

弊社における iRIC の活用事例報告

Report of iRIC Case Study in Our Company

水工事業本部 水工第1部 濱木 道大

iRIC は、iRIC プロジェクトが開発を進めてきた河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアであり、解析ソルバー（水理解析プログラム本体）だけでなく、計算格子作成や計算条件設定、解析結果の可視化等の水理解析に付随する処理機能を統合したフリーソフトウェアである。

今後、河川計画や構造物設計の各段階での活用や災害発生時の要因分析等に活用が期待されており、弊社でもソルバー開発や関連資料の整理、講習会等への技術協力を行っている。本報告では、弊社における iRIC 活用事例として、①合流点を含む解析事例、②破堤氾濫の解析事例、③河床変動解析事例（床止工、軟岩侵食）について概要を紹介する。

1 はじめに

iRIC¹⁾は、iRICプロジェクト（北海道大学、京都大学、北海道河川財団、USGS（アメリカ地質調査所）、寒地土木研究所、建設コンサル等）が協力して開発し、HP上で公開されている河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアである。国内外の多くの研究者から提供された解析ソルバーを使用できるだけでなく、計算格子の作成や計算条件の設定等のプリプロセッサ機能と解析結果の可視化・出力等のポストプロセッサ機能を統合したフリーソフトウェアである。iRIC を用いることで、研究者や河川技術者は、計算格子作成等にかかる労力が軽減され、治水上の課題（水位上昇、局所洗掘）や、環境上の課題（植生繁茂、水質悪化）

等の課題解決のための検討に注力できるようになっている。

今後、河川計画や構造物設計の各段階での活用や災害発生時の要因分析等に活用が期待されており、弊社でもソルバー開発補助（Nays2DH、Nays2DFlood、CERI1D 等）や関連資料の整理、講習会等への技術協力を行っているところである。

本報告では、弊社における iRIC の活用事例の概要と今後の展望について紹介する。

2 河川合流点を含む解析事例

2.1 合流点付近の湿地への影響把握

図 2.1 は支川流量の違いによる合流点付近の湿地（マングローブ林）への影響把握の例である。

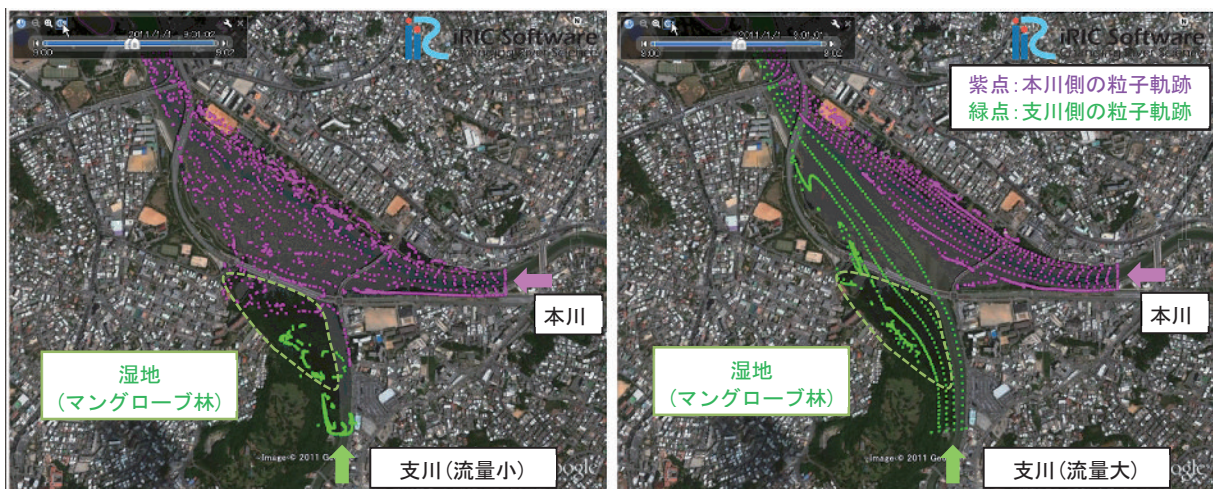


図 2.1 支川流量の違いによるパーティクルトレース（粒子軌跡図）の比較（左図：流量小、右図：流量大）

当該箇所は、本川と支川の合流点付近に湿地（干潟）が形成され、多くの水鳥が飛来し、ラムサール条約湿地に登録されている箇所である。しかし、近年、上流からの流入土砂や生活排水等の影響でマングローブ林の拡大・陸地化が進み、干潟面積の減少が問題となっている箇所でもある。

