

17 . 津波堆積物調査

17.1 調査概要

17.1.1 調査の目的

津波堆積物とは、海岸や河床の砂が津波によって、内陸に運搬された砂質堆積物、水理環境や土砂の供給源の性質によりシルト～粘土成分が多くなったもの、津波により再堆積した巨礫の津波石などが挙げられる。一般的な津波堆積物調査は、津波石やシルト～粘土よりもデータが得やすく、その他の堆積物と区別が容易な砂質堆積物が用いられることが多い。

また、津波防災における津波堆積物調査の目的は、津波堆積物の分布、堆積年代を調査し、歴史記録、数値計算や観測記録のデータ等と比較して、対象地域における津波の規模、発生源、年代、頻度を把握することにある。

17.1.2 調査方法

津波堆積物調査は以下 1)～6)の順に行った。

まず、秋田県には津波に関する既往の文献がほとんど存在していないことから、既往文献を収集するとともに、遺跡の調査報告書から津波堆積物に関連する記載の可能性がある文献の収集を行った。

次に、既往文献や地質図、空中写真判読の結果を基に、概略調査地を 17 地区抽出した。抽出した 17 地区を対象に検土杖を使用して概略調査を行った。概略調査の結果、詳細調査地を 6 地区選定し、ボーリング調査を行った。ボーリングコアを詳細に観察した後、放射性炭素(14C)年代測定、珪藻化石分析等の試料分析を行い、これらの結果から津波浸水域及び津波発生時代に関する評価を行った。

- 1) 既往文献調査(遺跡文献調査)
- 2) 空中写真判読
- 3) 概略調査(検土杖調査)
- 4) 詳細調査(ボーリング調査)
- 5) コア試料の室内分析(14C 年代測定、火山灰、珪藻)
- 6) 津波浸水域及び津波発生時代に関する評価

17.2 既往文献調査

秋田県沿岸部に津波の影響があったと考えられる地震年表を表-17.2.1に示す。

既往文献調査の結果、津波の影響があったと記載されている14の文献があり、その内訳は江戸時代より前に2文献、江戸時代以降に12文献となっている。江戸時代より前については、記録が残されていないことが考えられるが、江戸時代以降は17世紀に2回（1644年、1694年）、18世紀に3回（1704年、1741年、1793年）、19世紀に3回（1804年、1810年、1833年）、20世紀に4回（1939年、1964年、1983年、1993年）の津波が記録されている。ただし、古い文献に関しては、その信憑性が疑われるものもあり、各文献の信憑性についても、表-17.2.1に整理した。

表-17.2.1 秋田県に影響を及ぼした可能性がある地震年表

No.	地震名	マグニチュード	西暦	概要	秋田県への津波の有無	信憑性
1	鳥海山の山体崩壊?		縄文2600~3000年前?	男鹿半島南岩の潮瀬崎の波食台上に津波石とみられる巨礫が散在している。		×
2	出羽地震	7	850	出羽口地大いに震い、国府井口（山形県飽海郡本橋村樋口）の地山谷所を易ふ。又、海波を颯げ圧死するもの多し。		×
3	天保羽後本荘地震	6.5~6.9	1644	象潟で大津波が起こり117人溺死という説。		×
4	出羽・津軽地方地震	6.9	1694	20~30cmの津波があった可能性が示唆される。		×
5	出羽・津軽地震	7	1704	数値計算により黒崎~大間越（青森）で最大1.4m、岩館~能代1.3m、滝ノ間0.6mの津波があったと推定された。		
6	渡島大島の山体崩壊		1741	渡島半島（北海道）~津軽半島（青森）の日本海側で2~6mの津波、深浦（青森）2.7~3.2mと記載があるが、秋田県については触れられた資料なし。	?	
7	鯨ヶ沢地震	6.9	1793	鯨ヶ沢（青森）で2~3m、死者12 家屋全壊154。秋田県については触れられた資料なし。	?	
8	文化象潟地震	7.1	1804	象潟・関4~5m、仁賀保・金浦3~4m、能代1m、家屋流失200余、地震による死者300~400名、壊家5500戸。		
9	羽後地方地震	6.6	1810	男鹿1m、八郎潟で20~30cmの津波が流入。		
10	山形県沖地震、佐渡・羽前地震	7.4~7.6	1833	輪島（山形）で最大7.2m、象潟で3~4mの津波、水死者150、家屋流失500余。		
11	男鹿地震	7	1939	男鹿で-1m、土崎20~30cm、能代5~10cmの津波（変動域が陸上のため津波は地震の規模の割に低かった）。		
12	新潟地震	7.5	1964	新潟県粟島南方沖、震源深さ40km。新潟市内は最大4m、秋田県では男鹿沖に50cm程度の津波が発生した。		
13	日本海中部地震	7.7	1983	峰浜村で最大14m、八竜町7m、能代市周辺6~8m、男鹿半島6m、秋田県南部2~3mの津波、津波による死者79人、船舶の沈没・流失・破損679隻の被害が発生した。		
14	北海道南西沖地震	7.8	1993	奥尻島の稲穂地区で8.5m、奥尻地区で3.5m、初松前地区で16.8mの津波が発生した。 秋田県では、秋田市で0.7mの津波が観測され、能代市で水道施設1箇所、三種町で溜め池1箇所、八峰町で農業用送水管1箇所、男鹿市で漁船2隻が沈没するなど、合わせて614万7千円の被害が発生した。		

【「信憑性」の凡例】

- : 観測記録、現地調査記録あり
- : 史料記録、数値計算に基づく
- ×: 予想、仮説、昔話

17.3 調査位置の選定

17.3.1 空中写真及び古地図判読結果

秋田県沿岸部の空中写真(1万分の1)判読を行い、地形分類を行うとともに、津波堆積物が分布している可能性がある範囲を抽出した。判読結果は、秋田県沿岸部の市町村の都市計画図(2万5千分の1)にプロットした。

17.3.2 概略調査地

概略調査地の選定には空中写真判読結果の他、以下1)～4)の条件を考慮し、八峰町、男鹿市、潟上市、にかほ市において、表-17.3.2.1に示す17地区を選定した。

なお、秋田市は人口密集地であるが、適地がなく候補から除外した。

- 1) 標高が低く(数m)、海から離れていないこと。
- 2) 湿地性の堆積物が堆積している(いそうな)場所。
- 3) 近くに大きな河川がないこと。
- 4) 海との間に数m以上の標高がある隔たり(砂丘等)が無いこと。

