

鳥取沿岸津波堆積物調査の途中経過報告

安本 善征¹

¹鳥取県 県土整備部 技術企画課 係長（土木防災担当）

鳥取県と島根大学は県内での津波堆積物の検出を目的として、2012年度より共同研究を実施している。これまでに行った既存コア試料の調査、ジオスライサー調査、ボーリングコア試料採取を通じて、2箇所から津波由来を否定できない砂層が見つかった。ここでは調査の概略と砂層の特徴を紹介する。

キーワード：津波堆積物検出，鳥取県，北栄町，弓ヶ浜半島

1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う津波をきっかけとして、日本海側での津波発生・災害についても注目されるようになった。しかし日本海側、特に山陰での津波の歴史記録は少なく、これまでの津波堆積物の調査は1例に限られてきた¹⁾。このため、太平洋側に比べると津波堆積物の調査は大幅に遅れている。こうした現状を踏まえ、鳥取県では2012年度から津波堆積物検出作業に着手し、現在も継続して調査を行っている。これまでに鳥取県内の2箇所から、津波由来を否定できない堆積物を検出した。ここではその堆積物の特徴を述べ、津波由来を否定できないと判断した根拠を述べる。そして、今後の調査をどのように進めるかを紹介する。

2. 調査方法

2012年度には「津波堆積物検出予備調査」として調査を実施した。調査は島根大学との共同研究として、次の2本立てでの調査を実施した。それは(1) 既存のコア試料、遺構の写真や記載情報を精査し、津波由来が疑われる堆積物の有無を調べた。そして、津波由来が強く疑われる堆積物の見つかった地点については、その近隣で新たに

コア試料を採取することとした。新たなコア試料が必要な理由として、保管されているコア試料の大部分が土質試験用に採取されており、堆積物の詳しい観察に適さないためである。観察の結果、北栄町瀬戸（図-1）より採取したコア試料中に津波由来の強く疑われる堆積物が見つかった。そのため、そのコア試料採取地点の近くで新たに10mのコア試料を採取した。(2) 鳥取県西部の弓ヶ浜半島や島根県東部の島根半島には1833年に津波が襲来したとの伝承がある。これは山形・庄内沖で発生した地震に伴うものと考えられる。よって、この津波に由来する堆積物があるかどうかを確認するため、弓ヶ浜半島においてジオスライサー調査²⁾を実施した。

(1) 北栄町瀬戸でのコア試料採取

新たなコア採取をするきっかけとなった北栄町瀬戸で得られた既存コア試料は鳥取県中部総合事務所で保管されていたものである。問題となる堆積物（砂層）は地表からの深度6.5m付近に見られ、かつてのラグーン（潟湖）で堆積した泥層に挟まれていた。この砂層には表面が摩耗したアカガイの化石が含まれていた。表面にはカンザシゴカイと呼ばれるゴカイの作った巣（石灰の管）が付着していた。この巣は泥の中というよりはやや流れのある所で貝の表面に付いたと判断された。このため、この化石がより海に近い、流れのある場所から運ばれてきたと推定された。こうした理由から新たなコア採取を決定した。コアは標高2.5mの地点より三重管式サンプラーを用いて、地層の内部構造を乱さないように採取した。

(2) 弓ヶ浜半島（米子空港東）での調査

弓ヶ浜半島においては、米子鬼太郎空港東（以下、米子空港東）の国有地で試料を採取した。まずハンディジオスライサー³⁾により表層付近の堆積物を採取した。使用したサンプラーの長さは2m、幅0.1mである。これにより地下1.2mの深さまで試料を採取した。その結果、



