

ダム流域における生産土砂量予測とその評価

Forecast and Evaluation for Sediment Production in a Watershed

柵木 勝利*, 坂 征樹**, 猿渡 農武也***, ○武藤 啓***

Katsutoshi MASEGI*, Masaki BAN**, Nobuya SARUWATARI***, ○Hiromu MUTO***

1. まえがき

近年、ゲリラ豪雨などの集中豪雨の頻発により、ダム流域では土砂の流出が増加し、ダムの機能（洪水調節機能、利水源機能、など）を脅かすような貯水池堆砂量の増加が注目されている。三重県のほぼ中央に位置し、伊勢平野中央地区（受益面積約 3,200ha）の主水源である安濃ダムは、運用開始からわずか 20 年で計画堆砂量 660 千 m³ を大幅に上回る堆砂（平成 26 年時点で 1,671 千 m³）により、貯水容量の著しい減少と共に洪水放流設備の機能低下への影響が懸念されている。

このような状況を踏まえ、筆者等はダムの堆砂量に重大な影響を及ぼす流域の生産土砂量について、その発生メカニズムを分析して予測システムを開発しその妥当性を検証した。

2. 生産土砂量の予測

生産土砂量の予測にあたっては、土砂流出機構を把握した上で、そのモデル化を行う事により予測演算を行うことができる。

(1) 土砂流出のメカニズムとモデル開発

筆者等は、ダム流域の踏査（特に、斜面崩壊の状況及び崩壊残土の集積状況の確認）、流域内河道の上流域から下流域に至る河床材料調査、河道浸食状況調査、等を行って、流域の土砂流出機構を図 1 に示すような三つのプロセスで構造化した。

図において、土砂流下プロセスは土砂生産プロセスによって河道に供給された斜面崩壊残土や溪岸浸食土の輸送プロセスであり、流域の生産土砂量を支配するプロセスでもある。そこで、土砂流下プロセスに沿って図 2 に示すように斜面モデルと河道モデルで構成されるキネマティックモデル（分散型洪水流出モデル）を構築し、さらに、土砂の河道移動を河道モデル上の一次元河床変動モデルで定義した洪水・土砂流出モデルを開発した。

(2) 生産土砂量の予測

図 2 のモデルによる安濃ダム流域の生産土砂量の解析例を図 3 に示す。図は、キネマティックモデルによる洪水流出ハイドログラフ（茶色の線、ピーク洪水量 432m³/s、比流量 15.7m³/s/km²）

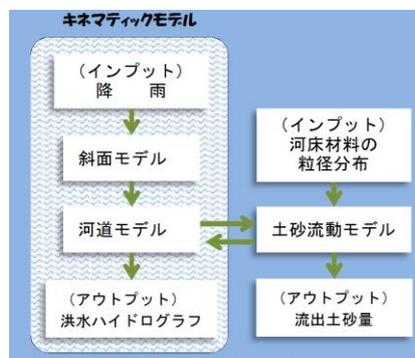


図 2 洪水・土砂流出モデル

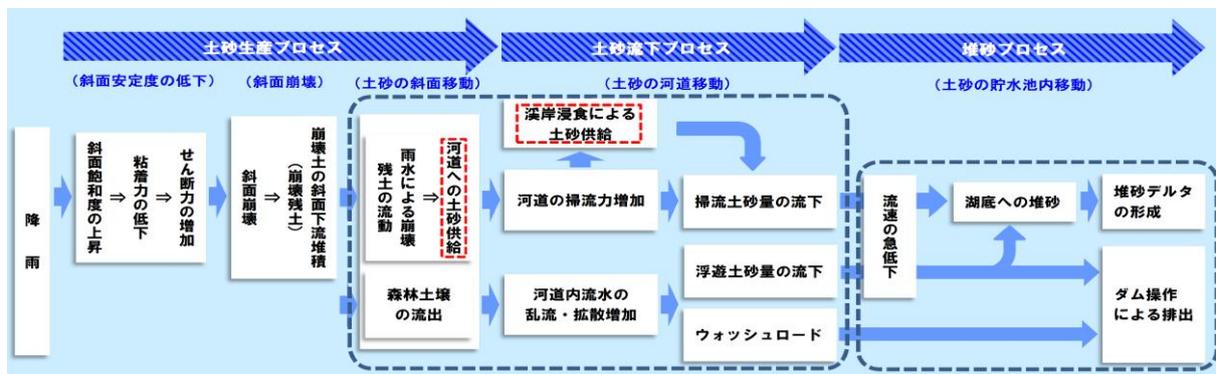


図 1 流域における土砂流出のメカニズム

*東海農政局木曾川水系土地改良調査管理事務所, Kisogawa River System Inve. / Man. office in Tokai MAFF,

**東海農政局新濃尾農地防災事業所, Shin-Nobi Disaster Prevention Office in Tokai MAFF

***NTC コンサルタンツ (株), NTC Consultants Co., Ltd.

キーワード：ダム堆砂量, キネマティックモデル, 河床変動モデル, オルソ画像

と土砂流出ハイドログラフ（黄緑色の曲線，生産土砂量 350 千 m³）を示す。さらに，多数ケースの豪雨に対する土砂流出ハイドログラフの集積から，流域の年平均生産土砂量 193 千 m³（比流出土砂量 7,000m³/年）を求めた。

ここで，洪水流出ハイドログラフは実測記録に対してと高い精度を有しているが，生産土砂量については，河床土砂の粒径分布を考慮しているとは言え妥当性を説明することはできない（土砂水理の考えから理論性は説明できるが...）。