表-17.3.2.1 概略調査地一覧

	市町村名	地区	調査	土地利用	No					深度(m)	
1	八峰町	古屋敷	検土杖	休耕田	1	-	1			0.60	
			検土杖	休耕田	1	-	2			0.60	
			検土杖	休耕田	1	-	3			0.40	
10		古屋敷	検土杖	休耕田	10	-	1			1.00	
			検土杖	休耕田	10	-	2			1.10	
			検土杖	休耕田	10	-	3			0.85	
11		古屋敷	検土杖	休耕田	10	-	4			2.13	
			検土杖	畔部	11	-	1			0.91	
			検土杖	畔部	11	-	2			1.10	
1'		沢目	検土杖	休耕田	1'	-	1			0.40	
			検土杖	休耕田	1'	-	2			0.45	
			検土杖	畔部	1'	-	3			0.75	
2	峰浜(ボンポコ広場西)	検土杖	休耕田	2	-	1			0.35		
		検土杖	休耕田	2	-	2			0.55		
12	峰浜(ボンポコ広場西)	検土杖	休耕田	12	-	1			2.57		
		検土杖	休耕田	12	-	2			2.00		
		検土杖	休耕田	12	-	3			2.51		
3	男鹿市	五里合(国道脇)	検土杖	休耕田	3	-	1			0.70	
4		五里合(盆地入口)	カニスコ	休耕田	4	-	1			1.00	
			カニスコ	休耕田	4	-	2			1.00	
5		五里合(盆地中央)	カニスコ	休耕田	5	-	1			1.00	
			カニスコ	休耕田	5	-	2			1.00	
6		浜間口	検土杖	休耕田	5	-	3			2.20	
			検土杖	休耕田	6	-	1			1.90	
7		脇本	検土杖	休耕田	6	-	2			1.70	
			検土杖	休耕田	7	-	1			0.61	
8		潟上市	天王(海側)	検土杖	休耕田	7	-	2			0.80
				検土杖	休耕田	8	-	1			0.75
13			天王(海側)	検土杖	休耕田	8	-	2			0.70
	検土杖			休耕田	8	-	3			0.30	
14	天王(八郎潟側)		検土杖	耕作地	13	-	1	-	1	0.60	
			検土杖	耕作地	13	-	1	-	2	0.57	
9	にかほ市		平沢	検土杖	耕作地	14	-	1	-	1	1.70
				検土杖	耕作地	14	-	1	-	2	1.80
15	にかほ市		象潟町砂子島	検土杖	休耕田	9	-	1			4.50
				検土杖	休耕田	9	-	2			3.90
				検土杖	休耕田	9	-	3			4.47
16	にかほ市		象潟町能因島	検土杖	休耕田	15	-	1	-	1	3.00
		検土杖		休耕田	15	-	1	-	2	1.60	
		検土杖		休耕田	15	-	2	-	1	1.20	
		検土杖		休耕田	15	-	2	-	2	5.50	
		検土杖		休耕田	15	-	2	-	3	6.00	
16	にかほ市	象潟町能因島	検土杖	休耕田	16	-	1	-	1	1.65	
			検土杖	休耕田	16	-	1	-	2	1.80	
			検土杖	休耕田	16	-	1	-	3	2.45	
			検土杖	休耕田	16	-	2	-	1	4.85	
			検土杖	休耕田	16	-	2	-	2	4.35	
			検土杖	休耕田	16	-	3	-	1	5.10	
			検土杖	休耕田	16	-	4	-	1	3.00	

計 89.97m

17.4 概略調査

17.4.1 検土杖による掘削方法

検土杖による概略調査を行った。使用した検土杖は「Daiki 製」で、グリップと半円状のオーガー(30 mm)、継柄の組み合わせで 1m ごとのサンプリングが可能である。人力で押し込み、引き抜きを行う必要があるが、ロッドは 1m ごとに継ぎ足しが可能なため、礫が無く軟弱な地盤であれば 3~5m ほどの掘削が可能である。



写真-17.4.1.1 検土杖による掘削風景



写真-17.4.1.2 検土杖による試料採取

17.4.2 検土杖による掘削結果

図-17.4.2.1 に示す八峰町、男鹿市、潟上市、にかほ市内の 17 地区において、検土杖を使用して試料を採取し、沖積層や細粒層の分布状況を把握した。調査数量は 89.97m である。検土杖は人力で押し込むため、締りが良い層が分布している場合や、礫層が分布している場合等は、その深度以深の採取が困難となる。調査に当たっては、対象用地の中で最も試料が採取できそうな場所を選んで実施した。

なお、対象用地の多くが休耕田、水田畔部等であったため、事前に地権者の同意を得て調査を行った。

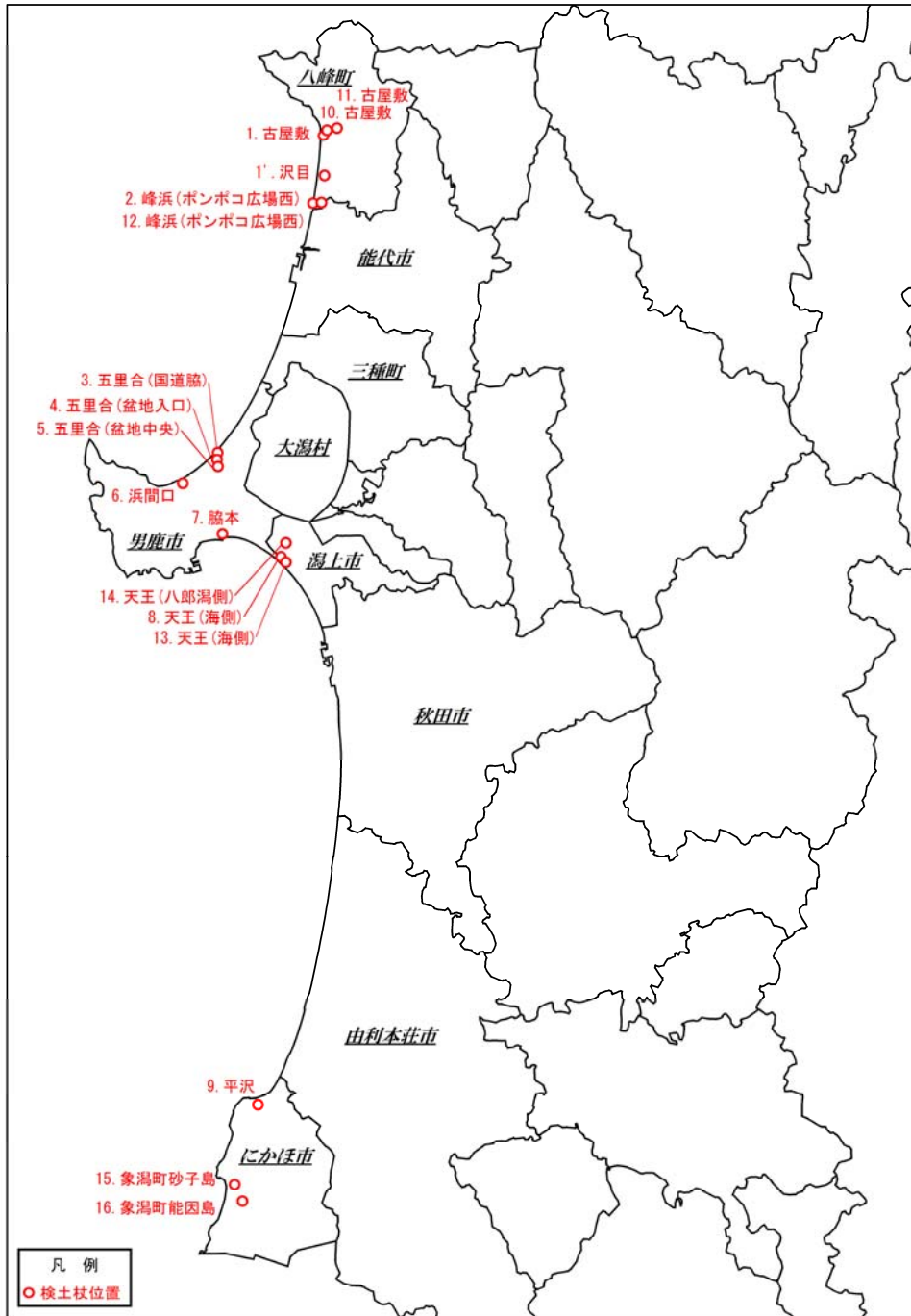


図-17.4.2.1 検土杖位置図

検土杖による調査結果を表-17.4.2.1 に示す。また、古屋敷、峰浜、浜間口及び平沢地区における調査結果を以下に示す。

(1) 古屋敷地区

【1-1、1-2、1-3】

国道より西側の休耕田では、検土杖を深く貫入できる場所でも、GL-0.40～0.70m 付近で礫に当たってしまい、それ以上の貫入は困難であった。

【10-1、10-2、10-3、10-4、11-1、11-2】

国道より東側の休耕田では、概ね 1m 程度の貫入であったが、10-4 孔のみ 2m 以上の貫入を記録した。

(2) 峰浜地区

【2-1、2-2】

2 孔は海岸に平行に分布する砂丘列近傍に位置している。2 孔とも、GL-0.35～0.45m 付近で締りの良い砂丘砂に当たってしまい、シルト及び粘土層の確認はできず、詳細調査の候補から外した。

