

公開資料

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
実装活動終了報告書

研究開発成果実装支援プログラム
「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

実装期間 平成24年10月～平成27年9月

実装責任者 土屋 範芳

(東北大学 大学院 環境科学研究科 教授)

1. 実装活動プロジェクト名と目標、3年間の活動要約

(1) 実装活動プロジェクト名

「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」

(2) 最終目標

東北地方において、津波堆積物による土壌のヒ素・重金属汚染、および放射性物質による汚染が生じている。早急に、海域や地下水等への有害物質の移行・濃縮の過程を解明する必要がある。加えて、沿岸域の安全性を評価するため、津波浸水域を正確に復元する必要がある。本実装活動における最終目標は下記2点とする。

1. 東北地方の被災地において、津波堆積物、土壌、地下水、海水、および河川・河口底泥に含まれるヒ素、重金属類、放射性物質のリスク評価を行う。さらに、有害物質の移行や濃縮過程を把握するため、有害物質の水溶出挙動、および海水溶出挙動評価の標準手法を策定する。

2. 東北地方および東海地方の地震想定域において、地球化学判別図を用いて、過去の歴史津波を評価し、津波浸水の危険エリアマップを作成する。

(3) 支援期間終了後の目標（到達点）

1. 有害物質のリスク評価結果にもとづいて、汚染の短期・長期変動予測を進める。
2. 津波浸水の危険エリアマップ作成を、東北・東海エリアのみではなく他地域にも展開する。

(4) 3年間の活動実績（要約）

津波堆積物の化学判別手法の改良・標準化を目的とし、名取・岩沼、亘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)の分析を進め、歴史津波(津波堆積物)と津波由来でない堆積物の識別を試みた。

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:仙台平野の場合には915年の十和田a層が良好なタイムマーカーとなる)を同定し、それを指標に貞観津波の識別を行った。さらに、本実装活動による化学分析データの蓄積により、地球化学的津波堆積物の識別ダイヤグラムの改良を進めた。十和田火山灰層から判断される貞観津波堆積物の化学特性、ならびに2011年の東日本大震災の泥質津波堆積物の化学特性を統計処理して、新たな津波堆積物の化学識別ダイヤグラムと化学指標を提案した。これらのダイヤグラムや指標を用いて、貞観津波以外の歴史津波の識別を行うことにより、砂質津波堆積物、ならびに泥質津波堆積物の識別を行うことが可能となった。従来、歴史津波は砂層のみが同定されていたが、津波堆積物の化学的特性を利用することで、泥質の歴史津波堆積物の同定に成功した。

地学雑誌(東京地学協会)に、特集号「津波堆積物の地球化学と環境科学」(総ページ789-948)を企画し、平成26年12月25日に発行した。この特集号は口絵、巻頭言ならびに総説1、オリジナル論文8編から成っている。この特集号には2011年の東日本大震災以外の静岡平野での津波堆積物研究結果も掲載されている。この特集号により、従来の津波堆積物研究に地球化学的視点と環境科学的な社会実装の視点を組み込んだ新しい研究スキームを社会に示すことができた。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いている。加えて、国際ワークショップ(Water Dynamics-12: 2015 3/9-12)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，情報公開を進めた．

東日本大震災による津波堆積物は，平成 26 年度末には，福島第一原発事故の被災地以外は全量撤去が完了した．予定より早めに作業が終了した背景には，津波堆積物の汚染状況や海水溶出挙動を解明した本研究での成果が活用されている．

2. 実装活動の計画と実装活動

(1) 全体計画

項目	平成 年度 (6ヶ月)	平成 年度	平成 年度	平成 年度 (6ヶ月)
項目	平成24年度 (6ヶ月)	平成25年度	平成26年度	平成27年度 (6ヶ月)
試料採取	↔			
試料分析	←		→	
解析		←		→
提言・まとめ				↔

年度 項目	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
試料採取	↔	↔	↔	
試料分析	←			→
解析 1 (有害物質のリスク評価結果)		←		→
解析 2 (津波浸水の危険エリアマップ作成を、東北・東海エリアのみではなく他地域にも展開)			←	→
提言・まとめ				↔
		↔	↔	↔
		年度ごとに宮城県と打ち合わせ	年度ごとに宮城県と打ち合わせ	年度ごとに宮城県と打ち合わせ

計画時のスケジュールと実際に大きな相違は生じなかった。

ただし、年度ごとに宮城県と情報交換の機会を設け、津波堆積物の処理に関する意見交換を行った。この打ち合わせにより、津波堆積物の分析やリスク管理に関する情報を共有し、津波堆積物の早期の処理に貢献した。

(2) 各年度の実装活動の具体的内容

24年度

東日本大震災の津波の分析結果の再整理と地球化学判別への展開

(災害復旧研究)

