

ASTER 画像を用いた 2011 年タイ洪水における浸水域の把握

Detection of flooded areas following 2011 Thailand floods using ASTER images

○嶋影純¹・山崎文雄²
Jun Shimakage and Fumio Yamazaki

Abstract : ASTER, a moderate-resolution satellite sensor, has been used to grasp widespread disasters. In this study, false color composites, NDVI and thermal infrared images were made from ASTER's VNIR and TIR bands obtained before and after the 2011 central Thailand floods. Flooded areas were estimated by the decrease of NDVI values and surface temperatures in the daytime. Comparing the NDVI's difference and the flooded-areas' truth data, a threshold value for the NDVI's decrease was determined. As a result, the transition of flooded areas could be extracted properly from the ASTER VNIR images.

Keywords : Thailand, flood, ASTER, NDVI, thermal infrared band, threshold value, difference

1. 研究の背景と目的

2011 年秋にタイで発生した洪水では、国土の広範囲を大量の水が徐々に流下し、長期間に渡って甚大な浸水被害をもたらした¹⁾。それにより、77 都県中の 44 都県、国土面積の約 9%が浸水した²⁾。タイ中部の 7 カ所の工業団地の被災は、国際企業のサプライチェーンを寸断させ、その影響は世界中に波及した。大規模災害の迅速な把握には、広域性・瞬時性、反復性・定時性、遠隔性という特性を持つ衛星リモートセンシングを利用することが有効である。したがって、衛星画像を用いることは、この洪水のような広域災害の把握に大きな利点がある。

本研究では、まず洪水前後の ASTER データ³⁾からフォールスカラー、NDVI (正規化植生指標)、表面温度の各画像を作成する。次に、NDVI や温度の低下した箇所を判断することで浸水域を把握する。また、NDVI 値の変化と浸水域データ⁴⁾とを比較して閾値を決定し、多時期の画像に適用することにより浸水域の推移を把握する。

2. 使用したデータと解析手法

本研究では、対象地をタイ中部に位置するアユタヤ付近から首都バンコク付近を経てタイ湾に至るチャオプラヤ川の流域に設定する(Fig. 1(a))。この地域は、インドシナ半島における経済・文化・交通の中心であるとともに、タイ工業団地公社が運営する多くの工業団地が所在している(Fig. 1)。

1999年12月に打ち上げられたNASAのTerra衛星に搭載されているASTERセンサによる画像を用いる。日本の通商産業省(当時)が開発した高性能光学センサであるASTERは、可視近赤外放射計(VNIR, 地上分解能15m)3バンド、短波長赤外放射計(SWIR, 地上分解能30m, 故障中)6バンド、熱赤外放射計(TIR, 地上分解能90m)5バンドの計14チャンネルを有している。本研究において使用するのは、

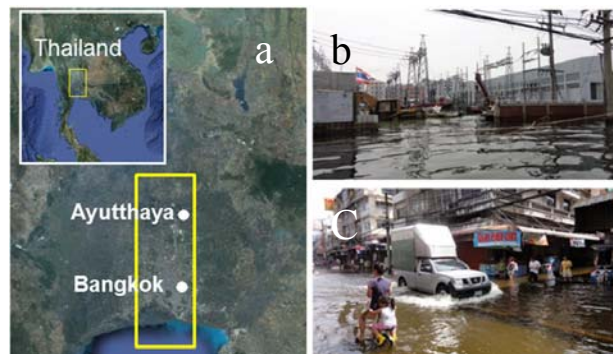


Fig. 1 (a) Study area and ground photos taken in (b) Nava Nakorn Industrial Park and (c) Bangkok city

