

2. 調査方法

「津波の痕跡」とは、古文書等の文献史料に記録として残されている「痕跡」と、津波によって陸上に運ばれた海の砂などが地層中に残された「痕跡」がある。本業務では、この2つの痕跡について机上調査と地質調査を行った。各調査が対象とする時間スケールのイメージを図-2.1に示す。

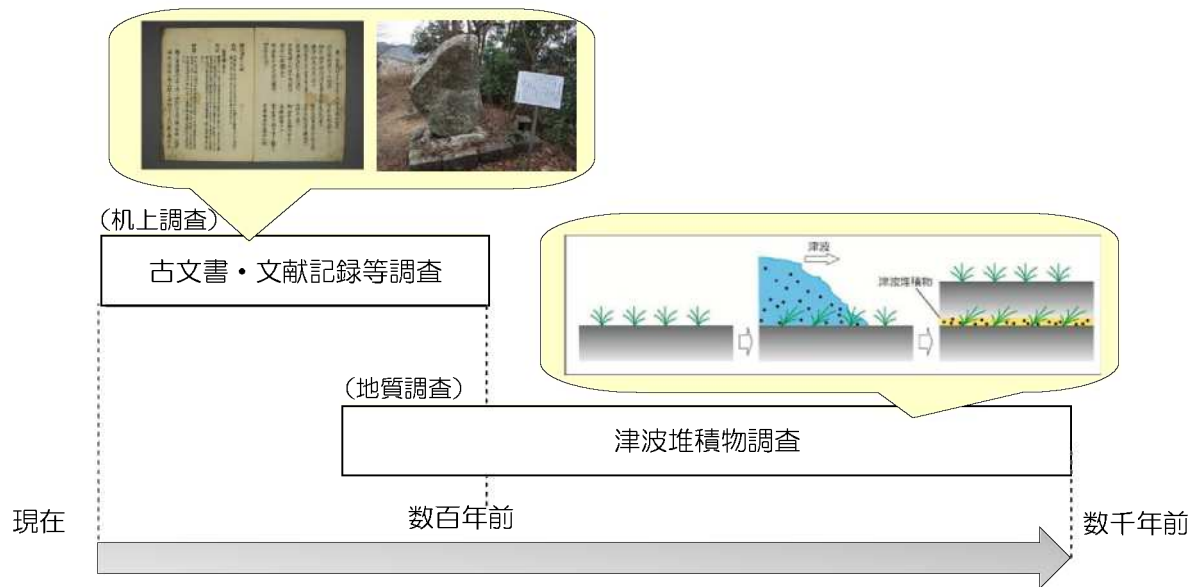





図-2.1 机上調査と地質調査が対象とする時間スケールのイメージ

2.1 既往文献、古文書及び史跡等の史・資料調査

愛媛県沿岸に来襲した過去の津波について、古文書等から整理されている被害記録・文献等を収集し、記載内容等を確認した。これらの調査結果は、各記録をカルテ様式でまとめた(表-2.1)。

表-2.1 カルテ様式での整理例(記載内容の整理)

