

領域テーマD「課題対応型の精密な影響評価」

領域課題: i. 自然災害に関する気候変動リスク情報の創出

サブ課題: e. アジアにおける水災害リスク評価と適応策情報の創生

Development of risk assessment and adaptation strategies for
water-related disaster in Asia

課題代表者: 田中茂信

(独) 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター
(ICHARM)



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

International Centre for Water Hazard and Risk
Management under the auspices of UNESCO



本研究の必要性と期待される成果

- 洪水災害の最も多いアジアで急速な経済発展が起きている。
- 防災対策を確実に実施しなければ世界経済に影響を与える災害発生の可能性大。
- 水利用と水災害がトレードオフの関係にあり、流出特性が変化すれば少なからず社会経済的影響を受ける。
- 主要なインフラを整備するには長期間が必要。
- その間に起こる変化を先取りした防災・水資源管理を計画的に実施する必要がある。

アジアの特徴的5十の脆弱地域に関し**災害リスク**、**影響範囲**、**頻度の変化**を提示する
その総合から**災害リスクモニタリング指標**を提示する

流域スケールでの影響評価基本技術の開発

- ハザード評価のローカルカスタマイズ
- 不確実性評価(CMIP5)
- 社会・経済影響評価(洪水・渇水)
- 脆弱性モニタリングシステム

特定脆弱地域での影響評価

- ハザード・社会経済影響の対応構造
- 不確実性を含む社会経済影響評価
- ローカル適応への必要情報



GCM降雨情報から洪水リスクの評価の基本技術

各種GCM現在/将来
気候実験データ

流域スケール降雨情報

流域水文モデル
IFAS / RRI

流量変化予測

水位変化予測

浸水深変化予測

社会・経済影響評価

各種シナリオ

ダウンスケーリング、バイアス補正

不確実性評価

不確実性評価

不確実性評価

1/10, 1/25, 1/50 FHM

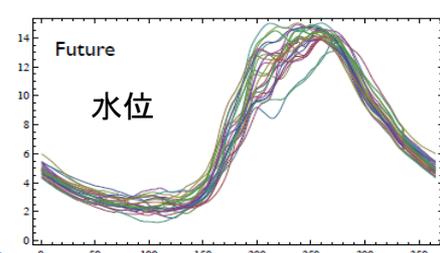
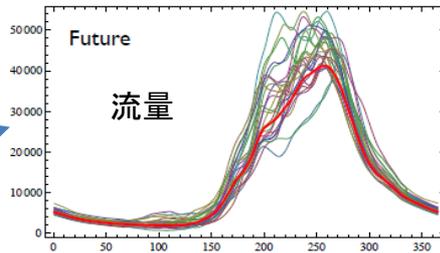
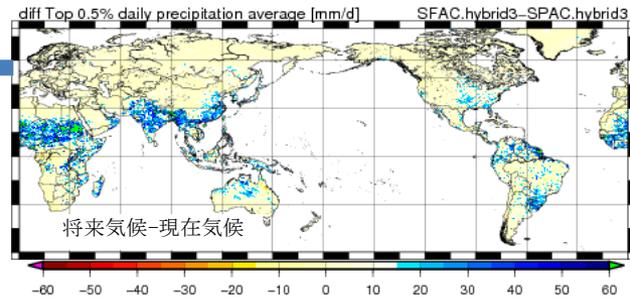
浸水頻度マップ

洪水リスク 家屋被害、事業所被害、農業被害

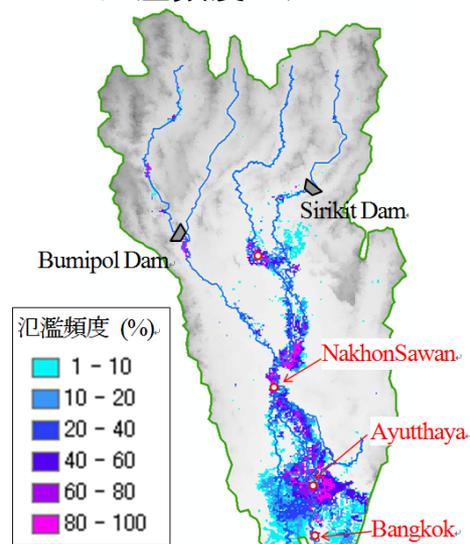
渇水リスク 水資源賦存量, 水ストレス, リスク分担

不確実性評価

災害リスクモニタリング指標



氾濫頻度マップ



GCMによる降水量予測値の不確実性を考慮した河川流域スケールでの利用手法の開発



各種GCMによる気候実験データ

- MRI-AGCM 3.2S 20km間隔
- MIROC5 150km間隔
- MRI-CGCM3

各種シナリオ

- 現在気候
- RCP8.5
- RCP4.5 ...

流域スケール降雨情報

・インダス	117万km ²
・メコン	80万km ²
・チャオプラヤ	16万km ²
・ソロ	1.6万km ²
・パンパンガ	1.1万km ²

各GCM出力結果(25年分)の年間最大雨量を記録した降雨イベントを抽出

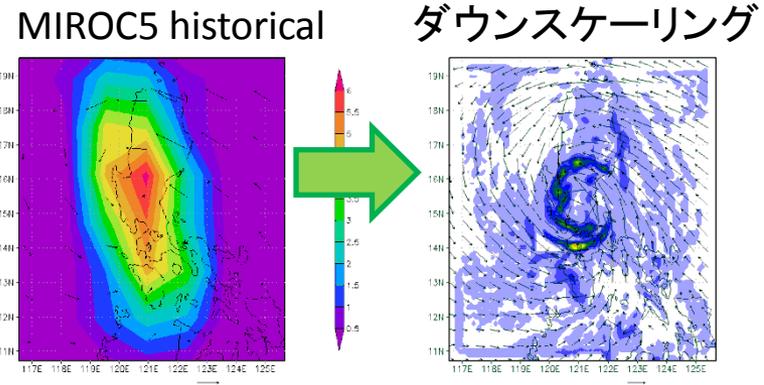
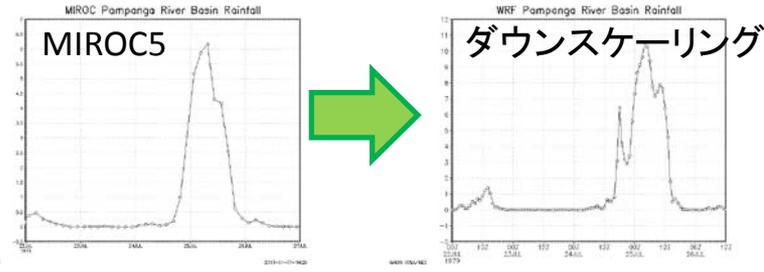
力学的ダウンスケーリングにより、流域スケールに対応した分解能で降水を再現

