

ネパール地震関連
国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID)
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「大地震がネパールの水安全性に及ぼす影響と復興対策に関する調査・研究」
2. 研究期間：2015年7月～2016年6月
3. 主な参加研究者名：
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	風間ふたば	教授	山梨大学大学院総合研究部	代表者
共同研究者	石平博	准教授	山梨大学大学院総合研究部	水資源診断
共同研究者	西田継	准教授	山梨大学大学院総合研究部	水質診断
共同研究者	中村高志	助教	山梨大学大学院総合研究部	水質診断
共同研究者	原本英司	准教授	山梨大学大学院総合研究部	微生物診断
共同研究者	新藤純子	教授	山梨大学大学院総合研究部	社会評価
研究期間中の全参加研究者数			30 名	

ネパール側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Narendra Man Shakya	Professor	Institute of Engineering, Tribhuvan University	相手国代表
共同研究者	Suresh Das Shrestha	Associate Professor	Central Dep. Of Geology, Tribhuvan University	水質診断
共同研究者	Jeevan B Sherchand	Professor	Institute of Medicine, Tribhuvan University	微生物診断
共同研究者	Iswar Man Amatya	Associate Professor	Institute of Engineering, Tribhuvan University	水処理
共同研究者	Hari Prasad Timilsina	Senior Divisional Engineer	Ministry of Urban Development	社会評価
研究期間中の全参加研究者数			11 名	

4. 研究調査の目的

今回の大地震が生活用水とそれを支える水資源量及び上下水システムに与えた影響を調査し、水利用に関わる衛生状態、応急水処理法、代替水源の利用可能性等の緊急対応の方策を評価、提案することを目的とする。具体的には以下の調査研究を行った。

- (1) 地上・地下構造物の地震被害に対する、カトマンズ盆地の地盤構造の影響と、地震による給水施設および排水施設の被害に関する情報を集約する。また、屋根雨水等の代

替水源利用の可能性の検討とモデル計算による取水可能水量の推定を行う。

- (2) 市街地で常用されている浅井戸の水質の調査を実施し、震災前の水質データと比較することで震災による水質の変化を確認する。また、山間部の新規水源(湧水、渓流水)の探索を行い、微生物指標も含め代替水源としての評価を行う
- (3) 非常時に利用可能と考えられる水処理法の微生物評価
- (4) 地震による家庭への水供給・利用への影響およびその回復過程を評価するために、フォーカスグループディスカッション (FGD) を実施する。約 300 世帯を対象に水利用の実態や生活・健康に関するアンケート調査を行い、地震前に実施した調査結果と比較する。これらに基づいて住民の生活への地震の影響を評価する。

5. 研究調査の成果

5-1 研究調査の成果、被災地復興や今後の防災・減災への貢献

(1) カトマンズ盆地における地質・地盤構造と地震被害との関連を考察するために、簡易貫入試験ならびに常時微動観測を行った。盆地の被害は中央部より盆地周辺部で大きく、これが盆地周辺に存在する水道水源から盆地内へのパイプライン破損と関係しているが、これは地盤構造の違いによって引き起こされていること、また、盆地内で地上部の被害が少ない場所であっても水道管のような地中構造物への影響は小さくないと考えられることを指摘した。一方、地震による建物被害状況の速報値などをもとに、各給水区域における地震前後での給水量及び水需要／供給のバランスの変化を推定するとともに、その結果を地図化した。また、この推定値と水道事業体(KUKL)が行った給水施設の被害状況調査の結果を比較し、推定結果の妥当性を確認した。さらに、モデル計算と GIS 解析により各給水区域における潜在的な取水可能量(表流水・地下水資源量)を明らかにするとともに、現地調査と降雨データ、建物 GIS 情報から都市内水資源としての屋根雨水利用ポテンシャル(新規開発水量)を推計した。

(2) 地震からおおよそ3ヶ月後に市街地で常用されている浅井戸を40地点選定し、地下水の水質を震災前と比較したところ、震災の前後で地下水の水質組成に明瞭な変化は見られず、調査時点では地震によって懸念される生活排水システムの破損に伴う地下水の汚染は確認されなかった。ただし、生活排水等の混入による硝酸態窒素、アンモニア態窒素ならびに大腸菌の汚染は震災前から確認されている状況にも変わりはない。災害時の水源確保のために簡易的な水処理装置の配備や、下水設備のメンテナンスを実施する必要があるといえる。また、震災時の代替水源としてカトマンズ盆地南部の山間部の湧水を調査した結果、市街地の地下水に比べて水質的に良好であり、また湧出量も十分で、年間を通して非常用の飲料用水源として活用できる可能性があることが分かった。

