

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24540487

研究課題名(和文) 若狭湾を襲った大津波履歴の解明

研究課題名(英文) Study of the tsunami history that attacked the Wakasa Bay area.

## 研究代表者

山本 博文 (Yamamoto, Hirofumi)

福井大学・教育地域科学部・教授

研究者番号：50240122

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)： 若狭湾地域に位置する福井県高浜町菌部の海岸低地において、津波によって形成されたと考えられるイベント砂層が見出された。

菌部地区におけるコアリングおよびトレンチ調査により、深さ1m以浅のイベント砂層は海岸から550m以上内陸まで分布し、海岸の砂と同様のよく円磨された岩片を特徴とし、ところによっては貝殻、有孔虫、ウニのトゲなどの生物遺骸を含んでいた。また砂層基底部には明瞭な浸食が認められ、砂層中にはリップアップクラストがみられた。この砂層の堆積年代としては、上下の泥炭質層の14C年代測定結果からすると、14～16世紀頃と推定された。

研究成果の概要(英文)： Some sand layers which may be formed by the tsunami event were found in the peaty deposits under the coastal lowland in Sonobe area, Takahama-cho, Fukui Prefecture.

The coring and trench survey shows that the sand layers are distributed more than 500m to the inland from the shore. The sand include grains of the well-rounded rock fragments and organic remains such as shell, foraminifera and spine of the sea urchin, which are a lot included in the coastal sand of this area. In addition, the sand layers eroded the peaty sediments at the base, and include the rip-up clast of them.

The radiocarbon dates of the peaty sediments below and above the sand layer show that the layers deposited between the 14th and the 16th century.

研究分野：地質学，第四紀学

キーワード：津波堆積物 若狭湾 高浜町 トレンチ コアリング

### 1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生し、東北地方の広い範囲に高さ10mを超える大津波が押し寄せた。この大津波は想定外ともいわれたが、869年の貞観地震時にもほぼ同規模の津波が仙台平野に襲来していたことが明らかになりつつあった。

この津波災害を受けて、津波想定のためには近年の津波観測記録だけではなく、1) 歴史上の津波の記録、2) 津波シミュレーション結果、3) 津波堆積物調査結果を総合して検討されなければならないとされた。

日本海側は、プレート境界型地震の発生に伴い頻繁に大津波が襲来する太平洋側に比べ、津波の発生頻度は低く、その規模も小さい。特に能登半島以西の日本海南西部においては、近年の大津波発生はほとんどないといっても過言ではない。しかしルイス・フロイスの『日本史』や『兼見卿記』には、1586年に若狭湾周辺に大津波が襲来したと思われる記述が残されている。また津波の伝承もあり、日本海南西部においても大津波が襲来した可能性があると考えられる。

### 2. 研究の目的

津波の歴史記録や伝承が残されている若狭湾地域において、最近数千年間の間に実際に大津波が襲来したことがあったかどうか、またその頻度はどの程度であったかを、津波堆積物調査から明らかにすることを本研究の目的としている。

### 3. 研究の方法

津波堆積物調査を行う上で、調査地点の選定が最も重要である。即ち、1) 津波堆積物がもたらされること、2) 津波堆積物が保存されること、3) 津波堆積物が通常時の堆積物と明瞭に区別できることの3点が重要である。1) の津波堆積物がもたらされる地点としては、海岸部に砂浜が広がり、その背後が低地となっている地点が考えられる。2) の津波堆積物が保存されることに関しては、津波堆積物が速やかに後の堆積物によって覆われることにより、後の風雨や植物・動物の活動によって失われたり、乱されわからなくなってしまう地点、すなわち湖沼や湿地の環境が適している。3) の津波堆積物が通常時の堆積物と明瞭に区別できることについては、津波堆積物は砂質であることが多いことから、普段は泥質、泥炭質な堆積物のみがたまり続けている場所が適している。以上の1)~3)の要件を満たす場所としては、砂浜海岸背後の湖沼ないし低湿地が考えられる。

調査では、まず空中写真判読、地形図判読等により、調査候補地をピックアップし、調査に適した地点であるかどうか、また調査が可能であるかどうかを現地踏査によって確認した。次に現地踏査の結果、調査適地と判断された地点の中でもより津波堆積物調査

に適しており、かつ津波堆積物調査がこれまで行われていない地点を選び出し、エコプローブを用いたボーリング調査を実施した。得られたコア試料は研究室で分析し、さらなる詳細な調査実施の適否を判断した。

このようにして調査適地を絞り込んだ結果、高浜町園部地区において詳細な調査を行うこととした。園部地区では、トレンチ調査および密なコアリング調査を実施し、津波堆積物の可能性のあるイベント砂層を採取し、砂層の分析を行うとともに、その年代を放射性炭素同位体年代測定法によって明らかにした。

