

5. 高知県沿岸の津波痕跡調査

Traces of tsunami-induced event, along the coast of Kochi

○木下博久 松木宏彰 藤井照久 中井真司 渡邊真悟
 (復建調査設計株式会社)
 村山夕佳 浦田敏郎 中村征彦
 (高知県危機管理部)

1. はじめに

過去の南海地震に伴い高知県沿岸に来襲した津波の歴史記録や津波堆積物について、机上調査及び現地地質調査を行った。調査は、慶長(1605年)、宝永(1707年)、安政(1854年)、及び昭和(1946年)の地震津波を対象とし、古文書等から整理されている被害記録・文献等を収集するとともに、ジオスライサー(定方位地層採取装置)を用いた津波堆積物調査を実施した。ここで、調査の結果明らかになった、高知県沿岸における津波痕跡の分布性状及び津波堆積物の層相的特徴について報告する。

2. 文献調査結果

文献調査は、「南路志」や「谷陵記」、「大地震大変記」、「宝永/安政地震記」、「神社明細誌」、「真覚寺日記」などの史料のほか、県下各市町村誌をはじめ、「板垣氏筆記」や「久保野家文書」、「幡多郡中浜・池文書」といった郷土史料を主な基礎データとする研究論文を中心として整理した(図-1)。また、文献のほか、県下各地に設置されている津波被害に関する史跡(石碑、痕跡等)について調査を行った。これら調査結果は地域単位、地震津波別にそれぞれカルテ形式でまとめるとともに、GISデータとして整理した(図-2、図-3)。

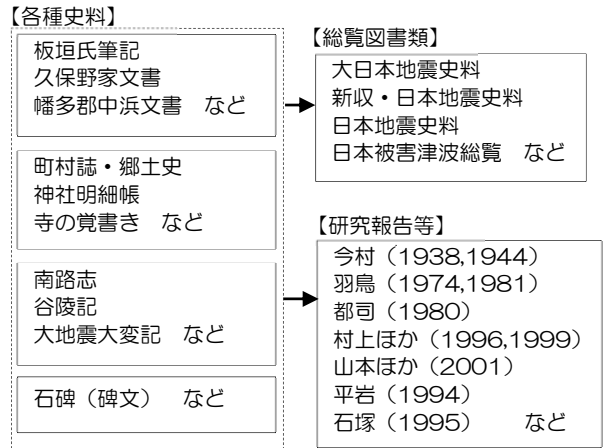


図-1 文献調査対象の例

順次No	市+町	調査区	家名	所在地	調査期	調査者	調査日	1/
1	高知市	東区	久保野家	高知市東区	1979	木下博久	1979.10.28	1/1
2	高知市	東区	久保野家	高知市東区	1979	木下博久	1979.10.28	1/2
3	高知市	東区	久保野家	高知市東区	1979	木下博久	1979.10.28	1/3

歴史津波の諸元

史跡等の位置座標

文献記載事項

史跡等の位置図

図-2 津波痕跡カルテの例



図-3 GISデータの例(背景は地形分類図)

文献調査で得られた被害等の記録数の合計は261で、うち宝永津波の記録が176と全体の半数以上を占める(表-1)。これは、4つの地震津波イベントの中で、宝永津波が地震津波規模、被害規模ともに比較的大きかったことによると考えられる。対して、安政/昭和津波のデータ数はそれぞれ48、30と、いずれも宝永地震の3分の1程度である。なお、慶長津波の記録が少ない点については、時代が古いため記録が残っていないためと考えられる。また、各市町のデータ数でみると、高知市と土佐清水市がそれぞれ39、38と最も多い。さらに、地域別では、県東部(東洋町～芸西村)で42、県中部(香南市～須崎市)で101、県西部(中土佐町～宿毛市)で118と、県中部と県西部が多い。これは、津波の来襲方向に対する地形の関係や、海岸線の地形の特徴の違いを示唆している。

表-1 津波痕跡データ数一覧

市町名	データ数				計	計
	慶長	宝永	安政	昭和		
東洋町	2	5	1	2	10	42
室戸市	2	7	2	3	14	
奈半利町	1	1	0	0	2	
田野町	0	2	0	0	2	
安田町	0	1	0	1	2	
安芸市	1	8	2	0	11	101
芸西村	0	1	0	0	1	
香南市	0	10	2	1	13	
南国市	0	8	0	0	8	
高知市	0	29	7	3	39	
土佐市	0	8	4	2	14	118
須崎市	0	17	5	5	27	
中土佐町	0	5	4	3	12	
四万十町	0	4	0	1	5	
黒潮町	1	16	5	2	24	
四万十市	0	15	1	1	17	118
土佐清水市	0	22	12	4	38	
大月町	0	7	2	1	10	
宿毛市	0	10	1	1	12	
計	7	176	48	30	261	

3. 地質調査結果

地質調査は、海岸線に延びる浜堤の高度変化や後背湿地の広がり、低地の構成地質などを考慮して、津波堆積物が保存されている可能性の高い地点においてジオスライサーによる地層試料採取を実施した。本手法は、箱型のサンプラーを地中に挿入し、地下の地層を乱れの少ない状態でかつ定方位で採取するサンプリング技術である(図-4)。採取した試料は幅10～40cmの断面があるため、地層の堆積構造を詳細に観察することができる。このほか、現在施工中の各種工事現場において、床掘り工事などで出現した掘削壁面の観察を行い、表層付近の構成地質を確認した。

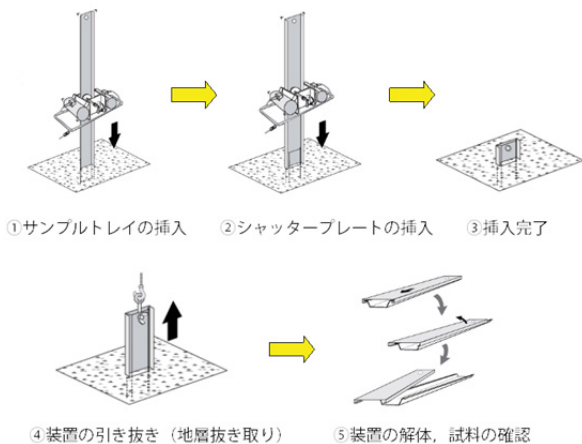
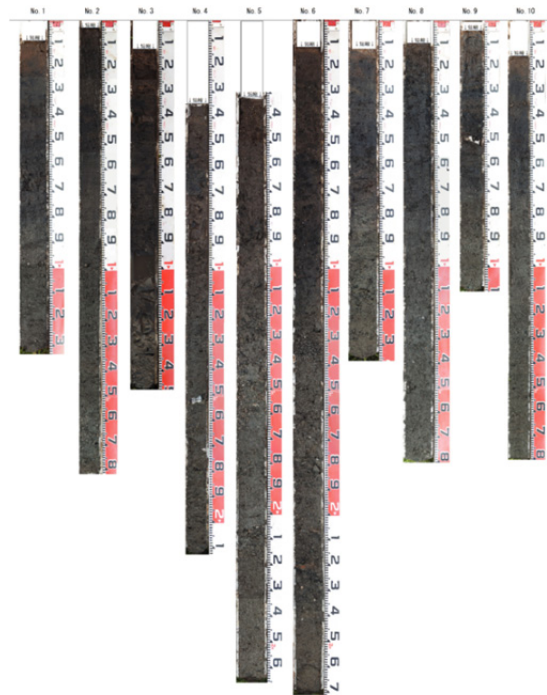


図-4 ジオスライサーの作業模式図(ハンディタイプ、上写真は採取試料の例)

以下、ジオスライサー調査で確認された津波堆積物の例と、トレンチ掘削壁面で確認された津波堆積物の例を紹介する。

(1) ジオスライサー調査で確認された津波堆積物の例（東洋町生見；IM 地点）

本地点は、三方を山地に囲まれた谷底低地で、谷出口から約 500m 先が海岸である（写真-1）。低地は地下水で飽和された湿地となっており、構成地質は主に腐植土（ピート）と粘土からなる。採取した試料は地表面下約 4m までの地層で、その中に津波堆積物と推定される海成砂が少なくとも 3 層確認できた（写真-2）。ここでは、砂層が下位の粘土層を著しく削り込み、粘土層の一部はマッドクラスト（偽礫）となって巻きあげられている様子が見られる。砂層は円磨度の高い、淘汰の良い細粒砂からなり、現海岸付近に分布する砂層と類似している。本低地には周辺から流入する主要な河川が無いことから、この砂層は海から運ばれたもので、津波堆積物である可能性が高いと考える（現在、微化石分析・¹⁴C 年代測定等を実施中）。



写真-1 IM 地点（上；調査位置○、下；調査状況）

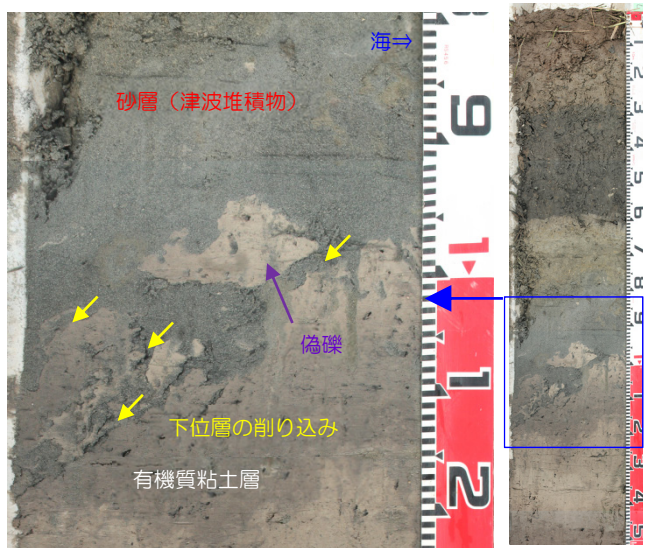


写真-2 津波堆積物の可能性のある砂層

(2) トレンチ掘削壁面で観察された津波堆積物の例（香南市夜須；YS 地点）

本地点は、海岸から約 1km 内陸でトレンチ掘削を行い、壁面を観察した（図-5、写真-3）。ここでは、GL-1.4m 付近の砂層について、以下に示す特徴から、津波堆積物の可能性が高いとした。

- ・下位層を削り込み、数枚に分かれて分布する（津波の第一波、第二波を示唆する、写真-4、中写真）。
- ・色調が海砂に似た灰白色を呈する（河川成と見られる GL-2m～-2.3m 付近の砂層は暗青灰色）。
- ・砂層内に海浜礫のような円礫を伴う（写真-4、右写真）。
- ・砂粒子は海砂に見られるように円磨されている（写真-5、左写真）。
- ・砂層上部に植物片や木片、陶器片が含まれる（写真-5、中写真）。

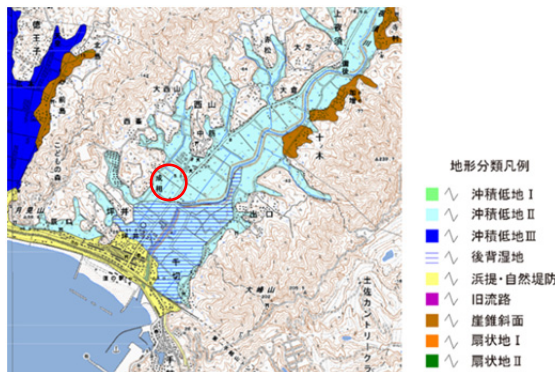


図-5 YS 地点位置図（○：調査位置）



写真-3 掘削壁面の状況

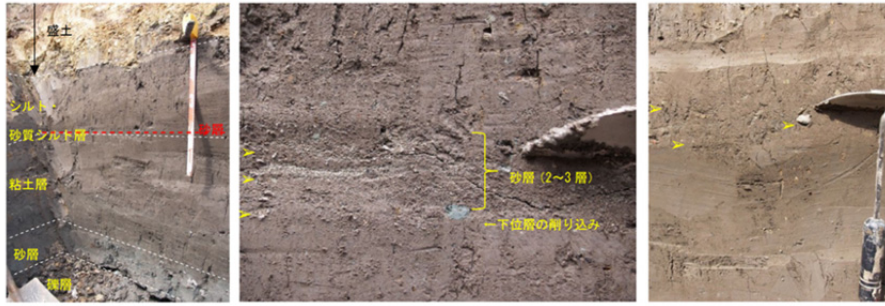


写真-4 層相の特徴

左：層序
中：砂層の分布、
右：礫の挟み



写真-5 含有物など

左：砂粒子の検鏡写真
中：遺物（陶器片）
右：近傍の掘削壁面

(3) 机上調査結果との比較

津波堆積物残存のための地形地質条件を検証するため、机上調査結果と現地地質調査結果の一部の結果とを比較した（表-2）。

表-2 各調査結果からみた津波堆積物の存否（調査結果の一部抜粋）

調査位置	地形区分	文献記録※1	海岸からの距離 (km)	津波堆積物の残存※2
香南市夜須町	成相	後背湿地～氾濫原	1.0	◎
	中筋	沖積低地Ⅱ	1.5	○～△
香南市赤岡	岸本	後背湿地	0.3	—（人工）
	大崎	後背湿地	0.6	○
香南市吉川町	古川	後背湿地	0.5	◎
南国市稲生	稲武	後背湿地～氾濫原	3.5	△
南国市十市	栗山	後背湿地	0.8	○
	浜田	後背湿地	0.7	○
	山際	沖積低地Ⅱ～Ⅲ	0.8	○
高知市	池	後背湿地～潟湖	0.7	△
	本町	沖積低地Ⅱ	3.0	△
高知市春野町	仁ノ	潟湖～後背湿地	0.5	—（人工）
	秋山	後背湿地	3.5	△
	森山	沖積低地Ⅱ～自然堤防	4.0	△

※1) 文献記録 ○：同地区に記録がある △：隣接地区に記録がある

※2) 津波堆積物の残存 ◎津波堆積物の可能性が高い ○：同可能性がある △：同確認されず

- これらの対比結果から、津波堆積物が残存するための地形地質条件として、以下の事項を挙げた。
- ・地形条件は、後背湿地・氾濫原・沖積低地Ⅱ～Ⅲなど、より低位の地形に残存する可能性が高い。
 - ・これは、陸域の中でもこれら地形は比較的堆積場の環境にあるためと考えられる。
 - ・上記地形条件下の地質構成は、シルトや有機質粘土、腐植土などの細粒分が卓越する地域である。
 - ・海岸線からの距離で見ると、海岸地形の違いによる影響が大きいことから一概に比較できないものの、海岸線からおおよそ 1km 以内の地域に残存する可能性が高い。
 - ・文献・古文書記録で被害（浸水）記録がある地域では残存している可能性が高い。

4. 考察

(1) 津波堆積物の分布性状

今回の調査では、いくつかの地点で津波堆積物の可能性のある層を確認できた。その中で、海岸線からやや内陸に入った位置で実施したこともあり、海岸線からの距離によって層相が変化すること、湖沼部で見られるような淘汰の良い砂はまれであることがわかった。ここで、東日本地震津波において仙台平野で確認された津波の最大浸水域と津波堆積物の層相変化に関する調査例を参考に、津波堆積物の分布性状について考察した。まず、東日本地震津波で報告されている事項を以下に記す。

- ・津波堆積物は、海岸に近い場所では主に海浜から運ばれた中～粗粒砂からなり、場所により層厚 70cm に及ぶ。
- ・内陸部では砂層とそれを覆う泥層からなる。
- ・砂層部分の層厚は内陸に徐々に薄くなっていく傾向にあり、代わって泥層が相対的に厚くなる。
- ・例えば仙台市若林区では海岸から内陸 2.8km 地点の砂層の層厚は 1cm で、それを層厚 2cm の泥層が覆う様子が観察された。
- ・砂層は単純な一枚の層ではなく、海岸付近から内陸にかけて、層厚に関係なく侵食面や粒径の変化で区分される 3~4 層のサブユニットから構成される。
- ・津波堆積物の内陸への到達限界について、海岸線から 2~3.5km 内陸まで砂層が確認された。
- ・泥層は砂層よりもさらに 0.5~1km 内陸奥まで分布する。

上記事項を模式図で表すと図-6 のようになる。仙台・石巻平野の事例では、海岸線から約 3km までが津波堆積物（砂層）の分布域である。その後、砂層の堆積量が減少するに従い、泥など細粒分の堆積量が増加し、砂層の分布限界から約 1km 内陸まで堆積する。津波の最大浸水域は泥を先端とする津波堆積物の到達限界からさらに 1km 程度内陸である。これらの分布の距離程を単純に比較すると、砂層分布距離と泥層分布距離、最大浸水域の比はおおよそ 3 : 1 : 1 である。

ここで、この比を、上記 3. (2) で述べた香南市夜須町で確認された津波堆積物を例に検討する。本地点では、層厚数ミリの砂層とこれを覆う礫混じり砂質シルト（細粒分）を確認した（写真-4）。これら砂層と細粒分層との量比等から勘案して、今回のトレンチ調査位置は、図-6 下段に示す位置付近にあると見なす。ここで、先に検討した 3 : 1 : 1 の比を適用すると、本トレンチ地点は海岸線から約 900m であるので、細粒分の到達限界はさらに約 300m 内陸で、最大浸水域はトレンチ地点から約 600m 内陸に至ると見積もることができる。

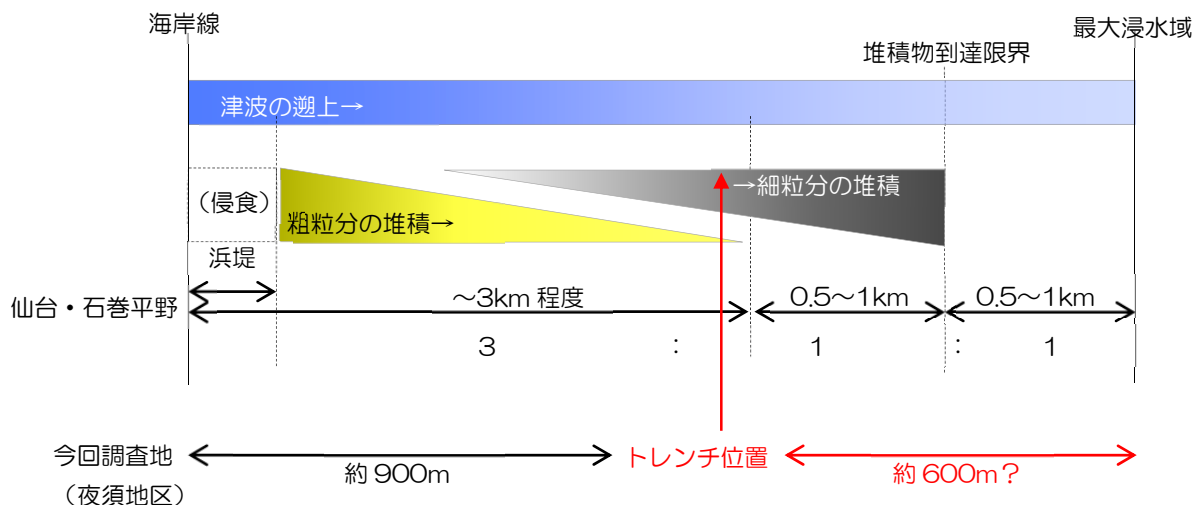


図-6 津波の最大浸水域と津波堆積物の層相変化の模式図

さらに、この最大浸水域の見積もり値について、古文書記録との関係を検討する。夜須平野では、宝永津波が約 1.5km 内陸の中筋にある「大宮八幡宮」の境内手前まで至り、さらに津波は夜須川を遡上して、約 3km 内陸の備後付近まで達したとされる(図-7)。ここで、河川からの内陸への遡上について考慮しないとして(最大到達域ではなく)、津波の最大浸水域で見ると概ね中筋付近とみなすことができる。トレンチサイトから中筋までは約 500m であり、これは距離程の比でみた浸水域の見積もり(約 600m)と調和的である。よって、地形条件等による違いはあるものの、津波堆積物の分布性状(層厚、地質構成、粒度、層相、海岸線からの距離)によって、津波の最大浸水範囲がある程度のオーダーで推定できると考える。



図-7 宝永津波の浸水記録と津波堆積物分布の関係

(2) 津波堆積物の同定基準

津波堆積物の同定には、海から運搬された直接的な根拠となる、貝殻などの海棲生物の遺骸や、有孔虫、珪藻などの微化石を見出すことが第一となる。そのほか、津波堆積物に特徴的とされる、上方細粒化や礫の定向配列、下位層の削り込みなど堆積構造からの検討も重要となる。また、津波堆積物の構成物として、海浜砂や礫などの粗粒分かなりそれらの円磨度が大きい点も認定根拠の1つとなりうると考えられる(図-8)。

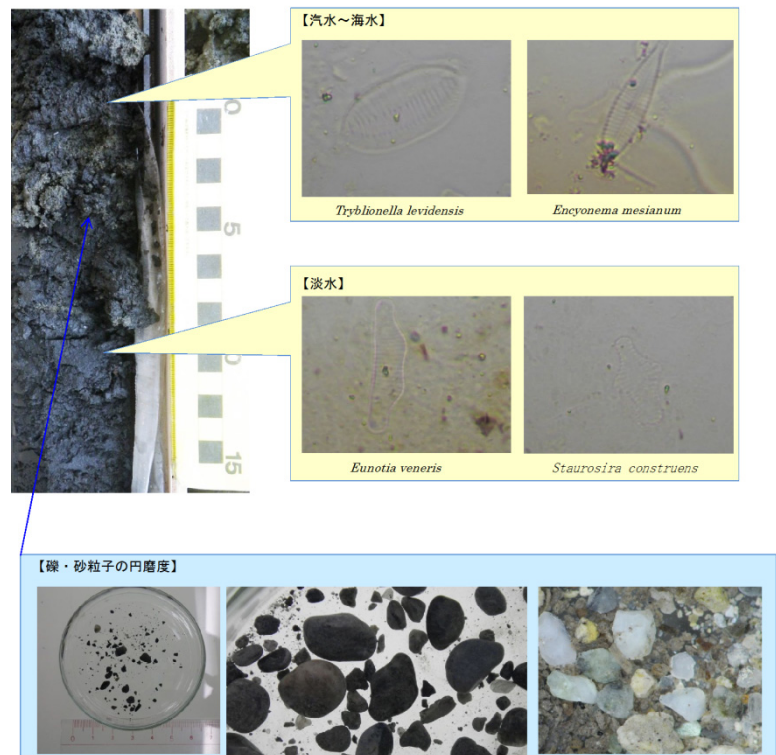


図-8 津波堆積物中の珪藻分布、及び含有礫の例

※本稿は、高知県が平成 23 年度に実施した「高地震第 3 号 津波痕跡調査等委託業務」で取得されたデータを使用したものである。

参考文献

- 澤井祐紀・岡村行信・宍倉正展・松浦旅人・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎 (2006) : 仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波—1611 年慶長津波と 869 年貞観津波の浸水域—, 地質ニュース 624 号, p36-41.
- 宍倉正展 (2011) : 津波の緊急調査, AFERC NEWS, April, No.22, (独)産業技術総合研究所活断層地震研究所.