図-1 鳥取県内の調査位置図

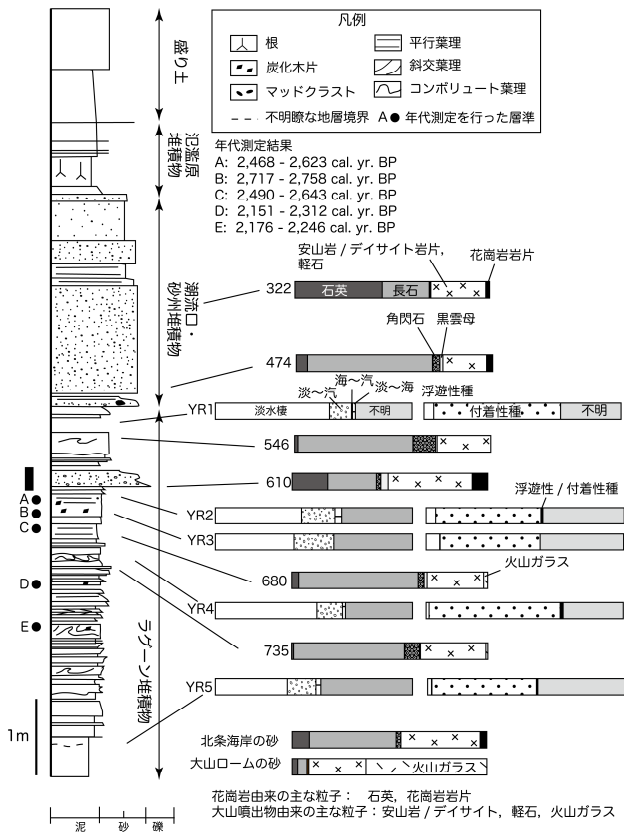


図-2 北栄町瀬戸より得たコア試料の柱状図と年代測定、珪藻化石分析、砂粒子の鉱物組成の分析結果。柱状図の左脇の黒い太線で示した層準が問題となる砂層。474等の3桁の数字は鉱物組成の分析を行った試料番号、YR1～YR5は珪藻化石分析を行った試料名。海～汽＝海域～汽水域に棲息する珪藻種の割合、同様に、淡～汽＝淡水～汽水域、海～淡＝海域～淡水域に棲息する珪藻種の割合。cal yr.BPは1950年を基準とした暦年代。

海から陸へ向かう流れの痕跡のある砂層が見つかった。その特徴を詳しく捉えるため、ジオスライサー調査を行った。サンプラーは長さ4m、幅0.3mである。ハンディジオスライサー調査、ジオスライサー調査ではそれぞれ3地点ずつ、計6試料を50m四方の範囲より採取した。

3. 堆積物の特徴と分析結果

(1) 北栄町瀬戸

北栄町瀬戸で採取したコア試料に対して、堆積相解析⁴⁾と呼ばれる方法を適用し、これにより堆積した環境の復元を行った。その結果、10mのコア試料のうち、深度5.3mよりも深い部分は主にラグーンの堆積物、それより上位はラグーンを塞ぐ砂州や潮流口の堆積物と氾濫原の堆積物と解釈された(図-2)。津波由来を否定できない砂層はラグーン堆積物の中に挟まれる。ラグーン堆積物は薄い泥層と細砂層の繰り返しからなるが、問題となる

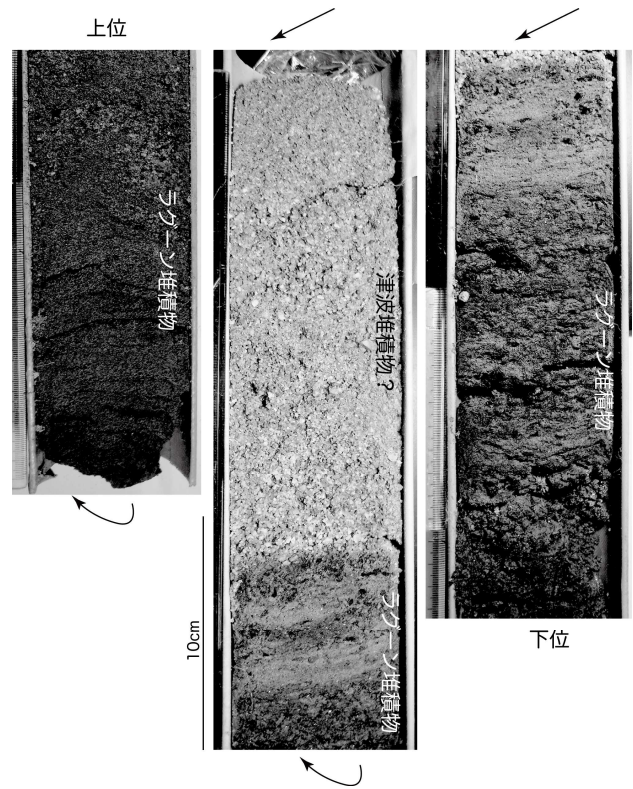


図-3 北栄町瀬戸より見つかった津波由来を否定できない砂層(津波堆積物?とした部分)。

砂層は礫を含む粗砂からなる。内部構造は特に見られないが、層の中では上ほど堆積物が細粒になる。砂層には目視で花崗岩に由来する粒子が確認された。

この観察結果を受け、この砂層について①粒度分析、②砂粒子の鉱物組成の分析、③珪藻化石分析、④年代測定を行った。誌面の関係ですべての分析結果を述べることはできないため、ここでは②～④の結果について述べる。

