

# 075 河床変動計算を用いた効率的な砂防施設配置の考え方について

国土交通省中国地方整備局倉吉工事事務所 木原 均 石水一之  
住鉦コンサルタント(株) 山下 伸太郎 ○家田 泰弘

## 1. はじめに

近年、時系列的な土砂移動現象を考慮した砂防基本計画の検討が進められており、今後はこれを受けた砂防施設配置計画がなされることになる。時系列的な土砂移動を考慮した砂防施設配置計画、特に水系砂防の観点から行われる配置計画は、基本的に図-1.に示す流れで検討が進められるものと考えられる。

対象範囲内の河床高及び流出土砂量を適正に保つために②～④の過程を試行錯誤しつつ適切な施設配置を検討していくことになるが、効果的、かつ効率的な施設配置を選定するためには、施設の位置、形式、諸元等の組み合わせによって膨大なケースについての数値シミュレーションを実施する必要がある。

現在、鳥取県天神川水系では、短・中・長期的な土砂移動を考慮した砂防基本計画に基づいて効果的、効率的な施設配置計画を作成するため次元河床変動計算を用いて検討を行っている。ここではその一例として、天神川支川三徳川における過剰な土砂堆積区間を解消するための検討を例に、施設形式やその配置によって下流への影響がどのように変化するかを示し、下流の過剰な堆積区間を解消するための効率的な砂防施設配置について考察する。

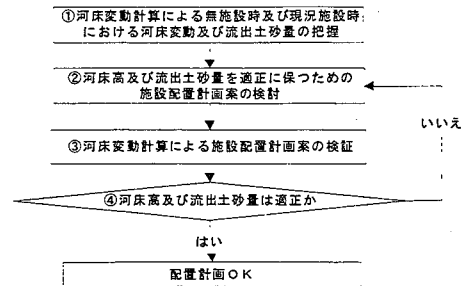


図-1.施設配置計画検討の流れ

## 2. 効率的な砂防施設配置検討事例

### 2.1. 施設配置計画の基本的な考え方

三徳川流域における現況の施設配置での次元河床変動計算（混合粒径）の結果を図-2 に示す。三徳川での計算は断面間隔が 100m、ハイドログラフは 100 年超過確率の短期降雨をもとに中安の単位図法により作成した。なお、ピーク流量は計算開始から 21 時間後であり、計算区間の下

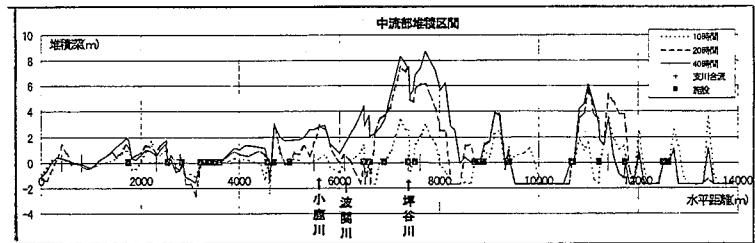


図-2.次元河床変動計算結果（三徳川：短期降雨/現況施設時）

流端で 1380m<sup>3</sup>/sec である。支川および残流域からの土砂供給は流域区分ごとの生産・流出土砂量をもとに、各流域区分の下流端の地形条件と流量に応じた平衡給砂を行い、溪床の土砂堆積深は現地調査結果をもとに設定した。その結果、三徳川の上流域では概ね浸食傾向にあり、坪谷川合流点付近から下流部までの区間（以下中流部堆積区間）で顕著な堆積傾向が見られることがわかった。中流部堆積区間における堆積土砂を供給しているのは三徳川上流域と坪谷川流域、黒川流域であり、これらの流域で少なくとも約 160 千 m<sup>3</sup> の土砂を調節する必要があると考えられる。

堆積区間に土砂を供給している各流域内から地形的条件を考慮して施設配置箇所を選定すると、坪谷川、黒川については流域内の保全対象が少ないため施設配置上の制約は少ないが、三徳川上流域には溪流沿いに主要地方道が通っているために、2 地点程度しか適切な砂防堰堤サイトが無かった。なお、砂防堰堤の形式については平常時の下流域への土砂供給や生態系への影響を考慮して、基本的には透過型の堰堤を設置すると想定した。

#### 2.1.1. 堰堤タイプ毎の下流堆積区間への影響

該当堆積区間に最も多くの土砂を供給しているのが三徳川上流域であることから、三徳川本川筋上流部に堤高 10m の堰堤を 2 基、坪谷川流域に堤高 6m、黒川に堤高 10m 程度の堰堤を 1 基ずつ配置した。これにより従来の施設効果量の考え方に基づけば約 150 千 m<sup>3</sup> の効果量を確保できる（図-3.）。

坪谷川、黒川の堰堤については溪床勾配が 1/20 以上であったため、土石流による閉塞を期待した透過型堰堤としているが、本川上流の堰堤についてはせき上げ効果を期待したケース（スリット幅 2m 及び 1m）と洪水時には閉塞するものとして計算したケースで計算を行った。図-4.は各ケースの短期降雨

後の河床変動高を示した図であり、図-5は洪水時の土砂堆積深の時間変化を示したものである。せき上げ型スリット幅 2m のケースでは堰堤直下流での浸食は発生していないものの堆積深が約 1m 低減される程度であった。スリット幅を 1m としたケースでは、堆積深が 2m 程度低減されるが、堰堤直下の最終堆積深が 8m となり、スリット幅を 2m としたケースと比較して 2m 程度高い。このようにせき上げ型のスリット堰堤はスリット幅と流量の関係で下流域への影響が異なり、当然のことながらスリット幅が狭い方が土砂調節効果は高い。閉塞型では過剰堆積区間での堆積深を低減する効果は比較的大きいが堰堤直下流で浸食が発生した。