このため、合流点における流況・河床変動計算により、支川流量や流入土砂量の変化、マングローブ林の抵抗等が干潟形成に与える影響について解析した事例である。

2.2 遊水地排水門からの排水の影響

図 2.2 は、遊水地排水門からの排水を支川流量として、排水時の対岸等への影響を予測した例である。

遊水地では、洪水調節後の外水位の低下に伴い、すみやかな排水が求められるが、流域の状況や排水門の運用方法によっては、排水量が大きくなり対岸への影響が懸念される。

このため、既存の支川合流を考慮した流況計算モデルを応用して、最大排水時の影響範囲や既設護岸の安定性、新設護岸の必要性等について検討した事例である。

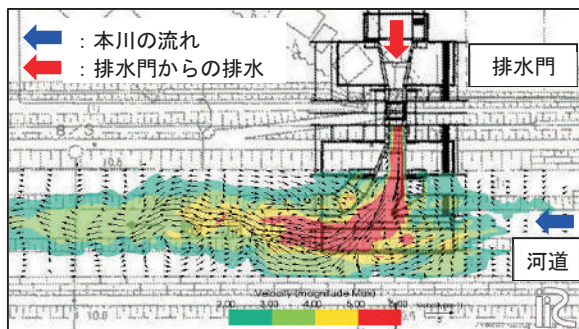


図 2.2 流速コンター・ベクトル図

3 氾濫計算の解析事例

3.1 破堤を伴う外水氾濫

図 3.1～図 3.3 は、メッシュサイズの違いによる破堤氾濫解析結果(最大浸水深コンター図)を比較した感度分析の例である。

H26.3 に浸水想定区域図作成マニュアル²⁾の改訂が行われ、道路空間や建物による影響を考慮した氾濫解析の高度化が求められるようになった。弊社では、iRIC の氾濫解析 solver Nays2DFlood を改良し、河道と氾濫原が一体となった氾濫解析モデルを構築し、浸水想定区域図作成に活用している。

この感度分析では、対象氾濫原の一部をモデル地区とし、メッシュサイズの違いによる解析結果や解析時間の差を比較、必要十分な解析精度を保ちつ

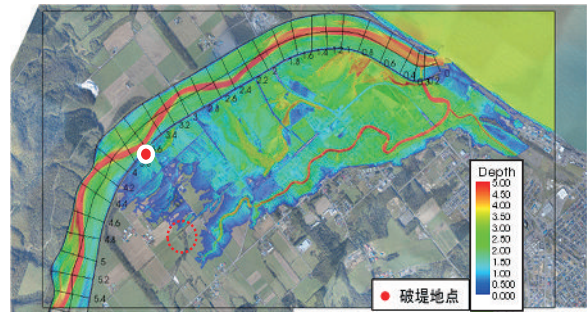


図 3.1 最大浸水深コンター図 (5m メッシュ)

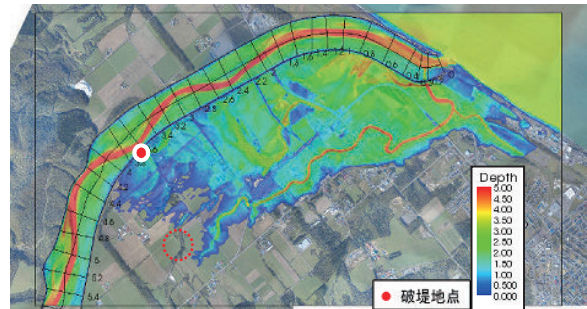


図 3.2 最大浸水深コンター図 (10m メッシュ)

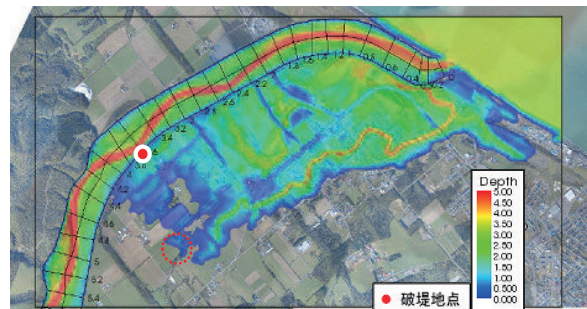


図 3.3 最大浸水深コンター図 (25m メッシュ)

