

## 津波防災に貢献できる津波堆積物の特定方法を提案

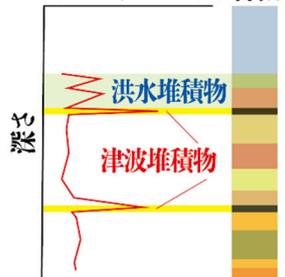
～静岡平野の津波堆積物の化学的特徴を確認～

### 【発表のポイント】

- 津波による被害を軽減するための防災対策の検討に際しては、過去の津波の頻度や規模、浸水域を明らかにすることが求められており、そのための調査手法を構築することが極めて重要となります。
- そこで、本研究では調査手法を確立するために、静岡平野で発生した約1000年から4000年前の津波堆積物の化学組成を明らかにし、得られた化学組成をもとに統計解析等を行うことで、静岡平野で発見された津波による堆積物（津波堆積物<sup>(※1)</sup>）と他の堆積物とを区別することに初めて成功しました。
- 本研究は、東海地方の津波堆積物に地球化学的判別手法を適用させた初の事例です。本研究で用いた手法は、沿岸域における津波被害への防災・減災に貢献できます。また、これまで見つかっていない過去の津波堆積物を発見するための有効な手法としても期待されます。

## 地球化学的判別手法

ナトリウム/チタン比 岩相



各層の元素の存在比を測定

ナトリウムなどの海由来と考えられる成分と、岩石や鉱物の破片に含まれるチタンとの相対比が津波堆積物の指標の一つとして有効

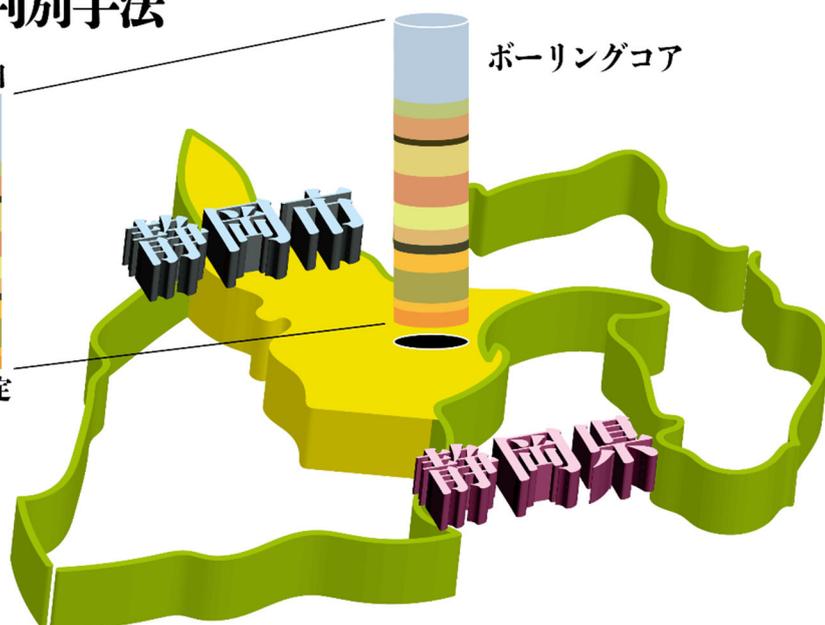


図1 本研究では、静岡平野のボーリングコア試料の地球化学的な特徴をもとに、約3500年前の津波堆積物と洪水などにより堆積した他の層とを区別した。上図は津波堆積物の判別手法の概念図を示す。地球化学判別手法は、天然試料の化学的な特徴をもとに、物質の供給源や形成過程を推定するための手法であり、過去に発生した津波の証拠となる津波堆積物の検出に有効である。

**【概要】**

名古屋大学大学院（総長 松尾清一）環境学研究科 日本学術振興会特別研究員RPD及び金沢大学（学長 山崎光悦）環日本海域環境研究センター連携研究員の奈良郁子博士は、国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構（理事長 児玉敏雄）東濃地科学センターの渡邊隆広研究副主幹、東北大学大学院（総長 大野英男）環境科学研究科の土屋範芳教授、山崎慎一博士、静岡大学（学長 日詰一幸）理学部・防災総合センターの北村晃寿教授と共同で、静岡平野から採取した過去の津波堆積物<sup>(※1)</sup>の化学分析を行い、津波堆積物と他の堆積物とを区別する手法を構築しました。

津波堆積物は過去の浸水被害の証拠とされています。過去の津波の頻度や規模、浸水域を明らかにすることにより得られる情報は、津波災害への対策を検討する際の重要な情報となります。津波堆積物を検出する際には、洪水などの津波以外の要因による堆積物との区別が必要であり、そのための調査手法を構築することが極めて重要となります。

