



iRIC
国際共同による
ユニバーサル河床・河岸変動解析フリーソフトウェア
～サルでもできる河床変動解析を目指して～

日米河川フリーソフト共同開発プロジェクト

Why iRIC?

世界中の河川において、**低コストで質の高い河川整備計画実現のために!**

ソフトは無料、解析方法は既存の有料ソフトよりも高度

河床変動解析を **もっと簡単に!** **もっと身近に!**

GUIによって……

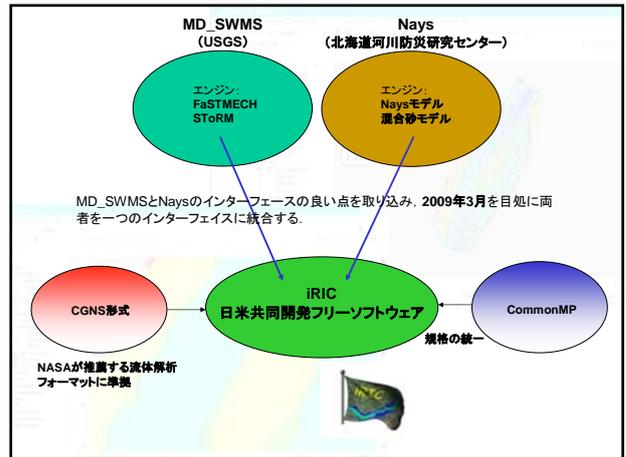
解析のための準備時間(データフォーマットの整理など)を短縮!
解析結果の整理時間(解析結果の描画時間など)を短縮!

河床変動解析を **もっとかっこ良く!**

Google への解析結果の出力が可能!
動画で解析結果の表示が可能!

iRICの特徴

- ・ 平面二次元の流れ・河床変動の解析が可能
- ・ 三次元の流れ・河床変動の解析が可能
- ・ 一次元の流れ・河床変動の解析も1年以内を目処に可能
- ・ 解析結果を2D及び3Dで可視化可能
- ・ Googleへの出力可能
- ・ 対象としている利用者は、工学技術者、学生、生態系研究者、地形研究者など
- ・ 日本語と英語だけでなく、ベトナム語、中国語、タイ語などへも対応(DLL方式のため、言語ファイルの変更のみ)
- ・ NASAが推薦する流体解析フォーマット(CGNS)に準拠
- ・ 一般の人への解析結果の紹介が容易
- ・ フリーソフトウェア



これまでの経緯

2007.4 第一回会合(ハノイ)
アメリカと日本の共同フリーソフトウェアの開発を決定
ハノイ水資源大学よりソフトの講習会の開催依頼を受ける



これまでの経緯

2007.11 第二回会合(デンバー)
MD_SWMSとNaysの各特徴について相互理解を行った。

2007.11 ソフトの講習会開催(ハノイ)
ハノイ水資源大学において、MD_SWMSとNaysの使用法の講習会を実施
各エンジンの特徴について紹介



これまでの経緯

2008.1 第三回会合(札幌)

MD_SWMSとNaysの規格を一致させるため、インターフェースの構成について情報交換。3年後を目処に両者を統合することを目標とした。
平成19年度「第5回 河川・ダム技術講演会」で各インターフェースと各ソルバーについて紹介。

2008.3

水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤の開発に関するシンポジウム(CommonMPIに関するシンポジウム)で各インターフェースと各ソルバーについて紹介。



2008.4 ソフトの講習会開催

(ジェンパー大学(インドネシア))

これまでの経緯

2008.7 第四回会合(デンバー)

iRICを2009年3月にリリースすることを決定。

2008.8 国際的な水理関係のサマースクールでNaysのデモ(オランダ)

オランダで開催された国際的な水理関係のサマースクールでフリーソフトNaysのデモを行い、ソフトの配布を行った。デルフトのグループからiRICプロジェクトへの参画希望があった。

2008.11 ハノイ水資源大学でワークショップ開催

ハノイ水資源大学とフリー河床変動解析ソフトを用いたベトナム河川の解析に関するワークショップを開催(ハノイ)

今後の予定

2009.3 iRICをリリース

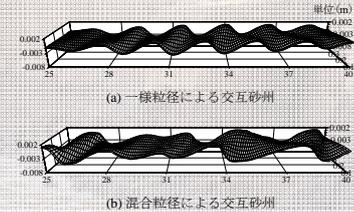
2009秋 日本でiRIC講習会を開催(東京or京都)

混合砂モデルについて

京都大学防災研究所
竹林洋史
takebayashi@sabom.dpri.kyoto-u.ac.jp

なぜ、河床材料を混合砂として扱わなければならないのか?

同一の平均粒径を有した河床材料であっても粒度が異なると、形成される河床形状が大きく異なる条件が存在する



なぜ、河床材料を混合砂として扱わなければならないのか?

