

戦略的国際科学技術協力推進事業（国際緊急共同研究・調査支援プログラム（J-RAPID））

1. 研究課題名：「想定を越える大津波からの避難の実態と対策の緊急調査」
2. 研究期間：平成23年 7月～平成25年3月
3. 支援額： 総額6,435,000円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	佐竹健治	東京大学地震研究所	教授
研究者	後藤洋三	東京大学地震研究所	外来研究員
研究者	中林一樹	明治大学大学院	特任教授
研究者	村上ひとみ	山口大学理工学研究科	准教授
研究者	市古太郎	首都大学東京大学院	准教授
研究者	三上 卓	エイト日本技術開発(株)	主査
参加研究者 計34名			

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Hery Harjono	LIPI, Earth Science	Research Professor
研究者	Deny Hidayati	LIPI, Center for Population and Manpower Studies	Researcher
研究者	Irina Rafliana	LIPI, Community Preparedness Program	Public Education Coordinator
研究者	Muzailin Affan	Syiah Kuala Univ., GIS Research Center	Head
研究者	Yudha Nurdin	Syiah Kuala Univ., Electrical Engineering Department	Lecturer
研究者	Triyono SP	LIPI, Community Preparedness Program	Researcher
参加研究者 計14名			

5. 研究・交流の目的

東日本大震災では2万人近くの住民が大津波の犠牲となった。何故逃げ遅れたのか、その実態を調査し分析することは、日本だけでなく、多くの住民が津波の脅威に曝されているインドネシアにとっても喫緊の課題である。この共同調査研究は、①インドネシアの防災施策に生かす情報と教訓を得る、②日本の被災自治体に防災復興計画立案を学術的に支援する情報を提供する、③東海・東南海・南海地震に備える施策と後世に伝える教訓を取りまとめる、ことを目的とした。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

調査対象地域として岩手県山田町（リアス海岸地域）と宮城県石巻市平野部（仙台湾沿岸の平坦地）を選定し、被災者1,350名にヒヤリングあるいはアンケートを行って津波からの避難行動を調査した。インドネシア側は独自の視点からのアンケートとヒヤリングを行った。一方、2012年4月11日にスマトラ西方沖で発生したMw8.6の地震によりインドネシア・スマトラ島バンダアチェで発生した大規模な避難騒動の調査も行い、東日本大震災におけ

る山田町・石巻市の避難と比較的に分析した。

(1) 住民の避難行動

・山田町、石巻市とも危険地域にいた住民のおよそ 20%が津波に襲われるまで避難しなかった。津波の危険性が迫るまで避難しなかった人を含めるとその数は 30-35%に達していた(死者行方不明者を含めた数値)。

・津波で亡くなった人の直前の行動を周辺にいた生存者の証言から推定した結果、石巻市では亡くなった人の 67%、山田町では 53%が自宅(滞在していた老人ホームを含む)に居たか自宅に戻ろうとしていたことが明らかになった。その内訳は、津波の危険性を甘く判断し逃げようとする意思がなかった(61%)、家族がそろいのを待っていた(6%)、体が不自由なため避難出来なかった、あいはそれに付き添っていた(22%)、そして一度逃げたのに何かを取りに戻った(11%)である(サンプル数 674)。

・甘く判断した、あるいは一度逃げたのに戻った理由は以下の様に推測される。

- ① 気象庁の予想津波高さの第 1 報(岩手 3m、宮城 6m)や津波第 1 波観測情報(20cm)が過小であったこと、
- ② 気象庁が予想津波高さを引き上げた第 2 報が早く広く伝えられなかったこと、
- ③ 津波警報に対するオオカミ少年効果があったこと、
- ④ 1960 年のチリ地震津波を住民は津波リスクを考える基準としていてそれが結果的に過小であったこと、
- ⑤ 住民が防潮堤を過信したこと、
- ⑥ 石巻市では市がハザードマップで示した予想津波浸水域が過小であったこと、

等である。

・山田町では防潮堤が未整備な地区の海岸近くの人達は逃げ足が速くほとんど亡くなっていないのに対し、山側のやや安全と思われた地域にいた人達が多く亡くなっていた。また、津波の高さはすべての地区で防潮堤より高かったが、その中でも防潮堤が倒壊してしまった地区で多くの人亡くなっていた。

(2) 情報伝達

・東日本大震災で岩手県と宮城県の沿岸部は地震の直後から停電し、大部分の住民はテレビを見ることが出来なかった。そのため、住民のおよそ 1/2 が大津波警報の発令を防災無線放送(各市町村が運営)から聞いていた。ただし、山田町と石巻市の場合、防災無線放送は聞きづらく内容も緊迫性が欠けた、との証言が多数あった。