25年度

1. 阿武隈川周辺における定点観測の継続および評価手法の改良

- ・ 阿武隈川周辺における定点観測を継続し、放射性物質の移動過程を把握する。
- ・ 阿武隈川底質試料を粒径サイズ別に分画し、放射性物質分析・化学分析を行う。
- ・ 粒径サイズ別の化学データから放射性物質の移動過程を評価する手法の改良を進める。

2. ジオスライサーによる津波堆積物の連続採取 (仙台平野)

- ・ 購入済みの連続試料採取装置 (ハンディージオスライサー) を用いて、仙台平野の津波浸水域エリアから連続した堆積層を採取し、化学分析を進める。
- ・ 海岸砂浜から津波到達域までの連続堆積層 (津波堆積物を含む)、および津波浸水域よりも内陸側の連続土壌堆積層 (津波堆積物を含まない試料) を採取し、津波堆積物の化学判別データの標準モデルを作成・改良する。

3. 静岡エリアにおける津波堆積物の化学分析

- ・ 静岡におけるサンプリングエリアを拡大し (遠州灘沿岸・相模湾沿岸)、各エリアにおける津波堆積物の化学判別を進める。

26年度

1. 阿武隈川周辺および蔵王周辺における定点観測の継続および評価手法の改良

- ・ 昨年度に引き続き、阿武隈川周辺における定点観測を進める。
- ・ 蔵王周辺水域で水や底泥試料を採取し化学分析を進め、放射性物質の挙動を把握する。

2. ジオスライサーによる津波堆積物の連続採取

- ・ 過去の津波堆積物層およびその上下にある泥炭層中の各重金属やヒ素の供給源を明らかにすることにより、津波堆積物の判別精度が格段に向上することがわかってきた。各化学成分の供給源を推定するため、仙台平野沿岸域での津波堆積物の連続採取を進める。
- ・ 津波堆積物および土壌試料の化学分析、粒径分布測定、鉱物組成分析を進める。
- ・ 仙台湾沿岸および静岡エリアにおいて蓄積されている化学データの統計解析手法の改良を進める。

27年度

1. 蔵王周辺における定点観測の継続および評価手法の改良

- ・ 蔵王周辺水域で水や底泥試料を採取し化学分析を進め、放射性物質の挙動を把握する。

2. ジオスライサーによる津波堆積物の連続採取

- ・ 過去の津波堆積物層およびその上下にある泥炭層中の各重金属やヒ素の供給源を明らかにする

ことにより、津波堆積物の判別精度が格段に向上することがわかってきた。各化学成分の供給源を推定するため、仙台平野沿岸域での津波堆積物の連続採取を進める。

- ・津波堆積物および土壌試料の化学分析、粒径分布測定、鉱物組成分析を進める。
- ・仙台湾沿岸、三陸沿岸（女川エリア）および静岡エリアにおいて蓄積されている化学データの統計解析手法の改良を進める。
- ・化学識別方法については、国内雑誌、国外雑誌への公表を行っている。27年度はこれらを利用して新たな歴史津波堆積物の発見に努め、災害科学、防災科学への展開を進める。

3. 実装支援活動の成果

(1) 目標達成及び実装状況

【支援期間終了後の目標（到達点）】	【実装状況】
<p>1. 有害物質のリスク評価結果にもとづいて、汚染の短期・長期変動予測を進める。</p> <p>2. 津波浸水の危険エリアマップ作成を、東北・東海エリアのみではなく他地域にも展開する。</p>	<p>1. 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。</p> <p>2. 津波堆積物の化学判別手法の改良・標準化を目的とし、名取・岩沼、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）の分析を進め、歴史津波（津波堆積物）と津波由来でない堆積物の識別を試みた。 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：仙台平野の場合には915年の十和田a層が良好なタイムマーカーとなる）を同定し、それを指標に貞観津波の識別を行った。さらに、本実装活動による化学分析データの蓄積により、地球化学的津波堆積物の識別ダイヤグラムの改良を進めた。十和田火山灰層から判断される貞観津波堆積物の化学特性、ならびに2011年の東日本大震災の泥質津波堆積物の化学特性を統計処理して、新たな津波堆積物の化学識別ダイヤグラムと化学指標を提案した。これらのダイヤグラムや指標を用いて、貞観津波以外の歴史津波の識別を行うと共に、今年度の試料から、泥質堆積物中に津波由来の層を識別することができた。従来、歴史津波は砂層のみが同定されていたが、津波堆積物の化学的特性を利用することで、泥質の歴史津波堆積物の同定に成功した。加えて、後背地の特性や海底環境の異なる静岡においても東北地方と同様の地球化学判別手法が適応可能であることを実証した。</p>