(a) 砂粒子の鉱物組成の分析

砂の鉱物組成の分析には、火山灰の鉱物組成を分析する方法⁵⁾を適用した。ラグーンの砂層からの5試料(問題となる砂層を含む)、砂州の堆積物からの2試料、さらにはコア試料採取地の北方の海岸(北条海岸)の砂、採取地点沿いを流れる川(由良川水系)の上流に露出する大山火山の噴出物(大山ローム)より洗い出した砂について、鉱物組成を調べた。砂は目の大きさが62.5ミクロンの篩いで洗い出した砂について行った。砂粒子の鑑定結果は、石英、長石、角閃石、黒雲母、安山岩粒子等、火山ガラス、花崗岩粒子の頻度を示す棒グラフとしてまとめた。1つの試料では200粒子を目安にカウントした。

その結果、問題となる砂層には石英粒子や花崗岩粒子が含まれることが示された(図-2)。一方、その上下のラグーン堆積物の砂層には花崗岩粒子は見られず、石英粒子もわずかししか含まれなかった。石英粒子は大山噴出物にはあまり含まれず、花崗岩には多く含まれる。また、

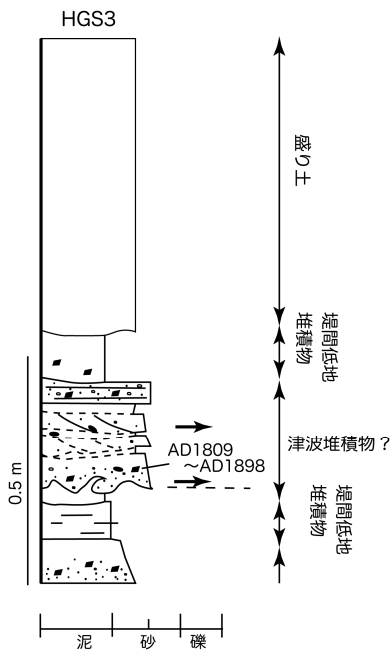


図-4 米子空港東地点で見つかった津波由来を否定できない砂層の柱状図。黒矢印は陸方向への流れを示す（左が陸向きの流れ）。柱状図の凡例は図2を参照。

砂州堆積物や現在の海岸砂には、花崗岩粒子やより多くの石英粒子が含まれていた（図-2）。

(b) 珪藻化石分析

ここでは5層準より試料を採取して分析を行った⁹⁾。具体的な分析結果は誌面の関係から別の機会に譲るとして、以下では試料に含まれている化石の大まかな特徴について述べる。問題となる砂層の上下の堆積物試料に含まれる珪藻化石の大部分は淡水、または淡水～汽水環境に棲息する付着性のものであった（図-2）。この砂層の下位、上位の試料に含まれる海棲の珪藻はそれぞれ1個体のみであった。このことから、このラグーンと海とを隔てていた砂州がよく発達しており、コア試料採取地点周辺には海水が入り込みにくかったと考えられる。

(c) 年代測定結果

加速器質量分析（AMS）法により5試料の炭素14年代測定（分析はパレオ・ラボ社に依頼）を実施した。年代値は暦年代⁷⁾に補正した（図-2）。図-2に示すように、上位ほど古い年代値が得られたため、問題となる砂層が堆積した年代を正確に知ることはできない。しかし、下位2試料の分析結果からは、問題となる砂層の堆積が、2100年前以降であることは言える。おそらく、2000年前頃にこの砂層は堆積したのであろう。

(2) 米子空港東

採取した全ての試料で津波由来を否定できない堆積物が見つかった。この地点で実施したハンディジオスライサー調査の試料のうち、HGS3とした試料の特徴を述べる（図-4、5）。この地点では地表から50cmの深さ

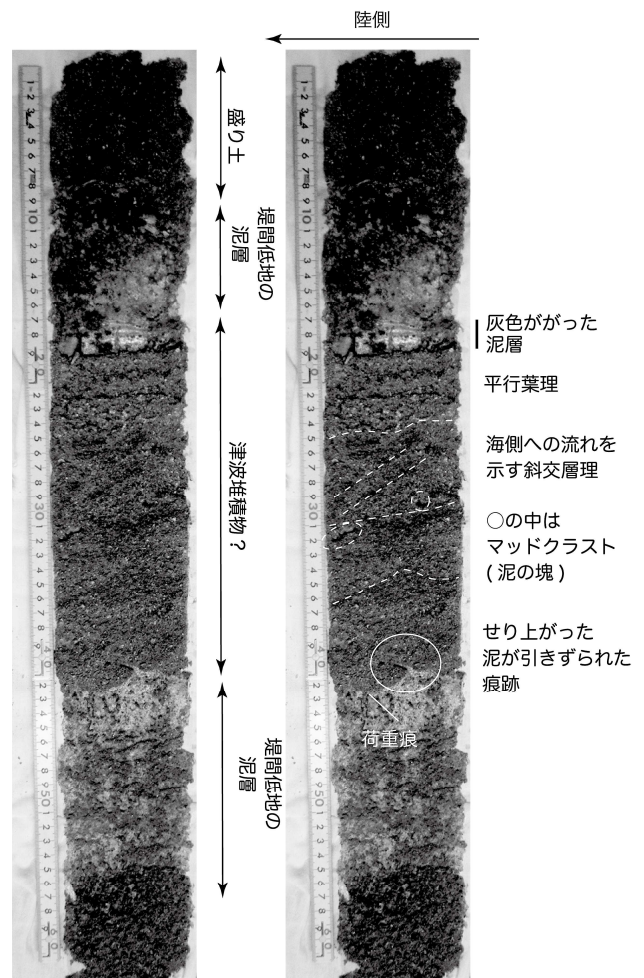


図-5 HGS3 試料の引きはがし試料の写真とその解釈(右側)試料のついていない白い部分は泥層部分。

（ただし、周囲に比べると地表面が20cmほど低い）から掘削した。この試料の長さは65cmである。試料の最下部は、炭が散在した砂混じりの泥層や砂層からなる（図-4）。その上に重なる厚さ23cmの砂層が津波由来を否定できない層である。砂層は礫混じりで粗砂を主体とする。この層はさまざまな大きさの粒子を含む。その内部には木の破片などの炭質物が散在する。それらのほとんどは炭である。砂層が下位の泥層にめり込み、また下位の泥層が細長く斜め上方向に引き延ばされる様子が見られた（図-4、5）。砂層が下位の泥層にめり込む構造は荷重痕と呼ばれる。まだ水を含んでいる軟らかい状態の泥の上に砂が急速に堆積することでできる。また、これに伴って、下位の泥が上に突き上がることがある。この場合、それが斜め上方向（陸側）に向かって突き出していた（図-5）。これは、荷重痕ができた時に、まだ流れがあり、それに伴って上に突き出した泥が陸方向に引きずられたことを意味している。すなわち、この砂を運んだ流れは海の方からやってきたことを示す。砂層の一部には斜交層理と呼ばれる堆積構造が見られた。斜交層理の傾斜方向は流れの下流方向を示す。この斜交層理

は陸側に向かって傾くことから、この構造も海から流れがやってきたことを示している。

砂層の上位には約1cmのやや灰色がかかった泥層が重なる(図-5)。砂層との境界はシャープで、上に重なる黒褐色の泥層(厚さ約10cm)との境界もシャープである。その内部には多くの植物片、植物の根の化石が含まれる。

この他の地点にも津波由来の疑われる砂層は見られたが、その特徴は場所ごとに異なる。ジオスライサー試料の1つには見かけの長径が25cm程度の軽石凝灰岩が含まれていた。

こうした砂層の特徴を受け、①粒度分析、②上下の泥層に含まれる珪藻化石の分析、③年代測定、④軽石凝灰岩の鉱物組成の分析を行った。珪藻化石の分析結果からは海からの強い影響を示す証拠は得られなかった。また軽石凝灰岩については、現在、分析を行っている途中である。よって②と④の結果を述べることは省略する。