属性No	H-1	地番名	宝永	市町村名	宇和島市	整理No.	1/2
西暦		和暦		記載文献1	記載文献2	記載文献3	
年	月日	年	月日	地蔵, 第2編, Vol.41, 1988	平岩陽子修士論文, 1994	石塚淳一修士論文, 1995	
1707	10.28	宝永4	10.4				
記載内容				現地調査結果			
加名	①住吉町 ②新町 ③天龍公園			位置座標	①132° 33' 11.13" 2132° 34' 00.91" ③132° 33' 42.02"		
津波高 記載の有無	有・無				①93° 13' 47.73" 293° 13' 02.89" ③93° 12' 55.97"		
津波高 (尺寸)				地盤高 lm	①2.40 29.30 ③2.20		
m換算	①6(38尺, 平均) ②3~4(石塚) ③6.1(村上)			その他			
文献抜粋				現地写真			
<p>[源徳太郎：瀬戸内海・豊後水道沿岸における宝永(1707)・安政(1854)・昭和(1946)南西津波の学術的調査, 地蔵, 第2編, Vol.41, 1988, pp.219-pp.220より転載 宇和島：豊後側では記録が少なくはつきりしないが、宇和島では床上4~5尺上がったところがあり、津波の高さは5mくらいあったであろう、Fig.6およびFig.8記載の宇和島の津波高5m、→より15m</p>							
<p>[平岩陽子：歴史資料に基づく四国沿岸における津波浸水高の評価に関する研究, 修士論文, 1994, 付表より転載 宇和島：+5m(但し、津波高に関する記述はなし) (参考資料として、1993年に徳島大学(村上研究室)で取りまとめられている歴史資料から抜粋した宇和島での宝永津波の津波高および津波高に関する記事より研究調査された津波高の報告資料を、以下に示す。 ・松島屋敷, 汐入る ・舟形辺・新町・元結木・持筒町・佐伯町御影敷汐床之上へ四五尺 ・舟形辺大沙, 数馬屋敷前迄涌へ上る ・堀之内御材木藏前迄上る ・平地より1丈くらい(T.P.2.1m) (宇和島市内B.M.2.1m, 3.8m) (地盤高2m以上) →以上より+5m)</p>							
<p>[石塚淳一：四国における津波の形態把握とその被害解析に関する研究, 修士論文, 1995, pp.73より転載 宇和島：浜部屋敷汐入, 舟形辺・新町・元結木・持筒町・佐伯町御影敷汐床の上へ3尺以上, 舟形辺大波。 →上記地点の地盤高概ね約2mより, →+3~4m</p>							
備考				 <p>属性番号 H-1 位置 宇和島市御影町3丁目4-3 写真番号 1 記事</p>			
<p>位置座標①：浸水あるも到達地点は確認できず「須賀川河口部」を位置設定とし、Web-GISで検索。 // ②：痕跡地点として「数馬屋敷」を位置設定とし、Web-GISで検索。 // ③：罹災地点の測量結果であるため「天龍園(浜部敷に所在)」を位置設定とし、Web-GISで検索。</p>				 <p>属性番号 H-1 位置 宇和島市御影町 写真番号 2 記事</p>			
				 <p>属性番号 H-1 位置 宇和島市天龍公園1-3 写真番号 3 記事</p>			