【12-1、12-2、12-3】

12-1、12-2、12-3 孔は、2-1、2-2 孔よりやや東側(内陸側)で、かつやや南側に位置する休耕田で行ったもので、深度 2.0～2.5m までコア採取が可能であった。また、このコアにはピート状の植物片を多く含むことが特徴的であり、植物片混じりのシルト層と砂層が交互に分布することが確認できた。結果的に、詳細調査の適地と判断した。

(3) 浜間口地区

【6-1、6-2】

6-1、6-2 孔は、海岸に近く砂丘の発達も無い場所であり、津波堆積物の分布が期待された。調査の結果、2 孔とも細粒層が確認でき、それぞれ GL-1.90m、GL-1.70m までのコア採取が可能であった。砂の薄層の確認はできなかったが、詳細調査の適地であることは確認できた。

(4) 平沢地区

【9-1、9-2、9-3】

9-1、9-2、9-3 孔は、海岸に近く砂丘の分布はほとんど認められない。また、標高も低いことから、津波堆積物の分布が期待された。

調査の結果、3 孔ともに非常に細粒な地層が厚く分布していることが確認できた(3 孔ではそれぞれ GL-4.50m、GL-3.90m、GL-4.47m までのコア採取が可能であった)ため、詳細調査の適地と判断した。

表-17.4.2.1 概略調査結果一覧

No	市町村名	地区	調査	土地利用	No				深度(m)	解釈	
1	八峰町	古屋敷	検土杖	休耕田	1	-	1		0.60	すべて砂丘砂。	
				休耕田	1	-	2		0.60	すべて砂丘砂。	
				休耕田	1	-	3		0.40	すべて砂丘砂。	
10		古屋敷	検土杖	休耕田	10	-	1		1.00	砂丘砂+礫。	
				休耕田	10	-	2		1.10	砂丘砂+礫。	
			検土杖	休耕田	10	-	3		0.85	腐植質シルトを25cm挟むが、砂丘砂主体。	
			検土杖	休耕田	10	-	4		2.13	0.90m以深腐植質シルト挟み込む(厚さ1m)。	
11		古屋敷	検土杖	畔部	11	-	1		0.91	表層1m弱はシルト層であるが、1m以深は礫層のため調査が望めない。	
				畔部	11	-	2		1.10	表層1m弱はシルト層であるが、2m以深は礫層のため調査が望めない。	
11		沢目	検土杖	休耕田	11	-	1		0.40	すべて砂丘砂。	
	休耕田			11	-	2		0.45	すべて砂丘砂。		
12	峰浜(ボンボコ広場西)	検土杖	畔部	11	-	3		0.75	0.52m以深はシルトを挟み望みあり。水田のため現段階では調査不可。		
			休耕田	2	-	1		0.35	すべて砂丘砂。		
			休耕田	2	-	2		0.55	すべて砂丘砂。		
12	峰浜(ボンボコ広場西)	検土杖	休耕田	12	-	1		2.57	表層は砂丘砂であるが、0.85m以深は腐植混じり層や細粒層が続く。		
			休耕田	12	-	2		2.00	やや砂勝ち東に行きすぎても砂丘砂多し。		
			休耕田	12	-	3		2.51	表層は砂丘砂であるが、0.87m以深は細粒層が続く。		
3	男鹿市	五里合(国道脇)	検土杖	休耕田	3	-	1		0.70	砂丘砂+礫。	
				休耕田	4	-	1		1.00	シルトを含むものの基本的には砂丘砂。	
		五里合(盆地入口)	カニスコ	休耕田	4	-	2		1.00	シルトを含むものの基本的には砂丘砂。	
				休耕田	5	-	1		1.00	試験掘削。	
		五里合(盆地中央)	カニスコ	休耕田	5	-	2		1.00	試験掘削。	
				休耕田	5	-	3		2.20	2m近く細粒な堆積物が認められるが、2.10mで基盤(潟西層?)にぶつかる。やや海から離れる。	
		6	浜間口	検土杖	休耕田	6	-	1		1.90	海岸からほど近いにも関わらず腐植質シルトが2m以上分布する。
					休耕田	6	-	2		1.70	海岸からほど近いにも関わらず腐植質シルトが2m以上分布する。
		7	脇本	検土杖	休耕田	7	-	1		0.61	すべて砂丘砂。
					休耕田	7	-	2		0.80	すべて砂丘砂。
8	潟上市	天王(海側)	検土杖	休耕田	8	-	1		0.75	すべて砂丘砂。	
				休耕田	8	-	2		0.70	すべて砂丘砂。	
				休耕田	8	-	3		0.30	すべて砂丘砂。	
				休耕田	13	-	1	-	1	0.60	砂丘砂。
13		天王(海側)	検土杖	休耕田	13	-	1	-	2	0.57	砂丘砂。
				耕作地	14	-	1	-	1	1.70	表層部に粘性土あるが連続しない。
14		天王(八郎潟側)	検土杖	耕作地	14	-	1	-	2	1.80	表層部に粘性土あるが連続しない。
				休耕田	9	-	1		4.50	腐植質シルト層、ピート層を連続的に4m以上分布し、その中に砂層を挟み込む。海に隣接、標高も1~2mで今回調査した中では最も適している。	
9	にかほ市	平沢	検土杖	休耕田	9	-	2		3.90		
				休耕田	9	-	3		4.47		
				休耕田	15	-	1	-	1	3.00	やや海よりの地点は砂丘砂の影響あり。
15	にかほ市	象潟町砂子島	検土杖	休耕田	15	-	1	-	2	1.60	
				休耕田	15	-	2	-	1	1.20	15-2-2と同様の敷地内であるが、海側は砂丘の影響あり。
				休耕田	15	-	2	-	2	5.50	シルト、粘土層厚く、調査地に適している。
				休耕田	15	-	2	-	3	6.00	シルト、粘土層厚く、調査地に適している。
				休耕田	16	-	1	-	1	1.65	小島部付近はやや不適。
16	にかほ市	象潟町能因島	検土杖	休耕田	16	-	1	-	2	1.80	小島部付近はやや不適。
				休耕田	16	-	1	-	3	2.45	小島部付近はやや不適。
				休耕田	16	-	2	-	1	4.85	シルト、粘土層厚く、調査地に適している。
				休耕田	16	-	2	-	2	4.35	シルト、粘土層厚く、調査地に適している。
				休耕田	16	-	3	-	1	5.10	シルト、粘土層厚く、調査地に適している。
				休耕田	16	-	4	-	1	3.00	シルト、粘土層厚く、調査地に適している。

	砂丘厚く分布(不適)
	細粒層厚く分布(適)

計 89.97m

17.4.3 検土杖による調査結果より選定した詳細調査地

検土杖による調査の結果、細粒層が厚く分布している6地区をボーリング調査地点として選定した。表-17.4.3.1、図-17.4.2.2に詳細調査地点の選定表を示す。

- 1) 古屋敷地区(八峰町)
- 2) 沢目地区(八峰町)
- 3) 峰浜地区(八峰町)
- 4) 浜間口地区(男鹿市)
- 5) 平沢地区(にかほ市)
- 6) 象潟町能因島地区(にかほ市)

表-17.4.3.1 詳細調査地点選定表(赤:選定箇所)

市町村名	地区	調査	土地利用	No			深度(m)	適性	ボーリングNo			
1	八峰町	10	古屋敷	検土杖	休耕田	1	-	1	0.60	×		
				検土杖	休耕田	1	-	2	0.60	×		
				検土杖	休耕田	1	-	3	0.40	×		
		11	10	古屋敷	検土杖	休耕田	10	-	1	1.00	×	
					検土杖	休耕田	10	-	2	1.10	×	
					検土杖	休耕田	10	-	3	0.85		
		12	10	古屋敷	検土杖	休耕田	10	-	4	2.13		B10-4 B10-6
					検土杖	畔部	11	-	1	0.91	×	
					検土杖	畔部	11	-	2	1.10	×	
					検土杖	休耕田	1	-	1	0.40	×	
		13	11	沢目	検土杖	休耕田	1	-	2	0.45	×	
					検土杖	畔部	1	-	3	0.75		B1'-5 B1'-6
2	12	峰浜(ボンボコ広場西)	検土杖	休耕田	2	-	1	0.35	×			
			検土杖	休耕田	2	-	2	0.55	×			
			検土杖	休耕田	12	-	1	2.57		B12-1		
3	12	峰浜(ボンボコ広場西)	検土杖	休耕田	12	-	2	2.00		B12-2		
			検土杖	休耕田	12	-	3	2.51		B12-3		
3	男鹿市	4	五里合(国道脇)	検土杖	休耕田	3	-	1	0.70	×		
				カニスコ	休耕田	4	-	1	1.00	×		
		5	五里合(盆地入口)	カニスコ	休耕田	4	-	2	1.00	×		
				カニスコ	休耕田	5	-	1	1.00	×		
		6	五里合(盆地中央)	カニスコ	休耕田	5	-	2	1.00	×		
				検土杖	休耕田	5	-	3	2.20			
		7	6	浜間口	検土杖	休耕田	6	-	1	1.90		B6-1
					検土杖	休耕田	6	-	2	1.70		B6-2
		8	7	脇本	検土杖	休耕田	7	-	1	0.61	×	
					検土杖	休耕田	7	-	2	0.80	×	
8	13	天王(海側)	検土杖	休耕田	8	-	1	0.75	×			
			検土杖	休耕田	8	-	2	0.70	×			
			検土杖	休耕田	8	-	3	0.30	×			
13	14	天王(海側)	検土杖	休耕田	13	-	1	0.60	×			
			検土杖	休耕田	13	-	2	0.57	×			
14	14	天王(八郎潟側)	検土杖	耕作地	14	-	1	1.70				
			検土杖	耕作地	14	-	2	1.80				
9	にかほ市	平沢	検土杖	休耕田	9	-	1	4.50		B9-1		
			検土杖	休耕田	9	-	2	3.90		B9-2		
			検土杖	休耕田	9	-	3	4.47		B9-3		
15	にかほ市	象潟町砂子島	検土杖	休耕田	15	-	1	3.00				
			検土杖	休耕田	15	-	2	1.60	×			
			検土杖	休耕田	15	-	1	1.20	×			
			検土杖	休耕田	15	-	2	5.50				
			検土杖	休耕田	15	-	3	6.00				
16	にかほ市	象潟町能因島	検土杖	休耕田	16	-	1	1.65	×			
			検土杖	休耕田	16	-	2	1.80				
			検土杖	休耕田	16	-	3	2.45				
			検土杖	休耕田	16	-	2	4.85		B16-2-1 B16-2-2 B16-2-3		
			検土杖	休耕田	16	-	2	4.35				
			検土杖	休耕田	16	-	3	5.10				
			検土杖	休耕田	16	-	4	3.00				

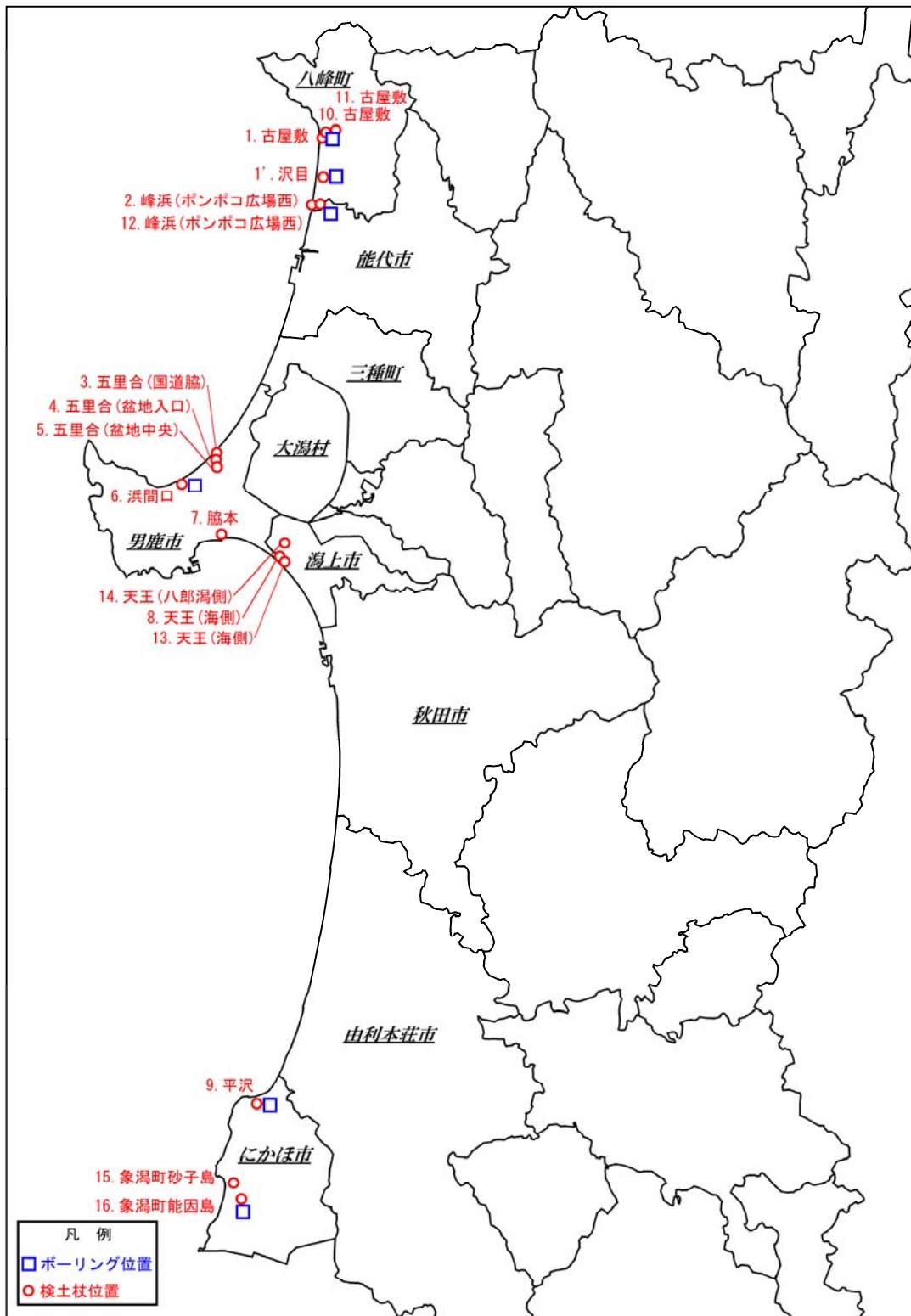


図-17.4.2.2 ボーリング位置図

17.5 現地詳細調査

17.5.1 ボーリング調査方法

ボーリング調査は、調査地点の地層構成を把握するとともに、詳細な観察及び分析を行うためのコアを採取する目的で実施した。表-17.5.1.1 にボーリング機械の概要を示す。

なお、掘進に当たっては以下の仕様とした。

- 1) 調査ボーリングの孔径は 86mm、オールコアで実施した。
- 2) 試錐は、オイルフィード型ロータリー式試錐機を使用してコアチューブ方式で掘削した。原則としてシングルコアチューブによるものとし、コアチューブの刃先はダイヤ及びメタルクラウンを使用した。
- 3) 孔壁保護には、必要に応じてケーシングを挿入した。
- 4) ボーリング深度(掘進長)及び掘削箇所、順序は協議の上決定した。
- 5) 掘削終了後、地盤調査実施孔では孔内に購入川砂及び現位置の土砂により確実に孔埋めを行った。

17.5.2 ボーリング調査数量

ボーリングは、沖積層の基底深度まで(最大 10m 程度)掘削することを想定して、各孔の掘り止め深度を決定した。また、1 地区につき 2 本または 3 本のボーリングを掘削した。6 地区で 16 本のコアを採取し、総掘削数量は 81.98m である(表-17.5.2.1)。

表-17.5.2.1 ボーリング調査数量表

		市町村名	地区名	孔番	深度(m)	標高(m)
1	1	八峰町	古屋敷	B10-4	2.00	5.24
	2			B10-6	1.10	5.44
2	3	八峰町	沢目	B1'-5	1.40	5.96
	4			B1'-6	1.90	6.41
3	5	八峰町	峰浜	B12-1	4.50	3.26
	6			B12-2	4.50	3.37
	7			B12-3	4.50	3.35
4	8	男鹿市	浜間口	B6-1	10.00	5.19
	9			B6-2	9.00	5.26
	10			B6-3	10.00	5.23
5	11	にかほ市	平沢	B9-1	6.98	2.11
	12			B9-2	6.00	2.18
	13			B9-3	6.00	2.10
6	14	にかほ市	象潟町能因島	B16-2-1	4.50	1.57
	15			B16-2-2	4.80	1.61
	16			B16-2-3	4.80	1.57

計 81.98 m

17.5.3 ボーリング調査結果

(1) 各地区代表コアの堆積環境

各地区で掘削したボーリング孔の地層区分と堆積環境を以下に示す。なお、地質の粒度を表現した堆積柱状図を図-17.5.3.1～図-17.5.3.6、地層ごとの堆積環境を示した表を表-17.5.3.1～表-17.5.3.6に示す。以下にいう「イベント堆積物」とは、通常の堆積環境では堆積しない堆積物のことを示しており、津波堆積物とは断定できない。イベント堆積物には、津波堆積物の他、台風、低気圧等の影響による堆積物が含まれている。

【古屋敷地区】

- ・ B10-4 孔では、沖積層の基底礫が GL-1.79m 以深に分布する。
- ・ GL-0.00～1.79m はシルトを主体とし、砂の薄層を挟在する。シルト層は所々材片を含み、やや湖沼に近い堆積物であると考えられる。砂の薄層は 1～20 cm 程度で細粒砂を主体とする。

【沢目地区】

- ・ B1'-6 孔では、沖積層の基底礫が GL-1.55m 以深に分布する。
- ・ GL-0.00～1.55m はシルトを主体とし、砂の薄層を挟在する。このシルト層は全体的に均質で、所々材片を含むことから、湖沼堆積物に近い堆積物であると考えられる。

【峰浜地区】

- ・ B12-3 孔では、沖積層の基底礫が GL-3.70m 以深に分布する。
- ・ 峰浜地区では、全体的に未分解の植物片を多量に含むピートが多く、所々砂の薄層を挟在する。ただし、GL-0.17～2.53m はピート中に砂丘砂に由来すると思われる砂も多く混じっており、イベント堆積物との分類を困難にしている。

【浜間口地区】

- ・ B6-1 孔では、細粒の堆積物が非常に厚く、掘削を行った 10m 以内に明瞭な砂礫は認められなかった。GL-0.32～1.13m は材片や植物片を多量に含む湖沼性の堆積物から構成される。
- ・ GL-1.13～1.73m は砂をパッチ状に多く含むことから、海浜～浅海の堆積物と考えられる。
- ・ GL-1.73～2.52m はアシを多く含むシルトを主体とすることから、沼地に近い環境であったと考えられる。
- ・ GL-2.52～2.91m は、生痕を多く含む細粒の堆積物で、材片も挟在するため、ラグーン～海浜の堆積物であると考えられる。
- ・ GL-2.91～3.01m、GL-3.39～3.67m、GL-4.28～4.73m は、細粒砂から構成され、イベント堆積物の可能性がある。
- ・ GL-3.01～3.39m、3.67～4.28m、4.73～6.08m は、所々に生痕化石が認められ、細粒な堆積物から構成されることから、ラグーンの堆積物であると考えられる。
- ・ GL-6.08～6.89m は、全体的にやや腐植質で、材片を含むことから湖沼性の堆積物であると考えられる。

- ・ GL-6.89～7.92m は、凝灰質粘土から構成され、この深度に関しては一時陸化した可能性がある。また、上位層と比べて締りも良いことから、やや古い堆積物であることが推定される。
- ・ GL-7.92～8.43m は、このコアの中で唯一河川性の礫を挟在する。
- ・ GL-8.43～8.86m は、全体的に腐植質で水平堆積構造も発達することから、湖沼性の堆積物であると考えられる。
- ・ GL-8.68～8.74m は、礫質砂から構成され、イベント堆積物の可能性があるが、かなり古い堆積物と考えられる。
- ・ GL-8.74～10.00m の上位は、材片を多く含み、下部は生痕が発達する。湖沼性～ラグーン的环境下であったと考えられる。

【平沢地区】

- ・ B9-1 孔は、全体的に植物片混じり腐植質シルト(ピート)を主体とし、ピート中にシルトや砂の薄層を挟在する。
- ・ GL-0.48～0.96m は、礫混じりのシルト層で、河川の影響がある湖沼堆積物であると考えられる。
- ・ GL-0.96～3.45m は、未分解の植物片を多量に含むピートを主体とする。湿地性の堆積物であると考えられる。
- ・ GL-1.15～1.20m、GL-1.57～1.65m、GL-2.14～2.19m、GL-2.28～2.32m は、ピート中にシルトを含んでおり、何らかのイベント堆積物である可能性がある。
- ・ GL-2.96m は、1cm 程度の砂の薄層で、イベントと関係がある可能性がある。
- ・ GL-3.45～3.46m は、砂の薄層で、イベントと関係がある可能性がある。
- ・ GL-3.46～4.47m は、所々に材片を含む程度のシルト層であり、湖沼性の堆積物と考えられる。GL-3.83～3.87m に細粒砂を挟在する。
- ・ GL-4.47～5.14m は、やや厚い砂層であり、貝殻片を含むことからイベント堆積物の可能性がある。
- ・ GL-5.14～5.20m にやや乱れたシルト層を挟み、GL-5.20～5.96m も貝殻片を含む細粒砂を主体とする。
- ・ GL-5.96m 以深は、再びシルト～粘土が主体となり湖沼性の堆積物と考えられる。

【象潟町能因島地区】

- ・ B12-2-2 孔は、汽水～海成のラグーンの堆積物を主体とし、やや厚い砂層を挟む。
- ・ GL-0.20～1.00m は、貝殻を含む砂を主体とし、浅海性の堆積物であると考えられる。
- ・ GL-1.00～1.32m はラグーンの堆積物、GL-1.32～1.88m は材片やチャコールを含む非常に乱れた堆積物であり、イベント堆積物の可能性がある。
- ・ GL-1.88～2.00m、GL-2.18～2.32m は湖沼堆積物、GL-2.00～2.18m、GL-2.32～4.53m はラグーンの堆積物である可能性が高い。
- ・ コア最下部の GL-4.53～4.80m は、河川性の砂礫を主体とする。象潟は、元来海であった場所が象潟地震(1804 年)によって隆起した場所であり、ラグーンの堆積物が最も厚く認められる。

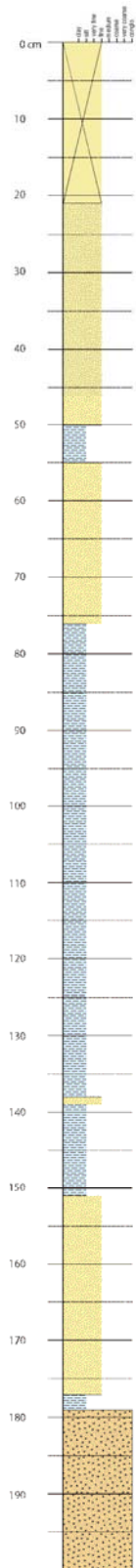


表-17.5.3.1 古屋敷地区 B10-4 の堆積環境

深度(m)	地質	堆積環境
0.00～0.21	耕作土	人工
0.21～0.42	細粒砂	河川またはイベント堆積物
0.42～0.64	シルト～シルト混じり砂	湿地性堆積物～河川
0.64～0.76	細粒砂(貝殻片)	河川またはイベント堆積物
0.76～1.38	シルト	湿地性堆積物 (水平堆積構造あり)
1.38～1.39	細粒砂	河川またはイベント堆積物
1.39～1.51	砂混じりシルト	湿地～河川
1.51～1.55	細粒砂	河川またはイベント堆積物 材片含み全体的に乱れる。
1.55～1.64	シルト混じり砂	河川
1.64～1.77	細粒砂	河川またはイベント堆積物
1.77～1.79	砂質シルト	湿地性堆積物
1.79～2.00	砂礫	河川

