

2011年タイ洪水を対象にしたチャオプラヤ川全流域の降雨流出氾濫予測

土木研究所 ICHARM 正会員 ○佐山敬洋・建部祐哉・藤岡奨・牛山朋来・萬屋敦啓・田中茂信

1. はじめに

2011年タイ洪水を対象に、降雨流出氾濫モデル(Rainfall-Runoff-Inundation Model: RRI Model)を用いた緊急対応の洪水予測を実施した。洪水がピークを迎える10月中旬に予測した結果は、11月下旬まで下流域の洪水氾濫が残る可能性を示唆していた。本報では、洪水収束後に再現計算した結果と比較しながら、この予測がどの程度正しかったのかを検証する。また、衛星情報をベースにした入力から現地情報をベースにした入力に更新した際にどの程度計算精度が向上するかを分析し、広域の降雨流出氾濫計算で優先的に入手・反映すべき情報について考察する。これらの分析に基づいて、緊急対応的に予測できること・できないことを明確にする。

2. RRIモデルによる緊急対応の降雨流出氾濫予測

RRIモデルは、降雨を入力して河川流量から洪水氾濫までを一体的に解析するモデルである。流域のグリッドセルには平面二次元の拡散波近似モデルを、河道のグリッドセルには一次元の拡散波近似モデルを適用する。降雨流出を妥当に計算するため、山地域においては側方地中流を、平野部においては鉛直浸透流を考慮する。

緊急対応の広域洪水予測においては衛星情報を最大限に利用する必要がある。降水情報としては3B42RTと呼ばれる衛星降雨プロダクトを用いた。また8日先までの予測雨量は気象庁による全球数値予報モデル(JMA-GSM)の結果を用いた。さらにその先の入力降雨については、乾季で予測雨量の影響が比較的小さいと考え2010年の実績降雨を用いた。河道の幅と深さについては、流域内で121地点の河道断面情報を入手し、集水面積と河道幅・深さの関係を定式化することによって設定した。

10月14日の時点で得られた浸水深の計算結果(Lv1)と衛星情報による浸水想定域の比較を図1に示す。この比較からナコンワン上流やアユタヤ周辺の氾濫域を概ね捉えられていることを確認したうえで、上述の情報を入力して11月下旬までの予測を行った(図2: Lv1)。その結果、アユタヤ周辺では11月下旬でも広域浸水の残る可能性が示唆された。

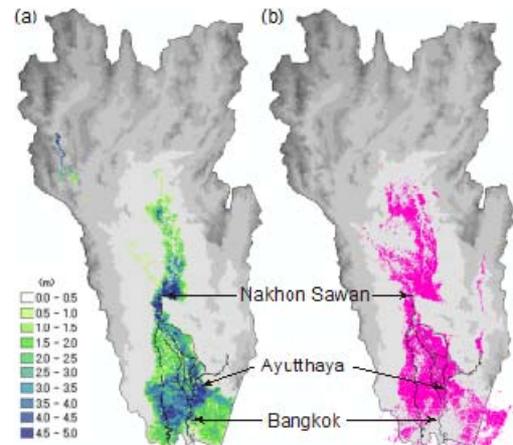


図1 Lv1の計算浸水深と衛星による浸水想定域(10月14日時点の第1報結果)

3. 予測・再現計算の検証

10月下旬から現地の情報を逐次入手して計算結果の更新を続けた。具体的には、地上雨量による衛星雨量の補正、蒸発散の考慮、ダムモデルの追加、潮位境界条件の設定、パラメータの調整、河道断面のより詳細な反映を行った。全ての項目について更新したうえで洪水収束後に実施した再現計算をLv2とよび、以下でLv1、観測情報と比較する。

(1) 河川流量

流域内の主要地点における計算および観測の流量と水位の hidrograph を図3に示す。ナコンサワン地点の9月、10月の平均流量をLv1は約40%、水位を約2m 過大評価していた。他の地点においても同様の過大評価傾向がみられた。一方、Lv2の結果は流域全体で流量・水位ともに過大評価傾向が改善された。上流支川のヨム川に位置するY4地点では流量が2か月間概ね一定になっており、これは上流および周辺の氾濫の影響によるものであった。

(2) 浸水域のピーク水位

RRIモデルが示すピーク浸水位の妥当性を検証するため高性能GPSを用いた浸水痕跡調査(主としてアユタヤ・ナコンサワン間を対象)を実施した。各地点のピーク浸水位を比較した結果を図4に示す。Lv1の結果は氾濫原で2.5m、河川沿いで0.8mの過大評価であるのに対し、Lv2では氾濫原で1.1m、河川沿いで-0.5mとなり、Lv1よりも精度が上がっている。