また、現地で計測した位置情報(座標)は、「史跡等位置図」としてGISで整理した(図-2.2)。

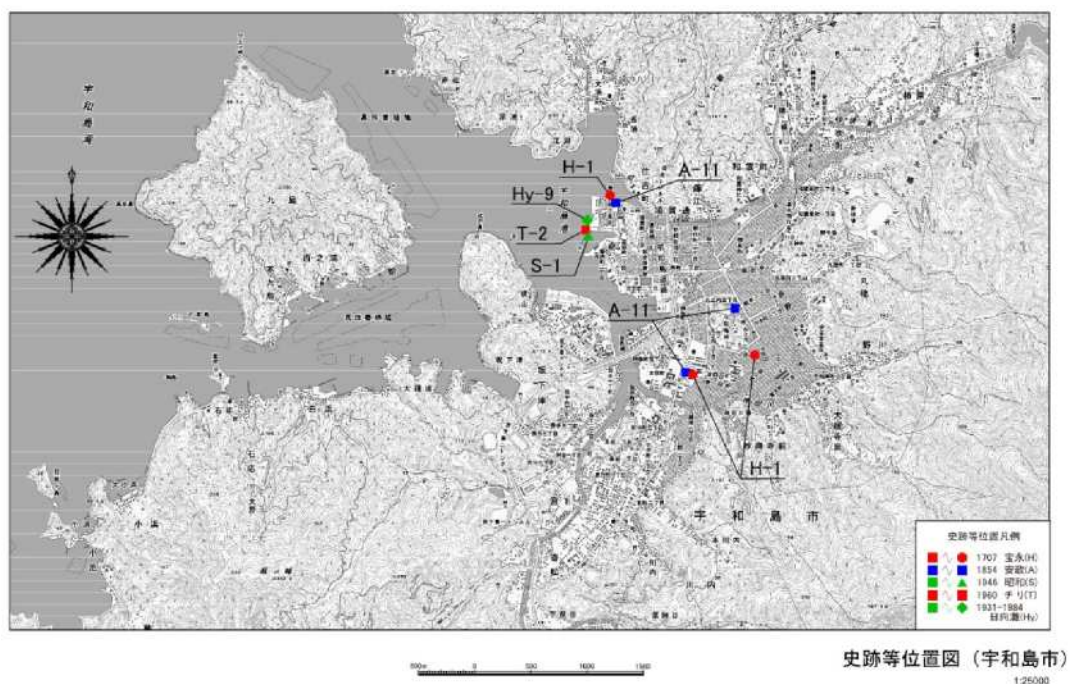


図-2.2 史跡等位置図 (GIS表示) の例

これら位置情報について、具体的な地名記載がないものについては、おおよその位置を代表地点として計測した(図-2.3)。

【記載例】

- ・ 升形辺、新町、元結木、持筒町、佐伯町辺夥敷汐床之上へ四五尺。
- ・ 榎崎辺大汐、数馬屋敷前迄道へ上る。
- ・ 堀之内御材木蔵前迄上る。



図-2.3 代表地点の位置計測の例

2.2 津波堆積物調査

2.2.1 津波堆積物とは

津波堆積物とは、過去の津波によって運ばれた海砂や漂着物等で、現在も地層中に保存されている堆積物である（図-2.4）。これらの分布や地層の特徴を調査することで、過去、ある地域に津波が来襲したかどうか、あるいはその発生時期を推定することができる。

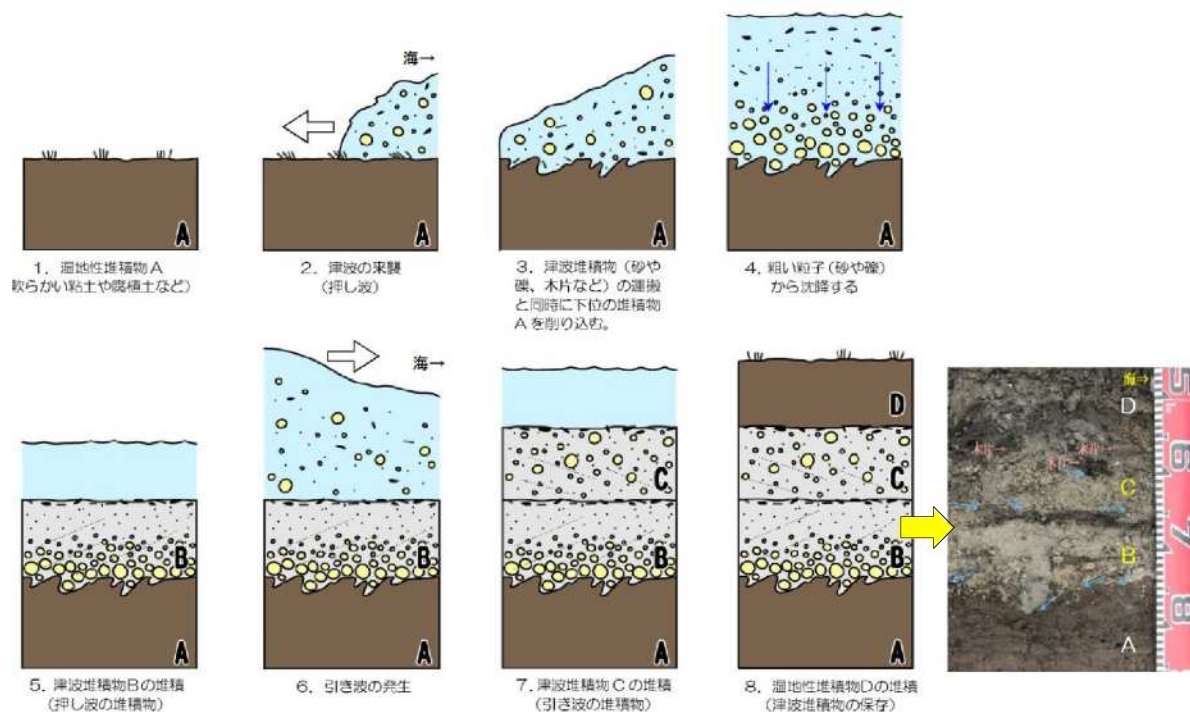


図-2.4 「津波堆積物」の運搬から堆積、保存までのイメージ

2.2.2 津波堆積物調査の流れ

津波堆積物調査の流れを図-2.5に示す。



図-2.5 津波堆積物調査の主な流れ

2.2.3 地層試料の採取方法

地層試料の採取は、ボーリング調査、ハンディジオスライサー調査、ジオスライサー調査により行った（写真-2.1）。

【地層試料採取状況の例】

【採取試料の例】

ボーリング調査



ハンディジオスライサー調査



ジオスライサー調査



写真-2.1 地層試料採取の方法

2.2.4 津波堆積物の評価

採取した地層試料について、層相観察、写真撮影、スケッチ等を行い（図-2.6）、津波堆積物であるか否かの評価を行った。また、津波堆積物の可能性のある地質試料については、砂粒子の円摩度や球形度の観察、珩藻化石の検鏡等を補完的に実施した（図-2.7）。