流出モデルに導入、洪水リスク評価。

力学的ダウンスケーリング対象流域

- ・ソロ川流域(インドネシア)は、赤道島嶼・熱帯雨林域のため、ダウンスケーリングによる降水現象再現の難易度が高い。
- ・パンパンガ川流域(フィリピン)は、台風が主要な極端降水の原因であるため、再現しやすい。
→ H24年度は**パンパンガ川流域**を対象として、ダウンスケーリング手法と不確実性の検討を行う。
- ・領域モデルはWRFを用いる。

最大降水量期間7/22-26



- 再解析データのダウンスケーリングにより、観測と同程度の降水を出力することを確認(H24末予定)。
- MIROC5降水量のダウンスケーリング手法開発は完了(左図)。
- MRI-AGCM 3.2Sデータのダウンスケーリングについても、既入手の地上降水量以外の各層気象データ)を入手次第、手法の開発・計算に着手する。

特定脆弱地域：インドネシア・ソロ川流域における洪水・濁水流入解析モデルの開発

適用した流出解析モデル：
土研分布モデル2段タンクエンジン

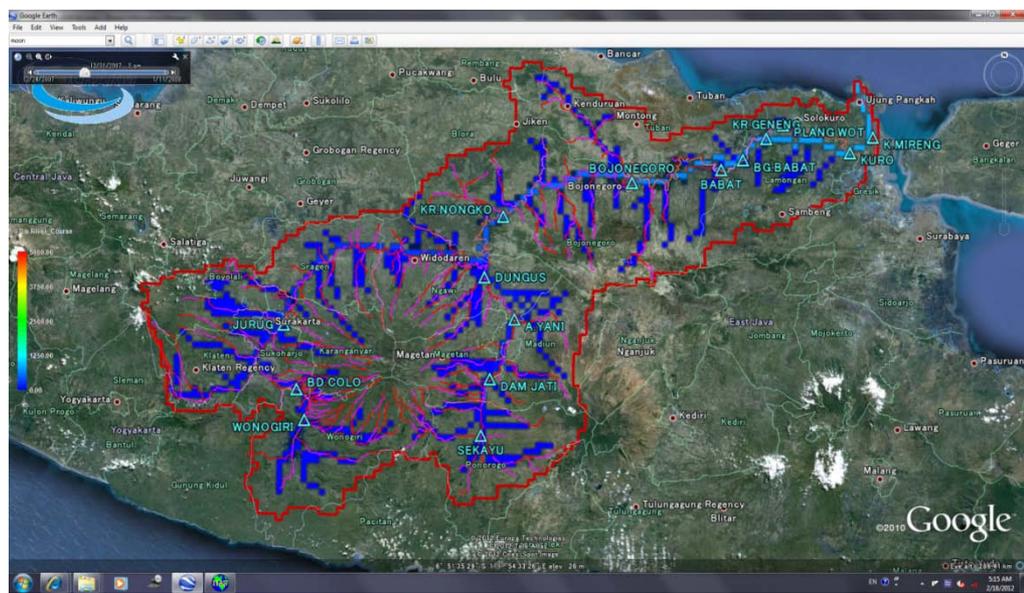
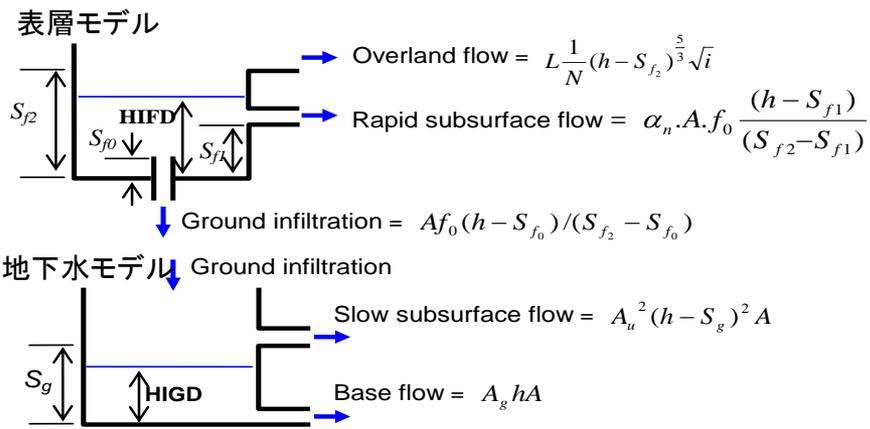
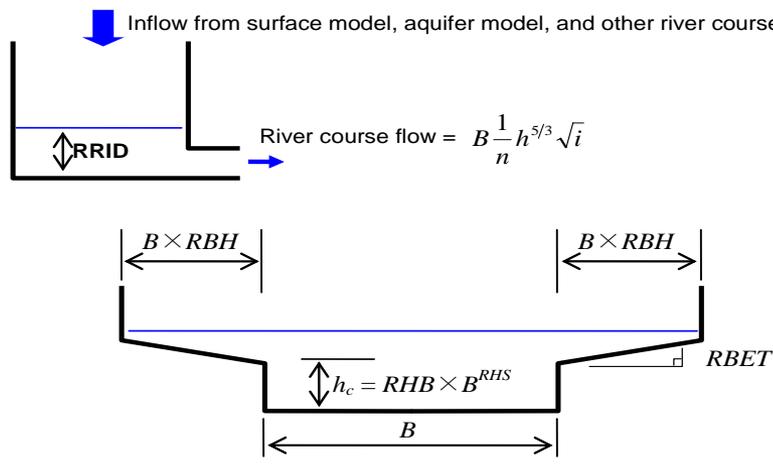