【支援期間終了後の目標（到達点）】	【実装状況】
2の続き	<p>地学雑誌（東京地学協会）に、特集号「津波堆積物の地球化学と環境科学」（総ページ789-948）を企画し、平成26年12月25日に発行した。この特集号は口絵、巻頭言ならびに総説1、オリジナル論文8編から成っている。この特集号には2011年の東日本大震災以外の静岡平野での津波堆積物研究結果も掲載されている。この特集号により、従来の津波堆積物研究に地球化学的視点と環境科学的な社会実装の視点を組み込んだ新しい研究スキームを社会に示すことができた。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いている。この特集号の発行は社会実装上、大きな役割を果たしている。</p> <p>加えて、国際ワークショップ（Water Dynamics-12: 2015 3/9-12）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。</p>

（2）実装された成果の今後の自立的継続性

本実装活動による化学分析データの蓄積により、地球化学的津波堆積物の識別ダイアグラムの改良を進めた。十和田火山灰層から判断される貞観津波堆積物の化学特性、ならびに2011年の東日本大震災の泥質津波堆積物の化学特性を統計処理して、新たな津波堆積物の化学識別ダイアグラムと化学指標を提案した。これらのダイアグラムや指標を用いて、貞観津波以外の歴史津波の識別を行うと共に、今年度の試料から、泥質堆積物中に津波由来の層を識別することができた。従来、歴史津波は砂層のみが同定されていたが、津波堆積物の化学的特性を利用することで、泥質の歴史津波堆積物の同定に成功した。既に東北のみではなく、静岡においても津波堆積物の化学判別に成功しており、他地域への応用も可能である。今後は各地の津波堆積物判別に応用され、自立的に継続・発展してくものと期待される。人為由来の放射性同位体については、調査手法およびデータ解析手法は確立しており、今後は天然環境における長期変遷を評価するために継続した定期観測を行う予定である。

(3) 実装活動の他地域への普及可能性

上述の通り，本実装活動により津波堆積物の判別手法がより確実なものとなった．東北地方で採取した2011年の津波堆積物を活用し，過去の津波堆積物の化学組成と比較検討することで地球化学判別手法の確立と，実際の応用例として目視では判別できない泥質の津波堆積物の検出に成功している．加えて，後背地の特性や海底環境の異なる静岡においても東北地方と同様の地球化学判別手法が適応可能であることを実証した (Fig. 3-1)．従来の単一元素もしくは特定の指標のみに頼るのではなく，多元素による判別手法を適応した成果であるといえる．津波堆積物の地球化学判別手法は他地域への普及が可能であり，今後は各地における応用展開が十分に見込まれる．

