

2.2 津波堆積物調査

資料 2-2

パシフィックコンサルタンツ株式会社

2.2.1 調査概要

古文書や供養塔などから津波による被害状況（元禄地震）は、九十九里沿岸や南房総で被害があったこと、特に白子町・長生村・九十九里町などで被害が多かったことが指摘されている（防災誌 元禄地震（2008）千葉県）。特に被害が多かった九十九里浜平野における過去の津波浸水域を想定するために、ボーリング調査（28 箇所）に加え、年代測定や微化石分析を実施することで津波堆積物の有無や分布範囲を調査した。

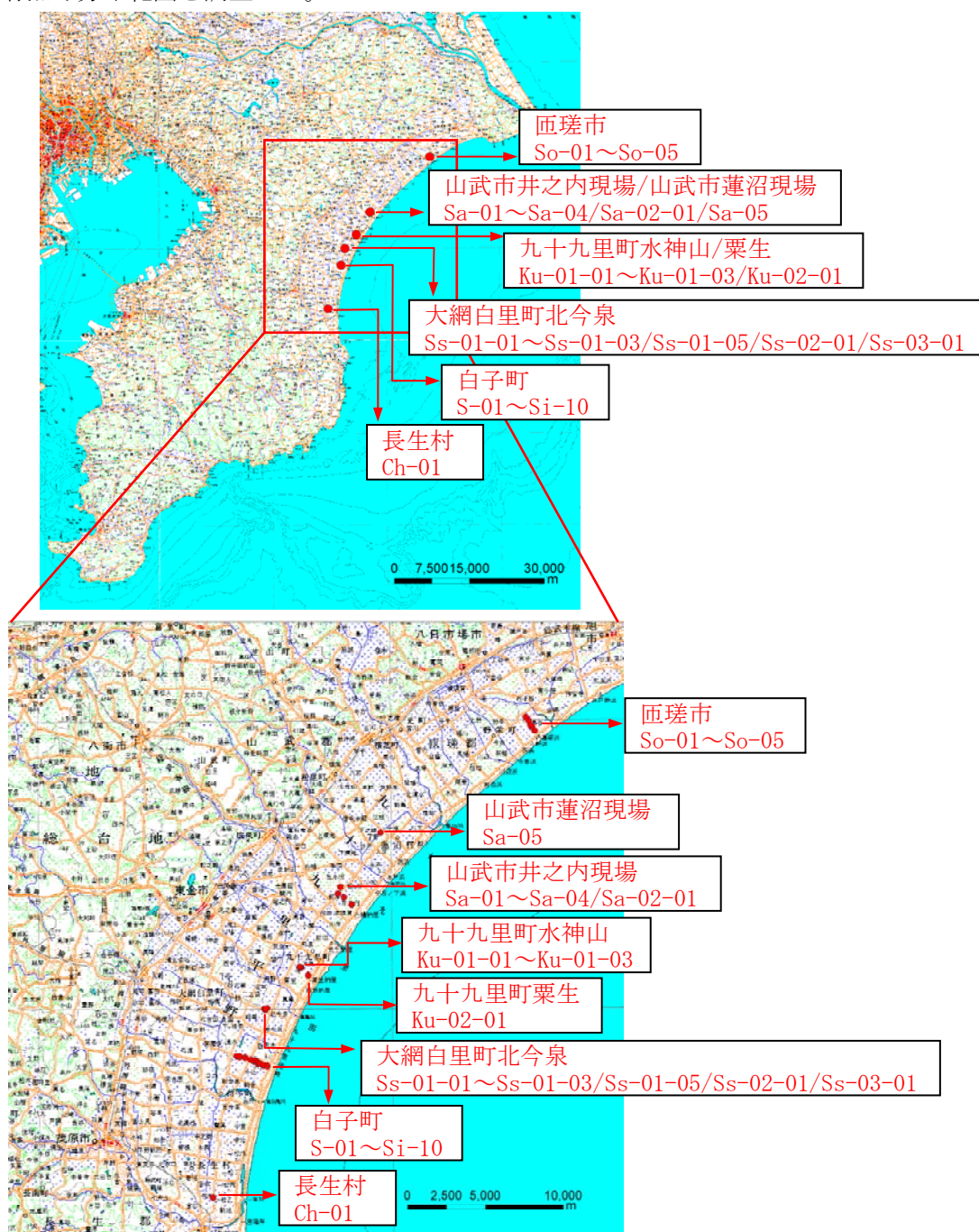


図 2.2-1 調査位置図（国土地理院発行の 20 万分の 1 地勢図「千葉、大多喜、横須賀、東京」を使用）

2.2.2 地形概要

- ・ 九十九里浜平野は、長さ約 60km、幅約 10km の浜堤列平野である。森脇（1979）によると、九十九里浜平野は約 6000 年前の縄文海進の最高海水準期以後に、海岸が海側に前進して形成されたとされる。従って、平野表層部には海浜の堆積物が分布している。
- ・ 砂堤群（浜堤列群）は、古い方（内陸）から第Ⅰ、第Ⅱ、第Ⅲに分類され（森脇、1979；貝塚ほか、1979）、第Ⅰと第Ⅱの境（海岸より約 5～6km）は約 4000 年前、第Ⅱと第Ⅲの境（海岸より約 3km）は約 2000 年前である（増田ほか、2001）。
- ・ 白子町の真亀川流域における相対的海水準変動が検討され、1 回に 40～120cm の急激な隆起が約 6000 年間で 4 回以上あったこと、その内 1 回は 300 年以内に発生しているが元禄地震や大正地震との関連は不明とされる（増田ほか、2001）。

