

機関番号：24402
 研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2008 年度 ～ 2010 年度
 課題番号：20403002
 研究課題名（和文） インド洋大津波の再来間隔の解明—スリランカ古津波調査

研究課題名（英文） Geological survey for the recurrence interval of the tsunami in the Indian Ocean at Sri Lanka

研究代表者
 原口 強 (HARAGUCHI TSUYOSHI)
 大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授
 研究者番号：70372852

研究成果の概要（和文）：インド洋における巨大津波の再来間隔の推定を目的とし、スリランカ南西～東海岸で陸上・湖底掘削を実施して連続柱状試料を採取した。掘削コアには、泥炭層の間に海洋起源のプランクトンを含む砂層が複数層存在し、年代測定の結果、南東部では最大 7000 年ほどの地質記録が得られること、およそ 600-1000 年の間隔で津波起源と考えられる砂層が堆積していることが明らかになった。南東部を対象とした数値計算の結果、現地の痕跡をよく再現でき、津波堆積物の分布も説明ができることがわかった。

研究成果の概要（英文）：We took drilling core samples at some locations from southwest to east coasts of Sri Lanka to estimate the recurrence interval of large tsunamis in the Indian Ocean. Possible tsunami sand layers intercalated in the peat layer in each core. Our study revealed that the possible tsunami layers were deposited every 600-1000 years interval in the 7000 years sedimentary record. The distribution of the tsunami deposits can be explained by the numerical modeling results.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2009 年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2010 年度	2,500,000	750,000	3,250,000
年度			
年度			
総計	9,100,000	2,730,000	11,830,000

研究分野：自然災害科学

科研費の分科・細目：

キーワード：インド洋大津波，スリランカ，巨大津波，再来間隔，津波リスク，津波堆積物

1. 研究開始当初の背景

インド洋における過去の巨大津波の発生時期と再来間隔を知ることは、将来の津波リスクを確率的に評価し、必要十分な防災対策

を講じるために極めて重要である。2004 年インド洋大津波以降に国内外の複数グループにより同様の研究がインド洋各国で試みられている。しかしながらインドネシア周辺は

大小様々な地震津波を受ける位置にあり、それらの中から巨大津波のみを識別するのは不可能に近い。

一方、スリランカでは海溝型地震は皆無で上記のノイズが無視できる。したがって、スリランカで見つかる津波堆積物はそのままインド洋における過去の巨大津波の発生時期を示している可能性が極めて高い。この点がインド洋の他の地域に比した時のスリランカの大きなアドバンテージである。

2. 研究の目的

本研究の目的は①2004年インド洋大津波規模の津波が過去にいつ起きたのかを調べ、その再来周期を推定すること、②古津波発生当時の海水準・海岸線の推定を行った上で津波遡上計算を実施し、津波堆積物分布を説明しうる津波波源を推定すること、である。

3. 研究の方法

津波堆積物からの再来周期の復元を行うには、(1)最近の数千年間の堆積物記録が連続的に得られること、(2)湖沼等の普段は静穏な環境であること、(3)過去においても津波以外に海起源の砂粒子が堆積し得ないと考えられる場所であること、等々が重要条件である。

本研究では、これらの条件を満たすスリランカ南部～南東部（ディクウェラ、ハンバントータ、キリнда）および治安が回復した東部（ペリヤカラプア、キニヤ）のラグーンで最大8mの深度の掘削を行なった（図1）。

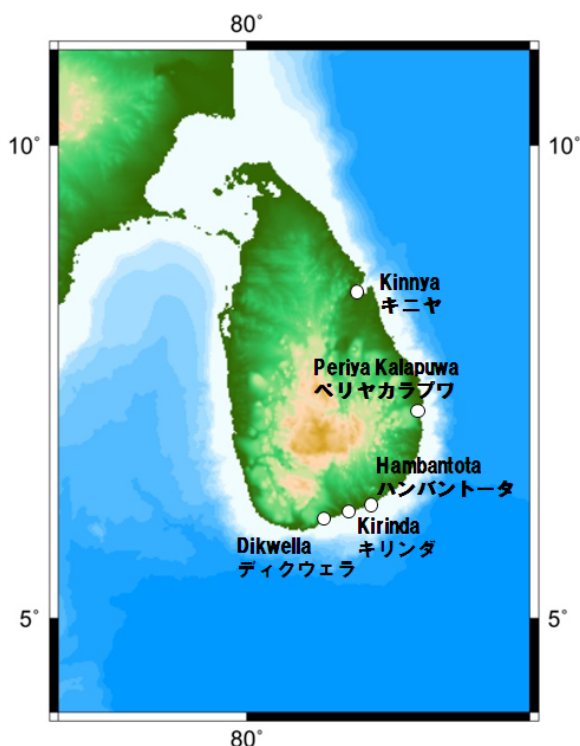


図1 スリランカにおけるコア掘削地点

採取したコアは堆積物のコア半割と記載の後に、写真撮影、帯磁率等の測定、砂層の粒度や含有物の分析を実施した。堆積物の年代は放射性炭素年代測定により行うこととし、全有機炭素年代測定を行うため、東京大学にて有機物の燃焼およびグラファイト作成ののち、加速器質量分析装置を用いて年代決定をおこなった。

南東部のキリнда漁港を対象として津波遡上計算と土砂移動計算を行なった。

4. 研究成果

コアを採取したハンバントータ・カラガンラグーンでは、約7000年分の連続柱状試料を取得することができ、約4000年前に堆積速度が大きく変化する事象が起きたことが明らかになった（図2）。4000年前から現在までは堆積速度が極めて遅く、津波による砂層を識別するのは困難であった。一方、約5000年前より以前では、各コアで対比可能な砂層が堆積していることがわかった。これらの砂層は、上方細粒化傾向を示すことや、海成のプランクトンなどを含むことから、津波により外洋からもたらされたものである可能性が高いと考えられる。

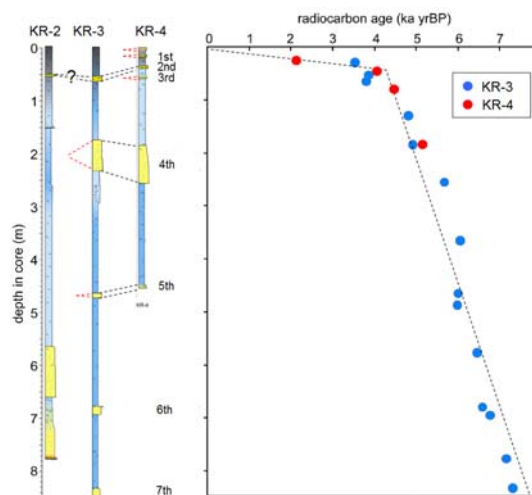


図2 スリランカ南東部ハンバントータのカラガンラグーンにおける掘削コアと年代値（掘削コアおよび年代値には我々の先行研究による結果を一部含む）。

同様の砂層は、ディクウェラやキリнда地域でも確認され、一部は3地域間で対比可能であることがわかった（図3）。

東部のペリヤカラプアラグーンでは水深1mの湖底から4mのコア（約4000年分）を採取した。この地点では目撃証言等から約5mの津波が来襲している。表層には2004年のインド洋津波堆積物と認定される砂層が確認された（図4）。しかし、これより下位は細砂混じりのシルトが主体で明瞭な津波堆積

物は認定できなかった。東北部のトリンコマリ南部のキニヤラグーンでは水深 50 cm の湖底から 2.5m のコアを採取し、1.8~1.9m 付近に約 10 cm 厚さの明瞭な津波砂層を発見した(図 4)。

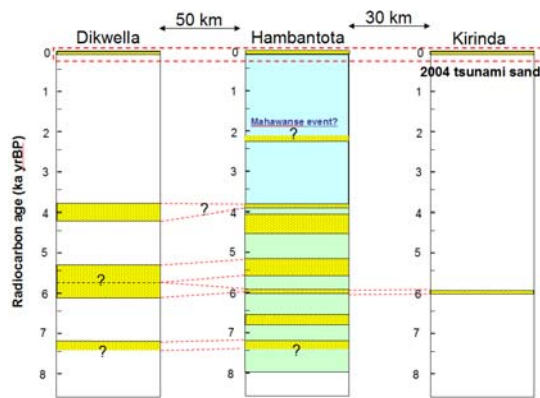


図 3 スリランカ南部～南東部、ディクウェラ、ハンバントータ、キリンダでの津波堆積物の対比図。(掘削コアおよび年代値には我々の先行研究による結果を一部含む)。



a. 2004津波砂 b. 過去の津波砂

図 4 ペリヤカラプアラグーン表層部の 2004 年津波砂と、キニヤラグーンで発見された厚さ約 10 cm の過去の津波砂

2004 年インド洋大津波を対象として、南東部キリンダ漁港における遡上計算および土砂移動計算の結果を実施した(図 5)。その結果、砂丘前面部での堆積物付加や防波堤内での侵食などの特徴をよく説明できることが明らかになった。また、陸上の津波堆積物分布も、本モデルで定量的に説明できることがわかった。キリンダ地域では、約 6000 年前に起きたと考えられる津波により堆積した砂層を発見しているが、当時の海岸線や地形の復元を行なえば、この砂層を形成した古津

波の規模(2004 年インド洋大津波に匹敵する規模だったのか)を明らかにすることができると考えられる。

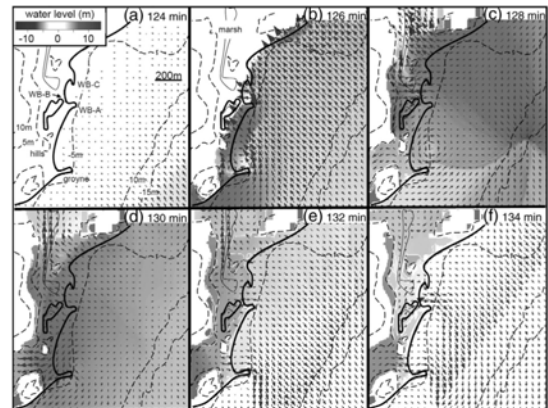


図 5 キリンダ地域を対象とした津波遡上計算結果. 2004 年インド洋大津波によりもたらされた津波堆積物の分布を説明できる。

堆積物の年代測定結果と深度プロファイルから、最終融氷期の全球的な海水準上昇がおおよそ 4000 年前まで続いたことが示唆される。地球の粘弾性構造モデルを用いたアイソスタシー計算結果と組み合わせることで、津波堆積物にともなう堆積物の保存と、海水準変動に伴う堆積環境変化を区別することが可能である。そのため、本研究結果と先行研究による過去の旧汀線指標とを、前述の物理モデルと比較することにより、スリランカ南部の固体地球モデルについて検討を開始した。予察的な結果からは、観測値をうまく説明できる構造モデルは、地殻の厚さが 30km で、上部マントルおよび下部マントルの粘性がそれぞれ、 5×10^{20} パスカル・秒と 10^{22} パスカル・秒であることが明らかになってきた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

- (1) Goto, K., Takahashi, J., Oie, T., Imamura, F., 2011, Remarkable bathymetric change in the nearshore zone by the 2004 Indian Ocean tsunami: Kirinda Harbor, Sri Lanka. *Geomorphology*, Vol. 127, 107-116. (査読あり)
- (2) Yokoyama, Y., M. Koizumi, H. Matsuzaki, Y. Miyairi and N. Ohkouchi (2010). Developing ultra small-scale radiocarbon sample measurement at the University of Tokyo. *Radiocarbon*, 52, 310-318. (査読あり)
- (3) PALSEA (PALeO SEA level working group) (2010). The sea-level conundrum: case studies from palaeo-archives. *Journal*

of Quaternary Science, 25, 19-25. (査読あり)

- (4) Araoka, D, M. Inoue, A. Suzuki, Y. Yokoyama, R. L. Edwards, H. Cheng, H. Matsuzaki, H. Kan, N. Shikazono and H. Kawahata (2010) Historic 1771 Meiwa tsunami confirmed by high-resolution U/Th dating of massive Porites coral boulders at Ishigaki Island in Ryukyus, Japan. 11, Q06014. (査読あり)

[学会発表] (計 5 件)

- (1) 後藤和久, 高橋潤, 大家隆行, 今村文彦, 津波による浅海域での土砂移動現象—スリランカ・キリンダ漁港の例—. 第七回日本堆積学会 (2009年, 3月28日, 大阪).
- (2) Goto, K., Haraguchi, T., Ratnayake, N. P., Amarasingha, A. V. P., Yokoyama, Y., Tsujimoto, A., Yoshinaga, Y., Takahashi, J., Imamura, I.: "A Sedimentary Record of the Tsunami Recurrence in Sri Lanka." International symposium on: Estimating the Recurrence interval and behavior of tsunamis in the Indian Ocean via a Survey of Tsunami related Sedimentation.. (2009年3月19日, つくば)
- (3) Ratnayake, N. P., Vijitha, A. V. P., Goto, K., Haraguchi, T. Sedimentary records and the environmental impacts of the 2004 Indian Ocean tsunami at Sri Lanka. Symposium: for Estimating the Recurrence Interval and Behavior of Tsunamis in the Indian Ocean via a Survey of Tsunami-related Sedimentation. (2009年3月19日, つくば)
- (4) Vijitha, A. V. P., Ratnayake, N. P., Goto, K., Haraguchi, T. The overview of the joint research project for the paleo-tsunami deposits in Sri Lanka. Symposium: for Estimating the Recurrence Interval and Behavior of Tsunamis in the Indian Ocean via a Survey of Tsunami-related Sedimentation. (2009年3月19日, つくば)
- (5) 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. 海岸工学講演会 (2008年11月14日, 富山).

[図書] (計 2 件)

- (1) 横山祐典 朝倉書店 2010年 古生物学事典第2版 分担執筆: "年代測定" p399-400
- (2) 横山祐典 朝倉書店 2010年 古生物学事典第2版 分担執筆: "放射性炭素年代値" p462

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原口 強 (HARAGUCHI TSUYOSHI)

大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号: 70372852

(2) 研究分担者

横山 祐典 (YOKOYAMA YUSUKE)

東京大学・海洋研究所・准教授

研究者番号: 10359648

後藤 和久 (GOTO KAZUHISA)

千葉工業大学・惑星探査研究センター・上

席研究員

研究者番号: 10376543

(3) 連携研究者

なし