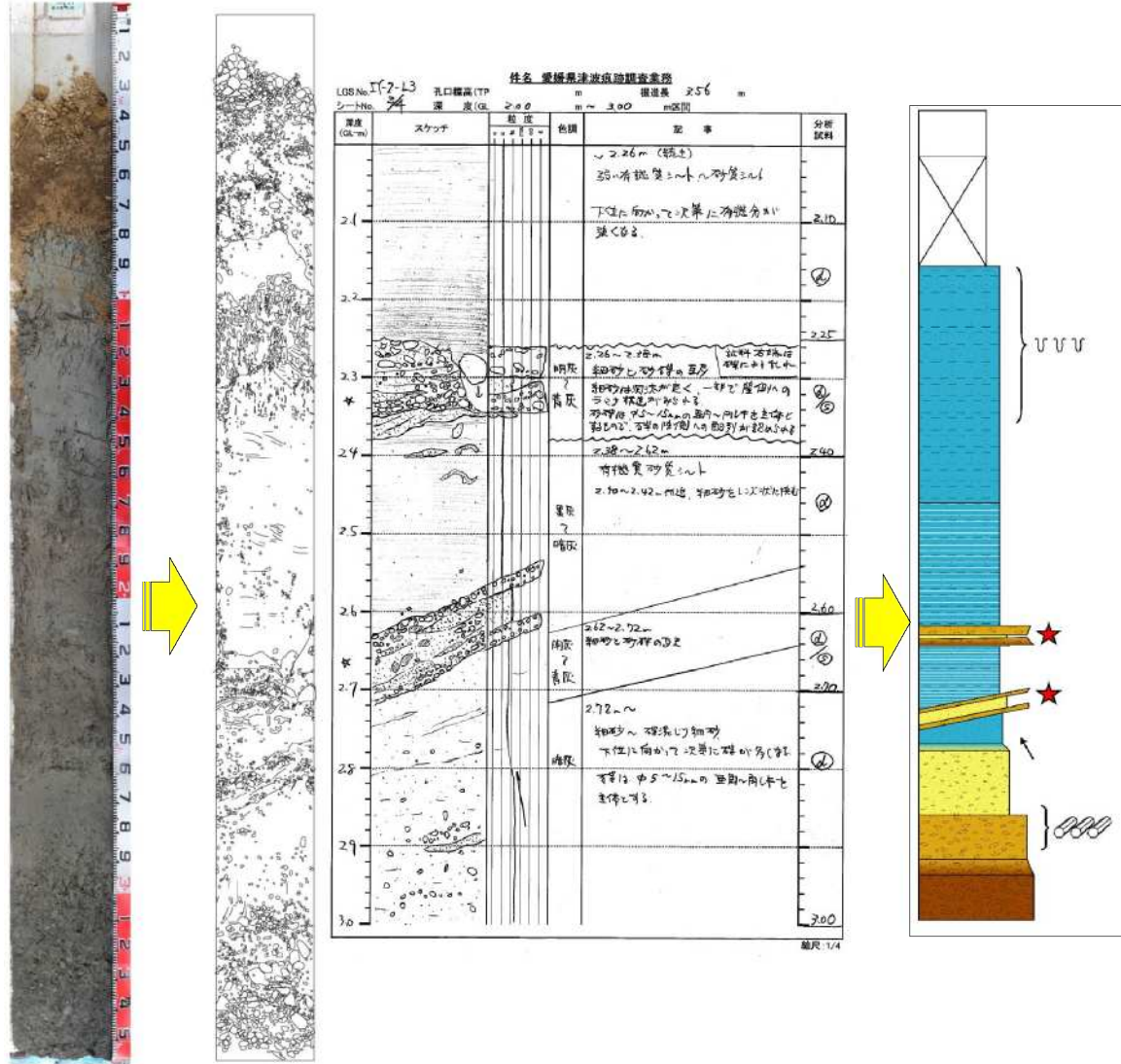


図-2.6 採取試料の写真、スケッチ及び柱状図の例