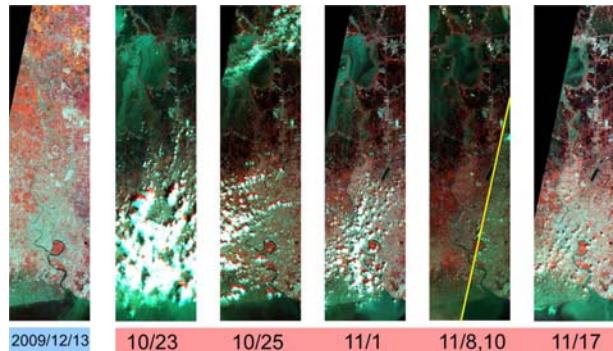


Fig. 2 Multi-temporal comparison of false color composites from ASTER's VNIR bands

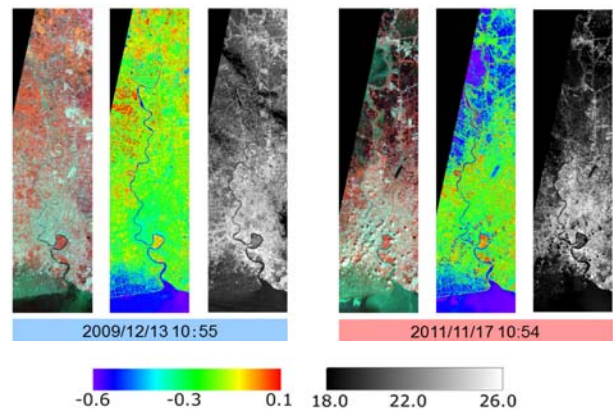


Fig. 3 Comparison of false-color, NDVI and thermal IR images by ASTER before and during the floods

¹学生会員 千葉大学 大学院工学研究科 建築・都市科学専攻

²正会員 千葉大学 大学院工学研究科 建築・都市科学専攻

(所在地 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)

(連絡先 Tel: 043-290-3528 E-mail: j.shimakage@chiba-u.jp)

このうちのVNIRのband 1 (G), 2 (R), 3 (NIR)とTIRのband 10である。事前画像としては2009年12月13日に、事後画像としては2011年10月23, 25日, 11月1, 8, 10, 17日に撮影されたものを使用する。このうち熱赤外画像も撮影されたのは、事前画像が2009年12月13日、事後画像が2011年11月1日, 17日である。いずれも、UTC(世界標準時)で3:48と4:10の間、タイ標準時で表すと10:48と11:10の間に観測された画像である。

多時期のフォールスカラー画像を Fig. 2 に示す。フォールスカラー画像では、植生の活性度が強いほど赤色が鮮やかになり、洪水による浸水域は緑色に見える。緑色の範囲が南下しており、洪水範囲が徐々に移動していることが判読できる。

異なる VNIR バンド間の分光反射率から、NDVI は次式で求まる。

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

ここで、NIR は band 3, R は band 2 の反射率を表している。NDVI は植生の活性度を表す指標で、浸水域においてこの値は低くなる。

表面温度は band 10 の値を変換することで求められる。水の熱容量は他の地表面と比較して大きいので、浸水域の昼間時の温度は周囲より低くなる。

NDVI について、事前 (2009 年 12 月 13 日) の値を $NDVI_b$, 事後の値を $NDVI_a$ とおき、差分を求める。

$$\Delta NDVI = NDVI_a - NDVI_b \quad (2)$$

と定義する。なお、 $NDVI_b$ の値が -0.4 以下の部分は、洪水とは関係のない事前からの水域と判断して計算を行わない。2011 年 11 月 17 日の $\Delta NDVI$ の累積分布と 2011 年 11 月 20 日時点の浸水域データ⁴⁾とを比較し閾値を求める。多時期の画像にその閾値を適用することによって浸水域の推移を把握する。

3. 結果

Fig. 3 は、ASTER によるフォールスカラー画像と NDVI 画像、表面温度画像の比較である。ここでは、事前画像として左に 2009 年 12 月 13 日撮影、事後画像として右に 2011 年 11 月 17 日撮影の画像を使用している。フォールスカラー画像で緑色に変化した部分と、NDVI 値および表面温度が低下した部分はほぼ一致しており、NDVI 値と表面温度の双方によって浸水域の広がりが把握できる。