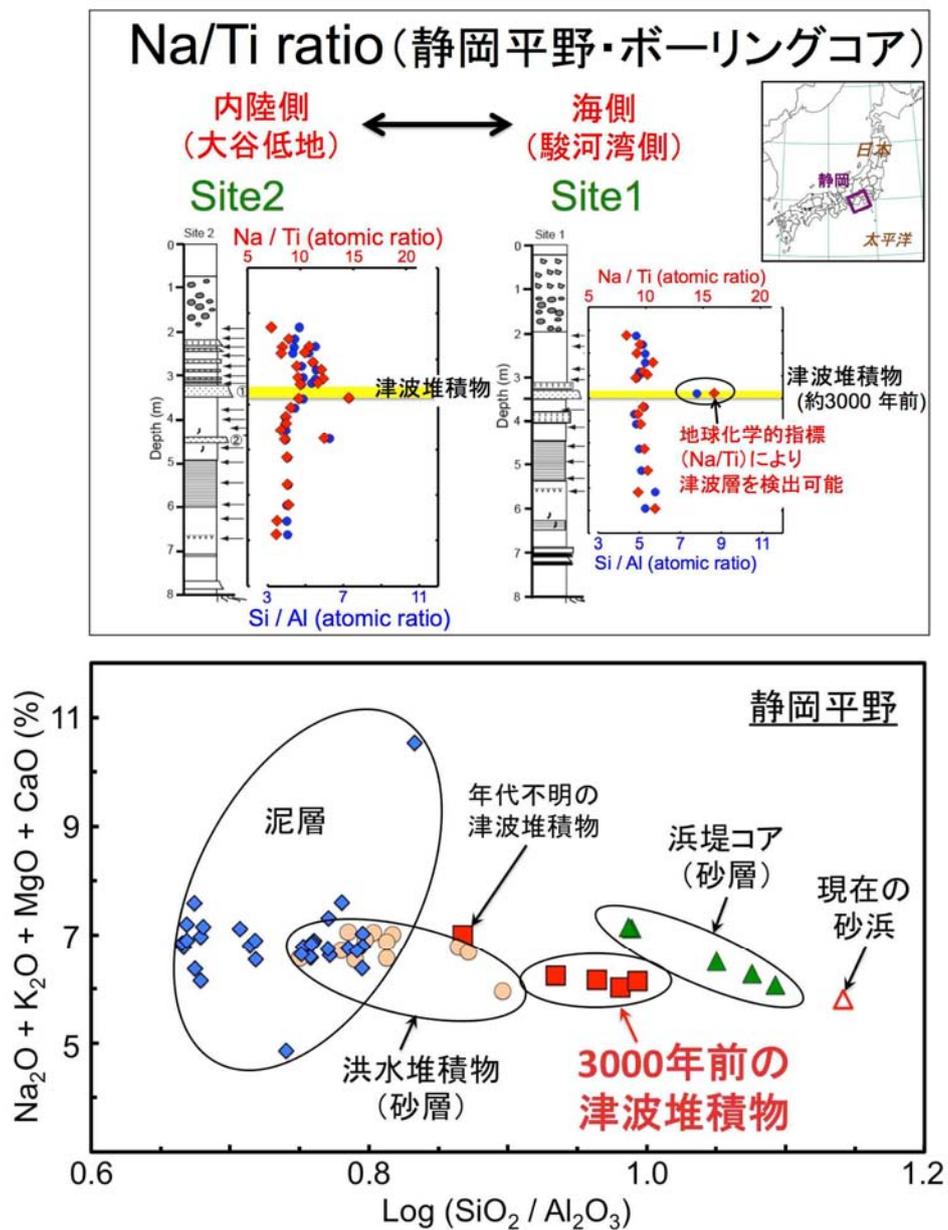


Fig. 3-1 静岡平野における地球化学判別図

(4) 実装活動の社会的副次成果

本実装活動では、地球化学的手法による津波堆積物の判別を実用化した。津波堆積物の化学分析手法として、簡便・迅速にデータを得ることが可能であるエネルギー分散型蛍光エックス線分析装置 (EDXRF) を使用した。本装置では同時に多元素の定量データを取得することが可能であり、津波堆積物の化学分析のターゲットとしている目的元素以外の情報も得ることができる。津波堆積物を識別する指標の一つとしてナトリウムとチタンの相対比 (Na/Ti) を提案したが (Fig. 3-2) , 副次的に有害元素であるヒ素の濃縮層を検出した。ヒ素の濃縮層は、津波堆積物層の直下であり (Fig. 3-2) , 最大で約400 mg/kgに達していた (土壌上部では約10 mg/kg) 。ヒ素の濃縮メカニズムは不明であるが、津波により海底から供給されたヒ素が、堆積後に下層へ移動し硫化物として存在しているものと推察される。津波堆積物の地球化学分析により汚染評価も進めることができ、特に地下でのヒ素濃縮層の水平分布を明らかにし、表層への移動を最低限に留めていく必要がある。EDXRFにより他の重金属類の同時測定も可能であり、津波堆積物の判別とともに津波被害後の地下の汚染評価も進めていくことが可能になった。有害元素も含め物質移動の評価には地球化学的な分析・解析が不可欠であり、長期間にわたる有害元素の挙動を把握することが必要である。

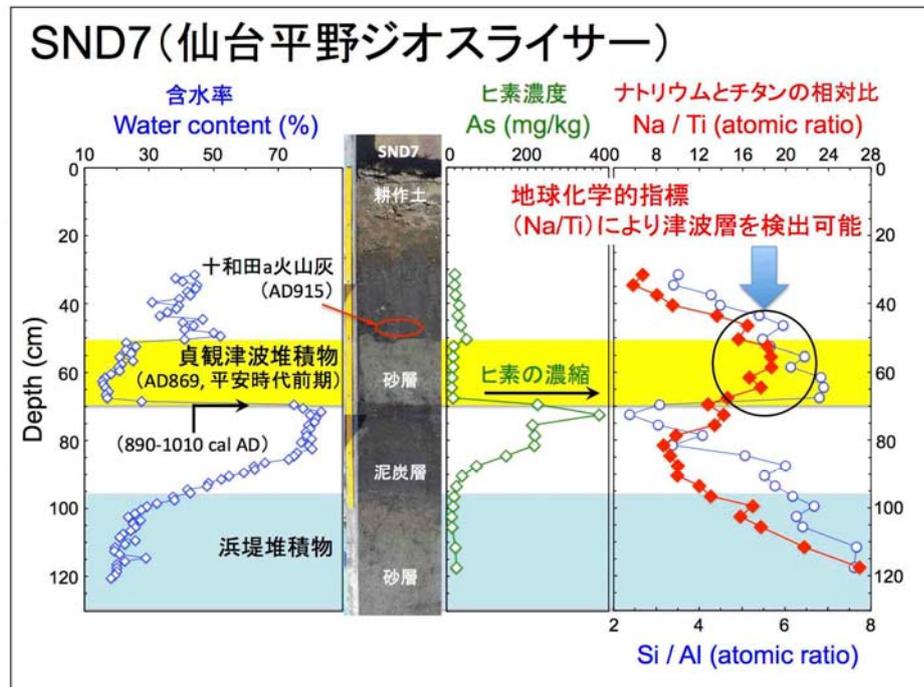


Fig. 3-2 津波堆積物直下で検出したヒ素の濃縮層 (中央図, 仙台平野)

