

新潟大学災害・復興科学研究所  
共同研究報告書

日本海沿岸における津波イベントによって遡上した礫の地層化過程

研究代表者氏名 仁科 健二<sup>1)</sup>

研究分担者氏名 卜部 厚志<sup>2)</sup>(対応者), 平川 一臣<sup>3)</sup>, 川上 源太郎<sup>1)</sup>, 高清水 康博<sup>2)</sup>

1) 所属 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 2) 所属 新潟大学災害・復興科学研究所

3) 所属 北海道大学

研究要旨

津波イベントによって運搬され堆積した礫の保存過程を、最近の津波イベント堆積物について検証し、地層化(埋没-保存)の程度と地形環境との関係を明らかにした。特に、津波によって遡上・堆積した礫の暴浪(ストーム)による再移動や豪雨による擾乱など、過去の津波イベントを認定・解釈する際に参照可能な知見を得ることを目的とした。

津波を引き起こした地震の震源に近い日本海の離島(飛島, 粟島, 舳倉島)および能登半島において地質調査をおこない、地層中の礫質イベント堆積物を認定した。さらに海食崖に露出する礫質イベント堆積物や海食崖の下に落下した礫が、再び段丘上に運ばれて配置していると判断される状況を観察・記載した。段丘表層の礫の分布範囲は段丘の縁辺から約6 m 迄の範囲に限られ、礫に伴われるゴミの埋没状況から暴浪によって移動したと推察された。地層中においては、地表に分布する礫の分布限界よりも内陸側まで達する礫層が確認され、そのような礫層は津波堆積物としての確実度が高い。

A. 研究目的

日本海北部の離島では、日本海東縁変動帯の地震活動に伴う過去の津波の痕跡が、完新世段丘堆積物中に津波イベント礫層として保存されている。たとえば、奥尻島では1993年北海道南西沖地震津波、佐渡島では1983年日本海中部地震津波および1833年(天保出羽)庄内沖地震津波、飛島では1833年庄内沖地震津波によると考えられる津波礫が、地表ないし地表面近くに確認されている。これらの津波イベント堆積物から津波の具体的な特性を復元するためには、津波イベント後のストーム(激しい波や高潮現象)による再移動や豪雨による擾乱、斜面堆積物による埋積過程を明らかにする必要がある。本研究の目的は、最近の津波イベント礫の残る海岸において、津波痕跡が地層化する過程を検証し、日本海東縁の礫質津波イベント堆積物の認定精度向上につながる知見を得ることである。

B. 研究方法

津波イベントによって移動・配置した礫が地層化する過程を明らかにするため、山形県酒田市飛島、新潟県粟島浦村、石川県輪島市舳倉島および能登半島の沿岸で地表踏査をおこなった。発見した地層中のイベント礫の特性、および堆積場の地形条件を記載・計測した。同時に、地層中の津波イベント礫との相違を明らかにするために、近接する海浜において現行のストームイベントによって移動し配置したと考えられる表層礫について、礫の特性(分布位置, サイズ・配向)を記載した。

地形測量は、巻尺と箱尺、ならびにニコン製携帯型レーザー測距計を使用した。標高は測定時の海面上の高度を計測し、観測潮位ないしは潮位表によって補正した。地表面上の礫の分布は、海岸線と直交する方向に1 m 幅にわたって1/10スケールでスケッチし、デジタル化した上で画像解

析ソフト Image-J を用いて粒子解析をおこなった。

## C. 研究結果

### C-1 現地踏査

飛島では北方海岸および西方海岸、段丘を調査した。西海岸は波食棚が発達しており、静穏な条件である。波食棚の背後に分布する完新世段丘の海食崖において、シルトに挟在する複数の礫層を認めた(図1)。この礫層を認めた段丘上に海岸線と直交方向に測線を設定し、地表面に存在する礫の分布を記載した(図2)。また側線上の3か所(海食崖から5m, 8m, および16m)でピット掘削をおこない、礫層の連続を確認した。3か所全てで、巨礫(人頭大サイズ)から大礫サイズ(拳大サイズ)のものを含む礫の配列が確認され、それぞれ地表面下5-10cm, 約5cm, および10-15cmの層準に存在した。なお、細粒な基質も再堆積性であり、イベントの年代については特定できていない。

