

12-10 インド洋における過去の巨大地震・津波

Past giant earthquakes and tsunamis in the Indian Ocean

藤野滋弘 (筑波大学 生命環境系)

Shigehiro Fujino (Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

1. はじめに

2004年に発生したインド洋地震津波以降現在まで、タイ南西部やスマトラ島北部、メンタワイ諸島北部、アンダマン諸島といったインド洋東部スンダ海溝沿いの地域で津波堆積物や隆起サンゴ、海岸段丘を用いた古地震・津波履歴復元の研究が盛んに行われてきた。インド洋東部における地震・津波の歴史はほとんどが19世紀以降のものに限られ、インド洋地震津波以前にはこれほど大きな地震と津波が発生するとは考えられていなかった。しかし近年の研究により得られた過去2千年間程度の地質記録はインド洋地震と同様の地震が過去にも繰り返し発生していたことを示しており、それらの発生時期も徐々に明らかにされつつある。本稿ではこれら最近の研究成果をまとめる。

2. 各地域における研究の要約

2-1. タイ, Phang Nga 県, Phra Thong 島における古津波堆積物の研究

Phra Thong 島は海浜が海側に前進することによってできる浜堤平野であり、2004年の津波はこの島の広い範囲を津波堆積物で覆った。Phra Thong 島の堤間湿地の有機質泥層中に過去の津波によってできた砂層の存在が Fujino et al. (2008, 2009)によって指摘され、Jankaew et al. (2008)や Prendergast et al. (2012)によって古津波堆積物の枚数や分布範囲、堆積年代など詳細が明らかにされた。Jankaew et al. (2008)は 2500–2800 年前以降に堆積した3層の古津波堆積物 (Sheet B, C, D) (2004年インド洋津波の堆積物を含まない) を発見し、それらの内最も新しいもの (Sheet B) について 530 \pm 40, 550 \pm 40, 570 \pm 40 yrBP という放射性炭素年代測定値を報告した。適切な分析対象物質が得られなかったため3層の内、古い2層 (Sheet C, D) については放射性炭素年代測定では結果が出なかったが、Prendergast et al. (2012)は OSL 年代測定によってこれら3層の砂層の年代を求めた。その結果、最も新しいもの (Sheet B) は 350 \pm 50, 380 \pm 50 yrBP, 二番目に新しいもの (Sheet C) は 1410 \pm 190, 990 \pm 130, 最も古いもの (Sheet D) は 2100 \pm 260, 2540 \pm 350 という値を得た。

スンダ海溝で発生した津波が Phra Thong 島に到達するためには少なくとも M 8.5 の規模の地震が発生する必要がある (Lovholt et al., 2006)。しかし M 8.5 の場合でも Phra Thong 島における津波は浜堤を乗り越えて超える高さ数 m にすぎず (Lovholt et al., 2006; Jankaew et al., 2008), 見つかった堆積物を残した津波は 2004 年のものと同様に非常に大きな規模であったと想像される。

2-2. インドネシア, Aceh 州, Meulaboh 近郊における古津波堆積物の研究

Monecke et al. (2008)はスマトラ島北部 Meulaboh 近郊の浜堤平野で古津波堆積物調査を行い、2004年インド洋津波の堆積物の下位に3層の古津波堆積物 (Unit A, B, C) を発見した。この場所では 2004年の津波が海岸線から約 2 km まで到達した。放射性炭素同位体年代測定を行った結果、最も新しい層 (Unit A) の下位から AD 1490–1950, AD 1640–1950, 二番に新しい層 (Unit B) の下位から AD 1290–1400, 上位から AD 1510–1950, 最も古い層 (Unit C) の下位から AD 780–990, 上位

から AD 1000–1170, AD 1050–1270 という結果を得た。最も新しい古津波堆積物 (Unit A) は AD 1907 に発生したことが知られている津波のものと推定される (Monecke et al., 2008) が、それよりも下位のもの (Unit B, C) は歴史上記録されていない津波によってできたものと考えられる。

2-3. インドネシア, Aceh 州, Simeulue 島における隆起サンゴの研究

2004 年の地震の破壊域の南端にあたるスマトラ島北部沖の Simeulue 島において Meltzner et al. (2010) は隆起サンゴを用いて地震時、地震間の隆起・沈降履歴を調べた。これは海面付近まで成長するサンゴの群体を切断し、断面の X 線写真を撮影して群体の鉛直方向への成長の時系列変化 (相対的海水準の時系列変化) を調べる手法である。群体の年縞計数と U/Th 年代測定を組み合わせることで隆起・沈降の起きた年代を非常に高い精度で測定できることや群体が成長していた期間の相対的海水準変化を連続的にとらえることができるのがこの手法の利点である。

