

(財) 砂防・地すべり技術センター	○ 栢木敏仁
同上	安田勇次
(株) 建設技術研究所	村上正人
建設省松本砂防工事事務所	吉川正徳

1. はじめに

水系一貫とした土砂管理計画を策定する際には、本川において河床上昇・河床低下に伴う土砂災害等を発生させないための各支川からの適正な流出土砂量、粒径等を決定する必要がある。しかし、本川には複数の支川が存在し、各支川からの流出土砂量、土砂流入のタイミング、粒径が変化すると、本川の河床変動状況も変化する。

本研究では、支川の位置関係を考慮した上で、適正な流出土砂量、粒径を決定するための条件の設定やその手法を検討することを目的とする。

検討に際しては、姫川流域を具体的な検討事例として、平成7年7月災害規模(以下、「H7 災害」という)に対して各支川からの流入土砂量および粒度組成を複数組み合わせ、その組み合わせた条件で1次元河床変動計算を用いて試算し、各支川からの適切な流出土砂量を示した上で、その検討手法について提案する。

2. 検討方法

2.1 検討範囲

検討範囲は平川合流点から河口までの約51km区間、その区間に存在する19支川を対象とし、本川の初期河床は河川改修後の計画河床とした。

2.2 1次元河床変動計算の基礎式

$$\Delta Z = Z_{t+1} - Z_t = \frac{Q_{B1} - Q_{B2}}{B \cdot \Delta X (1 - \lambda)} \Delta t$$

ここで、 ΔZ : Δt 時間内の河床変動量、 Z : 河床高、 Q_{B1}, Q_{B2} : 上下流断面の通過流砂量、 B : 河床変動を生じる河幅、 λ : 河床砂の空隙率、 ΔX : 区間距離 である。

また、運動方程式である流砂量式は、芦田・高橋・水山式を粒径別流砂量式に修正して用いた。

2.3 計算条件

計画規模洪水の計算に用いたハイドログラフは、H7 災害の降雨実績から貯留関数法によって作成されたハイドログラフとした。また、中長期のハイドログラフについては、昭和61年から平成7年間(10年間)の山本流量観測所で観測された実績流量から200m³/s以上のものを抽出し、作成した。

粒度分布は、支川からの流入土砂の粒度分布、本川における粒度分布に分けて、それぞれ設定した。粗度係数は河道計画に準じて上流域では0.045とし、下流域(直轄区間)では0.04とした。

2.4 検討ケース

検討ケースはH7 災害と中長期の洪水の2つに分けて検討し、表1に示す計20ケースを対象とした。

3. 検討結果

3.1 H7 災害規模

C-01 は本川におけるトラブルスポットを抽出したケースである。その結果、姫川第3ダム上流(著しい河床上昇)、姫川第3ダム～第5姫川橋梁区間(河床上昇による制限水位超過)、浦川～土沢合流区間(河床上昇による溢水)、デンカ発電ダム地点(溢水)、第6, 5, 4下姫川橋梁付近(河床上昇による溢水または制限水位超過)、第2, 1下姫川橋梁付近(河床上昇による制限水位超過)がトラブルスポットとして抽出された。よって、各支川からの土砂流入を抑制する必要がある結果となった。

C-02～04 は各支川一律に土砂量を減少させたケースである。このケースでは、姫川第3ダムや小谷橋上流、姫川第7ダム上流の第4下姫川橋梁地点の著しい河床上昇を抑制するためには、土砂量を1/2～1/3とする結果となった。しかしながら、その場合、第5姫川橋梁や小滝川合流点下流で2m以上の河床洗掘が生じる結果となった。

C-05 は本川のトラブルを生じさせている支川を把握するためのケースである。このケースによって、姫川第3ダム上流域の河床上昇には猿倉沢、土谷川が影響し、小谷橋付近(浦川～土沢間)の河床上昇には中谷川、浦川、土沢が影響し、姫川第7ダム上流域の河床上昇には蒲原沢、大所川、横川が影響している結果となった。さらに、各支川からの流出土砂量が無い場合には本川において顕著な

洗掘が起こる結果となった。

C-06～08 は本川でトラブルを生じさせている 8 支川に対して、土砂量を変化させたケースである。姫川第 3 ダムの土砂堆積を抑制するためには、猿倉沢、土谷川、中谷川の土砂量を 1/2 程度、小谷橋上流での土砂堆積を防ぐためには、浦川・土沢の土砂量を 1/2～3/4 程度減らす必要がある結果となった。小滝川下流での河床低下防止かつ、姫川第 7 ダム上流の河床上昇（特に第 4 下姫川橋梁）を抑制するためには、蒲原沢、大所川、横川の土砂量を 1/2～1/3 とする必要がある結果となった。

C-09～12 は土砂供給のタイミングを変化させたケースである。第 5 姫川橋梁地点の洗掘と小谷橋上流の堆積では後半流出型が有効であり、小滝川下流の洗掘には前半流出型が有効である結果となった。