(5) 人材育成

仙台平野での津波堆積物採取作業の一部に東北大学の学部1年生（工学部，理学部，文学部，経済学部，医学部，薬学部，農学部から参加，計18名）が参加した．参加した学生らにより，水田から深さ約2mのジオスライサー試料が計2本採取され，現場で開封した後，表面を薄く削り堆積層を観察した（Fig. 3-3）．土壌層や粘土層の間に明瞭な砂層が見られ，現場で試料を観察しながら発見された砂層が津波堆積物であるかどうかの議論を行った．現場に赴き試料採取と観察を自ら行うことにより，若手である大学の学部1年生に想像力を働かせ考察させることができた．今後，学生たちは各分野において，様々なかたちで科学的根拠にもとづく防災活動の継続と発展に繋げていくものと期待される．

さらに，採取した試料を研究室に持ち帰り，学生主体で試料を1cm間隔で分割する作業を進め，含水率測定まで実施した．含水率を測定することにより，礫，砂，泥等のサイズ構成が推定可能である．現場の作業と，試料の観察結果，および含水率データをとりまとめ，上記の学生らによる口頭発表とポスター発表を行い，研究結果を適切に公表する方法についても指導した．これら一連の作業については，大学4年生（計4名）がサポート役として参加し，サポート経験を通して津波堆積物の重要性を認識した．学部1年生による作業と研究結果取りまとめ後も，修士課程の大学院生が継続して津波堆積物を用いた研究を実施し，複数の指標を組み合わせた新たな津波堆積物の化学判別方法の提案など，重要な成果を残した．本実装活動を通して行った育成活動により，多くの学生が防災・減災に関する科学的評価手法を学び，かつ自ら発展させることができたといえる．



Fig. 3-3 東北大学の学部1年生による津波堆積物採取の実習作業

(6) 実装活動で遭遇した問題とその解決策

津波堆積物の化学判別では、調査対象が天然試料であることから複雑なデータの中から適切な情報を抽出する必要がある。単一の指標やダイアグラムのみではなく、本実装活動では統計解析に加え複数の指標を組み合わせることで、これまで判別不可能であった泥質の津波堆積物の認定に繋げることができた。

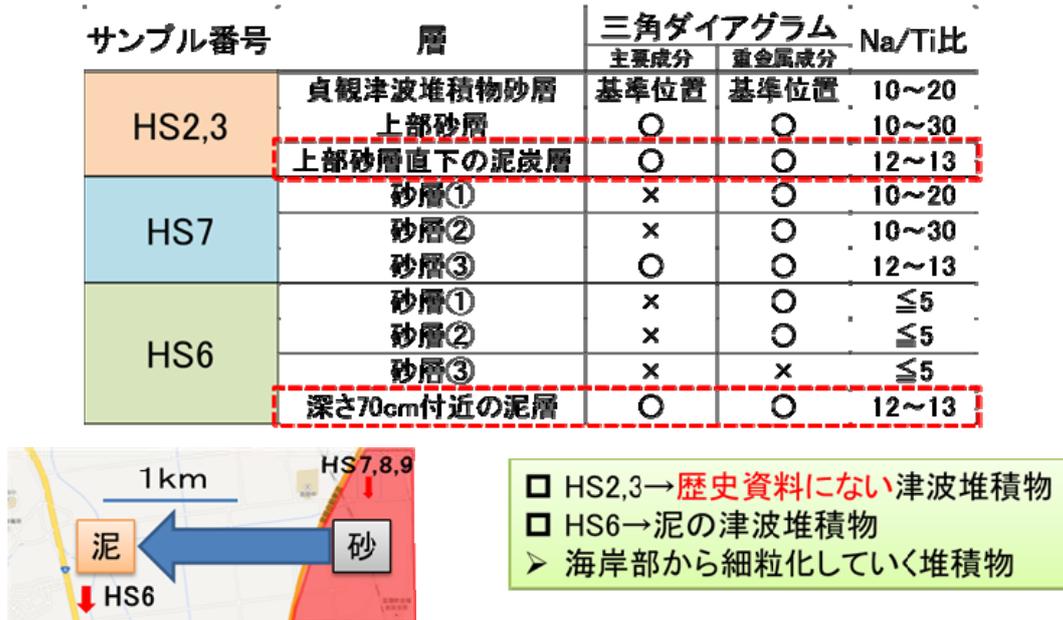
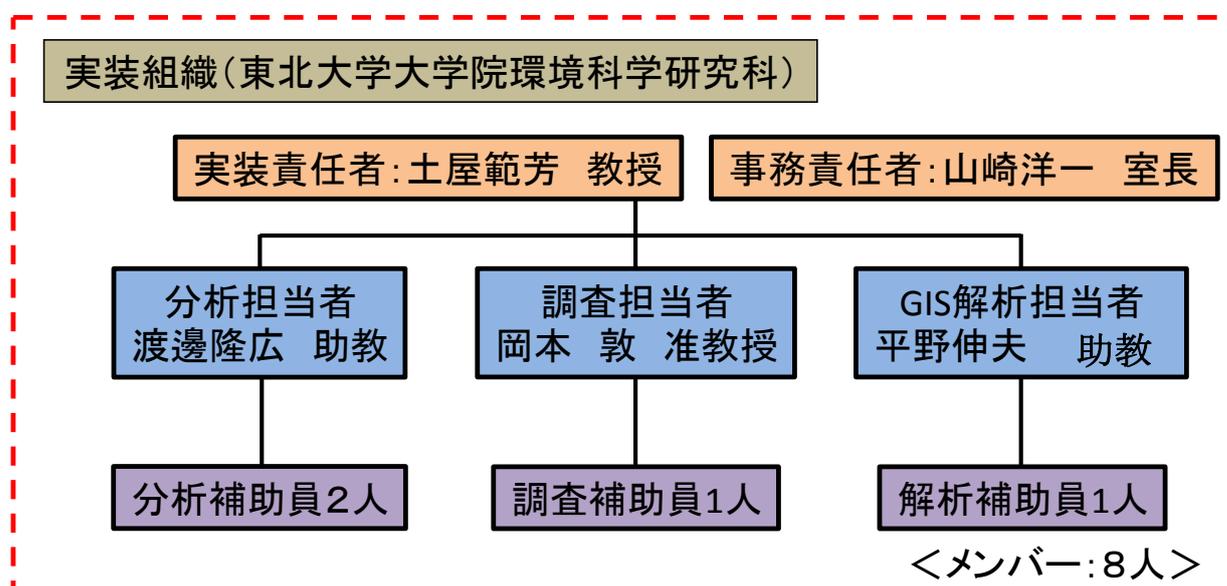


Fig. 3-4 津波堆積物の地球化学的判別総括表

Fig. 3-4 下図において、HS6試料の採取地点はHS7試料採取地点から内陸に向かったより海岸から遠い位置にある。化学分析の結果、HS7試料の最深部の砂層③、およびHS6試料の深度70cm付近の泥質層 (Fig. 3-4上図) は約1000年前に堆積した貞観津波堆積物の化学的特徴と一致した。従って、これら2つの層は、両方とも貞観津波によって内陸に運ばれた堆積物である可能性が高い。つまり、海岸に近いHS7では砂がたまり、海岸から遠いHS6では、津波による砂は届かず、泥のみが堆積した可能性が高い。いままでの貞観津波堆積物の認定は、砂層だけに限られていたが、本研究によって、泥質津波堆積物の認定が初めて可能となり、このことは、Fig. 3-4下図に示すように、より内陸部への津波浸入を評価することができることを示している。

また、当初計画の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。

4. 実装活動の組織体制



渡邊隆広助教が、26年度より日本原子力研究開発機構の東濃地科学センターに移籍したが、本プロジェクトには同程度のエフォートで参加可能であり、実質的には大きな組織変更は行わなかった。

5. 理解普及のための活動とその評価

(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
平成26年10月18日	危機管理産業展	東京ビックサイト	貞観津波堆積物の地球化学特徴のまとめ、土壌試料との比較と津波堆積物の判別	一般	のべ150人

(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
2014年5月12日	第27回環境工学連合講演会	東京 港区 日本学術会議講堂	環境工学に関する学協会の連合会における招待講演。参加人150人	関係学協会 会員	
2015年7月31日	地層汚染セミナー	東京 王子 北トピア	地層汚染についての啓蒙と対策技術の広報に関するNPO法人。参加人数30人	市民	

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
2014 3.10- 16	11 th International Workshop on WATER DYNAMICS	東北大学 片平キャンパス さくらホール	流体と岩石の相互作用に関する総合的国際ワークショップ (津波堆積物の地球化学に関する初めての国際ワークショップ)	国内外研究者、学生	国内外 150 人
2015 3.7-3.12	12 th International Workshop on WATER DYNAMICS	東北大学 片平キャンパス さくらホール	流体と岩石の相互作用に関する総合的国際ワークショップ (津波堆積物の地球化学の心胆に関する情報交換)	国内外研究者、学生	国内外 150 人 (予測)

(3) 新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

② 新聞報道

朝日新聞 (2011年6月1日)
 科学新聞 (2011年8月12日)
 環境新聞 (2011年12月21日)
 (被災地のヒ素及び重金属リスク)

② TV 放映

NHK 教育 サイエンス ZERO スパースモデリング
 (スパースモデリング手法を使った津波堆積物の地球化学判別)



③ ラジオ報道

④ 雑誌掲載

(4) 論文発表 (国内誌 9 件、国際誌 1 件)

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 シンポジウム報告集, (2014), 152-157] 渡邊 隆広、細田 憲弘、土屋 範芳、中村 俊夫、岡本 敦、平野 伸夫、奈良 郁子、東北大学歴史津波調査グループ

