

流域土砂動態解析に関する研究

事業統括本部 河川事業部 大阪河川部 山本 誠二
 // // 鷺見 崇
 // 東部河川部 柴田 研

1. 研究の背景と目的

現在、土砂管理検討は砂防・河川・海岸が個別に検討されているのが実態である。今後重要度が増す水系一貫総合土砂管理の調査・計画・設計検討にかかる根幹技術である流域土砂動態解析について、(株)砂防エンジニアリングと共同で要素モデルの構築・改良やそれらの統合に向けた考察を行い、これにより河川・砂防・海岸分野において様々な時空間スケールでの土砂動態予測への対応を図るものとした。

2. 砂防関連モデルの検討

広域の土石流・土砂流出解析は、総合土砂管理計画、水系砂防計画、事業再評価などの計画検討において重要な解析技術である。近年、土石流から掃流までを連続的に扱える解析ソフト「Kanako」が公開されており、簡易な条件での解析は可能である。しかし、網状に形成される水系全体のような複雑なモデル化には対応していない。そこで、Kanako の仕様を有し、水系全体のモデル化が可能な一次元河床変動モデルを開発した(図-1 参照)。このモデルは、近年多発している深層崩壊の数値シミュレーションも対象としている。さらに、近年導入が進んでいる透過型砂防堰堤(スリット堰堤)の効果評価モデルを構築し、水系モデルへの適用を図った。

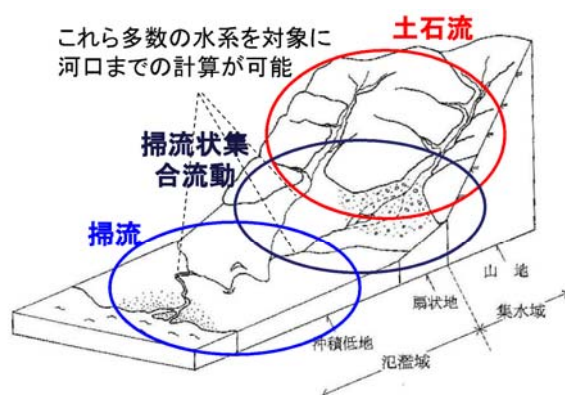


図-1 砂防モデル概念図

3. 河川関連モデルの検討

河川一次元河床変動解析は、長期間にわたる全川の縦断形状(大規模河床形態)の予測が可能であり、総合土砂管理計画検討にあたって重要な解析技術である(図-2 参照)。一次元河床変動解析自体は比較的広く採用されている解析技術であるが、矩形断面近似が採用されており濡筋が表現できないなど、小規模流量時の河床変動予測精度において課題がある。長期予測を行うにあたっては小規模流量時の河床変動が出水時流況(ひいては出水時河床変動)に影響を与える可能性がある。そこで、本研究では一次元河床変動解析に一般断面モデルを導入し、精度向上を図った(図-3 参照)。この改良により、ダム再開発時の貯水池内河床変動や流水型ダム上流河床変動の予測精度向上も可能となる。

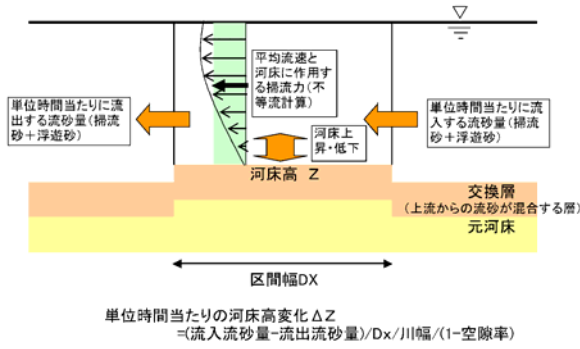


図-2 一次元河床変動図解析イメージ

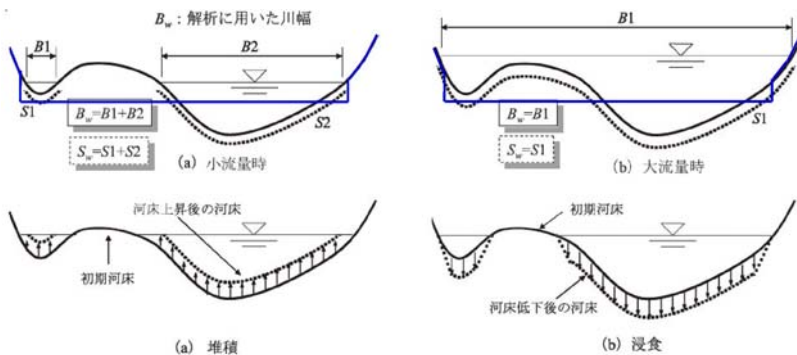


図-3 一般断面モデルの概要

4. 海岸関連モデルの検討

海岸の地形変化モデルは計算精度と計算負荷の観点から波浪変形モデルと等深線変化モデルを用いて構築した。波浪変形モデルは、エネルギー平衡方程式により波浪変形を計算するものとした。等深線変化予測モデルの基礎式は、砂の連続式と沿岸・岸沖漂砂量式により構成され、標高毎の沿岸・岸沖漂砂量の収支から等深線の変化を予測した。

