

研究開発成果 実装支援プログラム
平成25年度 報告書

実装活動の名称

「津波堆積物の地球化学的判別による沿岸地域のリスク
評価と社会的影響の予測」

採択年度	平成24年度
実装機関名	東北大学大学院環境科学研究科
実装責任者	土屋 範芳

1. 概要

津波堆積物の化学判別手法の改良・標準化を目指し、名取・岩沼エリアおよび亶理エリアにおいて合計9本のジオスライサー試料（全長2mの連続した土壌堆積物）を新たに採取した。2011年3月11日の津波浸水域、および津波浸水被害を受けていない内陸側でジオスライサー試料を採取した（2013年7月1日にJST担当者5名が参加したサイトビジットを含む）。本年度は、1cm幅に分割した600個以上の試料について含水率測定を行い、これらのうち約100試料について化学分析データを得ることに成功した。

本実装活動による化学分析データの蓄積により、津波イベント層を特定するマーカーとなる火山灰層（年代が既にわかっている堆積層）がない場合でも、津波堆積物を判別することが可能になってきている。さらに、津波イベント層の直下に有害物質であるAsの濃縮層（最大で数100 mg/kg以上）が存在することを明らかにした。静岡エリアにおける津波堆積物の化学分析についても同様に進め、新たな化学判別ダイアグラムの作成等、特に判別手法の改善を進めた。

また、阿武隈川周辺における放射性物質の定点観測継続に加え、天然環境におけるバックグラウンド指標として高地火山湖沼である蔵王御釜周辺の水質調査を開始した。特に、蔵王御釜において相対的に高い放射性ヨウ素同位体比が観測され、人為由来放射性ヨウ素同位体の影響が高地にまで及んでいる可能性が示唆された。

2013年4月19日にJST東京本部（サイエンスプラザ）地下1階会議室において津波堆積物によるリスク評価と社会的影響の予測に関する公開フォーラムを開催した。参加された、企業、省庁、大学、研究所等の方々から、多くの価値ある御意見をいただき、アウトリーチを行うとともに関係各機関と貴重な情報交換をすることができた。加えて、国際ワークショップ（Water Dynamics-11）の主催、国内・国外の学会やシンポジウムでの発表、および論文執筆を行い、情報公開を進めている。

2. 実装活動の具体的内容

- ・津波堆積物の連続採取および地球化学判別（仙台・静岡エリア）

2013年5月から7月にかけて宮城県仙台市若林区荒井地区の2地点（HS1: 38°12'54"N, 140°57'52"E）（HS2-3: 38°12'56"N, 140°57'48"E）、宮城県名取市植松地区の1地点（HS4: 38°08'43"N, 140°53'51"E）、宮城県岩沼市小川地区の1地点（HS5: 38°08'26"N, 140°52'03"E）、および宮城県亶理郡亶理町長瀬地区の2地点（HS6: 38°00'56"N, 140°51'40"E）（HS7-9: 38°01'07"N, 140°53'24"E）において砂層を含む最大長さ178cmの連続土壌堆積物試料を合計9本採取した（図2-1、図2-2）。HS5およびHS6試料は、内陸側の東北地方太平洋沖地震・津波の浸水域外もしくは境界付近に位置する。

試料は実験室に持ち帰り、1cm間隔で分割・乾燥させ、含水率を測定した。含水率は土壌堆積物中の砂層を示す簡易的な指標となる。加えて、各堆積層の形成年代を明らかにするため、堆積物中から植物片を採取し、放射性炭素年代測定を行った。

年代測定の結果、下記の知見が得られた。

- 1) HS2試料（仙台市若林区沿岸部）から約600-700 calBP（紀元後13世紀頃）の砂層を検出した。
- 2) 放射性炭素年代と十和田a火山灰層に基づき、HS3（仙台市若林区沿岸部）およびHS6試料（亶理町内陸部）における貞観津波堆積層を特定した（約1000-1300 cal BP）。