図-17.5.3.1 古屋敷地区 B10-4 の柱状図

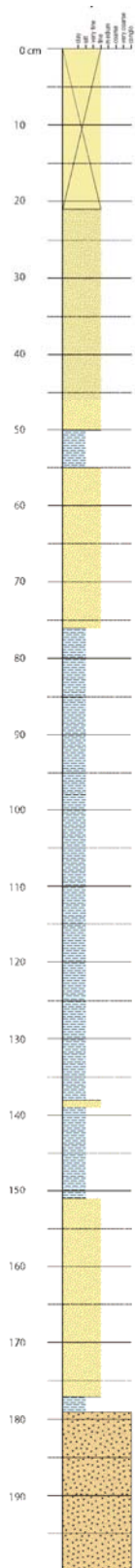


表-17.5.3.2 沢目地区 B1'-6 の堆積環境

深度(m)	地質	堆積環境
0.00 - 0.20	耕作土	人工
0.20 - 0.38	シルト～砂混じりシルト	湿地性堆積物
0.38 ~ 0.385	細粒砂	河川またはイベント堆積物
0.385 ~ 0.82	シルト～砂混じりシルト	湿地性堆積物
0.82 ~ 0.91	細粒砂～シルト混じり砂	河川またはイベント堆積物
0.91 ~ 1.40	シルト～砂質シルト	湿地性堆積物
1.40 ~ 1.55	シルト混じり砂	河川またはイベント堆積物
1.55 ~ 1.90	砂礫	河川

図-17.5.3.2 沢目地区 B1'-6 の柱状図



表-17.5.3.3 峰浜地区 B12-3 の堆積環境

深度(m)	地質	堆積環境
0.00 ~ 0.17	耕作土	人工
0.17 ~ 0.43	腐植混じりシルト	湿地性堆積物
0.43 ~ 1.36	細 ~ 中粒砂	砂丘砂 ~ 腐植混じり砂
1.36 ~ 1.73	腐植質シルト(ビート) ~ 腐植混じりシルト	湿地性 ~ 湿地性堆積物 (植物根を多量に含む)
1.73 ~ 2.09	腐植混じり砂	湿地 ~ 砂丘砂
2.09 ~ 2.18	腐植質シルト(ビート)	湿地性堆積物
2.18 ~ 2.48	腐植混じり砂	湿地 ~ 砂丘砂
2.48 ~ 2.52	腐植質シルト(ビート)	湿地性堆積物
2.52 ~ 2.54	細粒砂	河川またはイベント堆積物 (フカフカで締り悪い)
2.54 ~ 2.61	腐植質シルト(ビート)	湿地性堆積物
2.61 ~ 2.62	細粒砂 ~ シルト混じり砂	河川またはイベント堆積物
2.62 ~ 2.65	腐植質シルト(ビート)	湿地性堆積物
2.65 ~ 2.67	シルト混じり砂	河川またはイベント堆積物
2.67 ~ 3.13	腐植質シルト(ビート) 材片多量に含む	湿地性堆積物
3.13 ~ 3.21	中粒砂	河川またはイベント堆積物
3.21 ~ 3.25	腐植質シルト(ビート)	湿地性堆積物
3.25 ~ 3.28	細 ~ 中粒砂	河川またはイベント堆積物
3.28 ~ 3.49	腐植質シルト(ビート)	湿地性堆積物
3.64 ~ 3.65	細粒砂	河川またはイベント堆積物
3.65 ~ 3.70	シルト ~ 砂	湿地性堆積物
3.70 ~ 4.50	砂礫	河川

図-17.5.3.3 峰浜地区 B12-3 の柱状図

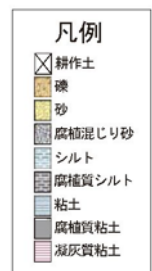
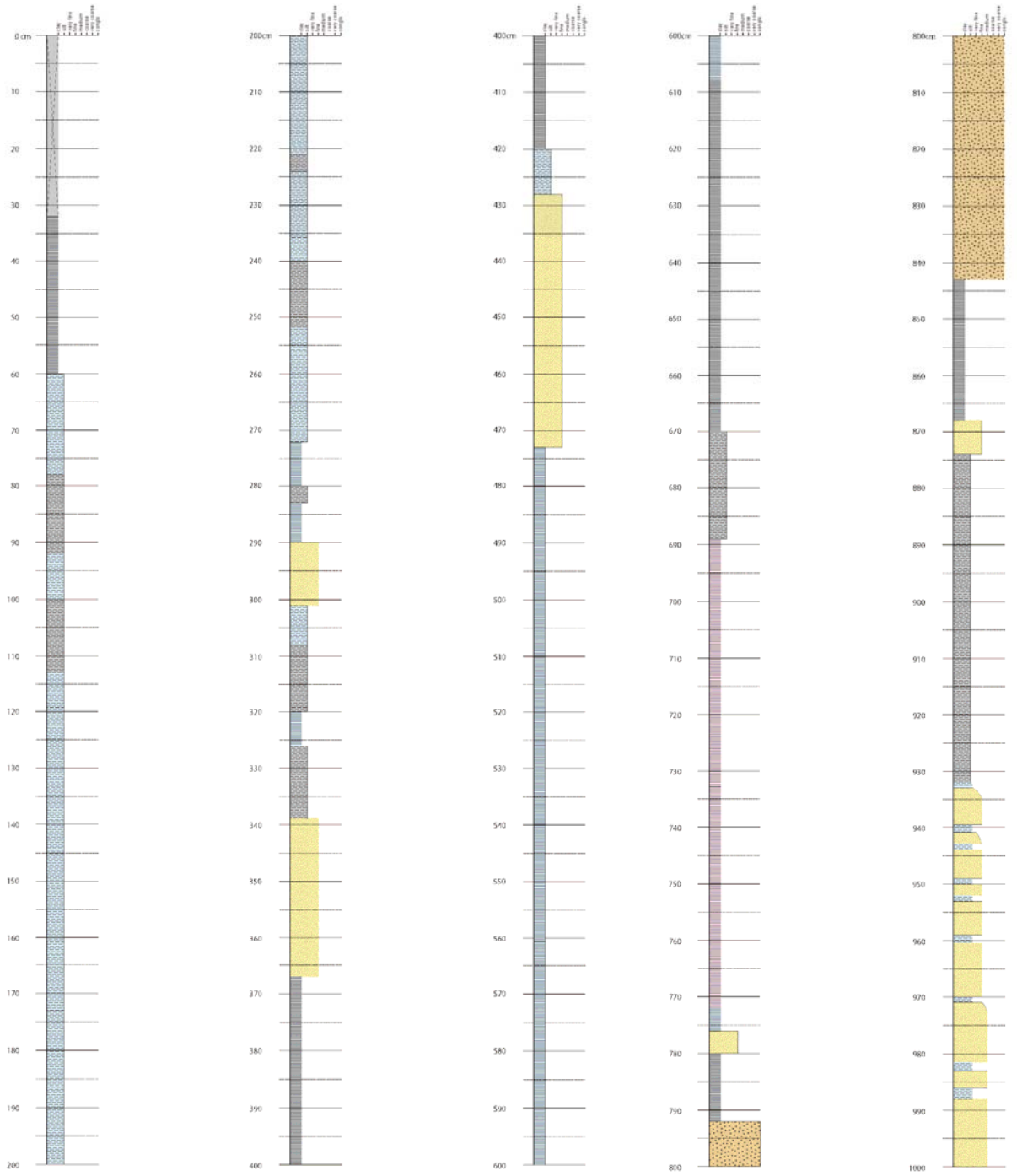


図-17.5.3.4 浜間口地区 B6-1 の柱状図

表-17.5.3.4 浜間口地区 B6-1 の堆積環境

深度(m)	地質	堆積環境
0.00 ~ 0.32	耕作土(腐植質シルト)	人工
0.32 ~ 1.13	腐植質シルト~シルト	アシ片、植物片多く含む 湿地性堆積物
1.13 ~ 1.73	砂質シルト	砂をパッチ状に含む(生痕) 海浜の堆積物
1.73 ~ 2.52	粘土~材混じりシルト	湿地性堆積物
2.52 ~ 2.91	砂質シルト~粘土	ラグーン(生痕あり)
2.91 ~ 3.01	シルト混じり砂	イベント堆積物
3.01 ~ 3.39	シルト~粘土	ラグーン
3.39 ~ 3.67	細粒砂 (シルトの薄層を挟む)	イベント堆積物
3.67 ~ 4.28	材混じり粘土	ラグーン(生痕あり)
4.28 ~ 4.73	シルト混じり砂 (全体的に乱れる)	イベント堆積物
4.73 ~ 6.08	粘土	ラグーン(生痕あり)
6.08 ~ 6.89	シルト混じり粘土 (腐植混じり)	湿地性堆積物
6.89 ~ 7.72	凝灰質粘土	陸成
7.72 ~ 7.92	腐植質粘土	陸成
7.92 ~ 8.43	粘土質礫	河川
8.43 ~ 8.86	腐植質粘土	湿地性堆積物
8.88 ~ 8.74	礫質砂	河川またはイベント堆積物
8.74 ~ 9.32	腐植質粘土	湿地性堆積物~ラグーン
9.32 ~ 10.00	砂質シルト~シルト質砂	ラグーン(生痕あり)

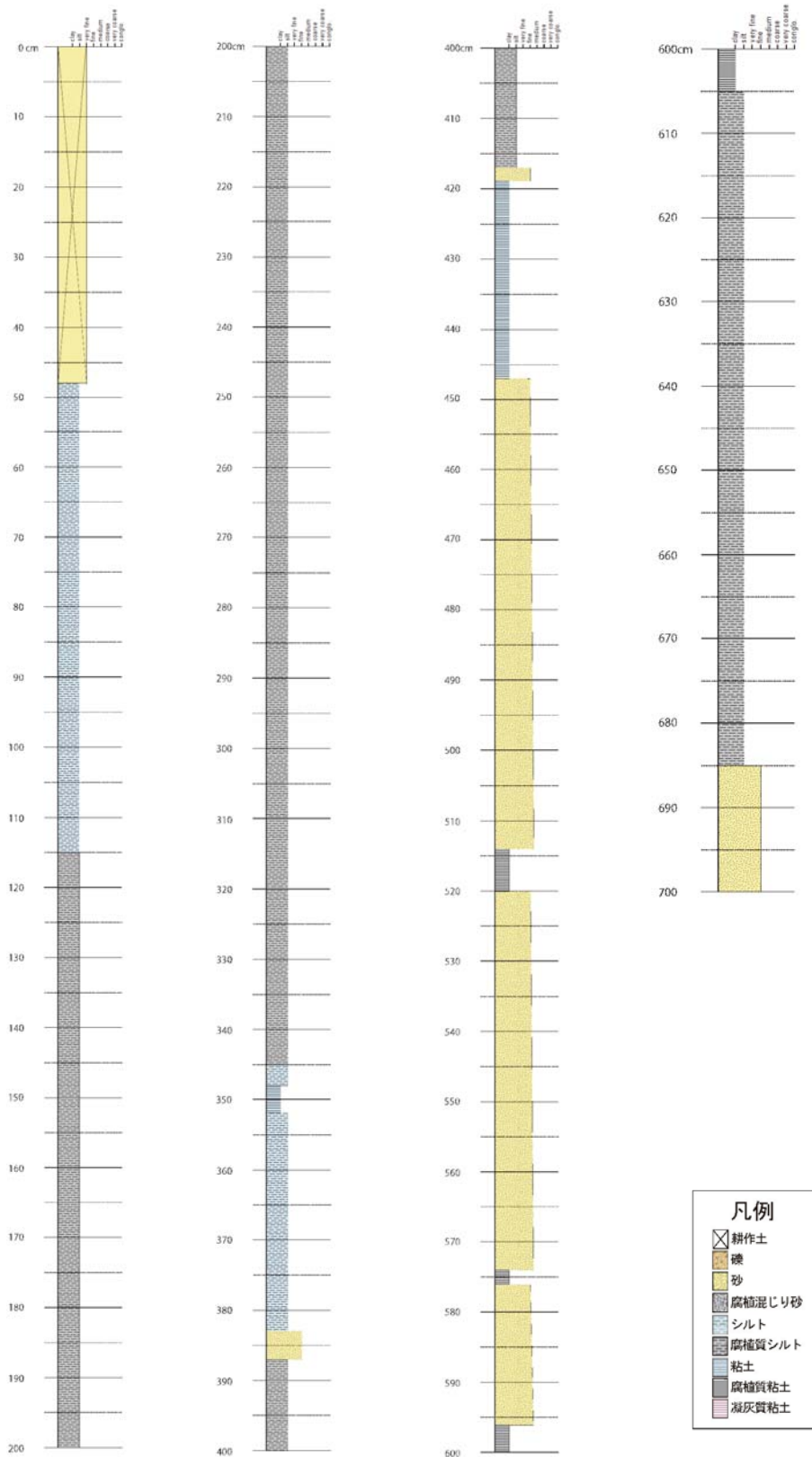


図-17.5.3.5 平沢地区 B9-1 の柱状図

表-17.5.3.5 平沢地区 B9-1 の堆積環境

深度(m)	地質	堆積環境
0.00 ~ 0.48	耕作土	湿地性堆積物
0.48 ~ 0.96	礫混じりシルト	湿地性堆積物 ~ 河川
0.96 ~ 1.15	腐植質シルト(ピート)	湿地性堆積物
1.15 ~ 1.20	腐植質シルト	イベント堆積物
1.20 ~ 1.57	植物片混じり腐植質シルト (ピート)	湿地性堆積物
1.57 ~ 1.65	シルト混じり腐植土	イベント堆積物
1.65 ~ 2.14	腐植質シルト(ピート)	湿地性堆積物
2.14 ~ 2.19	腐植質シルト	イベント堆積物
2.19 ~ 2.28	腐植質シルト(ピート)	湿地性堆積物
2.28 ~ 2.32	腐植質シルト	イベント堆積物
2.32 ~ 2.96	腐植質シルト(ピート)	湿地性堆積物
2.96	細粒砂	河川またはイベント堆積物
2.96 ~ 3.45	植物片混じり腐植質シルト (ピート)	湿地性堆積物
3.45 ~ 3.46	細粒砂	河川またはイベント堆積物
3.46 ~ 3.83	シルト ~ 腐植混じりシルト	湖沼堆積物
3.83 ~ 3.87	細粒砂	河川またはイベント堆積物
3.87 ~ 4.47	シルト ~ 粘土	湖沼堆積物
4.47 ~ 5.14	細粒砂	イベント堆積物(貝殻片含む)
5.14 ~ 5.20	粘土	湿地性堆積物
5.20 ~ 5.96	細粒砂	イベント堆積物(貝殻片含む)
5.96 ~ 6.85	シルト ~ 粘土 (全体的に腐植質)	湿地性堆積物
6.86 ~ 6.96	細粒砂	河川



表-17.5.3.6 象潟町能因島地区 B16-2-2 の堆積環境

深度 (m)	地質	堆積環境
0.00 ~ 0.20	耕作土	人工
0.20 ~ 1.00	細粒砂 (貝殻片含む)	浅海性の堆積物
1.00 ~ 1.32	砂質シルト (貝殻片含む)	ラグーン
1.32 ~ 1.88	シルト混じり砂 (材片チャコールを含み非常に乱れている)	イベント堆積物
1.88 ~ 2.00	腐植混じりシルト	湿地性堆積物
2.00 ~ 2.18	砂質シルト (貝殻片含む)	ラグーン
2.18 ~ 2.32	腐植混じりシルト	湿地性堆積物
2.32 ~ 4.53	シルト ~ 粘土 (材、貝殻をほとんど含まない)	ラグーン
4.53 ~ 4.80	砂礫	河川

