

衛星画像にみるネパール地震後の市街化指標の変化

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¹⁾。現在、地震発生から3年半が経過している。ネパールでは被災した住宅は約49万棟になるが、再建されたのは約12万棟になる。しかし政府の支援を受けずに独自で再建を進めるケースもあり、実際には政府の集計よりも進んでいると言われている²⁾。

本研究ではLandsat-8時系列データより算出した都市化指数(UI: Urban Index)や開発指標値(BA: Built-up Area)³⁾の都市化指標の変化と裸地域の推定に利用される粒度指数(GSI: Grain Size Index)⁴⁾について確認し、中心街と旧市街地の指標値と復旧状況の関連性を調査した。

2. 対象地域と使用データ

使用データは、地震発生時前後のLandsat-8データである。解析に使用したLandsat-8の観測日を表1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った。撮影条件による影響を低減するため、DN値から反射率に変換を行い、反射率からバンド間演算処理によって都市化指標(BA,UI)、粒度指数(GSI)の算出を行った。NDVI,NDBI,BA,UI,GSIの各種指標の計算式を式(1)~(5)に示す。算出した

表 1 Landsat-8 観測日

観測日	経過日数	季節
2015.01.24	91 日前	冬
2015.06.01	37 日後	春
2015.11.24	213 日後	秋
2016.02.12	293 日後	冬
2016.05.18	389 日後	春
2016.11.10	565 日後	秋
2017.01.13	629 日後	冬
2017.05.05	741 日後	春
2017.11.13	933 日後	秋
2018.01.16	997 日後	冬
2018.05.08	1,109 日後	春

$$NDVI = \frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4} \quad - (1)$$

$$NDBI = \frac{Band6 - Band5}{Band6 + Band5} \quad - (2)$$

$$BA = NDBI - NDVI \quad - (3)$$

$$UI = \frac{Band7 - Band5}{Band7 + Band5} \quad - (4)$$

$$GSI = \frac{Band4 - Band2}{Band4 + Band3 + Band2} \quad - (5)$$

データから中心街域及び旧市街地域として領域を設定しマスク処理した。マスク処理をした範囲を平均化し、中心街域と旧市街地域の数値の変化を時系列的に示し、比較を行った。

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

3. 衛星画像による経年変化

バンド間演算処理を行ったデータにカトマンドゥを中心街域と旧市街地域と分けてマスク処理を行った(図1)．まず時系列Landsat-8データから算出したBA, UI及びGSIの値をエリア毎に平均化した．図2に示す経年変化からカトマンドゥは季節ごとに日射量や大気の影響が異なるため、指標値は季節による変化が大きいことがわかった．UIを例にした結果を図2-5に示す．冬季と秋季は復興の回復状況を追うことができる．各指標の変化を追跡するには秋季から冬季にかけて適切であると思われる．中心街の復興は現地情報から回復がある程度認められている．また秋季は旧市街と中心街とで数値の差が認められ、BA,UIとGSIともに数値の変化から回復状況と指標値の変化に関連性があると認められる．

4. 考察と展望

カトマンドゥの事例ではバンド間演算処理による指標値が地震による影響で低下した後、復旧により上昇している．その傾向は復興計画に則った変化として認められる．ただし、本研究で行った調査では、図1に示す領域内の指標を平均化したため、その一部に復興が進む場所による影響が含まれる．そのため季節による変動の方が大きく、このため季節毎の比較調査が必要になった．今後は調査を継続し、復旧状況と都市化指標の関係性をより明確にすべく適切な算出方法の検討を行う予定である．

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) ———: 国土復興、道遠く ネパール地震から3年, 日本経済新聞, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO29817380V20C18A4CR0000/> (入手2018.10.15)
- 3) 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
- 4) 吉川和男, 山内信智, 清水孝一, 林真一郎, 森田真一, 板野友和, 柴山卓史, 岡島裕樹 : 地球観測衛星 ALOS (だいち) による崩壊地の抽出手法について, 砂防学会研究発表会概要集, 第 59 回, P-214

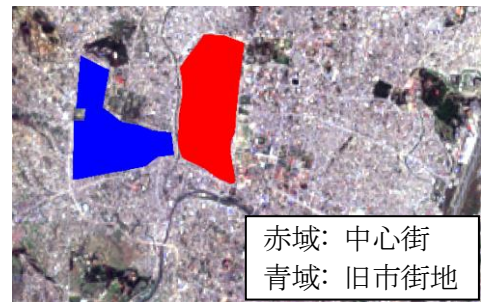


図 1 マスク処理した中心街と旧市街地

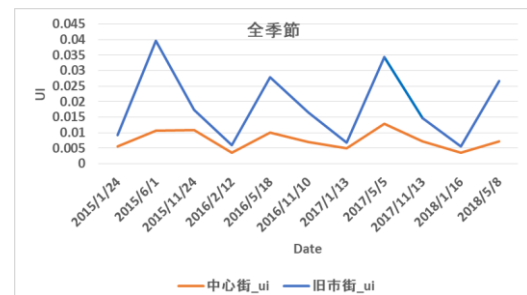


図 2 UI による時系列変化

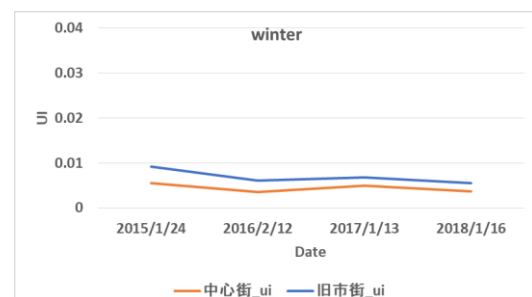


図 3 UI による冬季の変化

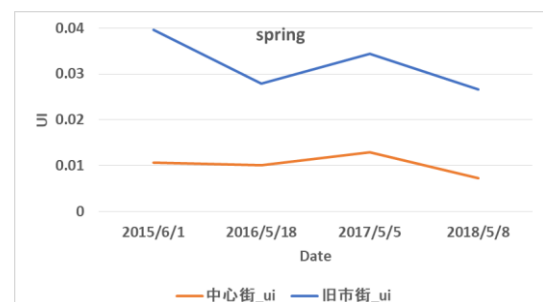


図 4 UI による春季の変化

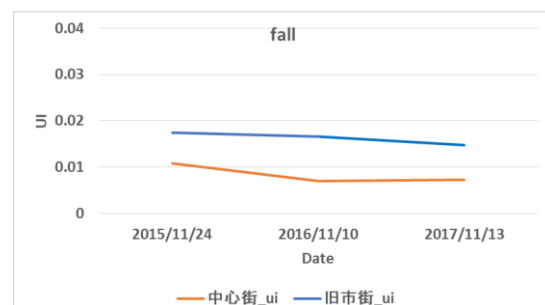


図 5 UI による秋季の変化