

## 学位論文題名

## 津波堆積物の認定とその地震学・火山学的意義

## 学位論文内容の要旨

津波堆積物についての調査研究は、最近になって盛んに行われるようになってきた分野である。特に近年、世界各地で新しい津波堆積物を調査する機会もあり、一般的性質にまで言及できるようになってきた。しかしながら、調査方法もまだ試行錯誤的な段階にあり、個々の事例について詳細な記載を残すといった地道な作業を続けるべきであることに変わりはない。また、津波堆積物の調査研究には、地震学・地質学・考古学といった異なる分野の知識や経験も必要になってくる。これらの専門家間の交流も重要になってくるであろう。本論文では、1990年代はじめから筆者が実施してきた現世および歴史時代の津波堆積物に関する調査研究を紹介し、津波堆積物の分布形態に基づく津波堆積物の認定手順と示し、さらに、津波堆積物がもたらす新しい地震学・火山学的知見について述べる。

現世の津波堆積物については、1993年北海道南西沖地震津波と2004年インド洋地震津波に伴う堆積物について、分布形態、すなわち砂層の層厚と粒度の分布を調べた。いずれも、津波発生直後に被災地を訪れ、ほぼ同じ手法で堆積物を記載し、サンプリング試料を分析した。いずれの調査でも、堆積物に加え、津波の波高や浸入経路についても情報を集め、陸上における津波の挙動と堆積物の関係を考察した。その結果、海砂を主な構成物とする堆積物には、いずれも以下の特徴が見られることを確認した。(1) 薄くシート状に分布する。(2) 層厚は海岸から内陸へ連続的に減少する。(3) 平均粒径は海岸から内陸へ連続的に減少し、遡上限界付近では 2.0-2.5  $\phi$  (fine sand) となる。

上で示した津波堆積物の分布形態は一般的なものと考え、これらを基に、古砂丘や泥炭の中に埋まっている歴史地震津波の堆積物を識別し、歴史津波の遡上高、浸水域を検討した。この際、類似した堆積物を形成する可能性がある高波堆積物についても現地調査を実施し、分布形態に明らかな違いがあることを確認した。津波堆積物の認定は砂丘中の堆積物でも可能であるが、低地や谷地形に広く発達した泥炭地は、津波堆積物の保存条件、調査の容易さ、引き出される情報の質と量、いずれにも適している。ここでは、北海道太平洋岸を襲った巨大津波に関して、北海道十勝地方の泥炭地を詳しく調査し、津波堆積物の分布と粒度特性の変化に着目することにより以下の2点を明らかにした。

まず、豊頃町十勝太の泥炭地で複数の津波堆積物の分布形態を追跡した結果、例えば17世紀の津波堆積物(TS1)と12世紀の津波(TS2)で比較すると、いずれも内陸に向かい細粒化するものの、どの地点で比較しても、TS1の方がTS2よりも粗いことがわかった。TS1の平均粒径は、海岸から700m付近で1.0  $\phi$  であり、1400m付近では2.2  $\phi$  まで細粒化する。一方、TS2は、700m付近ですでに1.8  $\phi$  であり、1100m地点で2.5  $\phi$  まで細かくなり、その先は消滅する。現世の津波堆積物では、遡上限界付近の粒径が2.0-2.5  $\phi$  であったことを考えると、上の900m、600m地点はTS1、TS2のそれぞれの遡上限界に近いと言えそうである。このように、同一地点

に堆積した複数の津波堆積物について粒度の変化パターンを丹念に追跡して比較すれば、歴史津波の相対的な大きさや強さ(波高や流速)を検討することができるのである。

また、大樹町生花では、谷から丘陵斜面に発達した泥炭地において系統的に TS1 の分布を調べた。粒径の変化に着目すれば、海岸近くの谷に沿って海岸から約400m、高度約 6m 浸入する過程で、津波堆積は徐々に層厚を減じ、平均粒径は 1.0 φ まで減少する。さらに、側斜面を海拔12-14mまで駆け上がる過程で、2.0-2.5 φ 程度まで減少する。これらの粒度特性は、この津波が谷底に沿ってまだ先まで入り込んだこと、および、側斜面をこの高度まで遡上したことを示唆する。津波堆積物を基に、津波の地形に沿って遡上していった過程をイメージできることがわかったのである。