Bromine and iodine in Japanese soils determined with polarizing energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry.[Soil Science and Plant Nutrition,(2015),1-10] S. Yamasaki, A. Taketa, T. Watanabe, K. Tagami, S. Uchida, H. Takata, Y. Maejima, N. Kihou, N. Tsuchiya
<http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2015.1054773>

“Machine-learning techniques for geochemical discrimination of 2011 Tohoku tsunami deposits”, *Scientific Reports*, 4, 7077-1 - 7077-6, doi:10.1038/srep07077

T. Kuwatani, K. Nagata, M. Okada, T. Watanabe, Y. Ogawa, T. Komai, N. Tsuchiya,
Nature 誌グループのオープン アクセス web 版

津波堆積物の地球化学と環境科学,[地学雑誌 123(6), 793 - 796 (2014)]
小川泰正・渡邊隆広・佐野修・土屋範芳

東北地方太平洋沖地震により発生した津波堆積物中のヒ素および重金属の海水溶出実験
[地学雑誌 123(6), 835 - 853 (2014)]
渡邊隆広・山崎慎一・山田亮一・平野伸夫・岡本敦・奈良郁子・土屋範芳・東北地方津波堆積物研究グループ

三陸海岸ならびに仙台平野における東北地方太平洋沖地震に起因した津波堆積物中のヒ素ならびに重金属類の起源,[地学雑誌 123(6), 854 - 870 (2014)]
山田亮一・渡邊隆広・土屋範芳

東北地方太平洋沖地震による岩手、宮城、福島県沿岸地域における津波堆積物の供給物 -TOC/TC 比および安定硫黄同位体を指標として-, [地学雑誌 123(6), 871 - 882 (2014)]
奈良郁子・渡邊隆広・掛川武・山崎慎一、井上千弘・土屋範芳

仙台平野における歴史津波堆積物の放射性炭素年代測定-連続土壌堆積物試料 HS シリーズの堆積年代(予察的分析)-,[地学雑誌 123(6), 904 - 922 (2014)]
渡邊隆広・細田憲弘・中村俊夫・平野伸夫・岡本敦・奈良郁子・土屋範芳・東北大学歴史津波堆積物調査グループ

主成分分析を用いた次元圧縮に基づく東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の地球化学的特性評価, 地学雑誌, 123 (6), 923-935, doi:10.5026/jgeography.123.923
桑谷立, 中村謙吾, 渡邊隆弘, 小川泰正, 駒井武,

津波堆積物の海水溶出試験とヒ素の分析. [ぶんせき, 2014(10), (2014), 578-581] 土屋範芳, 山崎慎一, 渡邊隆弘

地学雑誌

JOURNAL
OF
GEOGRAPHY

東京地学協会
TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
Founded in 1879



2014 VOL. 123

NO. 6

特集号：津波堆積物の地球化学と環境科学
Special Issue on "Geochemistry and Environmental Science of
Tsunami Deposits"

地学雑誌特集号(2014年12月発行)
津波堆積物の地球化学と環境科学

(5) WEB サイトによる情報公開
特になし

(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 5 件、国際会議 _____ 件)

土屋範芳 環境工学会 (2014年5月12日) ほかに1件

渡邊隆広, 細田憲弘, 土屋範芳, 中村俊夫, 山崎慎一, 奈良郁子. 連続土壌堆積物中の津波イベント層の C-14 年代測定と津波堆積物の地球化学分析. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜, 平成 26 年 5 月 1 日

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 -震災に起因する重金属・放射性セシウムの汚染評価とプラズマ技術の新展開-, 仙台, 平成 26 年 3 月 2 日

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」, つくば, 平成 25 年 9 月 3 日

② 頭講演 (国内会議 8 件、国際会議 3 件)

(口頭発表 国際会議)

T. Watanabe, N. Hosoda, N. Tsuchiya, S. Yamasaki, F.W. Nara, T. Nakamura, Tohoku University Tsunami Sediment Research Group. Geochronology and geochemistry of tsunami deposits in Tohoku, northeastern Japan. 12th International Workshop on Water Dynamics, Sendai, Japan (2015.3.9-12)

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, Sendai, Japan (2014.3.11-16)

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 Golodtschmidt Conference, Florence, Italy (2013.8.25-30)

(口頭発表 国内会議)

土屋 範芳・山崎慎一・山田亮一・平野伸夫・岡本敦・小川康正・渡邊隆広(東北大院・環境科学) 東日本大震災の津波堆積物を用いた津波堆積物の地球化学的判別方法の開発 日本地質学会 大阪府立大学, 2012年9月

細田憲弘(東北大・環境科学), 渡邊隆広(東北大・環境科学), 中村俊夫(名古屋大年代測定総合研究センター), 土屋範芳(東北大・環境科学), 仙台平野における歴史津波堆積物の化学組成と地球化学的判別方法の提案, 日本地球惑星連合大会, パシヒコ横浜, 平成26年5月2日