さらに、前年度同様に蛍光X線分析法により、仙台平野および静岡平野において採取した津波堆積物試料（図2-1）の化学分析を進めた。前年度に対して、今年度は化学分析の空間分解能を10倍以上高くし、堆積構造と化学成分の対比を進めた。今年度の調査により、複数地点において津波堆積物を検出する新たなパラメーターとしてナトリウム/チタン比が有効であることが示された。加えて、静岡平野で採取された津波堆積物試料についてもナトリウム/チタン比が応用可能であることが示された。本実装活動により、堆積環境や地形の異なる地点においても同様に使用することができる津波堆積物の指標を得たことは大きな成果である（図2-3、図2-4）。

また、試料の採取、分割・乾燥作業、および含水率測定には東北大学の学部一年生が参加した。参加学生は津波堆積物を用いた災害・環境・地球科学研究に携わった。学生が実際の試料に触れ、かつ科学的なデータにもとづいて考察し、科学研究活動が社会に貢献する役割を考える貴重な経験を与えることができた。

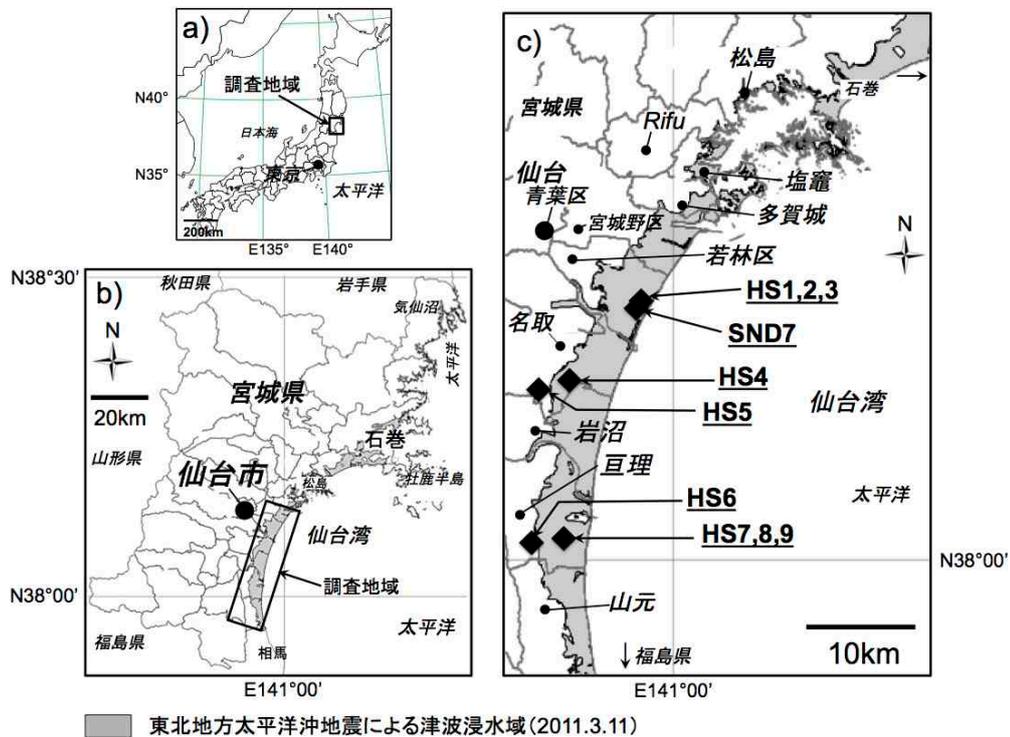


図2-1. ジオスライサーによる津波堆積物の採取位置.