粟島では西海岸において調査した。海岸は直径0.5m程の巨礫サイズの円礫が分布する礫浜であ

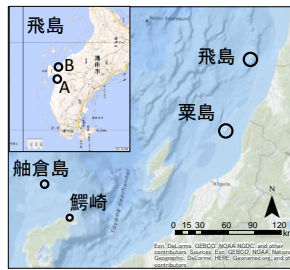


図1 調査地点図

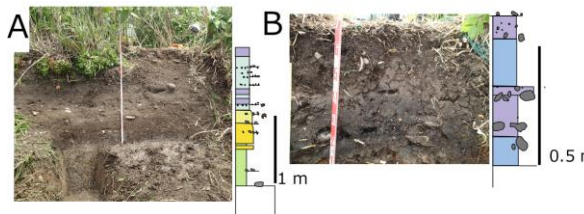


図1 露頭写真と地質柱状図 シルト質な堆積物中に中～大礫サイズの礫が層状に認められる。

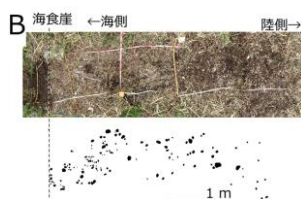
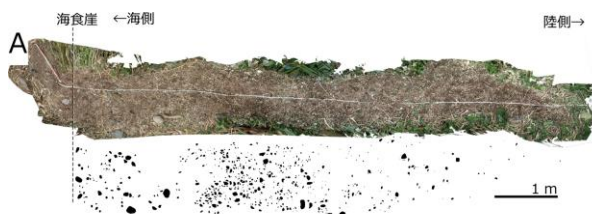


図2 飛島西岸完新世段丘面上の写真および表層礫のスケッチ

り、波浪の影響が大きい。海浜に接した段丘堆積物や崖錐末端の露出は認められない。小河川の河食崖では認定できるイベント層は見いだせなかった。

舳倉島では、海岸からの水平距離46m, 標高6.4m(現地測量)の地点, および海岸から水平距離60mならびに70m, 標高5m(標高10メッシュデータ)の地点それぞれにおいて、地層中から良く円磨された礫が層状に分布する層準を確認した。

能登半島鰐崎では、シルト質の完新世段丘堆積物中に礫が配列する層準を認めた。

### C-2 表層礫の特徴と分布特性

飛島西岸における段丘上の礫は、陸側に分布限界(A側線では7.2m, B側線では3.4m)が存在する。礫は海食崖縁辺から離れた地点(A側線では2.0-2.5m付近, B側線では0.5-1.0m付近)に多数が存在し、局在する(図3上)。礫サイズ(中軸径:図3中)は縁辺から遠ざかるにつれて減少し、礫の配向(長軸の方向)は海食崖縁辺から遠ざかるにつれて、海岸方向に沿う方向から直交する方向に偏向する(図3下)。この傾向は2測線とともに認められた。

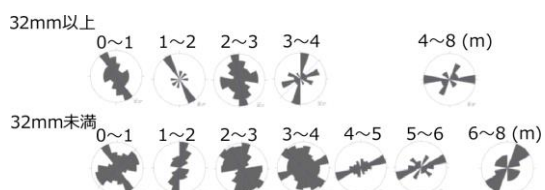
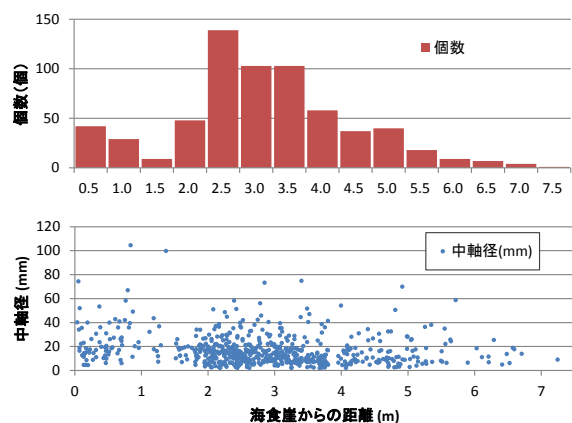