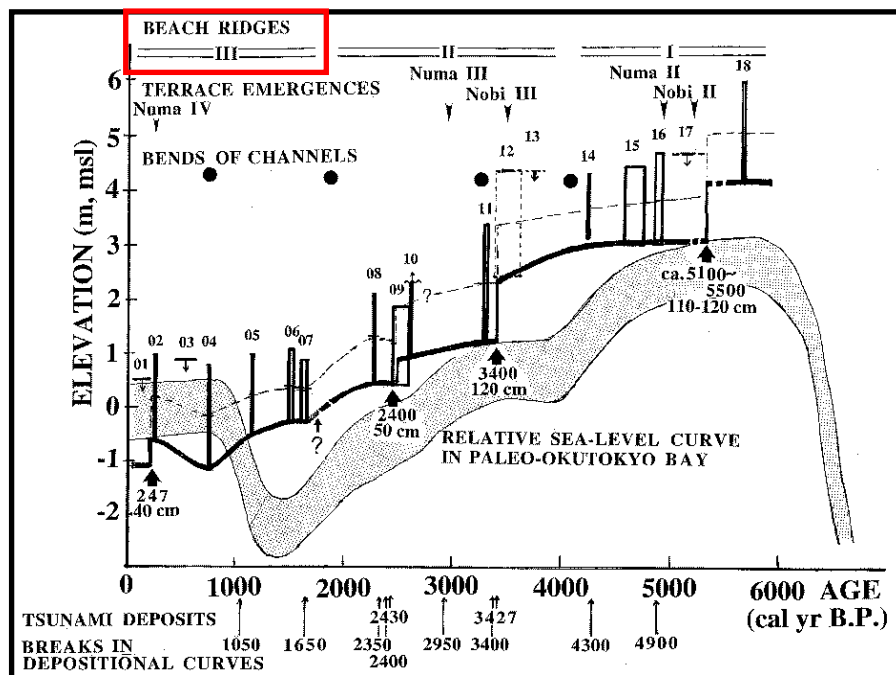


図 2.2-2 増田ほか（2001）地学雑誌より

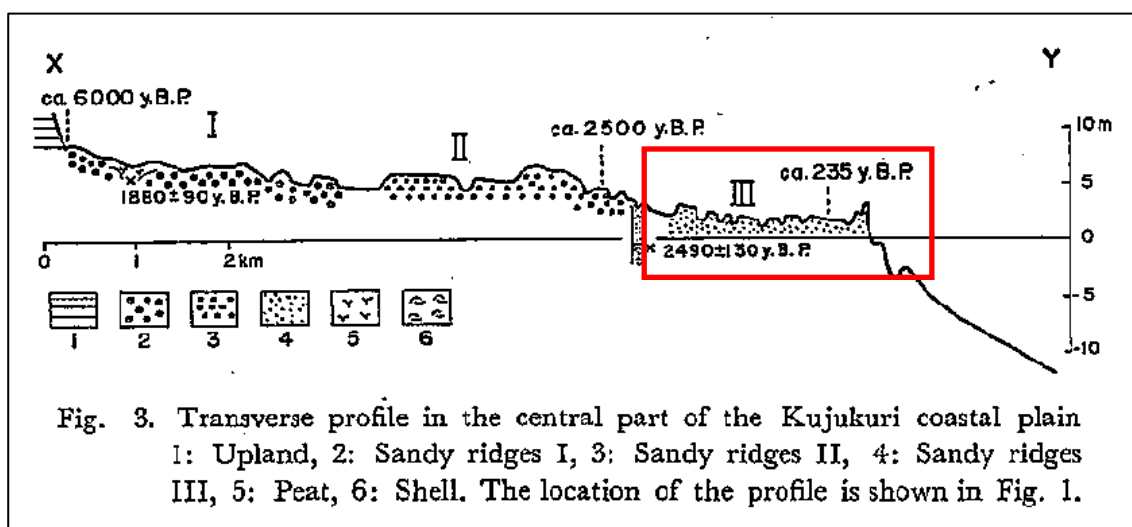


Fig. 3. Transverse profile in the central part of the Kujukuri coastal plain
1: Upland, 2: Sandy ridges I, 3: Sandy ridges II, 4: Sandy ridges III, 5: Peat, 6: Shell. The location of the profile is shown in Fig. 1.

図 2.2-3 森脇（1979）第四紀研究より

2.2.3 ボーリング調査結果

- 調査は計 28 箇所で行った。28 箇所の内 23 箇所（下表の黄色）では耕作土以外に砂層（後浜、前浜、外浜堆積物）のみ、1 箇所では盛土と砂層が確認され、2 箇所（4 孔）（番号 8 と 9、番号 14 と 15 はほぼ同一地点）では堤間湿地堆積物（粘性土）中に砂層が確認された。
- 主な地層構成は以下である。
 - 表層：耕作土もしくは盛土。
 - 上位：後浜堆積物もしくは砂丘もしくは後背湿地・潟。後浜は不規則な連続性の悪い平行葉理、砂丘は前浜堆積物より分級が良く、塊状または不規則な葉理を示す。湿地は植物痕をもった泥層や亜炭層が存在。
 - 中位：前浜堆積物（潮間帯）。白斑状の生痕化石が見られる場合があるが、甲殻類等脚目のヒメスナホリムシが砂に潜ってこれを攪拌し鉱物を分離した跡である（菊地、1972）。また、本層の上方には植物痕が見られ、砂浜でも海水が当たらない場所では植物が生息した跡が確認できる。
 - 下位：外浜堆積物。中位層より粒子がやや粗い。貝片を多く含む。

表 2.2-1 調査箇所一覧

番号	市町村	地点名	明治期の 土地利用	現在の 土地利用	孔内水位 (GL-)	水平 (m)	標高 (m)	C14年代分析	珪藻分析
1	匠礎市	Sa-01 (砂層のみ)	水田、畑	水田	0.35m	670	1.4		
2		Sa-02 (砂層のみ)	畑	水田	0.29m	968	1.4		
3		Sa-03 (砂層のみ)	水田	水田	0.55m	1150	1.7		
4		Sa-04 (砂層のみ)	水田	水田	0.68m	1430	1.9		
5		Sa-05 (粘性土砂層なし)	水田	水田	0.65m	1720	2.1		
6	山武市 蓮沼現場	Sa-05 (砂層のみ)	池、沼、湿地	水田	0.70m	2580	1.5		
7	山武市 井之内現場	Sa-01 (砂層のみ)	水田	水田	0.60m	1100	1.4		
8		Sa-02-01 (Sa-02とは2m離隔)	水田	水田	0.78m	1780	1.2	C14(1.2m)	珪藻(1.1-1.2m) 珪藻(1.35-1.45m)
9		Sa-02 (Sa-02-01とは2m離隔)	水田	水田	0.78m	1780	1.2	C14(1.9m) C14(0.5-0.6mm) C14(1.3-1.4mm)	珪藻(0.42-0.7m) 珪藻(0.8-0.9m) 珪藻(1.22-1.33m)
10		Sa-03 (砂層のみ)	池、沼、湿地	水田	0.76m	2430	1.6		
11		Sa-04 (砂層のみ)	池、沼、湿地	水田	0.78m	2250	1.5	C14(2.9m)	
12	九十九里町 水神山	Ku-01-01 (砂層のみ)	池、沼、湿地	水田	1.00m	1470	1.3		
13	九十九里町 栗生	Ku-02-01 (砂層のみ)	最近まで沼 サッカー場とし て造成	グラウンド	0.85m	824	1.8		
									砂層のみ
									粘性土に 砂層挟在
									盛土主体

番号	市町村	地点名	明治期の 土地利用	現在の 土地利用	孔内水位 (GL-)	水平 (m)	標高 (m)	C14年代分析	珪藻分析
14	大網白里町 北今泉	Ss-01-01 (Ss-01-03とは1m離隔)	湿地	広場 予定地	1.05m	2210	3.1		珪藻(0.7-0.8m) 珪藻(1.25-1.3m) 珪藻(1.35-1.4m) 珪藻(1.75-1.85m) 珪藻(2.6-2.7m)
15		Ss-01-03 (Ss-01-01とは1m離隔)			1.00m	2210	3.1	C14(1.5-1.6m) C14(1.90-1.93m)	
16		Ss-01-02 (粘性土砂層なし)			1.55m	2210	3.1		
17		Ss-01-05			-	2210	3.1		珪藻(1.35-1.45m) 珪藻(1.5-1.6m) 珪藻(1.22-1.33m)
18	白子町	Si-01 (砂層のみ)	畑	水田	0.42m	670	1.3		
19		Si-02 (砂層のみ)	畑	水田	0.60m	920	1.3		
20		Si-03 (砂層のみ)	牧草地	水田	0.67m	1160	1.1		
21		Si-04 (砂層のみ)	水田	水田	0.70m	1296	1.3	C14(2.3m)	
22		Si-05 (砂層のみ)	水田	水田	0.80m	1410	1.1		
23		Si-06 (砂層のみ)	水田	水田	0.91m	1602	1.1		
24		Si-07 (砂層のみ)	水田	水田	0.96m	1798	1.3		
25		Si-08 (砂層のみ)	畑	水田	0.53m	2190	1.4		
26		Si-09 (砂層のみ)	水田	水田	0.65m	2540	1.3		
27		Si-10 (砂層のみ)	水田	水田	0.70m	2730	1.9		
28	長生村	Ch-01 (砂層のみ)	池、沼、湿地	畑	1.07m	2140	2.5		

