地球科学

The sands of tsunami time

砂に記された津波の記録

Stein Bondevik

Nature Vol.455 (1183-1184)/30 October 2008

インド洋周辺地域の歴史文献を調べても、2004年にこの地域の海岸に甚大な被害をもたらした津波に匹敵する規模の津波があったという記録は見当たらない。けれども今回、同地域の地質学的記録の中から、過去に同等の規模の津波があったことを示唆する証拠が見つかった。

2004年12月26日にインド洋で発生した巨大地震とそれに引き続いて起きた津波は、11か国で22万人以上の命を奪った。スンダ海溝に数百年にわたって蓄積された応力が、わずか数分のうちに解放されて、インド-オーストラリア・プレートをビルマ-スンダ・プレートの下に平均13メートルも潜り込ませたのである¹。

最も大きな被害を受けたインドネシアの歴史文献を400年前のものまでさかのぼって調べてみても、同等の規模の津波についての記述は皆無であった^{2,3}。それでは、スンダ海溝に沿って蓄積されたエネルギーが2004年に解放されて甚大な被害をもたらすまでには、どれだけの年月を要したのだろうか？ *Nature* 2008年10月30日号では、Jankaewら(1228ページ)⁴とMoneckeら(1232ページ)⁵が、それぞれタイとスマトラ島北部で数か月にわたって困難な野外調査を行った結果、過去に同等の規模の津波が起きていたことを示唆する証拠を得たと報告している。彼らは、2004年の津波が残した砂と蓄積した泥炭の下に、2004年に形成されたものとよく似た砂層があるのを発見した。どちらの研究も、その砂層が600～700年前(西暦1300～1400年)に形成されたことを示唆しており、2004年に最も近い時期に起きた同等の規模の津波によって形成されたものである可能性がある。これだけ長い期間にわたって応力が蓄積されたのだとすれば、2004年の津波の規模にも納得がいく(図1)。

古代の津波堆積物は、ごくまれにしか保存されず、発見するのは困難である。津波堆積物が保存されるためには、津波が残していった砂を閉じ込めて、風や動物による穴掘りや水の流れや人間の活動からこれを保護する「トラップ」がなければならない。どちらの論文の著者も、浜堤の間にある低地(堤間湿地とよばれている)が、そうしたトラップとして機能していることを明らかにした。堤間湿地は、湿り気の多い、じめじめした土地であり、ときに海面下に沈むこともあり、泥炭やその他の有機物が堆積している。ここで、有機物を含

む泥炭や土壌は黒っぽい色をしており、津波が運んできた砂は白っぽい色をしているため、砂層をたどる手がかりとなる。Jankaewら⁴によると、2007年3月の時点ですでに、堤間湿地では、2004年の津波が運んできた砂の上に厚さ5センチメートルにもなる有機物の層が形成されて、これを保護していたという。

堤間湿地に埋もれた砂層は、2004年の津波が洗い流した砂とよく似ている。けれどもなぜ、その砂層が風や河川や嵐の力ではなく、津波の力によって堆積したことがわかるのだろうか？ 理由は、両研究チームがサンプルを採集した地点の地理的条件にある^{4,5}。彼らが調査を行った地点は、猛烈な嵐に襲われることがなく、河川の影響も受けず、風の力を示唆する砂丘もない。慎重な地図作成と内部構造の研究は、これらの砂が海側から堆積したことを明らかにした。砂の中に植物の断片や土壌が混ざっていることは、植物が生育する土地が強い浸食作用を受け、乱流に洗われたことを示唆している。

津波堆積物の年代を決定するのはむずかしい場合があるため、より厳密に年代を測定するには、さらなる研究が必要である。どちらの研究チームも放射性炭素年代測定法を用いた。彼らが測定した年代の多くは、砂層の下から採集された有機物サンプルから得られたものだった。しかし、このようなサンプルを用いた年代測定には潜在的な誤差がある。津波が運んできた砂が堆積する直前に、その激しい水流により、堆積していた有機物の一部が剥ぎ取られてしまっている可能性があるからである⁶。こうして残った有機物サンプルを用いて年代測定を行えば、津波が発生した年代は実際よりも古く見積もられてしまう。興味深いことに、Jankaewら⁴がこの砂層の中から採集した葉の断片の中には、そのすぐ下の土壌の中から採集した樹皮の断片よりも数千年も古いものもあった。これは、津波堆積物の中に、より古い時代のものが混ざり込んでいることを示唆しており、年代測定にあたり適切な