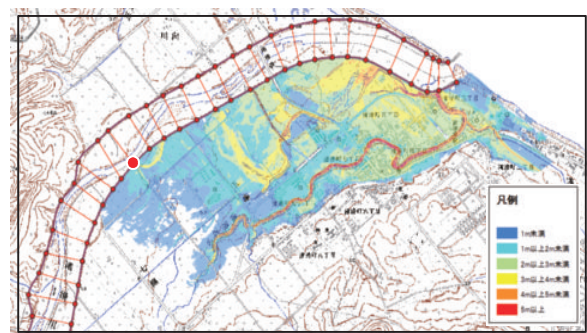


図 3.4 最大浸水深コンターの細分化表示 (5m メッシュ)

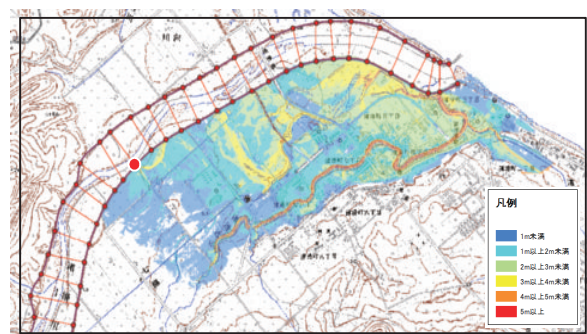


図 3.5 最大浸水深コンターの細分化表示 (25m メッシュ)

つ、現実的な計算時間で解析が可能となる最適メッシュサイズを検討したものである。

感度分析結果によると、小河川や道路盛土等の微地形の表現力(赤丸破線範囲の浸水範囲)では、メッシュサイズが小さいほど有利な結果となっているが、浸水域全体の範囲や浸水深に大きな違いは見られない。また、浸水位の計算結果から5mメッシュの地盤高を差し引いて、浸水範囲を細分表示した図3.4、図3.5からも、モデル地区では25mメッシュでも十分な精度を持っていることが確認できる。

一方、実計算時間の比較においても、25mメッシュでは0.3時間であったのに対し、5mメッシュでは、40時間程度(計算時間が130倍)となった。氾濫原全域を対象とした計算を行う場合は、さらに長時間を要することになるため、本モデル地区において、現実的な計算時間と必要十分な精度を持った解析結果を得るためには、25mメッシュが適切と判断される。
※計算時間は、Win7、CPU(Xeon E5-1650)、並列化なしの値であり、HDDへの書き込み速度によっても変わる可能性がある。

4 河床変動の解析事例

4.1 床止工付近の河床変動の例

図4.1は、床止工付近の洪水時の河床変動を予測した例である。床止等の落差を有した構造物周辺の解析にあたっては、流量規模により跳水の状況が変化するため、目的に応じた適切なメッシュサイズの設定が必要となる。

当該箇所は、床止工群の中で、緩やかに湾曲した河道の下流側に設置された床止を対象としたものであり、床止工間の樹林化に伴うみお筋の固定化やみお筋の洗掘による護岸等の安定性低下が懸念されている箇所である。

河床変動解析により、みお筋化した上流湾曲部外岸側の洗掘や床止工下流側の洗掘の進行、床止工上流側の砂州が床止工を乗り越えて移動する状況等が予測されている。

今後は、長期的な砂州の移動や他の床止工群との関係、砂州上の樹林化の影響等を踏まえ、河道の安定性維持に有利で維持管理の負担を軽減するような河道形状の検討を行う必要がある。

