

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2006～2009

課題番号：18201033

研究課題名(和文) 2004年インド洋大津波の被害実態を考慮した新しい津波工学の展開

研究課題名(英文) Development of Tsunami Engineering through experiences and features of the 2004 Indian Ocean tsunami

研究代表者

今村 文彦 (IMAMURA FUMIHIKO)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40213243

研究成果の概要(和文)：

2004年インド洋津波の実態調査を元に、沿岸環境も含めた総合的な減災を目指す新しい津波工学の分野を模索した。被災後5年間のフィールド調査結果を基に、Fragility関数を用いた津波被害推定手法の提案、流れによる漂流物や土砂移動の実態と予測モデル、さらには、マングローブなどの植生による減災効果とその限界、最後に、浸食や堆積などの地形変化も含めた沿岸環境へのインパクトと回復過程の状況を定量的に検討する事が出来た。被害実態や推定に基づく復旧・復興の視点を含めたこれらの成果は、低頻度大被害をもたらせる津波への備えや軽減技術に活かされると期待できる。

研究成果の概要(英文)：

The development of the Tsunami engineering is discussed through field investigation and analysis of the 2004 Indian ocean tsunami and its disaster. The fragility function to estimate tsunami damage on housing and human, numerical modeling of debris and sand movement by the tsunami and its current, the role of green belt such as mangrove to mitigate its impact and their limitation, and comprehensive impact on morphology and coastal environment and recovery process have been studied. The results through such researches and studies focusing on the recovery under the project should contribute the preparedness and mitigation for tsunami disaster with low frequency and high impact.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	11,800,000	3,540,000	15,340,000
2007年度	11,000,000	3,300,000	14,300,000
2008年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
2009年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
年度			
総計	39,700,000	11,910,000	51,610,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学, 自然災害科学

キーワード：沿岸環境インパクト, 普及・復興, 回復, 津波堆積物, 被害推定, マングローブ

## 1. 研究開始当初の背景

2004年12月26日に発生したスマトラ島沖

地震およびインド洋大津波による被害はインド洋全域にひろがり、死者が 23 万人、行方不明が 4 万人を超える史上最悪の地震津波災害となった。この地域には、過去 M8 クラスの地震およびそれによる津波の発生はあったが、これほどの被害規模は我々の歴史の中では初めてである。なぜ、このように広域で大規模の被害が起こったのか解明しなければならない。ハザードの規模や特徴、さらに地域での防災力さらには脆弱性との関連で議論が必要であろう。大規模なインパクトは、人間社会だけでなく、周辺環境や生態系にも影響を与えた。発生直後の短期的な評価だけでなく、中長期的に見ていくことが不可欠であり、大規模災害はインパクトが大きいがために、回復過程が複雑であり、不可逆的なものもある。浸食を受けた海岸線は未だに戻ることなく、現在も元の環境に戻っていない状態も観測されている。

我が国では、過去の多くの地震津波被害を教訓に、ハード及びソフトを融合させた総合的で効果的な津波防災対策が展開され、そこで生まれた津波工学の研究分野は世界的にも注目されている。特に、発生・伝播・遡上を含めた津波数値シミュレーションの技術の評価は高い。しかし、今回明らかにされつつあるインド洋での実態には対象していない現象もあり、これらを考慮・反映した内容に改善しなければならない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、津波というハザード予測技術をベースに、予防や減災を目指している津波工学の分野に、被害というディザスター予測 (fragility関数) を加え、人間活動 (コミュニティ) の復旧と復興、さらには、地形・生態系の破壊と修復を視野に入れた減災の技術検討 (被災後の修復過程も含む) を行うこととする。また、近年、

注目されている津波堆積物 (砂の層や岩の移動) の実態も明らかにし、過去の津波の発生頻度や履歴、さらには、挙動を推定するための検討も加える。

## 3. 研究の方法

以下の 2 項目に対して、具体的な手法を検討した。

### (1) 都市域での津波災害の整理と浸水予測モデルの改善と利活用

- ・被災主要 3 カ国において被害実態・状況を明らかにし、津波来襲状況と被害の関係を整理する (影響表の作成)
- ・沿岸での家屋被害を中心とした被害 fragility関数の提案をする
- ・バンダアチェ市をターゲットし、漂流物による家屋被害など新しい来襲状況を考慮した津波浸水モデルの改良を行う
- ・過去・現在・将来にわたる津波ハザード及び推定被害をマップに統合する
- ・統合ハザードマップに基づいた、地域計画、土地利用、防災施設、などの議論のためのデータ・情報を提供。被災地域での復興プランに役立てる

### (2) 海岸環境への影響と植生機能の評価モデルの開発と導入

- ・巨大津波により沿岸部での植生や生態に及ぼした影響を総合的に評価する (影響表の作成)
- ・植生の津波災害軽減の機能と限界の評価し、津波数値シミュレーションへの導入を図る
- ・微地形などに関連させて、津波による土砂および珊瑚岩などの移動形態を明らかにし、移動モデルを構築する
- ・過去の堆積層に残された痕跡について移動年代を炭素同位体などで測定し、この地域での有史前の津波の発生を検討する。堆

積物試料の堆積学的・古生物学的解析を構築する

#### 4. 研究成果

本研究で被害評価については、インド洋津波災害規模の広域津波被害データ（人的、家屋被害、植生被害）より、数値シミュレーション結果に基づいた被害Fragility関数を提案しその適用性の検討を実施できた。他地域の適合や一般化および複合化への適応の際の課題が残り、それを整理した。環境・生態評価、再生追跡調査については、平成20年度の調査を継続し、形成された地形を復元、砂嘴・砂州の土砂堆積変化を評価した。特に、浜堤列平野における津波時の侵食量、陸上に残存する津波堆積物の堆積量等を見積もり、地形変化と土砂移動量の定量的な把握を試みた。他の事例として国内の古津波関連（貞観津波）の調査について、津波堆積物の面的な広がりを確認し分析を行ってきた。その成果を受けて、津波襲来時の地形を復元し、津波の挙動やエネルギーの計算に資する地形データの作成を行った。災害復興プロセスの把握として、再定住地の全数調査の分析、フォローアップ調査を実施し、特に住宅供給に着目し復旧・復興のあり方について提言をまとめた。昨年12月26日で、地震と津波の発生から5年を迎えた。本研究では、当初、短期的な被害実態とその防御を主なテーマとしたが、現中長期的な影響実態を加え、さらに、復旧・復興、回復するプロセスも重要と考え、結果を加えた。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（17件）

1. Goto, K., Okada, K., Imamura, F., Numerical analysis of boulder

transport by the 2004 Indian Ocean tsunami at Pakarang Cape, Thailand. *Marine Geology*, 査読有, Vol.268, pp.97-105, 2010

2. Imamura, F., Dissemination of information and evacuation procedures in the 2004-2007 Tsunamis, including the 2004 Indian Ocean, *Journal of earthquake and Tsunami*, 査読有, Vol.3 No.2, pp.59-65, 2009
3. Koshimura, S., T. Oie, H. Yanagisawa, and F. Imamura, Developing fragility functions for tsunami damage estimation using numerical model and post-tsunami data from Banda Aceh, Indonesia, *Coastal Engineering Journal, JSCE*, 査読有, Vol.51, No.3, pp.243-273, 2009
4. Yanagisawa, H., S. Koshimura, K. Goto, T. Miyagi, F. Imamura, A. Ruangrassmsse, C. Tanavud, The reduction effects of Mangrove forest on a tsunami based on field surveys at pakarang Cape, Thailand and numerical analysis, *Estuaries, Coastal and shelf Science*, 査読有, Vol.81, pp.27-37, 2009
5. 川俣秀樹, 後藤和久, 今村文彦, 2004年インド洋大津波によるタイ・シミラン諸島でのサンゴ被害の数値的評価. *海岸工学論文集*, 査読有, Vol.56, pp.331-335, 2009
6. Koiwa, N., Tamura, t., Disaster - literacy building in high-school education of geography: An application of published geomorphic information to hamlet-scale flood-damage mitigation. *Journal of*

- the Korean School Textbook Research, 査読無, 11-21, 2009
7. Sugawara, D., Minoura, K., Nemoto, N., Tsukawaki, S., Goto, K., Imamura, F., Foraminiferal evidence of submarine sediment transport and deposition by backwash during the 2004 Indian Ocean tsunami. *Island Arc*, 査読有, Vol. 18, pp. 513-525, DOI: 10.1111/j.1440-1738.2009.00677, 2009
  8. Goto, K., Okada, K., Imamura, F., Characteristics and hydrodynamics of boulders transported by storm waves at Kudaka Island, Japan. *Marine Geology*, 査読有, Vol. 262, 14-24, 2009
  9. 後藤和久, 藤野滋弘, 2004年インド洋大津波後の津波堆積物研究の課題と展望, *地質学雑誌*. 査読有, Vol. 114, No. 12, 599-617, 2008
  10. 西畑剛, 後藤和久, 田島芳満, 高橋智幸, 今村文彦, 自然海岸における津波による土砂移動調査, *海岸工学論文集*, 査読有, 第55巻, 446-450, 2008
  11. 高橋潤, 後藤和久, 大家隆行, 柳澤英明, 今村文彦, スリランカ・キリンダ漁港を対象とした2004年インド洋大津波による土砂移動過程の解析. *海岸工学論文集*, 査読有, 第55巻, 251-255., 2008
  12. 牧紀男, スマトラ沖地震からの復興-現地再建と居住地移転-, 減災、査読有, No. 3、新建新聞社、pp. 21-29、2008
  13. 柳澤英明, 越村俊一, 宮城豊彦, 大家隆之, 今村文彦, 2004年インド洋大津波におけるインドネシア・バンダアチェでのマングローブ林の潜在的減災効果, *海岸工学論文集*, 査読有, 第54巻, pp. 246-250, 2007
  14. K. Huda, N. Yamamoto, N. Maki and S. Funo, Rehabilitation of Urban Settlements in the Early Reconstruction Stage after a Tsunami -A Case Study of Banda Aceh Municipality in Indonesia -, *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 査読有, Vol. 6, No. 1, pp.103-110, 2007
  15. 今村文彦, 後藤和久, 過去の災害を復元し将来を予測するためのアプローチ-津波研究を事例に-. *第四紀研究*, 査読有, Vol. 46, pp. 491-498, 2007
  16. 越村俊一, 巨大津波災害の広域被害評価, *第四紀研究*, 査読有, Vol. 46, pp. 499-508, 2007
  17. 高橋智幸, 小沼知弘, 2004年インド洋大津波が示した現在の津波警報システムの問題点, *海岸工学論文集*, 査読有, 第54巻, pp. 256-260, 2007
- [学会発表] (計2件)
1. 牧紀男、山本直彦、インド洋大津波後のインドネシアにおける住宅再建 その2 居住地移転を伴う再建、日本建築学会大会学術講演梗概集F-1分冊、pp. 323-324、2008年9月18日、広島大学（東広島市）
  2. 山本直彦、牧紀男、バンダアチェ市（インドネシア）におけるスマトラ沖地震後の復興住宅供給-国連人間居住計画 UN-Habitatの供給事例を中心として、日本建築学会大会学術講演梗概集、F-1分冊、pp. 1359-1360、2007年8月30日、福岡大学（福岡市）
- [図書] (計2件)
1. Imamura, F(共著), R. Shaw & R. R. Krishnamurthy ed., *Disaster Management- Global challenges and local*

solutions, Tsunami Risk Reduction,  
pp. 38-47, ISBN978-81-7371-656-0,  
Universities Press, 2009

2. Imamura, F. (共著), Tsunami to  
survive from Tsunami, Advanced  
series on ocean engineering,  
pp. 241-296, Vol. 32, World Scientific,  
ISBN-13 978-981-4277-47-1, 302p.,  
2009

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

今村 文彦 (IMAMURA FUMIHIKO)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 40213243

### (2) 研究分担者

箕浦 幸治 (MINOURA KOJI)

東北大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 10133852

宮城 豊彦 (MIYAGI TOYOHICO)

東北学院大学・教養学部・教授

研究者番号: 00137580

松本 秀明 (MATSUMOTO HIDEAKI)

東北学院大学・教養学部・教授

研究者番号: 30173909

越村 俊一 (KOSHIMURA SHUNICHI)

東北大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 50360847

牧 紀男 (MAKI NORIO)

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号: 40283642

高橋 智幸 (TAKAHASI TOMOYUKI)

関西大学・社会安全学部・教授

研究者番号: 40261599

後藤 和久 (GOTO KAZUHISA)

千葉工業大学・惑星探査研究センター・

上級研究員

研究者番号: 10376543

小岩 直人 (KOIWA NAOHITO)

弘前大学・教育学部・准教授

研究者番号: 70296002

### (3) 連携研究者

菅原 大助 (SUGAWARA DAISUKE)

東北大学・大学院理学研究科・GCOE研究

員

柳沢 英明 (YANAGISAWA HIDEAKI)

東電設計株式会社・社会基盤・社員