### 4. 研究成果

ここでは、津波堆積物の可能性が高いイベント砂層が見出された高浜町園部地区の調査結果を述べる。

園部地区は、海岸部に砂浜が広がり、その背後には高さ10m程の浜堤が連なっている(図1)。浜堤の幅は350m程あり、その内陸側は標高2m程の低地(窪地)となっている。現在、笠原川と呼ばれている小河川が低地の中央部を横切り、浜堤の切れ間から日本海へと流れだしている。笠原川は明治時代の地形図では西側の子生川へ合流し、低地へは流れ込んでいないが、地形図からは低地から浜堤の切れ間を通して日本海へと流れ出る小河川を読み取ることができる。またこの低地はかつて、鴨場として利用されていた、すなわち低湿地であったと伝えられている。

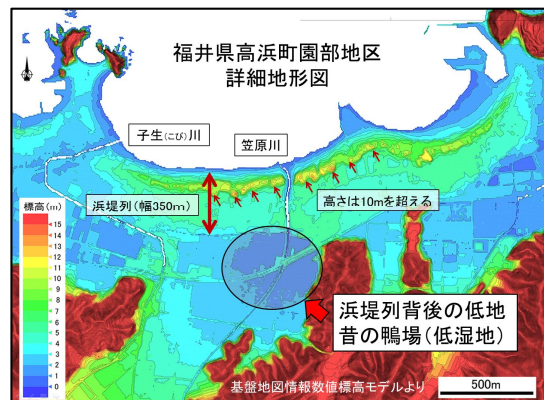


図1. 園部地区の詳細地形図。

この低地で深さ5m程までのコア採取を行った。その結果、深さ5m付近には海浜~浅海で堆積したと考えられる貝殻片を含む分級の良い厚い砂層があり、これを覆って約6000年前以降の内湾性の泥質堆積物、湖沼~湿地で堆積したと思われる泥~泥炭が3~5mの厚さで積み重なっていた(図2)。即ち園部地区の低地は6000年間、静穏な環境下で泥質堆積物のみがたまり続けた津波堆積物調査の適地であるといえる。さらに泥質層中には幾つかの層準において、非常に分級の良い粗粒~中粒砂の薄層が見出された(図2)。これらの砂層は、通常泥質物のみが堆



積している環境に突如、何らかの原因で運ばれてきたイベント砂層であると判断された。

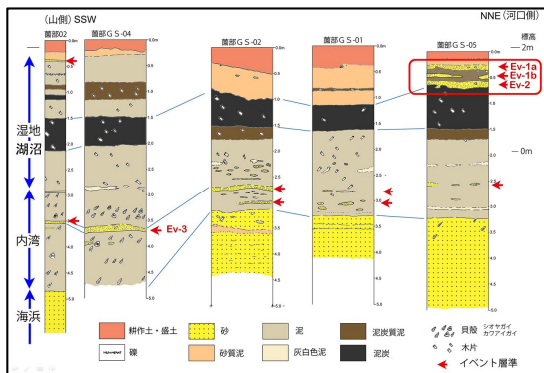


図 2. 黒部地区の柱状図と環境変遷

そこでこれらのイベント砂層のうち、1m 以浅に挟まれていた砂層に着目し、その分布および砂層の分析から、どのようなイベントであったのかを調べることにした。

調査では 2 か所でトレンチ掘削、および約 100 か所でハンドオーガによるコアリングをおこなった。トレンチ掘削調査では 1m 以浅に 2 ないし 3 層の砂層が認められ、上位より Ev-1a, Ev-1b, Ev-2 と呼ぶことにした。笠原川に近いトレンチでは、深さ 30cm 付近、50cm 付近、70cm 付近に厚さ数～10cm ほどの砂層が認められた。もっとも上位の Ev-1a の砂層は、分級の良い粗粒砂からなり、トレンチ全面にわたってほぼ同じ厚さで観察された。基底には削り込みがみられ、ラミナが明瞭であった。その下位の Ev-1b の砂層は中粒～粗粒砂を主体とし、Ev-1a の砂に比べるとやや泥質である。またリップアップクラストがいくつも認められた。Ev-2 の砂層は泥炭を削り込んで堆積しており、分級の良い中～粗粒砂から構成されていた。

これらのイベント砂層が陸側からもたらされたものなのか、海側からもたらされたのかを明らかにするために、砂の洗い出しを行った。その結果、いずれの層準でもよく研磨された円磨度の高い(超)塩基性岩の岩片が 30% 程度含まれているといった特徴が明らかとなった(図 3)。この砂を陸側からもたらされている笠原川、その西側の子生川の河床の砂と比較した。笠原川の砂は、珪長質な角ばった鉱物片を主体としており、また子生川の砂は(超)塩基性岩の岩片を多く含むものの、角ばっており、その表面も磨かれた状態ではない(図 4)。即ちイベント砂層は陸側からもたらされたとは考えにくいと言える。一方海岸の砂は、多くの貝殻片、有孔虫殻等を含み、一見するとイベント砂層とは全く異なっている。しかし海岸の砂に含まれる生物遺骸を、弱塩酸を用いて溶かして取り除いたところ、よく研磨された円磨度の高い(超)塩基性岩の特徴とするイベント砂層と非常に似た砂粒子構成となった(図 4, 表 1)。

即ちトレンチで認められたイベント砂層は、海側から供給され、砂の中に含まれていた石灰質な生物遺骸は地下水や雨水によって溶かしてしまったものと推測された。

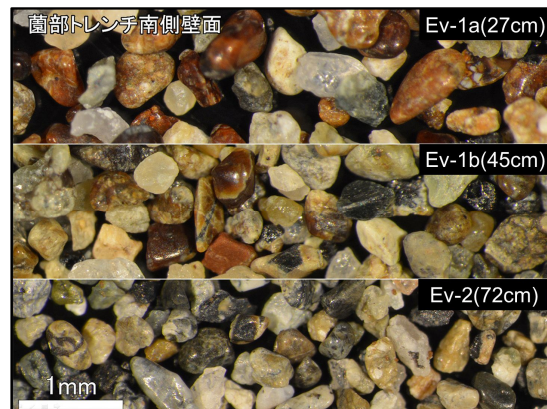


図 3. トレンチで採取したイベント砂層

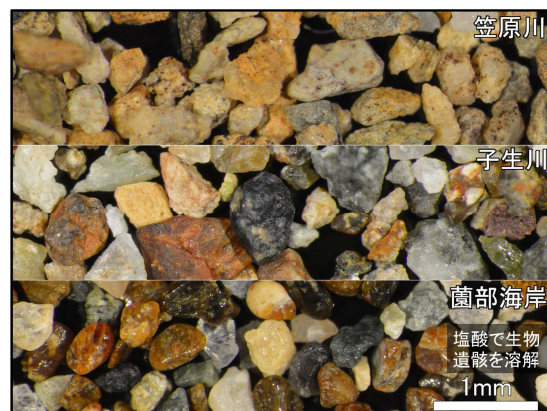


図 4. 笠原川、子生川、海岸の砂

また後述のハンドオーガによって得られたイベント砂層のうち、5 地点のサンプルからは溶け残った生物遺骸が見出された。特にオーガ 38 地点からは二枚貝とともに、保存状態の良い有孔虫殻が見いだされた(図 5)。この有孔虫の種構成を近隣の海岸砂の中にも含まれている有孔虫の種構成と比較したところ、多くの共通種が認められた。またこの試料中からはウニのトゲ等も見出されており、イベント砂層が海側から供給されたことは間違いないものと言える。

表 1. イベント砂と笠原川、子生川、海岸の砂の比較。\*ハンドオーガ試料では 5 地点で生物遺骸が含まれていた。

	黒部海岸	子生川	笠原川	Ev-1a	Ev-1b	Ev-2
石英・長石粒子	○	○	◎	○	○	○
(超)塩基性岩の岩片	◎	○	×	◎	◎	◎~○
岩片の円磨度	◎	△	×	◎	◎	◎
磁性鉱物粒子	◎	○	×	◎	◎	◎
石灰質生物遺骸(貝殻等)	◎	×	×	×	×(○)	×



図 5.含まれていた生物遺骸。左上：貝殻，左下：ウニのトゲ，中下，右上，右下：有孔虫殻

次にこの砂層の分布を明らかにするために、ハンドオーガを用いたコアリングを行った。その結果、イベント砂層は海岸から 550m 以上内陸部まで到達していること、幅は 400m 以上にわたって確認されること、層厚は内陸に向かうにつれて、また笠原川から離れるにつれて薄くなり、粒度は細くなる傾向があることが明らかとなった。即ちこれらのイベント砂層は、主に現在の笠原川の位置する浜堤の切れ間から流入し、低地へと広がったと推察された。

以上の結果から、このイベント砂層が津波によるものかどうか、検討を行った。まず砂粒子の構成から、海側から供給されたことは間違いないと思われる。海側からイベント砂層がもたらされる原因としては、高波、高潮および津波が考えられる。砂層は海岸から 550m 以上内陸まで分布しており、波長の短い高波は考えられない。また高潮であるが、若狭湾周辺では 1m を超える高潮は観測されたことはなく、また高潮ではこれほど内陸奥深くまで砂を運ぶことはないと考えられている。さらには、明瞭な基底浸食、リップアップクラスト、斜交葉理、級化、分級の良い砂、内陸ほど薄層化・細粒化、木片の濃集層など、津波堆積物によく見られる堆積構造が観察された。以上のことからすると、高浜町菌部で見出されたイベント砂層は、津波によってもたらされた可能性が高いといえる。