3.2 中長期

C-13～20 は平常時出水によって本川河床状況がどのように変化するかを把握するためのケースである。各支川から土砂供給がない場合(C-13)では、本川では断続的な河床低下を示したため、平時においては適度な土砂供給が必要である結果となった。C-14～17 では、土砂量の相違によって河床上昇が生じる箇所、河床低下が生じる箇所が異なる結果となった。河床低下に関しては大所川、横川、小滝川、根知川からの供給土砂量が影響を及ぼしている結果となった。姫川第 7 ダム下流の粒径を $dm=6.8cm$ から $dm=9.52cm$ に変化させた場合(C-18～20)では、小滝川下流での洗掘が 1m 程度となり、大所川、横川、小滝川、根知川の土砂量を変化させた場合にはトラブルスポットがなくなる結果となった。

4. 考察

H7 災害規模では、各支川の流出土砂量を一律に減少させると、河床上昇には対処できたが、逆に河床低下を引き起こす結果となった。したがって、全ての支川において土砂流出を減少させるのではなく、本川と支川の位置、流出土砂量によって各支川の対策の重要度が異なることとなる。すなわち、H7 災害規模と同様な土砂生産が発生した場合には猿倉沢、土谷川、中谷川、浦川、土沢、蒲原沢、大所川、横川で H7 災害規模の約 1/2 となるような対策を実施することが必要である。また、本川におけるトラブルに対応するためには、土砂流出のタイミングを考慮することで可能となる。

中長期の土砂流出に対しては、本川下流域で河床低下を生じさせないためには流域全体で 100 万 m^3 /年程度の土砂が必要である。特に、大所川、横川、小滝川、根知川においては平時から土砂を極力流す必要がある。

このように、流砂系土砂管理計画における整備目標土砂を設定するためには、図 1 のような設定方法を用いることによって可能となる。さらに、このような方法を用いることによって流出土砂を抑制すべき支川、土砂を流す必要がある支川を把握することが可能となる。図 1 は H7 災害時のような豪雨時ばかりでなく、平時でも同様である。

5. おわりに

本研究では、H7 災害規模を対象として本川においてトラブルを生じさせない支川を抽出し、その整備目標土砂量を設定した。大所川を例にして、整備目標土砂に対する砂防設備の配置を検討した結果、除石工、既設砂防ダムのスリット化、支溪における山腹工、砂防ダムを設置する必要があることがあった。

今後は、土砂流出のタイミングを変化させる、流出土砂の粒径をコントロールする等が可能な砂防設備の開発が必要であると考えられる。

表 1 検討ケース

CASE	洪水規模	土砂量 (m^3)	その他条件
C-01	H7災害規模	H7災害規模	7,391,633 掃流力見合い
C-02	H7災害規模	H7災害規模の1/3	2,463,878 掃流力見合い
C-03	H7災害規模	H7災害規模の1/2	3,695,817 掃流力見合い
C-04	H7災害規模	H7災害規模の3/4	5,543,725 掃流力見合い
C-05	H7災害規模	1支川のみH7災害規模の土砂を供給。他は0	掃流力見合い
C-06	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の1/3	3,720,195 掃流力見合い
C-07	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の1/2	4,182,159 掃流力見合い
C-08	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の3/4	6,014,844 掃流力見合い
C-09	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の1/3	3,720,195 洪水前期に土砂を供給
C-10	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の1/3	3,720,195 洪水後期に土砂を供給
C-11	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の1/2	4,182,159 洪水前期に土砂を供給
C-12	H7災害規模	8支川のみH7災害規模の1/2	4,182,159 洪水後期に土砂を供給
C-13	中長期(10年)	無し	0
C-14	中長期(10年)	H7災害時の残留土砂量	7,291,655 掃流力見合い
C-15	中長期(10年)	下流が洗掘しないような土砂量1	10,292,600 掃流力見合い
C-16	中長期(10年)	下流が洗掘しないような土砂量2	9,167,700 掃流力見合い
C-17	中長期(10年)	下流が洗掘しないような土砂量3	8,178,900 掃流力見合い
C-18	中長期(10年)	H7災害時の残留土砂量	7,291,655 粒径を変化
C-19	中長期(10年)	下流が洗掘しないような土砂量4	8,676,600 粒径を変化
C-20	中長期(10年)	下流が洗掘しないような土砂量5	7,732,402 粒径を変化

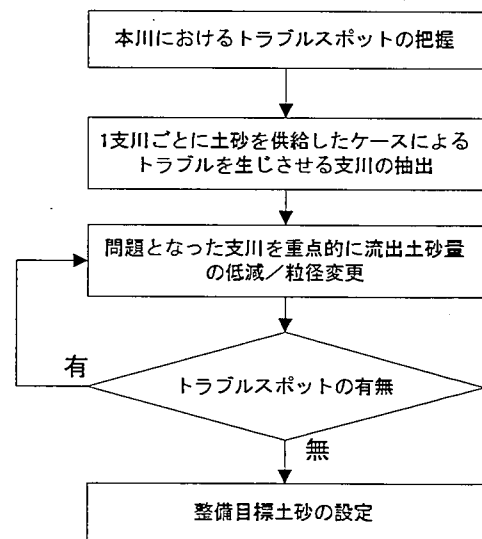


図 1 整備目標土砂の設定方法