

静岡県太田川河口で発見された白鳳地震以前の 津波堆積物の特徴と年代の推定

静岡県立磐田南高等学校
地学部 2 年 鈴木海渡 他 6 名

1. 動機・目的

藤原ほか（2012）や森ほか（2013）、中村ほか（2014）により、静岡県太田川河口で発見された 4 層の津波堆積物は、それぞれ白鳳地震（684 年）、仁和地震（887 年）、永長地震（1096 年）、明応地震（1498 年）によるものであることを明らかにした。しかし、南海トラフに沿う歴史地震は 100～200 年周期で繰り返している。このため、白鳳地震以前にも巨大地震が発生した可能性が高い。そこで、白鳳地震津波堆積物より下位の地層に着目して、津波堆積物の有無を確認し、南海トラフに沿う歴史地震の繰り返しを地質学的に証明することを試みた。

2. 仮説の設定

この研究を進めるにあたり次の仮説を設定した。

仮説「684 年の白鳳地震以前にも南海トラフに沿う巨大地震が発生して、太田川低地に津波が襲来した。」

3. 方法

調査地点は図 1 に示した太田川河口から 3.5km 上流にある磐田市東小島の太田川河川敷である。ここで深度 6 m までのボーリングによる掘削を 4 箇所で行った。ボーリング掘削地点は北から地点 1、地点 2、地点 3、地点 4 と定めた。次に採取したボーリングコアから柱状図を作成し、採取した堆積物の鉱物組成、粒度組成分析を行った。さらに、広域火山灰との対比や堆積速度から津波堆積物の年代を推定した。

4. 結果

4-1 層序

図 2 は作成した柱状図による 4 地点の層序の対比である。地点 1 では 4 層の砂層が識別でき、それぞれ下位より白鳳地震、仁和地震、永長地震、明応地震に対応する津波堆積物である。地点 2、3、4 では最上位の明応地震津波堆積物は耕作により削剥されて消失し、白鳳地震、仁和地震、永長地震に対応する 3 層の津波堆積物のみが識別できた。

また、地点 2、3、4 の白鳳地震、仁和地震、永長地震の津波堆積物は図 2 の陸側を示す右側にかけて僅かに上昇している。これは、当時太田川低地に存在していた潟湖（ラグーン）内の底面の標高が内陸に向かうにつれて徐々に高くなっているためである。

ところで、今回のボーリングにより地点 3 の白鳳地震堆積物より下位の標高 -4 m 付近に粗粒な砂層があることを発見した。この砂層の層相は一般的な砂層とは異なり、後述するような特異な層相を示すことから、これをイベント堆積物と命名した。



図1 調査地点

4-2 粒度組成分析

ボーリングコアから10cm間隔で試料を採取し、粒度組成分析を行った。方法は3.00gの試料を水と攪拌し、水を満たした2.0mのエメリー管の上部から落下させる。ボーリングコア1本あたり10cm間隔で平均60~70試料の測定を行った。この結果を図2の柱状図の右側に示す。4層の津波堆積物の層準では粗粒な砂が堆積していることがわかる。また、地点3の標高-4m付近に枠線で示したイベント堆積物も、平均粒径が0.23mmの粗粒な砂である。さらに、この砂層の特徴は、粒径のピークが2つある特異な分布をもつ砂であることもわかる。これは津波により海浜から運ばれてきた粗粒な砂と潟湖内の細粒な砂が混合したためである。