浸水域データと複数の $\Delta NDVI$ 値とを比較することにより、 $\Delta NDVI < -0.05$ の範囲が浸水域とほぼ一致することが分かった(Fig. 4)。したがってこの値を浸水域の閾値として決定した。対象範囲の南側のバンコク市街地においてはやや一致しない部分もあるが、浸水域の大きな把握に関しては、この方法で十分であるといえよう。この閾値を多時期の $\Delta NDVI$ に適用したものを Fig. 5 に示す。これらの画像には雲域の影響が含まれているので、今後その影響を除去する必要がある。

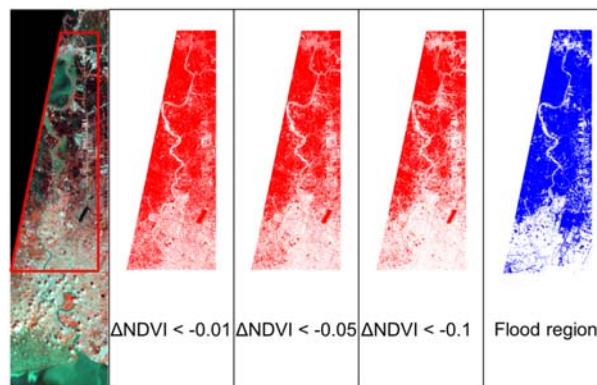


Fig. 4 Comparison of flooded areas based on different $\Delta NDVI$'s threshold values and truth data of the floods⁴⁾

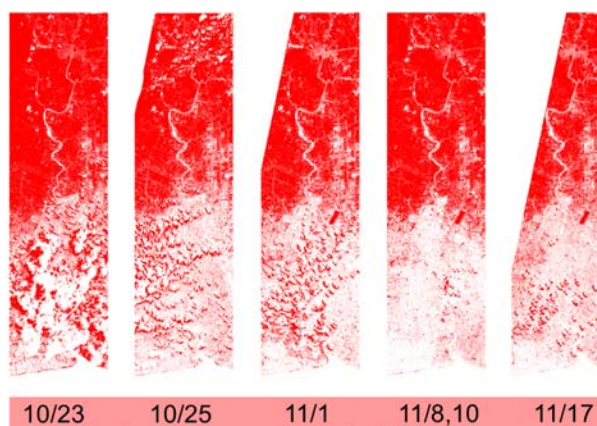


Fig. 5 Multi-temporal comparison of flooded areas based on a threshold value ($\Delta NDVI < -0.05$)

4. まとめ

本研究では、ASTER 画像を用いて 2011 年タイ洪水における浸水域の把握を行った。可視近赤と熱赤外バンドからフォールスカラー画像と NDVI 画像、表面温度画像を作成して、浸水域の広がりを把握した。事前と事後画像の NDVI 値の変化と浸水域データとの比較から、陸地が水域に変化する閾値を決定した。この閾値を多時期の事後画像に適用することで、浸水域の推移を大まかに把握し、これを浸水域データと比較して概ね良好な対応を得ることができた。

今後は、季節や気温などの要因による変動の影響を除去することや、SAR 画像を使用するなどによって、より精度の高い洪水モニタリングを行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 小森大輔：2011 年タイ国チャオプラヤ川大洪水はなぜ起こったか、盤谷日本人商工会議所報, 598, 2-10, 2012.
- 2) 日本貿易振興機構：タイ洪水に関する情報, <http://www.jetro.go.jp/world/asia/th/flood/>
- 3) GHZ GEO Grid Portal : <https://big.geogrid.org/gridsphere/gridsphere?cid>
- 4) Thailand Flood Monitoring System: <http://flood.gistda.or.th/>