

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

EC・pH および有機質微化石分析による津波堆積物の認定法の検証
— 日本海北部の津波履歴の精度向上に向けて —

研究代表者氏名 加瀬 善洋¹⁾

研究分担者氏名 卜部厚志²⁾, 川上源太郎¹⁾, 仁科健二¹⁾, 林 圭一¹⁾, 高清水康博²⁾

¹⁾北海道立総合研究機構 地質研究所 ²⁾新潟大学

研究要旨

津波起源であることが明らかにされている北海道および東北地方太平洋沿岸における歴史および古津波堆積物と、平成23年東北地方太平洋沖地震による現世津波堆積物を対象に、無機化学分析(EC:電気伝導度, pH, イオンクロマトグラフ)および有機質微化石分析を行った。その結果、(1)津波堆積物が挟在する層準の堆積物懸濁液は、平常時堆積物(泥炭)と比較して、高EC・低pH値のピークを示し、(2)EC・pH値の深度プロファイルに相関して高Ca²⁺、高SO₄²⁻溶存イオン含有量を示す化学的特性が認められた。また(3)古津波および現世津波堆積物中から、平常時堆積物中には認められない海生の有機質微化石(渦鞭毛藻シスト、底生有孔虫の有機質内膜)を見出した。北海道日本海沿岸の奥尻島で認められるイベント堆積物が同様の化学特性を有し、また海生有機質微化石を産出していることから、本結果をふまえると奥尻島のイベント堆積物も津波起源である可能性が極めて高い。

A. 研究目的

日本海北部の津波履歴はこれまでほとんどわかっていなかったが、ここ数年の津波堆積物調査によりその実態が明らかになりつつある。しかし、堆積物が津波起源であることを明確に示す指標が得られないケースも多く、調査の進展の妨げとなっている。そのような状況下、平成24-26年度北海道立総合研究機構重点研究「津波災害履歴の研究—未解明地域を中心に—」で、北海道日本海沿岸の奥尻島で認められるイベント堆積物の電気伝導度(Electric conductivity: EC)や水素イオン指数(pH)の化学的特性と、海生有機質微化石(渦鞭毛藻シスト、底生有孔虫の有機質内膜)の産出が、それぞれ(1)地層中における海水(津波)の浸水の指標、(2)海からの碎屑物供給の推定に有効である可能性を見出した(北海道立総合研究機構, 2015)。

本研究では、従来の研究により津波起源であることが明確な北海道および東北地方太平洋沿岸における歴史および古津波堆積物(以降、両者を

区別せず古津波堆積物とする)と、平成23年東北地方太平洋沖地震による現世津波堆積物(以降、3.11堆積物)を対象に、無機化学分析(EC・pH)および有機質微化石分析を行い、それぞれ(1)EC・pH値の深度プロファイルから津波堆積物と泥炭層の化学的特性の相違を把握し、(2)津波堆積物中の有機質微化石の存否が海からの碎屑物供給の推定として利用できるか検証した。さらに、(3)本結果と奥尻島における既存結果を比較・検討し、津波堆積物認定の信頼性および北海道日本海沿岸の津波履歴の高精度化を目指した。

B. 研究方法

B-1. 野外調査

宮城県山元町鷺足地区、北海道厚岸町湾月地区、ならびに同浜中町霧多布地区において、既存研究(Nanayama et al., 2003; 添田ほか, 2003; Sawai et al., 2012)により報告されている古津波堆積物の地質試料を採取した。さらに、宮城県仙台市荒浜地区、同名取市藤塚地区、福島県南相馬市小高地区において、3.11堆積物を採取した。試料採取に

は主にハンドコアラーおよびハンディジオスライサーを用いて、地表から最大3 mまでの柱状試料を採取した。3.11 堆積物試料はスコップで掘削後、露頭から直接採取した。

B-2. 無機化学分析

B-2-1. EC・pH

堆積物懸濁液の作成および測定は、内山ほか(2011)の修正JGS法を参考にして次の手順で行った。(1) 野外調査で採取した柱状試料を5 cm間隔で6.0–8.0 gを遠沈管に分取し、純水を加え5倍希釈する。(2) ガラス棒で攪拌し、2時間静置させた後、その上澄み液を検液とする。(3) 検液を対象に、HORIBA製 twin cond および twin pHを用いて、それぞれECおよびpHを測定する。(4) 湿潤試料を用いているため、各試料の含水比から希釈率((試料に含まれる含水量+希釈水)/試料に含まれる含水量)を求め、測定したEC値に乘以、その値を補正值として使用した。pHは希釈率のみで単純にもとのpHを算定できないことから、補正せずに測定値をそのまま使用した。

B-2-2. イオンクロマトグラフ分析

堆積物懸濁液の溶存イオン含有量を把握するため、イオンクロマトグラフ分析を行った。EC・pH値の深度プロファイルにおいて、高EC・低pH値のピークが認められた箇所を含む区間を主な対象として、Thermo Scientific社製 Dionex ICS-1100 および ICS-2100 を用いて測定した。測定に用いた検液は、EC・pHの測定で使用した検液をシリンジフィルター(0.45 μm)に通して作成し、希釈前の含有量にするため測定値の5倍の値を補正值として使用した。

B-3. 有機質微化石分析

湿潤状態の試料を蒸留水に浸しガラス棒で攪拌した後、10–20分程度超音波に暴露し粒子を分散させ、篩上で水洗して径25–150 μmの粒子を回収した。回収した粒子を2.05 g/mLに調整したポリタングステン酸ナトリウム溶液で重液分離し、

上澄みの有機物残渣を回収した後スライドに封入し、生物顕微鏡で同定を行った。

C. 研究結果

C-1. 無機化学分析結果

EC・pH値の深度プロファイルの大局的な特徴として、泥炭層では低EC・高pH値を示すのに対し、津波堆積物が挟在する層準では高EC・低pH値がピークとして認められる。ただし、深度70–80 cmより浅い深度に津波堆積物が挟在する場合、上記の特徴は認められない。ここでは、山元町の結果を例に示す(図1)。

泥炭層中に十和田a火山灰層(AD929年降灰)が深度約60 cmに、貞観津波(AD869年)、AD500、2.5 kaの津波砂層(Sawai et al., 2012)がそれぞれ深度70 cm, 90 cm, 115 cmに層厚約1 cmで挟在する。EC値は泥炭層で約0.3–0.5 mS/cm、貞観津波砂層で0.5 mS/cmであるが、AD500および2.5 ka津波砂層の層準ではそれぞれ約1.1 mS/cm、約2.7 mS/cmでピークを示し、下位層準ほど顕著になる(図1)。また、EC値の深度プロファイルのピークに相関し、Ca²⁺(130–270 ppm)、Mg²⁺(25–32 ppm)、SO₄²⁻(570–900 ppm)の溶存イオン含有量が高くなる傾向が認められる(図1)。

C-2. 有機質微化石分析結果

古津波および現世津波堆積物の中から、海生有機質微化石を見出した。一方、泥炭層中からはこれらの産出は認められない。ここでは、小高地区の結果を例に示す(図2)。

小高地区で認められる3.11堆積物は、層厚約5–20 cmの中粒～粗粒砂層と、それを覆う層厚数cmの泥層(マッドドレープ)で構成される。砂層中にはマッドクラストが濃集する層準があり、それを挟んだ下位と上位では堆積構造など層相が異なる。本論では、3.11堆積物を3ユニット(マッドクラストより下位層準の砂層(Ts1)、マッドクラストより上位層準の砂層(Tsu)、マッドドレープ(M))に区分し、ユニット毎に分けて微化石

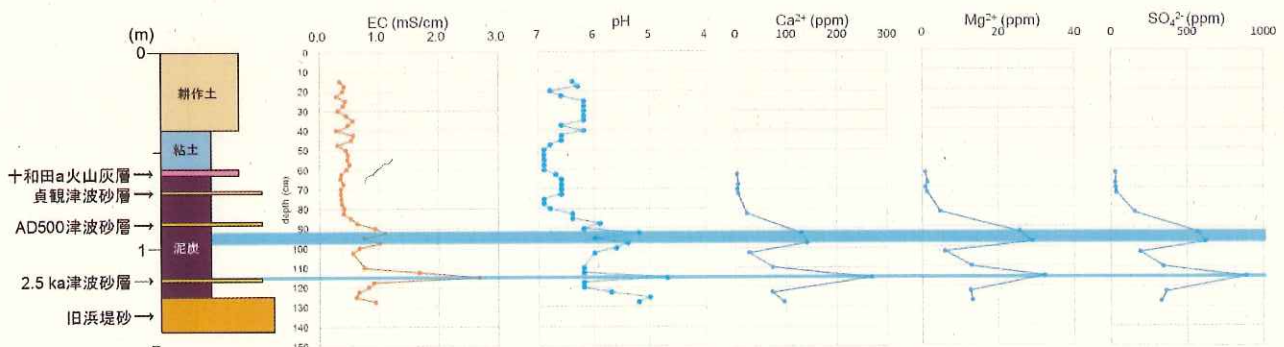


図1. 山元町における地質柱状図および化学分析結果。

分析を行った(図2)。

その結果、(1)有孔虫の有機質内膜は Tsl のみから産出すること、(2)渦鞭毛藻シストは Tsl および M から産出するが、M に濃集する傾向があること、(3)Tsu からはほぼ有機質微化石は産出しないことが明らかとなった(図2)。