・一方、住民の 1/4 がラジオで警報を聞いていた。ラジオ放送は聞き取りやすく情報量も豊富であるが、NHK ラジオは全国を対象に放送するため、津波警報が発令された地域の読み上げなどに追われ、気象庁が地震発生から 28 分後に発表した予想津波高さの引き上げを速報しなかった。山田町と石巻市の防災無線放送もこの引き上げ情報を放送しなかった。

・消防団は水門閉鎖や避難誘導に駆け回り、漁師は舟を救うために浜に行き、自治会の役員は残り時間を気にしながら声をかけて歩き、寝たきりの親を避難させるため家族は危険を賭して家に戻り、渋滞にハマったドライバーは車を放棄して逃げるタイミングで生死を分けた。実際にあと何分でその現場に危険な津波が到達するのか、住民はそのような情報を必要とする事がヒヤリング調査から分かった。ところが、今回のような広域災害になると、全国を見て警報を発令する気象庁とそれを全国ネットで放送する NHK の組み合わせで地域のそのようなニーズに応えることが難しい事も分かった。

提言される解決策は、速報性が多少悪いとしても、沖合に設置される波高計のデータを当該の自治体や消防署や漁協や地域の放送局が直接モニターし、実際の観測値を目で見て避難の指示を出せるようにすることである。

(3) 車による避難

・石巻市では住民の 51%が自動車での避難し、その内の 45%が交通渋滞に遭い、20%が乗車し

たまま津波に流されたか車を捨てて逃げた。幹線道路が大渋滞を起こし、直近の避難場所に向かおうとした車の避難を妨げた。その結果、避難中に亡くなった人の 2/3 は車避難者で徒歩避難者の割合より多かった。しかし、2012 年 12 月 7 日の大きな余震でも渋滞が起きた事から分かるように、車が生活の足として定着した土地柄では、車避難の抑制を呼び掛けても徹底は難しい。

実効性のある対策は幹線道路の渋滞対策であり、幹線道路と避難道路の立体交差化である。高価な対策ではあるが、日常の渋滞の解消に繋がり、高架部は津波からの避難場所にもなる。

・山田町では 36%が自動車避難で、渋滞に遭ったのは 11%であった。交差点の信号が停電で消え渋滞した、踏切で渋滞した、避難道路が狭い、脇道から幹線道路に進入しにくい、等がヒヤリングで聞かれ改善が要望されていた。

(4) インドネシア側の独自調査

・インドネシアの研究者による独自調査は、地震や津波に関わる科学技術に対する住民の意識、津波被災の歴史に対する住民の認識、住民の間での震度情報の定着と活用、等についてであった。調査はアンケートとヒヤリングにより行われ、住民は Mw9.0 の大地震と大津波を想定できなかった科学技術に対し寛容であること、多くの住民は津波被害を 1960 年チリ地震津波の経験からイメージしていたこと（それ以前のより大きな経験が具体的にはイメージされていなかった）、震度情報を経験的に理解していること、などを見いだした。

(5) バンダアチェでの調査結果

・共同研究期間中の 2012 年 4 月 11 日にスマトラ島西方沖で Mw8.6 の地震が発生した。幸い横ずれ断層型の地震であったため大きな津波は発生しなかったが、スマトラ島北西端のバンダアチェ（2013 年現在の人口約 25.6 万人）で震度Ⅳと推定される揺れが 1 分間続き、津波を恐れた沿岸部 10 万人の住民が必死に避難する事態となった。そこで、東日本大震災における調査と共通の視点で住民の避難行動を調査した。結果はバンダアチェ市当局に報告すると共に、東日本大震災における調査結果と比較し分析した。

具体的には、以下の点が両国で共通して起きていることが認められた。

- ・日常の経験から渋滞することが容易に想像できるはずでも住民の多くはバイクで避難する（バイクを自動車に置き換えれば我が国と同じ）。
- ・渋滞は幹線道路から発生しそれが避難路に波及する。
- ・やや安全と思われる（大津波の場合は安全でない）地域で避難行動が緩慢になる。
- ・子供を学校に迎えに行く行動が多発する。
- ・過半の住民は揺れで津波の来襲を推測し避難を始める。反面、揺れが小さい津波地震が発生した場合に避難を徹底できるかが懸念される。