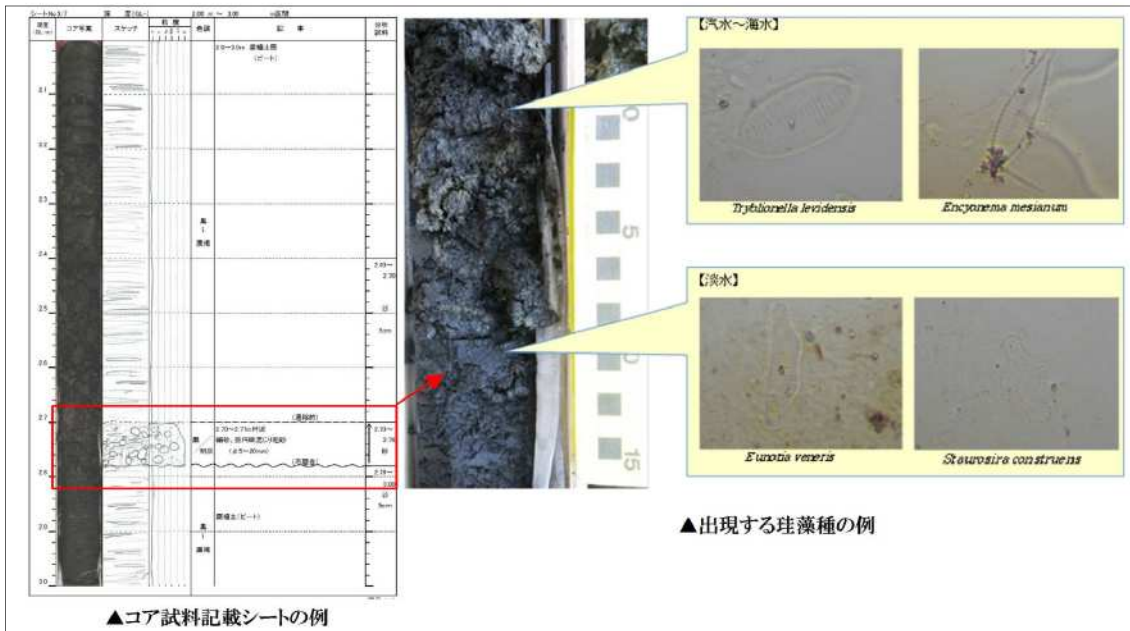
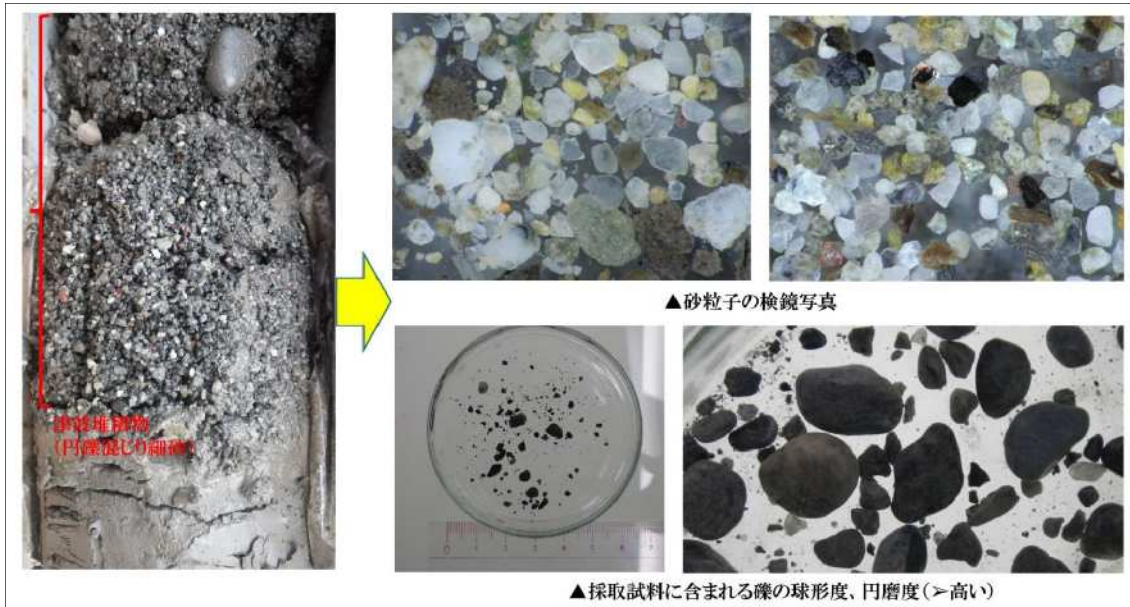
