

[28]

氏名	山本 阿子 ^{やまもと あこ}
博士の専攻分野の名称	博士 (学術)
学位記番号	安全博第 11 号
学位授与の日付	2019 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	水理実験と数値モデルによる津波堆積物の予測手法の構築 ～津波堆積物を用いた波源推定を目指して～
論文審査委員	主査 教授 高橋 智幸 副査 准教授 小山 倫史 副査 准教授 原田 賢治 (静岡大学)

論文内容の要旨

東日本大震災では想定を超えた津波により甚大な被害が発生した。地震および津波想定
の信頼性を高めるためには、古地震や古津波に関する情報が重要である。これらの情報は
古文書や石碑などの歴史記録をもとに調べられてきたが、近年は津波堆積物が注目され、
国内外で精力的に現地調査が実施されている。津波堆積物とは津波により運ばれ、陸や浅
海域に堆積した砂などで、その形成には津波の周期や流速、乱れなどの物理量が関係して
おり、津波波源に関する情報も含まれていると考えられる。しかし、津波堆積物の利用は
津波発生の有無の確認などに留まっており、津波の水理学的挙動の理解や津波波源の推定
までには至っていない。この原因は津波堆積物の形成メカニズムが明確になっておらず、
土砂移動モデルの再現性についても検証されていないためである。そこで、水理実験によ
り津波堆積物の形成メカニズムを明らかにするとともに、数値計算により津波堆積物の再
現および波源推定の可能性を検討し、以下のような成果を得た。

(1) 二次元造波水槽により砂の粒径や外力を変化させた水理実験を実施し、津波遡上
にともなう陸域での堆積物形成に与える影響を調べた。全体的には、単一砂および混合砂
の粒径や混合比が堆積砂量に与える影響は小さく、段波波高に依存した堆積砂量が形成さ
れることを明らかにした。局所的には、遡上先端付近において、粒径ごとの輸送力の違い
から堆積砂量の減少する割合や粒径ごとの含有率が変化することを示した。一方、汀線付
近では、堆積砂量は粒径に関係なく、同規模・減衰する波とともに最後の波に依存するこ
とを示した。また、混合砂においては、戻り流れを考慮しない場合、汀線付近において混合
砂の混合比と各粒径の分布比が一致することを明らかにした。これは、現在の津波堆積物
分析の課題の一つである堆積当時の砂の供給源を解明する手がかりとして、非常に重要な
結果である。複数波を発生させることで砂の供給源が変化するため、堆積砂の到達距離と
遡上先端付近の堆積砂量が増加することも明らかにした。さらに、堆積物の形成において

重要な因子として、津波の規模だけでなく周期や構造物も含まれることを示した。(2) 土砂移動モデルの再現性の確認と課題の抽出を目的に、上記の水理実験データを用いた検証計算を実施した。粒径ごとに流砂の運動方程式の係数を変化させたモデルでは津波堆積物の再現性が高いことを示した。特に、中粒径や細粒径においては斜面中腹において高い再現性を示すことが確認できた。しかし、粗粒径の移動量においては斜面中腹における再現性が過小評価となり、遡上先端付近における波の到達距離および堆積砂量においては過大評価となるなど、土砂移動モデルの課題を整理し、改善方法を提案した。(3) 津波堆積物から津波外力を推定するモデル開発のため、模擬地形および模擬津波による堆積物形成の数値実験を実施した。模擬津波に関する検討では、断層の規模だけでなく、断層位置が津波の波高に影響をおよぼすことが確認できた。堆積物を形成させる領域においては、勾配や構造物の有無などを考慮し設定を行った。その結果、堆積物の増加と減少の転換点が存在することを示し、津波の規模によりこの転換点に変化することを明らかにした。これは戻り流れによっても影響を受けないため、津波規模の推定には重要な要素である可能性が高い。また、数値実験から明らかになった堆積物と津波の規模や地形勾配などの関係は、今後の現地調査の調査地選定や堆積物の分析においても活用可能であることを示した。

論文審査結果の要旨

南海トラフや千島海溝などで巨大地震の発生が懸念されており、地震および津波想定的重要性がさらに高まっている。また、米国のように古文書などの歴史記録が乏しい地域は多数あるため、津波堆積物による古津波研究は国内外で盛んに行われている。しかし、それらは定性的な解析に留まっており、津波堆積物が有している津波に関する定量的な情報を十分に活用できていない状況にある。これは津波堆積物の形成メカニズムの理解が不十分であり、そのため数値モデルの検証が行われていないことが大きな原因である。本論文では、前者について、堆積物形成の主要なパラメータである津波外力と砂の粒径に着目し、大型実験装置を用いた水理実験を実施している。その結果、津波の波高と周期、単一砂と混合砂が津波堆積物の分布にどのような影響を与えるかを明らかにした。また、水理実験データを用いて数値モデルを検証し、遡上域全体での津波堆積物分布の再現に加えて、汀線付近や遡上先端付近などの局所的な堆積物の再現性の確認と課題の整理を行なっている。さらに実スケールでの数値実験を実施して、津波規模を決定する主要な断層パラメータと津波堆積物の関係を明らかにした。特に、津波堆積物の分布傾向が変化する転換点が存在し、それが断層パラメータ推定のための重要な指標になるという考察は、津波波源推定に繋がる重要な知見と考えられる。

以上のように、本論文は、津波堆積物の形成メカニズムの理解を進め、数値モデルの精度と適用可能性を明らかにし、津波堆積物の予測手法を提案している。これらは津波堆積物を用いた津波波源推定というこの分野における大きな目標への貢献が見込まれ、学術的

のみならず、防災実務においても価値のある成果を与えている。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。