（なお、BMKG（日本の気象庁に相当）は地震の 5 分後に津波警報を発令し、テレビ局も速報した。しかし、バンダアチェでは津波警報サイレンが鳴らず、大部分の地域が停電してテレビが見られず、我が国の防災無線放送に相当する施設もないため、多くの住民は公的な情報無しに行動していた。）

一方、以下は我が国にも参考になる点である。

- ・無線トーカーを持った通信員を擁する地域 FM 局が住民への情報提供で活躍した。
- ・住民は避難先として内陸の安全地帯を最優先で選び、避難猶予時間との兼ね合いで近隣の避難タワーや 2004 年の大津波で避難ビルとして機能した大規模モスクを次善の避難先として選択していた（避難を始める時間が遅い人が避難ビルに向かう傾向があった。そのような証言も聞かれた）。東日本大震災の場合、大部分の住民はあれほど大きな津波が来るとは思わずに行動していた。真に大きな津波が来ると感じた場合に住民はどのような行動を

執るか、東日本大震災の事例だけでは推し量れない所があるろう。

(6) 津波避難シミュレーションの検証

2009年～2002年に実施された SATREPS「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」でバンダアチェを対象にした津波避難シミュレーションが開発されインドネシア側に提供されていた。そのシミュレーションを上述した2012年4月11日の大規模避難騒動の調査結果と比較することにより検証することが出来た。その結果、開発されていたシミュレーションは渋滞の発生個所などを再現していた事が分かったが、最短距離を通らず使い慣れた道を通る住民や近くの避難ビルより内陸に向かおうとする住民の行動は再現されておらず、改良すべき点も明らかになった。

(7) 津波体験談の交流

2004年の大津波にまき込まれ辛くも生き残った少年少女の体験談話と今回の調査で収集した東日本大震災の被災者の体験談話をそれぞれ日本語とインドネシア語に翻訳し、互いに後世に伝える教訓として参照できるように公開した。

6-2 人的交流の成果

- ・日本側の現地調査には、渡航旅費確保の遅れでインドネシア側からの参加は限られたが、日本の多くの若手研究者技術者が参加し、この分野の人材育成に貢献した。日本側の研究者技術者の多くが日本地震工学会「津波等の突発大災害からの避難の課題と対策に関する研究委員会」に参加し、津波避難調査部会を構成してデータの収集、調査結果の分析を継続している。この研究委員会にはシミュレーションの普及部会と国際交流部会も設けられており、調査結果を活用した避難シミュレーションの検証とインドネシアを含む各国との交流が継続される予定である。
- ・津波避難に関するシミュレーション技術に関してはインドネシアで本調査に参加した研究者が RISTEK（インドネシア国研究技術省）から研究助成金を得て開発を継続している。
- ・バンダアチェ市当局は避難調査結果と津波避難シミュレーションを同市の防災都市計画に活用する事を希望しており、その要望を受けて JICA の 2013 年度フォローアップ支援事業「津波避難シミュレーションの改良とバンダアチェ都市計画への適用（仮称）」が実施されることになった。この事業を通じて津波避難に関わる我が国とインドネシアの研究者技術者の人的交流がさらに継続されることが期待できる。
- ・この研究交流のインドネシア側の中核機関は LIPI（インドネシア科学院）であり、東日本大震災にかかわる共同調査から得られた知見はインドネシアの津波危険地域に存在する都市の防災計画に適用されていくことが期待される。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	後藤洋三、印南潤二、Muzailin AFFAN、Nur FADLI;スマトラ北部西方沖地震で生じたバンダアチェ住民の大規模避難行動の調査と分析、土木学会論文集 A1(構造・地震工学)Vol.69 (2013), No. 4, [特]地震工学論文集, Vol.32, 2013年6月発行予定	相手国との共著論文
論文	柳原純夫、村上ひとみ;東日本大震災における石巻市内での避難行動—移動パターン・移動距離からの分析—土木学会論文集A1(構造・地震工学)Vol.69 (2013), No. 4, [特]地震工学論文集, Vol.32, 2013年6月発行予定	

論文	Goto, Y., T. Mikami, I. Nakabayashi; Fact-Finding about the Evacuation from the Unexpectedly Large Tsunami of March 11, 2011 in East Japan, Proceedings of the 15 th World Conference of Earthquake Engineering, USB memory publication, 2012, September	
論文	Goto, Y.; Fact-finding about Evacuation from the Unexpectedly Large Tsunami; Proceedings of the JAEE International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake, DVD publication, 2012, March	
報告	後藤洋三; 想定を越える大津波からの避難の実態(山田町の事例)、日本地震工学誌第15号、pp93-96、2011年10月	