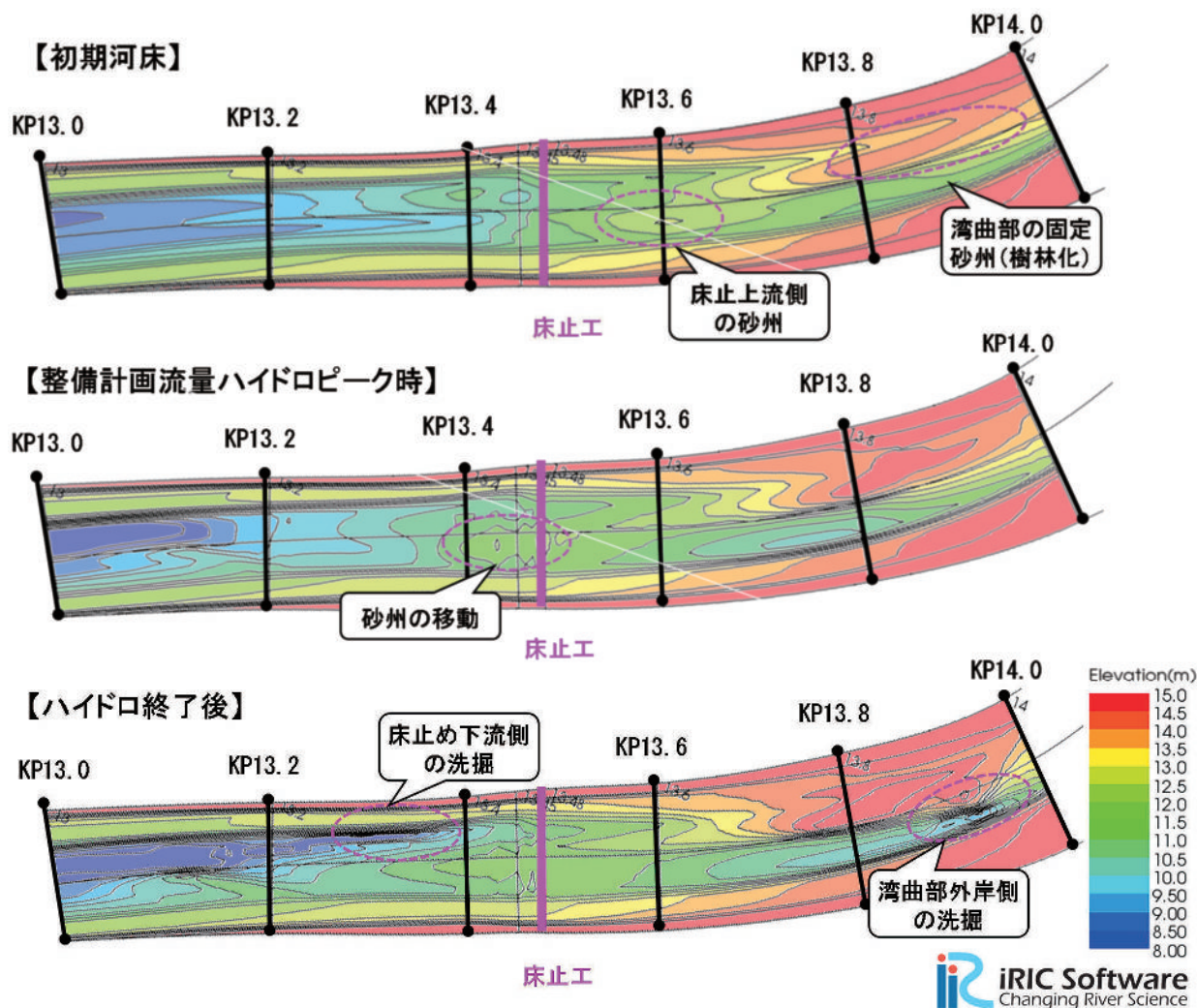


図 4.1 床止工付近の河床変動予測結果(河床コンター図)

4.2 軟岩侵食を考慮した河床変動

高水敷造成やダム建設は、治水安全上、必要不可欠であるが、掃流力上昇や土砂供給減少等により、河床低下傾向となる河川が増加している。特に、表層砂礫が流失し、強度の低い岩盤（軟岩）が露出した場合、砂礫の衝突等に対する侵食抵抗が小さいため、急激な河床低下を招き、護岸被災や河岸侵食の危険性増加等、治水安全上の課題となっている。また、河床砂礫の流出は、魚類の産卵環境や底生生物の生息環境の減少という河川環境上の問題ともなっている。

図 5.1 は、軟岩侵食を考慮した河床変動解析モデルにより、河床低下に伴い軟岩が露出し、さらなる河床低下の危険性の高い河川で、河床変動の再現計算を行った事例である。

軟岩侵食は、実験結果を基にした流砂量の関数として表され、河床変動解析による流砂量と軟岩上の砂礫層厚との関係から、河床変動量と侵食量を計算することが可能である。

再現計算結果例によると、水衝部や局所洗掘の発生位置、軟岩の侵食量や侵食箇所は概ね再現されているが、KP5.2 外岸(右岸)側の軟岩侵食量がやや過大となっている。これは、覆礫工事による人為的改変に加え、みお筋の大きな変化(右岸→左岸)や軟岩の深さ方向の侵食強度の違い等によるものと考えられる。