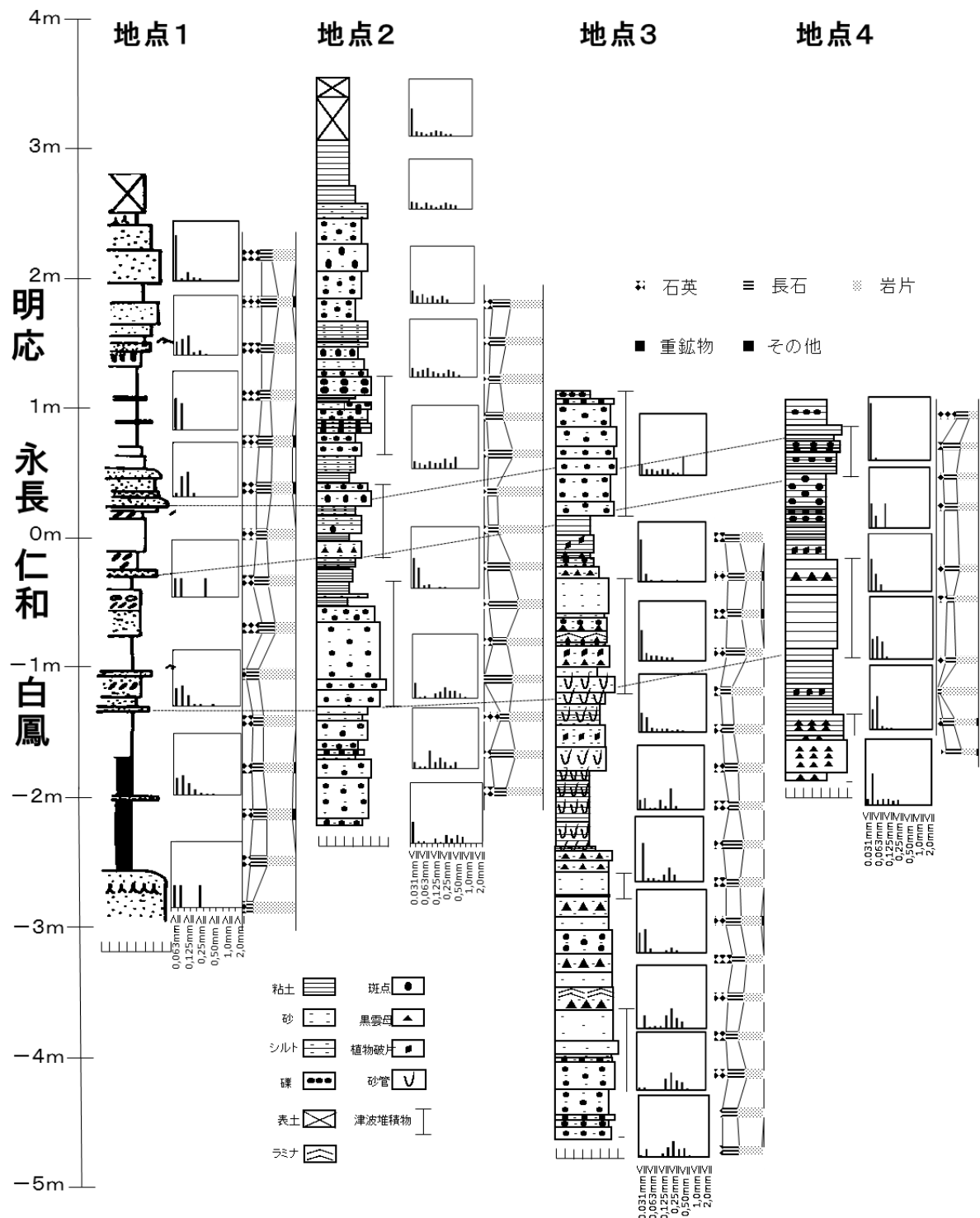


図2 4地点の柱状図と粒度組成, 鉱物組成

粒度組成で用いた試料を乾燥させて，双眼実体顕微鏡を用いて最低 200 粒以上の砂粒子を鏡下で観察し，鉱物組成を調べた．砂粒子の鉱物の種類は石英，長石，岩片，重鉱物，その他の 5 つに識別してその割合を求めた．

4-4 堆积構造

4-5 イベント堆積物の検証

図3は白鳳地震津波堆積物とイベント堆積物のボーリング柱状図と粒度組成，鉍物組成を対比させたものである．ボーリング柱状図では両者とも砂層である．また，イベント堆積物の鉍物組成では両者とも石英，長石が多く，黒雲母や若干のざくろ石などの重鉍物を含むが岩片の割合は少ない．これらは白鳳地震津波堆積物の特徴

以上より，イベント堆積物は津波堆積物であることは明らかであり，仮説が正しいことが証明された。

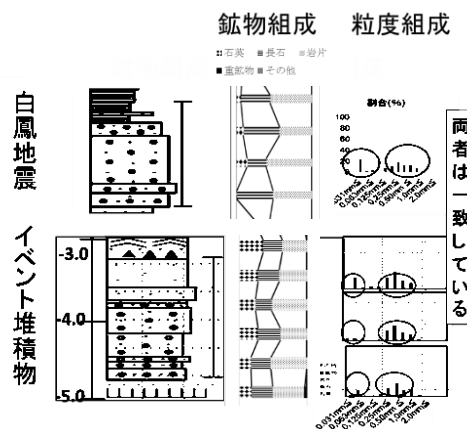


図3 白鳳地震津波堆積物とイベント堆積物の特徴の比較

イベント堆積物が津波堆積物であることがわかったので、次にこの津波堆積物の年代を推定した。この時代の古文書は白鳳時代以前であまりにも古いため、存在しない。そこで、地質学的手法により推定した。