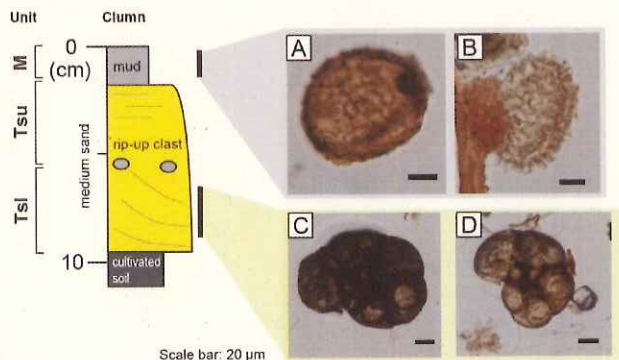


図2. 小高地区における地質柱状図および産出した有機質微化石. A, B: 渦鞭毛藻シスト. C, D: 底生有孔虫の有機質内膜.

D. 考察

D-1. 津波堆積物を特徴づける化学的特性とその要因

本論の結果から、津波堆積物が挟在する層準では低 EC・高 pH 値を示す化学的特性を示す一方、深度 60-70 cm より浅い深度では上記の特徴は認められないことがわかった。3.11 津波後の経時的な化学分析の結果、津波堆積物は地表に露出しているため天水の影響を受け、海水由来の化学成分は経過時間とともに希釈されていくことが報告されている (Chagué-Goff et al., 2012)。本結果も地表付近では低 EC 値、低溶存イオン含有量を示すことは、上記のような影響を反映している可能性がある。また、得られた化学的特性の深度プロファイルでは、Na⁺や Cl⁻などの海水の痕跡を特徴づけるイオンとの相関は認められない。したがって、測定に用いた堆積物中の懸濁液は、津波堆積物形成時に関与した海水のイオン組成をそのまま保存しているとは考えにくい。今のところ津波堆積物を特徴づける化学特性の成因は不明である。

D-2. 古津波および現世津波堆積物から産出した海生有機質微化石

海生有機質微化石が古津波、現世津波堆積物中のみから産出したことは、堆積物が海からの碎屑物供給を受けて堆積したことを判断する上で、有機質微化石分析が有効な手段であることを示唆

する。また同一の津波堆積物中でも垂直方向で大きく産出状況が異なる(図2)。これは(1)比重大の大きい有孔虫は砂粒子とともに早い段階で砂層の基底部に堆積(Tsl)し、(2)泥粒子と同様の挙動を示す渦鞭毛藻シストは津波後の水の滞留時に堆積(M)したプロセスを反映しているものと考えられる。

D-3. 北海道日本海沿岸奥尻島におけるイベント堆積物における既存結果との比較

奥尻島で認められるイベント堆積物を対象に本論と同一の手法で分析した結果、本研究で得られた津波堆積物の化学的特性および有機質微化石の含有が認められた。このことは、奥尻島のイベント堆積物も津波起源である可能性が極めて高いことを示唆する。

E. 結論

- 津波堆積物の堆積物懸濁液は、泥炭と比較して、高 EC・低 pH 値、高 SO₄²⁻・高 Ca²⁺・高 Mg²⁺ 溶存イオン含有量を示す化学的特性を持つ。
- 古津波および現世津波堆積物中から海生有機質微化石を見出した。この結果は海からの碎屑物供給を受けて堆積した状況証拠であり、イベント堆積物の海生・非海成を識別するのに有効である。
- 奥尻島で認められるイベント堆積物でも、本論の津波堆積物を対象とした分析結果と同様の傾向を示すことから、奥尻島のイベント堆積物も津波起源であることを支持する。
- 津波堆積物の化学的特性の成因の解明ならびに有機質微化石を用いた津波堆積物の認定手法の確立に向けたより詳細な検討について、今後の重要な課題である。

【文献】Chagué-Goff et al., 2012, *Sed. Geol.*; 北海道立総合研究機構, 2015, Special Rep. 42; Nanayama et al., 2003, *Nature*; Sawai et al., 2012, *Geophys. Res. Lett.*; 添田ほか, 2003, 活断層古地震研究; 内山ほか, 2011, 地調研報.

F. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表

- (1) 日本堆積学会 2016 年福岡大会・2016 年 3 月・福岡大学
- (2) 新潟大学災害・復興科学研究所 研究成果報告会・2016 年 3 月・新潟大学
- (3) 日本海地震・津波調査プロジェクト 平成 27 年度報告会・2016 年 3 月・新潟大学
- (4) JKASP・2016 年 5-6 月(予定)・アラスカ

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし