

Terra/ASTER データを利用した分布型タンク流出モデルの構築と有用性の検証

日本大学 正会員 ○朝香智仁
 日本大学 フェロー 西川 肇
 日本大学 正会員 近藤 勉
 日本大学 正会員 木田哲量

1 緒言

地球温暖化の影響は、世界中で異常多雨や異常少雨などの気象災害となって表れている。中央アジアから東南アジア地域においても同様な傾向にあり、毎年洪水による被害が発生している¹⁾。

気象災害の防災には、地形図が非常に重要なデータとなる。そのため、地図などの国土情報が整備されていない地域や、軟弱地盤の影響で地形が変化しやすい地域は、地形データを整備または頻繁に更新する必要がある。地球観測衛星 Terra に搭載された ASTER センサは、土地被覆の状況に加えて相対的な標高モデルも把握することができるため、国土情報の蓄積に有効である。

本研究では、洪水流出モデルを ASTER データのみで構築し、流出解析を通じてそのモデルの有用性を検証することを目的とした。研究手法の妥当性を検証するため、神奈川県南足柄市を流れる狩川の岩原橋水位観測所から上流を研究対象流域に選定した。狩川岩原橋上流域は、森林地帯、農業用地および市街地が混在した山地河川流域であり、降雨特性が流出波形に直接されるため、テストサイトとして効果的であると考えた。

2 研究手法

洪水流出モデルとして、「分布型タンク流出モデル (Distributed Tank Rainfall-runoff Model ; DTRM)」を採用した。DTRM は、メッシュの分割域の流出機構をタンクモデルとして考えた洪水流出モデルであり、計算負荷量の軽減と流出予測精度の向上が見込めるモデルである²⁾。DTRM の基礎式には、降雨流出モデルとして立川ら³⁾が提案した流量流積関係式と、降雨遮断モデルとして樹冠遮断量を回帰式で表した推定式⁴⁾を用いている。DTRM に入力する空間分布情報は、大別して数値地形モデル、土地被覆分類データ、雨量データの3種類である。ここでは、数値地形モデルおよび土地被覆分類データを ASTER データから構築する手法と、DTRM を利用した流出解析結果の評価方法について述べる。なお、雨量データについては、気象業務支援センター発行のレーダー・アメダス解析雨量を利用した。

2.1 Terra/ASTER データ

2005 年 5 月 5 日観測の Terra/ASTER データの高次処理プロダクト (ASTER Level-3A01) を利用した。ASTER Level-3A01 データは、倒れ込み効果による地形歪みが補

正された正射投影画像で、さらに、画像データと同じ座標変換を行った相対的な数値標高モデル (Digital Surface Model ; DSM) も添付されている。フルシーンの画像から研究対象流域周辺を切り出した後、空間分解能が 30m の DSM から数値地形モデルを作成することにし、空間分解能を 30m に内挿した Band1 から Band10 のデータセットから土地被覆分類データを作成することにした。

2.2 数値地形モデル

空間分解能が 30m の DSM から 4 つの数値地形モデル (流路網データ、流路集積数データ、流域界データ、斜面勾配データ) を、C 言語で開発した自作のプログラムから作成した。なお、アルゴリズムの詳細については、参考文献²⁾を参照されたい。

(1) 流路網データ

流路網データは、降雨が地上に到達した場合、雨水がどの方向に流れていくのかを表したデータである。流路網は、注目画素の近傍 5 × 5 画素における標高を参照し、その中で最も低い方向を落水方向として決定した。

(2) 流路集積数データ

流路集積数データは、各画素における上流側と下流側の位置関係を規定したデータである。流路集積数は、流路網データにおける各画素の落水方向に従って画素を追跡し、画像の端、あるいは水域に到達した場合を探索終了条件として画素数をカウントしていくことで決定した。

(3) 流域界データ

流域界データは、流路網が集水する面積を規定したデータである。流域界は、流路網データの任意の画素を流末として指定し、その画素に到達する全ての画素を流域界と決定した。

(4) 斜面勾配データ

斜面勾配は、注目画素の近傍 3 × 3 画素における x 方向 (経度方向) と y 方向 (緯度方向) の偏微分値として下記 (1) 式のように表すことができる。

$$g = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \quad (1)$$

ここで、 g は斜面勾配、 $\partial z / \partial x$ は x 方向の勾配、 $\partial z / \partial y$ は y 方向の勾配、 z は標高値である。本研究では、x 方向と y 方向の偏微分値を近似的に差分式として扱った。

キーワード：流出解析、防災、空間分布情報、数値地形モデル、衛星データ、土地被覆分類

連絡先：〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 E-mail: t3asaka@cit.nihon-u.ac.jp

表- 1 降雨流出解析の対象とした降雨

対象降雨	期 間
(A)	2004/08/17 16:00 - 2004/08/21 15:00
(B)	2004/10/08 19:00 - 2004/10/12 12:00