5. 総合的考察

これまでに砂防・河川・海岸の各領域の要素モデルを構築したが、ここでは、領域をまたぐ現象を検討していくにあたって留意事項等を考察した。

表-1 に砂防・河川・海岸の各領域についての解析の際の留意すべき特徴等を示す。領域毎に時空間的スケール・精度は異なり、特に最上流の砂防領域は他領域と比較して大きく異なることが確認できる。

これらの関係を把握した上で、各領域間の影響の関係は、河口周辺の河川の影響を除くと、基本的には上流から下流に向けての一方向的な影響となっている。

これら領域間の影響を考慮した解析を行う場合の領域毎の考慮すべき現象とその時間スケジュール、継続方法を表-2 に示す。時間スケールの異なる現象は要素モデルのバッチ処理により対応可能（砂防モデル(短期)+河川モデル(短期～長期)) であり、時間スケールが長期に及ぶものは、対象とする領域の解析の与条件として他モデル(予め解析/調査)結果を適用することで対応可能(河川⇔海岸)である。

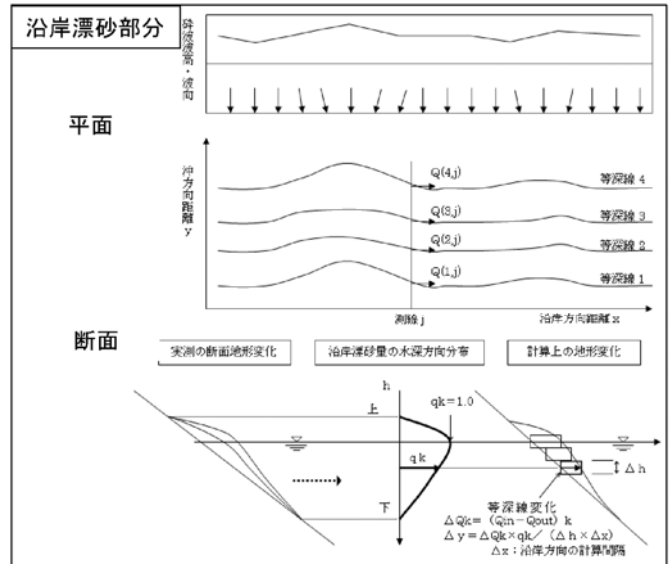


図-4 等深線変化モデルの概要(岸沖方向)

表-1 砂防・河川・海岸の各領域の特

項目	砂防	河川	海岸
時間スケール	短期 (一瞬～1日程度)	短期～長期 (出水は数時間～数日だが、 平常時も長期的に変動する)	短期～長期 (大潮は数時間だが、平常時も 長期的に変動する)
空間スケール	短時間での変動量大きい	⇔	短時間での変動量は小さい
材料	巨石から細粒土砂まで幅広い	主として石礫～砂	砂～細粒土砂
検証の行いやすさ	事例が少なく資料を入手しにくい ため検証を行いきにくい。	資料は比較的入手しやすいが 変動が複雑で検証にはやや課題 がある。	資料入手しやすく、変動傾向も安 定しており検証しやすい。
精度	変動量大きいわりに 検証を行いきくため 定量的精度には課題がある。	変動量・検証のしやすさが ケースバイケースとなる。	変動量は少なく検証を行いき いため、比較的精度は良好であ る。
顕在化事例	土石流、土砂堆積、 土砂・洪水氾濫、河道閉塞等	ダム等横断工作物による 不連続化、河道不安定化 (土砂堆積・河床低下)、 河口砂州等	海岸侵食等

表-2 領域間の接続を行う際の接続方法

No.	由来となる領域		影響が及ぶ領域			接続方法	
	領域	接続時考慮する現象	時間スケール	領域	接続時考慮する現象		時間スケール
1	砂防	土石流等崩壊現象による地形変動	短期	河川	平常時～出水時の地形変動	短期～長期	砂防解析(短期)を実施し、解析結果を初期条件として河川解析(長期)を実施する。
2	河川	出水時土砂供給	短期	海岸	平常時～高潮時の地形変動	短期～長期	河川解析(短期)を実施し、解析結果を初期条件として海岸解析(長期)を実施する。
3	海岸	平常時～高潮時土砂供給	短期～長期	河川	平常時～出水時の地形変動	短期～長期	高潮時海岸解析(短期)を各々実施し、解析結果を初期条件として河川解析(短期～長期)を実施する。また平常時の土砂供給は別途海岸解析(長期)を実施した上で与条件として河川解析に考慮する。
4	砂防	土石流等崩壊現象による地形変動	短期	海岸	平常時～高潮時の地形変動	短期～長期	上記1～3を各々接続し解析することで対応可能。ただし、現時点では精度上の課題がある。