図3 飛島西岸の完新世段丘上の礫分布特性 (A側線) 上: 区間別個数, 中: 中軸径分布, 下: 礫サイズ別の長軸配向。

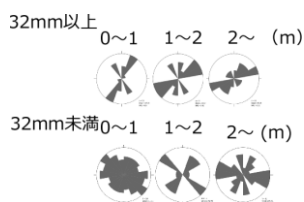
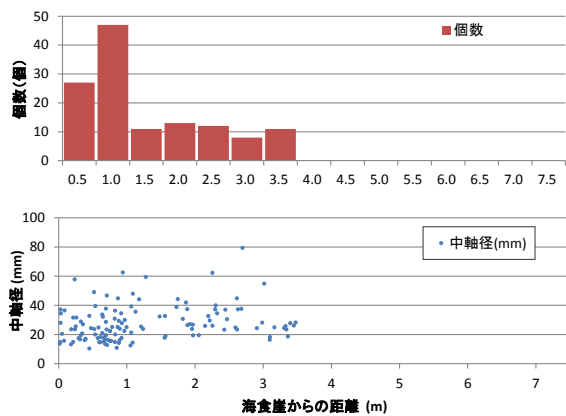


図 3 続き(B 側線)

#### D. 考察

飛島西海岸の完新世段丘表層の礫は、内陸側への分布限界が存在する。さらに内陸側の段丘崖基部に礫の分布範囲が連続しないことは、これらの礫が内陸側に存在する地層中から移動した礫ではなく、海岸から運搬されたことを示している。礫とともに土器片が表層に分布することから、海岸の礫と同時に、地層中の礫・堆積物も波の作用を受けて、移動・配置、再堆積したこと、海食崖の後退（内陸側への移動）が生じていることを示している。礫のサイズが内陸側に向かって減少することと礫の中軸の配向と其の変化からは、内陸側に向かった流れが弱まりながら、海岸に平行な向きに偏向したことを示唆する。そして、表層に半埋没するゴミの状況からは、作用した波浪は最近（過去 20 年程度か）に生じた事象であると判断され、表層礫を移動・配置させた流れは、数年から数 10 年に一度の暴浪イベントによると考えられる。

A 測線において段丘上の表層礫の分布限界よりも内陸側の 2 地点（8 m、および 16 m 地点）からは巨礫（人頭大サイズ）から大礫サイズ（拳大サイズ）を含む礫の配列が地表面下にそれぞれ存在した。これらの位置および想定礫重量（中軸径の 3 乗に比重を乗じた値）を表層礫の分布特性に重ねると（図 4）、地層中の礫の運搬には表層礫を運搬するよりも大きなエネルギーが必要であったことが解る。このような流れは、表層礫を運搬する「定常的な」流れとは異なる、より長周期な流

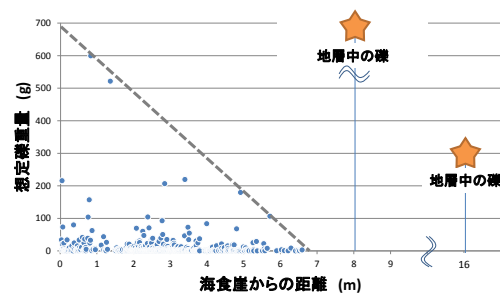


図 4 表層の礫および地層中の礫の分布特性 表層礫は灰色破線の左下範囲に限られる。距離・礫重量の関係において地層中の礫は著しく大きい。

れが作用したと考えられる。この営力としてはストームよりも長周期で作用する津波である可能性が高い。

飛島のほか、舳倉島および能登半島鰐崎で見いだされたイベント礫の成因として津波の可能性を指摘できるが、現行の波浪作用を記載することによって礫層を形成した営力をより詳細に解釈することが可能となる。

#### E. 結論

飛島西岸の完新世段丘上で、現在の波浪作用の条件下で配置した礫の特性、および段丘上の礫の分布限界よりも内陸側に存在する地層中の礫の特性を比較することで、地層中の礫は過去の津波によって運搬された可能性を指摘した。現行の海岸における堆積過程との比較により、地層中のイベント礫の成因を制約することができる。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

##### 2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

仁科健二・川上源太郎・ト部厚志・高清水康博・平川一臣、日本海沿岸における津波イベントの認定—静穏性の高い海岸、山形県飛島の例—。日本海地震津波調査プロジェクト津波堆積物グループ研究集会・2015年3月・富山市  
仁科健二・川上源太郎・ト部厚志・高清水康博・平川一臣、静穏な海岸背後にある段丘上の波の作用をうけた礫の分布。日本堆積学会 2015 年つくば大会・2015.4・つくば市

#### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし