数値標高モデルの応用による避難支援情報の生成～香川県高松市を対象として～

茨城大学大学院　学生会員　○佐藤　悠行
茨城大学地球環境共創機構　正会員　桑原　祐史

1. 序論

平成 27 年 12 月 11 日に「水防災意識社会 再構築ビジョン」が策定され減災のためハード・ソフト対策を一体的・計画的に推進することになった[1]. また，平成 30 年 7 月豪雨をはじめ，近年各地で大水害が発生していることを受け，「施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へ意識を変革し，社会全体で洪水に備える「水防災意識社会」を再構築する取組をさらに充実し加速するため，2020 年度を目途に取り組むべき緊急行動計画を改定した[2].

このような中，本研究では数値地形図データの生成方法の異なる 2 つの情報に注目した. 具体的には，合成開口レーダ，レーザプロファイラそしてライダーといったレーダ・レーザによる地表面計測データから生成される数値標高モデル（DSM:Digital Surface Model）と空中写真から生成した地形等高線から生成した数値標高モデル（DEM:Digital Elevation Model）である. 建設関連分野の計測技術の進歩に伴い，近年では自動計測プロセスを多く含み，更新性の優れた DSM による地形変化の時空間分析が行われるようになり，付随して洪水氾濫シミュレーションの基盤となる地盤高のデータも扱う時点を再現したシークエンスな地形データが使用される時代となっている. そこで注目されているのが，計測データ間の差分情報（時系列変化のデータ）や計測データから等高線データを引いた差分データである. 数値標高モデルを作成する作業工程では，被覆の情報がノイズの扱いとなるが，視点を変えると，その情報は災害からの避難を考える上で考慮すべき重要な避難阻害要因となる被覆であると言える. i-Construction が推進されている現在，学術誌論文にも少しずつ類する観点を応用した成果が報告されるようになってきているが，本来，ノイズとして扱われてきたデータを活用しようとする視点であるため，情報の精度を評価する方法や企画は現時点で存在せず，その議論は端緒の域にあると言える. そして，この観点を日本全国で活かしてゆくためには研究で採用するデータの選定も工夫する必要がある.

そこで本研究では，日本全国の多くの地域を網羅しており，更新頻度の高い国土地理院が提供する 5 m メッシュの DEM と 10 m メッシュの DEM を使用して，差分データを求める. 本研究では 5 m メッシュの DEM には被覆の情報が含まれておりノイズが存在するため 5 m メッシュの DSM と扱うものとする. 差分データから建物が区画内に内包するデータを求めることにより，建築物がどれほどの高さで，どれだけ密集しているかを定量的に判断できるデータの作成を行うことにした. さらに，全国の 141 市町村の水害ハザードマップの記載事項を国土交通省が策定した水害ハザードマップ作成の手引き[3]をもとに整理する. これらのデータを基に，避難支援情報マップを作成することを目的とする.

2. 数値標高モデルの応用による差分データの作成

2.1 数値標高モデルの補正結果と考察

本研究の簡易補正方法は，国土地理院の 10 m メッシュの DEM，5 m メッシュ DSM から公園や道路，河川敷といった本来標高に差異のでないオープンスペースを 20 点抽出し，回帰式を求めるものである. 得られた補正式を以下の式（1）に示す.

$$Y(10\mathrm{m}DEM) = 0.9939 \times x(5\mathrm{m}DSM) + 0.214 \quad (1)$$

国土地理院の数値標高モデルの高さの精度を基にすると，最大で 2.0 m 以内である. したがって，オープンスペースで得られた，+1.0 m ~ -0.4 m という補正量は，適切な範疇であると考えられる.

2.2 差分データの作成結果と考察

ArcGIS を用いてセルサイズを 10 m メッシュの DEM に合わせ差分のデータを作成した. 差分データを段彩処理したものを図-1 に示す. 図を確認すると山体に対して東西で標高に差が出ており，山体すべてに同様の傾向が見られるため，航空レーザ測量でデータ収集する際に影になった部分だと考えられる.

