

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 多様な沿岸地形での 2011 年東北地方太平洋沖地震
津波による堆積過程

氏 名 阿部 朋弥

論 文 内 容 の 要 旨

津波堆積物は、過去に発生した津波の有無や規模、挙動といった津波の特性が記録された物的証拠であり、世界各地で古津波履歴が調査されてきた。しかし、津波の特性が津波堆積物の分布に与える影響はあまり理解されていない。そのため、これまで津波堆積物はおもに津波の有無の指標として用いられてきたものの、津波堆積物を用いた津波の規模や挙動の推定については、推定精度なども含めて多くの課題が残されている。津波の特性が津波堆積物の分布に与える影響の理解するためには、津波による堆積過程の規則性を明らかにする必要がある。そのため、近年、津波直後の堆積物調査に基づいて堆積過程が議論されるようになってきた。しかし、地形、供給源、津波の入射波の条件によって堆積過程は多様であるため、これら 3 つの条件が全て異なる条件下での単純比較では、堆積過程に規則性を見出すことが難しい。本研究では、2011 年東北地方太平洋沖地震津波を対象として、供給源と入射波が類似した条件下において様々な地形条件における堆積過程を調べ、それらを類型化することで地形条件に応じた堆積過程の規則性を明らかにすることを目的とした。また、異なった空間スケールから堆積過程を検討することで、堆積過程の類型化の妥当性を確認した。

対象地域は、宮城県七ヶ浜町から福島県南相馬市にかけての仙台平野と常磐海岸にまたがる南北約 80 km の海岸低地とした。この地域を選定した理由は、波高や周期などの津波の入射波条件と津波堆積物の供給源となる浅海底～陸上の表層地質の条件がほぼ類似しているためである。現地調査は、様々な地形条件を持つ長さ 0.6～5.4 km の 16 測線を海岸線と直角方向に設けて実施した。さらに、宮城県山元町の奥行き約 2.2 km の谷底平野では、空間スケールの影響を評価するため、谷内の浸水域全体を覆うように面的に調査した。

16 測線上の地形は、現地調査に基づく地形と津波の挙動との関係から、次の 5 つのタイプに区分される。具体的には、海岸線から浸水限界に向かって浸水深が徐々に減少し遡上高が小さい平野（以下、奥行きが広い平野）、海岸線から浸水限界に向かって浸水深がほぼ一定で崖地形で津波がせき止められる平野、遡上高が大きく引き波による砂浜の侵食が大きい谷底平野、遡上高が小さく引き波による砂浜の侵食が小さい谷底平野、砂丘背後にラグーンがある低地に分けられる。

沖合の観測波形の解析結果から、本地域では第一波押し波が最大波（波高約 10 m，周期約 40 分）で，第 2 波以降の波高は第一波の半分以下であることがわかった．現地観察や堆積物の粒度と珪藻の分析，津波前後の地形データの解析の結果，津波によって陸上に堆積した砂層と泥層の主な供給源は，それぞれ海浜～砂丘と水田土壌であることがわかった．ただし，ラグーンを持つ低地では，ラグーンの底質からの陸上への局所的な供給が認められた．以上により，各地形条件において入射波と供給源の条件が類似していることが確認された．

各地形条件で入射波と供給源の条件が類似しているという前提のもと，津波による土砂運搬量とその限界について検討したところ，奥行きが広い平野とそれ以外の地形条件の間には顕著な違いが見られた．具体的には，砂層の分布限界と浸水限界の関係は，奥行きが広い平野では砂層の到達距離は浸水距離の 55～74%で海岸線から 3 km が限界値であった．しかし，その他の地形条件では砂層の分布限界と浸水限界はほぼ一致していた．砂層の堆積量と浸水距離との関係は，奥行きが広い平野では浸水距離に関わらず 150 m³/m で一定値であるのに対して，その他の地形条件では両者に比例関係が見られた．奥行きが広い平野とその他の地形条件の間にある砂の内陸方向の到達距離と堆積量の違いは，砂の供給時間に起因すると考えられる．観測波形などとの比較から，奥行きが広い平野における砂の到達距離（3 km）と堆積量（150 m³/m）は，第一波押し波が海岸に到達してから水位がピークに達するまでに要する時間（約 20 分）で運搬可能な最大の距離と量であった可能性がある．奥行きが広い平野では，津波中の土砂が堆積を終えるまでに地形によって流れが制約されないため，これらの上限値が見られたのに対して，その他の地形条件では崖地形などによって，津波中の土砂が堆積を終えるまでに地形によって流れが制約されるため，浸水距離の違いのみが支配要因となって砂の内陸方向の到達距離と堆積量が変化したと解釈できる．

次に，異なった空間スケールから堆積過程を検討した．その結果，一地点の情報では，その地点を通過した津波の局所流況を反映して堆積過程が多様となるため，津波の全体像を捉えることは難しいことがわかった．一方で，押し波による岸沖方向の全体的な堆積傾向は測線上で十分捉えることができ，地形条件ごとに堆積傾向の類型化が可能である．ただし，引き波による侵食傾向は，微地形の影響を強く受けるため，面的な分布を調べる必要がある．

本研究では，入射波と供給源が類似した条件下で，地形条件ごとの堆積過程を類型化できた．津波中の土砂が堆積を終えるまでに地形の制約を受けない奥行きが広い平野が基本型で，他の地形条件はその変化型とみなすことができる．また，供給源の土砂存在量が十分な場合であっても，津波によって制限なく土砂が運搬されるわけではなく，砂の内陸方向の到達距離と堆積量には限界値が存在し，それらの値は，押し波の周期が支配する砂の供給量や供給時間と関係している可能性があることが示唆された．

三陸地方などの地形条件が大きく異なる地域や，2004 年インド洋大津波など他の津波イベントのように，入射波，地形，供給源の条件が異なる事例における津波による堆積過程についても，本研究で明らかにした堆積過程の基本型に対する変化型として整理できると考えられる．今後，他地域や他の現世津波を対象として，津波堆積物の内陸方向の到達距離や堆積量と入射

波条件との関係についてのデータを蓄積していくことで、経験的に両者の関係式を導き出すことが可能になると考えられる。両者の関係性が導出されれば、古津波堆積物の内陸方向の到達距離や堆積量、および津波発生時の地形と表層地質（供給源）を用いて、古津波の入射波条件を推定できる可能性がある。