

## 洪水災害被災地同定のための高分解能補間画像の精度検証

京都大学防災研究所 正会員 ○児島 利治 京都大学防災研究所 フェロー 寶 馨  
 京都大学大学院 学生員 増田垂未加

## 1. はじめに

災害前後の画像を比較して被災地域を特定する差分画像は、その原理や処理手順が簡便な点から大規模災害の被災範囲の把握に有効であると期待されている。しかし、従来用いられてきた差分画像生成手法では、季節による変化も抽出され、被災地域のみを特定する事は困難である。このような点から、筆者らは、差分画像に用いる災害前画像の代替として、災害直後に撮影された画像と同じ季節の状態を再現した画像(高分解能補間画像)を生成して、洪水被災地を同定する手法を提案している<sup>1)</sup>。高分解能画像では撮影困難な「災害直前又は災害後画像と同じ季節に撮影された低分解能画像」と「災害後画像とは異なる時期に撮影された高分解能画像」を組み合わせることで高分解能補間画像を生成する。しかし生成される高分解能補間画像が、低分解能画像が撮影された時期の地表面状態をどの程度再現できているかは確認できていない。本研究では、関東地方の約 3500km<sup>2</sup> の領域を対象とし、高分解能補間画像の再現精度の検証を行う。

## 2. 検証手法

表1に示す衛星画像を用いて、高分解能補間画像の再現精度の検証を行う。Landsat-7は、可視波長帯(band 1-3)、近赤外(band 4)、中間赤外(band 5,7)、熱赤外(band 6)の7つの観測バンドとパナクロマティック(Pan)モードを持つ衛星である。Terra/ASTERは、可視近赤外(VNIR; band 1-3)、中間赤外(SWIR; band 5-9)、熱赤外(TIR; band 10-14)を持つ。本研究では、Landsat-7画像から平滑化により生成した分解能 1km の画像を低分解能画像とし、ASTER画像と組み合わせることで高分解能補間画像を生成する。生成された高分解能補間画像は、Landsat-7画像が撮影された時期の地表面状態を再現した画像となっている。そこで生成された高分解能補間画像とオリジナルの Landsat-7画像の画素値を比較し、高分解能補間画像の再現精度の検証を行う。図1に本研究の流れを示す。

## 3. 高分解能補間画像生成手法の概要

高分解能画像(ASTER)は教師無し分類を行い、対象域

表1 衛星データリスト

衛星	観測バンド	分解能	撮影日
Landsat-7/ETM+	Band1-5,7	30m	1999/10/21
	Band6	60m	
	Pan	15m	
Terra/ASTER	VNIR	15m	2000/3/29
	SWIR	60m	2000/10/7
	TIR	90m	2000/12/26

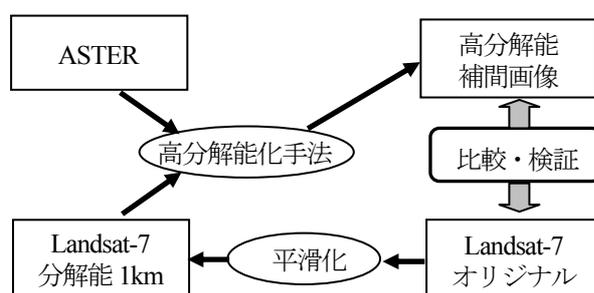


図1 検証の流れ

は  $p$  個のカテゴリに分けられるとする。低分解能画像の  $i$  番目の画素の輝度値を  $R_i(i=1\dots m; m$ は低分解能画像の画素数)とし、 $i$  番目の低分解能画像画素内のカテゴリ  $j$  の面積を  $A_{ij}$  としたとき、以下の式が成立する。

$$\frac{1}{A} \sum_j A_{ij} r_{ij} = R_i \quad (1)$$

ここで、 $r_{ij}$ は  $i$  番目の低分解能画素内のカテゴリ  $j$  の平均輝度値、 $A$  は  $i$  番目の低分解能画像の画素全体の占める面積、すなわち  $1\text{km}^2$  である。カテゴリごとの平均輝度値  $r_{ij}$ (例えば森林の平均輝度値)は、ある程度近い画素であればほぼ一定と考えられるため、式(1)は以下のように書き換えることができる。

$$\frac{1}{A} \sum_j A_{ij} r_j = R_i \quad (2)$$

ここで、 $r_j$ は、画素  $i$  近傍のカテゴリ  $j$  の平均輝度値。低分解能画像の画素値  $R_i$  と分類カテゴリの面積率が  $A_{ij}/A$  が既知であれば、式(2)の連立方程式を解くことによりカテゴリごとの平均輝度値  $r_j$  が求まる。 $r_j$  をカテゴリ  $j$  に分類された画素の画素値とすることで高分解能補間画像が生成される。

キーワード 差分画像, linear mixture model, ASTER, Landsat-7, 空間分解能

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 kojima@rdp.dpri.kyoto-u.ac.jp

#### 4. 結果と考察

図2にオリジナル Landsat 画像の画素値と高分解能補間画像の画素値を各画素で比較した散布図を示す。図2(a)は分解能 20m での比較、(b)は周囲の画素値を平滑化して分解能 100m にした画像の比較結果である。分解能 20m ではばらつきが大きい、周囲の画素値を平滑化し、画素値推定結果のばらつきや位置誤差が平滑化された分解能 100m の結果では、相関が高くなっていることが分かる。図3に高分解能補間画像と平滑化の影響を示す。VNIR, SWIR では分解能 100m で相関係数が 0.9 以上となり非常に精度が良い。VNIR, SWIR では約 100~150m の分解能でオリジナルの地表面情報を再現していると考えられる。TIR は基の分解能が 90m である事と band10-14 の相関が高く教師無し分類結果があまりよくなかったことが原因となり若干精度が劣る。