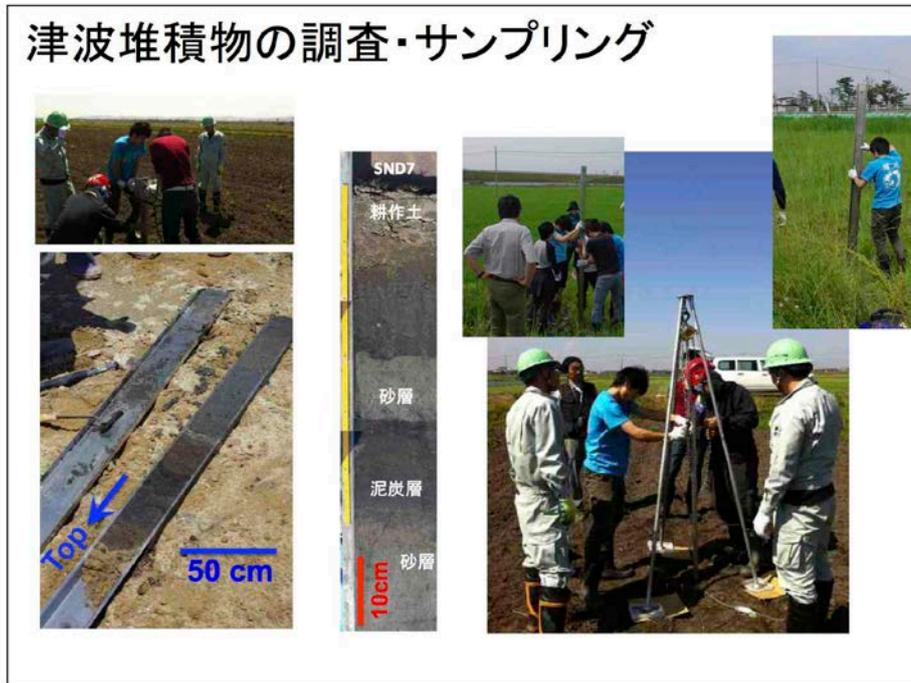


図2-2. 仙台平野における津波堆積物の採取風景. 中央の写真は試料断面写真であり, 津波により形成された砂層が観察された.

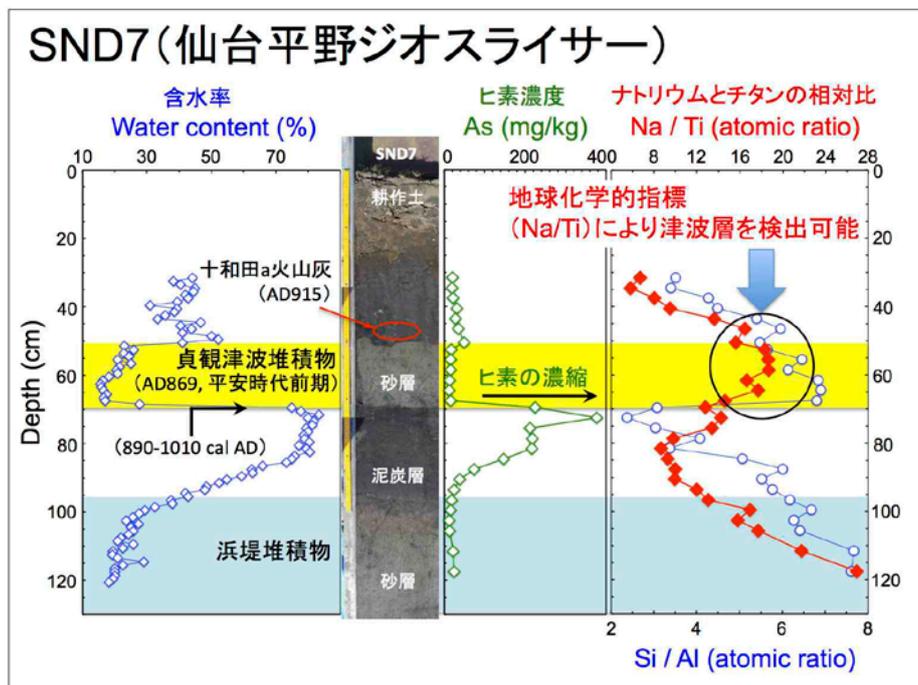


図2-3. 仙台平野で採取した試料の化学判別結果. 右側の図にナトリウムとチタンの相対比 (Na/Ti) を示す. 前年度に引き続き, Na/Tiが津波堆積物を検出するマーカーとなることが複数試料で確認された.