- (1) 今回発見した津波堆積物は地点 3 において白鳳地震（684 年）より下位に堆積している。このことから、この津波堆積物は白鳳地震が発生した AD684 年より前に堆積したことがわかる。
 - (2) 今回調査した 4 本のボーリングコアからは、いずれもカワゴ平軽石は発見されなかった。カワゴ平軽石は、伊豆半島の天城山北西部に位置するカワゴ平火山で、3190-3060 年前に噴火が起き東海地方全域に軽石を堆積したことが知られており、太田川低地では周智郡森町飯田の三反田遺跡や浜松市中央区の伊場遺跡より報告がある。このカワゴ平軽石がボーリングコアから見つかっていないということは、この津波堆積物は 3190-3060 年より新しいことになる。
- (1) と (2) からこの津波堆積物は、現在より 3190-3060 年以降、AD684 年以前に堆積したことがわかる。次に、この期間がいつごろなのかを推定した。

堆積物の年代を推定する方法としては、放射性炭素 14 年代測定法が一般的であるが、この方法は 1 試料を分析するためには、高額な予算と長い時間が必要なため、高等学校の限られた予算と時間内では不可能である。そこで、誤差は大きいが見易に年代を推定する方法として、堆積速度を用いて津波発生年代を推定することにした。

方法は まず、仁和地震と白鳳地震の標高差と時間間隔の比からこの地域の平均的な堆積速度を推定した。図 4 より仁和地震（887 年）と白鳳地震（684 年）の時間間隔は、

$$887 \text{ 年} - 684 \text{ 年} = 203 \text{ 年}$$

標高差は、

$$0.09 \text{ m} - (-0.47 \text{ m}) = 0.56 \text{ m}$$

である。よって、堆積速度は

$$0.56 \times 100 \text{ cm} \div 203 \text{ 年} = 0.28 [\text{cm/年}]$$

となる。

また、白鳳地震（684 年）と未知の地震の標高差は、

$$1.09 \text{ m} - (-3.91 \text{ m}) = 2.82 \text{ m}$$

なので、白鳳地震と未知の地震の間に X 年が経ったとすると、以下の比例式が成り立つ。

$$203 \text{ 年} : 0.56 \text{ m} = X \text{ 年} : 2.82 \text{ m} \quad \therefore X \text{ 年} = 1024 \text{ 年}$$

となった。従って、

$$\text{未知の地震の発生年代} = 684 \text{ 年} - 1024 \text{ 年} = -340 \text{ 年}$$

となる。

よって、津波堆積物は弥生時代中期の BC 4 世紀ごろに発生した地震によるものと推定される。

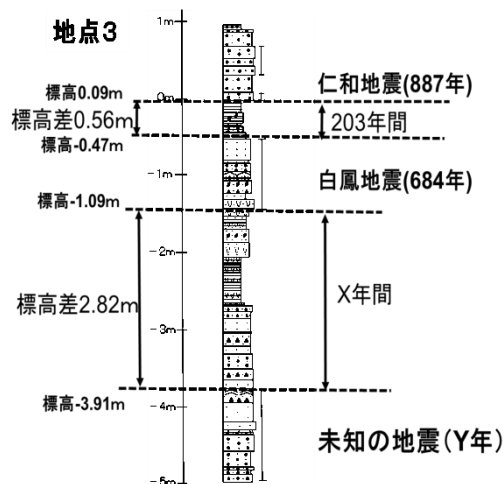


図4 堆積速度による年代の推定

6. 津波発生年代の文献との比較

今回の結果の妥当性を文献により検討した。

未知の地震の発生年代を図 5 の北村・小林

(2014) の静岡県内から発見されている津波堆積物および隆起貝層の年代（小松原（2006）改変）に加筆したところ、遠州灘ではカワゴ平軽石の堆積以降、白鳳地震より前に津波堆積物は、地点 5 を除き見つかっていないことがわかっている。この地点 5 の引用文献である藤原ほか

(2008) には、「コア IWS-150 の標高 0.08～1.32m に下位層を明瞭な境界で覆い、ラミナが発達した級化や逆級化構造が見られる石英を含む細砂層」との記載がある。この文献では津波堆積物とは断定し

ていないが、記載内から津波堆積物の可能性は高く、地点 3 の津波堆積物の特徴と一致している。以上から今回の発見により、弥生時代に太田川低地では津波があったことが明白になった。そこで、この津波堆積物を「太田川 - 弥生地震津波」と命名した。この津波堆積物の発見と年代の確定により、弥生時代にも南海トラフに沿う歴史地震があったことを地質学的に証明できた。

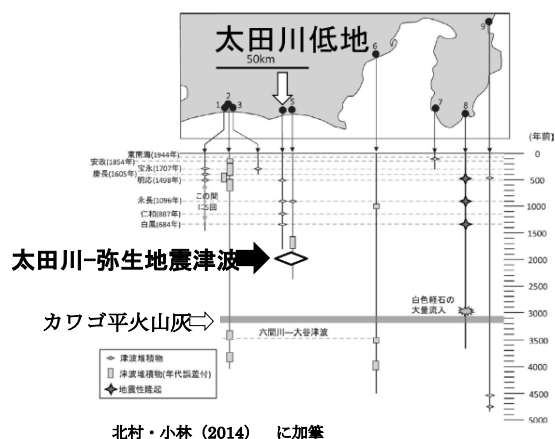


図5 静岡県の津波堆積物

7. 結論

- (1) 白鳳地震より下位に発見されたイベント堆積物について粒度組成、鉱物組成、堆積構造による検証を行った結果、先行研究で明らかにした津波堆積物の特徴であるマッドドレイプやリップアップクラストが見られること、石英・長石を多く含むこと、粒度の分布に2つのピークが見られることなどと一致することから、このイベント堆積物は津波堆積物である。
- (2) 白鳳地震より下位の津波堆積物の年代を、広域火山灰との対比と堆積速度による計算により推定すると、白鳳地震（684 年）より 1024 年前、すなわち BC4 世紀ころであることがわかった。これは弥生時代に遠州灘で津波があったことになる。先行研究と比較すると、太田川低地では、この時代の津波堆積物は確認されていないことから、この津波堆積物を「太田川-弥生地震津波」と命名した。今回の研究により、太田川低地において明応地震津波堆積物（1498 年）、永長地震津波堆積物（1096 年）、仁和地震津波堆積物（887 年）、白鳳地震津波堆積物（684 年）に続いて、5 層目の津波堆積物を確認した。これにより、南海トラフに沿う歴史地震の繰り返しを地質学的に証明することができた。

8. 今後の課題

- (1) 新たに発見した津波堆積物から植物遺体を抽出して、放射性炭素 14 年代の測定を行い、津波堆積物の正確な年代を確定する。
- (2) 太田川低地の他の地点でも「太田川-弥生地震津波」を発見に努める。

引用文献

- ・青島晃，2014，静岡県磐田市太田川河口付近で見られる歴史地震による津波堆積物の礫と砂の組成，（演旨），第四紀学会講演要旨集，75，2014.
- ・藤原 治・青島 晃・佐藤善輝・北村晃寿・小野映介・谷川晃一郎，篠原和大，2012，元島遺跡周辺（静岡県磐田市）で見られる4世紀から中世にかけての津波堆積物，第29回歴史地震研究会講演要旨集，2012，3.
- ・藤原治ほか，2012. 静岡県磐田市元島遺跡とその周辺で見られる2枚の歴史津波堆積物，日本地球惑星科学連合大会講演要旨
- ・藤原ほか，2008，完新世後半における太田川低地南西部の環境変化と津波堆積物，活断層・古地震研究報告，8，187-202
- ・http://sk01.ed.shizuoka.ac.jp/koyama/public_html/Izu/Izu5.html
- ・<https://www.town.morimachi.shizuoka.jp/kanko/rekishi/choshi05.html>
- ・北村晃寿・小林小夏，2014，静岡平野・伊豆半島南部の中・後期完新世の古津波と古地震の地質学的記録，地学雑誌123（6）813-
- ・森ほか，2013，静岡県磐田市太田川河口で発見された砂礫層は津波堆積物か？その2，第37回全国高等学校総合文化祭，しおかぜ高総文祭発表論文集，264-265
- ・中村ほか，2014，静岡県太田川河口で発見された歴史地震による津波堆積物の特徴と遡上範囲の推定，第58回日本学生科学賞応募論文，pp73
- ・佐藤善輝ほか，2014，プラントオパール分析に基づく太田川低地南部の堤間湿地における完新世後期の海岸植生変化の復元，vol.11. p.36-41，愛知工業大学
- ・嶋田 繁，2000，伊豆半島，天城カワゴ平火山の噴火と縄文時代後～晩期の古環境第4紀研究(The Quaternary Research) 39（2）p. 151-164
- ・静岡県埋蔵文化財研究所，1989，文化財地図Ⅱ
- ・鈴木ほか，2012，静岡県磐田市太田川河口で発見された砂礫層は津波堆積物か？，第56回本学生科学賞応募論文，pp78