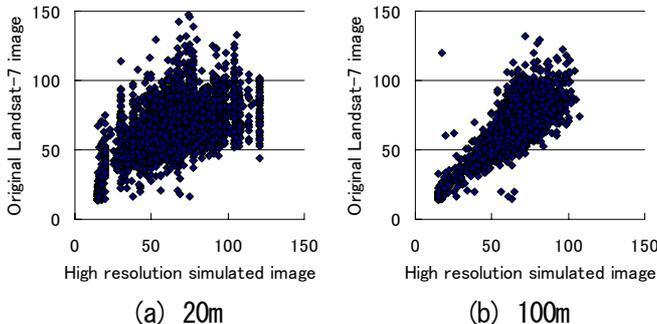


図2 オリジナル Landsat 画像と高分解能補間画像の画素値の比較

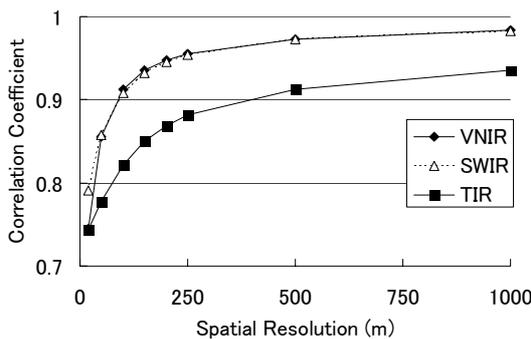


図3 補間画像の空間分解能と相関係数の関係

図4, 5に4時期の VNIR, SWIR を用いた高分解能画像の各バンドの相関係数を示す。VNIR においては、Landsat 画像と同じ秋に撮影された ASTER 画像を用いた補間画像が最も精度が良いという結果は現れず、補間画像の生成精度は撮影時期にあまり影響を受けないことが分かった。熱バンドの補間画像以外は、概ね良好な結果が得られた。SWIR に関しては、田植え時期にあたる 6 月の画像は、水田と他の水域の誤分類の結果、他の季節よりも

精度が劣るという結果が得られた。近赤外、中間赤外は可視光域よりも高精度で高分解能化できた。図3の band 3 のみ、計算の不安定性からか、負の  $r_j$  が推定されたり、全く異なる値が推定された結果、相関係数が 0 という結果が生じた。係数推定手法の改善が必要と考えられる。図6に複数の撮影時期、観測バンドの ASTER 画像を組み合わせて高分解能化を行った結果を示す。2 時期の VNIR 画像を用いた結果や VNIR と SWIR を同時に用いた結果は、単独の ASTER 画像を用いた結果より若干精度が向上した。

#### 5. おわりに

本研究の結果から、ASTER 画像の撮影時期にあまり影響を受けない高分解能補間画像は、被災地同定に有用であることが確認された。

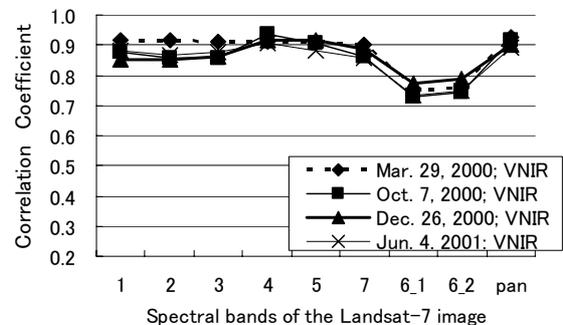


図4 VNIR を用いた高分解能化補間画像の精度

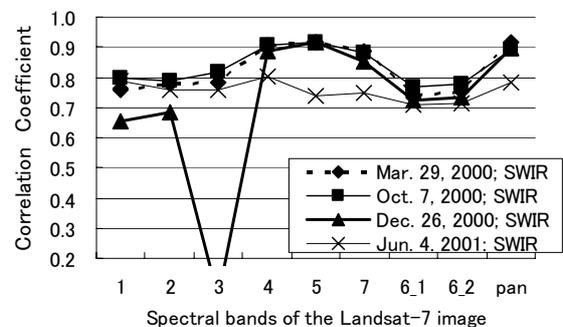


図5 SWIR を用いた高分解能化補間画像の精度

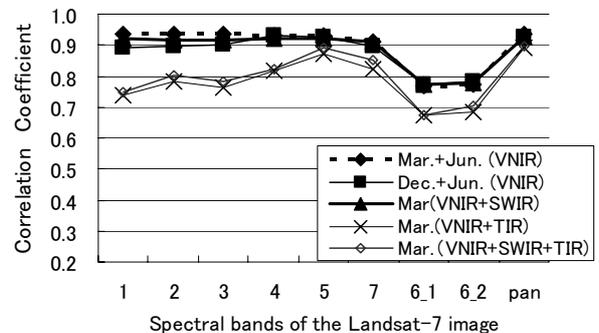


図6 複数の画像を用いた高分解能化補間画像の精度

#### 参考文献

- 1) 児島 (2004) 水工学論文集, Vol. 48, No.1, pp.427-432.