5 今後の展望

5.1 河道計画への活用

設定した河道計画案に対し、長期的な砂州の移動や掘削面の樹林化傾向を予測し、河道の安定性維持に有利で維持管理の負担を軽減するような河道形状設定への活用が期待される。

5.2 河床低下対策への活用

近年、道内で問題となっている軟岩露出に伴う河床低下問題に対し、将来的な危険度の定量評価や覆礫・床止・帯工等の対策工の有効性評価への活用が期待される。

5.3 環境影響評価への活用

魚類の生息場としての流速や水深に対する選好指数を、iRIC で予測した水理量の変化と組み合わせ、将来的な生息適地面積の変化を定量的に評価する環境影響評価への活用が期待される。

5.4 維持管理への活用

iRIC の予測結果を踏まえ、河川巡視等における重点管理箇所を設定し、河道変化の迅速な把握と、対応策の有効性評価や予防保全による効果的・効率的な維持管理への活用が期待される。

[参考文献]

- 1) <http://i-ric.org/ja/>
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課, 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター: 浸水想定区域図作成マニュアル, 2014.

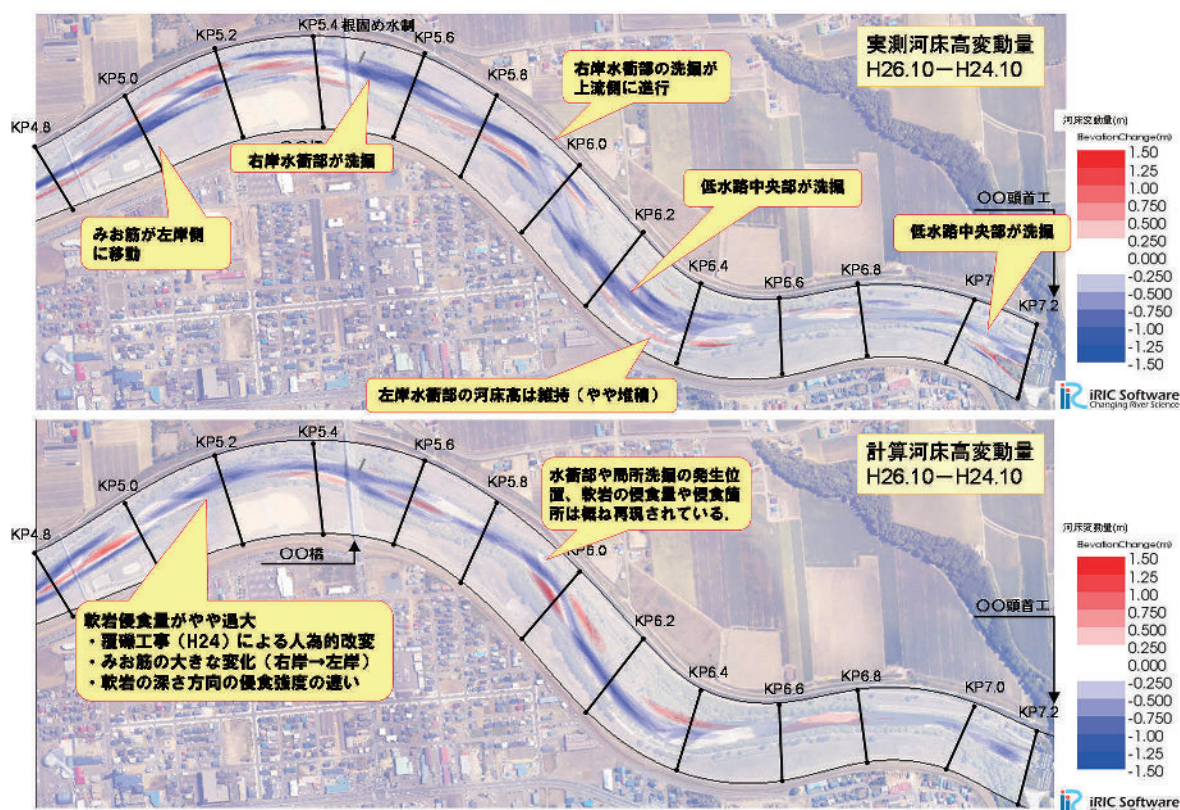


図 5.1 河床変動量コンター図（上図：実測河床変動量、下図：再現計算河床変動量）