キーワード：DEM，DSM，避難
連　絡　先：〒316-8511　茨城県日立市中成沢町 4-12-1　茨城大学大学院理工学研究科　都市システム工学専攻

© Japan Society of Civil Engineers

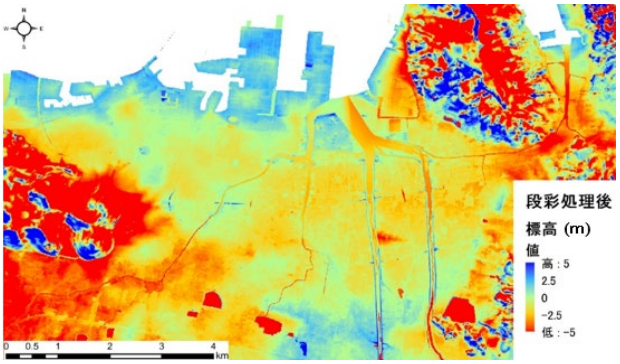

図-1 段彩処理後の高松市中心市街地周辺

そこで本研究では，最小高さから-100 m までを外れ値として処理することとする．なお，標高の値が出ていることから 5 m メッシュの DSM にはフィルタリングで除去しきれなかった，ノイズのデータが内包されていると考えられる．

3. 避難方向決定支援モデルの作成結果・考察

「建築物のデータ」及び ArcGIS を使用し，建築物が区画内にもつデータを作成する．作成した建築物が区画内にもつデータは，連続値で求められた値であり，精度の高い建物高データではないため，傾向的にまとめる必要があり再分類処理を行った．差分データを再分類したのち，データをポイントに変換し密集度を作成する．そして，ArcGIS のベースマップ，建築物の密集度データ，避難方向の目安，避難施設のデータを使用し避難支援情報を生成する．作成したデータを**図-2** に示す．

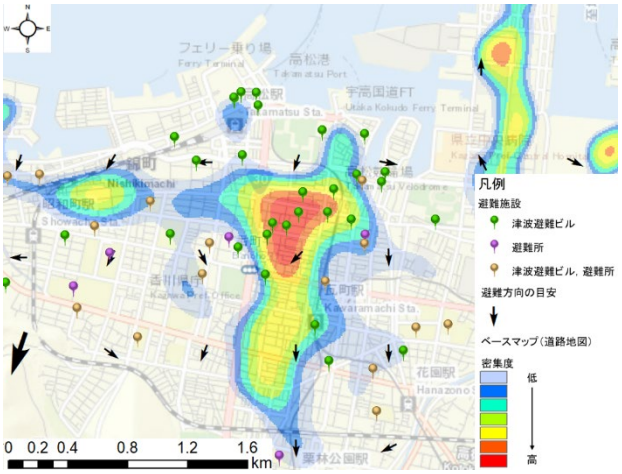

図-2 避難支援情報マップ

矢印は水災害を想定し，傾斜を上る方向かつ標高の高い方向に向いており，大きさは傾斜角の大小を表している．また，密集度は平面上の建物の個数と高さの傾向を含んだデータとなっており，避難する際に避けるのが望ましいエリアを表している．このマップに使っている差分データは精度が低く実際の建物と相関がみられるレベルのものであり，マップの実用性は，現段階では低いものである．しかし，建物の分布や高さの傾向が捉えられた差分データと密集度データを使用しているため，大まかな避難方向という部分と避けるべき地域は示すことができた．今後は，精度の高い差分データを使用することが実用性をさらに高くする要因となると考える．本研究では，その基礎となる成果が得られた．

4. 結論

4.1 研究の成果

本研究の成果は以下3点である．

1. 10 m メッシュ（DEM）と 5 m メッシュ（DSM）から，得られた標高データを用いて DSM の簡易補正式を作成し，地盤高を補正した．
2. 差分データを作成し，5 m メッシュの DSM には地表面以外のノイズのデータが内包されており実際の建築物の分布と相関がある傾向を確認した．
3. 建築物が密集している地域を避けた，大まかな避難方向の目安を示した，避難支援情報マップを作成した．

4.2 今後の展望

航空レーザ測量で得られたデータには建築物などの情報も内包されており，フィルタリング処理を行い 5 m メッシュの DEM を作成している．DSM と作成方法は類似しており，差分データから，ノイズのデータが確認され，実際の建物と相関のあるデータを作成できたが，補正処理を行ったものの実際の建物との高さの差異が大きいため，今後は，使用するデータと補正方法を工夫することが望ましい．

今後，全国各地の高精度なDEMとDSMが生成及び公開されることは，より強固なソフト対策につながると考える．

参考文献

1) 国土交通省 水管理・国土保全局：水防災意識社会 再構築ビジョン，2015.
2) 国土交通省 水管理・国土保全局：水防災意識社会 の再構築に向けた緊急行動計画の改定，2019.
3) 水害ハザードマップ作成の手引き，国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室，2016.

© Japan Society of Civil Engineers