2.3 土地被覆分類データ

土地被覆分類データは、判別法に最尤法を採用した教師つき分類によって作成した。トレーニングデータは、国土地理院発行 1:25000 数値地図を参考にし、分類精度を検証した上で決定した。土地被覆分類項目は、市街地（人工構造物）、水田地帯、畑地または牧草地、針葉樹、広葉樹または果樹園、水域の 6 項目とした。上記の 6 項目に決定した理由は、地表面の等価粗度係数が項目ごとに異なるためである。

2.4 流出解析結果の評価方法

流出解析の結果は、実測の時間流量と DTRM によって算出した計算流量との最小二乗誤差を利用した誤差評価値によって評価した。評価基準は、客観的な基準として日本河川協会で定められている値を採用し、誤差評価値が 0.03 より小さくなれば予測精度が良好であるとした。

3 結果と考察

DTRM を利用して洪水期における流出解析を行い、流出解析結果の定量的な評価を通じて本手法の有用性を検証した。本研究における洪水期は、研究対象流域周辺で大雨・洪水警報が発令される降雨強度が観測された時間を含む期間とした。ここでは、数値地形モデルの妥当性の検証と、流出解析結果の流出予測精度の定量的な評価について述べる。なお、表-1 は、本研究で選定した流出解析の対象とした降雨期間である。

3.1 数値地形モデルの評価

数値地形モデルの妥当性を検証するため、流路集積数データの擬似河道網（図-1）と 1:25000 数値地図の水系との比較をし、流路集積数データは、おおむね実際の水系と近似していることを確認した。従って、ASTER データの DSM から作成した数値地形モデルは、1:25000 数値地図程度の精度を有すると思われる。

3.2 流出解析結果の評価

流出解析の結果より、対象降雨（A）、（B）ともに誤差評価値を上回る結果を得た。図-2 は、対象降雨（B）の流出解析結果である。従って、検証のための対象降雨は少ないが、ASTER データのみから構築した DTRM の有用性を定量的に評価することができたと思われる。

4 結言

本研究の成果より、ASTER Level-3A01 データに添付されている DSM を利用し、1:25000 数値地図程度の精度を有する数値地形モデルを作成する手法を提案した。また、DTRM を利用した流出解析結果から、良好な流出予測精度が得られることを明らかにした。

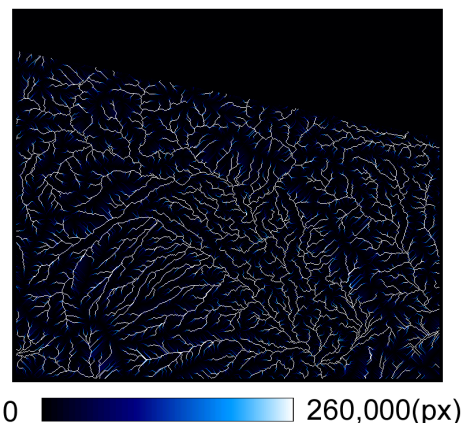


図- 1 研究対象流域周辺の流路集積数データ

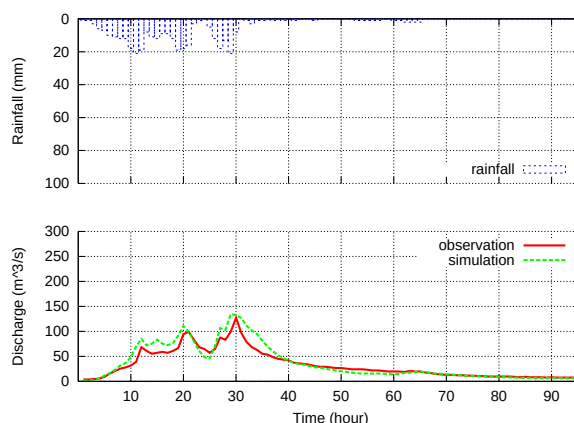


図- 2 対象降雨 (B) における流出解析結果

以上より、ASTER データのみで有用な洪水流出モデルが構築できる可能性を見出したと結論づけられる。今後の課題として、本研究の手法が他の地域でも適用できるかを検証する必要がある。

謝辞: 本研究は、平成 18 年度 日本科学協会 笹川科学研究助成 (研究番号: 18-258) により実施したものです。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) IPCC : Climate Change 2001 The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change., Journal Cambridge University Press, Cambridge, pp.1-83, 2001.
- 2) 朝香智仁: 山地河川流域を対象とした分布型タンク流出モデルに関する研究, 博士 (工学) 学位論文, 日本大学, 2006.
- 3) 立川康人, 永谷 言, 寶 馨: 飽和・不飽和流れ機構を導入した流量流積関係式の開発, 水工学論文集, 第 48 巻, pp.7-12, 2004.
- 4) 塚本良則: 森林水文学, 文永堂出版, pp.78-147, 1992.