

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：30109

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04086

研究課題名(和文) 東北日本海沿岸域の防風林内に残された津波堆積物の気象データを用いた風化過程の解明

研究課題名(英文) Using meteorological data to elucidate the weathering process of tsunami deposits in coastal forests area along the Sea of Japan

研究代表者

千葉 崇 (Chiba, Takashi)

酪農学園大学・農食環境学群・講師

研究者番号：60638980

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：東北日本海沿岸域には飛砂の防備などを目的として植林された沿岸林(飛砂防備保安林)が形成されている。この沿岸林内の土壌中に残された津波堆積物の特徴とその風化過程を解明するために、地質調査に加えて、気象データなどを利用した検討を行った。調査と分析の結果、秋田県の八峰町～能代市沿岸域には1983年日本海中部地震に伴う津波堆積物と1991年台風19号に伴う飛砂堆積物が発見された。また、三種町～男鹿市にかけては台風19号の飛砂と思われる堆積物が観察された。これらは沿岸林の形成されていない砂丘上では確認できないことから、沿岸林内土壌が、イベント堆積物にとって保存ポテンシャルが高い環境であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、標高の高い砂丘が発達することにより相対的に津波の痕跡が残りにくい日本海側において、初めて津波堆積物の認定を行ったことにまず意義がある。また、砂丘が発達する地域においても沿岸林内に土壌が形成されていれば、津波の痕跡が保存される可能性も高まることが明らかになった。そして、津波堆積物と台風に伴い堆積した飛砂堆積物の特徴及びそれらの違いを明らかにし、それぞれの認定において重要な点を指摘することができた。さらに、調査地域における飛砂の採取や機器観測などを行うことにより、沿岸林内では通常時に飛砂がほとんど運搬されず、何らかのイベントに伴って堆積する可能性が高いことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Forests have been planted along the coastal areas in the north-eastern part of the Sea of Japan to protect against the sands blown by strong winds. To elucidate the characteristics and weathering process of the tsunami deposits left in the soil of this coastal forest, we conducted both geological surveys and studies using observed meteorological data. Additionally, a field experiment was performed to investigate the process through which fine particles are transported by strong wind. As a result of the survey and analyses, tsunami deposits associated with the 1983 Nihonkai Chubu Earthquake and blown sand deposits associated with the 1991 Typhoon 9119 were identified. Additionally, deposits presumed to be blown sand from Typhoon 9119 were observed from Mitane-cho to Oga-shi. Since these deposits were not found on sand dunes in areas where no coastal forest had been formed, the coastal forest soil was considered to be an environment with high conservation potential for event deposits.

研究分野：第四紀地質学

キーワード：津波堆積物 珪藻群集 日本海沿岸域 沿岸林 風化過程 気象観測 飛砂

1. 研究開始当初の背景

1983年5月26日、日本海中部地震が秋田県能代市西方沖約80kmの地点で発生した。この地震に伴う津波により、秋田県を含む日本海北東部沿岸地域に広範囲の被害が発生し、死者は100人(津波以外を含めると104人)に上った。この津波により沿岸域には砂質あるいは泥質のイベント堆積物(津波堆積物:後藤ほか2017)が堆積させたことがわかっている。秋田県における発生直後の津波堆積物の一部は佐藤ほか(1994)により報告されているが、その後の報告は見当たらず、その後それらが地層に保存されたのかどうかということ是不明だった。また、日本海沿岸では標高の高い砂丘が発達しているため、津波がそれを越えることが少なく、津波堆積物が見つかりにくいとされてきた。このことは日本海側において地質記録から津波の発生頻度を求めることが困難であることを示しており、防災上の課題とされている。

一方、申請者は予備調査として2019年2月及び7月に、能代市沿岸域及び八峰町沿岸域に1960年代以降に形成された飛砂防備保安林内(マツ林)を簡易的に調査し、1983年の津波によりもたらされた可能性の高いと思われる砂質堆積物が、それぞれの地域において深度10cm以浅の土壌中に残されていることを確認した。年代を特定できる津波堆積物はそもそも少ないため、過去の災害の記録として歴史的に重要であるとともに、津波の規模や浸水過程を検討可能な試料として地質学的にも重要である。