土屋範芳・細田憲弘・渡邊隆広(東北大・環境科学)、2011年東日本大震災の津波堆積物中の重金属類の起源、日本地質学会 信州大学、2015年9月12日

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, 東京, 平成26年3月20日

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, 名古屋, 平成26年1月28日

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, つくば, 平成25年9月11日

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, 東京, 平成25年4月19日

細田憲弘(東北大学大学院環境科学研究科) 日本地球惑星科学連合2014年大会、横浜国際平和会議場、2014.4.28-5.2 仙台平野における歴史津波堆積物の化学組成と地球化学的判別方法の提案

細田憲弘(東北大学大学院環境科学研究科) 日本地質学会第121年学術大会、鹿児島大学郡元キャンパス、2014.9.13-9.15 仙台平野の歴史津波堆積物の年代測定と地球化学的判別手法の開発

ポスター発表 (国内会議 1 件、国際会議 3 件)

N. Hosoda, 国際第四紀連合第19回大会、名古屋国際会議場、2015.7.26-8.2 Geochemical approaches to discrimination of the historical tsunami deposits in Tohoku district, Northeastern Japan

T. Watanabe, N. Hosoda, N. Tsuchiya, S. Yamasaki, F.W. Nara, T. Nakamura, Tohoku University Tsunami Sediment Research Group. Sodium-Titanium ratios in tsunami deposits from the Sendai plain, the Pacific coast of northeastern Japan. Goldschmidt 2015, Prague, Czech (2015.8.16-21)

渡邊隆広, 土屋範芳, 山崎慎一, 細田憲弘, 澤井祐紀, 駒井 武, 中村俊夫, 奈良郁子, 東北大学津波堆積物調査グループ. 無機化学組成にもとづく歴史津波堆積物の供給源推定. 日本第四紀学会2014年大会, 東京, 平成26年9月6日

(7) 特許出願

①国内出願 (0 件)

1. “発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号”
- 2.
- ...

②海外出願 (0 件)

1. “発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号”
- 2.

(8) その他特記事項

6. 結び

下記の表に、平成26年度末の災害廃棄物と津波堆積物の処理状況を示す。

3県沿岸市町村(岩手県・宮城県・福島県(避難区域を除く))の処理状況

	災害廃棄物等推計量 (万t)	災害廃棄物		津波堆積物			
		推計量 (万t)	処理 量(万t)	割合(%)	推計量 (万t)	処理 量(万t)	割合(%)
岩手県	584	423	423	100	161	161	100
宮城県	1,869	1,111	1,111	100	759	756	100
福島県	349	173	128	74	175	84	48
合計	2,802	1,707	1,662	97	1,095	1,004	92

この表からわかるように、岩手県と宮城県の津波堆積物は、平成26年度末には100%の処理が終了している。(残念なことに福島県は48%にとどまっている。これは原発被害地域に立ち入りできないためである)

津波堆積物の処理が進んだ理由には、行政による柔軟な対応が行われたことによる。津波堆積物には、ヒ素などの有害元素が含まれていることが我々の研究と広報から明らかになった。このままでは、膨大な量の津波堆積物を、産業廃棄物として処理をしなければならなかった。しかしながら、我々は同時に、この津波堆積物からのヒ素等の溶出は水溶出よりも低く抑えられることを示し(それまで海水溶出試験は行われていなかったので、我々は2011年内に基本的な方法を開発した(最終的には土屋ら、2014(ぶんせき)に発表している)、津波堆積物をその地域の地盤改良材等として有効利用する道が拓かれた。

これは本研究のみの成果ではなく、さまざまな研究や情報を総合し、災害復旧という緊急性の高い課題に対して、行政が柔軟にかつ積極的に動いた結果である。津波堆積物の処理について、本研究の貢献度を数量的に示すことはできないが、災害復旧の社会実装という視点では本研究は大きな意味があった

その後、この成果を、他地域の津波堆積物や歴史津波の認定に展開したことは本研究の学

術面の成果と考えられる。これらの学術的な結果は論文等で公表し、成果としてカウントすることはできる。しかし、この研究の社会実装としての意義は、宮城県との意見公開会などを通じて、少なくとも宮城県の津波堆積物の早期処理に貢献できたことにある。

これは、災害地の大学にいる研究者として大きな喜びであり、今回の大災害に対して研究者としての一定の役割を果たせたと自負している。

本研究は、災害復旧の社会実装と、歴史津波の地球化学的識別方法の学術面の2つの意味があった。津波堆積物の研究は、災害研究から地球化学研究へと展開しつつある。



津波堆積物：
ガレキ処理など的人為的擾乱がないもの
(室内、家屋基礎等)

泥質堆積物

($<2\text{mm}$)を採取
(ハイリスク評価のため)

河川水： $0.45\mu\text{m}$ フィルタリング，
硝酸滴下

津波堆積物の採取の様子



ジオスライサーによる歴史津波の採取（仙台平野）