以上の計算結果から、施設配置上の留意点として以下の事が考えられる。

○土砂流出を抑制するためには洪水時に閉塞するタイプの堰堤が確実であるが堰堤下流での浸食が大きく、それらの浸食土砂が下流へ流出、堆積するため、できるだけ過剰堆積区間に近い位置に設置する方が効率的である。

○せき上げ型ではスリット幅が狭いほど土砂流出を抑制する効果は高いが、洪水ピーク（本ケースでは 21 時間後）直前には堰堤直下において一時的に浸食が起こり、ピーク後から急激に堰堤直下での堆積が進行する傾向が見られ、その影響によりさらに下流でも堆積が起こる。したがって、下流の保全対象周辺に過剰な土砂堆積区間が存在する場合には洪水時の土砂流出を捕捉可能な形式の砂防堰堤の配置が望ましいと考えられる。

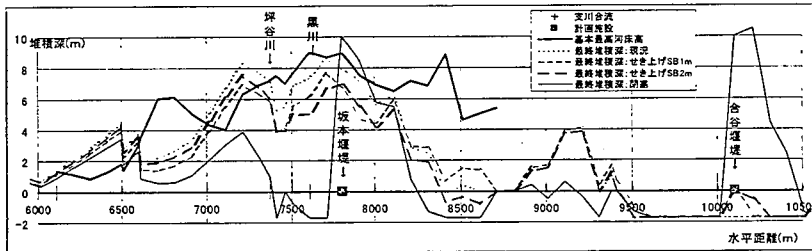


図-4.堰堤タイプ別の最終土砂堆積深

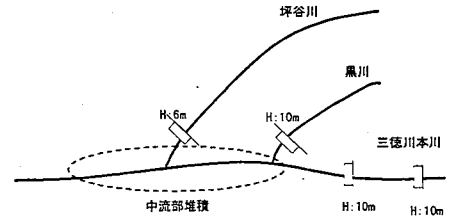


図-3.配置パターン①

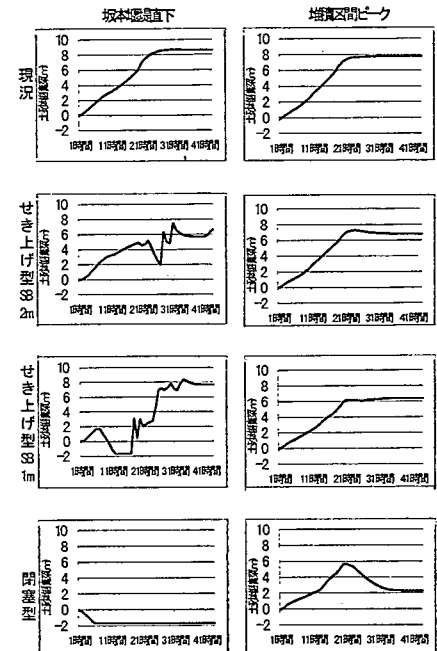


図-5.堰堤タイプ別の堆積変動

### 2.1.2. 支川での土砂流出抑制による下流堆積区間への影響

上記のケースでは基本最高河床高を越えた土砂堆積が生じているため、本川上流域において閉塞型の堰堤と溪流保全工により土砂調節を行うとともに、トラブルスポットに流入する支川坪谷川における土砂流出抑制効果を補強している。

そこで、坪谷川からの土砂供給を配置パターン①と比較した。いずれも洪水開始から 20 時間程度で坪谷川流域内の不安定土砂は全て流出するが、その時点での累加流出土砂量は 50 千 m<sup>3</sup> 程度の差となっている。支川での土砂流出抑制と上流域浸食防止の結果として堆積区間ピークでの土砂堆積概ね解消されており、このようなケースではトラブルスポット付近に合流する支川での土砂調節が効率的であると考えられる。しかし逆に土砂供給が少なくなった分、当初の堆積区間で浸食が起こっており、これが下流域での土砂堆積の原因となる場合は、浸食防止工が必要になる。

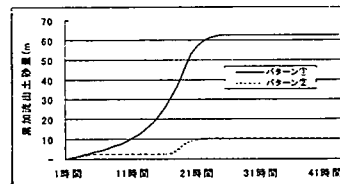


図-7.坪谷川からの流出土砂量

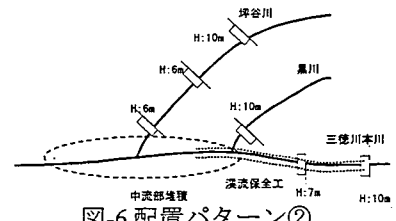


図-6.配置パターン②

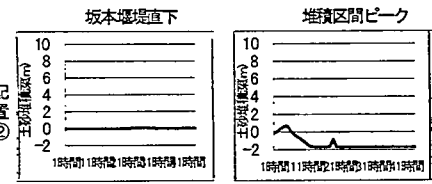


図-8.パターン②における堆積変動

### 3. まとめと課題

天神川水系における施設配置計画検討に際して試行錯誤を行った例として、堰堤タイプ毎の下流堆積区間への影響の相違と支川における土砂流出抑制による下流堆積区間への影響を示した。ここで示した事例は短期降雨における影響のみであるが、長期降雨による土砂移動についても考慮して、経年的な土砂の異常堆積を防止するとともに、平常時の流出土砂量の維持を検討する必要がある。