

## 衛星画像にみるネパール地震前後の市街化指標の比較

日大生産工(院) ○福島 滉貴 日大生産工 杉村 俊郎  
日大生産工 青山 定敬

## 1. はじめに

2015年4月25日、M7.8の大地震がネパールにて発生した。本地震は首都カトマンドゥの北東約20km地点を震源として、20cm以上の地殻変動が東西約150km、南北約100kmの範囲に広がった。カトマンドゥでは約1m以上が隆起し、約30cm西向きに変位したと認められている。地震による人的被害はネパールを始めインド、中国チベット、バングラデッシュにまで及んでいる。構造物被害も大きく、地割れが発生するなどして、主にレンガ組積の構造物が被害を受けた。ネパールには歴史的建造物や世界遺産の寺院が数多く存在しており、それらの遺産が修復不可能な損傷を受けた。現在、地震発生から2年半が経過しているが、多くの人々がキャンプ生活を余儀なくされる等、未だに十分な復旧・復興は進んでおらず、倒壊した家屋の再建も加速させなければならない状況である<sup>1)</sup>。

本研究ではLandsat-8時系列データより算出した正規化都市化指標(NDBI: Normalized Differences Built-up Index)や都市化指数(UI: Urban Index)、開発指標値 BA(Built-up Area)<sup>2)</sup>の市街化指標の変化について確認し、ALOS-2/PALSAR-2データ得られる後方散乱係数 $\sigma^0$ と市街化指標(UI,BA)とSAR強度画像の比較を行い、これらと復旧状況の関連について評価を行った。

## 2. 対象地域と使用データ

使用データは、地震発生時を挟む前後のLandsat-8 データと ALOS-2/PALSAR-2 データである。解析に使用した Landsat-8 の観測日を表 1、ALOS-2/PALSAR-2 データの観測日を表 2 に示す。これらのデータに対し、カトマンドゥを中心として北緯 27° 40'～45'、東経 85° 15'～22'30"の約 10km 四方の地域を対象として幾何補正処理を行い、主な被害状況が報告されている旧市街地と中心街から観測点 10 点(図 1)を選定し、解析を行った。

表 1 Landsat-8 観測日

| 観測日        | 経過日数 |
|------------|------|
| 2015. 1.24 | 震災前  |
| 2015. 6. 1 | 37日  |
| 2015.11.24 | 213日 |
| 2016. 2.12 | 293日 |
| 2016.11.10 | 565日 |

表 2 ALOS-2/PALSAR-2 観測日

| 観測日         | 経過日数    |
|-------------|---------|
| 2015. 1.16  | 震災前     |
| 2015. 5.15  | UBD 20日 |
| 2015. 5. 17 | 22日     |
| 2015.11.29  | 218日    |
| 2016. 1.15  | 265日    |
| 2016.10.21  | 545日    |

(observation mode: WBD, processing Level:1.5)

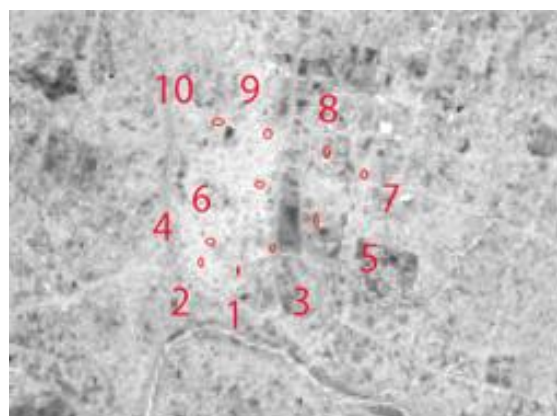


図 1 旧市街・中心街における観測点

Comparison of urbanization indexes before and after the  
Nepal earthquake by satellite images  
Koki FUKUSHIMA, Sadayoshi AOYAMA and Toshiro SUGIMURA

### 3. 衛星画像による経年変化

幾何補正処理した時系列Landsat-8データに、パンシャープン処理、及びバンド間演算処理を行った。また同様に幾何補正処理したALOS-2/PALSAR-2データに、後方散乱係数 $\sigma^0$ へと変換し、バンド間演算処理画像との比較を行った。

カトマンドゥ旧市街地(旧王宮周辺)と中心街(新王宮周辺)から選定した観測点(図1)において、時系列 Landsat-8 データから算出したUI(図2)及びBAの指標値、時系列 SAR データから算出した後方散乱係数の観測値(図3)により旧市街地と中心街の変化を比較したところ、両データともに震災前の数値が高く、震災直後では数値が落ち込む傾向は変わらなかった。これは震災前にあった構造物が地震により崩壊したためと考えられる。また後方散乱係数は、地震後から数値が上昇していることから復旧が進んでいることが推測される。

