

H5-17

時系列高分解能衛星リモートセンシングによるスマトラ津波被災地の長期的な再開発過程の分析

Long term analysis of redevelopment process in Sumatra tsunami disaster area by high resolution satellite remote sensing for time series

○吉原 弘一郎¹・羽柴 秀樹²
Koichiro Yoshihara ,Hideki Hashiba

Abstract: Recently, a lot of natural disasters have occurred frequently in Asian region. It is important to analyze the revival for the development of the disaster area in the future. In this study, the long term land cover changes in Sumatran tsunami disaster area were analyzed at two year intervals that before the disaster and ten years after the disaster by using high resolution satellite images. Moreover, the accuracy of the land cover classification was evaluated for each period. As a result, a few features of the land cover changes were extracted by the classification accuracy of 80% on the average.

1. はじめに

近年アジアでは自然災害が多発しており甚大な被害を被っている。特に開発途上国の被害は先進国の被害に比べ人的・経済的被害が大きくなっており、自然災害は開発途上国の発展を阻害している要因の1つと言える¹⁾²⁾。

これまで著者らは、スマトラ島沖地震の津波被害後からの土地被覆率の変化過程について異なる分解能で複数の衛星観測データを用いて時系列に使用することにより、効果的な災害からの復元過程評価が行える可能性をこれまで示唆してきている³⁾。

しかし、被災地が有している固有の土地被覆環境は十分には把握されておらず、さらに被災前を基にした、被災後の復元および開発状況について、十分な評価は行われていない。開発途上国への大規模自然災害発災とその後の復元、発展経緯をより効果的に評価する上で、被災前の被災地固有の土地被覆環境を高分解能な観測情報から詳細に把握し、被災後の最新の土地被覆環境との比較から、被災の影響と復元過程を分析することは、今後の開発途上国での開発支援を行う上で重要な評価観点と考えられる。

ここでは、被災前の土地被覆環境と被災後 10 年間で時系列的に 2 年間隔で観測された高分解能衛星画像を利用して、各時期の土地被覆をそれぞれ土地被覆分類から長期的変化を分析した。また、各時期の土地被覆分類精度を評価し、ここでの調査および分析結果の妥当性を検証した。

2. 研究方法

2.1 対象地域

開発途上国の中でも、近年GDPの上昇で都市開発が活性

化されている、インドネシアに着目し2004年12月24日に起こったスマトラ島沖地震で、被害の大きかったバンダアチェを対象地域に選定した。

2.2 使用データ

被災前と後から2年間隔ごとに2015年までに観測された高分解能衛星画像データを使用した。詳細な観測年月日や衛星名、分解能をTable.1に示す。また、調査・分析領域は5.0×5.0 (km) である。

Table.1 Multiple of Satellite Remote Sensing date

観測年月日	衛星名	分解能(m)
2004年 6月 23日	Quickbird	24×24
2004年 12月 28日	Quickbird	24×24
2006年 5月 16日	Quickbird	24×24
2008年 8月 01日	Quickbird	24×24
2010年 1月 17日	Worldview2	20×20
2012年 4月 15日	Quickbird	24×24
2015年 1月 15日	Worldview3	12×12

2.3 調査・解析方法

高分解能衛星画像を用いて、画像判読から分類項目ごとの基準データをサンプリングし、最尤分類法によって土地被覆分類した。そして、7時期の土地被覆分布率の変化から分類項目ごとの特徴を考察した。次に、カラー合成表示画像の目視判読をもとに小規模な検証領域 (300×300 (m) の矩形領域) で各土地被覆基準マップを作成し、Confusio Matrix⁴⁾⁵⁾によって分類精度を評価した (Table.2)。

3. 土地被覆分類の結果について

3.1 時系列による土地被覆率変化

Fig.1 に教師付き分類の最尤分類法によって土地被覆分

1:日大理工・院 (前)・土木 2:日大理工・教員・土木

類し、面積率を百分率で示した結果を示す。分類項目ごとに整理すると、人工構造物は被災前 2004 年 6 月から被災後 2004 年 12 月に 6.9%と減少していることが示された。しかし、被災後以降は年々上昇傾向にあり 2004 年 6 月は 29.3%であったが 2015 年には 38.6%まで上昇し、9.3%増加している傾向が示された。これは、被災から人工構造物が復元し、さらに被災前よりも都市化していることが考察された。また、植生は被災前 48.8%であったが、人工構造物同様に被災より 27.5%まで大きく減少していることが示された。そこから、2008 年頃に植生が次第に回復し、2015 年には 40.7%まで復元してきていることが示された。ここで、人工構造物の増加に伴い植生は被災前よりも少なくなってきたことが考察された。また、裸地は被災前 11.3%から被災後 32.8%まで 21.6%増加している。その後、植生同様に 2008 年を契機に減少に転じており、人工構造物や植生と異なる傾向を示している。その後、2015 年には 12.8%となり被災前に比べても大きく変わらない傾向が示された。このことから、裸地は被災前と同等の土地被覆率の状況であることが考察された。また、水域は被災後に津波の影響により増加しているが、2006 年以降には減少し一定の値を保っていることから水域分布に大きな変化はないことが示された。