3. 生産土砂量の妥当性確認

洪水・土砂流出モデルに基づく生産土砂量の妥当性は，山腹崩壊や溪岸浸食などの地形変化を高精度に計測・分析することにより，その経年変化から確認することができる。そこで，流域に対して航空レーザー測量を実施してオルソ画像を作成し，3年前に作成された同流域のオルソ画像との比較解析により生産土砂量の分析を行った。

図4は，上流域の溪流左岸斜面の山腹崩壊状況を分析したもので，平面図上の多数箇所に見られる崩壊地の内，赤丸の地点を詳細平面図・断面図に示し，崩壊地（青色の範囲で最大崩壊深 2.61m）の土砂が林道を越えて溪流左岸に堆積（黄色の範囲）している状況を示している。

この分析例は，図1に示した土砂生産プロセスから土砂流下プロセスへの移行状態を具体的に示すもので，溪流沿いに集積した崩壊土砂が大雨の度に浸食されて溪流へ流下し，流域からの土砂流出の供給源となっている様子が鮮明に表されている。そして，安濃ダム流域全体についてこのような分析を行った結果，流域の年平均生産土砂量は 262.5 千 m³/年であった。この量は，洪水・土砂流出モデルによる結果（193 千 m³）を上回っていた。

これらの画像解析から，図1の土砂流出メカニズム及びこれを前提とした図2のモデルは，生産土砂量の推定に 26%の誤差を生じたとは言え概ね実態を反映し妥当であると判断できる。

4. 今後の課題

通常，堆砂の影響は時間的に長いスパン（年，或いは数年）で具現化するため，筆者等が提案する洪水・土砂流出モデルによる1洪水当たりの短期流出土砂量についてはこれを年単位に積分する必要がある。しかしながら，取り扱う単位時間が極端に異なることから，短期流出土砂量を長期（年間）に積分する新たなシステムを開発する必要がある。

5. あとがき

集中豪雨の頻発など，近年の水文環境の変化は，今後，確実に流域の生産土砂量の増加をもたらし，ダム貯水池の堆砂のみならず中・下流域河川の河床上昇，頭首工の機能低下，或いは下流平坦地都市域の氾濫リスクの増加をもたらす恐れがある。このような視点から，今後の農業水利施設整備は，降雨災害に対する無力さを認識しつつ，広域的な土地利用変化を踏まえて進めることが重要である。

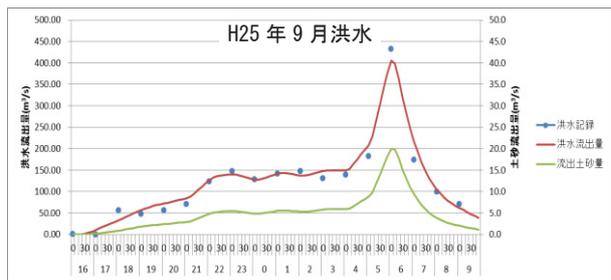


図3 洪水・土砂流出ハイドログラフ

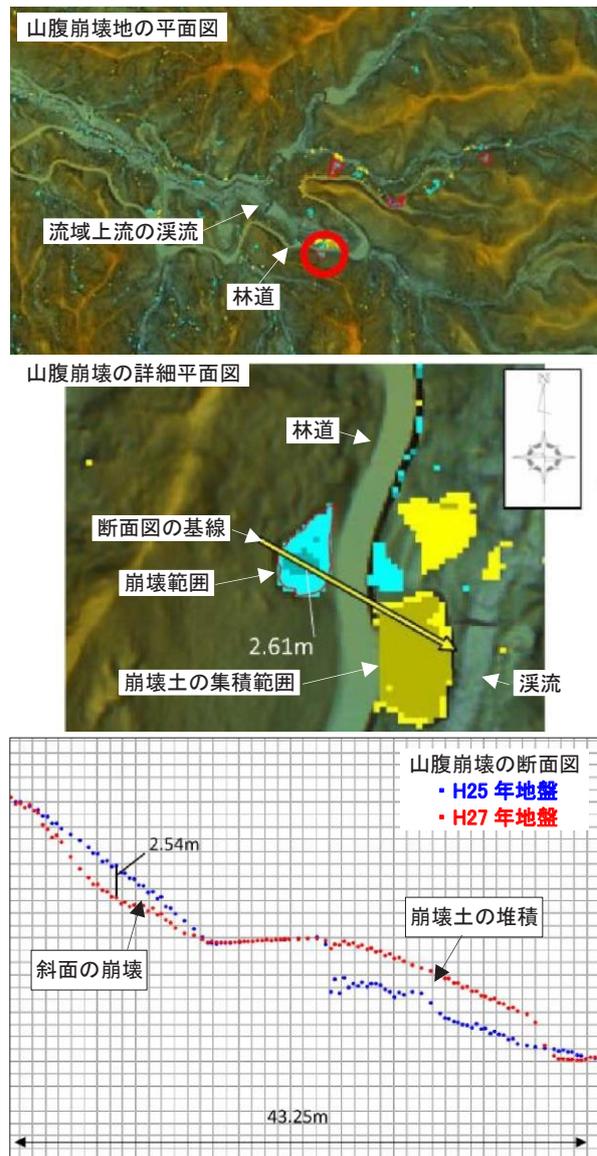


図4 山腹崩壊の解析例