

氏 名	まつもと 松 本 弾
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3266 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Characteristics of the 2004 Indian Ocean Tsunami deposits formed upon a lagoon floor and coastal lowland (2004年インド洋大津波によってラグーン・海岸低地に形成された津波堆積物の特徴)
論文調査委員	(主 査) 准教授 前 田 晴 良 教 授 酒 井 治 孝 教 授 田 上 高 広

論 文 内 容 の 要 旨

地層中に形成された津波堆積物は過去の津波の存在を端的に示す証拠であり、津波堆積物から過去の津波の挙動（流速など）や再来周期などの情報を得られる可能性がある。しかし、津波堆積物は層厚・構成粒子サイズ・堆積構造などの特徴が多様であるため、その認定基準が未だに確立されていない。このような問題を解決するためには、現世の津波堆積物、特に沿岸環境に形成された津波堆積物の特徴を解明することが急務である。そこで本研究では、スリランカとタイの2箇所で2004年インド洋大津波によって形成された現世の津波堆積物の野外調査を行った。

まずスリランカのラグーン環境に形成された津波堆積物の層厚分布・粒度分布の変化・堆積構造などの特徴を調査し、その堆積過程を考察した。コアサンプリング、トレンチ、ハンドオーガーによる野外調査と、得られたサンプルの粒度分析の結果、津波堆積物はラグーンの2つのインレットから内陸に約1 kmの範囲にのみ分布し、内陸に向かって薄層化・細粒化することがわかった。また、一部のコアでは級化層理が認められた。さらに、津波による浸食痕がインレット近傍の海岸砂丘にのみ認められることから、以下のような津波堆積物の形成過程を復元した；①津波の遡上流が海岸砂丘を浸食し、堆積物が供給される；②遡上流がラグーンに浸入し、流速が減衰する過程で堆積物が沈積し津波堆積物が形成される。

さらに、定常流を仮定した1次元流れモデルを用い、混合粒径条件下で浮遊と掃流の2つの様式による運搬量を差分法により計算して堆積（浸食）量を見積もる数値シミュレーションを行った。その結果、事例と非常によく似た堆積物層厚と薄層化傾向がシミュレーションでも再現されたことから、上記の復元は妥当であると考えられる。

次に、タイの陸上津波堆積物中にみられる特異な変形構造“truncated flame structure”の三次元的形状を復元し、その形成過程を考察した。この変形構造は、津波の2回の遡上イベントに対応した2つの級化ユニットの境界面でみられ、2つのトレンチ断面と境界面の掘り出し調査によって三次元的構造を確認した。その結果この変形構造は、遡上流の下流側に引きずられた非円筒状褶曲に似た三次元的形状を有し、しかも頂部が上位のユニットの内部構造（平行葉理）によって水平に削剥されていることがわかった。すなわち、上位のユニットを形成した2回目の遡上流による十分な剪断応力によって未固結状態の基底面を変形させながら同時に削剥するという、堆積同時的な過程に起因することがわかった。この構造は強い一方向流が継続したことを示し、陸上津波堆積物と高潮堆積物とを区別する1つの基準となりうる。この変形構造を生じさせた遡上流の剪断速度を見積もるため、上記の手法で数値シミュレーションを行ったところ、その速度は約15 cm/sという実測値と近い値が得られた。

津波堆積物の認定や過去の津波の挙動の復元には未だ難しさが残っているが、本研究による沿岸環境で形成された現世津波堆積物の性質の解明は、そのための一歩となるといえる。

論文審査の結果の要旨

津波とは海底における断層運動や地すべりなどによって生じる、長い波長（10～100 km）と周期（10～60分）で特徴づけられる大きなエネルギーをもつ波である。津波は外洋において500 km/h以上の速度で伝播し、沿岸地域に到達すると人的・経済的に大きな被害をもたらす。また津波は地質学的には短時間のうちに大量の堆積物を浸食・運搬し、陸上から深海に至るまで様々な環境で「津波堆積物」を堆積させるイベントである。このようにして地層中に形成された津波堆積物は、過去の津波の存在を端的に示す証拠であり、津波堆積物から過去の津波の挙動（流速など）や再来周期などの情報を得られることがある。近年このような目的で津波堆積物の研究が盛んになってきた。しかし、津波堆積物は層厚・構成粒子サイズ・堆積構造などの特徴が多様であるため、その認定基準が十分に確立されていない。この問題を解決するためには、現世の津波堆積物、特に沿岸環境に形成された津波堆積物の特徴を解明することが急務となっていた。

本学位申請論文は、上記の学術的・社会的使命に応えようとしたものと位置づけられる。そのため、2004年インド洋大津波によって形成された津波堆積物について、スリランカおよびタイ王国という立地条件が全く異なる地域で詳細な現地調査をおこない、堆積学的に分析して新しい考察を行った。

本論文の研究成果は、主として以下の2点に要約される。まず、津波の記憶がまださめやらぬ時期にスリランカへ飛び、ラグーン環境に形成された津波堆積物を現地調査し、ボーリングコアを日本に持ち帰って多角的分析を加えた。その結果、津波堆積物はラグーンの2つのインレットから内陸に約1 kmの範囲にのみ分布し、内陸に向かって薄層化・細粒化すること；津波による浸食痕がインレット近傍の海岸砂丘にのみ認められること；以上2点の新知見を得た。それをもとに、津波堆積物の形成過程を；①津波の遡上流が海岸砂丘を浸食し、堆積物が供給される；②遡上流がラグーンに浸入し、流速が減衰する過程で堆積物が沈積し津波堆積物が形成される、という順序で時系列的に復元することに成功した。

さらに、調査で得られた地質学的なデータに基づき、数値シミュレーションをおこなって裏付けを得た。すなわち、定常流を仮定した1次元流れモデルを用いて、混合粒径条件下で浮遊と掃流の2つの様式による運搬量を差分法により計算することで堆積（浸食）量を見積もった。その結果、実例と非常によく似た層厚と薄層化傾向が再現されることを示して、上記の復元の妥当性を検証したことは高く評価される。

次に、タイ王国の陸上津波堆積物中に特異な変形構造（TFS；truncated flame structure）を見出し、その三次元的形状を解明してその形成過程を考察した点が挙げられる。この変形構造は津波の遡上流の下流側に引きずられた非円筒状褶曲に似た三次元的形状を示し、しかも頂部が上位のユニットによって削剥されている。これらの観察から、申請論文では、上位のユニットを形成した2回目の遡上流が生み出す剪断応力によって未固結状態の下位層を変形させながら同時に削剥するという過程を復元した。TFSは、強い一方向流が継続したことを示しているため、津波堆積物と波長の短い高潮堆積物とを区別する有効な基準のひとつとなりうる。さらにTFSを生じさせた遡上流の剪断速度を見積もるため、再び数値シミュレーションを行った。その結果、約15 cm/sという津波遡上流の実測値に近い流速が得られた。

以上のように本申請論文の内容には、スリランカおよびタイ王国という別個の環境で堆積した陸上の津波堆積物を野外で詳細に観察することによって得られた重要な新知見が含まれている。また、その結果を数値シミュレーションで検証したことが本申請論文の大きな特長である。

本申請論文は、『地質学的な勘所を押さえた信頼できるデータに基づく数値シミュレーション』は、将来の津波研究を発展させる鍵のひとつになる可能性があることを示した好例であり、この点は特記すべきものと判断される。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。そして、論文内容とそれに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。