

1026年の万寿津波 (Man-ju Tsunami in 1026)

大飯原発差止京都訴訟原告団長 (京都大学名誉教授) 竹本修三

1. はじめに

2011年の東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) に伴う津波の影響で、東京電力 (株) の福島第一原子力発電所 (以下、原発と略記) は壊滅的な被害を被った。しかし、日本海沿岸は、太平洋側沿岸のように海・陸のプレート境界に発生する超巨大地震による大津波を警戒する必要がないという考え方から、関西電力 (株) (以下、関電と略記) が若狭湾に設置している原発の津波対策は、東北地方太平洋沖地震前とほとんど変わっていない。その根拠の一つが、2014年8月に「日本海における大規模地震に関する調査検討会」が公表した日本海側の津波高の予測で、日本海沿岸西南部の原発立地点の津波の高さが3~4mとされているからである。1026 (万寿3) 年に島根県益田地方を20m超の津波が襲ったという伝承が地元の多数の場所に残されているが、同調査検討会の報告には、万寿津波に関する記載はない。そこで、本稿では、わが国の日本海西南部の津波研究の現状を概観した後に、1026年の万寿津波が史実であったかどうかということ調べ、地震の被害を伴わずに20mを超える津波が島根県益田地方を襲ったとすると、どのようなメカニズムを考えれば、その説明が可能であるかを検討した。なお、本稿では、従来からの気象庁マグニチュードをM、断層型巨大地震の際に用いられるモーメント・マグニチュードをMw、津波マグニチュードをMtと表している。

2. 日本海西南部の津波についての研究の現状

わが国の津波研究やその痕跡調査は、太平洋側が中心で、日本海側は文献記録も豊富でなく、防災面の対応が遅れてきた。一方、日本海中部地震 (1983年、Mw7.7) や北海道南西沖地震 (1993年、Mw7.7) の経験から、日本海側では、地震規模はやや小さくても10m前後の大津波が発生することが明らかにされた。そこで、国土交通省の水管理・国土保全局を事務局として、国土交通省のほか、内閣府、文科省も協力して、学識経験者からなる「日本海における大規模地震に関する調査検討会」 (委員長：阿部勝征東大名誉教授) が設置され、2013年1月8日から2014年8月26日までに8回の調査検討会が開催された。そして2014年8月26日に、調査検討会から、日本海を震源とする地震が発生した場合に起きる津波について、北海道から長崎県までの16道府県173市町村で想定される津波の高さと到達時間が初めて公表された。

この調査検討会の目的は、道府県による津波浸水想定を作成を支援し、将来起こりうる津波災害の防止・軽減のため、全国で活用可能な一般的な制度を創設し、ハード・ソフトの施策を組み合わせ「多重防御」による「津波防災地域づくり」を推進することをめざしたものである。

その背景として、日本海側では、過去にわたり津波を伴う巨大地震が度々発生しているものの、太平洋側で発生する海溝型地震のように同一場所で繰り返し発生が確認されるようなものではなく、また地震の規模も太平洋側に比べると小さいことから、発生メカニズムのモデル化が難しいとされてきた。そこで今回、日本海における大規模地震に関する調査検討会では、歴史資料や、津波痕跡高、津波堆積物調査を収集・整理するとともに、「産業技術総合研究所 (以下、産総研と略記)、海洋研究開発機構等による構造探査データ」及び「地震発生メカニズム等に関する最新の

科学的知見」などを踏まえ、日本海側における津波の発生要因となる最大クラスの津波断層モデル（海底断層の位置、長さ、幅、傾斜角、すべり量等）を 60 断層について設定した。

これらの断層による津波規模を把握するため、各津波断層モデルに大すべり域の場所を変えて、計 253 ケースの津波高の概略計算を実施し、北海道知床半島から長崎県平戸市までの日本海沿岸を 50m メッシュに分割して沿岸の津波高を算出した。概略計算の結果から、北海道から福井にいたる日本海沿岸東部では、北海道や東北の一部等で 15m 以上のところもあったが、概ね高いところで 5~12m であった。それに対して、京都から九州北部の日本海沿岸西南部では、高いところでも概ね 3~4m であった。しかし、日本海の海底地形の影響で、東北沖での津波が中国地方で高くなる場合があったと書かれている。

図 1 に、この調査検討会で得られた日本海側の 16 道府県の最大津波高が示されている。日本海沿岸東部は、北米プレートとユーラシアプレートの 2 つの大陸性プレートの境界に沿って、1940 年積丹半島沖地震 (Mw7.6)、1964 年新潟地震 (Mw7.6)、1983 年日本海中部地震 (Mw7.7)、1993 年北海道南西沖地震 (Mw7.7) が発生している。これらの最近の活動から見ると、日本海東縁部の領域では、約 10 年から 20 年間隔で大きな津波を伴う地震が発生している。一方、日本海沿岸西南部では、2000 年鳥取県西部地震 (Mw6.8)、2005 年福岡県西方沖地震 (Mw6.7) などの日本海の沿岸近くの内陸部で被害を伴う地震が発生しているが、東縁部に比べると地震活動は低調で、大きな被害を伴う津波の歴史資料は、現時点では確認されてないという。これが、図 1 の日本海側 16 道府県の最大津波高の想定にも反映されている。

しかし、調査検討会で指摘された 2000 年鳥取県西部地震や 2005 年福岡県西方沖の地震のほか、日本海沿岸西南部で津波を伴った M7 級の地震としては、1700 年の対馬沖地震、1872 年の浜田地震、1927 年の北丹後地震などがあったことも忘れてはならない。



図 1 日本海側の 16 道府県の最大津波高。

地震予知連絡会会報第 90 巻 (2013) の松浦律子博士の報告「日本海沿岸での過去の津波災害」によれば、日本海の地震の津波マグニチュード (Mt) は モーメント・マグニチュード (Mw) より 0.2 程度大きく、同じ地震規模ならば太平洋側より津波が大きいという指摘がある。また、1983 年の日本海中部地震や 1993 年の北海道南西沖地震の経験から、日本海側の地震は、地震規模が小さくても津波が高くなる傾向があり、この原因は岩石の弾性定数の差に起因するとされている。この点に関しても、さらなる検討が必要と考える。

図2には、調査検討会が求めた日本海側の9つの原発立地点における最大津波高が示されている。これを見ると、原発立地点の最大津波高は、周辺の最大津波高より小さ目に見積もられているのではないかという印象をもつ。例えば、図1で福井県の最大津波高は坂井市の7.7m、京都府の場合は伊根町の7.2mである。これに対して、図2では、大飯原発が2.8m、高浜原発が3.3mとなっている。若狭湾の原発群がこの調査検討会の想定で安心してよいものかどうかは、疑問が残る。

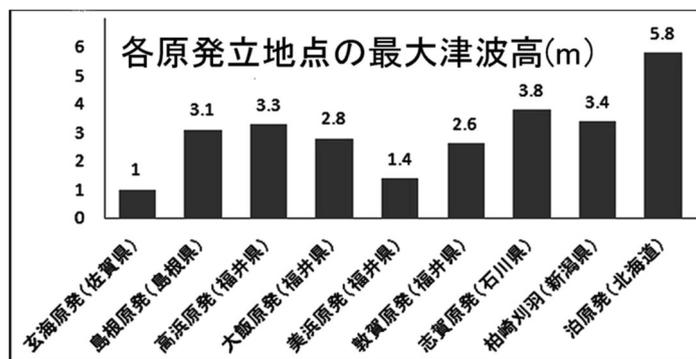


図2 日本海側の9つの原発立地点における最大津波高。

原子力規制委員会の委員長代理であった島崎邦彦東京大学名誉教授は、2015年11月28日に岡山市で開かれた日本活断層学会2015年度秋季学術大会で、「活断層の長さから推定される地震モーメント：日本海『最大』クラスの津波断層モデルについて」と題する講演を行った。以下はその講演からの引用である。「『日本海における大規模地震に関する調査検討会』の見解は、能登半島以西で地震規模が従来の手法に比べても、過小評価の恐れがある。この見解は、自治体がつくる防災計画に大きな影響を及ぼすだけに、このままでは東日本大震災のような『想定外』を繰り返しかねない」と警鐘を鳴らした。日本海側の津波が「東高西低」だが「西日本は過小評価」とされることについて、島崎(2016)は、津波を引き起こす海底断層の大きさを推定するのに武村の式(武村、1998)を使わずに、入倉-三宅の式(入倉・三宅、2001)を用いていることに主な原因があるとしている。日本海西部に発生する津波は、垂直な海底断層、あるいは垂直に近い断層によって生じるが、これらの断層の地震モーメントを推定するのに入倉-三宅の式を使うと武村の式を使った場合の4分の1程度にしかならないということである。

