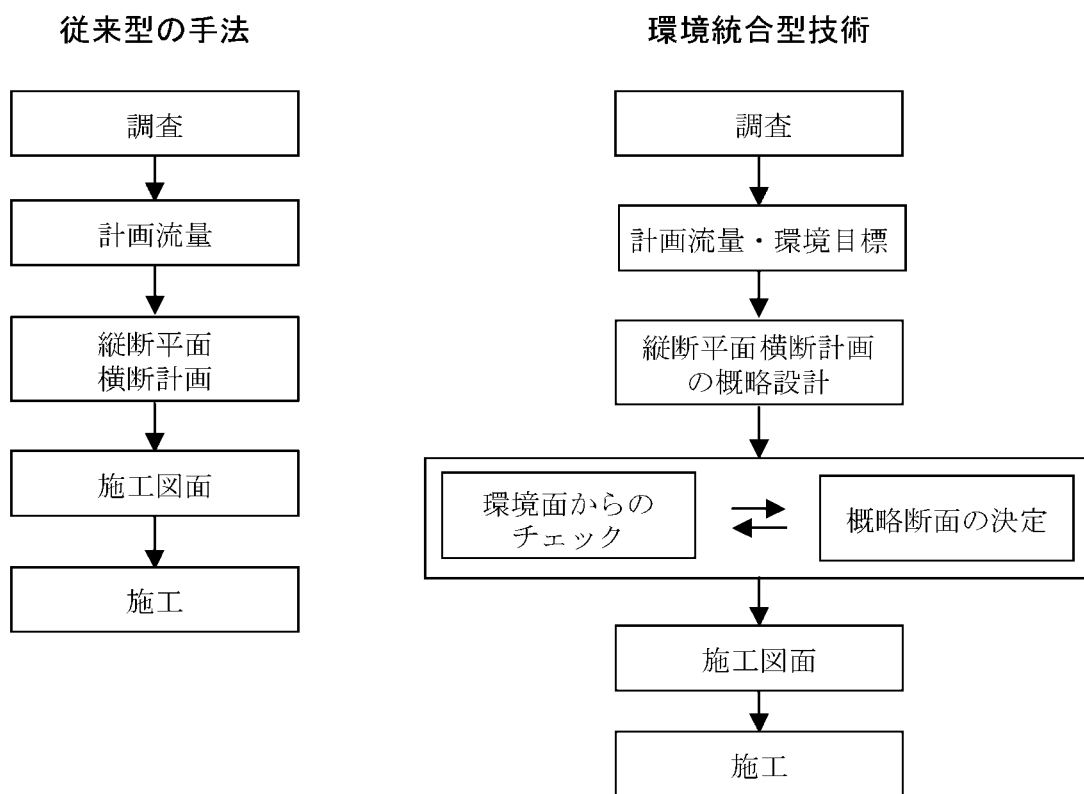


図 従来型の手法と環境統合型技術

管理 (ecosystem based river management) とか自然に基づいた河川計画 (design with nature) とか近自然河川工法 (nature naher wassenbau) などと呼ばれているが日本の多自然川づくりと基本的に同じ思想上の技術であると理解している。

今後の展開

本年3月に中小河川改修の技術基準が定められた。この基準では、川なり改修・片側改修の原則、粗度維持の原則、河床掘削の抑制、過剰な余裕高設定の抑制などを示したものであり、本論で示した環境統合型の設計原則を達成するため一部が基準化されたものと捉えることができる。

これらの議論は筆者が座長の多自然川づくり研究会でこの3年程度議論してきたものである。今後、さらに護岸工法、大河川における多自然川づくり、植樹基準などについても研究し、具体的な方策を示したいと考えている。

また、多自然川づくりを進めるためには、住民や学識者等からのサポートも重要であり、リバーフロント整備センターには、すでに多自然川づくりサポートセンターが設置された。このサポートセンターは、多自然川づくりの技術の普及・改良、現場でのトラブル解決などに対処するために設置されたが、今後有効に機能することを期待している。