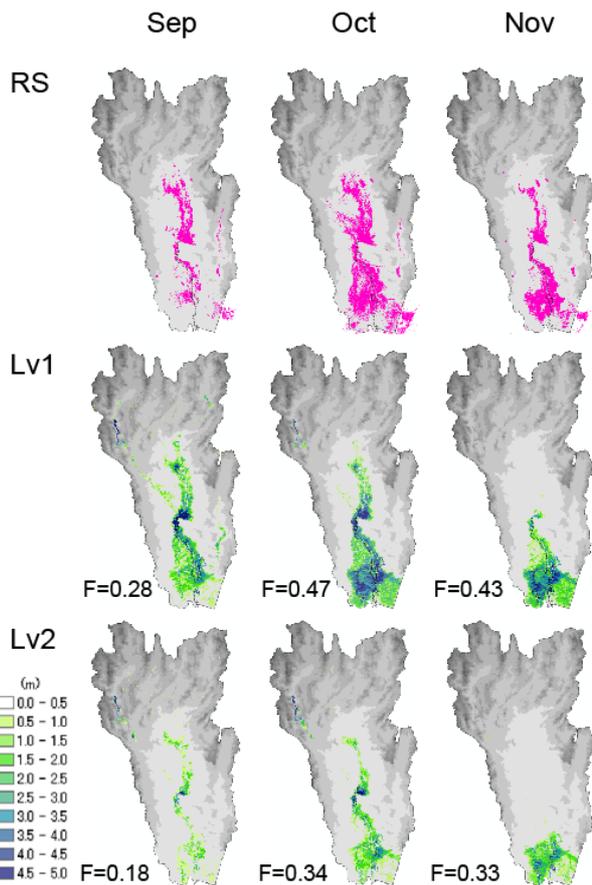


図2 計算浸水深と衛星による浸水想定域 (Lv1のNovの結果は10月14日時点での予測結果)

(3) 浸水域の空間分布

衛星画像による浸水想定域とモデルによる浸水深を9, 10, 11月の中旬時点で比較する(図2)。11月下旬までアユタヤ周辺で洪水が残る可能性があるという予測結果は概ね間違っていなかったと考える。その一方で、Lv1、Lv2ともに氾濫域を過小に評価していたことが分かる。この原因は、平野部で鉛直浸透した水を河川に戻していないというモデル構造上の問題による。加えて洪水通減時の氾濫挙動の複雑さにも起因すると考えられる。上述のGPS計測を11月下旬に実施した結果、ピーク時点の水位は河川と氾濫域で概ね一致していたことを確認した。一方、計測実施の11月下旬には、とくに中流部において河川の水位は既に4 mピークから低下しているのに対し、氾濫域の低下量は2 m程度であった。水位が低下するに従って水田の境界や道路などの人口構造物および微地形による影響が相対的に大きくなり、氾濫域と河川の水が分離される。RRIモデルはそうした挙動を正しく反映しきれないため、河川の水位低下と合わせて氾濫域の水位も比較的早い段階で低下させてしまう。

4. 入力情報の優先度について

Lv2で更新した入力情報の効果を項目毎に分析した(図5)。その結果、蒸発散(E)の影響を無視したことがLv1で過大評価をした主たる原因であることが分かった。次に大きな影響を及ぼすのは、下流部においてはダム(D)の考慮であり、上流部においては河道断面(C)の詳細な反映であった。河道断面を正しく反映させることによって、氾濫しながら洪水が流下する過程をより妥当に再現できる。地上雨量で補正した効果(R)の影響は今回については限定的であった。またパラメータ(P)は、Lv1で設定した値が結果的に概ね妥当であったと考えられ、更新の影響も小さくなった。

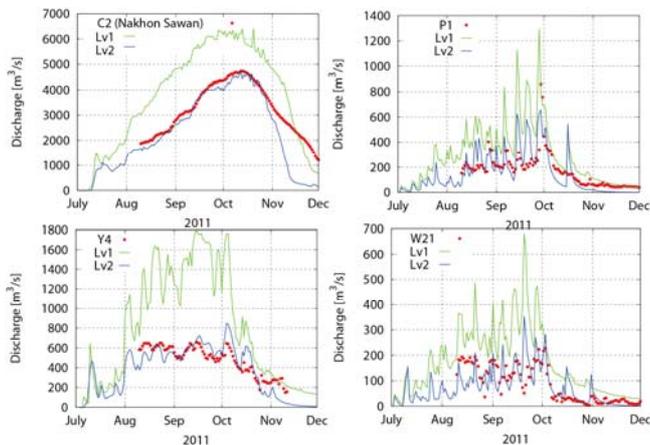


図3 主要地点の計算・観測流量

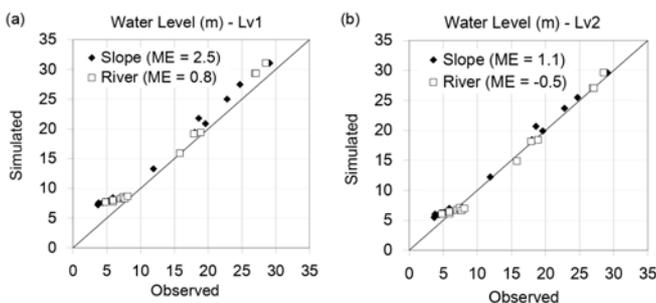


図4 計算およびGPS計測による浸水位の比較

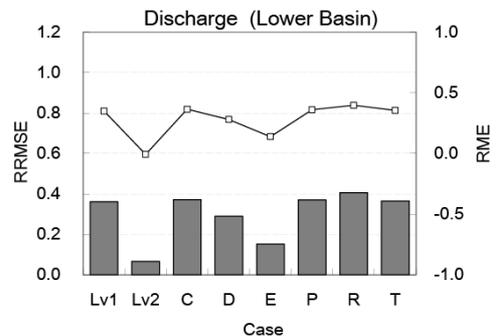


図5 入力情報の更新が河川流量に及ぼす影響

- 1) T. Sayama, et al.: Rainfall-Runoff-Inundation Analysis of Pakistan Flood 2010 at the Kabul River Basin, *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), pp. 298-312, 2012.