

# 中小河川を対象とした多自然川づくりの河道計画・設計手法の開発

Development of method for river channel planning and design for nature-oriented river works in small to medium size rivers

(研究期間 平成 19~21 年度)

環境研究部 河川環境研究室  
River Environment Division  
Environment Department

室長 天野 邦彦  
Head Kunihiko AMANO  
主任研究官 大沼 克弘  
Senior Researcher Katsuhiko ONUMA  
研究官 遠藤 希実  
Researcher Maremi ENDOH

We have first classified small to medium rivers into several types by topography of river to predict the qualitative responses of river channel to river works. For detailed analysis, we have proposed a simple calculation method on river bed variation considering the change of vegetation area and its effect on sediment deposition. We also analyzed the effect on flood flow caused by river works for several types of catchment. Based on these results, we proposed a framework of river channel planning and design considering the change on flood and environment after river improvement.

## [研究目的及び経緯]

中小河川では、河道形状や流量など河道に関する基本情報や河道特性に関する技術的知見が少なく、既往の河道計画検討手法の適用が困難な事例が多く見受けられる。

このような背景を受け、中小河川の現状を踏まえた簡便な河道計画・設計手法の枠組みを提案することによって、既往手法を補完し、治水と環境の両立及び維持管理などを考慮した多自然川づくりに資することを本研究の目的とした。また、本稿では平成 21 年度の研究成果を主体に記述するが、中小河川における河川改修の課題を理解するにあたり、これまでの研究にてとりまとめた河道改修箇所の重点調査結果について以下に記す。

河道改修箇所の重点調査(30 河川)は、災害復旧等の既存資料から改修後に有意な河道変化が報告されている河川などを対象に、河床材料、植生繁茂、瀬・淵の形成状況等の河道状況について整理したものである。その結果、河道への著しい堆積や河床幅の縮小、河床低下または洗掘、過度の植生繁茂、植生の消失、河床微地形が単調であるなどの多様な課題が見受けられた。それらの中でも代表的な課題が、河道への著しい堆積と過度の植生繁茂であり、河道拡幅を行った多くの河川で確認された。

既往の河道計画検討手法では、河道掘削による流下能力の向上を原則としているが、過度の河道拡幅は植生繁茂や土砂堆積を招くとともに、植生繁茂に伴い粗度係数が増加し、流速が減少する。他方で過度な河床掘削は、水深が深くなることにより流速や掃流力が増加し、洪水到達時間の短縮や洗掘による河床低下が懸念されるため、

改修後の河床変動や下流域の洪水波形への影響を考慮した適切な河道計画の検討が必要である。

## [研究内容]

### 1. 河道類型に着目した河川環境の検討

一級水系(69 水系)に流入する中小河川の河道データに基づき分類した河道特性の類型区分について、それぞれの河川環境の特徴などを整理するとともに、直線区間における砂州の形成環境について検討した。

### 2. 河床変動簡易計算法の提案

河川改修後の河道応答及び安定性を評価するために植生消長を考慮した河床変動簡易計算法の提案を行い、既存資料の少ない中小河川への適用性について検討した。

### 3. 河川改修に起因する洪水伝播変化の評価方法の検討

河川改修に伴う流速等の変化が下流域の洪水流量などに及ぼす影響を評価するため、モデル流域を設定し、合成合理式による流出量計算及び感度分析を行った。

### 4. 河道計画・設計案についてのケーススタディ

これまでの研究成果を基に中小河川における河道計画・設計手法の枠組みを提案し、災害等にて改修履歴のある実河川をモデルとしてケーススタディを行い、その適用性や課題の抽出を行った。

## [研究成果]

### 1. 河道類型に着目した河川環境の検討

河道特性の類型化は、「河床勾配」,「川幅水深比 B/H」,「蛇行度 S」を指標に河道を分類したものであり、河床

勾配ごとにクラスター分析を行い、16 類型に区分している。なお、ここで用いた河道データは、レーザープロファイラー測量（以下、LP 測量）に基づく横断面から取得した川幅と水深（河道満杯時の川幅、最大水深）及び最深河床勾配（前後 500m 区間の平均勾配）、流心線長と直線距離の比（計算対象は川幅の 10 倍）を整理したものであり、地方別に平均化した朔望平均満潮位よりも最深河床高が低い区間は、感潮区間として別途区分した。

それらの河道類型について、既往文献等に基づく河川環境の特徴やモニタリング調査事例等を整理し、河川改修時の留意点や推定される河道応答についてとりまとめた。また、類型化の結果、解析対象となった河川延長の約 59%が蛇行度  $S < 1.05$  の直線的な河道類型に分類され、既往知見等から川幅水深比が小さい場合は、砂州が形成されにくい河道区間が多いことが推察された（図 1）。