さらに、火山性津波堆積物についても、同様に砂層の分布形態に着目して調査を実施した。ソースとなる火山の近傍では、火山性津波堆積物は、様々な形で新鮮な火砕物を取り込んで砂と一緒に堆積させることで、地震による通常の津波堆積物とは異なる分布形態を示すことがある。また、テフラと津波堆積物の層序を詳しく調べることで、噴火過程における津波発生タイミングも知ることができる。ここでは、1994年のラバウル噴火津波、1640年の北海道駒ヶ岳噴火津波による堆積物の時空間分布を調べ、以下の点を明らかにした。(1)1994年ラバウル噴火津波はブルカン火山の噴火最盛期に発生し、遡上高はマチュピット島周辺で3-4mであった。(2)1640年駒ヶ岳噴火津波は噴火活動のまさに開始時に発生し、波高は噴火湾対岸の伊達市で約7.5m、室蘭一登別でも3-4m以上あった。

# 学位論文審査の要旨

主 査 助 教 授 谷 岡 勇 市 郎  
副 査 教 授 笠 原 稔  
副 査 教 授 小 山 順 二  
副 査 教 授 平 川 一 臣 (北海道大学大学院

地球環境科学研究院)

学 位 論 文 題 名

## 津波堆積物の認定とその地震学・火山学的意義

津波堆積物の研究は 1980 年代後半に古地震研究の 1 つとして日本で芽生えた。当時から歴史資料の無い時代の天津波を知る唯一の研究手法であろうと大いに期待されていた。1990 年代に入り、日本及び米国の学者を中心に津波堆積物調査が盛んに行われるようになった。最近では多くの研究成果が発表され、新しい重要研究分野と認識されつつある。しかし、その多くの研究は、個々の津波に対する津波堆積物調査研究にとどまり、最近の津波堆積物から歴史記録のない古津波による津波堆積物まで系統的に扱い、その一般的な特徴を議論する研究に欠けている状況にある。特に津波堆積物の研究から津波遡上限界を知り、津波波高分布を得ることは津波の規模を推定できるだけでなく、地震学的にも重要な情報を与えてくれると期待されている。さらに火山噴火にともなう津波については、もともと希少な現象であることもあり、津波堆積物を調査し解析した例は過去に数例しかなく、個々の津波の調査研究が待ち望まれている。本論文は、このような現状にある津波堆積物研究において、著者が 1991 年から様々な津波堆積物の調査研究に取り組んできた成果として、地震津波の堆積物研究に対してはそれらを系統的扱い津波堆積物の一般的な認定基準を得た上でその基準を古津波に適用し新たな知見を得ることを目的とし、火山性津波堆積物研究に対しては噴火と津波の関連を明らかにすることを目的としたものである。

まず実際の津波の挙動が明確な 1993 年北海道南西沖地震津波や 2004 年スマトラ地震津波の津波堆積物の分布と堆積構造を詳しく記載して津波堆積物の特徴を論じ、さらに 1994 年台風 24 号の高波堆積物も記載し津波堆積物との違いを明確に示した。特に津波堆積物の粒径が海岸から内陸へ連続的に減少し、遡上限界付近では 2.0–2.5  $\phi$  (中央値) まで細粒化する系統的な変化を発見したことは本論文の優れた点であり、今後のさらなる研究展開 (流体力学的検証等) が期待される。これらの基礎的知見に基づき、歴史記録のない時代に発生した北海道太平洋沿岸巨大津波による津波堆積物について遡上距離や地形条件と津波堆積物の粒度組成変化の関係について詳細に調査し、約 500 年に一回発生していると考

えられている巨大津波にも大きなばらつきがあることを発見したことは本論文の優れた点であり、今後の巨大地震の発生様式の研究に新たな展開を生む可能性がある。また以上のように、実際の挙動が明確な最近の津波による津波堆積物と歴史資料もない古津波による津波堆積物を系統的に扱った研究は従来の津波堆積物研究には無く、今後、津波堆積物を扱う際に一つの突破口となると考えられるとともに標準的解析手法としてさらに発展して行く可能性がある。

次に、火山にともなう津波について、1994年ラバウル火山噴火にともなった津波と1640年北海道駒ヶ岳にともなった津波を例に、火山近傍の火山性津波堆積物の記載から津波の規模及び、噴火から津波発生にいたる時系列についてそれぞれ重要な知見をもたらした。1994年ラバウル噴火津波についてはブルカン火山の噴火最盛期に発生し、波高は3・4mに達したことが分かった。1640年北海道駒ヶ岳噴火津波は噴火活動の開始時に発生し、波高は噴火湾の対岸で約7.5m、室蘭一登別で3・4m以上に達したことが分かった。従来、火山噴火とそれにより発生した津波の関係について具体的な記載に基づく知見は乏しく、本研究の成果は類例のない貴重な研究である。

これを要するに、著者は、津波堆積物を研究する上で基礎的かつ重要な新しい知見を得たものであり、津波堆積物を利用した古地震研究及び火山性津波の研究に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。