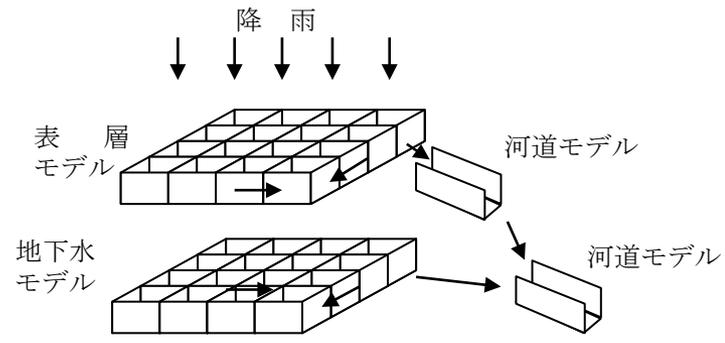
図-2 インドネシア国ソロ川流域

【River course tank】



土研分布モデルの構造(鉛直方向)

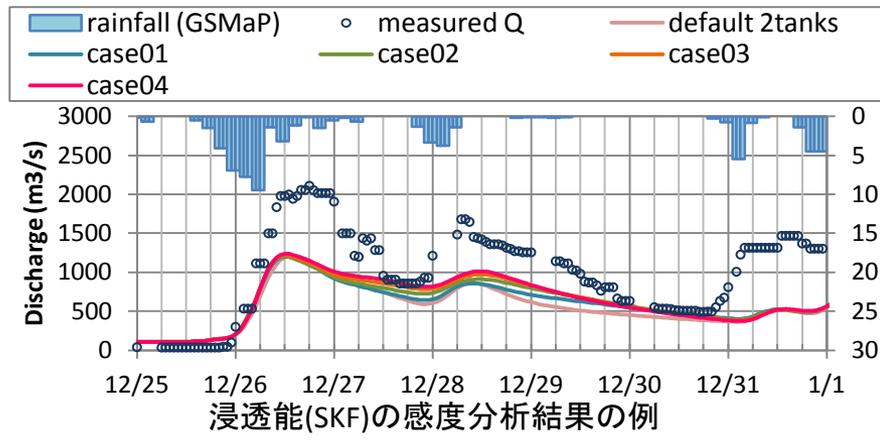
○モデル構築に用いたデータセット
 標高データ: GlobalMap(Elevation)を加工して使用
 土地被服データ: GlobalMaP(Landcover)
 蒸発散: NCEP



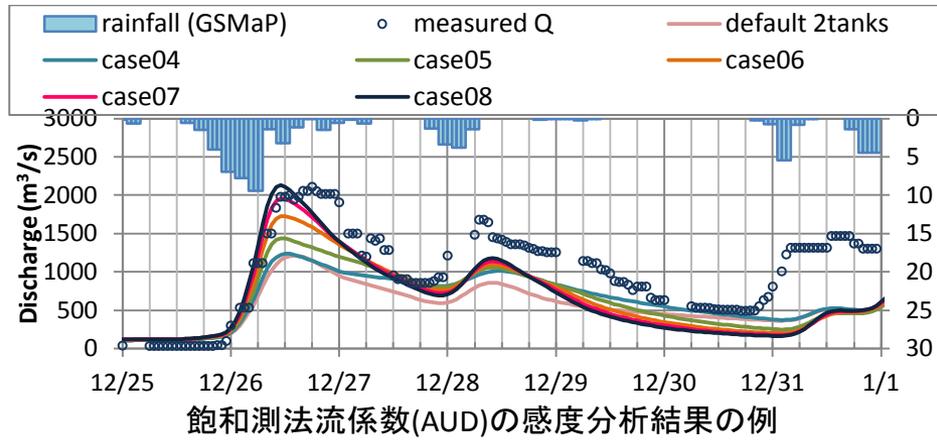
土研分布モデルの構造(流下方向)

特定脆弱地域：インドネシア・ソロ川流域における洪水・濁水流解析モデルの開発

モデルパラメータ推定のための感度分析を実施。地上観測データが十分でないため、衛星観測雨量データを活用してモデルパラメータを推定。



浸透能(SKF)の感度分析結果の例



飽和側方流(AUD)の感度分析結果の例

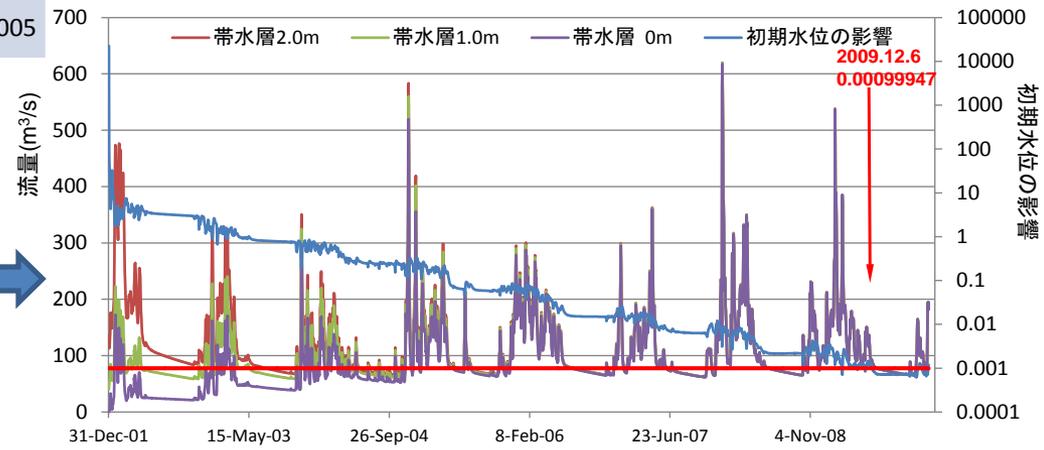
計算に用いた浸透能(SKF)の値

		unit	Default	case01	case02	case03	case04
SKF	Land use type 1	cm/s	0.0005	0.001	0.0015	0.002	0.0025
	Land use type 2		0.00002	0.00004	0.00006	0.00008	0.0001
	Land use type 3		0.00001	0.00002	0.00003	0.00004	0.00005

計算に用いた飽和側方流(AUD)の値

	Default	case05	case06	case07	case08
AUD	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

帯水層タンクの水位を2.0m(高湿潤状態), 1.0m(湿潤状態), 0m(乾燥状態)として流出解析結果を比較し、流域の保水量が定常的な状態となるのに約7年11ヶ月間必要(Jurug地点:流域面積3,580km²).



