



ネパール地震における建物の復旧状況の調査

田畑, 智博
縄井, あゆみ
大野, 朋子

(Citation)

環境科学会誌, 32(5):164-168

(Issue Date)

2019-09-30

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

© 2019 公益社団法人環境科学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90008216>



短 報

ネパール地震における建物の復旧状況の調査

田畑 智博[†]・縄井あゆみ・大野 朋子

摘 要

本研究では、2015年4月に発生したゴルカ地震（ネパール地震）から3年半後における復旧状況を調査したので報告する。筆者らは、2018年11月に現地へ赴き、カトマンズ渓谷のカトマンズ及び周辺都市部の調査を行った。カトマンズ市内は建物被害が少なく復興が早かったものの、カトマンズ市外の都市では今なお多くの場所で住宅再建が続いていた。世界遺産であっても、寺院の再建が進行中であつたり、崩壊したまま放置されている建物もみられた。住居建物の建築資材を調査した結果、都市部における殆どの建物は、焼成レンガ・日干しレンガとRC造の柱・梁で構成されていた。ネパールでは、家族が複数世代で居住し、その都度住居の上階を増築する行為を行っていることがわかった。このような建築行為が、地震による被害を増幅させたと予想される。

キーワード：ネパール地震、復旧、世界遺産、建築資材、住居

1. はじめに

ゴルカ地震（ネパール地震）は2015年4月25日に、カトマンズ市内から北西81kmのゴルカ（Gorkha）地方を震源として発生した。地震のマグニチュードは7.6であり、死者8,970人、全壊家屋約49.9万戸、半壊家屋約25.7万戸という、甚大な被害が生じた¹⁾。復興にかかる費用は、約84億ドルにのぼると試算されている¹⁾。現地では、発生から3年半がたった2018年11月時点でも復旧が続いている。経済的事由、伝統的な建築構造、政府の支援不足等が仇となって再建が進まない点、複数の論文やNGOのレポート等で報告されている²⁻⁵⁾。本研究では、主に住宅建物を対象として、ネパール地震の復興状況を調査した結果について報告する。文化的な違いを考慮しながら、災害廃棄物処理に関する我が国の知見を適用するための考察を行う。

2. 研究方法

筆者らは、ユネスコの世界遺産として登録されているカトマンズ渓谷（Kathmandu valley）内に位置する、カトマンズ（Kathmandu、人口約100万人）、バクタプル（Bhaktapur、人口約8万人）、キルティ

ブル（Kirtipur、人口約7万人）、パタン（Patan^{注1}、人口約28万人）の各都市にて、建物の被害状況や復旧状況に関する調査を行った（図1）。調査期間は、2018年11月5～9日である。ネパールの人口は約3千万人であり、カトマンズ渓谷は約500万人が居住している。そのため、ゴルカ地震では人的・建物被害が多かった。調査では、日本語及び英語が堪能なパタン在住のネパール人ツアー・マネージャーのJeeban Shakya氏とともに行動し、被害・復旧状況に関する説明を受けた。

3. 結果と考察

3.1 被害・復旧状況の調査

地震から3年半が経過していることもあり、カトマンズ市内の建物は、ほぼ復旧していた。但し、角材を使って衡立が施されている建物が散見された（図2(a)）。ネパールでは周期的に大地震が発生しており、前回の大地震は1934年に発生した。ネパール政府は地震に対する備えとして、建物建設の際に鉄骨入りRC造の柱・梁を導入するというルールを制定した⁶⁾。このルールはカトマンズ等都市部において特に厳しい指定がなされている。Jeeban Shakya氏によると、このような対策が功を奏して、

2019年4月12日受付、2019年6月6日受理

doi: 10.11353/sesj.32.164

神戸大学大学院人間発達環境学研究科、〒657-8501 神戸市灘区鶴甲3-11

[†]Corresponding author: tabata@people.kobe-u.ac.jp

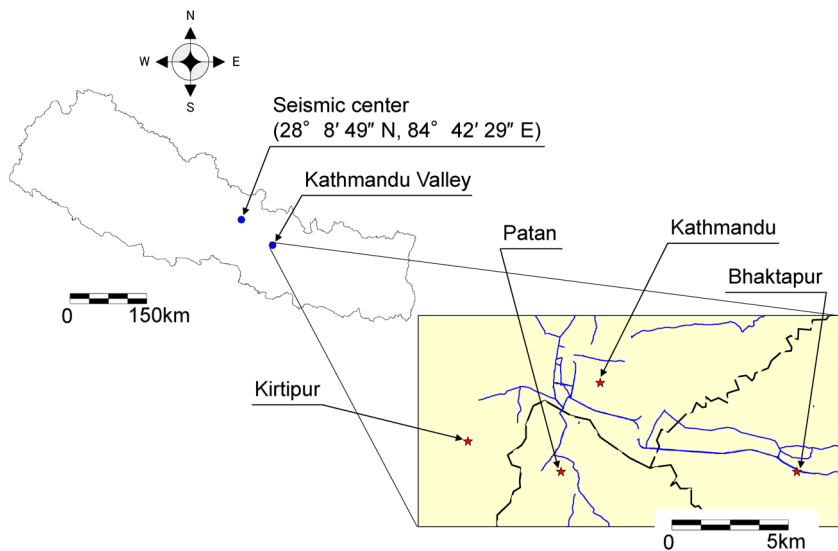


図1 調査の場所（図中の黒色は行政界，青色は主要道路を指す。）



(a) 角材で衝立された建物(カトマンズ)



(b) 倒壊したままの建物(カトマンズ)



(c) 建築途中の建物(バクタブル)



(d) 復旧作業中の寺院(バクタブル)



(e) 角材で衝立された建物(パタン)



(f) 半壊した建物に居住する少女(パタン)



(g) 建築途中の建物(キルティプル)



(h) 建築途中の建物(キルティプル)

図2 被害・復旧状況の写真（すべて筆者ら2018年11月5～9日間の撮影）



図3 建築資材（すべて筆者ら2018年11月5～9日間の撮影）

カトマンズ及び周辺都市の被害は甚大ではあったものの、カトマンズ市内の復旧は早かったとのことであった。とはいえ、調査を実施した時は、倒壊したナラヤンヒティ王宮博物館のレンガ造りの塀や世界遺産であるスワヤンブナート寺院の建物（図2(b)）の復旧作業が未だに行われているところであった。また、倒壊した状態で放置されているものも散見された。

カトマンズ市内はおおよその建物が復旧していることもあり、復興が順調に進んでいるようにみえる。しかし、他都市に行くと様子が変わってくる。古代ネワール族の都市であるバクタプル、ネパールの古都でありネパール第3位の人口を擁するパタン、カトマンズの郊外都市であり田舎の風景が残るキルティプルでは、建物の復旧は現在も進行中であった。バクタプル市内では、図2(c)のようにRC造の柱・梁を使って建築中の建物が多くみられた。また、世界遺産の建物も角材で衝立が施されているものや、復旧作業を行っている寺院もみられた（図2(d)）。これらは、日本等海外の国々からの寄付を資金源として復旧作業を行っている。これらの都市は、カトマンズほど復旧は進んでいなかった（図2

(e)～(h)）。地震からの復興はまだ道半ばである。

3.2 建築文化が災害に及ぼす影響の考察

カトマンズ渓谷における建物の特徴は、殆どの建物がレンガを資材として使用していることである。また、先述したように、都市部の建物は鉄骨入りのRC造の柱・梁がよくみられる。レンガは焼成レンガと日干しレンガの2種類があり、国内で製造されている。レンガは主に壁材として使用されており、レンガがそのまま露出している建物もあれば、漆喰を塗布してレンガを露出させない加工を施している建物もある。なお、山本ら⁷⁾はバクタプル東部で建物の外観意匠の調査を行い、焼成レンガの外壁が多数を占めることを明らかにしている。これは、本調査と一致している。建築資材の一例を図3(a)～(d)に記す。レンガは様々な寸法のものがあるが、調査地で観察したレンガは、奥行きが長方形のものと台形状のものがあった。台形状のレンガが製造されている理由は、レンガとレンガを合わせる際にできる隙間に、モルタルを挟んで接着させるためである。

ネパールの住宅は、1世帯あたり3世代が居住しており、おおよそ5～6人が生活をともにしている。

これに伴い、1棟あたり4～5階建ての無秩序な建物が多く建設されている（図3(e)）。もし兄弟間で仲違いした場合、部屋の中に壁を作って、1部屋を2部屋に分けるとのことであった。また、図3(f)のように、住宅の屋根部分に鉄骨が伸びている光景をよく目にした。これは、家族が増えて資金に余裕ができると更に上階を増築するため、あらかじめ伸ばしているのである。これもカトマンズ渓谷で多くみられる建築構造である²⁾。ネパールの住宅は当初は2階建て程度で建築するが、その時点で4～5階まで増築することを想定している。リジャルら⁸⁾によると外壁の厚さは約50cmとのことである。一方、Jeeban Shakya氏によると、増築による上層の重みによる下層の負荷を軽減するため、下層は外壁が厚く、上層にいくほど薄くなるような構造になっているとのことであった。なお、下層と上層の外壁の厚みに関しては、中野⁹⁾は実際に施工している現場を見学し、「外壁の厚さはレンガ2列分、屋上のパラベット^{注2)}は1列分しかない」と報告している。このことから、Jeeban Shakya氏の見解を裏付けることができる。

このような構造は、増築という後々のことを考えたネパールらしい合理的な建築方法である。しかし、ネパール地震ではこれが仇となり、2階以上部分が崩壊した建物が多かった。ネパール独自の文化が、結果として地震による被害を増幅させたと予想される。高台から街を眺めると、天井にトタンが設置されている住宅をよくみかけることができた。これは、上層が地震により崩壊し、応急処置としてトタンを設置することで風雨を防いでいるためである。

