

令和 4 年 9 月 6 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A)（海外学術調査）

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01631

研究課題名（和文）巨大津波後の長期的地形変化を考慮した沿岸防災機能強化

研究課題名（英文）Change of coastal geometry for long time after a giant tsunami and Strengthening disaster prevention/mitigation function

研究代表者

今村 文彦（Imamura, Fumihiko）

東北大学・災害科学国際研究所・教授

研究者番号：40213243

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,300,000円

研究成果の概要（和文）：2004年インド洋大津波や2011年東北地方太平洋沖地震津波では、巨大な外力により沿岸部で大規模地形変化が生じ、その後の復旧や復興計画に大きな影響を与えた。本研究では、タイ・スリランカ及び東日本沿岸部を対象として地形変化の長期観測・調査と数値評価を行い、将来の地形変化シナリオの予測を試みた。タイではドローンによる写真撮影・写真測量等のデータを解析し地形回復過程の関係をまとめた。スリランカでは粒度分析や古環境解析を進め古津波堆積物を認定し過去の環境の変遷を明らかにした。東北沿岸では、波前後のデータから海浜地形の変化量を推定し、土砂移動解析によりパラメータ設定と再現性の関係を明らかにできた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

復旧や復興計画に大きな影響を与えた。この影響は現在も継続しており、さらに予効変動による地盤隆起も加わり、今後数十年を超えるスケールで沿岸部の地形変化が継続するとみられる。したがって、発災後すぐに策定された復興計画は将来的な地形変化や土地利用に応じて柔軟に修正する必要がある。津波後の環境変化の中には、復旧・復興計画が策定される短期間内では評価できない影響が生じる場合がありその実態を評価出来、今後の大災害の後の復旧や復興の段階での留意点などを制することが出来た。

研究成果の概要（英文）：In the 2004 Indian Ocean Tsunami and the 2011 Tohoku-Pacific Ocean Earthquake Tsunami, large-scale topographical changes occurred along the coast due to huge external forces, which had a great impact on subsequent restoration and reconstruction plans. We conducted long-term observations, surveys, and numerical evaluations of topographical changes in Thailand, Sri Lanka, and Tohoku, and predicted future topographical change scenarios. In Thailand, we analyzed the data of photography and photogrammetry by drone and summarized the relationship of the topographical recovery process. In Sri Lanka, we proceeded with particle size analysis and paleoenvironmental analysis, recognized old tsunami deposits, and clarified past environmental changes. On the Tohoku coast, the amount of change in beach topography was estimated from the data before and after the waves, and the relationship between parameter setting and reproducibility could be clarified by sediment movement analysis.

研究分野：津波工学

キーワード：巨大津波 地形変化と回復 土砂移動 防災・減災

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

21世紀に入り世界各地で巨大津波災害が立て続けに発生した。2004年のインドネシアのスマトラ島沖地震に伴う津波（以下、2004年インド洋津波）では、最大遡上高で約40mを記録し、インド洋各国で20万人を超える犠牲者を招いた。2011年東北地方太平洋沖地震津波（以下、2011年東北津波）でも最大遡上高は約40mに達し、東北地方太平洋岸を中心に甚大な被害が生じた。巨大津波により甚大な被害は人的被害だけでなく複合的な災害をもたらし、復旧や復興計画に大きな影響を与えている。この影響は現在も継続しており、さらに余効変動による地盤隆起も加わり、今後数十年を超えるスケールで沿岸部の地形変化が継続するとみられる。したがって、発災後すぐに策定された復興計画は将来的な地形変化や土地利用に応じて柔軟に修正する必要がある。津波後の環境変化の中には、復旧・復興計画が策定される短期間内では評価できない影響が生じる場合がある。さらに、津波による直接的な地形変化は、短期的には港湾や都市の機能喪失や生態系等に大きな影響を及ぼす。その後、地形は数年内に平衡状態に戻る場合と、海底地形の変化等に伴い沿岸漂砂そのものに長期的な影響を及ぼし侵食あるいは堆積が顕著に進行する場合があるなど、その挙動は多様に変化しているため、その実態を代表的な地域で把握することは極めて重要である。