これに先立ち、文部科学省は、2013年度より日本海沿岸地域での津波の波高予測・強震動予測を一層強化するために「日本海地震津波調査プロジェクト」を開始した。開発・事業期間は2020年度までの8年間である。このプロジェクトは、東日本大震災の津波被害を受けて、政府が2011年に「津波対策の推進に関する法律」を制定し、津波の発生機構の解明と津波の規模等に関する予測精度の向上についての調査研究を国が行うことを明示したのに基づいている。また、第4期科学技術基本計画(2011年8月に閣議決定)では、大規模な自然災害の発生に際し、人々の生命と財産を守るための取組を着実に進めることの必要性をあげ、生活の安全性と利便性の向上に関する施策を重点的に推進するため、地震などに関する調査観測や予測、防災、減災に関する研究開発や、防災体制の強化、災害発生時の迅速な被害状況の把握及び情報伝達、リスク管理も含めた災害対応能力の強化に向けた研究開発を推進するとしている。

太平洋側とは違い、海・陸のプレート境界にない日本海側には巨大地震は発生しないと考えられてきたため、日本海側の津波予測の研究は、まだ研究途上である。「日本海地震津波調査プロジ

ェクト」の発足を契機として、今後この地域の津波予測の研究の大幅な進捗を期待したい。その際に、松浦律子博士や島崎邦彦東大名誉教授らが指摘した問題点についても、国民が納得できる説明を強く要望したい。

これまでに述べた日本海側の津波高の予測は、海底の断層活動の上下運動に伴う地震時の津波高の平均的な予測に過ぎない。しかし、陸域に被害を及ぼす津波には、これ以外に様々な形態が考えられる。現職の海洋地質学研究者の一人からは、「現在の政府機関の津波専門家は『大地震＝大津波』という構図しか考えていない。これ以外に海底地すべりによっても津波が発生することは事実である。しかし、問題点として、未知の津波が海底地すべりによって生じた（もしくは増幅された）証拠を見出すことは、とても難しく、まだ研究途上にある。海底地すべりによって津波が起こってからでは遅いが、『大地震＝大津波』という構図しかない現状において、海底地すべりのリスクにあまり目が向いていない現状は由々しき問題と思っている」という意見が寄せられた。「想定外」を防ぐためにも、これらの観点を津波リスクに含めることが重要であろう。

通常の海域における断層活動に伴う地震・津波による被害の例に加えて、津波地震（ゆっくり地震）という言葉がある。東大地震研究所 瀬野徹三名誉教授のホームページ (<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/people/seno/terms/tsunami.eq.html>) によれば、津波地震とは、断層地震のマグニチュードが小さい割にはやたらと大きな津波を発生する地震である。震度が小さいと安心してしていると大きな津波に襲われることになるので、きわめて危険な地震である。1896年明治三陸地震がそのような津波地震の典型例で、この地震のマグニチュードは7程度であったが、三陸海岸に沿って津波で2万2千人の人命が失われ、史上最悪の津波被害を出したと書かれている。

このような津波地震は、日本ばかりでなく、1946年のアリューシャン地震のように世界中で知られている。日本海側での津波地震の観測例は少ないが、1983年の日本海中部地震や1993年の北海道南西沖地震は、地震のマグニチュードに比べて大きな津波があったことは既に述べた通りである。また、日本海で発生した最大の津波は、1641年の寛保津波で、渡島大島の噴火に伴う火山体の崩壊が原因であると考えられている。火山体の崩壊が原因である津波には、「島原大變肥後迷惑」という言葉がある。これは、1792年5月（寛政4年4月）に肥前国島原（現在の長崎県）で発生した雲仙岳の火山性地震及びその後の眉山の山体崩壊（島原大變）と、それに起因する津波が島原や対岸の肥後国（現在の熊本県）を襲った（肥後迷惑）という災害である。このほか、火山体の崩壊に起因した大規模海底地すべりは、ハワイ諸島やカナリー諸島などでも認められているという。

このほか、産総研の岡村行信博士は、海底断層の活動による地震に伴う津波ばかりでなく、日本海西南部沿岸の海底堆積性斜面の大規模崩壊による津波の可能性を指摘しており、大地震が起こりにくい場所でも、まれに大規模な海底斜面崩壊が起こり、津波を発生させると述べているのが注目される（岡村、2013）。

国や地方自治体が現在考えている日本海側の津波対策は、海底の断層が動いたときに、それにより生ずる地震動と津波高を見積もり、被害想定をしている。しかし、海底の断層運動だけでなく、周辺地域の地震や火山活動に誘発された海底地すべりや広範囲の堆積性地盤の斜面崩壊などによっても津波が発生する可能性があることを、認識しておく必要がある。

電力土木技術協会は、海底地すべりについて、そのホームページで以下のように書いている (http://www.jepoc.or.jp/tecinfo/library.php?_w=Library&_x=detail&library_id=341)。

「海底地すべりとは、海底斜面に存在する未固結堆積物が、崩壊などによって引き起こす比較的

急速な物質移動、すなわち堆積物のある程度の大きさの塊が重力の作用により斜面を滑り落ちる現象をいう。海底地すべりが詳細に調査されている海域はまだ少なく、また海底地すべりの大部分は水深 200～300 m 以深の大陸斜面やその基部の緩やかな斜面の海底で発生するために、その運動様式に関する長期的な観察・観測例がほとんどない。海底地すべりの特徴は、その規模が陸上に比べて極めて大きい」ということである。このように、多くの文献では、海底堆積性斜面の大規模崩壊と海底地すべりは、ほぼ同じように説明されている。

産総研の池原 研 博士は、2005 年に日本地すべり学会の講座「すべりに伴う物質の移動と変形(第 5 回)」において「海底地すべり」と題する講演を行った(池原、2005)。そこに「海底地すべりの特徴は、陸上の地すべりでは地すべり土塊の体積は大きいものでも数 10km³程度であるのに対して、海底地すべりでは数千 km³～数万 km³のものもあり、移動距離も数 10km～数 100 km に及ぶものもある」と書かれている。東北大学大学院工学研究科の阿部郁男博士(現・富士常葉大学社会環境学部)らは、規模は小さいが、日本海で海底地すべりが津波を生じさせた例として、2007 年能登沖地震の際に富山湾内で発生した津波について述べている(Abe *et al.*,2008)。日本海でもこのような海底地すべりによる津波が発生しているらしい。

これに関連して、1998 年 7 月 17 日にパプアニューギニア北西部のシッサノ・ラグーン沖約 35km の地点で M7.0 の地震が発生した。この地震でラグーン付近は 15m に達する津波に襲われた。地震のマグニチュードに比較して、この津波高は大きく、地震に伴う海底地すべりの影響であると考えられている。気象庁はそのホームページの「津波の基本知識」のなかで、これを海底地すべりの例として扱っている(<http://www.jma-net.go.jp/ishigaki/know/tmanual/pdf/m5.pdf>)。

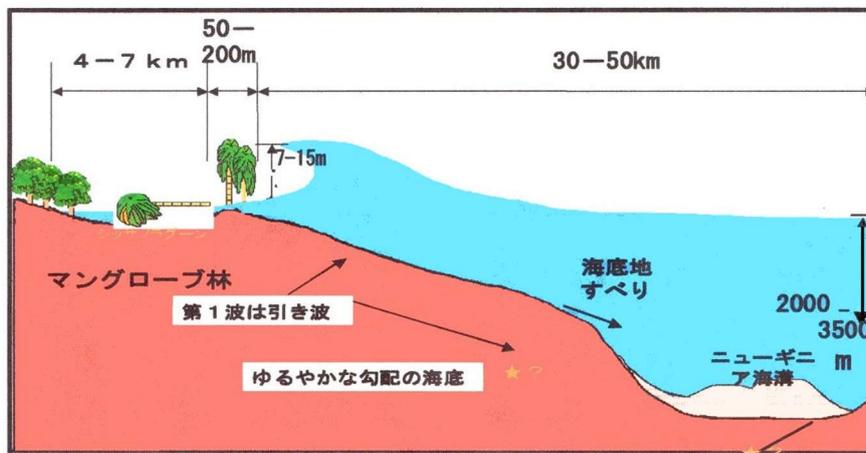


図 3 海底地すべり説が有力な 1998 年パプアニューギニアの地震・津波、気象庁ホームページ(<http://www.jma-net.go.jp/ishigaki/know/tmanual/pdf/m5.pdf>)より引用(石垣島地方気象台提供)。

図 3 に、そのホームページに掲載されている図をそのまま引用しておく。この図を見ると、パプアニューギニア北西部のラグーン沖合約 35km で発生した M7.0 の地震に伴い、沖合 30～50km で大規模海底地すべりが発生し、大量の土砂がその右側のニューギニア海溝の 2000～3500m の深さに流れ落ちたことを示している。時間的な経過を追うと、まず、地震後に海底地すべりが発生して土砂が流れ落ちたため、この部分の水深が急激に低下した。その結果、海底地すべりが発生した場所に周囲から海水が押し寄せたため、ラグーン付近の第 1 波は引き波となった。

その後、ニューギニア海溝に流れ落ちた大量の堆積物により、この海溝部分の水深が浅くなり、上昇した海水が周囲に流れた。その結果としてラグーン付近に 15m に達する押し波が押し寄せ、マングローブの林をなぎ倒したということである。この例は、1026 年の万寿津波のメカニズムを考える上で非常に参考になる。

3. 島根県益田地方を襲った万寿津波 (1026)

3.1 文書に現れた万寿津波

大飯原発差止京都訴訟において、関電側は 2015 年 1 月 22 日付で準備書面 (2) を提出した。主に津波に関して論じたその準備書面には、「本件発電所における主要な建屋の敷地高さ (東京湾平均海面 (T.P.) + 9.3m 以上) 等を踏まえ、津波が本件発電所の安全性に影響を及ぼすことがないと判断した」と書かれている。

これに関して、島根県技術士会の平成 23 年度と 24 年度の研究報告書に、1026 年の万寿津波で 20m を超える津波が島根県の益田周辺を襲ったという記述がある (加藤芳郎: 2012、2013)。もし、ここに指摘されている文献記録の信頼性が高いものであれば、海・陸のプレート境界から遠い日本海沿岸西南部においても 20m を超える津波が襲ったということになり、「津波が本件発電所の安全性に影響を及ぼすことがない」という関電側の主張は危うくなる。そこで、1026 年の万寿津波について調べてみた。

1951 年発行の「日本地震史料」(武者金吉著) には 1026 年の万寿地震・津波の記載はなかった。ところが 1981 年発行の「新収日本地震史料 第 1 巻」(宇佐美 龍夫編) には、39~46 ページにわたって「万寿 3 年 5 月 23 日 (1026 年 4 月 18 日) 石見」として石見地方の万寿津波の史料が掲載されているが、地震の被害は記載されていない。2003 年発行の「最新版 日本被害地震総覧」(宇佐美龍夫、東京大学出版会) によれば、「1026 VI 16 (万寿 3 V 23) 亥の下刻 石見 (現益田市高津川河口沖にあった鴨島が大波 (あるいは大海嘯) によって崩され、海中に没したという。波は川沿いに 16km 上流に達したという。被害は 50km 以上東の黒松 (現江津市黒松町) にまで及んだ。口碑および信頼性の低い史料による。そのうえ、これら口碑および史料に『地震』という語は見いだせない」と書かれている。口碑や信頼性の低い史料に残されている万寿津波が現実にあったとしても、通常海底断層の動きによる地震の際の津波ではなく、別のメカニズムを考えなければならないことになるであろう。

1026 年の万寿津波で島根県石見地方が大きな津波に襲われたという文書記録のあることは、加藤芳郎 (2012、2013) によって指摘されている。それらを読むと、その原典は、正徹物語、石見八重葎、横田物語、安田村発展史などであるという。益田地方は、万葉の歌人柿本人麻呂の生誕地であり、終焉の地でもあるとされている。彼を祀った人丸寺のあった高角山 (別名鴨山) があった鴨島が、この万寿の津波によって流失したとの伝承から、地元の人々は皆、万寿の大津波に、ことのほか関心をもっているという。鴨島には、神亀年間 (724~729) に聖武天皇の勅命によって人麻呂神社とその別当寺「人丸寺」が建立されたとされている。1026 年の万寿津波によって鴨島は海中に没し、現在「大瀬」と呼ばれている暗礁が水没した鴨島の跡だと考えられている。

1026 年の万寿津波に関する文献記録で一番古くまでさかのぼれるのが、室町時代中頃の 1448~1450 年頃に書かれた「正徹物語」である。「正徹物語」の著者は 1236 年に創建された京都東福寺の書記であった正徹 (1381~1459) で、「正徹物語」では「大雨が降ったときにあたり一面海と

なって人麻呂像が流された。洪水で流出した人麻呂の木像が流れ着いたところに堂を建立した」と書かれているだけで、その事件の年代は書かれていないし、木像の行方も定かではないという。

「1026 (万寿 3) 年 5 月 23 日に起こった事件」とはっきり年代が書かれているのは、江戸時代の享保年間 (1716~1736 年) の「沢江家文書」が最初だそうだ。このように「万寿 3 年」という年代が 700 年以上も文書に出てこないことに関して、加藤芳郎 (2013) は、「筆者は自然科学に携わる者として、『万寿』の津波について記した文献類の信憑性は非常に薄いといわざるを得ないのではないかと考えている」と結論づけている。

以下の表 1 は、万寿津波に関する加藤 (2012) の表-3 をそのまま引用したものである。

表 1 益田地域における津波の到達地点とその高さ。

地点名	所在地	津波の伝承	伝承の出典※	津波の高さ※※
石見潟	益田市飯浦町	岬の先端が欠けて今はない	石見八重葎	—
持石(場所不明)	益田市高津町持石、 星日神社	神石が流された	石見八重葎	18m
松崎	益田市高津町	人麻呂の木像が流れ着いた	正徹物語 正一位 柿本大明神祠碑	23m
櫛代賀姫神社	益田市久城町、 益田川右岸	被災したので現在地に移転した	柿本人麻呂と鴨山	—
安富	益田市安富町、一帯	津波が到達した	柿本人麻呂と鴨山	16.2m 以上
護宝寺	益田市横田町寺垣内	護宝寺が流された	石見八重葎	22m
船ヶ溢	益田市横田町市原	船が漂着した	横田物語・文献(13)	21m
椎山	益田市替町	津波が到達した	柿本人麻呂と鴨山	文献(13)は否定
久々茂	益田市久々茂町			
遠田八幡宮	益田市遠田町下遠田	社殿が流された	安田村発展史 (遠田八幡宮由緒)	8m 以上
		砂丘を乗り越えた		10~12m
貝崎	益田市遠田町中遠田	水田に津波が到達した	安田村発展史	22m
黒石	遠田町中遠田	—	安田村発展史	25m
		海岸から運ばれた巨岩(津波石)	文献(13)	
遠田黒石神社	益田市遠田町上遠田、 黒石八幡宮	先祖の祠堂を丘の上に移した	安田村発展史・ (沢江家文書)	—
滑堤	益田市遠田町上遠田、 並良堤	津波が到達した	柿本人麻呂と鴨山	文献(13)は否定
二艘船	益田市木部町	2艘の船が打ち上げられた	柿本人麻呂と鴨山・ (鎌手村史)	12.2m

- ※ 「伝承の出典」のうち、括弧書きは原典される文献。
 遠田八幡宮由緒: 宝暁 11(1761)年、大島八塩による、原本所在不明。
 沢江家文書: 享保年間(1716-36)の成立、1772 年写本、原本所在不明。
 鎌手村史: 大賀周太郎による、(詳細不明)。
 柿本人麻呂と鴨山: 矢富熊一郎、益田郷土史矢富会 (1964)。
 ※※ 「津波の高さ」は、下記文献による。
 都司嘉宣・加藤健二(1995): 万寿石見津波の浸水高の現地調査、鴨島学術調査最終報告書—
 柿本人麻呂と万寿地震津波—、鴨島伝承総合学術調査団、42-57。

表 1 の最後の欄に記載されている「津波の高さ」のオリジナルは、都司嘉宣・加藤健二 (1995) の研究である。そこで、都司・加藤 (1995) の報告を直接調べてみた。これは、鴨島海底学術調査団—柿本人麻呂と万寿地震津波—(竹内 均・名誉団長、松井孝典・団長) の最終報告書 (1995) に含まれている「万寿石見津波の浸水高の現地調査」の報告である。そこでは、万寿津波の伝承はすべて口頭伝承によるものであるが、伝承の全体像と個々の伝承の独立性が強いために、全ての伝承を偽伝承だと見る積極性はないとしたうえで、丹念な現地調査を行っている。伝承のなかに津波が到達したとされる場所で物理的に不合理な点があれば、それらの場所を除外して、残った場所までの水準測量を実施して、津波到達点の標高を決めたと書かれており、その結果が表 1

の「津波の高さ」に示されている。

都司・加藤（1995）の研究で、万寿3（1026）年という年代までは特定できなかったが、島根県益田地方の複数の場所で、標高20mを超える地点まで津波が到達した可能性は否定できないとしている。図4に益田市周辺で都司・加藤（1995）が実施した測量地点の範囲が示されている。この図のなかで、丸印で囲ってあるのが表1で20mを超える津波の高さが到来したとされている「寺垣内」、「船ヶ溢」、「松崎」、「黒石」及び「貝崎」の各地点である。

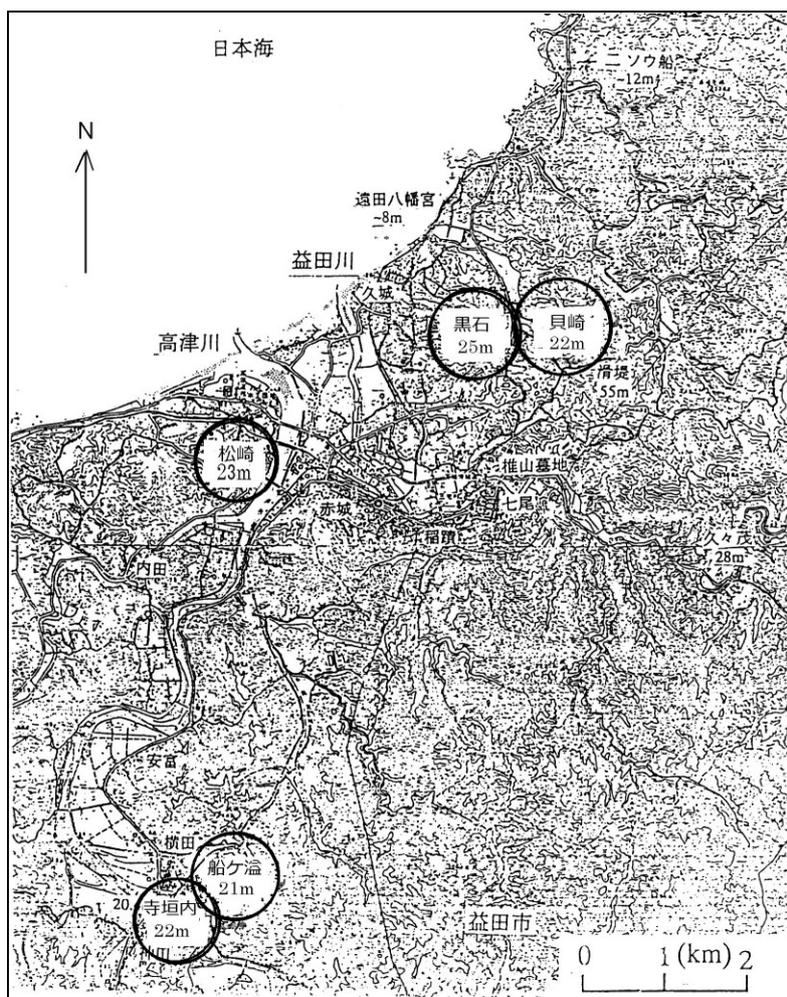


図4 益田市周辺で都司・加藤（1995）が実施した測量地点の範囲。

まず、図4左下に見られる丸印の益田市横田地区では、「石見八重葎」によると、「寺垣内」（神田）に昔、護宝寺という寺があって、それが万寿の津波で流失したと伝えられている。「寺垣内」は、JR山口線石見横田駅付近の集落であるが、護宝寺がそのなかのどこにあったかは、明治時代の地積図を見てもその痕跡は認められなかったという。しかし地元の古老は、「(a)：岩見横田駅の裏側(東側)の少し北よりではないか」と語っており、公民館の話では「(b)：もと、ここに「無量寺」という寺があったので、その場所ではないか」ということであった。(a)及び(b)までの測量結果はそれぞれ20.4m、23.2mであった。寺垣内では、寺院と13重の塔が流失しているが、1000年間の地層の堆積を考慮して、津波高は22mと見積もられている。

また、同じ横田地区の匹見川を渡った東北側に「船ヶ溢」という津波到達伝承地がある。ここには小さな谷間の道路際に小さな三角形の人工池が残されていて、平野から押し寄せた津波がここに貯まったとして理解できる。水面の水準高は20.7mであり、都司・加藤（1995）は、この場所での津波高を21mとしている。益田市横田地区の「寺垣内」や「船ヶ溢」は、海岸線から6km以上も奥まったところにある。河川に沿って津波が押し寄せたとすると、河口からの津波の遡上距離は10km以上にも達する。

図4で、横田地区から北北西に進むと、海岸線から1kmほどのところに高津町松崎がある。万寿3年の大津波で、鴨島とともに海中に没した人麻呂の木像は、「松崎」に流れ着いて、松の木の枝にひっかかっていたという。その地に文化年間（1804～1818）に建てられた石碑が残っていて、その敷地の標高は21.5mである。松の木の枝の高さを1.5mとすると、この地の津波高は23m以上と考えて間違いないであろうというのが都司・加藤（1995）の見解である。この地に再建された柿本神社は、その後、1681年（延宝9年）に風水害を懸念した当時の津和野藩主・亀井茲親によって松崎から現在地の高津町上市に移転されて、高津柿本神社となり、社殿と別当寺としての丸丸寺も再建されたという。このほか、益田市には東光山の中腹に戸田柿本神社というものもあるが、こちらは人麻呂の生誕地に建てられた寺とされている。

このほか、都司・加藤（1995）が20mを超える津波高があった場所として、図4の「松崎」から東北東に約4km進んだところにある中遠田地区の「黒石」と「貝崎」を挙げている。「黒石」には、海岸から流されてきた「津波石」と伝えられる岩がある。ここまで津波が遡上してきたとすると津波高は25mと推定される。また、「黒石」の東側に「貝崎」があるが、万寿津波は益田市遠田の水田が広がる段々畑の谷筋を「貝崎」まで到達したという伝承がある。これを否定する根拠もないことから、現在の標高の22.2mから考えて、「貝崎」の津波高を22mとしたということである。以上のように、都司・加藤（1995）は、益田市の益田川、高津川下流の平野部で、万寿津波の浸水先の伝承のある地点の水準測量を実施し、津波高を推定した結果、おおむね20m程度で、25mを大幅に超える場所はなかったとしている。万寿津波の文書記録には長い空白があり、信憑性に乏しいが、都司・加藤（1995）の報告のほか、地元で長く語り継がれた伝承には一応根拠があり、河口から10km程度さかのぼった標高25m以下のところは津波に襲われたということもあながち否定できないのではないかと考えられる。

飯田汲事（1979）は、万寿津波を惹き起こした地震は、海岸から約10km沖合で東経131.8度、北緯34.8度を震源とするM7.6程度のものであったと推測している。この報告には、万寿3年5月23日の午後11～12時の真夜中に岩見国高津（益田市）沖の岩見潟が一大鳴動を起こし震動した、そして現在の海岸から1km沖の高津沖にあった鴨島が鳴動とともに陥没した、と書かれているが、地震動による建物被害は記載されていない。

早くから万寿津波に着目していた飯田（1979）の「災害が未曾有のものであったからこそ、口碑として700年以上も残った」という指摘も捨てきれない。もっと時代が下って、安土桃山時代に「大分県の別府湾に位置していた瓜生島が1日にして沈んだ」とされる伝承があるが、これらの伝承もはっきりと文書化されていない。また、2017年9月13日付の朝日新聞大阪本社版朝刊には、「『謎の大津波』海底地滑り原因？」という見出しで、「徳島県南部で多数の死者を出した1512年の「永正津波」は、海底の地滑りが原因で局地的に起きた可能性が高い」と述べられている。このような可能性についても、もっと検討すべきではなかろうか。

3.2 万寿津波の発掘調査

益田市には、古くから語り継がれてきた柿本人麻呂に関わる伝承がある。それは、人麻呂が益田の鴨島（山）で没し、彼を奉る神社があったとされる鴨島が万寿3(1026)年の大津波によって水没したというものである。万寿津波に関する伝承に、益田市中須地区の海岸付近には五福寺と呼ばれる「福」の字が付く五つの寺（専福寺・安福寺・福王寺・妙福寺・蔵福寺）が建立されていたが、万寿津波によってことごとく破壊されたという言い伝えが残されている。

鴨島伝承総合学術調査団のなかで中田 高・他 (1995)は、万寿津波の存否を明らかにするためには、津波堆積物の詳細な研究が不可欠であると考え、益田市で津波堆積物のトレンチ発掘調査を実施した。彼らはまず、鴨島が水没した後の暗礁と考えられる大瀬に近い益田市中須地区及び大塚地区を中心に11か所で予察トレンチ調査を行った後、中須の浜崎集落の安福寺跡付近で2本の本トレンチを掘削した。第1トレンチの規模は、東西およそ7m、南北12m、深さ3mである。第2トレンチは、第1トレンチの東隣に、中央部に長さ5m、幅3m、高さ1.5mの島状の高まりの部分を残すように回廊状にトレンチを掘削したということである。

このような掘削調査の結果、第1トレンチ西壁の地質構造は、壁面全体が未固結の沖積層より成るが、トレンチ下底部は直径15cm以下の円礫より成る河成礫層があり、その真上を厚さ20cmほどの多量の木片を含むシルトまじりの細一中砂層が覆っている。この上部には厚さ約1.5mの砂層があり、水性植物の根や多くの小木片が含まれている。この砂層は、小礫を中心とする厚さ10cm程度の礫層を挟在しているが、地表下約2mにある礫層には弥生早一期の土器片が含まれており、この層は約2300年前のものと考えられる。

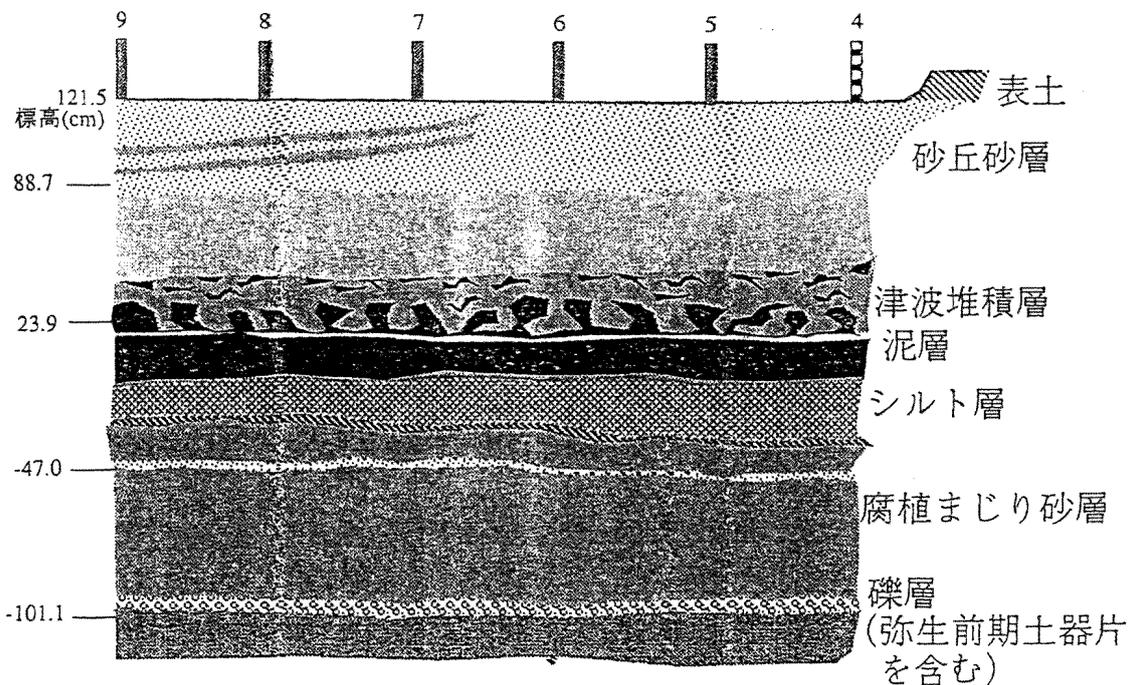


図5 第1トレンチ西壁の地質構造図（地表下2.3mまで）（中田・他(1995)の図11の引用）。

図5には、この礫層より上部の地表下約2.3mまでの地質構造図を示す。この図の標高23.9cm付近に津波堆積物と書かれているが、その下の泥が砂に突然覆われた場合に生じる火炎状構造（フ

レームストラクチャー)が見られる。火炎状構造を示す泥層の最上部の腐食土層を広島大学地理学教室放射性炭素年代測定室で年代測定したところ、930 ± 80 年という結果が得られたという。これは西暦 1950 年に得られた結果であるから、まさに万寿 3 (1026) 年に対応し、トレンチ壁面で認められた擾乱層が、万寿津波の堆積物によって形成された可能性が極めて高い。この結果は、万寿津波が実在した可能性の高いことを示している。

ところが、トレンチ調査の結果から、はっきり万寿津波の地学的証拠が発見されたのは、海岸付近の限られた場所だけであったということである。図 6 は、万寿津波の規模を知るために、益田平野の微地形と歴史記録をもとに復元された当時の平野の地形に津波堆積物の遡上範囲を重ねたものである。万寿津波は文献等からかなり広範囲の津波であったと考えられてきたが、図 6 を見ると、津波堆積物はそれほど広い範囲に分布が認められなかった。トレンチ調査の結果では、津波堆積物が発見された範囲は意外と狭く、海岸線から 2km 程度遡上したに過ぎないということである。海岸線から 2km 以上内陸部にある条里制地割は、河道の変遷によって乱されている以外はあまり変形されておらず、津波によって大きく影響を受けたとは考えられない。高津川左岸の松崎には人麻呂神社のご神体が漂着したとの言い伝えはあるが、万葉公園下の後背湿地には津波堆積物が認められなかったので、ここにも大規模な遡上は考えにくいと述べられている。

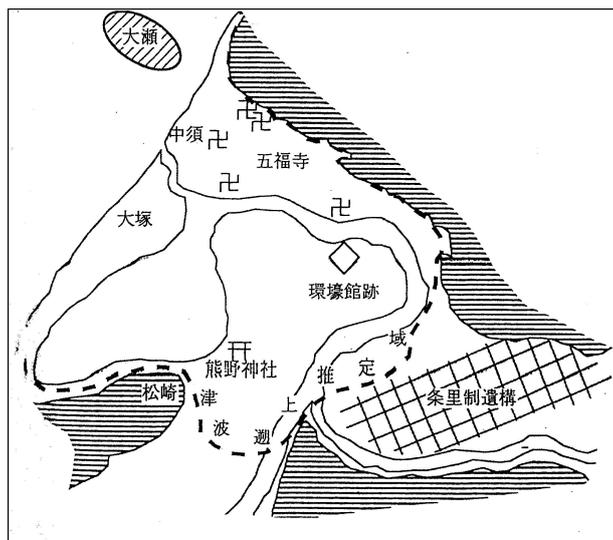


図 6 万寿津波 (堆積物) の推定遡上範囲 (中田・他(1995)の図 24 の引用)。

3.3 大規模な海底斜面崩壊による津波の可能性

これまで示したように、1026 年「万寿津波」に関しては、20m を超える津波が島根県の益田周辺の地域を襲ったという文書記録が残されているにもかかわらず、地震の被害は記録に残されていない。また、中田・他 (1995) が、益田市で津波堆積物のトレンチ発掘調査を実施した結果によれば、1026 年に万寿津波があったことは間違いないようであるが、津波堆積物が発見された範囲は意外と狭く、海岸線から 2km 程度遡上したに過ぎないということである。

万寿津波の資料の特徴をまとめると、次のようになる。

- (1) この津波の際の地震の被害は報告されていない。
- (2) 海岸線 (河口) から 10km ほどさかのぼった標高が 20m を超える地点にも津波が到来し

た痕跡がある。

(3) トレンチ掘削調査の摘果によれば、津波堆積物が遡上した範囲は意外と小さく、海岸線から 2km 程度の範囲である。

以上の 3 点を矛盾なく説明できるような津波発生メカニズムを考えなければならないが、これはまだ定説がなく、なかなか難しい問題である。本稿では、一つの可能性として、産総研の岡村 (2013) が指摘した海底の堆積性斜面崩壊による津波の可能性を検討した。

産総研の活断層・地震研究センターでは、測線間隔は 2 マイル (約 3.7 km) 以下で大陸棚から大陸斜面までをカバーする「20 万分の 1 海洋地質図」を出版している。さらに海域の活断層評価のためにエアガンを音源とするシングルチャンネル音波探査及びマルチチャンネル音波探査で沿岸海域の活断層分布を調べている」という。そして、日本海西部の地質構造として「東西方向及び北西-南東方向の横ずれ断層」が卓越するが、「累積縦ずれ変位は小さい」という特徴を見いだしているほか、堆積性斜面の崩壊についても調べている。

次の図 7 及び図 8 は、岡村 (2013) による「日本海の津波波源」より引用したものであるが、図 7 には、日本海西南部のマルチチャンネル音波探査で、大規模斜面崩壊が見つかった若狭湾沖、鳥取沖及び島根沖の海底地盤構造が例示されている。



図 7 堆積性斜面の崩壊 (岡村行信 (2013) : 日本海の津波波源より引用)。

さらに図 8 には、日本海西南部で斜面崩壊が発生している斜面として、島根沖、若狭湾沖及び能登半島西部が具体的に楕円形で示されている。この図のなかで、益田市から北北西に約 110~150km 離れた島根沖で、斜面崩壊が発生している場所に注目したい。この楕円の東西方向の広がり、隠岐諸島の西から朝鮮半島の東側に至る約 260km の広大なものである。また、南北方向については、益田沖からこの楕円の南端まで水深 200m 以下の大陸棚が続くが、そこから日本海は

急速に深くなり、斜面崩壊が発生している場所の北側の境界（益田から約 150km）のあたりの水深は約 1000m になる。さらに益田から北方に約 200km 離れると、水深は 2000m に達し、その先は、水深約 2000～2200m の対馬海盆になる。

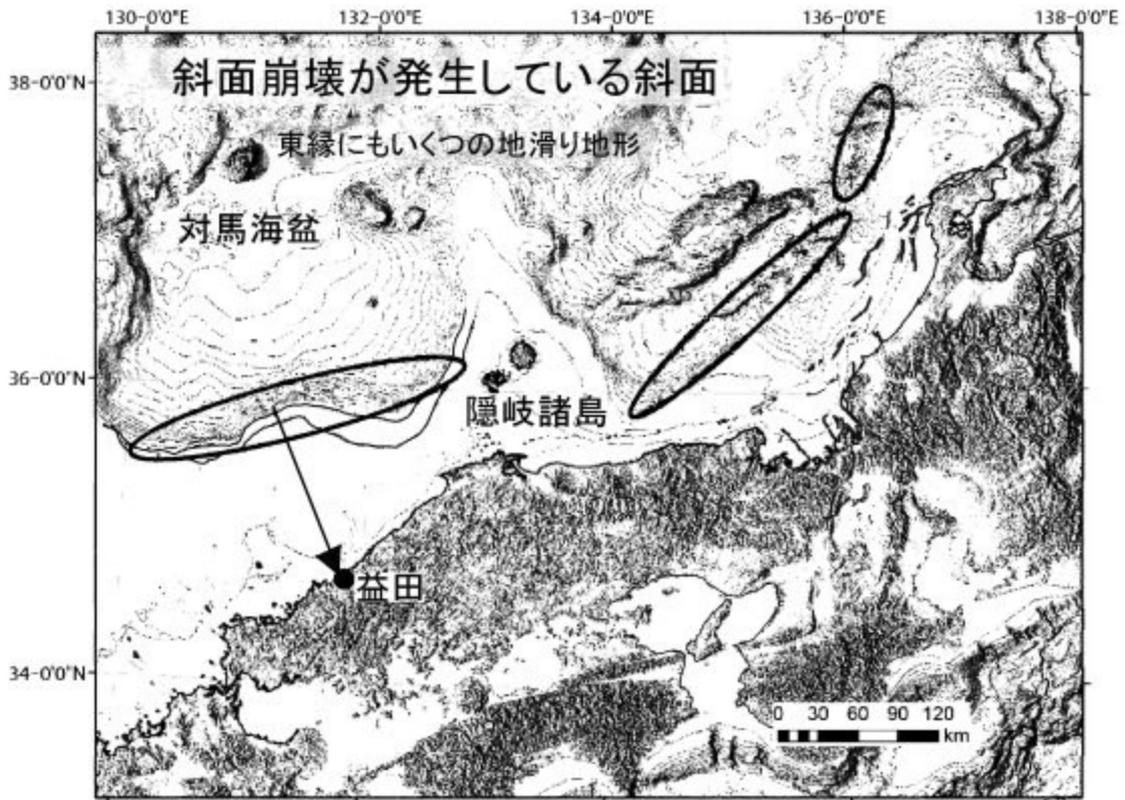


図 8 斜面崩壊が発生している斜面（岡村行信（2013）：日本海の津波波源より引用）。

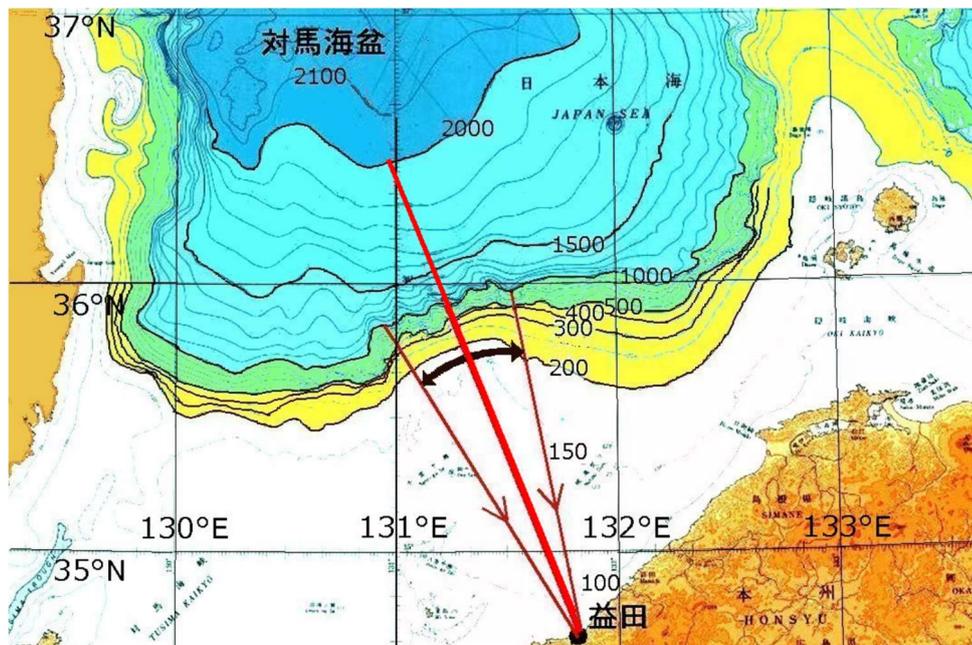


図 9 島根沖の大規模斜面崩壊が発生している領域を中心とした海底地形。

図9は、海上保安庁水路部（現・海洋情報部）の海底地形図、No 6314、「西南日本」（1983）を参考にして、図8に示されている日本海西南部で斜面崩壊が発生している斜面のなかから、島根沖の地域のみ海底地形図を作成して図示した。

恐らく、図8に楕円形で示されている島根沖の海底堆積性斜面の崩壊は、全域が一度に崩壊したのではなく、この楕円形のなかで、部分的にさまざまな年代に多数の崩壊があり、それらを合わせたものが、現代の海底地形を形づくっているのであろう。それらのなかで、最も新しい斜面崩壊が1026年の万寿津波を惹き起こしたと考えられる。

さらに、1026年の万寿津波に関して、津波の被害が島根県益田地方に集中していることに注目する。このことは、図9の益田市から対馬海盆に向かうN20°W方向の赤線に沿って（←→）で示した東西約50kmの範囲が1026年の斜面崩壊に関与していたと考えれば説明できる。すなわち、島根沖の海底斜面崩壊が発生している水深の急変帯が、益田地方を焦点とする凹レンズのような形をしている。これによる波動伝播のフォーカシング効果のために、1026年の万寿津波では益田地方に津波被害が集中したと考えることができる。このように考えて、万寿津波のメカニズムを推定した。

3.4 万寿津波のメカニズムについて

図10は、図9に赤線で示した益田市からN20°W方向に向かう方向の島根沖から対馬海盆までの水深が、距離とともにどのように変化しているかを示したものである。まず、益田市の海岸から18km進むと水深約100mになる。そして、距離128kmで水深200m、137kmで300mになる。このあたりから海底面は急速に下がっていて、140kmで400m、141kmで500m、142kmで600m、143kmで700mになる。さらに、距離150kmで水深約1000m、164kmで1500m、200kmで約2000mとなり、そこから先は、水深2000～2200m程度の対馬海盆へと続いている。

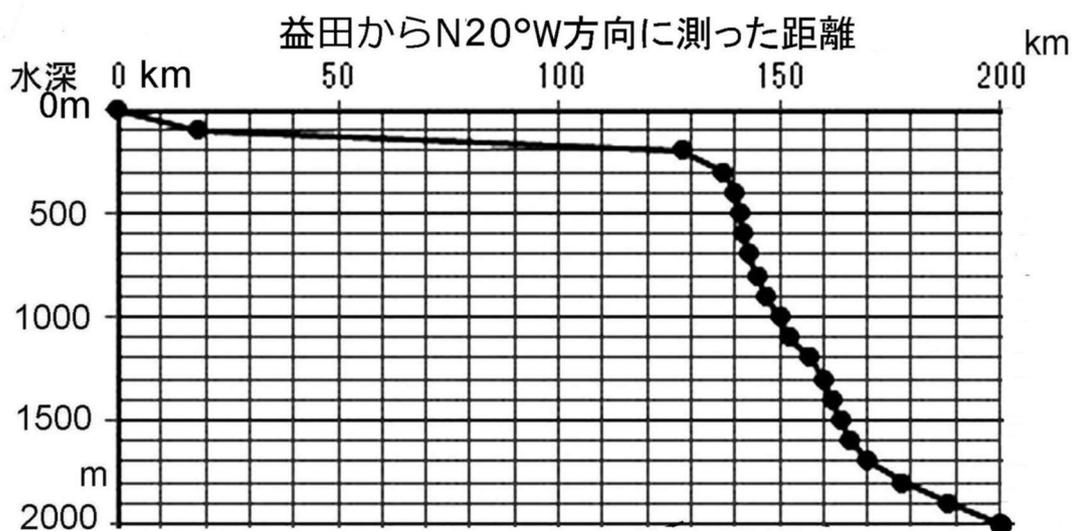


図10 益田から対馬海盆までの水深。

図10は、現在の水深（海底地形）を示したものであるが、1026年の大崩壊より前には、水深がもっと浅いところにあり、それが大崩壊によって土砂が深みに流れ落ちた結果、現在の水深に

なつたと考えることができる。その根拠を示す具体的なデータはないが、1026年の大崩壊は、大陸棚が終わる益田からの距離が128kmの水深200mのあたりから始まり、水深300mのところ
 で30m、水深400mのところでは50m、水深500mのところでは60m、水深600mのところでは50m
 の土砂が北側急斜面に滑り落ちたと考えた。そして、益田からの距離が約143kmの水深700mの
 あたりで、上から落ちてくる土砂と、さらに下まで落ちてゆく土砂がバランスしていて、現在の
 水深とほぼ同じになるとした。ここは、水深200mの場所(128km)より約15km北方に離れた
 場所である。水深700mより深いところでは、新たな崩壊は起こらず、上から落ちてくる土砂が
 堆積することにより、水深が浅くなるというモデルである。

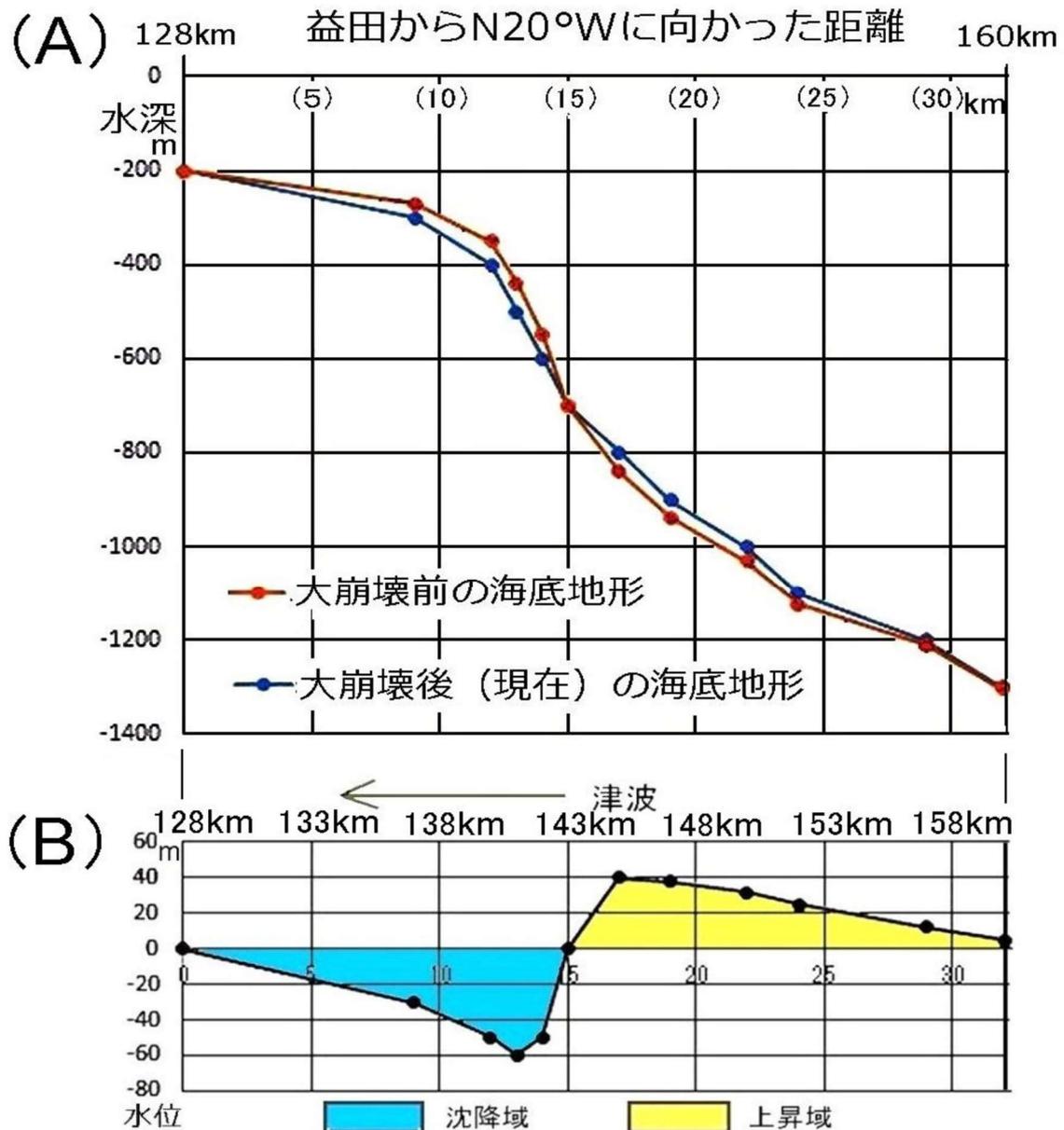


図 11 (A) : 1026 年に斜面崩壊が発生したと考えられる益田から 128km から 160km の距離
 範囲の水深（海底地形）。（青線：現在の水深、赤線：大崩壊前の推定水深）、(B) : 斜面崩壊
 前後の海底面の変化。

図 11 (A) は、益田から 128km~160km の範囲、つまり、水深 200m~1300m の範囲内で、青線が現在の水深、赤線が大崩壊前の推定水深を示したものである。図 11 (B) には、赤線と青線の差をとった斜面崩壊前後の海底面の相対的な変化の様子を模式的に示した。益田から 128~143km の距離では、斜面崩壊により土砂が北側の深みに流れ落ちたため、水位は低下し、水平距離が 143km よりも遠いことでは、崩壊した土砂が堆積して水位が上がる。これを差し引きすると、大きな津波が益田市を襲ったことも説明できる。

時間的な推移について述べると、まず、益田からほぼ北方に距離 128~143km の範囲の海底堆積物が斜面崩壊により北側に流れ落ち、この部分の水深が急激に低下した。その結果、周囲から海水がこの領域に押し寄せたため、益田付近の津波第 1 波は引き波となったと考えられる。その後、北方に流れ落ちた土砂が堆積し、この部分の水深が浅くなったために海水が周囲に流れ、押し波が周囲に伝わった。図 11 (B) にはそのタイミングの図を示してあるが、斜面崩壊で水位が下がった青色の領域に、北側の土砂が積もって水位が上昇した黄色の領域から海水が押し寄せたため、結果として南側に大きな押し波の津波が伝わったというものである。これについては、図 3 に示した 1998 年パプアニューギニアの地震・津波の際に、海底地すべりによって引き起こされた津波の説明を参照していただきたい。津波の被害が島根県益田地方に集中していることに関しては、波動現象のフォーカシング効果による可能性が高いことを既に述べた。

1026 年の島根沖斜面崩壊は、図 9 の益田市から対馬海盆に向かう N20° W 方向の赤線と直交する方向に (←→) で示した約 50km の範囲で、奥行約 15km にわたって起こり、滑落した土砂の厚さの平均が 20m 弱と考えた。つまり、斜面崩壊ですべり落ちた固体堆積物は、 $50 \times 15 \times 0.02 = 15\text{km}^3$ 程度の体積である。この程度の斜面崩壊なら、過去の海底地すべりの実測値から考えても、一度に起きておかしくはない。

万寿津波の調査では、益田地域の津波到来の伝承は、河口から 10km ほどさかのぼった標高 20~25m の地点に残されていて、都司・加藤 (1995) は現地調査の結果、標高 20m を超える地点まで津波が到達した可能性は否定できないと述べている。一方、中田・他 (1995) は、津波堆積物は海岸線から 2km 程度の範囲にしか認められていないと結論している。

この差に関して、菅原 (2014) は、2011 年東北地方太平洋沖地震の際に、津波侵入距離が海岸から 4~5km であったところで、砂質堆積物の分布距離はその 60~70% に過ぎなかったと述べている。このように陸上の津波侵入距離と津波堆積物の分布距離は、必ずしも一致しなくてもよいとすれば話は簡単になるが、この点に関しては更なる研究成果を待ちたい。さらに、通常の津波は、巨大地震の上下方向の断層運動によって引き起こされ、断層破壊は数秒のうちに終わる。従って津波の波源は数秒のうちに形成されるが、海底堆積性斜面の崩壊の場合には、津波波源の形成速度は桁違いに長く、“分” から“時間” の単位で形成されると考えられる。この差が、津波堆積物の遡上距離にも関連しているのではあるまいか。

以上のように、1026 年の万寿津波が、通常の津波のように巨大地震の上下方向の断層運動によるものではなく、海底堆積性斜面の崩壊によって引き起こされた津波と考えれば、大筋の説明が可能である。ただ、益田地方の河口から 10km 以上さかのぼった奥地の標高 20~25m の場所まで津波が到達したという具体的な数値については、本稿に述べた単純なモデルでなく、さらに詳しい計算が必要となるが、そう難しいことはないと思う。

4. まとめ

日本海側に発生する津波に関して、西南日本は東北日本に比べて大きな津波は起きないと広く言われてきた。その根拠の1つが2014年8月に「日本海における大規模地震に関する調査検討会」が公表した日本海側の津波高の予測であり、日本海沿岸西南部では高いところでも概ね3~4mとされている。これについての検討は、今後さらに進展するものと考えられるが、西南日本の島根県益田地方で1026(万寿3)年に20mを超える津波があったという伝承が、地元の多数の場所に残されている。

そこで、本稿では、万寿津波についての検討を行ったが、海底断層の急激な上下変位に伴う通常の地震と津波としては説明がつかず、島根沖の大規模海底斜面崩壊を想定することにより、地上に到達した津波高の伝承を含めて矛盾なく説明できる可能性が見いだされた。大規模海底斜面崩壊の再来周期が不明なので、次に益田地方が大津波に襲われる時期は特定できないが、**図8**に示されている島根沖の海底堆積性斜面崩壊の領域を見ると、本稿で検討した万寿津波の波源よりもずっと広い範囲に分布しており、島根原発(島根県松江市鹿島町)の北方にも達している。このことは、1026年の島根沖の海底堆積性斜面の崩壊で被害を受けた益田地方が再び津波に見舞われるより、もっと東側の堆積性斜面の崩壊で島根原発が津波被害を受ける方が先ではないかと思われる。少なくとも、2014年8月に「日本海における大規模地震に関する調査検討会」が公表した日本海西南部の原発所在地の津波高予測(**図1**および**図2**)は、小さすぎる。

図8を見ると、岡村(2013)は、堆積性斜面の崩壊が発生している場所として、島根沖のほか、若狭湾沖なども指摘している。万寿津波の例が堆積性斜面の大規模崩壊で説明できるとなると、若狭湾沖の堆積性斜面の崩壊についても再考が必要となるのではないかと思われる。そうすると、関電が美浜、大飯、高浜の原子力発電所で行っている津波対策にも見直しが求められる。

本稿では、1026年に島根県益田地方を20m超の津波が襲ったという万寿津波の伝承が、海底堆積性斜面の崩壊によって引き起こされたと考えれば、定性的に説明できることを指摘した。この指摘の定量的な検討を国および関電に求めたい。

理科年表から日本国内・近海における歴史地震をたどると、701年の大宝地震というのがある。そこに、「丹波国(後に丹後国に分国、現・京都府北部)で大地震が発生し、三日に渡って揺れがあり、若狭湾内の凡海郷(おおしあまのさと)が海に没したという「冠島伝説」があるが、疑わしい」と書かれている。この理科年表の否定的な記述のため、701年の大宝地震・津波は、その後、専門家から無視されている。しかし、2011年に東北地方太平洋地震が起きてから869年貞観地震・津波が見直されているほか、1026年の万寿津波も島根沖の堆積性斜面の崩壊により益田地方を20~25mの津波が襲った可能性が否定できないとなると、701年の大宝地震・津波も更なる検討が必要かも知れない。

日本三景天橋立の北側の山中に真名井神社があるが、その参道傍らの「真名井神社」と書かれた石柱の後ろに見える祠が波せき地藏堂だという。大宝地震大津波の際、遡上高約40mの津波が起これ、この地点まで遡上したという伝説がある。2009年6月12日付の京都新聞には、この凡海郷伝説を裏付けるような記事が写真入りで報道された。つまり、冠島の近海にあるトドグリと呼ばれる約10メートルの深さの海底で、階段状の遺跡が発見されたという。本稿の**図7**及び**図8**に示した若狭湾沖の堆積性斜面の存在に関連して、この701年の大宝地震・津波伝説も気になるところである。

文献

日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書（2014年9月）。

http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/

松浦律子（2013）：日本海沿岸での過去の津波災害、地震予知連絡会会報第90巻、12-14、542-547.

（http://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou90/12_14.pdf）。

島崎邦彦（2016）：最大クラスではない日本海「最大クラス」の津波、科学、岩波書店、第86巻、第7号、653-660.

武村雅之（1998）：日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響 および地震被害との関連—、地震、第2輯、第51巻、211-228.

入倉孝次郎・三宅弘恵（2001）：シナリオ地震の強震動予測、地学雑誌、第110巻、849-875.

岡村行信（2013）：日本海の津波波源、第2回日本海における大規模地震に関する調査検討会報告、

（http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/dai02kai/dai02kai_siryou2.pdf）。

池原 研（2005）：海底地すべり、日本地すべり学会誌、第41巻、第5号、112-116.

（https://www.jstage.jst.go.jp/article/jls2003/41/5/41_5_558/_article/-char/ja/）。

Abe, I., Goto, K., Imamura, F. and Shimizu, K. (2008) : Numerical simulation of the tsunami generated by the 2007 Noto Hanto Earthquake and implications for unusual tidal surges observed in Toyama Bay, Earth, Planets and Space, Vol.60, 133-138.

加藤芳郎（2012）：益田を襲った万寿3年の大津波、島根県技術士会平成23年度研究報告、11-18.

加藤芳郎（2013）：文字で伝わる万寿三年の大津波、島根県技術士会平成24年度研究報告、13-20.

都司嘉宣・加藤健二（1995）：万寿石見津波の浸水高の現地調査、鴨島学術調査最終報告書—

柿本人麿伝承と万寿地震津波—、鴨島伝承総合学術調査団、42-57.

飯田汲事（1979）：歴史地震の研究(2)—万寿3年5月23日(1026年6月16日)の地震及び津波の災害について、愛知工業大学研究報告. B, 専門関係論文集 14, 199-206.

中田高・後藤秀昭・前杵英明・箕浦幸治・日野貴之・加藤健二・松井孝典・松田時彦(1995)

津波堆積物のトレンチ発掘調査、鴨島学術調査最終報告書—柿本人麿伝承と万寿地震津波—、鴨島伝承総合学術調査団、107-139.

海上保安庁水路部（1983）：海底地形図、番号6314、「西南日本」。

菅原大助（2014）：津波堆積物と津波の規模について、地学雑誌、第123巻。第6号、797-812

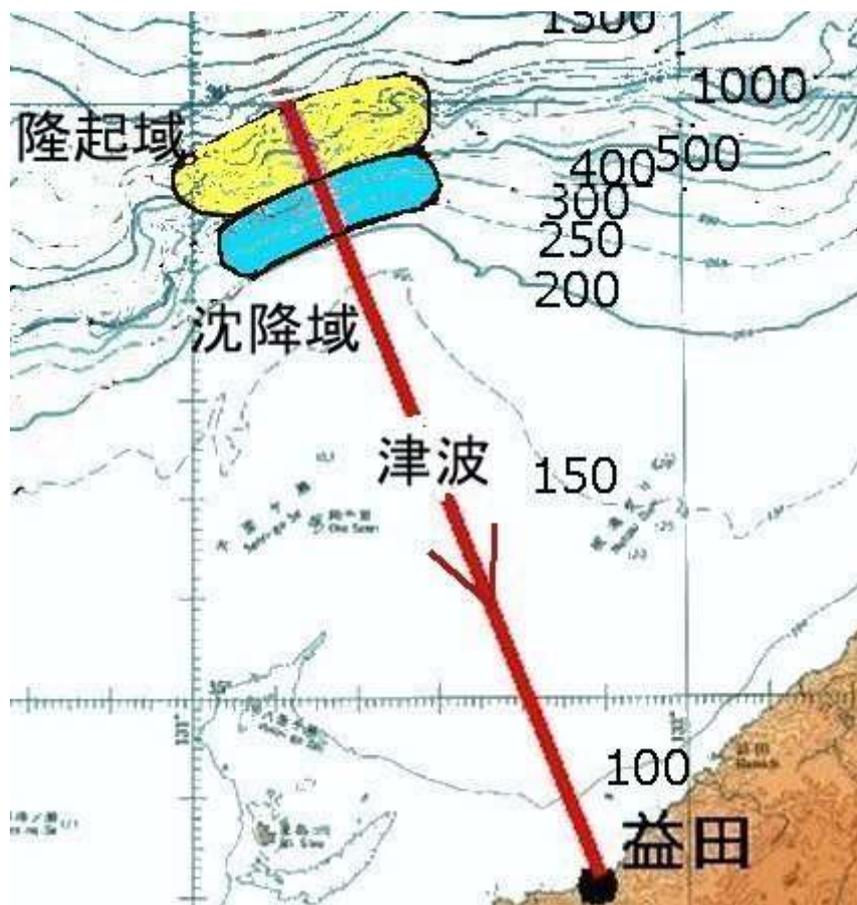
（https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/123/6/123_123.797/_pdf）。

（2017年11月1日）

(補足説明 : 2018 年 1 月 3 日)

本稿 14 ページに「万寿津波の波高が益田地域に集中したフォーカシング効果」という記述がある。その後、この「フォーカシング効果」がわからないとの質問を受け取った。そこで、これを説明する図を以下に追加資料の図 1 として新たに付け加えた。

本稿の図 9 を見ると、益田市から対馬海盆に向かう $N20^{\circ} W$ 方向の赤線に沿って (\longleftrightarrow) で示した東西約 50km の範囲の海深が約 200m より深い領域で益田地方を焦点とする凹レンズのような形をしていることに注意していただきたい。図 3 に示したパプアニューギニア沖の津波のように海底斜面崩壊がこの範囲で起きると、図 11(B)の青色で示した範囲が最初に沈降域となり、そこに海水が引き込まれるため、島根県側で最初の津波は引き波となる。次に、この斜面崩壊で崩れた土砂がより深いところ(島根県より遠い方向)に滑り落ちていくと、この部分に溜る土砂のために、この部分で海底面は浅くなり、図 11(B)の黄色で示した領域の海水面が高くなり、島根県側に押し波がやってくる。この際、益田地方を焦点とする凹レンズ形の海底地形の構造のために津波は四方に同じ高さで伝わらず、凹レンズのフォーカシング効果によって益田地方に集中して高い津波が襲ったと理解される。図 11(B)は、追加資料図 1 の赤線に沿った 1 軸方向の海水面の変化を示したものと考えればよいが、この沈降域(青色)と隆起域(黄色)が空間的には追加資料の図 1 のように分布していると考えれば、益田地域に被害が集中したフォーカシング効果の理解ができる。



追加資料図 1 益田地域に津波が集中したフォーカシング効果。