植生の着脱や魚類の産卵などには、河床材料の粒度に一定の条件が必要であることが明らかにされている



産卵場の河床材料(神奈川県水産技術センター内水面試験場HPより)

徳島県吉野川砂州上のシナダレスズメガヤ

流れの支配方程式

流れの質量保存則

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{h}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{hU}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{hV}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{hU_s}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{hV_s}{J} \right) = 0$$

流れの運動量保存則(縦断方向のみ)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{hU}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{hUU}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{hUV}{J} \right) \\ & - \frac{hU}{J} \left(U \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right) + V \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right) \right) - \frac{hV}{J} \left(U \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right) + V \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right) \right) \\ & = gh \left(\frac{1}{J} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 \right) \frac{\partial \tau_x}{\partial \xi} - \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \tau_x}{\partial \xi} \frac{\partial \tau_x}{\partial \eta} + \frac{\tau_x}{J} \frac{F_{\xi}}{\rho V} \\ & + \frac{1}{J} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \frac{\partial}{\partial \xi} (h\sigma_{xx}) + \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \eta} (h\sigma_{xx}) + \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) + \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \xi} (h\tau_{xx}) \\ & + \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) + \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \eta} (h\tau_{xy}) + \frac{1}{J} \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 \frac{\partial}{\partial \xi} (h\sigma_{yy}) + \frac{1}{J} \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \eta} (h\sigma_{yy}) \end{aligned}$$

植生

土砂の支配方程式 (混合砂)

河床位方程式

$$(1-\lambda) \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{z_b}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\sum_{i=1}^n \frac{q_{mix,i}}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\sum_{i=1}^n \frac{q_{mix,i}}{J} \right) + \sum_{i=1}^n \frac{1}{J} w_{s,i} (c_{mix} - c_{s,i}) = 0$$

各粒径階ごとの土砂の質量保存則

$$\text{交換層} \quad E_{ex} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{f_{s,i}}{J} \right) + F_{s,i} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{z_b}{J} \right) + (1-\lambda) \left(\frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{q_{mix,i}}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{q_{mix,i}}{J} \right) \right) + \frac{1}{J} w_{s,i} (c_{mix} - c_{s,i}) = 0$$

堆積層

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{E_{s,i} f_{s,i}}{J} \right) - F_{s,i} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{E_{s,i}}{J} \right) = 0$$

掃流砂量式 (修正芦田・道上式)

$$q_{s,i} = 17 \frac{\rho_w u_*^3}{(\rho_s - \rho) g} \left(1 - \sqrt{K \frac{u_*}{u_{*c}}} \right) \left(1 - K \frac{u_*}{u_{*c}} \right) f_{s,i}$$

土砂の支配方程式 (混合砂)

基準点高さにおける平衡浮遊砂濃度 (Lane & Kalinske, 1941)

(単・板倉式も使えます！)

$$c_{mix} = 5.55 \left(\frac{1}{2} \frac{u_*}{w_{s,i}} \exp \left(-\frac{w_{s,i}}{u_*} \right) \right)^{1.61} f_{s,i}$$

水深平均浮遊砂濃度の輸送方程式

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{h c_{mix}}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(U \frac{h c_{mix}}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(V \frac{h c_{mix}}{J} \right) &= \frac{1}{J} w_{s,i} (c_{mix} - c_{s,i}) \\ + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{1}{J} \left(D_x \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 + D_y \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 \right) \frac{\partial c_{mix}}{\partial \xi} \right) &+ \frac{1}{J} \left(D_x \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} + D_y \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \frac{\partial c_{mix}}{\partial \eta} \\ + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{1}{J} \left(D_x \frac{\partial \eta}{\partial x} + D_y \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \frac{\partial c_{mix}}{\partial \xi} \right) &+ \frac{1}{J} \left(D_x \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right)^2 + D_y \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right)^2 \right) \frac{\partial c_{mix}}{\partial \eta} \end{aligned}$$

混合砂モデルにおける土砂の取り扱い方法の特徴

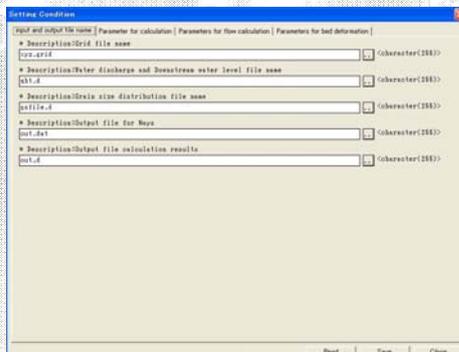
- 混合砂と言っても粒径だけに着目した混合砂であり、土砂の形状、鉱物特性等を考慮した混合砂ではない。
- 粒度分布が広い条件への適用には更なるモデル化が必要 (ex. 巨礫が存在する場、粘着性を示す様な細粒土)。
- 空隙率が時空間的に一定。
- 交換層厚さは、経験的に決定。
- 鉛直分級は、土砂の堆積により発生。
- 総流砂量は、粒度分布を粒径階に分け、各粒径階の平均粒径による流砂量を線形的に足し合わせるにより得られる。
- 河床に土砂は十分存在する。

RIC-Naysで混合砂モデルを使うには・・・

1. 混合砂モデルのexeファイルを使う。
2. 混合砂モデルのコンディションファイルを選択。
3. 粒度分布のファイルを準備。

オプション
植生密度ファイル、植生高さファイル、固定床高さファイル等

混合砂モデル用のコンディションファイル



混合砂モデル用のコンディションファイル