### 2. 研究の目的

2004年インド洋大津波や2011年東北地方太平洋沖地震津波では、沿岸部で大規模地形変化が生じ、その後の復旧や復興計画に大きな影響を与えた。この影響は現在も継続しており、さらに余効変動による地盤隆起も加わり、今後数十年を超えるスケールで沿岸部の地形変化が継続するとみられる。したがって、発災後すぐに策定された復興計画は将来的な地形変化や土地利用に応じて柔軟に修正する必要がある。そこで、本研究では、タイ・スリランカ及び東日本沿岸部を対象として地形変化の長期観測・調査と数値評価を行い、将来の地形変化シナリオを予測することを目的とした。そこで得られた成果や知見、さらに予測技術を活用して、現在及び将来予想される地形と土地利用状況を考慮して津波計算を実施し、建物被害関数を用いてリスク評価を行い、長期的な視点から各国の防災機関に対策の提言を行う。

### 3. 研究の方法

津波による直接的な地形変化及び津波後から現在までの地形変化（研究期間中の実測を含む）を現地で測定しその変貌を定量的に明らかにすることを試みた。その結果や知見を、最

新の分析・計算技術を駆使して解析し、将来予測も可能かを検討する。その手法を用いて、発生後の長期変化シナリオを予測し、その結果に基づきリスク評価を行うことが可能かを検討した。

タイとスリランカを対象とした理由は、申請者らによる発災後からの継続観測データを活用できるためである。東日本沿岸部を対象とした理由は、津波後の地形が自然に変化しているインド洋各国との比較のため、防波堤等の人為的対策が行われた地域も対象にする必要があるからである。本研究計画は、長期的な視点で行うべき研究であり、研究期間を5年とし以下の内容を手法として検討していった；

- ① 現地調査、観測データ、衛星画像を活用して津波直後の地形変化の実態把握を行い、申請者らが改良を進めている最新の津波土砂移動計算技術を用いて地形変化過程を検証する。
- ② 現地調査、衛星画像解析等により津波後の数年～十数年間の地形変化を調べ、現時点の地形状況を把握するとともに、将来予想される地形変化シナリオを推定する。
- ③ 衛星画像等に基づき現在の沿岸部の土地利用状況を把握し、発災前と比べて津波リスクが増減しているかを、申請者らが構築した建物の被害関数を用いて定量的に評価する。

#### 4. 研究成果

2004年インド洋大津波や2011年東北地方太平洋沖地震津波では、巨大な外力により沿岸部で大規模地形変化が生じ、その後の復旧や復興計画に大きな影響を与えた状況を整理した。さらに、タイ・スリランカ及び東日本沿岸部を対象として地形変化の長期観測・調査と数値評価を行い、将来の地形変化シナリオの予測を試みた。タイではドローンによる写真撮影・写真測量等を行い、そのデータを解析することで地形回復過程の実態を明らかにした。スリランカでは粒度分析や古環境解析を進め、古津波堆積物を認定し過去の環境の変遷も含めて明らかにした。東北沿岸では、津波前後のデータから海浜地形の変化量を推定し、改良された土砂移動解析によりパラメータ設定と再現性の関係を明らかにできた。将来予測については、地震による余効変動の影響があり、これについての評価が課題として残った。

以下が学術的な研究成果のポイントである；

1. 巨大津波の影響で大規模に変化した沿岸地形が中長期的にどう応答するのか、地形変化が沿岸地域の今後の土地利用にどのような影響を及ぼすのか、地形・土地利用の変化により津波リスクは増減したのかなどの学術的課題は、十年を超えるスケールでの観測データに基づく必要があった。
2. 実際に、津波後に地形が平衡状態に戻っていない地域も多く、この先5年程度の重点的観測が中長期的な地形変化の実態把握に極めて重要であった。
3. 人や建造物、地形等の各種条件が刻々と変化する実態が明らかにされ、今回の研究で5