この津波堆積物と考えられるイベント砂層の形成年代を明らかにするために、砂層の直上、直下の泥炭・泥炭質泥層を採取し、放射性炭素同位体年代測定を行った。測定の結果、Ev-2 の直下および直上、Ev-1b の直下および直上、並びに Ev-1a の直下の泥炭・泥炭質泥の暦補正年代値 ( $2\sigma$ ) は何れも 14~15 世紀頃の年代値を示した。また Ev-1a 直上の泥炭質泥の年代値は 16 世紀以降の年代を示した。

前に述べたように、イベント砂層は基底部分で明瞭な削り込みが認められる。即ち、砂層直下の年代値は、削り込みのためにやや古い年代を示す可能性がある。また削られた泥炭は砂層を覆って再堆積することが考えられ

る。以上のことを考慮した結果、イベント砂層の堆積年代としては 14~16 世紀頃とやや幅のある年代値しか求めることはできなかった。また 3 層のイベント砂層が同時に形成されたものであるのか、それとも別のイベントで形成されたものであるのかは、得られた年代の測定値からは明らかにできなかった。今後、砂層自体の年代を何らかの方法により測定する必要があるといえる。

以上の調査結果をまとめると、

高浜町菌部では 1m 以浅の泥炭質層中に最大で 3 層のイベント砂層が認められた砂層は海岸線から 550m 以上内陸部まで分布していた

砂層は構成粒子の特徴から海側から供給されたものと言える

砂は主に浜堤の切れ間から入り込んだ

イベントとしては津波の可能性が高い

イベント年代としては 14~16 世紀頃

イベントの回数についてはさらに検討が必要

となる。なお、ルイス・フロイスの『日本史』等では天正地震 (1586 年) の頃、若狭湾に大津波が襲来したとされているが、今回見出された津波堆積物がこの津波によってもたらされたものであるかどうかについては、年代測定結果からは明確にすることはできなかった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 7 件)

山本博文・ト部厚志・佐々木直広・高清水康博・片岡香子：若狭湾沿い、高浜町の海岸低地におけるトレンチおよびハンドオーガによる津波堆積物調査。日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015.05.24: 幕張メッセ。

山本博文・佐々木直広：福井県高浜町の海岸平野におけるトレンチ、コアリングによる津波堆積物の追加調査。日本海地震津波調査プロジェクト検討会, 2015.03.30: 富山大学。

山本博文：若狭における津波想定と津波堆積物の調査速報。福井大学地域環境研究教育センター 第 6 回「日本海地域の自然と環境」研究発表会, 2014.12.05: 福井大学アカデミーホール。

ト部厚志・山本博文・佐々木直広・高清水康博・片岡香子：若狭湾沿いの海岸平野における津波堆積物調査。日本第四紀学会 2014 年大会, 2014.09.06: 東京大学柏キャンパス。

ト部厚志・山本博文・佐々木直広・高清水康博・片岡香子：福井地域の海岸平野における津波堆積物調査 . 日本地質学会第 121 年学術大会 , 2014.09.13 : 鹿児島大学 .

山本博文・ト部厚志・佐々木直広・高清水康博・片岡香子：若狭湾沿い海岸平野におけるトレンチ, コアリングによる津波堆積物調査 . 日本地質学会第 121 年学術大会 , 2014.09.13 : 鹿児島大学 .

山本博文・ト部厚志・佐々木直広・高清水康博・片岡香子：若狭湾沿い海岸低地における津波堆積物調査 ( 予報 ) . 地球惑星科学関連学会 2014 年合同大会 , 2014.05.02 : パシフィコ横浜 .

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

山本 博文 ( YAMAMOTO Hirofumi )  
福井大学・教育地域科学部・教授  
研究者番号 : 50240122

### (3) 連携研究者

藤井 純子 ( FUJII Junko )  
福井大学・教育地域科学部・助手  
研究者番号 : 50228946

安田 正成 ( YASUDA Masashige )  
福井工専・環境都市工学科・助教  
研究者番号 : 60353273

岡本 拓夫 ( OKAMOTO Takuo )  
福井工専・一般化目教室・教授  
研究者番号 : 50185477

外岡 信一郎 ( TONOOKA Shinichiro )  
敦賀短期大学・地域総合科学科・教授  
研究者番号 : 50185477