本研究の対象地域とした静岡平野は、過去の地震による津波被害を何度も経験している地域です。一方で、大雨による洪水被害の多い地域でもあります。さらに、本地域は土地造成等により人工的に地層の改変が行われており、地中深くにある津波堆積物等が発見されることは多くありませんでした。このことから、特に静岡平野の津波堆積物の地球化学的な研究はこれまでに行われていませんでした。

本研究では、まず、静岡平野から採取したボーリングコア試料についてエネルギー分散型蛍光エックス線分析装置による分析を行い、河川の氾濫により生じた洪水堆積物等と静岡平野の過去の津波堆積物それぞれの化学的な特徴を明らかにしました。これに加えて、クラスター分析<sup>(※2)</sup>などの統計解析を行うことにより、津波堆積物と他の堆積物とを区別することに成功しました。

本手法を用いることで、これまで目視では判別できなかった僅かな津波の痕跡が見つかる可能性があり、このような過去の津波被害の推定手法に関する研究成果によって、地域の防災・減災を検討する上で重要な情報を提供することにつながることを期待されます。

本研究成果は、2021年10月に日本地球化学会発行の国際学術雑誌「Geochemical Journal」にオンラインで掲載されました。

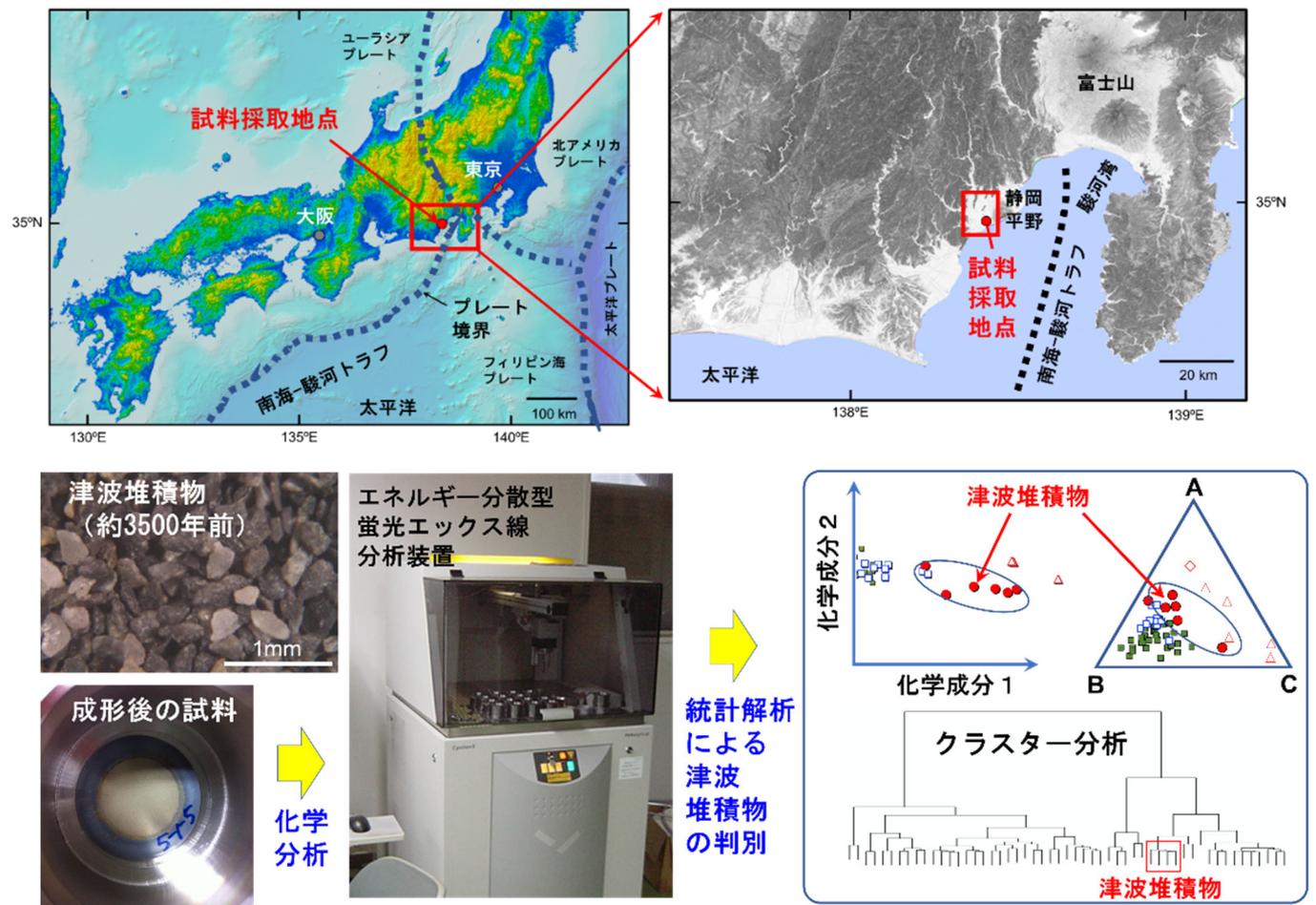


図2 上図は静岡平野での試料採取地点。図中の赤丸はボーリングコア試料の採取地点を示す。下図は津波堆積物の地球化学的判別手法。得られたデータを統計処理し津波堆積物の化学的な特徴を明らかにした。

## 【背景】

過去に繰り返し発生した津波の規模を明らかにすることにより、将来起こりうる大規模な津波災害の防災、減災につなげることができると期待されています。とりわけ 2011 年の東北地方太平洋沖地震・津波の発生以降は、これらの理由から津波堆積物の研究の重要性がさらに高まっています[1][2][3]。被害規模を復元するためには、地層中から津波堆積物を検出し分布範囲や粒子の大きさ等の堆積層の特徴を把握する必要がありますが、津波堆積物を検出する際に、洪水などの津波以外の要因による堆積物との区別が必要となります。

この課題を解決するためには科学的なデータにもとづいた津波堆積物の同定手法の開発が必要となります。しかし、陸域の堆積物は風雨の影響や人為的にかく乱されるケースが多く、津波堆積物を区別する一般的な手法は未だ確立されていません。本研究を進めることにより、より精度の高い過去の災害規模復元に関する手法を確立することが期待されます。

これまでに本論文の共同研究者である静岡大学の北村教授らは、静岡平野の津波堆積物について粒子の大きさや形状の特徴をもとに地質学的な研究を進めてきました[3]。本研究グループでは、さらに新たな視点として津波堆積物の地球化学的な特徴に注目し研究開発を行いました(図 1、2)。地球化学分析により、目視では判別できなかった僅かな津波の痕跡を地層中から見つけることが可能になります。

## 【研究手法・研究成果】

研究対象としたのは先行研究により過去約 1000 年前、3500 年前、4000 年前の 3 つの津波堆積物が含まれていることが明らかになっている[3]静岡平野の合計 6 地点から採取された長さ約 8 m のボーリングコア試料です。本研究では、まず、各堆積物の化学的な特徴を明らかにするため、これらの試料の化学分析等を行いました。エネルギー分散型蛍光 X 線装置を用いて、試料に比較的多く含まれるナトリウム等の 24 元素の分析を行った結果、津波堆積物のナトリウムとチタンの相対比(各元素の存在比)が上下の層の堆積物に比べて明瞭に高いことを初めて明らかにしました(図 3)。従って、今回のケースではナトリウムとチタンという単純な指標で津波堆積物を検出できることが示されました。ナトリウムの大部分は津波による海砂や海水由来、チタンは陸上から河川等を経由して常に供給されている岩石や鉱物の破片等に由来すると考えられます。さらにストロンチウムとチタンの相対比でも同様の傾向が見られました。一つではなく複数の指標を用いることで津波堆積物をより正確に検出できる可能性が高くなりました。これに加え、クラスター分析等の統計解析を行った結果、化学組成の違いにより静岡平野の約 3500 年前の津波堆積物と他の層とが明確に区別されることを初めて明らかにしました(図 3)。

本研究により、静岡平野の津波堆積物の化学的特徴について十分な知見を得ることができました。津波堆積物と他の堆積物とを区別する手法については、静岡平野と仙台平野[1]の 2 カ所で実用例を確認することができました。さらに広範囲及び異なる時代に形成された津波堆積物について本手法の適用性を評価していくことが重要です。また、本手法の応用として、地層科学研究では活断層と非活断層の判別や、地下における酸化還元環境の推移の把握等への適用が期待されます。

