

水および土砂の氾濫範囲推定に用いる数値地形モデル作成手法の検討

(独) 土木研究所 ○清水武志, 内田太郎(現国総研), 吉野弘祐, 石塚忠範
 (株)東京建設コンサルタント 加藤寛之

1. はじめに

水および土砂の流れの支配方程式を xy 方向で離散化し氾濫範囲を数値計算で推定する場合、水や土砂は xy の 4 方向の移動で表現する。すなわち、矩形メッシュ上で計算を実施する場合、図 1 に示すように、当該メッシュと辺で接する 4 メッシュの間で水及び土砂移動があると一般的に表現する。一方、格子型数値標高モデル（以下、DEM）で地形を表現する場合、河道や谷筋の流下方向が辺で接するメッシュ方向のみでなく、点で接するメッシュ方向である場合がある。x そのため、水や土砂の氾濫範囲推定に格子型数値標高モデル（以下、DEM）を利用すると種々の不都合が生じる場合がある。水文モデルなどで用いられている河道探索技術は種々の方法が存在するものの、点および辺で接続している 8 方向のセルの最急勾配から河道を決定する手法が高い頻度で用いられる（図 1）。そこで、本稿では、DEM を用いて水・土砂の氾濫等を計算する際の DEM の課題を整理し、水・土砂の氾濫等を計算することを目的とした DEM の作成方法を検討する。

2. DEM に起因する水および土砂の氾濫範囲推定計算上の問題

図 2 において、本来の地形に対して DEM に起因する谷筋や河道の表現とその問題点を検討する。図 2(1) と (2) はほぼ同じ場所においてメッシュの向きを変えている。(1) では、本来河道は $abcd$ の順に流下している。 abc 区間は辺接続の 4 方向のセルのみで河道を作ると順勾配で流路が表現されている。一方、 cd 区間において、点接続で 8 方向を探索して河道をつなげれば本来の河道と同様になるが、水や土砂は $c \rightarrow d' \rightarrow d$ と移動することとなり、 $c \rightarrow d'$ において実際の河道にならない逆勾配が生じてしまう。その結果、水及び土砂の氾濫を計算すると、メッシュ c に湛水、土砂の堆積が生じる。また、メッシュの向きを変えた(2)では、(1) でうまく表現できなかった cd の区間は、(2) では逆勾配は生じないように表現できている。しかし、(1) では問題がなかった(2)の ab' 区間では逆勾配が生じている。

また、図 2(3) に示したような場合、河道は ab と流下した後 DEM のセル間を流下している。このとき、メッシュ b から見た場合、 $b \rightarrow c$, $b \rightarrow c'$ のいずれの方向も逆勾配となり、水文モデル等で用いられている 8 方向の河道網探索技術を用いても河道網の探索はできないことになる。

以上のことから、DEM を用いて水や土砂の 2 次元的な移動を再現する場合においては、本来は谷筋や河道として連続している地形が、DEM に変換することで分断され、実際にはない見かけ上の逆勾配が生じることが問題となる。DEM による

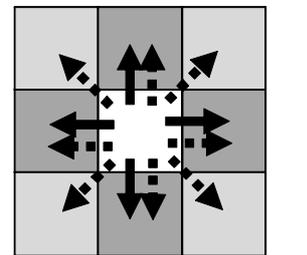


図 1 当該セルに対する周囲のセルの呼称および河道の方向

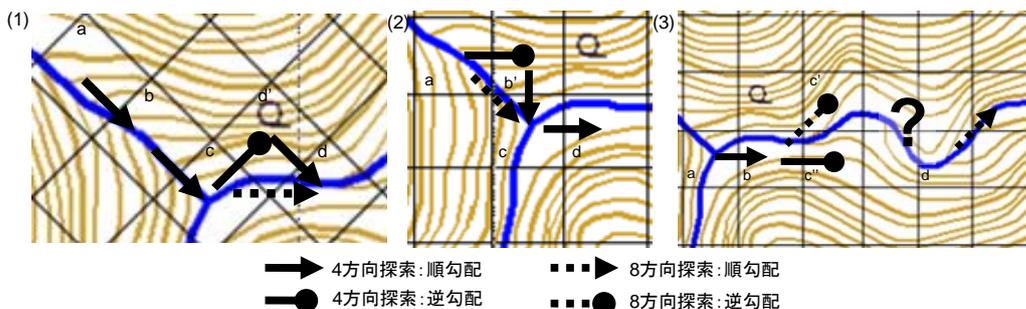


図 2 サンプルング手法および河道探索手法による DEM 上の問題の分類

谷筋や河道の分断は次のように分類される。(A) 当該セルから点で接するメッシュ方向へ流下する場合(図2(1)のcd区間あるいは(2)のac区間), (B) 当該セルの周辺の標高が高く下流の流路と接続していない場合(図2(3))である。

3. 課題解決のための数値地形モデル作成法の提案

本節では, 2で整理した課題に関する解決方法を提案する(図3)。

3. 1. 河道網モデル作成過程

先ず点・辺で接続している連続した河道(河道網モデル)を作成を試みる。その上で, 8方向で検索して河道網が作成できない場合(2節の(B)の課題)の河道網の探索手法として, 大きく分けて3つの技術が提案されている¹⁾(図4)。(1)窪地となっているセルを徐々に埋積(人為的に標高を上げ)させ河道網を探索する手法, (2)逆勾配で途切れた流路の上流のセルを対象に, セルを徐々に掘削(人為的に標高を下げ)し河道網を探索する手法, および, (3)(1), (2)を併用する方法が提案されている。

3. 2. 水および土砂の氾濫のためのDEM作成過程

連続した河道網モデルが作成できた後は, その河道に沿って3.の課題となる地形を探索し, DEMのオリジナルデータを修正する。3.の課題(A)の修正方法は, 河道が点でセルと接続している場所を見つけ, その点の上下流を比較し隣接する辺接続のセルの標高を修正すれば, 4方向の辺接続のみで作成した河道網モデルが生成できる。例えば, 図2(1)のcとdの間中間的な標高でd'の標高を置きかえる操作をする。

3.の課題(B)は, 当該セルから河道網モデルに沿って下流にセルを探索し, 当該メッシュより標高が低い最上流のメッシュを見つける。その上で, 当該メッシュと当該メッシュより標高が低い最上流のメッシュの間を河道網モデルを基に辺接続の流路を作成する。

4. まとめ

本稿において, 2次元氾濫計算モデルによる水および土砂の氾濫範囲推定に適した格子型数値地形モデルを作成する手法を提案した。この方法は氾濫解析に適した広域のDEMを比較的速やかに作成することが可能であると考えられる。

引用文献: 1) Bartok, J. Landscape studies, 2009;

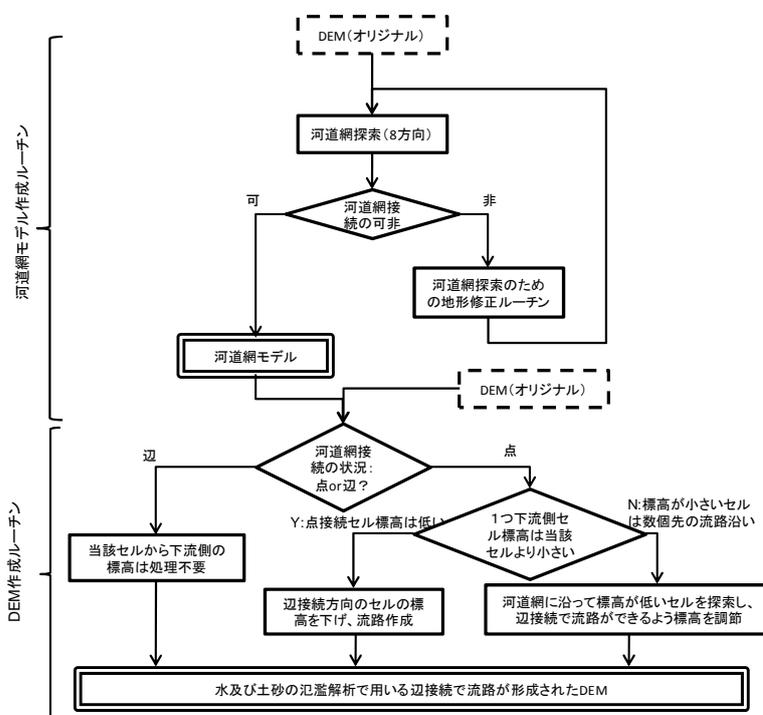


図3 提案手法のフロー

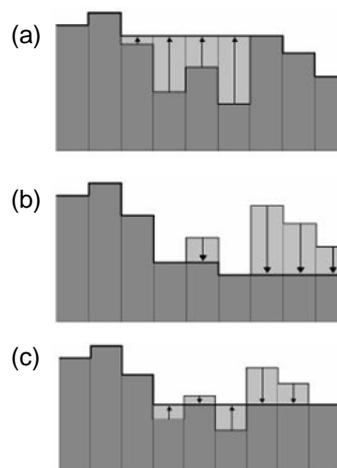


図4 河道網探索のための地形修正手法