4. おわりに：

日本の災害廃棄物研究を発展途上国で活かすために

本報告では、主に住宅建物を対象として、発生から3年半が経過したネパール地震の復旧状況を調査した。また、住宅の建設方法や建築資材に関して日本との文化的な違いを考察した。我が国では、阪神淡路大震災や東日本大震災を契機として、災害廃棄物処理に関する多くの評価手法や発生原単位等の基礎的データが蓄積されている。ネパール地震では、建物由来のがれきを中心として900万tの災害廃棄物が発生したといわれている¹⁰⁾。ネパールでは1996年に災害廃棄物の管理に関する計画が策定されているが、廃棄物処理技術やインフラの不十分さにより、適切な管理ができていないことが指摘されている^{10, 11)}。

環境科学分野という災害関連研究といえ、災害

廃棄物発生量の推計や環境・経済的な側面を考慮した災害廃棄物処理システムの構築に関する研究が該当するであろう。筆者も上述の研究活動に携わっているが、日本で得られた知見や開発した評価手法を、ネパールにそのまま適用することはできない。例えば、発災前における災害廃棄物発生ポテンシャルの推計は住宅等の建物分布の地図・衛星データを用いるが、先述のネパール独自の建築構造の前では、上述のデータは役に立たない。また、使用される建築資材も日本と種類や量が異なることから、現地での調査が必要不可欠である。これは、アジア等の他国においても同じ状況であると予想される。元々の廃棄物処理に対する考え方や処理設備の違いも、発災後の処理に大きく影響するであろう。

2015年に提唱された仙台フレームワークでは、先進国から発展途上国への防災や災害後の復興に係る支援が重要であるとされている¹²⁾。これを考える際に、我が国の研究成果をどのようにカスタマイズして、ネパールのような発展途上国での災害研究に活かしていけるかが、重要な課題になるといえる。

注

注1 正式名はラリトプル (Lalitpur) であるが、歴史的にはバタンと呼ばれている。

注2 建物の屋上にある手すり壁。

文 献

- 1) Government of Nepal Ministry of Home Affairs
Nepal disaster report 2017, <http://drportal.gov.np/uploads/document/1321.pdf>, (accessed 2019-5-26).
- 2) 坪井壱太郎 (2016) ネパール地震の被災状況と支援・復興課題に関する研究. 2016年度日本地理学会春季学術大会発表要旨集, 100197.
- 3) 吉椿雅道 (2016) NGOの視点で見たネパール地震と山間部での耐震住宅再建の試み. 災害復興研究, 8, 53-67.
- 4) ケシャブ ラル マハラジャン (2017) 復興支援と地域社会の動向. 地理, 62, 30-36.
- 5) ビースウィンズ・ジャパン, 【ネパール】大地震から3年復興はまだ道半ば, <https://peace-winds.org/activity/nepal/12675>, (accessed 2019-5-26).
- 6) Government of Nepal Ministry of Physical Planning and Works Mandatory rules of thumb reinforced concrete buildings without masonry infill, <http://www.dudbc.gov.np/uploads/default/files/b3075826fc5515675b9f0e7d78d617cf.pdf>, (accessed 2019-5-26).
- 7) 山本直彦・高橋佳代・増井正哉・宮内杏里・向井洋一 (2018) ネパールの世界文化遺産登録都市に

- おける庇タイプから見た都市型住居の外観意匠と増築・建替えプロセス. 日本建築学会計画系論文集, 83, 263–283.
- 8) バハドゥル リジャル ホム・吉田治典・梅宮典子 (2002) ネパール各地の伝統的住宅における夏季の温熱環境. 日本建築学会計画系論文集, 67, 41–48.
 - 9) 中野裕隆 (2015) ネパール震災記. コンサルタンツ北海道, 137, 34–48.
 - 10) Dugar N., S. Karanjit, N.R. Khatiwada, S.M. Shakya and A. Ghimire (2017) Post disaster waste management: Lessons learnt from 2015 Nepal Earthquake. Proceedings of the 7th International Conference on Solid Waste Management, 1253–1266.
 - 11) Memon M.A. (2016) Disaster waste recovery and utilization in developing countries. Proceedings of the 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 143–147.
 - 12) United Nations Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030, <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>, (accessed 2019-5-26).

Nepal Earthquake —Present Situation for Reconstruction of Buildings—

Tomohiro TABATA, Ayumi NAWAI and Tomoko OHNO

(Kobe University,
3–11 Tsurukabuto, Nada-ku, Kobe 657–8501, Japan)

Abstract

This paper reports situation for reconstruction of buildings in Kathmandu valley after the 2015 Nepal Earthquake. Authors surveyed in Kathmandu and its around cities on November 2018. Although there were severe building damages in Kathmandu, the reconstruction was fast. On the other hand, reconstruction of buildings has been under way in other cities around Kathmandu. Reconstruction of temples has continued and some collapsed buildings were abandoned in even the World Heritage Sites. As building materials of residential buildings, baked and dried bricks and columns and beams of RC construction were dominant. In Nepal, multiple generations family lives in a dwelling, and they build the upper floor of the dwelling as part of renovation. Such as construction culture in Nepal was supposed to make building damage more severe by the earthquake.

Key Words: Nepal earthquake, reconstruction, World Heritage Site, building materials, dwelling