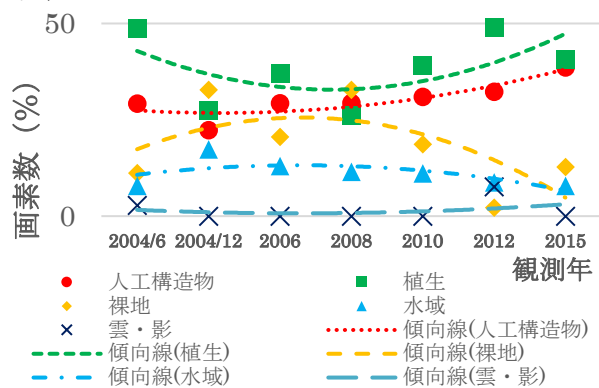


Fig.1 The change of land cover from the disaster in each areas.

3. 2 最尤法による分類精度の検証

Table.2 は Fig.1 の分類結果から土地被覆基準マップを基に、それぞれ分類精度の評価を検討し示した例である。各年の総合分類精度は 2004 年 6 月 81.6%、2004 年 12 月 77.0%、2006 年 83.1%、2008 年 81.1%、2010 年 78.5%、2012 年 83.3%、2015 年 88.9%の正当性が示された。そして、7 時期の総合分類精度平均は 82.0%となり全体的に 80%を越える結果が示された。また、7 時期の中で 2015 年の 88.9%が最も良好である。これは、人工構造物・水域・植生がプロデューサー精度ユーザー精度共に 85.0%

を越えていることから、裸地が低い値を示しても総合精度に影響がないことが考えられた。これに対して 2004 年 12 月の 77.0%が最も不安定な結果となった。これは、津波による被災直後の画像データであることから人工構造物と裸地が類似した分光特性になっているため相互に誤分類が生じやすく、人工構造物の分類精度が低下した要因と考えられた。このことから、2004 年 12 月は人工構造物の分類精度低下が総合精度に大きな影響を及ぼし平均値を下回ったことが考察された。

Table.2 Evaluation of classification accuracy by classification efficiency table

2004年12月		分類結果				Total (画素数)	プロデューサー精度 (%)
		人工構造物	植生域	裸地域	水域		
基準マップ	人工構造物	6744	48	750	0	7542	89.4
	植生域	219	1258	719	1	2197	57.3
	裸地域	1210	42	1484	1	2737	54.2
	水域	300	156	178	2635	3269	80.6
Total (画素数)		8473	1504	3131	2637	15745	
ユーザー精度 (%)		79.6	83.6	47.4	99.9		総合精度 (%)=77.0

2015年		分類結果				Total (画素数)	プロデューサー精度 (%)
		人工構造物	植生域	裸地域	水域		
基準マップ	人工構造物	28081	1955	610	113	30759	91.3
	植生域	1936	16955	653	193	19737	85.9
	裸地域	543	112	1034	0	1689	61.2
	水域	301	553	24	9760	10638	91.7
Total (画素数)		30861	19575	2321	10066	62823	
ユーザー精度 (%)		91.0	86.6	44.5	97.0		総合精度 (%)=88.9

4. おわりに

ここでの時系列分析から、分類項目ごとの特徴を抽出された。また、併せて分類精度の検証を個々に示すことができた。今後は時系列分析を基に土地被覆分布や土地被覆変化の仕方を画像間演算より差分解析を用いることで詳細に質的な変化を定量的に分析していく予定である。

ACKNOWLEDGEMENTS: WorldView-3, -2, and Quickbird images used in this study include copyrighted material of Digital Globe, Inc., All Rights Reserved.

参考文献

- 1) JICA研究所：国際協力便覧2007・第9章，p540-541.
- 2) 高原明生研究会：発展途上国における防災対応能力の強化，ISFJ政策フォーラム2012発表論文，2012.
- 3) 吉原弘一郎，羽柴秀樹：異分解能時系列衛星観測データをを用いたスマトラ島沖地震による復興・復旧過程モニタリング評価，土木情報学シンポジウム，Vol41，2016.
- 4) 萱場真太郎，越村俊一：高分解能衛星画像のオブジェクトベース解析による津波被災地マップの作成と建物被害評価。土木学会論文集B2(海岸工学) Vol. 66, No. 1, pp. 1421 - 1425, 2010.
- 5) 高木幹雄，下田陽久(編)：新編画像解析ハンドブック(第3刷)，東京大学出版会，pp. 1638 - 1642, 2011.