図1 スマトラ島北西部の海沿いに位置するロクンガの街の衛星写真。左は2004年12月26日の津波の前、右は津波の後に撮影された。2枚の写真は、津波の威力と範囲を示している。両方の写真の右端近くに、ひときわ目立つ白い構造物が写っている。これは、ロクンガの建造物の中で唯一残ったモスクである。今回、タイ⁴とスマトラ島北部⁵の砂層について行われた高精度の年代測定からは、この津波に匹敵する規模の津波が最後に起きたのは600～700年前のことであったと推定されている。

サンプルを選択することの重要性を示している。

今回の研究では3つのより古い津波が同定されたが、2つの地域の間で相関しているのは最新のもののだけである。この砂層が形成された年代は、スマトラ島では1290～1400年⁵、タイでは1300～1450年とされ⁴、2004年の津波の前に起きた最後の巨大津波であった可能性がある。スマトラ島で最も古い砂層は780～900年頃に形成されたと考えられるが、タイにはこの年代に対応する砂層はないようである。しかしJankaewら⁴の補遺の図(図S2c)には、部分的にしか残っていない不明瞭な砂層が示されており、放射性炭素年代測定は行われていないが、西暦1450年よりも古く、紀元前395年よりも新しいにちがいないとされている。この不明瞭な砂層は、スマトラ島の最古の砂層と同じものである可能性があり、年代測定を行うべきである。タイ⁴で3番目に見つかった最古の砂層は約2200年前のものであり、Moneckeら⁵がスマトラ島で調べた堆積物よりも古い。

2004年のような巨大津波が600年に1度程度しか発生しないなら、この地域の都市や海岸の開発計画は大きく変わってくる可能性がある。人々は、これから数世代は発生しないかもしれない巨大津波に巻き込まれる危険性よりも、海の近くに住むことの利便性のほうを重視するかもしれない。また、巨大津波の発生頻度がこんなに低いなら、津波警報システム

を開発し、これを維持するための投資には意味がない。しかし、小規模の津波はより頻繁に発生している可能性があり⁷、津波警報システムがあれば多くの人命を救えるはずである。2004年のような例外的な規模の津波が本当に600年という長い周期で繰り返されていることを確認するためには、さらなる地質学的研究が必要である。

Jankaewら⁴とMoneckeら⁵の発見は、インド洋における古代の津波記録の編纂に向けた第一歩である。この研究は、地質学者にヒントを与え、励まし、研究を続けさせることになるだろう。なすべきことはたくさんある。こうした昔の津波が2004年のものに匹敵する規模であったと結論するためには、インド洋周辺のほかの海岸で同じ層を調べる必要がある。また、放射性炭素年代測定法により作成された津波記録は、異なる場所でも確認されなければならない。■

Stein Bondevik, トロムセ大学(ノルウェー)およびソグン・オ・フィヨラネ・ユニバーシティ・カレッジ(ノルウェー)。

1. Stein, S. & Okal, E. A. *Nature* **434**, 581-582 (2005).
2. Hamzah, L., Puspito, N. T. & Imamura, F. *J. Nat. Disast. Sci.* **22**, 25-43 (2000).
3. Newcomb, K. R. & McCann, W. R. *J. Geophys. Res.* **92**, 421-39 (1987).
4. Jankaew, K. *et al. Nature* **455**, 1228-1231 (2008).
5. Monecke, K. *et al. Nature* **455**, 1232-1234 (2008).
6. Bondevik, S., Svendsen, J. I., Johnsen, G., Mangerud, J. & Kaland, P. E. *Boreas* **26**, 29-53 (1997).
7. Lovholt, F. *et al. Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **6**, 979-997 (2006).