孔内水位は現場計測。
水平および標高(m)は国土地理院1/25,000数値地図より把握した

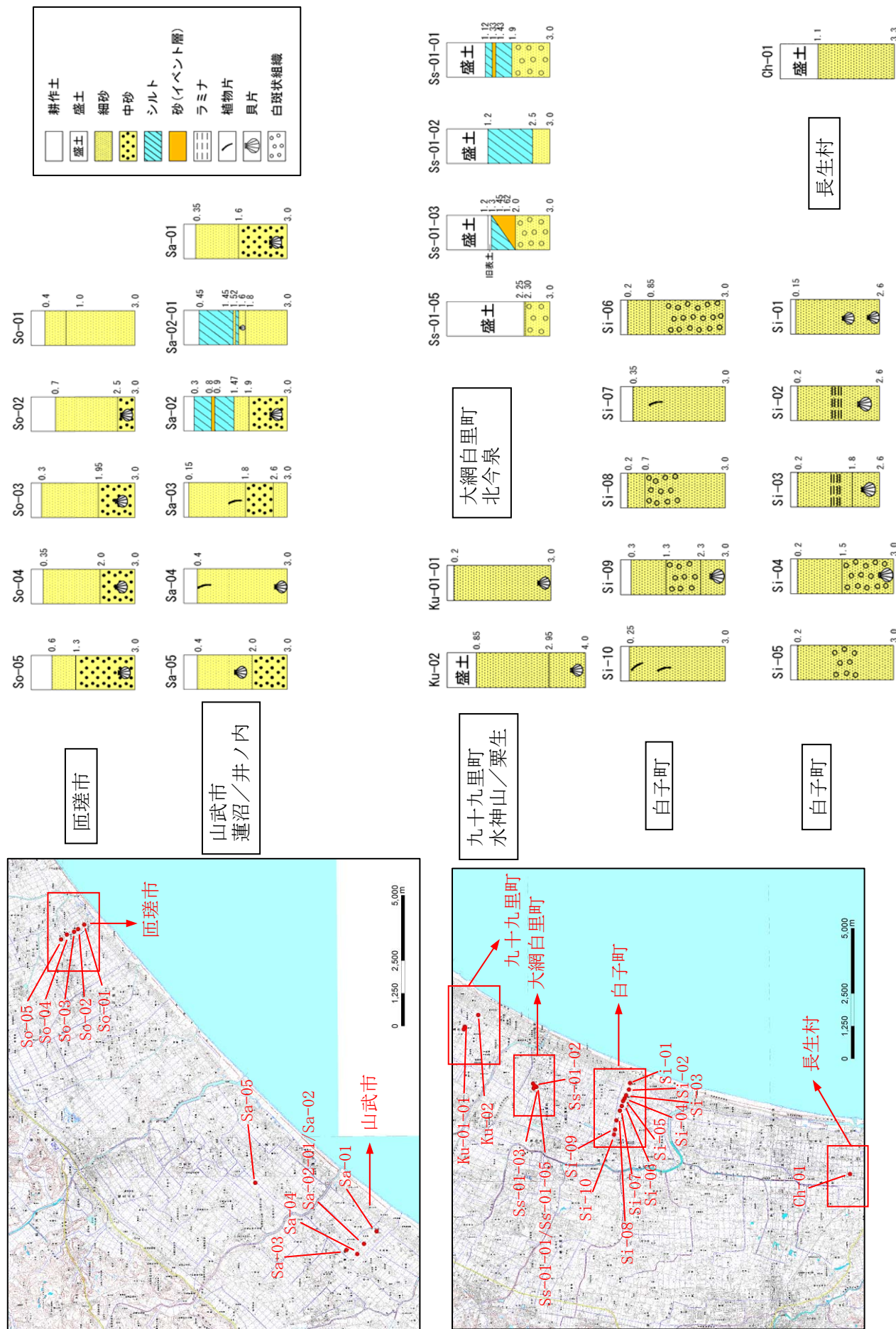


図 2.2-4 調査箇所の柱状図 (国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図「上総一宮・東浪見・茂原・四木・東金・上総片貝・成東・木戸・多古・八日市場・旭」を使用)

表 2.2-2 ボーリング、室内分析結果のまとめ

番号	市町村	地点名	海岸からの 水平距離 (m)	標高 (m)	深度 (m)	分析対象	C14年代分析	珪藻分析	備考
1		Sa-02-01 (Sa-02とは2m離隔)	1780	1.2	1.2	種子	14C年代:980±30年前 暦年代:940~900、870~820、820~800年前 (2σ)	珪藻(1.1-1.2m) 珪藻(1.35-1.45m) ＜Sa-02地点と類似するが、1.35-1.45mは海水生種あり＞ ・シルト(1.1-1.2m):淡水～汽水生種【沿岸部の後背湿地】 ・シルト(1.35-1.45m):海水生種および海水～汽水生種【沿岸部の後背湿地であるが、上層より海水の影響を受けている】	
2					0.5-0.6	腐食土	14C年代:440±30年前 暦年代:520~480年前(2σ)		有機質シルト(湿地性堆積物)に10cm厚さ(0.8-0.9m)の草根混じり砂を挟む。
3	山武市	Sa-02 (Sa-02-01とは2m離隔)	1780	1.2	1.3-1.4	種子	14C年代:980±30年前 暦年代:940~900、870~820、820~800年前 (2σ)	珪藻(0.42-0.7m) 珪藻(0.8-0.9m) 珪藻(1.22-1.33m) ＜3層堆とも傾向一致＞ ・シルト(0.42-0.7m)(0.8-0.9m)(1.22-1.33m):淡水～汽水生種を主体【沿岸部の後背湿地、汽水化していた可能性あり】	
4					1.9	貝片	14C年代:6340±40年前 暦年代:6900~6710年前(2σ)		
5		Sa-04 (砂層のみ)	2250	1.5	2.9	貝片	14C年代:1910±30年前 暦年代:1520~1380年前(2σ)	-	外浜堆積物(2.9m深度)の年代は14C年代で1910年頃。森脇(1979)・増田ほか(2001)の第Ⅲ砂堤群に位置する。
6		Ss-01-01 (Ss-01-03とは1m離隔)			1.5-1.6	種子	現代(1950年代以降)	珪藻(0.7-0.8m) 珪藻(1.25-1.3m) 珪藻(1.35-1.4m) 珪藻(1.75-1.85m) 珪藻(2.6-2.7m) ・砂(0.7-0.8m):珪藻産出少ない。保存状態悪い。 ・シルト(1.25-1.30m):淡水98%、淡水～汽水1% ・砂(イペント層)(1.35-1.40m):淡水88%、海水～汽水11% ・シルト(1.75-1.85m):淡水89.6%、淡水～汽水9% ・砂(2.6-2.7m):珪藻含まず。	ボーリング(Sa-01-05)では2.25mまでピニール袋を含む盛土であること、1.93m深度まで現代の年代を示すことから、人工的な盛土である可能性はある。
7	大網白里町	Ss-01-03 (Ss-01-01とは1m離隔)	2210	3.1	1.90-1.93	種子	現代(1950年代以降)	珪藻(1.35-1.45m) 珪藻(1.5-1.6m) 珪藻(1.75-1.85m) ＜淡水生種および淡水～汽水生種主体。Sa-02と類似＞ 【沿岸部の後背湿地】 ・シルト(1.5-1.6m):海水生種と汽水生種が複数種存在。海水の影響を受けた堆積物。 ・シルト(1.35-1.45m)(1.75-1.85m):海水～汽水生種の1種類が特徴的に認められる。塩分濃度の高い後背湿地であった可能性あり。	
8	白子町	Si-04 (砂層のみ)	1296	1.3	2.3	貝片	14C年代:1390±30年前 暦年代:970~890年前(2σ)	-	外浜堆積物(2.3m深度)の年代は14C年代で1390年頃。森脇(1979)・増田ほか(2001)の第Ⅲ砂堤群に位置する。

匝瑳市

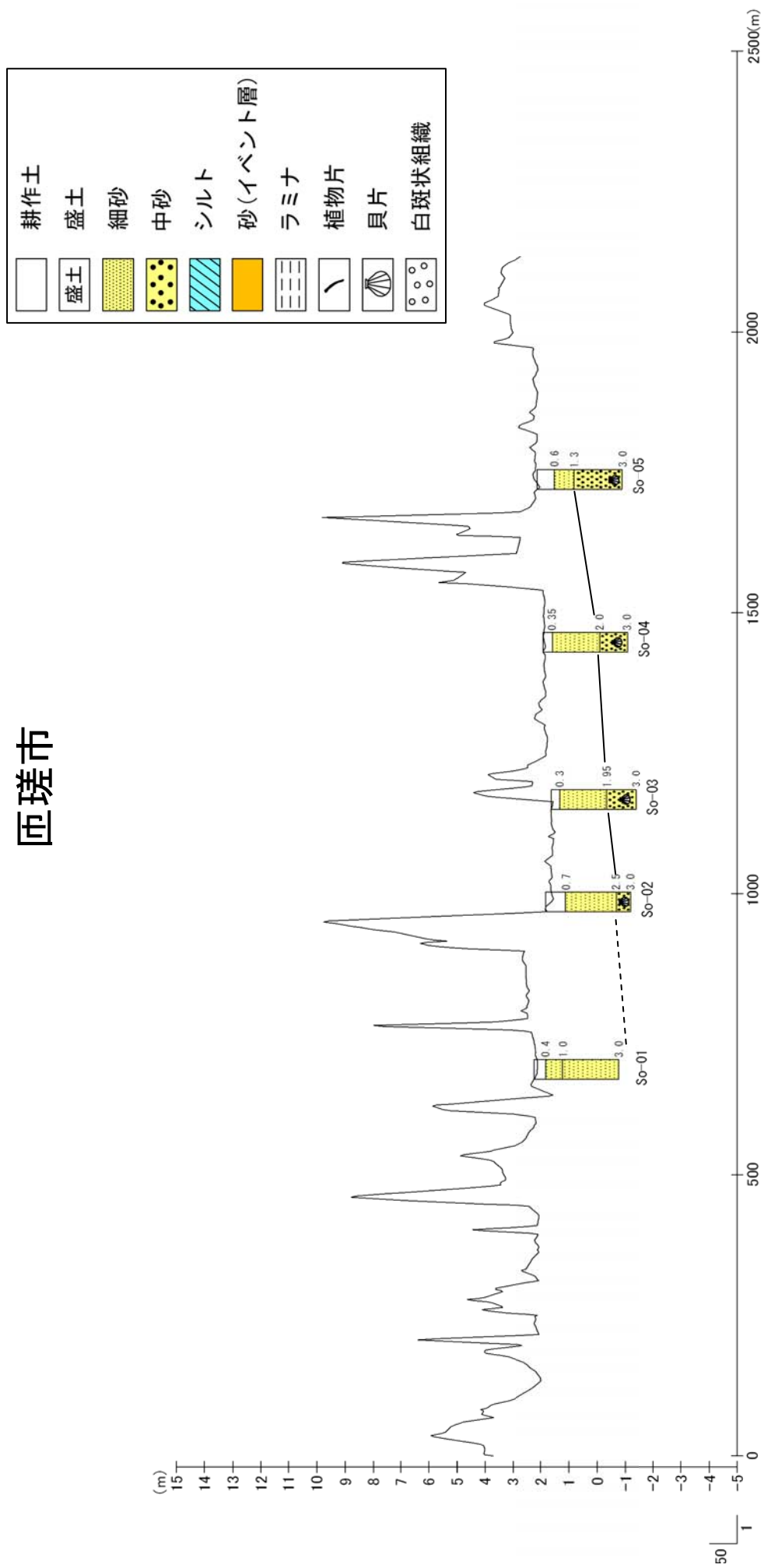


図 2.2-5 匝瑳市の海岸に直交する断面図

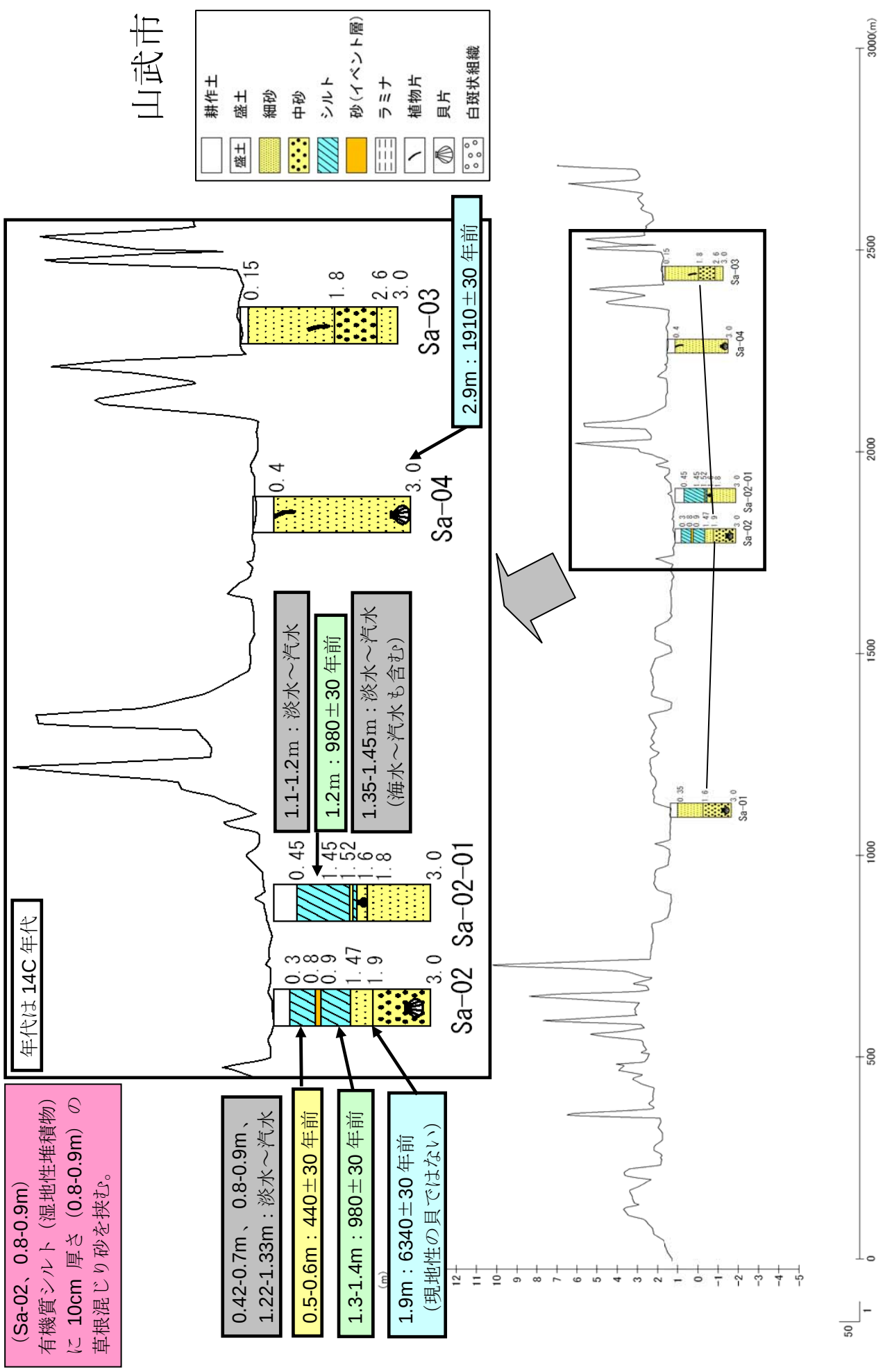


図 2.2-6 山武市の海岸に直交する断面図

4本のボーリングは2m以内に近接する。Ss-01-05では2.25mまでビニール袋を含む盛土であること、1.93m深度まで現代の年代を示すことから、人工的な盛土である可能性がある。

大網白里町

1.9~1.93m : 現代
(1950年代以降)

1.5~1.6m : 現代
(1950年代以降)