特定脆弱地域を対象とした流域スケールの降雨流出氾濫解析

目的

GCM出力を降雨流出氾濫(RRI)モデルに入力して、長期の連続計算を実施することにより、洪水被害の推定に必要な河川流量・洪水氾濫を流域一体で予測する。

対象流域

インダス川、メコン川、チャオプラヤ川、パンパンガ川、ソロ川

分析手順

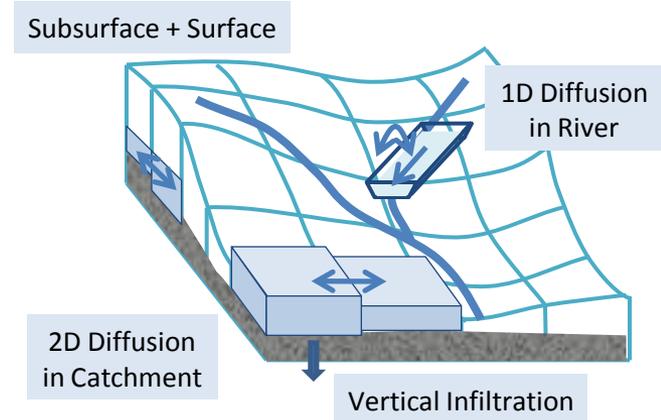
1. 観測雨量を入力した大規模洪水の再現 : 河川流量・水位・氾濫域の再現検証
2. 観測雨量を入力した連続計算 : 長期間の河川流量の再現検証
3. GCM現在気候を入力した連続計算 : 河川流量・氾濫の統計的特性を2.と比較
4. GCM将来気候を入力した連続計算 : 河川流量・氾濫の統計的特性の変化予測

進捗状況

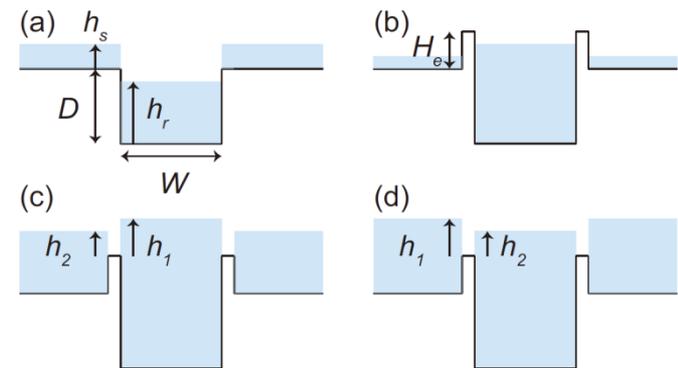
チャオプラヤ川流域を対象とした、長期間にわたる連続的な降雨流出氾濫計算の実施と検証 (1., 2.)

MIROC5とMRI-CGCMの現在気候(降雨)を入力した予備検討 (3.)

分析に使用するRRIモデルの構成



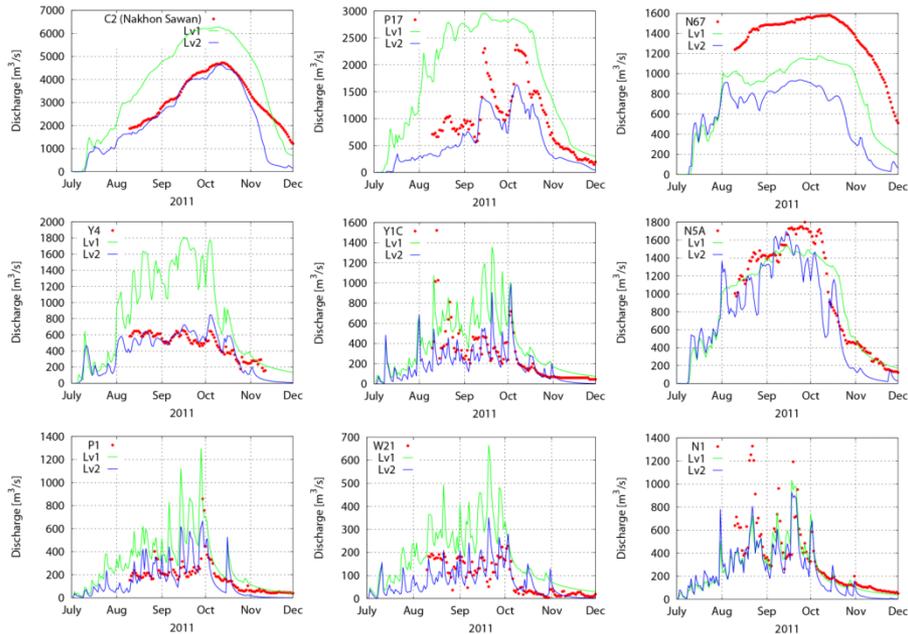
斜面部を2次元、河道部を1次元で取り扱い、降雨流出から洪水氾濫までを一体的に解析する。森林域では中間流・表面流を、平野部では鉛直浸透流を考慮する。