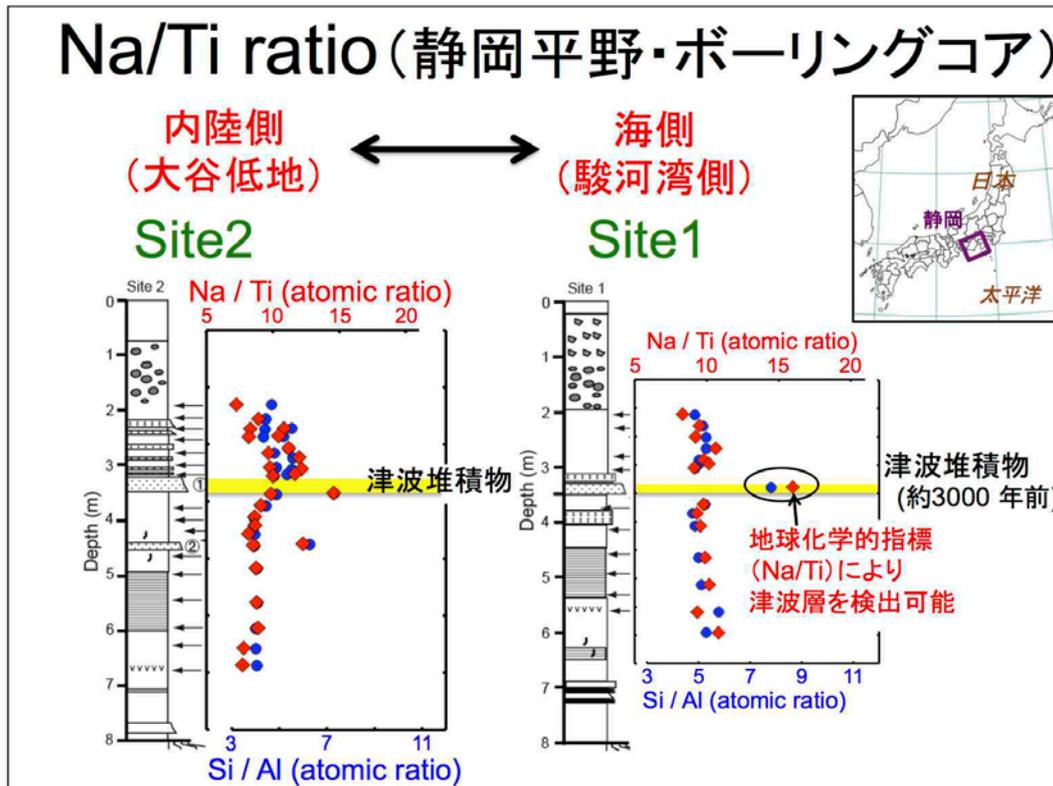


図2-4. 静岡平野で採取した試料の化学判別結果. ナトリウムとチタンの相対比 (Na/Ti) の鉛直分布を示す. Na/Tiが津波堆積物を検出するマーカーとなることが静岡平野でも確認された.

・放射性物質の観測調査

2013年3月の時点で、阿武隈川底質(宮城県角田市・亙理町)の ^{134}Cs の放射能濃度は30-94 Bq/kg, ^{137}Cs の放射能濃度は34-133 Bq/kgであり、角田橋付近から荒浜付近への下流に向け増加傾向を示した。阿武隈川底質調査に加えて、天然環境におけるバックグラウンド指標として高地火山湖沼である蔵王御釜周辺の水質調査を開始した。蔵王御釜および蔵王周辺の温泉において水試料を採取しヨウ素の放射性同位体比 ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$) を測定した。ヨウ素の放射性同位体比は 1.5×10^{-9} から 7.5×10^{-9} の範囲にあり、天然のバックグラウンドレベルである $10^{-11} \sim 10^{-12}$ を大きく超える結果となった。この結果は、福島第一原発事故も含む人為由来の放射性ヨウ素の影響が、高地である蔵王エリアにまで及んでいることを示すが、他の要因も考えられ(例えばチェルノブイリ原発事故の影響)、今後の定点観測を継続することが必要である。

