

P4. 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 池田哲哉 渡邊聡 (復建調査設計株式会社)

Keyword：歴史地震津波、津波堆積物、堆積構造、同定基準、信頼度

1. はじめに

過去の南海地震に伴い高知県沿岸に來襲した歴史地震津波について、机上調査及び地質調査を行った。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、ジオスライサーやボーリング調査による津波堆積物調査を行った。

今回、調査で得られた津波堆積物の分布性状や層相的特徴を報告するとともに、津波堆積物同定における「確実度」評価方法についての一考察を述べる。

2. 文献調査結果

文献調査は、「南路志」や「谷陵記」、「大地震大變記」、「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。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(写真-1)。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データとして高知県HPに掲載されている(図-1)。

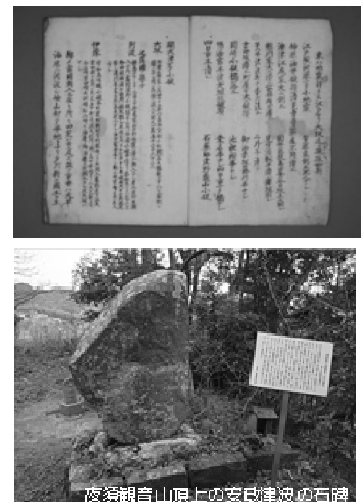


写真-1 机上調査対象の例

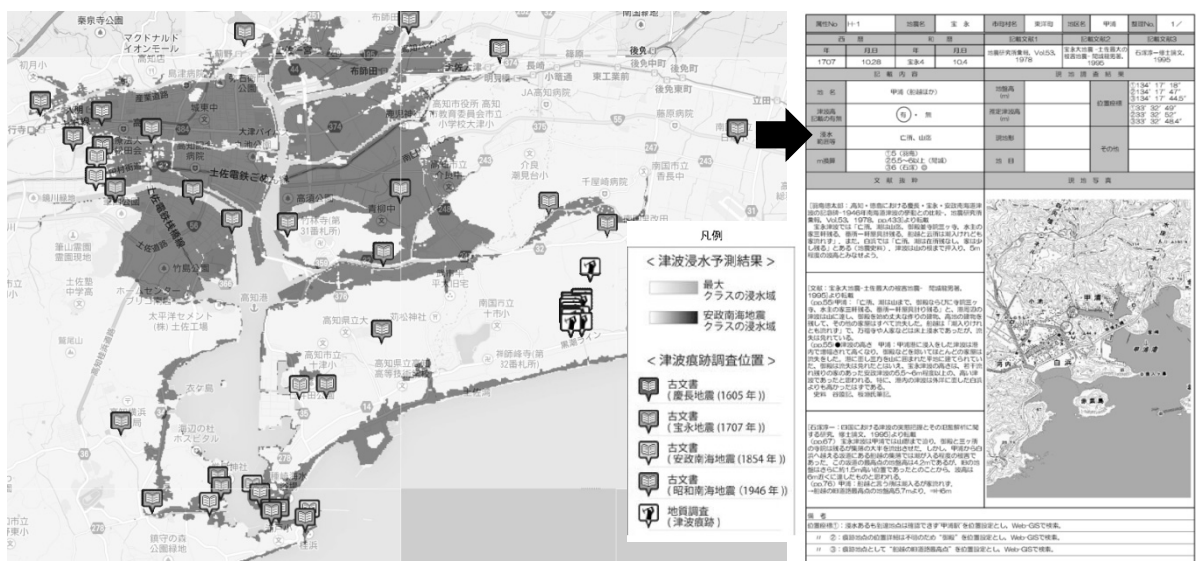


図-1 津波痕跡カルテの例 (高知県HP ; <http://kochi-nankai.net/gmap/konseki.html>)

3. 地質調査結果

(1) 津波堆積物の確認結果

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を選定した。計 158 箇所地層試料を採取し、層相観察や各種分析の結果、うち 62 箇所「津波痕跡の可能性が高い」または「津波痕跡の可能性はある」堆積物を確認した(図-2)。

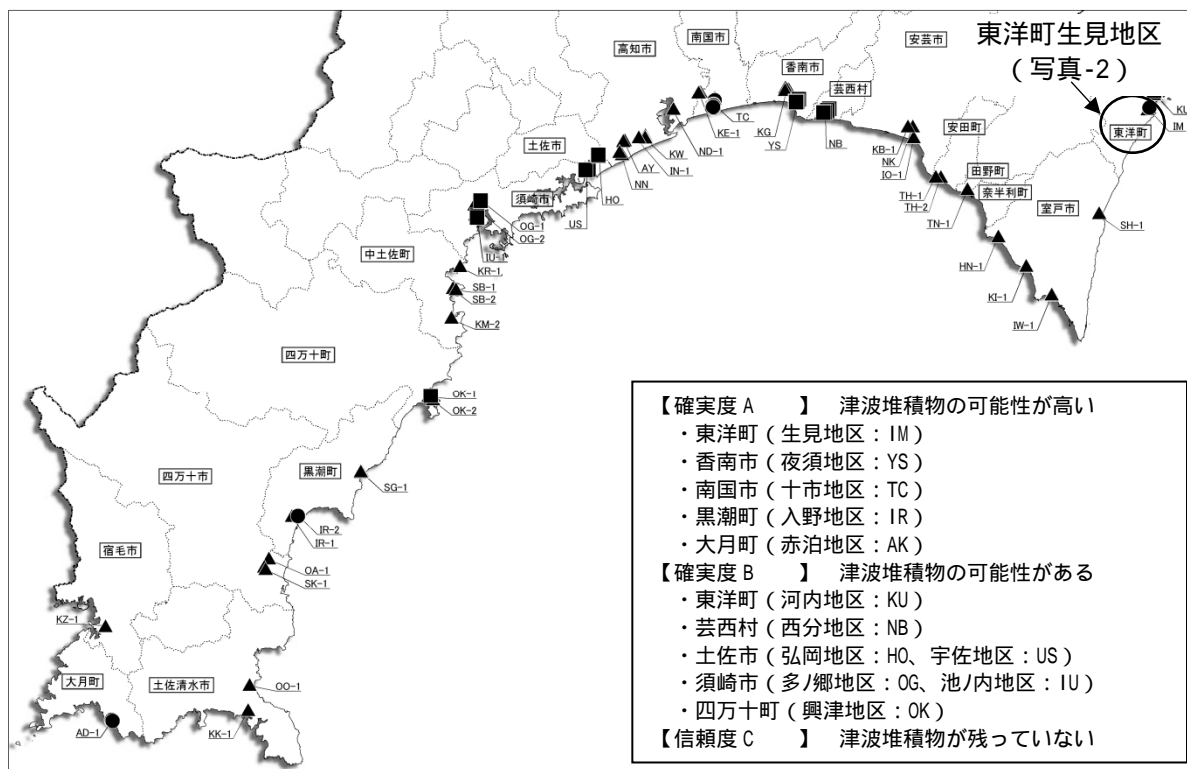


図-2 地質調査位置図と採取された津波堆積物の信頼度

以下、東洋町生見地区(IM)で確認された津波堆積物の例を報告する。本地点は、三方を山地に囲まれた谷底低地で、谷出口が海に向かって開いている。海岸までの距離は約 500m である(写真-2)。低地は飽和された湿地で、構成地質は主に腐植土と粘土からなる。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見られる砂が少なくとも 3 層確認できた。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。砂層は円磨度が高く、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大きな河川が無いことから、この砂は海から運ばれたもので、津波堆積物の可能性が高い評価した。



写真-2 試料採取位置及び試料採取状況

(2) 津波堆積物の特徴

採取した地層試料のうち、津波堆積物の特徴を示す層準の層相を写真-3に示す。GL-1.0m 付近に有機質粘土からなる在来地盤（湿地堆積物）があり、これを淘汰の良い砂層が不整合に覆う。砂層は下位の有機質粘土の上面付近を削り込んでおり、海側から内陸方向に穿入するかたちを示す。また、砂層の削り込みに伴って、在来地盤の有機質粘土層上面の一部が削り取られ、マッドクラストとなって砂層中に取り込まれている。砂層の多くは上方細粒化を示す。

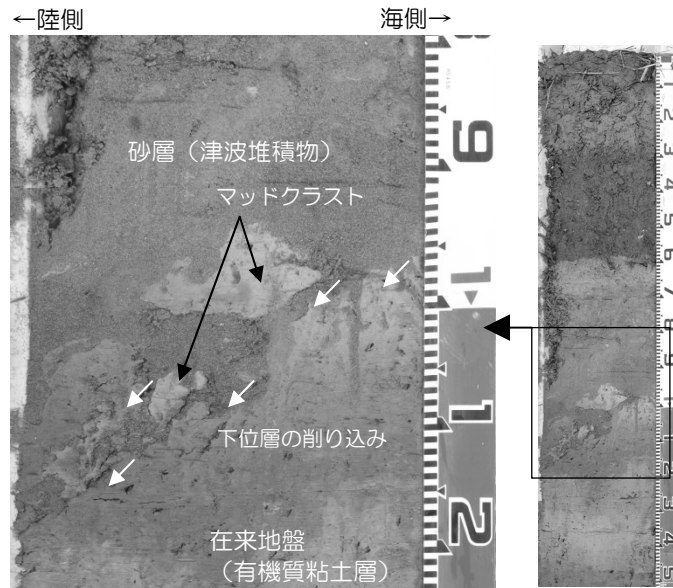


写真-3 津波堆積物の層相

採取した試料について、地層の帯磁率や地層中に保存されている珪藻遺骸、挟まれる砂層の円磨度・球形度等を分析・観察し、津波堆積物同定の評価データとした（図-3）。珪藻遺骸の分布をみると、淡水種を主とする分布を示す中に、砂層を境に汽水種が出現する傾向が認められる。台風や高潮による海水の流入がない地形条件であるとの条件を前提とすると、これら汽水種の混入は津波による浸水を強く示唆する。また、砂粒子の形状は、円磨度や球形度が周辺河川の砂よりも高く、比較的硬質な石英粒子も丸みを帯びたものが多い。一般に、海岸には円磨度・球形度が高い砂が分布することから、有機質粘土層に挟まれる砂層は海岸から運搬された津波堆積物の可能性が高いと考えられる。

IM-L2

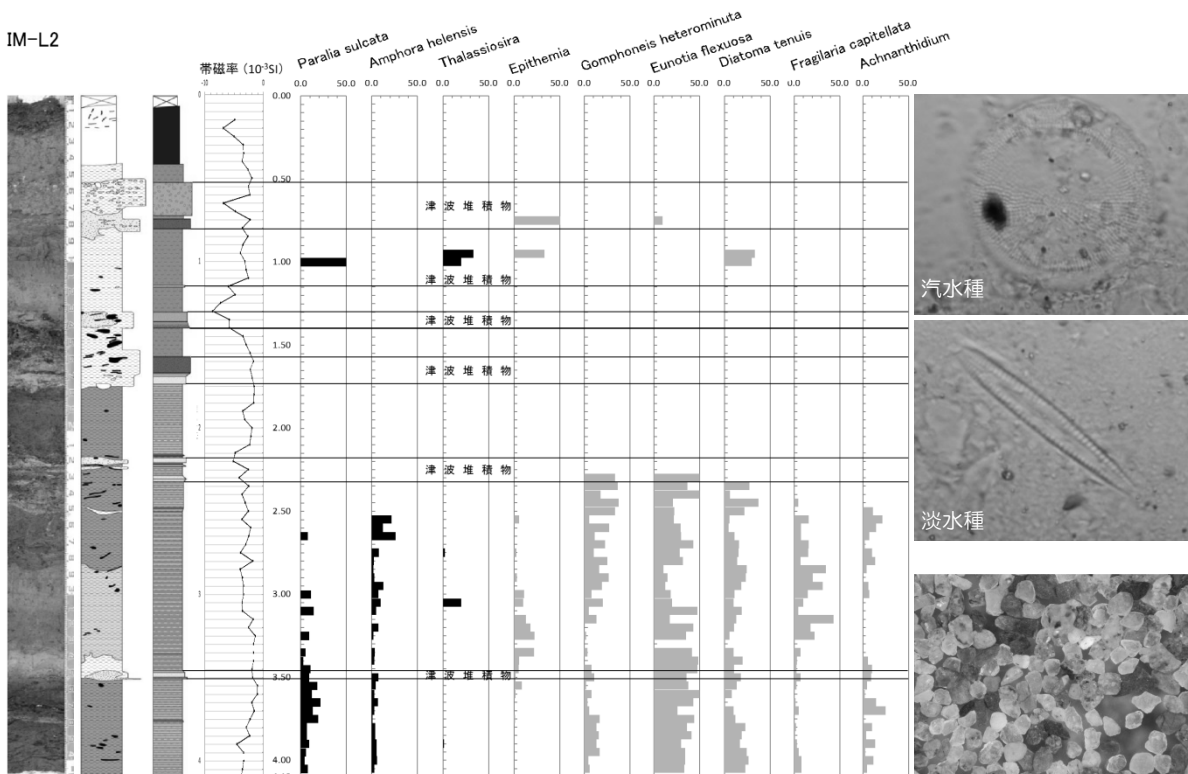


図-3 津波堆積物の層相と各種分析結果の例

(3)津波堆積物の分布性状

津波堆積物の平面的な分布をみると、海側から低地奥まで連続するほか、陸側に向かって層厚と粒径を減じる傾向がある。これらの変化は、堆積物が陸側からではなく、海側から供給されて堆積したことを示しており、東日本地震津波で遡上した堆積物に見られたものと同様の特徴である。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(図-4)。その後、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の到達限界からさらに 1km 程度内陸である。これらの分布を単純に示すと、砂層分布距離、泥層分布距離、最大浸水域の比はおおよそ 3 : 1 : 1 となる。この距離比は今回調査結果の一部でも認められ、香南市夜須地区(YS)では海岸線から約 900m 付近に細粒分の到達限界があり、歴史記録から最大浸水域はさらに約 600m 内陸に達している(図-5)。

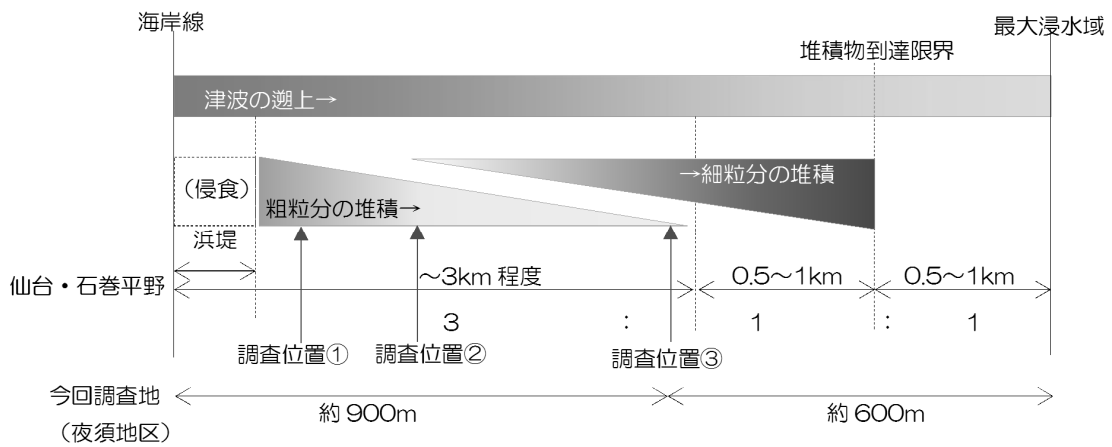


図-4 仙台・石巻平野における津波堆積物の粒径変化と距離比の模式図

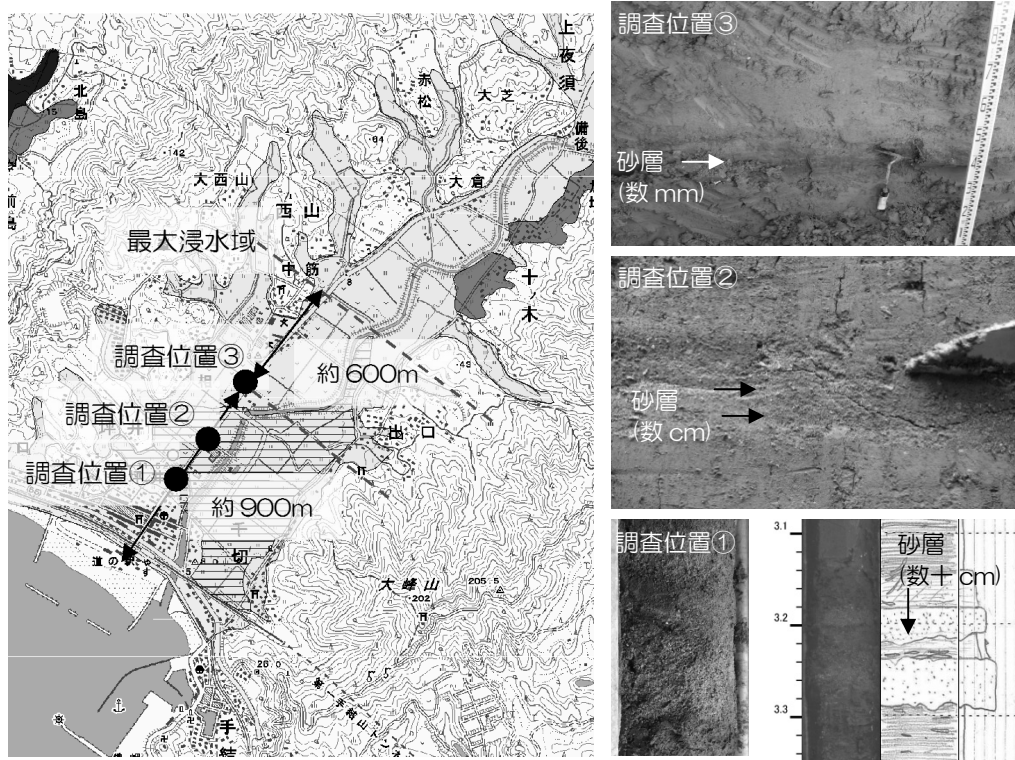


図-5 香南市夜須地区における津波堆積物の分布距離と層相変化

4. 考 察

(1)津波堆積物調査位置選定にあたっての留意点

今回、158 箇所地層試料を採取し、うち 62 箇所津波堆積物の可能性のある砂層を確認した。これら成果を踏まえ、津波堆積物調査の位置選定にあたっての留意点を整理する。

地形条件

- ・ 後背湿地や沖積低地 など、ある程度堆積場の環境にある地域を優先する。
- ・ 沖積低地で選定する場合、河川や旧流路からできるだけ離れた位置とする。
- ・ 周辺が山地に囲まれた閉塞環境にあり、大きな河川が流入していない地域を優先する。
- ・ 浜堤背後の地域を選定する場合、できるだけ浜堤の低い部分の背後とする。

地質条件

- ・ 埋土など人工改変の影響が少ない場所を優先する。
- ・ 粘土～シルトなど細粒堆積物が厚く堆積した地域を選定する。
- ・ 有機質土が分布する地域は比較的安定した堆積環境にあると考え、これを優先する。
- ・ 火山灰層(K-Ah 火山灰など)の分布に留意し、地層の堆積速度等を勘案しつつ選定する。

文献記録等の条件(人為的条件等)

- ・ 津波浸水の記録がある地域を優先する。
- ・ 当時の地形が海岸線付近にある記録は優先度をやや下げる。

(2)津波堆積物の同定基準と信頼度について

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ら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。今回調査結果をもとに、津波堆積物同定に有効と考えられる主な観察事項を ～ に挙げ、それらの組み合わせによる同定(評価)の信頼度区を検討した。

堆積物の層相：有機質粘土など細粒分の中に粗粒なものが挟在する。

堆積物の下位層との境界面：上記の粗粒層の下面境界は明瞭(浸食的)か否か。

級化構造：上方細粒化、上方粗粒化、平行、マッドドレープ

堆積構造：ラミナ(平行/斜交)、火災構造(荷重跡)、引きはがし

海棲生物の存在：珪藻、有孔虫、二枚貝、貝虫など

砂粒子の円磨度、球形度

過去の津波被害記録の有無

津波堆積物であることの信頼度は、上記 ～ の根拠が多いほど高くなるものの、各項目によってそれぞれ重み付けが異なる。ここで、信頼度をランク分けの(案)を図-6に示す。

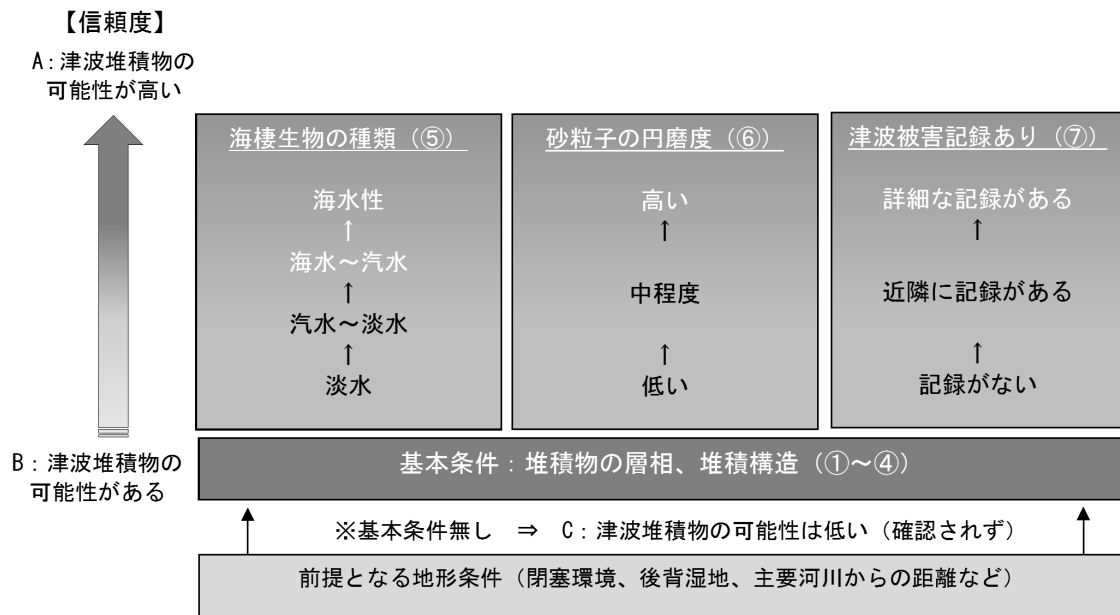


図-6 津波堆積物の「信頼度」区分の案

信頼度 A: 「津波堆積物の可能性が高い」

地形条件、基本条件 ~ を満たし、かつ、~ いずれかの条件が高位にあるもの。

信頼度 B: 「津波堆積物の可能性がある」

地形条件、基本条件 ~ を満たすもの。

信頼度 C: 「津波堆積物が確認されない」

地形条件を満たすものの、基本条件を満たしていないもの。

5.まとめ

本稿では、高知県沿岸で実施した津波痕跡調査結果をもとに、同定された津波堆積物の層相的特徴や分布性状を報告した。また、今回の成果から得た知見やこれまでの調査研究例を参考に、地層中の津波堆積物を認定する際に有効となる観察項目を列挙するとともに、津波堆積物同定の「確実度」について検討した。これからの防災対策では、津波堆積物の調査や研究がより重要なものとなり、その成果には統一的な質が要求されると思われる。今後は、今回の調査データの更なる考察を進め、津波堆積物研究の基礎資料を提供していきたい。

本稿は、高知県が平成 23 年度及び平成 24 年度に実施した「高地震第 3 号 津波痕跡調査等委託業務」で取得したデータを使用した。

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): 東日本地震津波の緊急調査, AFERC NEWS, April, No.22, (独)産業技術総合研究所活断層地震研究所 .