一方、津波堆積物は時間の経過とともに降水や風により堆積構造や構成物が失われ風化していくことも指摘されている(西村2009)。津波堆積物の風化については諸説あるものの、その具体的な検討は経過年数の正確な見積もりや外的なデータとの対応関係を検討することが困難なケースが多いためほとんど行われていない。ただし、経験的に古い津波堆積物ほど認定に必要な情報が少なく、認定がより困難になると考えられている。そこで、年代の特定できる津波堆積物を分析すること及び蓄積された気象データや現地観測データと対応させることにより、例えば堆積後30年間に起こる雨水による構成物中の細粒粒子の流出や、強風による砂や花粉(大橋・大岡2001)といった構成粒子の飛散による風化の程度、あるいは津波堆積物の埋積過程について、地質学的に具体的な知見を得ることが可能になると考えられる。

2. 研究の目的

飛砂防備保安林内は林外に比べて風の影響を受けにくいいため、飛砂防備保安林内で堆積した津波堆積物は相対的に保存されやすい条件下にあると考えられる。また秋田県沿岸のマツを主体とする飛砂防備保安林は植林の時期が特定でき、かつマツ花粉の化石は地層に保存されやすいため、年代決定に有効である。本研究では特に秋田県能代市及び八峰町沿岸域の飛砂防備保安林内において地質学的調査を行うことから、1983年日本海中部地震津波によりもたらされた津波堆積物の分布及び含まれる珪藻などの微化石や粒度組成などを分析し、採取時点で構成物として残されている地質学的情報を明らかにすることを目的とした。

また、日本海中部地震津波によりもたらされた津波堆積物は、堆積から現在までの経過時間が約37年とわかるため、構成物の風化の程度を見積もるために適した試料であると考えられる。さらに、飛砂防備保安林内外において飛砂カウンターロガー、気温計、地温計、土壤水分計などを設置して、飛砂防備保安林内における降水量と風速の減衰率を明らかにし、気象庁により記録されてきた過去の気象データを参照するや、飛砂トラップの設置により飛砂や花粉などの微粒子を採取することから、津波堆積物の風化の程度や保存条件について、定量的に明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、まず空中写真判読やUAV空撮写真を用いて調査地域を選定するとともに、秋田県能代市及び八峰町沿岸域における津波前後の地形変化を明らかにした。その後、八峰町下カッチキ台、能代市落合、三種町芦崎、男鹿市五明光の各地域において、海岸から内陸に向かった測線を設定し、測線に沿う複数の地点において深度20cm程度の地層を対象にジオスライサーなどを用いた掘削調査とGPSやレーザー距離計を用いた地形測量を行い、土壌中に認められたイベント堆積物の分布を明らかにした。さらに、掘削により得られた地質柱状試料について、粒度分析や珪藻、花粉などの微化石分析を高解像度で行い、採取時点における構成物の特徴を明らかにした。堆積物の年代については、放射性炭素年代を用いるだけでなく、マツ花粉化石の産出頻度から植林の時期を特定し、イベント堆積物の堆積年代推定に用いた。また、採取された試料について地層剥ぎ取り標本を掘削地点ごとに作製し、観察及び地層対比用の資料とした。

一方、八峰町沿岸の飛砂防備保安林内外に風速計、飛砂カウンターロガー、気温計、地温計、土壤水分計などの観測計と飛砂トラップを設置し、月毎のデータを得た。これらを基にアメダス(八森)における過去の降水量及び風速データから、飛砂防備保安林内外における降水量と風速を推定し、さらに飛砂防備保安林内における風速の減衰率を見積もった。そして、イベント堆積物の風化の程度の見積もりと保存され得る条件の抽出を試みた。飛砂カウンターと飛砂

トラップから、飛砂防備保安林内において、風の影響で運搬される砂の粒径や量を明らかにすることを試みた。

4. 研究成果

東北日本海沿岸域には飛砂の防備などを目的として植林された、マツを主体とする飛砂防備保安林が形成されている。この飛砂防備保安林内の土壤中に残された津波堆積物を含むイベント堆積物の特徴明らかにするために、秋田県八峰町沿岸域～男鹿市沿岸域にかけて地質調査を行った。

秋田県の八峰町～能代市沿岸域における調査と分析の結果、飛砂防備保安林内の土壤には内陸薄層化を示し、土壤内に混入した砂、旧砂丘の砂や現世の砂丘砂よりも密度の高い砂質のイベント層が発見された。この砂質堆積物は、放射性炭素年代とマツ花粉化石から推定された植林後の土壤形成時期、内陸薄層化傾向、比較的高い密度及び保存の良い珪藻化石を含むといった特徴を考慮すると1983年日本海中部地震に伴う津波堆積物の可能性が高いと判断された。さらに、その津波堆積物の上位に異なるイベントに伴う砂質堆積物も発見された。この上位の砂質堆積物は、顕著な内陸薄層化を示さないことや、砂丘砂と同程度の密度であること及び保存の悪い珪藻化石を含むことから飛砂と考えられ、その産状と層準から1991年台風19号に伴う飛砂堆積物と推定された。

一方、三種町沿岸～男鹿市沿岸域の飛砂防備保安林内における調査と分析の結果、これらの地域では砂質のイベント堆積物が1層発見された。この砂質堆積物は、顕著な内陸薄層化を示さないことや、砂丘砂と同程度の密度を示し、かつ海岸の砂よりも密度が低いことから飛砂堆積物であり、花粉分析を基にした堆積時期の推定から、1991年台風19号に伴う飛砂堆積物と推定された。

飛砂防備保安林における地質調査によって発見された1983年日本海中部地震に伴う津波堆積物及び1991年台風19号に伴う飛砂堆積物は、飛砂防備保安林の形成されていない砂丘上では確認できないことから、飛砂防備保安林内土壤が、イベント堆積物にとって保存ポテンシャルがより高い環境であると考えられた。

また八峰町では、地質調査に加えて、飛砂防備保安林内外において飛砂カウンターロガー、風速計、気温計、地温計、土壤水分計と飛砂トラップを設置して、観測を行った。観測期間内において、飛砂防備保安林の外では、土壤温度、水分、風速の変動が大きく、飛砂も観測及び採取された。一方、保安林内では水分の変動が小さく、大きな風速が観測されず、飛砂も観測及び採取されなかった。ただし、どちらのトラップからも、僅かな土壤珪藻と極僅かな海生珪藻及びマツを主とする花粉が採取された。これらのことは、通常、飛砂に近い粒径の粒子は飛砂防備保安林内に運搬されることはないが、強風により珪藻や花粉は運搬され得ること及び、砂防備保安林内においても飛砂の影響を受ける可能性が有ることを意味している。以上のことから、強風の影響を受けやすい日本海沿岸域において、土壤珪藻や海生珪藻の運搬が比較的高頻度で起こりやすい現象であることが示唆された。このような生物源微粒子を含む微粒子の運搬過程に関する知見は比較的少ないため、貴重なデータとなるだろう。さらに堆積環境にもよるが、土壤中に海生珪藻化石が認められる場合において、それが必ずしも過去の海水のシグナルを意味しないケースもあることが示唆された。

本研究の成果は、標高の高い砂丘が発達することにより相対的に津波の痕跡が残りにくい日本海沿岸域において、初めて古津波堆積物の認定を行ったことにまず意義がある。また、砂丘が発達する地域においても飛砂防備保安林のような沿岸林内に土壤が形成されていれば、津波だけでなく、飛砂を認定するために必要な情報も、少なくとも数十年間は保存される可能性が高いことが明らかになった。そして、津波堆積物と飛砂堆積物の特徴を明らかにすることから、密度の違いや珪藻化石の保存度といった、それぞれの認定において重要な点を指摘することができた。さらに、飛砂及び微粒子の採取や、機器を用いた観測などを行うことにより、沿岸林内では通常時に珪藻を含む微化石が運搬される一方で、砂粒子はほとんど運搬されず、何らかの強風を伴うイベントによって砂粒子が運搬され堆積する可能性が高いことが示唆された。これらのことは、津波堆積物を含むイベント堆積物の風化過程を考えるうえでも重要であると考えられる。今後、より新しい堆積物である2011年東北地方太平洋沖地震による津波堆積物や、1640年北海道駒ヶ岳噴火津波といったより古い時代に堆積した津波堆積物の構成物とも比較して、残された情報に関する具体的なデータの抽出法を検討する必要があるだろう。

(引用文献)

後藤和久・菅原大助・西村裕一・藤野滋弘・小松原純子・澤井祐紀・高清水康博(2017)津波堆積物の認定手順。津波工学研究報告33, 45-54。

大橋えり・大岡龍三(2001)スギ花粉による室内空気汚染(3)-スギ花粉粒子の空気力学特性について-。空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, A-60。

西村裕一(2009)津波堆積物の時空間分布に基づく古地震の調査研究。地震 第2輯61, 497-508。
佐藤比呂志・嶋本利彦・堤 昭人・川本英子・宮脇昌弘(1994)1993年北海道南西沖地震と1983年日本海中部地震に伴う陸上の津波堆積物。活断層研究12, 1-23。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takashi Chiba, Rika Niishiuchi, Akihiro Tuji	4. 巻 36
2. 論文標題 Characteristics of airborne diatoms in the lower atmosphere: A case study in Hachirogata reclaimed land during August 2019 and January 2020	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Diatom	6. 最初と最後の頁 23-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11464/diatom.36.23	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Chiba, Yuichi Nishimura, Yukio Yanagisawa	4. 巻 164
2. 論文標題 Distinguishing reworked diatoms derived from Neogene marine strata in modern coastal assemblages for understanding taphonomic processes and reconstructing Holocene paleoenvironments in the Tokachi coastal area, Hokkaido, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Micropaleontology	6. 最初と最後の頁 101970
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.marmicro.2021.101970	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chiba Takashi, Nishimura Yuichi	4. 巻 74
2. 論文標題 Tsunami deposits associated with the 1983 Nihonkai-Chubu earthquake tsunami in coastal forests near Happo Town, Akita Prefecture, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40623-022-01687-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 1件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 千葉崇
2. 発表標題 秋田県の沿岸砂防林に堆積した飛砂に含まれる珪藻群集
3. 学会等名 日本珪藻学会第41回研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千葉崇, 西村裕一
2. 発表標題 秋田県沿岸の砂防林において認められた1983年日本海中部地震津波による津波堆積物
3. 学会等名 第38回歴史地震研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千葉崇, 西村裕一
2. 発表標題 北海道十勝沿岸域における過去1000年間の地殻変動の推定
3. 学会等名 第38回歴史地震研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千葉 崇, 西村裕一, 柳沢幸夫
2. 発表標題 北海道十勝沿岸域の完新世古環境復元における新第三系リワーク珪藻識別の重要性
3. 学会等名 日本地質学会北海道支部令和3年度総会・例会(個人講演会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Chiba, Yuichi Nishimura
2. 発表標題 Tsunami deposit associated with the 1983 Nihonkai-Chubu earthquake tsunami in coastal protecting forests of Akita coastal region, Japan
3. 学会等名 30th International Tsunami Symposium at Sendai in Tohoku (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千葉 崇, 西村裕一, 柳沢幸夫
2. 発表標題 北海道当縁川流域における新第三系誘導化石珪藻と異地性珪藻の識別
3. 学会等名 日本珪藻学会第42回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Chiba, Yuichi Nishimura
2. 発表標題 Geological features of tsunami deposits associated with the 1983 Nihonkai-chubu earthquake in pine-based windbreak forests of Noshiro City and Happo Town in Akita Prefecture, Japan
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉 崇
2. 発表標題 完新世古沿岸環境復元と津波堆積物識別を目的とした珪藻群集解析における基礎的問題
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	井上 誠 (Inoue Makoto) (00599095)	秋田県立大学・生物資源科学部・准教授 (21401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	西村 裕一 (Nishimura Yuichi) (20208226)	北海道大学・理学研究院・准教授 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関