・公開シンポジウム報告

第29回環境フォーラムは、「津波堆積物によるリスク評価と社会的影響の予測」をテーマとして、2013年4月19日（金）にサイエンスプラザ（JST東京本部：東京都千代田区）で開催された。本フォーラムは科学技術振興機構・社会技術研究開発センターにより後援された。産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門研究グループ長の駒井 武 博士（現 東北大学環境科学研究科教授）により、広範囲における、東日本沿岸の津波堆積物調査と環境リスク評価についてお話しいただいた。静岡大学理学部の北村晃寿准教授からは、約3000年前に発生した静岡平野における津波堆積物の調査結果、特に、砂質堆積物の詳細な記載について興味深い御講演をしていただいた。東京大学大学院新領域創成科学研究科の岡田真人教授からはスパースモデリングによる津波堆積物の地球化学判別というタイトルで御講演をいただいた。

東北大学災害科学国際研究所の菅原大助 助教は、長年にわたり仙台平野の津波堆積物調査を展開されている方で、今回は、これまで継続されてきた津波堆積物研究の今後の課題と、数値シミュレーション技術の導入についてお話しいただいた。続いて、早稲田大学人間科学学術院の山田和芳助手からは、湖沼の堆積物に保存されている過去の津波堆積物検出手法について御講演が行われた。東北大学環境科学研究科からは土屋範芳と渡邊隆広助教の2名が講演を行った。土屋は、東北地方太平洋沖地震により発生した津波堆積物のヒ素や重金属汚染評価について報告した。渡邊助教は仙台平野で採取された過去の津波堆積物の化学分析結果について報告し、津波堆積物を検出する新たな手法の開発について研究紹介を行った。

本フォーラムの参加人数は合計65名となり、参加いただいた、大学、研究所、企業、省庁等の方々から、多くの価値ある御意見をいただいた。

加えて、本年度3月12-14日に仙台に於いて国際シンポジウムを主催し、津波堆積物の化学判別手法について成果発表を行った。

3. 理解普及のための活動とその成果

(1) 展示会への出展等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト

(2) 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
2013年4月19日	第29回環境フォーラム 「津波堆積物によるリスク評価	JST東京本部(サイエンスプラザ)	主催：東北大学大学院環境科学研究科、 後援：科学技術振興機構・	学生・研究者・企業・官公	参加者：65名

	と社会的影響の予測「		社会技術研究開発センター	庁・NPO	
2013年9月3日	筑波大学セミナー「放射性物質の環境動態研究と福島原発事故起源の放射性物質の移行」	筑波大学 総合研究棟	招待講演（渡邊隆広）東北地方太平洋沖地震・津波後における土壌のヒ素・重金属・放射性物質汚染評価	学生・研究者	参加者：約30名
2014年3月7日	プラズマ分光分析研究会第90回講演会「震災による重金属・放射性セシウム汚染評価とプラズマ技術の新展開」	東北大学片平キャンパス（さくらホール）	招待講演（渡邊隆広）津波堆積物の重金属分析	学生・研究者・企業	参加者：約70名

（3）新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

（4）論文発表（国内誌 1 件、国際誌 0 件）

渡邊隆広, 細田憲弘, 土屋範芳, 中村俊夫, 澤井祐紀, 駒井 武, 岡本 敦, 平野伸夫, 奈良郁子, 加速器質量分析法によるSND7ジオスライサー試料から採取した植物残査の14C年代測定 -仙台平野・津波堆積物の年代測定-. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (XXV), 2014. (印刷中)

（5）WEBサイトによる情報公開

（6）口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

①招待講演（国内会議 2 件、国際会議 0 件）

渡邊隆広, 津波堆積物の重金属分析. 「プラズマ分光分析研究会第90回講演会 -震災による重金属・放射性セシウム汚染評価とプラズマ技術の新展開-」 (2014.3. 仙台) .

渡邊隆広, 東北地方太平洋沖地震・津波後における土壌のヒ素・重金属・放射性物質汚染評価. 筑波大学セミナー「放射性物質の環境動態研究と福島原発事故起源の放射性物質の移行」 (2013.9. つくば) .

②口頭講演（国内会議 6 件、国際会議 2 件）

T. Watanabe, N. Hosoda, N. Tsuchiya, T. Nakamura, S. Yamasaki, R. Yamada, F.W. Nara, T. Komai, Inorganic geochemistry and 14C age dating of past tsunami deposits from Tohoku area, northeast Japan. 11th International Workshop on WATER

DYNAMICS, Deep Carbon Cycle, March 12-14, 2014, Sendai, Japan.