(a) 粒度分析結果

ここでは誌面の関係で省略する。

(b) 年代測定結果

ここでは砂層に含まれていた木の枝と、上位の泥層に含まれていた炭質物の年代測定を行った。図-4にも示したように、砂層中からの試料より得られた年代を補正したところ、西暦1809年～1898年の年代値が得られた。年代値は、この木の枝が枯れた時の年代となる。すなわちこの砂層はこの年代幅の間かそれ以降に堆積したこととなる。よってこの砂層の堆積については、先に述べた境港に襲来の記録がある西暦1833年の津波から堆積したことと矛盾しない。泥層中の試料からは西暦1950年以降の年代が得られたため、図-4には数値を示していない。

4. 砂層から読み取れること

(1) 北栄町瀬戸

北栄町瀬戸より見つかった問題となる砂層は、上下のラグーン堆積物よりも粗粒である。また、上下の砂層には含まれず、現在の海岸や過去の砂州堆積物に見られる花崗岩由来の砂粒子が含まれる。これらの証拠は海からの流れによってこの層の堆積物が運ばれたことを示す。しかしラグーンにおいては、潮の流れが潮流口を通じて海の砂をラグーンの中に運ぶ。今回の場合、珪藻化石の分析結果が示すように、この砂層が堆積した時、コア採取地点には海水が入り込みにくかったと推定される。従って、この砂層は海側から何らかの強い流れによって運搬されたことを示している。しかし、その流れが津波なのか、高潮なのか、現状では厳密な判断はつけられない。

(2) 米子空港東

この地点の砂層からは海から陸へ向かう流れを示す痕跡(斜交層理など)が見つかった。これは紛れもなく海からの堆積物運搬を示すものである。また大きな軽石凝

灰岩が含まれることから、この砂層を堆積させた流れも海からのかなり強い流れであったことには違いがない。年代測定結果の章でも述べたように、この砂層は1833年に襲来した津波から堆積したことも矛盾しない。ただし、調査を行った地点が50m四方のごく狭い範囲であったことから、現状ではこの砂層が津波由来か、高潮由来かを現状では厳密に判断しきれていない。

5. これまでの成果と今後の調査

これまでの成果に関して言えば、問題となる砂層の由来が津波か、高潮かを判断できていない所に問題がある。よってその識別をするための調査を行う必要がある。高潮と津波を比較すると、内陸方向への海水の浸入距離や堆積物運搬距離が大きく違う。従って、砂層がどこまで広がりを持つかを把握することが重要となる。

2013年度には、米子空港東地点で砂層の分布を把握する調査を実施し、同時に県内の低地5箇所においても並行して津波由来の堆積物があるかどうか、疑いのある層が見つかった場合にはその分布を把握する調査を実施している(図-1)。

これらの調査を通じて、砂層の分布が把握できれば、砂を運んだ流れの特性がより具体的になると確信している。また、これら2箇所の砂層と同時代に堆積した津波由来と判断される砂層を他の低地から検出できれば、津波の規模を推定するための基礎情報が得られると期待される。これらの成果については別の機会に改めて報告したい。

謝辞：本調査は、島根大学大学院総合理工学研究科の酒井哲弥准教授と共同で実施しており、日頃から多くの助力を頂いている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Minoura, K. and Nakata, T., 1994, Discovery of an ancient tsunami deposit in coastal sequences of southwest Japan: Verification of a large historic tsunami. *Island Arc*, 3, 66-72.
- 2) 中田 高・島崎邦彦, 1997, 活断層研究のための地層抜き取り装置 (Geo-slicer). *地学雑誌*, 106, 59-69.
- 3) 高田圭太・中田 高・宮城豊彦・原口 強・西谷義数, 2002, 沖積層調査のための小型ジオスライサー (Handy Geoslicer) の開発. *地質ニュース*, 579, 12-18.
- 4) 伊藤 慎, 1989, 堆積相解析, 「地球の探求」, 大原隆・西田孝・木下肇編, 朝倉書店, 178-188.
- 5) 野尻湖火山灰研究グループ, 1989, 火山灰分析の手びき: 双眼実体顕微鏡による火山灰の砂粒分析法. *地学ハンドブックシリーズ* 4, 56p, 地学団体研究会, 東京.
- 6) 吉岡 薫・廣瀬孝太郎・入月俊明・河野重範・野村律夫・後燈明あすみ・岩井雅夫, 2012, 兵庫県播磨灘北部沿岸域における過去数百年間の珪藻群集と海洋環境の変化. *第四紀研究*, 51, 103-115.
- 7) 奥村晃史, 1995, ^{14}C 年代の補正と高精度化のための手法. *第四紀研究*, 34, 191-194.