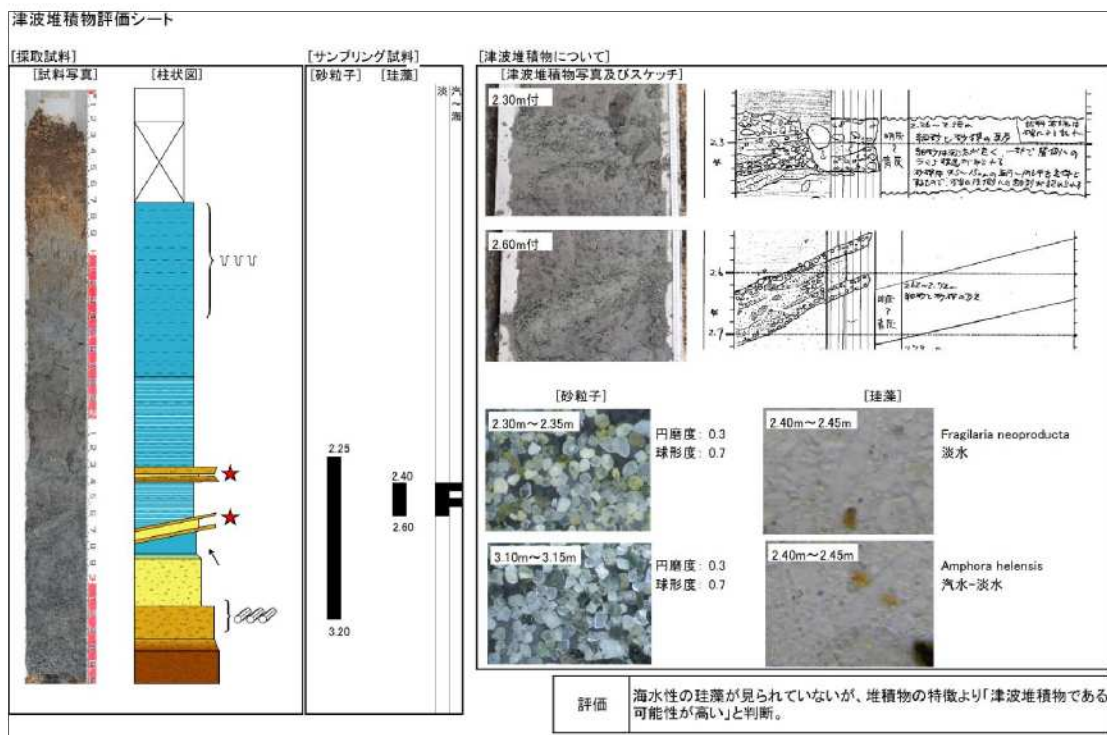
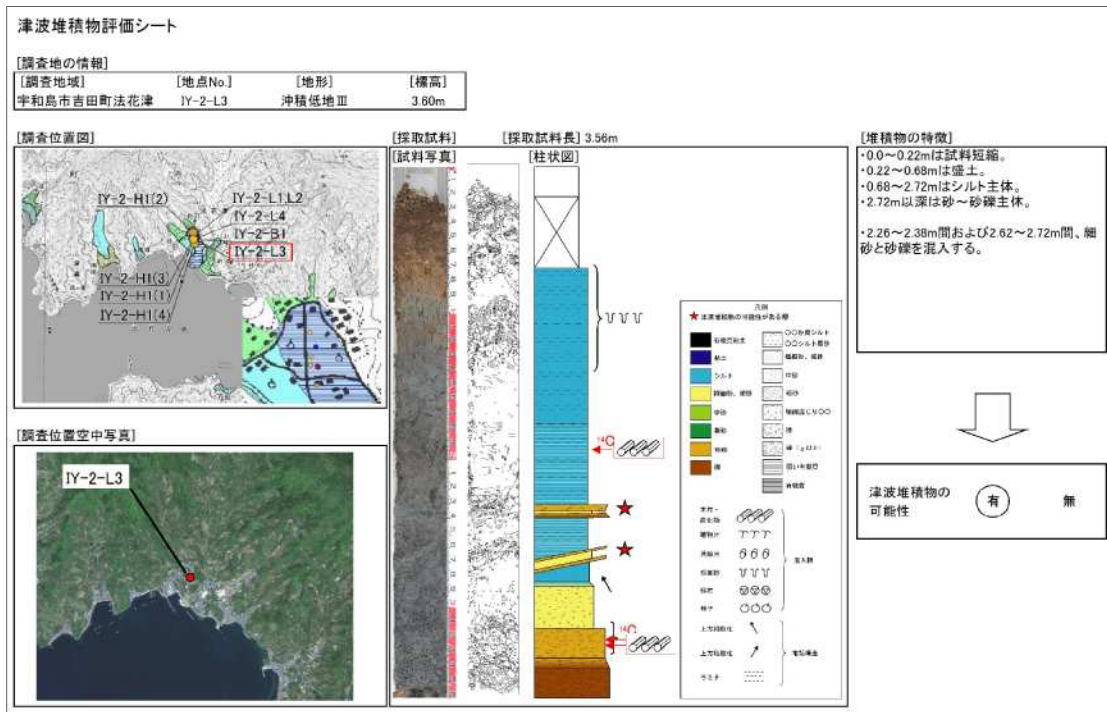