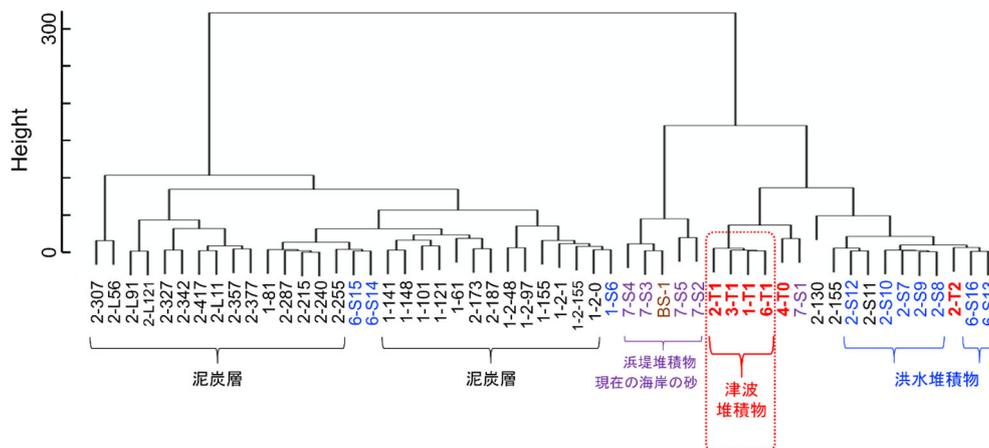
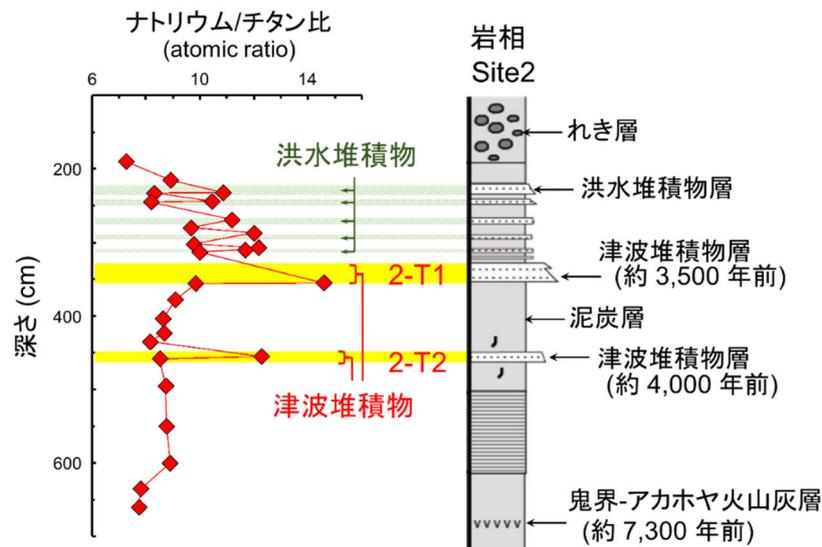


図3 静岡平野の津波堆積物の化学分析結果。上図はナトリウムとチタンの相対比の鉛直分布、黄色で示した層は津波堆積物（2-T1，約3500年前；2-T2，約4000年前）、緑色で示した層は洪水堆積物に相当する。下図は津波堆積物の化学組成のクラスター分析結果。本研究でのクラスター分析では、化学組成の類似するグループごとに山が形成され各堆積物を区別することができる。下図の赤枠内は約3500年前の津波堆積物を示す。化学組成の違いにより約3500年前の津波堆積物と他の層とが明確に区別されることがわかった。他の年代の津波堆積物（2-T2、4-T0）については試料数が1点のみであり、今後、試料を追加し検討することが必要である。

※用語解説

1. 津波堆積物：津波によって海底あるいは海岸の堆積物が削り取られ、その後別の場所に堆積した砂泥および礫（れき）の総称。（「産業技術総合研究所 津波堆積物データベース」より参照）。
2. クラスター分析：分析データを類似性の高いグループごとに分類する統計解析手法。例えば、海由来か陸由来かの区別等、供給源の異なる試料を分ける手法の一つとして用いられている。

## 【論文情報】

雑誌名：Geochemical Journal, 55, 325-340 (2021)

論文タイトル：Geochemical characteristics of paleotsunami deposits from the Shizuoka plain on the Pacific coast of middle Japan

著者名：渡邊隆広<sup>1</sup>，土屋範芳<sup>2</sup>，北村晃寿<sup>3</sup>，山崎慎一<sup>2</sup>，奈良郁子<sup>4,5</sup>

所属：1. 日本原子力研究開発機構 2. 東北大学大学院環境科学研究科 3. 静岡大学理学部・防災総合センター 4. 名古屋大学大学院環境学研究科 5. 金沢大学環日本海域環境研究センター

DOI：10.2343/geochemj.2.0641

URL：<http://www.terrapub.co.jp/journals/GJ/frame/current.html>

公表：2021年10月20日オンライン公開

## 【引用文献】

[1] Watanabe et al., A geochemical approach for identifying marine incursions: Implications for tsunami geology on the Pacific coast of northeast Japan. Applied Geochemistry, 2020. 118: p.104644.

[2] Watanabe et al., Quantitative and semi-quantitative analyses using a portable energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer: Geochemical applications in fault rocks, lake sediments, and event deposits. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 2021. 116: p.140-158.

[3] Kitamura et al., Identifying possible tsunami deposits on the Shizuoka Plain, Japan and their correlation with earthquake activity over the past 4000 years. The Holocene, 2013. 23: p.1684-1698.

## 【各研究機関の役割】

各研究機関の役割は以下の通りです。

原子力機構：研究総括、データ解析、考察

東北大学、名古屋大学、金沢大学、：化学分析、考察

静岡大学：試料採取、考察

## 【特記事項】

本研究の一部は2017年度から2019年度の科学研究費補助金（基盤研究(C) 17K06989）の支援を受けて行われました。