Simeulue 島北部におけるサンゴ群体はこの地域が AD 1394 前後, AD 1430 前後, AD 1450 前後に隆起していることや、それらの内 AD 1450 前後の隆起は 2004 年の地震と同じかそれ以上であったことなどを示していた (Meltzner et al., 2010)。また、詳細は不明であるものの、AD 956 前後にもこの地域で隆起があったことも分かった。

これら隆起サンゴの記録は 2004 年の地震の破壊域の南端にあたる地域でいまだに歪みが残っていることを示している (Meltzner et al., 2010)。例えば coupling factor を 0.8 と仮定した場合この地域で 1450 年以降蓄えられた歪みは 2004 年の地震で解放されたもののおよそ 2 倍となっており、かつ、1394 年から 1450 年までの隆起量は 2004 年よりもずっと大きい。今後数十年の間にこの地域で再度地震隆起が発生する可能性もある (Meltzner et al., 2010)。

2-4. アンダマン諸島における海岸段丘の研究

Rajendran et al. (2008) によって海岸段丘の放射性炭素年代測定が行われている。現時点では測定結果のばらつきが大きく、海岸段丘が離水した時期の推定や Phra Thong 島や Meulaboh, Simeulue 島の研究結果との対比はあまりうまくいっていない。

3. まとめ

Phra Thong 島の津波堆積物 (Sheet B) と Meulaboh の津波堆積物 (Unit B)、そして Simeulue 島で見つかった AD 1394 から AD 1450 までの複数の隆起は発生時期が重なっている。Phra Thong 島における津波堆積物 (Sheet B) の年代値は放射性炭素年代測定と OSL 年代測定で値にずれがみられるが、OSL 年代測定の結果が様々な不特定要因によって変化し得ることを考えると、現時点では放射性炭素年代測定の結果に重みを置いて考えるべきだろう。Meulaboh の津波堆積物 (Unit C) と Simeulue 島で見つかった AD 956 前後の隆起は形成時期がよく一致している。Phra Thong 島の (Sheet C) の OSL 年代値はややばらついているが、Meulaboh と Simeulue 島のイベント (Unit C と AD 956 前後の隆起) と時期が重なっている。

年代測定結果は誤差を含んでいるため当然のことながら上述の離れた地域で見つかったイベントの痕跡が同一の地震・津波によるものかどうかは断定しきれない。しかしながらスンダ海溝北部で 2004 年の 200-300 年前まで起きていなかったような大きな地震・津波が過去 2000 年程度の間複数回発生していたことは確かだろう。

引用文献

- 1) Fujino, S., H. Naruse, D. Matsumoto, T. Jarupongsakul, A. Sphawajruksakul and N. Sakakura (2008) Sand sheets of pre-2004 tsunamis on Phra Thong Island, Phang Nga Province, southwestern Thailand. In Proc. Int. Symp. on Restoration Program from Giant Earthquakes and Tsunamis (ed. Kato, T.) 115–121 (Earthquake Research Institute, University of Tokyo).
- 2) Fujino, S., H. Naruse, D. Matsumoto, T. Jarupongsakul, A. Sphawajruksakul and N. Sakakura (2009) Stratigraphic evidence for pre-2004 tsunamis in southwestern Thailand. *Mar. Geol.* 262, 25–28.
- 3) Jankaew, K., B. F. Atwater, Y. Sawai, M. Choowong, T. Charoentitirat, M. E. Martin, and A. Prendergast (2008) Medieval forewarning of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand. *Nature*, 455, 1228–1231.
- 4) Lovholt, F., H. Bungum, C. B. Harbitz, S. Glimsdal, C. D. Lindholm, and G. Pedersen (2006) Earthquake related tsunami hazard along the western coast of Thailand. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 6, 979–997.
- 5) Monecke, K., W. Finger, D. Klarer, W. Kongko, B. G. McAdoo, A. L. Moore, and S. U. Sudrajat (2008) A 1,000 - year sediment record of tsunami recurrence in northern Sumatra. *Nature*, 455, 1232–1234.
- 6) Prendergast, A.L., M.L. Cupper, K. Jankaew, Y. Sawai (2012) Indian Ocean tsunami recurrence from optical dating of tsunami sand sheets in Thailand. *Mar. Geol.*, 295–298, 20–27.
- 7) Rajendran, K., C. P. Rajendran, A. Earnest, G. V. R. Prasad, K. Dutta, D. K. Ray, and R. Anu (2008) Age estimates of coastal terraces in the Andaman and Nicobar Islands and their tectonic implications. *Tectonophysics*, 455, 53–60.