図-2.7 砂粒子（上）及び珪藻化石（下）の検鏡例

これら調査・観察結果は「津波堆積物評価シート」(表-2.2)として整理し、津波堆積物か否かを評価する際の判断資料とした。

表-2.2 「津波堆積物評価シート」の記載例
(津波堆積物の可能性のある試料は2シート作成)



2.2.5 ¹⁴C年代測定

津波堆積物の可能性のある砂層等を含む周辺の地層から、年代測定用試料（¹⁴C年代、火山灰など）を採取した。採取した年代測定用試料は、地点番号や採取深度等を明記したサンプル袋に入れ保存した。これら試料について、津波堆積物及びその周辺の地層に含まれる主に炭化物を用いて¹⁴C年代測定を行った。測定方法はAMS法で、下記の機関に依頼した。

株式会社 加速器分析研究所

〒214-0013 神奈川県川崎市多摩区登戸新町 129-1

TEL: 044-934-0020 (代) FAX: 044-931-5812

【¹⁴C年代測定法の概要】

- $\delta^{13}\text{C}$ は、試料炭素の ^{13}C 濃度 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) を測定し、基準試料からのずれを千分偏差 (‰) で表す。
- ¹⁴C年代 (Libby Age : yrBP) は、過去の大気中 ¹⁴C濃度が一定であったと仮定して測定され、1950年を基準年 (0yrBP) として遡る年代である。年代値の算出には、Libbyの半減期 (5568年) を使用する (Stuiver and Polach 1977)。¹⁴C年代は $\delta^{13}\text{C}$ によって同位体効果を補正する必要がある。¹⁴C年代と誤差は、下1桁を丸めて10年単位で表示される。また、¹⁴C年代の誤差 ($\pm 1\sigma$) は、試料の¹⁴C年代がその誤差範囲に入る確率が68.2%であることを意味する。
- pMC (percent Modern Carbon) は、標準現代炭素に対する試料炭素の¹⁴C濃度の割合である。pMCが小さい (¹⁴Cが少ない) ほど古い年代を示し、pMCが100以上 (¹⁴Cの量が標準現代炭素と同等以上) の場合 Modern とする。この値も $\delta^{13}\text{C}$ によって補正する必要がある。
- 暦年較正年代とは、年代が既知の試料の¹⁴C濃度を元に描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の¹⁴C濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暦年較正年代は、¹⁴C年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1標準偏差 ($1\sigma = 68.2\%$) あるいは2標準偏差 ($2\sigma = 95.4\%$) で表示される。グラフの縦軸が¹⁴C年代、横軸が暦年較正年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行い、下1桁を丸めない¹⁴C年代値である。なお、較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される。また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある。ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal09データベース (Reimer et al. 2009) を用い、OxCalv4.1較正プログラム (Bronk Ramsey 2009) を使用した。暦年較正年代については、特定のデータベース、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として表2に示した。暦年較正年代は、¹⁴C年代に基づいて較正 (calibrate) された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」(または「cal BP」) という単位で表される。