年程度の期間で、被災直後に策定され始動した復興計画も必要があれば柔軟に見直すべきである。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Iwai, S., Goto, K., Ishizawa, T.	4. 巻 28
2. 論文標題 A gigantic boulder transported by the 2011 Tohoku-oki tsunami	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12321	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 山下 啓、菅原大助、門廻充侍、有川太郎、高橋智幸、今村文彦	4. 巻 75
2. 論文標題 高知県における最大クラスの津波による地形変化と潜在的影響の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_685-I_690
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Koiwa Naoto, Takahashi Mio, Sugisawa Shuhei, Ito Akifumi, Matsumoto Hide-aki, Tanavud Charlchai, Goto Kazuhisa	4. 巻 306
2. 論文標題 Barrier spit recovery following the 2004 Indian Ocean tsunami at Pakarang Cape, southwest Thailand	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geomorphology	6. 最初と最後の頁 14-324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2017.05.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 伊藤晶文・小岩直人・松本秀明	4. 巻 39
2. 論文標題 宮城県井土浦海岸における2011年東北地方太平洋沖地震津波後の地形変化:DEM,SfM MVSによるDSMおよび深浅測量データを用いた検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地形	6. 最初と最後の頁 137-147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 久松明史・菅原大助・後藤和久・今村文彦	4. 巻 37
2. 論文標題 広域での津波堆積物層厚分布を活用した2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源モデルの推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 自然災害科学	6. 最初と最後の頁 419-432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Goto, K., Haraguchi, T., Rathnayake, N. P.	4. 巻 0
2. 論文標題 Paleotsunami research along the coast of Sri Lanka	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geological Society of Sri Lanka	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 3. Kei Yamashita, Yoshiki Yamazaki, Yefei Bai, Tomoyuki Takahashi, Fumihiko Imamura, Kwok Fai Cheun
2. 発表標題 Coupled non-hydrostatic flow and sediment transport model for Investigation of coastal morphological changes caused by tsunamis
3. 学会等名 27th IUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小岩直人
2. 発表標題 地域を嫌いにならない防災教育を
3. 学会等名 日本地理学会2020年春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 壇綾女、小岩直人、伊藤 晶文、サッパシー・アナワット
2. 発表標題 小型UAV によるタイ南西部バカラン岬周辺のマクロアトルおよび津波石の空間分布把握
3. 学会等名 日本地理学会2020年春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柁谷亮太、Suppasri Anawat、山下啓、今村文彦、Gouramanis Chris、Leelawat Natt
2. 発表標題 タイ・プラトーン島を対象とした 2004 年インド洋大津波による海浜侵食とその回復要因の検討
3. 学会等名 第66回海岸工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Goto, K., Iwai, S.
2. 発表標題 Boulders moved and not moved by the 2011 Tohoku-oki tsunami
3. 学会等名 Workshop “ Understanding Extreme Nearshore Wave Events through Studies of Coastal Boulder Transport ” (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩井翔平，後藤和久
2. 発表標題 三陸沿岸部における2011年東北沖津波と津波石の堆積学的・水理学的関係
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sato, A., Goto, K., Sugawara, D., Udo, K.,
2. 発表標題 Sedimentary Features and Preservation Potential of the 2011 Tohoku-Oki Tsunami Deposits in the Shallow Sea of the Sendai Bay
3. 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梶谷亮太, Anawat SUPPASRI, 山下啓, 今村文彦, Chris GOURAMANIS, Natt LEELAWAT
2. 発表標題 タイ・プラトーン島を対象とした2004年インド洋大津波による土砂移動の解析
3. 学会等名 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤和久, Nalin, R., 今村文彦
2. 発表標題 Lessons learned from the recovery after the 2004 Indian Ocean tsunami in Sri Lanka
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 [HDS11-P01] (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Anawat SUPPASRI, Natt LEELAWAT, Titaya SARARIT, Panon LATCHAROTE and Fumihiko IMAMURA
2. 発表標題 Present situation of Thailand on tsunami disaster mitigation as improvements from the 2004 Indian Ocean tsunami
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 [HDS11-04] (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 今村文彦
2. 発表標題 東日本大震災の経験を通じた実践的防災学の展開 津波減災学への動き
3. 学会等名 海洋開発シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤晶文・小岩直人
2. 発表標題 陸上および海底地形を結合したDEMを用いた2011年東北地方太平洋沖地震津波後の海浜地形変化の解析 宮城県蒲生干潟周辺を事例に
3. 学会等名 日本地理学会春季学術大会（東京学芸大学）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	サッパシー アナワット  (SUPPASRI NAWAT)  (00648371)	東北大学・災害科学国際研究所・准教授   (11301)	
研究分担者	後藤 和久  (Goto Kasuhisa)  (10376543)	東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・教授   (12601)	
研究分担者	小岩 直人  (Koiwa Naoto)  (70296002)	弘前大学・教育学部・教授   (11101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	原口 強  (Haraguchi Tsuyoshi)  (70372852)	大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授    (24402)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協 力 者	菅原 大助  (Sugawara Daisuke)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関