

農業水利用と氾濫の同時解析アルゴリズムの検討と低平水田地帯への適用 Development of an algorithm for integrated simulation of agricultural water use and floods, and its application to low-lying paddy areas

○皆川裕樹* 増本隆夫* ジュティテップ ウォンペット**
○MINAKAWA Hiroki · MASUMOTO Takao · Jutitthep VONGPHET

1. はじめに

これまでに農業水利用を考慮した分布型水循環モデル (DWCM-AgWU) を適用したタイ国チャオプラヤ川流域では、2011 年に 70 年確率規模の大洪水が発生し、下流低平域に甚大な被害が発生した。このとき、氾濫水は広大な水田域に一時貯留され、周辺都市域の被害軽減に大きく寄与したとされる。またこの地区では、上流域に灌漑を目的とした複数の大規模ダムを抱えているが、洪水時には下流の氾濫被害軽減を目的とした操作が求められるなど、農業水利用と洪水処理は密接に関係する。そのため、農業水利用と洪水の両者を別々に扱うことは適切ではなく、連続して一体的に解析する手法が求められる。本研究では、農業水利用と洪水のシームレス一体型解析モデルの開発にむけて、DWCM-AgWU に氾濫過程を組み込む改良を行った。ここでは、そのアルゴリズム及び解析手法を提示するとともに、2011 年大洪水を対象とした解析結果より水田域への洪水貯留量の推定結果を示す。

2. 提案する計算アルゴリズム

提案する計算アルゴリズムを Fig.1 に示す。通常時はダム操作、水田水配分、河川の流出等が各サブモデルで計算され、全てのセルで計算が終了すると次の時間ステップに移行する (日単位)。ここで、ある地点で洪水発生 (河川流量 > 河道容量) と判断された場合には氾濫計算に移行し、発生地点より下流に属する範囲はすべて氾濫域に分類される。その際の水移動は、通常時の陽的解法から、バックウォーターの影響を考慮できる陰的解法に切り替え計算される。この手順は小流域ごとに実施し、最終的には複数エリアで通常と洪水を同時に取り扱うことを目指すが、ここでは、標高 20m 以下の低平域が広がるナコンサワンより下流域 (Fig.3 参照、全 721 セル) を氾濫発生域と固定した。なお、すべてのセルで表面水位が閾値以下となると洪水終了となり、通常計算に戻る。

3. セルの内部構造と氾濫計算手法

Fig.2 に計算セルの内部構造を示す。流域は 10km×10km のセルで構成され、セル内河道には予め流向が設定されている。氾濫域を表現する Land セルの接続状況は河道から独立

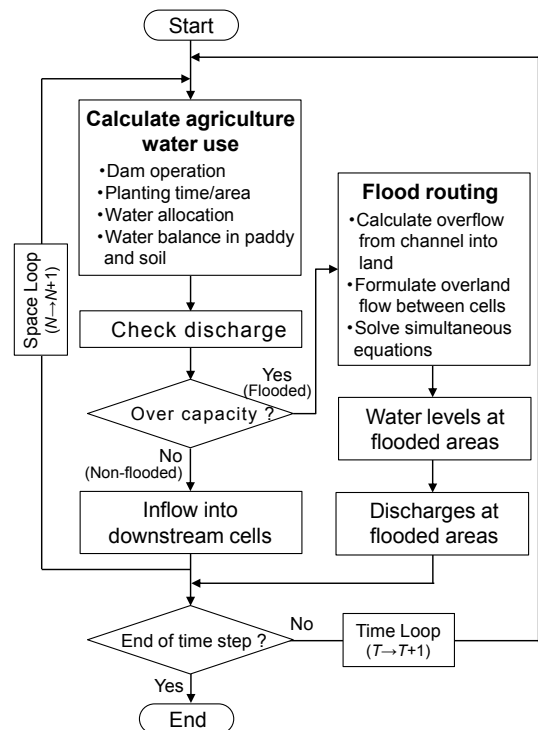


Fig.1 農業水利用と氾濫の同時解析アルゴリズム
Algorithm for simultaneous calculation of agriculture water use and floods

* 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

** 筑波大学大学院生命環境科学 Graduate School of Life and Environmental Science, University of Tsukuba
キーワード：シームレスモデル、低平水田、氾濫面積、洪水貯留機能、チャオプラヤ川流域

しており、ここでは上下左右の隣接4セルと接続することとし、これらのセル間で2次元の氾濫現象を計算する。洪水発生時には河道流は不等流として扱い、堤防からLandセルへの越流量およびLandセル間の表面水移動は両者の水位差を比較してセキの公式で求める。ここで、低平域では地表面よりも標高の高い幹線道路が堤防の役割を果たし、それらで囲まれた地域で洪水が貯留された。ここでは道路路線を単純化させセル枠上に設定することで、その機能を発揮させた。また、対象洪水時に発生した本川破堤(28ヶ所)は聞き取った発生日に堤防高さを大きく下げることで再現した。下流端境界条件には河口の観測潮位を設定した。

4. 氾濫面積および水田貯留量の推定結果¹⁾

Fig.3に本モデルによる氾濫解析結果を示す。計算による氾濫面積は流域全体で約15,000km²となったが、衛星写真より推定された氾濫範囲との重複域は全体の約41%に留まっていた。次に、洪水貯留量はチャオプラヤ川とチャイナートーパサク水路で囲まれた水田域(Fig.3 黒枠内)を対象に評価した。その量は最大で約2,700MCMと計算されたが、この値は衛星写真から推定した同地区の貯留量²⁾の約70%となり、氾濫面積と共に過小評価となった。原因として、セル標高値の精度や上流域からの流出量の再現精度などが挙げられる。後者では、洪水期の後半で計算流量が観測値に比べて少ないことが確認されており、その改善には上流域で発生した氾濫水の取り扱いを工夫するなどの処置が必要となる。

5. まとめと今後の課題

農業水利用と洪水の一体解析モデルを提案した。氾濫解析では面積、貯留量共に過小評価となったが、原因を精査して改善を図るとともに、極端現象に対応した貯水池操作を検討するなど様々なシーンでのモデル利活用を目指す。

引用文献：1) J. Vongphet *et al.* (2015) : Development of a seamless model to simultaneously simulate agricultural water use and the effects of flooding、応用水文、27、pp.29-37、2) 増本ら(2012): 2011年チャオピヤ川大氾濫にみる水田貯留の果たした役割、平成24年度農業農村工学会大会講演会要旨集、pp.74-75。

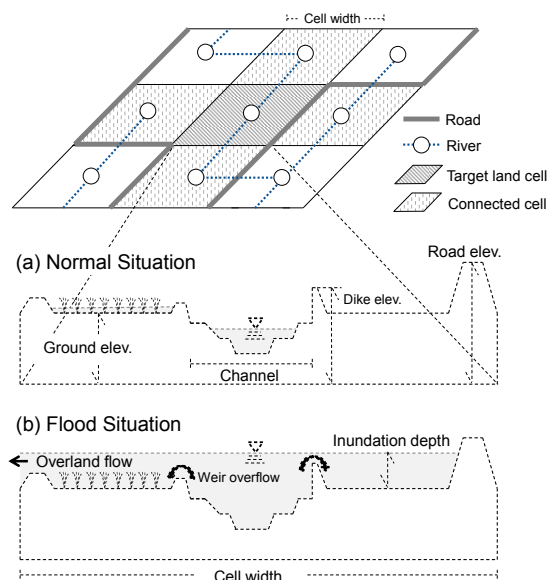


Fig.2 氾濫計算に用いるセルの内部構造
Structure of river and land cells

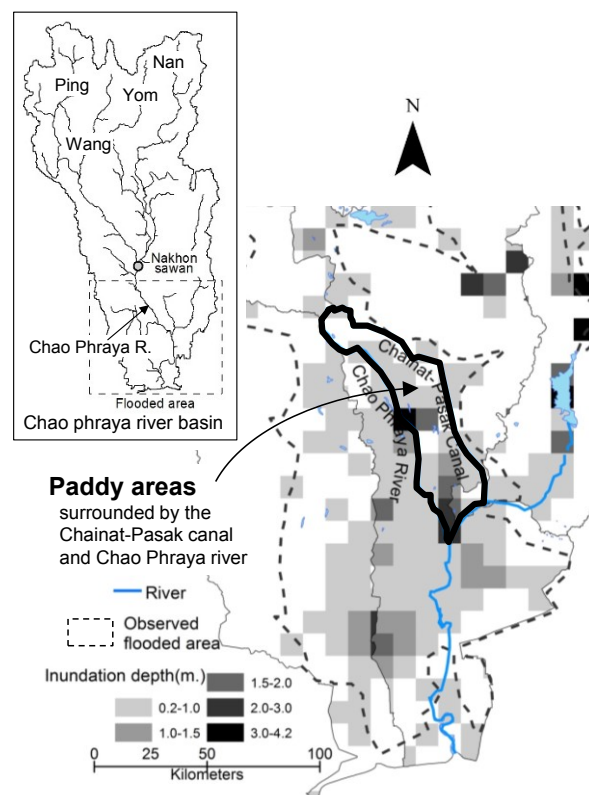


Fig.3 2011年洪水時における最大の氾濫範囲及び浸水深の推定結果
Comparison of observed and estimated inundation boundaries and inundation depth