また、図4の2015年5月15日のSAR高分解能(UBD)モードデータと2015年5月17日に撮影されたSAR広域観測(WBD)モード画像から、入射角度の違いから後方散乱係数の差異が認められるが、同じパターンを示すことが確認できた。

### 4. 考察と展望

バンド間演算処理による市街化指標では震災による低下と復旧の進行状況による増加が認められる。また、後方散乱係数の変化から震災後の低下とその後の復旧の進行状況により数値が増加していることが確認できた。今回研究に使用したWBDモードデータの観測値は比較的安定しており、経年変化の比較に大きな支障は見られなかった。今後は、各指標の数値レベルで表れた差分やUBDモードデータを使用した事例等から、実際の被災状況や復旧状況と関連付け、状況把握、検討等を行う予定である。

#### 「参考文献」

- 1) ———:ネパール大地震緊急募金情報, unicef, <http://www.unicef.or.jp/kinkyu/Nepal/backnumber.html>(入手2017.9.5)
- 2) M.Kawamura, S.Jayamana and Y.Tujiko : Comparison of urbanization of four Asian cities using satellite data, Journal of Japan Society of Civil Engineers, No.608/VII-9, pp.97-105, 1998

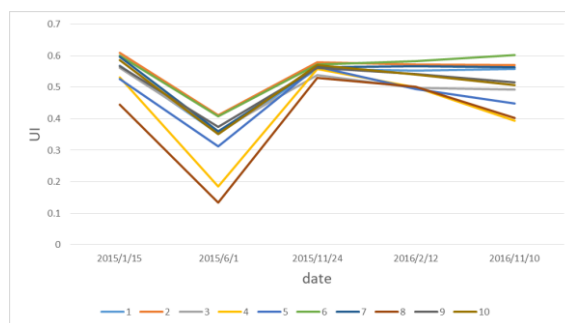


図2 時系列 UI による変化

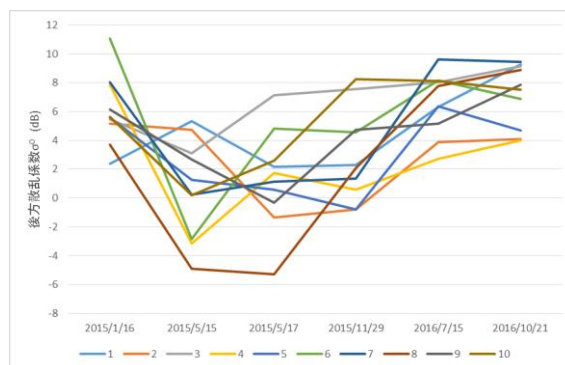


図3 時系列 HH 偏波による後方散乱係数の変化

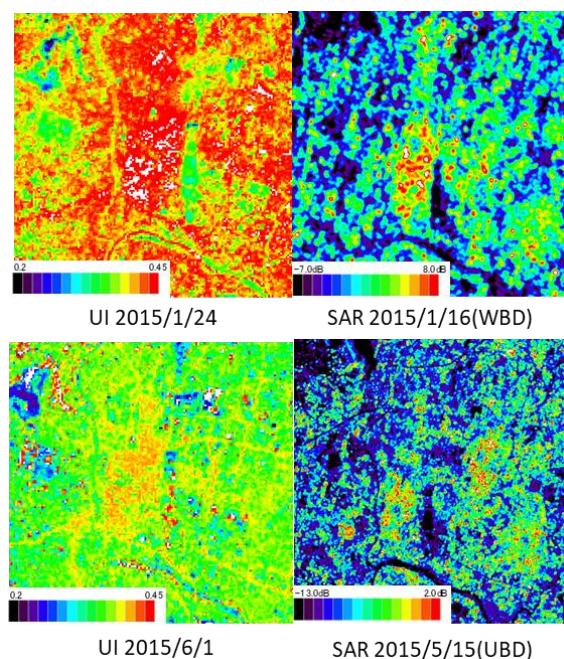


図4 UI と SAR の観測エリア(旧市街・中心街)

- 3) 松岡昌志, 山崎文雄 : 1995 年兵庫県南部地震での建物被害地域における人工衛星 SAR 強度画像の特徴, 日本建築学会構造系論文集, Vol.66, 第 546 号, p.55-61, Aug.2001