(3) 大地震等の非常時に応急的に利用可能な水処理法による微生物の除去率を測定し、その利用可能性を検討した。大腸菌は、活性炭入りペットボトルを用いた簡易的な処理で98.1%、家庭用キャンドルフィルターで99.9%以上の除去が可能であった。後者は100Lを通過後の除去率が99.5%に低下し、また大腸菌フェージの除去率は最大でも18.9%と低い値を示したものの、大腸菌等の細菌の除去は十分に期待でき、非常時の水系感染リスクの低減策となり得ることが示唆された。一方、傾斜式スポンジ処理装置では、大腸菌と大腸菌群は最大でも90%程度しか除去できず、飲料水源としてより生活用水としての利用に適していると判断された。

(4) 地震直後は水供給の全くなかった地域も存在し、保存していた水、井戸、雨水の利用、タンカー水の購入などでまかなわれたこと、地震約1年後でも水利用量は地震前の55%程度で、水に関する満足度も悪化していることが明らかとなった。水利用量や満足度の変化は地域によって異なり、地震被害の大きさに加えて、各地域の地震前の水利用状況(水源の種類(水道水、井戸水など)、利用している水源の数など)にも関係していることが示唆された。

5-2 国際連携の成果

日本人研究者が現地研究者に対して、各種の調査技術を伝えた。現地の地形や地理に詳

しい現地研究者がいなければ、実情把握は難しく、またアンケート調査においては言葉の壁を超えた実情の理解は進まなかったと思われる。さらに、採取後すぐに測定をしなければならぬ微生物分析については、特に現地に分析できる人材がいることが不可欠であり、今回現地研究者を育てたことで、多くの微生物関連情報を得ることができた。

このような両国の親密な連携によって、得られた調査結果として、特に市民が多様な水源から水を確保している実態があげられる。これは盆地内の地域によっても異なるが、このような水源の多様性こそが、今回の地震のような大きな災害に対して、カトマンズが強い抵抗性を持てたことの一つの理由ではないかと考えられた。これは、今後も続く SATREPS プロジェクトの中でさらに検証を進め、地域に即した水処理装置の設置につなげることができる大きな成果である。

6. 本研究調査に関連したワークショップ等の開催、主な口頭発表・論文発表・その他成果物（例：提言書、マニュアル、プログラム、特許）、受賞等

発表/ 論文/ 成果 物等	<ul style="list-style-type: none"> ・主催したワークショップ、セミナーなど：名称、開催日 ・口頭発表：発表者名、タイトル、会議名 ・論文：著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・その他成果物（例：提言書、マニュアル、プログラム、特許）、メディア
論文	Thapa B.R., Ishidaira H., Pandey, V.P., Shakya N.M., Impact assessment of Gorkha earthquake 2015 on portable water supply in Kathmandu valley: Preliminary analysis, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), 72:161-166, 2016.
論文	Thapa, B.R., Ishidaira, H., Bui, T.H. and Shakya, N.M., Evaluation of water resources in mountainous region of Kathmandu Valley using high resolution satellite precipitation product, Journal of Japan Society of Civil Engineering, Ser. G (Environment)
論文 (査読 無し)	荒木功平, 宮本崇, 藤森弘晃, 木下顕吾, 中村高志, 西田継, 鈴木猛康：カトマンズ盆地における動的なコーン貫入抵抗と常時微動に関する一報告, 第13回地盤工学会関東支部発表会, (掲載決定), 2016年10月
口頭発 表	Sadhana Shrestha, Yoko Aihara, Sudarshan Rajbuhandari, Arun Prasad Bhattarai, Niranjana Bista, Futaba Kazama, Junko Shindo, Impact of 2015 Gorkha Earthquake on household water use and consequently on wellbeing in Kathmandu Valley, Nepal: A cohort study. Asia Pacific Academic Consortium for Public Health Conference (Sept. 16-19, 2016, Tokyo)
口頭発 表	中村高志, 西田継, 山本勇生, 風間ふたば, A. Khanal and S.D. Shrestha. アンモニア態窒素同位体比の迅速な測定法の確立と汚染された水源への適用. 2015年度日本水文科学会学術大会(茨城)