T. Watanabe, N. Tsuchiya, C. Inoue, A. Kitamura, T. Komai, S. Yamasaki, R. Yamada, N. Hirano, A. Okamoto, F.W. Nara, Tohoku Tsunami Sediment Research Group, Geochemical discrimination of tsunami sediments in Tohoku and Shizuoka area, Japan. 2013 Golodschmidt Conference, August 25-30, 2013, Florence, Italy.

渡邊隆広, 細田憲弘, 土屋範芳, 中村俊夫, 平野伸夫, 奈良郁子, 東北大学歴史津波調査グループ. 津波堆積物の放射性炭素年代測定と地球化学分析. 第16回AMSシンポジウム (2014.3. 東京) .

渡邊隆広, 細田憲弘, 土屋範芳, 中村俊夫. 仙台平野から採取した歴史津波堆積物の放射性炭素年代測定. 2013年度名古屋大学年代測定総合研究センターシンポジウム (2014.1. 名古屋) .

渡邊隆広, 土屋範芳, 井上千弘, 北村晃寿, 駒井 武, 山崎慎一, 山田亮一, 平野伸夫, 岡本敦, 細田憲弘, 奈良郁子. 仙台平野・静岡平野における津波堆積物の汚染 評価と化学判別. 日本鉱物科学会2013年 年会 (2013.9. つくば) .

山崎慎一, 渡邊隆広, 岡本 敦, 平野伸夫, 山田亮一, 布原啓史, 土屋範芳. 東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の微量元素含量. 日本土壌肥料学会 東北支部会 (2013.7. 郡山) .

土屋範芳, 小川泰正. 津波堆積物中のヒ素および重金属類. 第29回環境フォーラム 津波堆積物によるリスク評価と社会的影響の予測 (2013.4. 東京) .

渡邊隆広, 土屋範芳. 津波堆積物の地球化学判別. 第29回環境フォーラム 津波堆積物によるリスク評価と社会的影響の予測 (2013.4. 東京) .

③ポスター発表 (国内会議 1 件、国際会議 2 件)

T. Watanabe, N. Tsuchiya, H. Onodera, A. Goto, N. Hirano, A. Kizaki, Q. Lu, T. Eto, K. Sakurai, R. Takeda, R. Oyanagi, R. Yamada, N. Hosoda, Geochemical characteristics of natural water from the Okama crater lake and Kamoshika hot springs in Zao volcano area, Japan. 11th International Workshop on WATER DYNAMICS, Deep Carbon Cycle, March 12-14, 2014, Sendai, Japan.

F.W. Nara, T. Watanabe, S. Yamasaki, C. Inoue, T. Kakegawa, N. Tsuchiya, Geochemical analysis (TN, TOC, TS and δ34S) of 2011 Tohoku-Oki Tsunami sediments. 11th International Workshop on WATER DYNAMICS, Deep Carbon Cycle, March 12-14, 2014, Sendai, Japan.

松中哲也, 笹公和, 末木啓介, 柴山尚大, 高橋努, 松村万寿美, 佐藤志彦, 松崎浩之, 後藤章夫, 渡邊隆広, 土屋範芳, 平野伸夫, 木崎彰久. 蔵王山熱水系における¹²⁹I/¹²⁷Iを用いた火山活動モニタリングの試み. 第15回「環境放射能」研究会 (2014.3. つくば)

(7) 特許出願

- ①国内出願 (0 件)
- ②海外出願 (0 件)

(8) その他特記事項

著書

土屋範芳, 津波堆積物中のヒ素および重金属類とそのリスク評価.
今を生きる 東日本大震災から明日へ! 復興と再生への提言 5 自然と科学 第6章,
85-106 東北大学出版会 2013.

寄稿

土屋範芳, 東日本大震災から三年 -津波堆積物研究-. 學士會会報 No.905, 49-56,
2014.



11th International Workshop on Water Dynamics
Field Excursion 2014 3 15