

概要

降雨流出と洪水氾濫を二次元で一体的に解析することが可能なRRI(Rainfall-Runoff-Inundation)モデルは、洪水予測とリスク評価を目的としてICHARMで開発されました(Sayama et al., 2012)。RRIモデルは、人工衛星情報の活用などデータの使用が限られた大規模流域にも適用可能なモデルとして設計されています。これまでにタイのチャオプラヤ川流域のような広大な氾濫原を有する大規模流域に適用・実装された実績があります。

背景

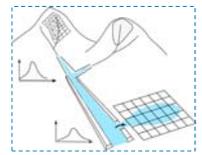
- チャオプラヤ川流域における2011年の年降水量は1,400mmであった。過去に大きな洪水が発生した1996年や2005年は1,200mmであり、通常は1,000mm程度である。
- 年降水量が200mm変化することの洪水に対する影響は大きいことから、気候の小さな変化でさえ洪水に大きな影響を及ぼすことになる。
- RRIモデルを用いて洪水流量や浸水範囲に影響評価することで、気候変動がどのような影響を及ぼすかを明らかにすることができる。



2011年に発生したタイにおける洪水

RRIモデルの特徴

- 1) 多様な地形を一体化:** 一次元の河道追跡と二次元の降雨流出および洪水氾濫を一体化しているため、山地と低平地の両方を有した大規模流域に適用可能
- 2) 高速かつ安定的な数値アルゴリズム:** 地形起伏の複雑な山地域でも高速に計算できる二次元拡散波近似式の可変時間ステップアルゴリズム
(流域面積160,000km²のチャオプラヤ川流域の5ヵ月間の解析が2時間以内に完了)
- 3) 複雑な水文過程を表現:** 平野部における鉛直浸透流、山地域における側方地中流、蒸発散と土壌の乾燥による蒸発抑制、ダムや放水路などの影響を解析可能
- 4) 緊急対応の洪水氾濫予測モデリングを実現するツール:** 衛星降雨や地形情報を活用するためのツール群やマニュアル、GUI(グラフィカルユーザーインターフェース)を整備



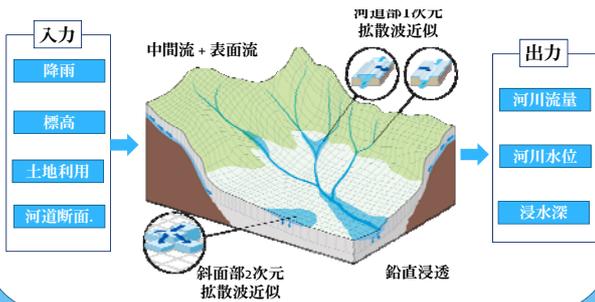
既往の氾濫解析モデル



RRIモデルのアプローチ

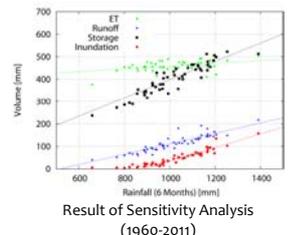
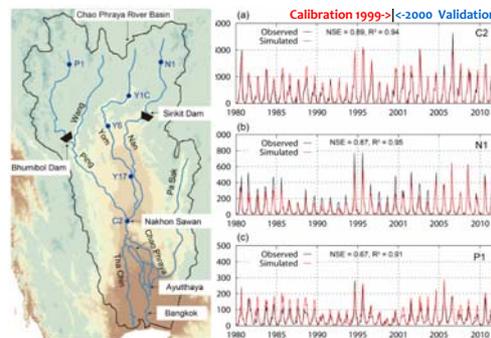
RRIモデルの概要

- 降雨流出と洪水氾濫を一体的に解析することができる二次元解析モデル
- 山地斜面と河道は別々に取り扱う
- 河道が存在するグリッドセルにおいては、同一セル内に斜面と河道の両方が存在すると仮定



キャリブレーションと感度分析

チャオプラヤ川流域の解析ではNakhon Sawan地点における月平均流量に基づいてパラメータを同定

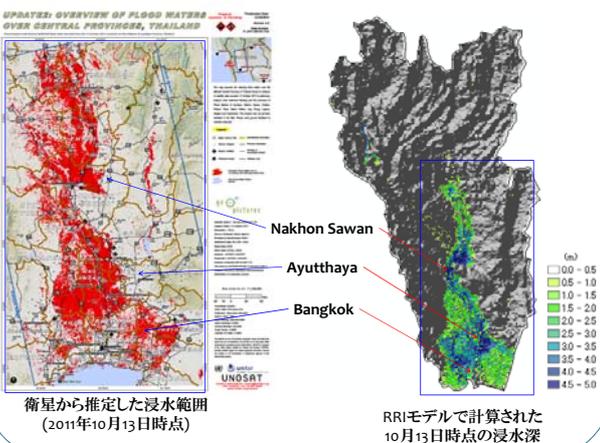


Result of Sensitivity Analysis (1960-2011)

最大浸水時から前6ヶ月間の総降雨量が浸水量と最も相関が高いことが示された。(R²=0.85)

2011年タイ・チャオプラヤ川流域の洪水

2011年タイ洪水に対する緊急対応型のRRIモデルシミュレーション

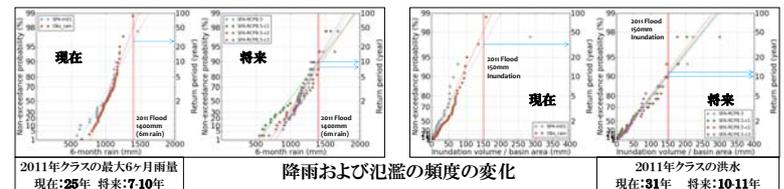


まとめ

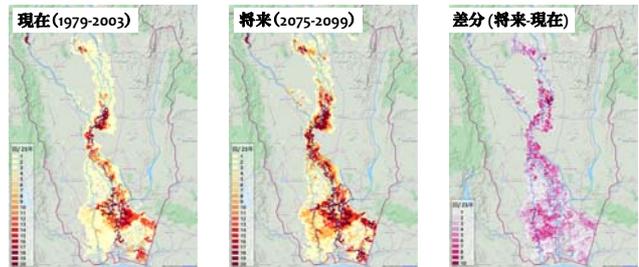
- 2011年洪水では、1,400mmの降雨が157mmの最大浸水量をもたらした。
- 6ヶ月雨量が200mm増加することで浸水量が60mm増加した。
- 2011年洪水と同程度である6ヶ月雨量が1400mmのリターンピリオドは現在気候では25年であるが将来気候では7年-10年に短くなることから頻度解析から明らかになった。
- 同様に2011年洪水と同程度である最大浸水量が150mmのリターンピリオドは現在気候では31年であるが将来気候は10年-11年に短くなることから頻度解析から明らかになった。

気候変動の影響評価

MRI-AGCMから推定された将来気候において、2011年洪水と同等の降雨(最大6ヶ月雨量が1,400mm)のリターンピリオドは実測より短い結果であった(下図)。



現在気候および将来気候下における各年の年最大浸水深を計算し、各セルの年最大浸水深が0.5mを超える回数を計測した。その結果、チャオプラヤ川流域の南西部をはじめとするいくつかのエリアで相対的に浸水頻度が上昇することが明確に示された(下図)。



現在気候25年間における浸水回数(0.5m以上)

将来気候25年間における浸水回数(0.5m以上)

将来と現在の浸水回数の差分(0.5m以上)