砂州の形成は、河川環境にとって重要な要素であるため、LP 測量時に撮影した航空写真及び河道データを用いて砂州の形成環境について検討した。検討は、蛇行度  $S < 1.05$  の直線的な河道区間のうち、感潮区間を除いた範囲から 60 断面（1 河川当たり 1 断面）を無作為に抽出し、航空写真により砂州の形成状況を判読するとともに、当該断面の川幅水深比を比較することとした。その結果、河床勾配  $I > 1/5,000$  の河道では、概ね川幅水深比  $B/H > 10$  にて交互砂州が形成されやすくなることが示唆された。

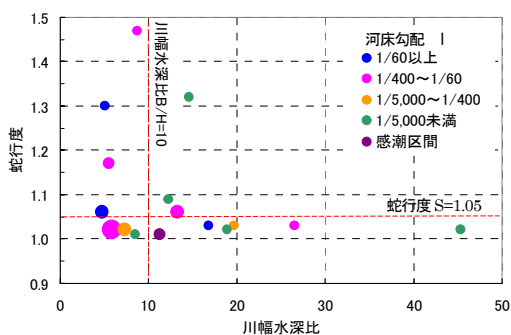


図 1 クラスター分析に基づく河道タイプの分布

注) 図中のポイントは、クラスター分析結果に基づく各類型の中央値である。また、ポイントサイズは、解析対象とした河川延長に対し、各類型が占める割合に応じて、以下のとおり設定した。

- : 0~5%、● : 5~10%、● : 10~15%、● : 15~20%、● : 20~25%

## 2. 河床変動簡易計算法の提案

使用した河床変動計算モデルは、準 2 次元等流計算に基づく河床変動予測に加え、植生遷移に伴う Washload の堆積や出水による植生域の破壊、洗掘等の微地形変化を考慮したモデルである。また、洪水履歴や河床変動に応じた植生タイプ [裸地、先駆的植物 (ヨシ群落)、安定植生 (オギ群落) 等] を予測し、準 2 次元等流計算時に設定した任意の分割断面や経過年数ごとの植生繁茂状況を推定できる。本モデルの計算条件は、流量、河道形状（縦横断、平面）、河床材料、植生、表層堆積状況（粒径、堆積厚）、流砂量などであるが、既往知見等を基に計算条件の簡素化や省略化を行い、モデル河川でのケーススタ

ディを通じて河床変動簡易計算法を提案した。

## 3. 河川改修に起因する洪水伝播変化の評価方法の検討

モデル流域は、本川上流域、支川流域、本川下流域に分割された小流域によって構成されるものとし、支川流域の洪水伝播速度算定にかかる諸元（粗度係数、径深、河床勾配）を個別に変化させることにより、河川改修がモデル流域末端のピーク流量及び時間に与える影響について評価した。なお、モデル流域は、総流域面積を一定とし、総流域面積に対する各小流域の流域面積比及び流路延長を変更させることによって、放射状流域、羽状流域、樹枝状流域の 3 ケースを設定している。また、流末ピーク流量は、洪水波形を合成合理式により作成して算出した値であり、各小流域の洪水伝達時間は、クラーヘン式による流入時間と Manning 式による洪水伝播速度及び流路延長から算出した河道流下時間の合計時間とした。

以上のような計算条件を基に、各モデル流域の感度分析を行い、流域形状の違いによる流末ピーク流量や時間の変化傾向について検討するとともに、合成合理式など簡易計算手法による洪水伝播変化の評価方法を提案した。

## 4. 河道計画・設計案のとりまとめ

ケーススタディをつうじて、本項で主に提案した新たな河道計画・設計手法の枠組みは、以下のとおりである。

### 1) 河道類型による河川環境の推定

河道類型ごとに河川環境の特徴等を整理することにより、計画断面の河道形状から河川改修時の留意点や今後形成される河川環境を推定し、それらを念頭にした河道計画の検討が可能となった。

### 2) 河床変動簡易計算法による河道安定性評価

植生消長を考慮した河床変動簡易計算法を用いることにより、一次元河床変動計算などの既往簡易計算手法では困難だった河道内の堆積・洗掘傾向や植生繁茂状況の予測が可能となり、より効果的な河道安定性評価を実施できるようになった。

### 3) 河川改修に起因する洪水伝播変化の影響検討

合成合理式等を用いて、各流域のピーク流量や洪水到達時間を確認することにより、河川改修に伴う流速等の変化が下流域の洪水波形に及ぼす影響について検討することができ、より安全な河道計画の立案が可能となった。

### 4) 維持管理費の検討

2) の河道内植生や土砂堆積の予測結果を活用することにより、従来の工事費に基づいた経済比較のみならず、植生伐採や河道掘削などの維持管理費を含めた検討が容易となった。

## [成果の発表]

土木学会等において論文発表を行う予定である。

## [成果の活用]

既往河道計画・設計手法を補完する新たな枠組みを提案することによって、治水と環境の両立及び維持管理などを考慮したより効果的な多自然川づくりが期待できる。