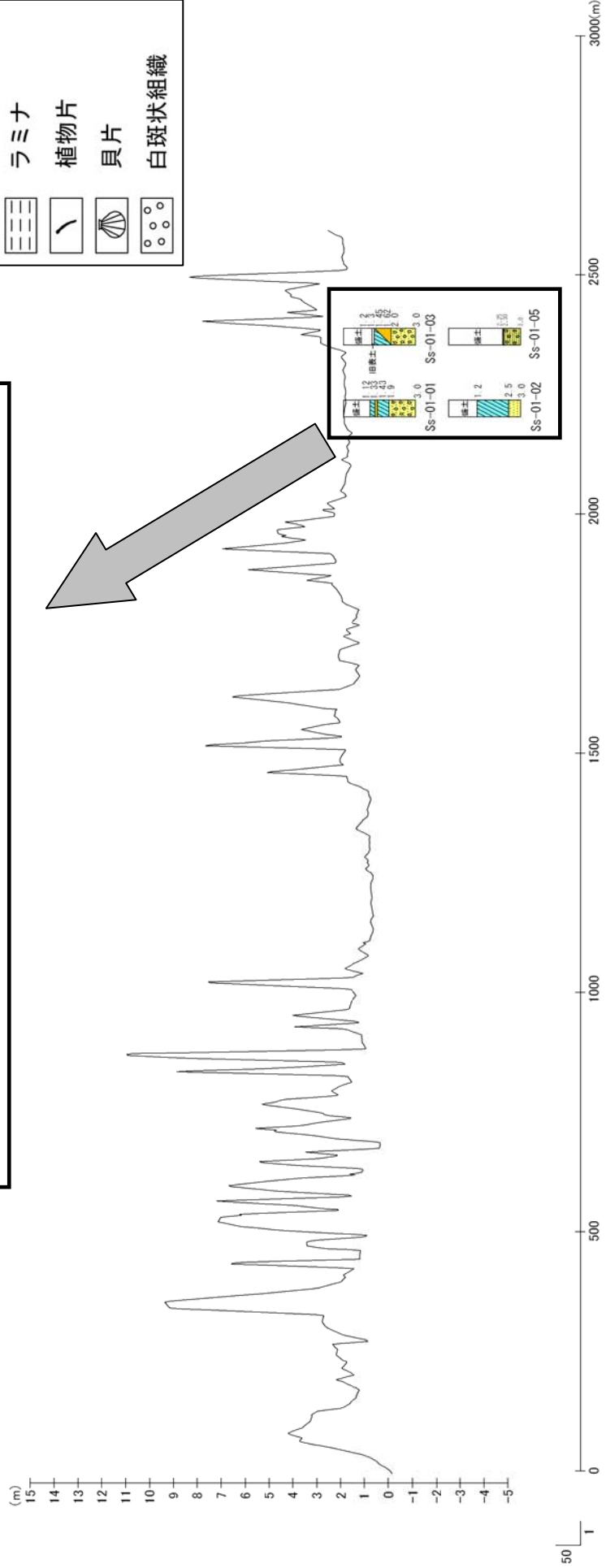
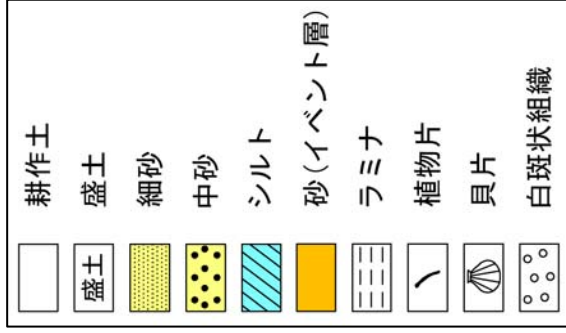
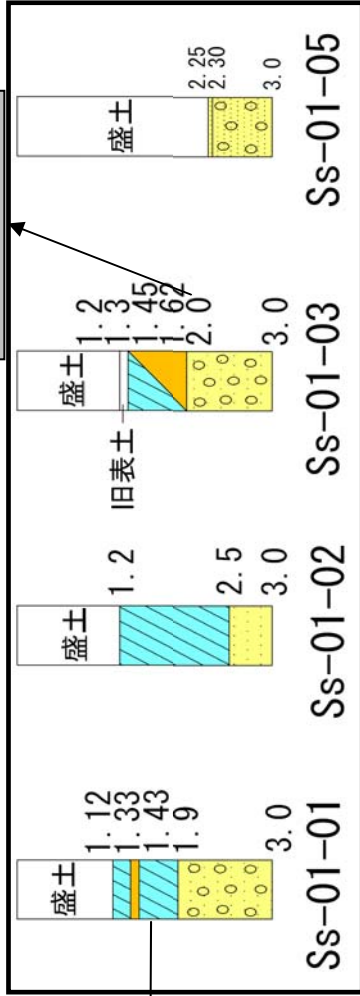


図 2.2-7 大網白里町の海岸に直交する断面図

白子町

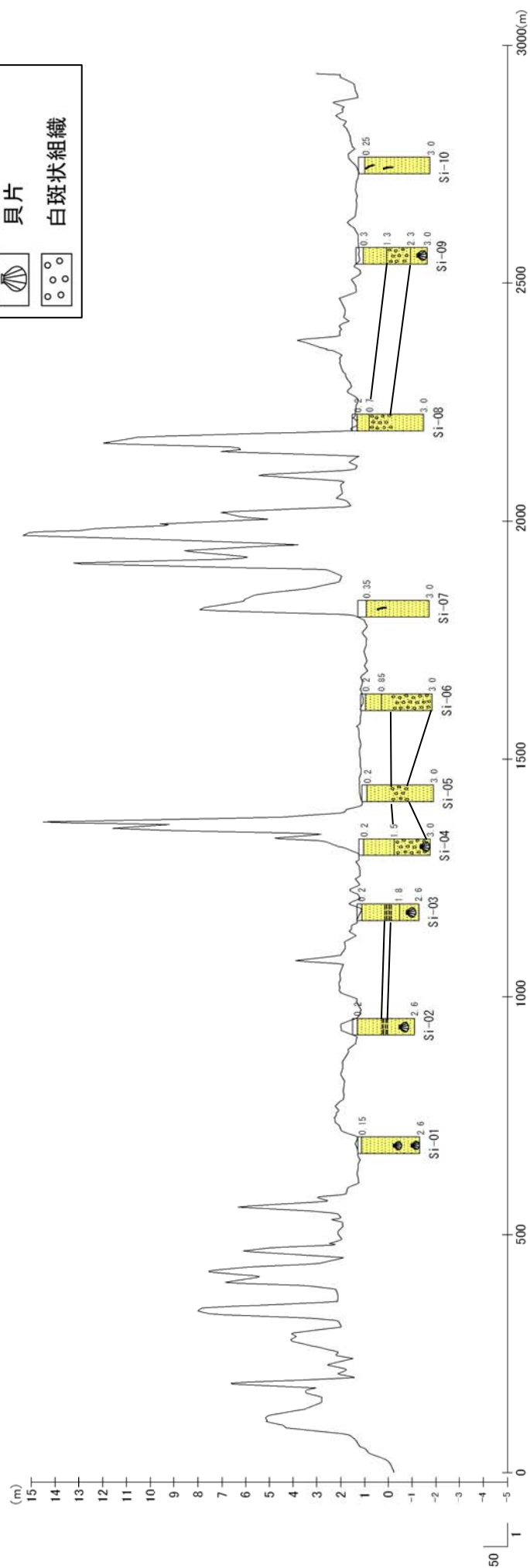
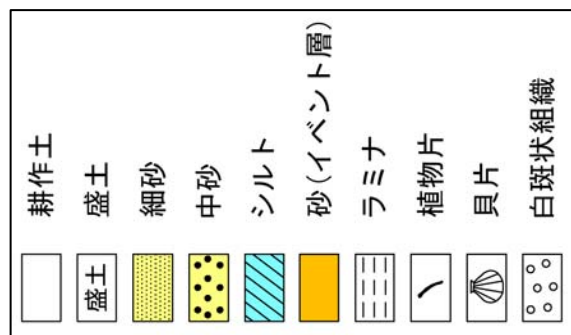


図 2.2-8 白子町の海岸に直交する断面図

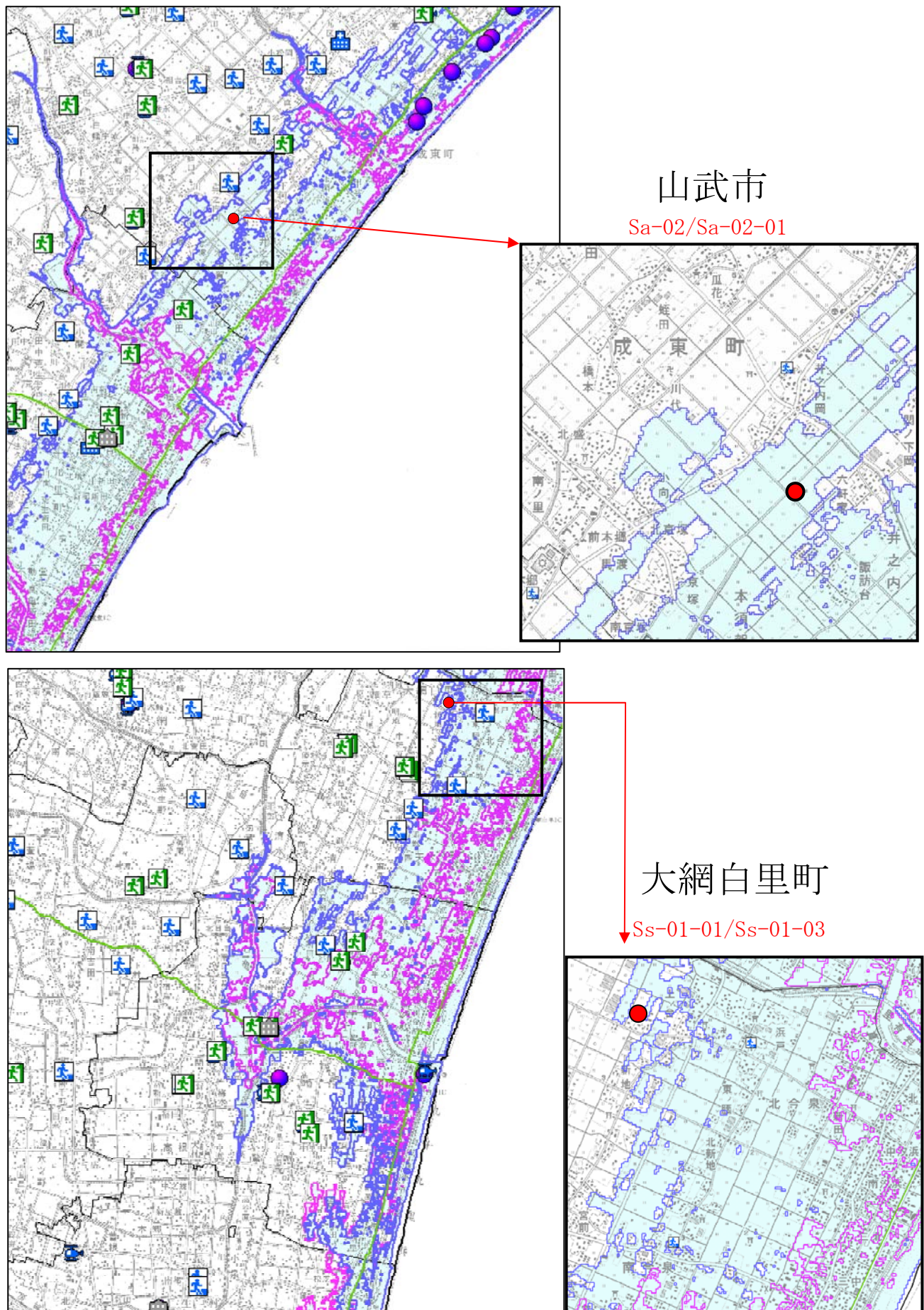


図 2.2-9 山武市で確認されたイベント層の場所を千葉県ハザードマップ（防災ポータルサイト）に重ねた

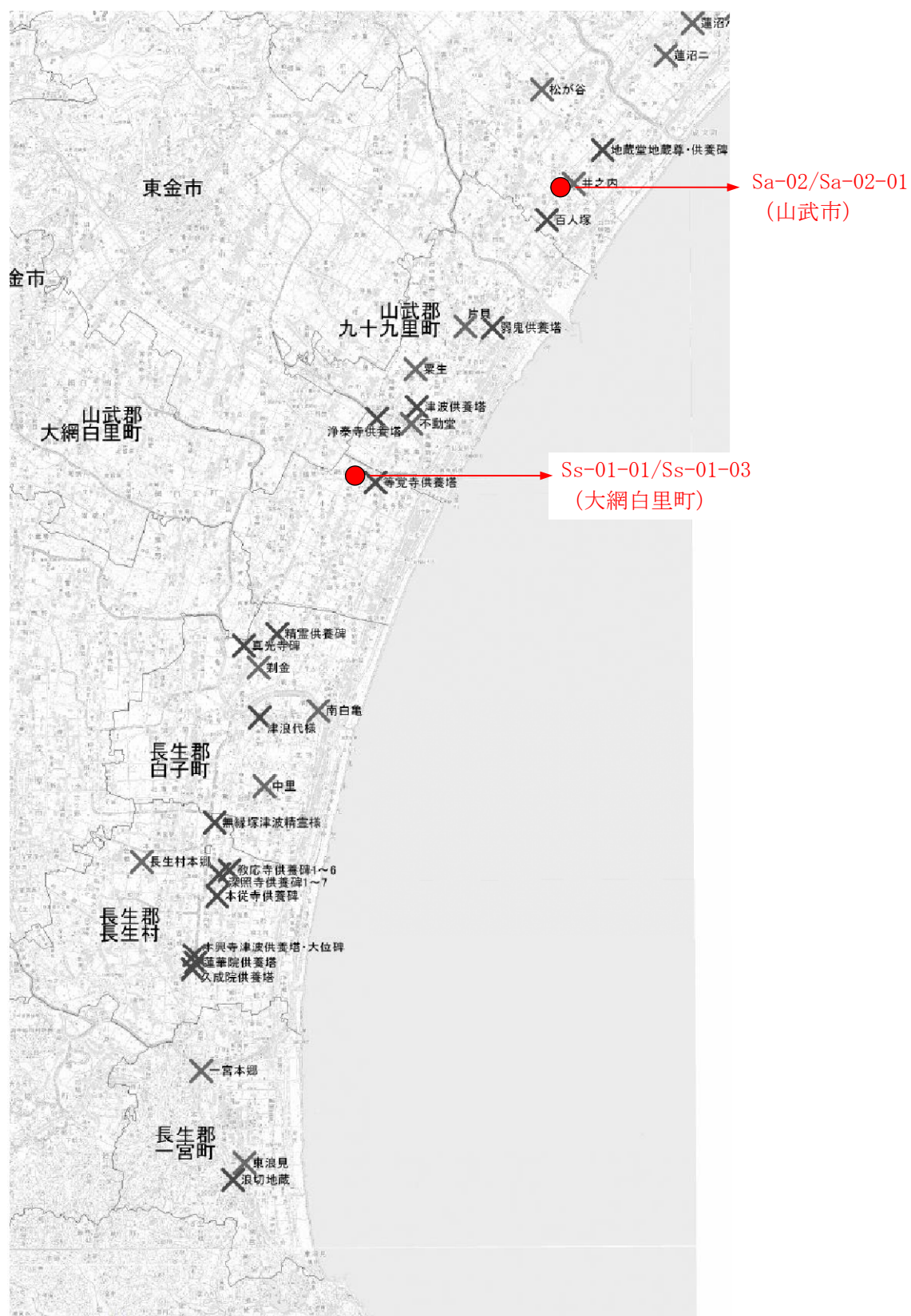
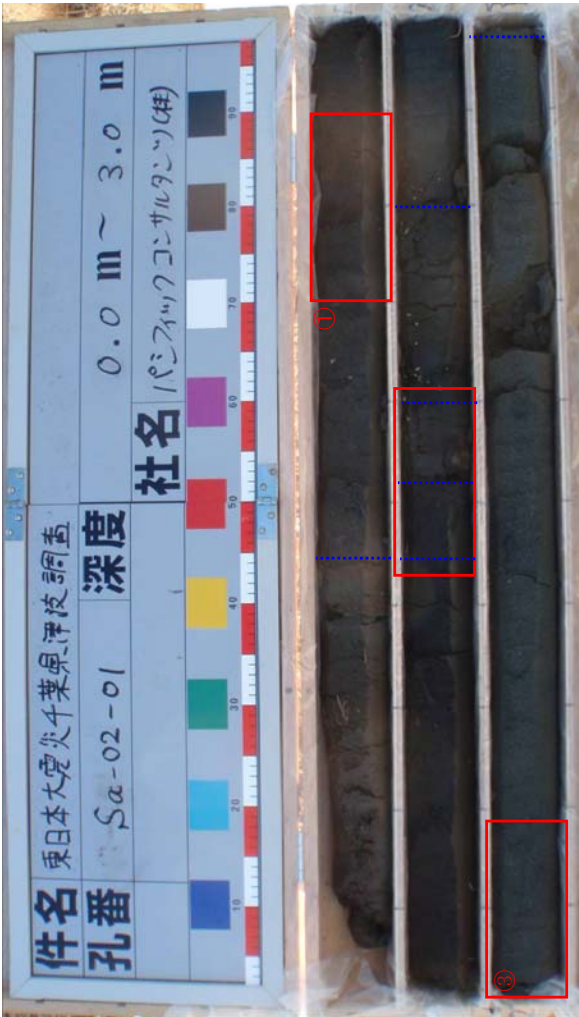


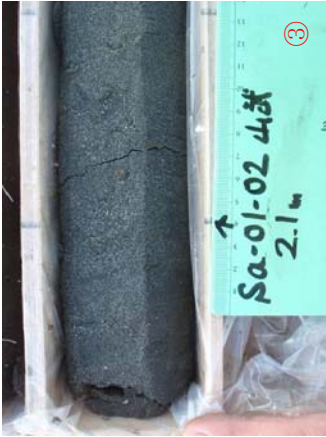
図2 津波慰霊碑(表1)と被害を受けた集落(表2).

Figure 2 Locations of tsunami memorial monuments (Table 1, Koyama, 1996) and villages that suffered tsunami damage (Table 2, Tsuji, 2003).

コア写真 全体



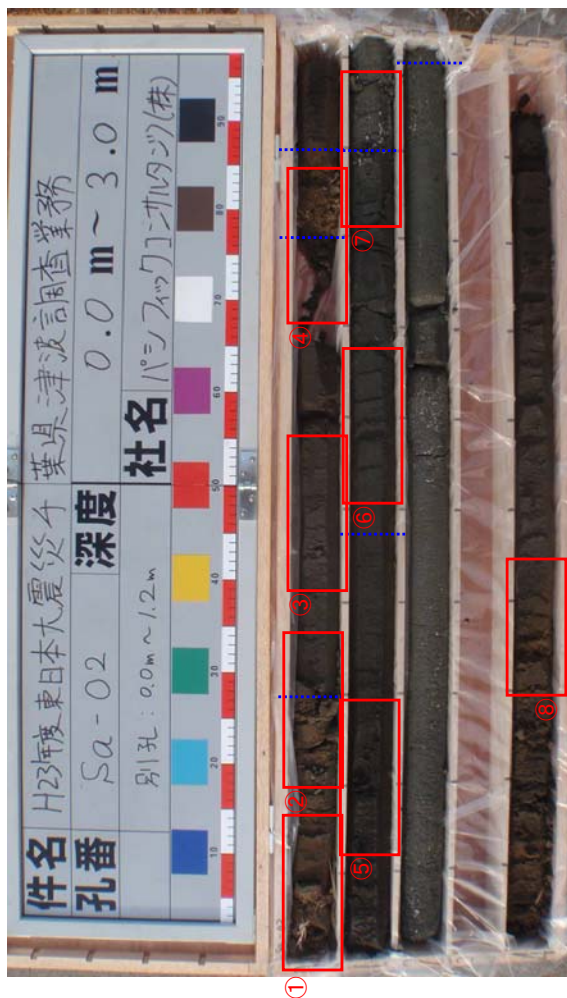
接写写真



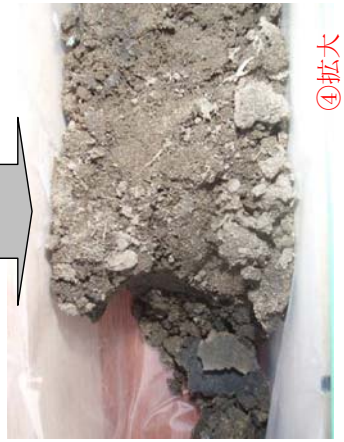
柱状図

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対稠度	相対密度	記	孔内水位 (m) / 測定月日
1		0.45	0.45		シルト 混じり 細砂	暗茶			耕作土	1.3
2		0.75	1.20		シルト 細砂	暗茶 褐			種を含む。	0.34
3		1.20	3.00		シルト 細砂	暗茶 褐			耕作土に類似。 貝片含む。 塊状、貝片なし、有色鉱物濃集部あり。	2

Sa-02 山武市井之内
コア写真 全体



接写写真



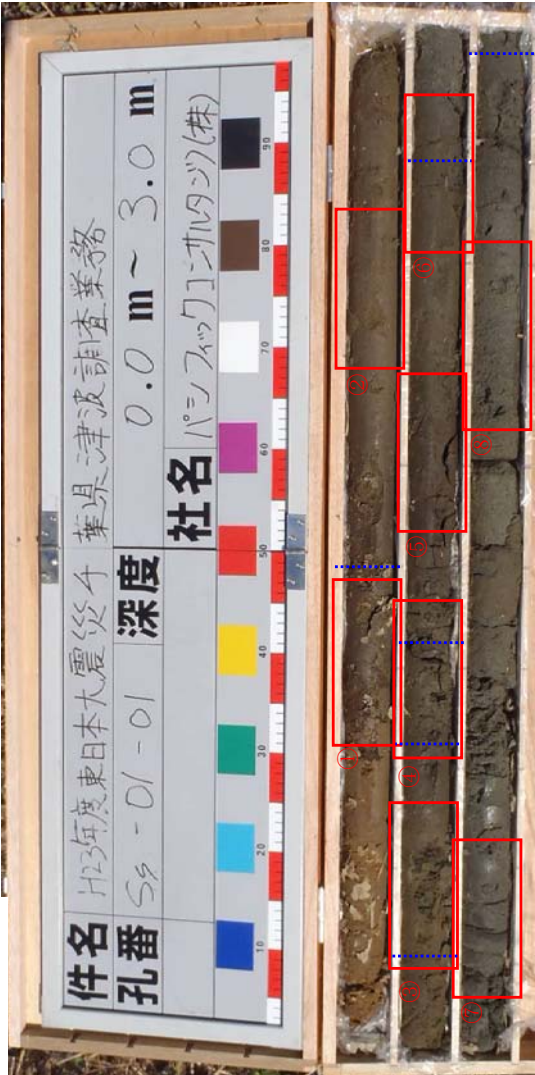
④拡大

柱状図

標尺	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記	孔内水位 (m) / 測定月日
1	0.87	0.30	0.30	シルト	シルト	暗褐			砂主体の耕作土、木の根あり。	1/18
	0.37	0.57	0.87	泥じり	泥じり	暗褐				0.78
	-0.30	0.57	1.47	粘土層	粘土層	暗褐			0.3~0.7mへ縮んでいる。	7/
2	-0.73	0.43	1.90	草根混じる砂	草根混じる砂	淡黄			数mmの黒い光沢片あり。	
	-0.73	0.43	1.90	粘性土	粘性土	暗黒			黒色濃集部あり。	
3	-1.83	1.10	3.00	細砂	細砂	暗灰			1.9、2.1、2.6mに貝片多い。	
	-1.83	1.10	3.00	やや粗い細砂	やや粗い細砂	暗灰				

Ss-01-01 大網白里町北今泉

コア写真 全体



接写写真



柱状図

標尺	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記	孔内水位 (m) / 測定月日
1	2.60	0.50	0.50		細砂	褐灰			部分的にシルトや木の根が混ざる。表土および盛土。黒色のシルトをブロック状に含む。	12/27 1.05
2	1.98	0.62	1.12		中粒砂	暗褐			木の根を含む。部分的に褐色の砂が混在する。	
3	1.20	0.47	1.90		シルト～極細砂	暗褐			上位、下位境界は高角度で傾斜する。	
4	0.10	1.10	3.00		細砂	淡黄～暗灰			1.1～1.35mの砂と同質な砂層。	
					シルト～極細砂	暗褐			塊状 上位に比べてやや粗粒となる。	
					中粒砂	暗灰				

Ss-01-03 大網白里町北今泉
コア写真 全体



柱状図

標尺	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対稠密度	相対稠度	記	孔内水位 (m) / 測定月日
1	0.76 0.54 0.34	0.26 0.17 0.19	1.00 1.17 1.36	1.00 1.17 1.36	シルト ～細砂	褐色 ～暗褐色			0.3m まで多くの草根を含むシルト質砂。0.3～0.5暗褐色細砂。0.5～1.2m ピーニール等の人工物や生木及び円礫を含む。	1/23 0.88
2	0.04	0.29	1.65	1.65	粘土質 細砂	暗褐色			灰褐色細砂と暗褐色シルトの互層。幅数mm～数cm程度の層状、もしくはシルトをブロック状に取り込む。	
3	-1.04	1.00	2.65	2.65	シルト ～細砂	灰褐色 ～暗褐色			1.3～1.45m と比較的近い層相を呈する。一部暗褐色シルトを挟む。上位、下位の境界は不明瞭。	
4					粘土質 細砂	暗褐色			1.92m 付近に厚さ1～2cm程度の暗灰細砂挟む。	
5					粘土質 細砂	暗褐色			2.2～2.3m、2.7～2.9m 付近、白斑状組織。	
6					細砂	暗褐色			2.45m 付近白色細粒砂の濃集部が僅かに存在する。	

接写写真



参
考
资
料



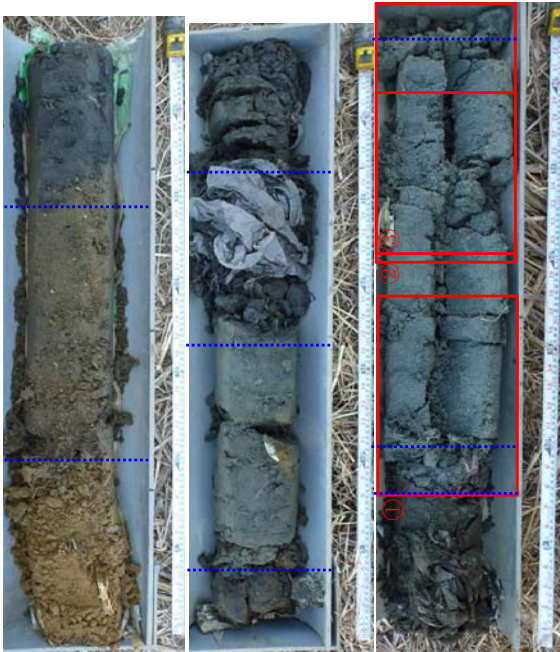
柱状図

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対稠度	相対密度	記	孔内水位 (m) / 測定月日
1	0.71	0.70	0.70		シルト～極細砂	褐色			0.3mまで草根多く含む。以深も少量の植物片含む。0.6～0.7m付近は1cm程度のブロック状の白灰砂を含む。	12.3
2	-1.09	1.80	2.50		細砂～中粒砂	暗灰			塊状。1.65～1.75m、1.92～1.96mは黒灰色でやや細粒。1.95～2.5mは比較的粗粒となる。	12.3
3	-1.59	0.50	3.00		中砂	暗灰～灰			数mm～1cm程度の貝片を多く含む。一部粗砂含む、上位に比べて粗粒となる。	12.3

接写写真



コア写真 全体



柱状図

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対稠度	相対密度	記	孔内水位 (m) / 測定月日
		0.30	0.30		砂質粘性土	褐色			木の根含む、粒度均質、含水低、粘性度低。	1731
		0.45	0.75		砂質粘性土	暗褐色			木片含む、粒度は均質、含水低、粘性度低。	0.53
1		0.40	1.15		粘性土	暗青			斑状に褐色部あり。木片含む、含水中、粘性度中。	
		0.30	1.80		細砂	暗褐色～暗灰			木片、ススキ含む。斑状に粘性土含む、下位粘粘性土が多い。	
2		0.05	0.85		細砂	暗灰			含水中、粘性低。	
		0.70	3.00		木片	灰			木片、ビニール主体。	
3					粘性土	暗灰			2.0m付近にビニール多い。含水低、粘性土中。	
					細砂	青灰			ビニール、増縄含む。	
4					細砂	青灰			塊状、白斑状組織あり。	

接写写真



表1. 化石含有状況(砂粒)概査結果

試料の種類: Co: コア 産状: A: 多い, C: 普通, R: 少ない, VR: 極稀, (Tr: 極微量), 空欄: 検出されず。状態=A: 良好, M: 普通, P: 悪い, VP: 大変悪い, 空欄: 検出されない。

	孔番号	深度(m)	試料の種類	色調	土質	備考	大型化石			石灰質・珪質微化石							備考
							貝	ウニ	甲殻類	貝形虫	有孔虫	放射虫	珪藻	珪質鞭毛藻	骨針		
																Sh	

1	SS-01-01	0.70 - 0.80	Co	暗灰	砂(細砂)														
2	SS-01-01	1.25 - 1.35	Co	暗灰	砂(細砂)	植物片混じり													
3	SS-01-01	1.35 - 1.45	Co	暗灰	砂(細砂)														
4	SS-01-01	1.70 - 1.80	Co	暗灰	砂(細砂)	植物片混じり													
5	SS-01-01	2.60 - 2.70	Co	暗灰	砂(細砂)														
6	Sa-02	0.42 - 0.47	Co	暗灰	粘土														
7	Sa-02	0.80 - 0.90	Co	褐	砂(細-中粒)														
8	Sa-02	1.22 - 1.30	Co	暗灰	粘土												Tr		
9	Sa-02-01	1.10 - 1.20	Co	黒灰	シルト(有機質)	植物片混じり												微小植物片	
10	Sa-02-01	1.35 - 1.45	Co	黒灰	シルト(有機質)	植物片混じり												繊維状植物片	
11	Ss-01-03	1.35 - 1.45	Co	淡褐	砂(細-中粒)													微小植物片	
12	Ss-01-03	1.50 - 1.60	Co	灰	シルト												Tr		
13	Ss-01-03	1.75 - 1.85	Co	茶褐	砂(中粒)												Tr		

表2 珪藻分析結果表

Species														13
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
SS-01-01 0.70-0.80m		SS-01-01 1.25-1.30m	SS-01-01 1.35-1.40m	SS-01-01 1.75-1.85m	SS-01-01 2.60-2.70m	Sa-02 0.42-0.70m	Sa-02 0.8-0.9m	Sa-02 1.22-1.30m	Sa-02-01 1.1-1.2m	Sa-02-01 1.35-1.45m	Ss-01-03 1.35-1.45m	Ss-01-03 1.50-1.60m	Ss-01-03 1.75-1.85m	
Marine water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	
Marine-Brackish water	0	1	24	2	0	0	0	0	0	4	13	0	18	
Brackish water	0	0	2	0	0	11	4	17	20	23	1	4	3	
Fresh-Brackish water	0	3	0	13	0	65	105	91	88	78	69	70	56	
Fresh water	16	216	192	129	0	141	103	102	110	111	127	141	133	
total	16	220	218	144	0	217	212	210	218	218	210	216	211	