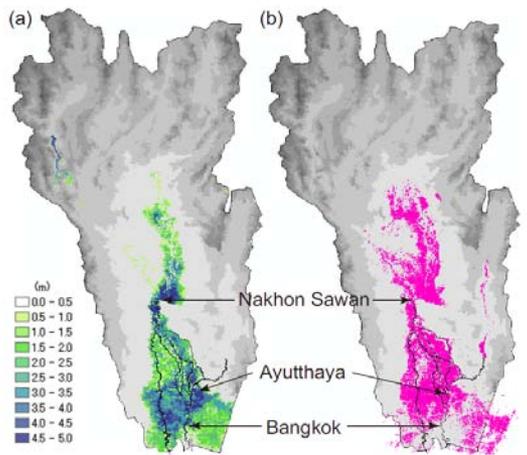
特定脆弱地域を対象とした流域スケールの降雨流出氾濫解析

2011年タイ洪水を対象としたRRIモデルの検証

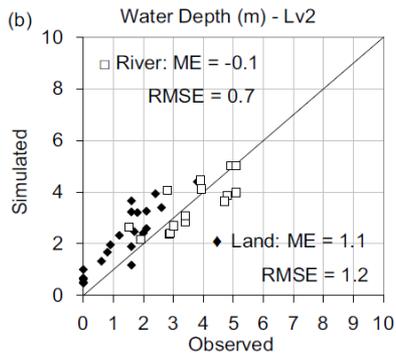
計算流量



最大浸水深分布と衛星による浸水想定域



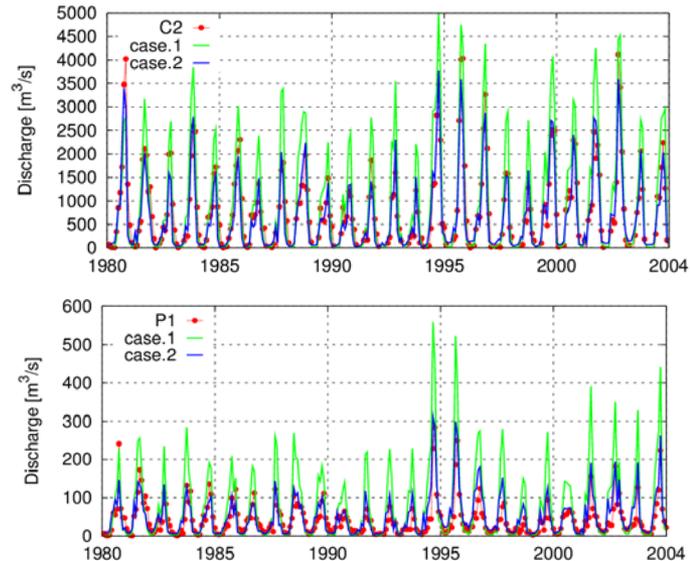
最大浸水深



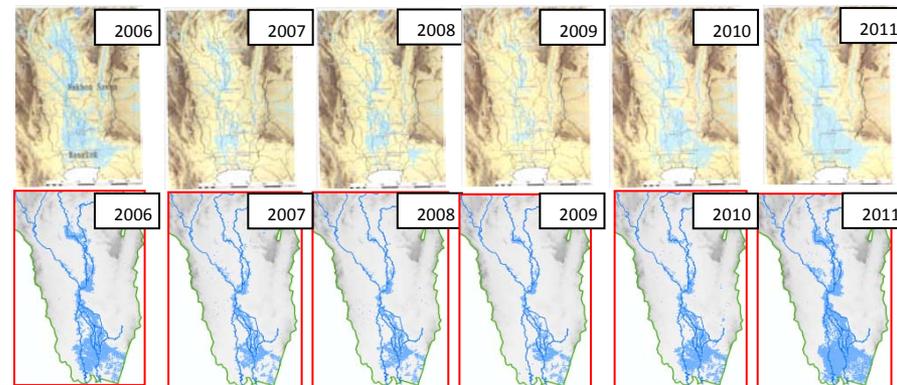
推定蒸発散量を用いた長期の流出氾濫解析 (長期検証)

長期解析にあたり、大気陸面モデル(SiBUC)による推定蒸発散量を入力し、RRIモデルで不飽和・飽和地中流を考慮するよう更新した(Case 2)。

月流量の比較



浸水域の比較 (上: 衛星、下: RRIモデル)

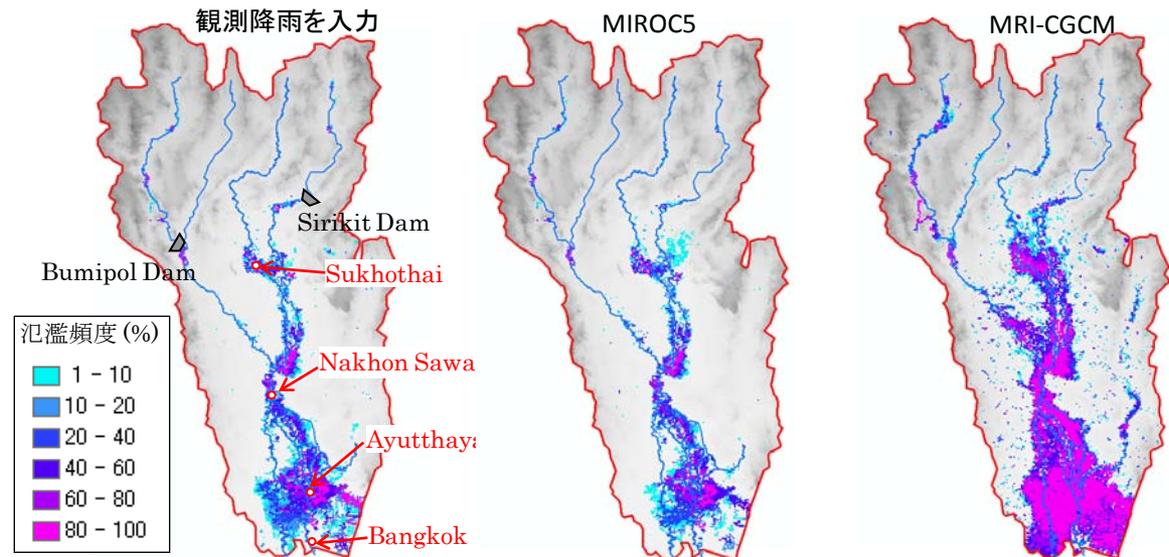
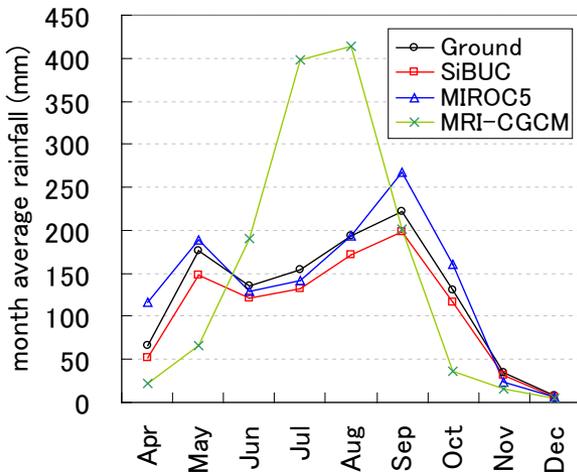


特定脆弱地域を対象とした流域スケールの降雨流出氾濫解析

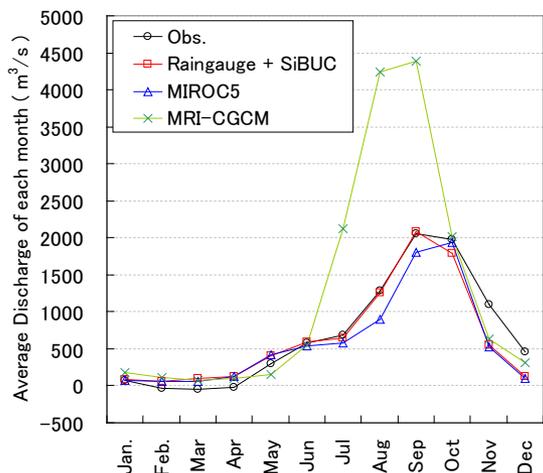
MIROC5とMRI-CGCMの現在気候(降雨)を入力した予備検討

氾濫頻度 (1980-2004年)

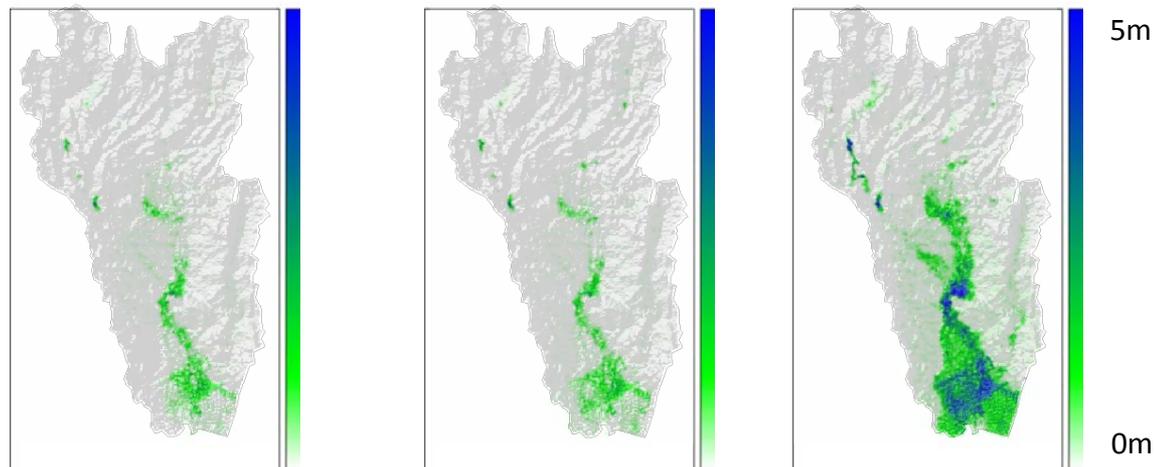
Rainfall (1980-2004平均値)の比較



ナコンサワン(C2)地点における月流量

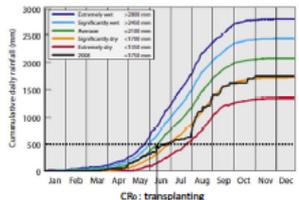


最大浸水深平均値 (1980-2004年)

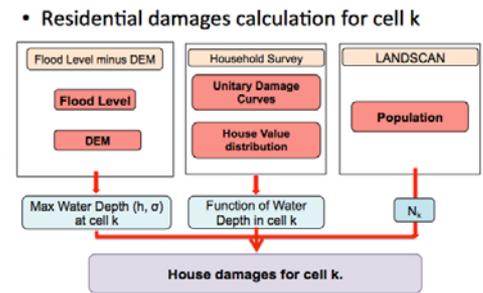
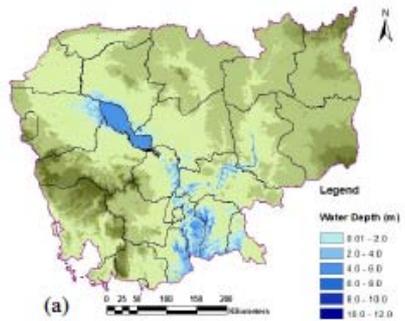


25年間(1980-2004)の平均でみた場合、MIROC5(現在気候)の月降水量は観測の月降水量とよく対応している。その結果、月流量の再現性もよい。氾濫頻度と各年の最大浸水深の平均値も観測降水量を入力した場合とMIROC5(現在気候)を入力した場合とで結果がよく対応している。CGCMは過大評価傾向にある。

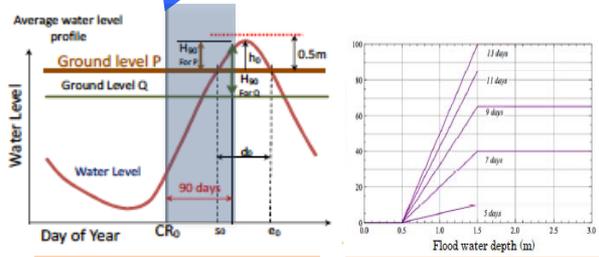
農業・家屋の被害推定



累積雨量から田植え開始日を算出



水位ハイドログラフ



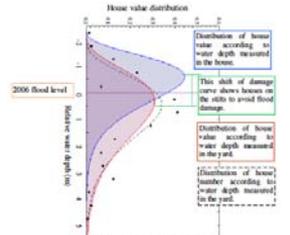
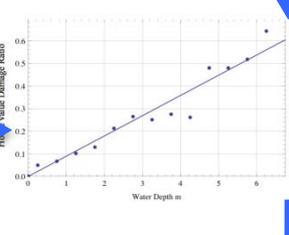
水深/期間分布

最大水深分布

被害曲線

農業被害曲線

家屋価値-被害率曲線

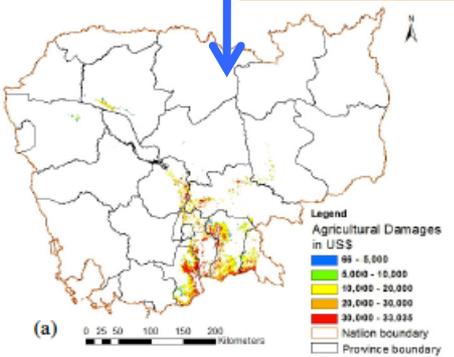


家屋被害曲線

家屋価値分布

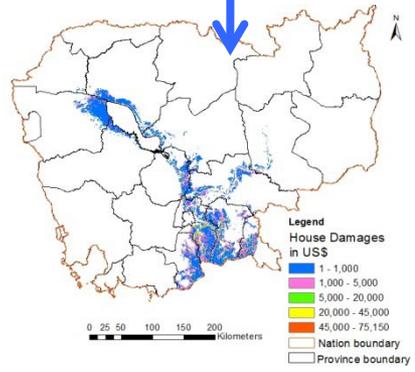
浸水深・期間の算出

浸水深・期間と農業被害曲線



農業被害額

結果



家屋被害額

※ 限られた条件による計算のため現地調査等によるデータの充実で精度向上を図る

メコン川下流域現地調査 (2012年12月15-18日)

氾濫現象実態把握調査

- 衛星地形情報の正確度を向上させ、より精度の高い氾濫計算を行うため、氾濫域の幹線道路、橋梁等構造物の三次元位置情報を取得 (GPS高精度測位+簡易レーザー測量)
 - 周辺地盤から数m高い幹線道路による氾濫流の遮断
 - 氾濫流は橋等構造物下を通水、道路を越流したかどうか確認
 - 現在水位・洪水痕跡等の計測も実施

関係機関ヒアリング (メコン川委員会、水資源気象省)

- 降雨・流出・氾濫計算の入力又は検証データとして雨量、河川水位・流量等の水文資料収集、その他関連情報・資料の入手

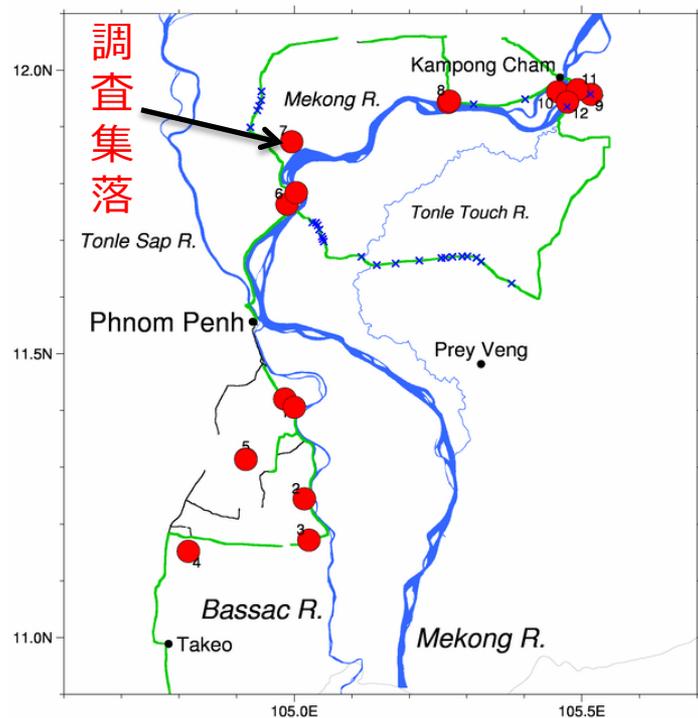


メコン川下流域現地調査

洪水被害・資産調査

- 洪水被害額推定式作成のため、カンボジア国メコン川沿い上下流の12の集落、57世帯に対し、2011年洪水時の状況について聞き取り調査を実施
 - 調査項目：世帯規模・構成、収入源、収入、浸水開始時期、期間、最大水深、家屋・農地の浸水状況、家屋の床の高さ、家屋・家財価値、被害額、等
 - 浸水深・期間等の因子と洪水被害額の関係性を調べ、家屋家財・農業被害額算定の基礎資料とする（作業中）
 - メコン川委員会による過去の調査結果もあわせて分析予定

※ 平成24年度はインドネシア国ソロ川でも同様の現地調査(1/19-25)を実施(整理中)



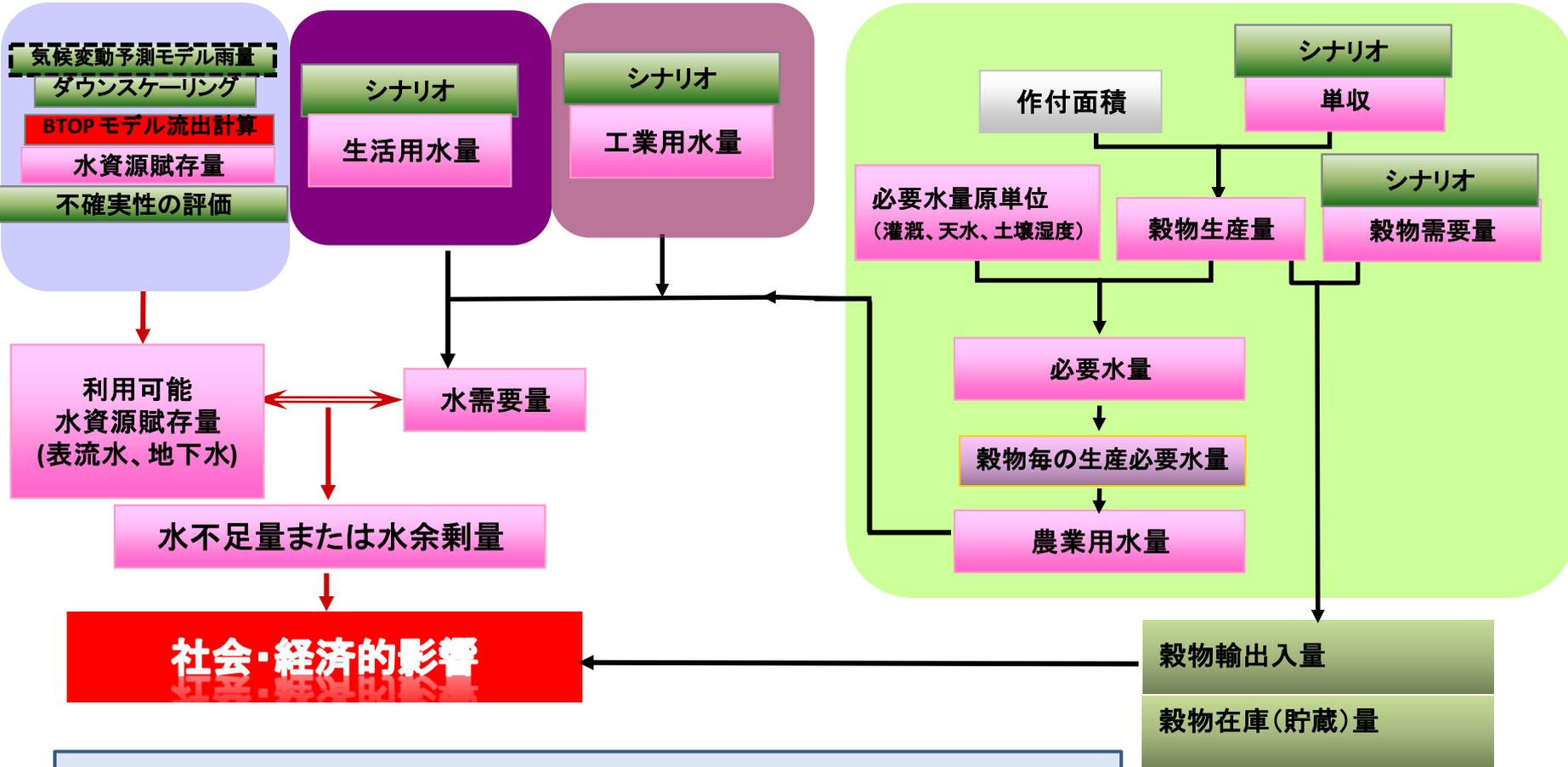
水需給算定モデルの概要

水資源賦存量

生活用水需要量

工業用水需要量

主要穀物 農業用水需要量



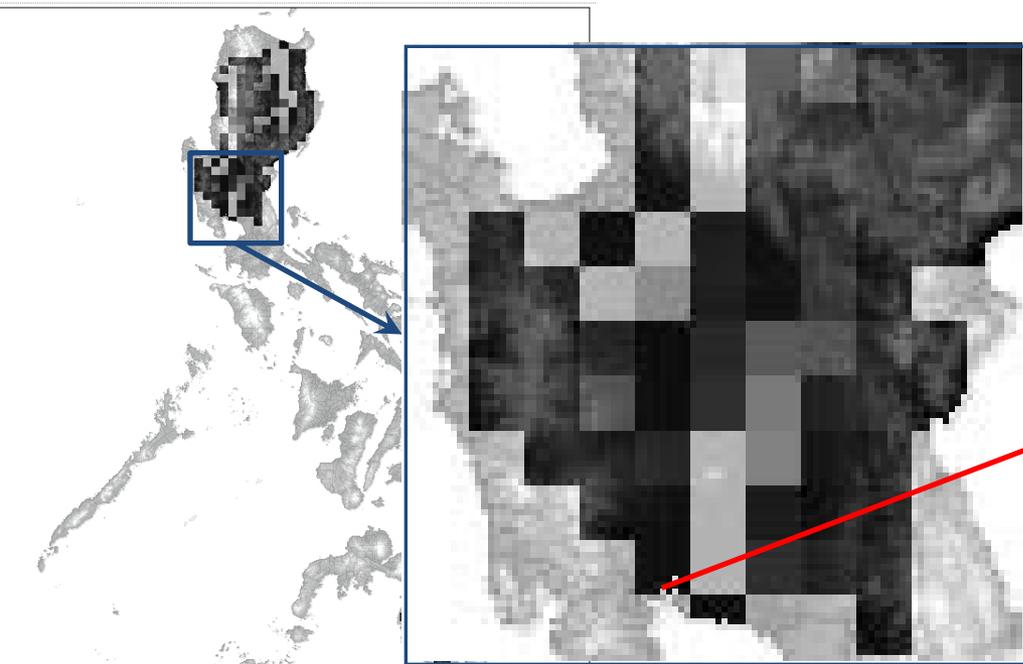
平成24年度進捗状況

1. BTOP流出モデルを一部流域で開発、他流域も開発中
2. 各流域の水文・水利用情報、社会・経済情報入手中
3. 過去の渇水時の情報入手中

● BTOP 流出モデルの開発

➤ 特定脆弱流域5モデルの開発：

- ✓ メコン河(カンボジア) –
 - ✓ ソロ川(インドネシア) –
 - ✓ チャオプラヤ川(タイ) –
 - ✓ パンパンガ川(フィリピン) –
 - ✓ インダス川(パキスタン) –
- 流量計算結果の精査中
- モデル開発中



パンパンガ川流域

パンパンガ川河口地点日流量の長期計算