図-17.5.3.6 象潟町能因島地区 B16-2-2 の柱状図

(2) 峰浜地区と平沢地区で掘削したコアの対比

本調査では6地区で複数のボーリングを掘削した。ここでは、イベント堆積物を多く含む峰浜地区と平沢地区で掘削したボーリングコアの対比を行う。

【峰浜地区】

3本のボーリングの標高は+3.26~3.35mであり、ほぼ同じである。

柱状図について、GL-2.00~2.50mに腐植質シルト層を挟むことは、3本ともに共通している。ただし、B12-1、B12-2は砂丘の影響が大きく、GL-2.00~2.50m以外は砂丘砂を主体としている。

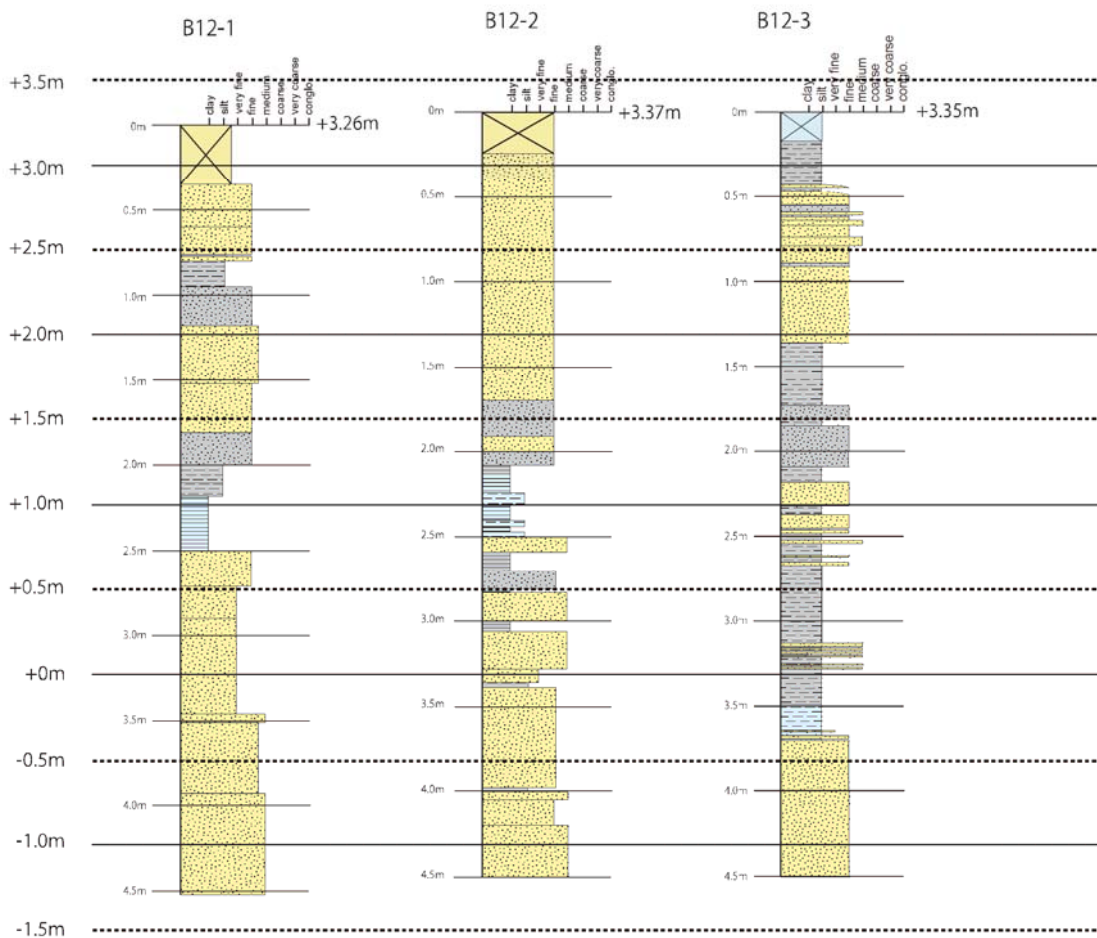


図-17.5.3.7 峰浜地区ボーリングコア(B12-1~3)の対比

17.6 室内分析

17.6.1 年代測定方法

(1) 放射性炭素年代測定

放射性炭素年代測定とは、自然の生物圏内において、放射性同位体である炭素 14(14C)の存在比率が生存状態では一定の比率を維持し、死後は半減期 5730 年で減少していくことを利用した動植物の遺骸を使用する年代測定方法である。放射性炭素年代は、yBP(year Before Present)で表記されるが、これは大気圏内核実験による放射線の影響をあまり受けていない 1950 年を起点として何年前かを表記している。

放射性炭素年代測定の測定法として炭素 14 (14C) が崩壊する際に発せられるベータ線を計測する方法「β法」と試料中の炭素 14 を直接数える方法「AMS 法 (accelerator mass spectrometry)」がある。AMS 法はより微量な試料で分析可能な方法であり、今回はこの方法を用いて測定した。

(2) テフラ分析

テフラとは、火山噴出物のうち溶岩を除く火山砕屑物のことである。テフロクロノロジー (tephrochronology) は、テフラを用いて、地層や地形の堆積または形成時代を評価する学問である。今回行ったテフラ分析は、ボーリングコアに挟在する火山灰について、重鉱物組成、ガラスの形状、火山ガラスや斜方輝石の屈折率等の測定結果から既知のテフラと対比するものである。なお、風化等により分析するテフラの形状が悪い場合は、主成分化学分析によりテフラ対比を行う場合がある。

火山噴火によって噴出したテフラは、瞬時にその時代の地表面を広域に覆うため、地層中のテフラの同定を行うことにより、その地層の年代特定が可能である。

(3) 珪藻化石分析

珪藻は、おおよそ 1 億 8500 年前から現在まで、淡水から海水まで水域に多く分布する藻類であり、珪質な殻を持ち、化石として残りやすいという特徴を持つ。また、形態は多種多様であり、地質時代や環境 (水温や塩分濃度等) によって敏感に変化するため、特徴的な種の構成群を分析することによって、その堆積物の形成時代を評価することが可能である。

17.6.2 ボーリングコア試料の観察

本調査では、ボーリングコアから採取した以下の試料を分析し、堆積年代、堆積環境の復元を行った。

なお、分析数量は表-17.6.2.1 に示すように、14C 年代分析が 55 試料、テフラ分析が 2 試料、珪藻分析が 36 試料である。

表-17.6.2.1 分析試料一覧

地区	孔番	14C	テフラ	珪藻
古屋敷	B10-4	7	-	6
沢目	B1'-5	1	-	0
沢目	B1'-6	1	-	6
峰浜	B12-3	21	-	10
浜間口	B6-1	5	-	3
平沢	B9-1	16	-	8
象潟町能因島	B16-2-2	4	2	3
計		55	2	36

17.7 津波浸水域及び津波発生年代に関する評価

17.7.1 津波浸水域について

今回認められたイベント堆積物は、津波堆積物と断定できず、また点のデータであるため、浸水域の評価にまで至っていない。ただし、イベント堆積物が認められた地点の標高が 2～5m 程度であったことから、これらを津波堆積物と仮定すると、海岸域において、標高 2～5m 程度の範囲が津波により浸水した可能性がある。

17.7.2 地区ごとのイベント堆積物の年代について

各地区の地形断面とボーリング柱状図を図示するとともに、地区ごとに認められたイベント堆積物の堆積年代を以下に示す。

【古屋敷地区】

1100yBP 前後、1190yBP 以前、1090yBP 以降にイベント堆積物が認められる。イベント堆積物の年代の幅があり、1000yBP 以降の詳細な年代は不明である。

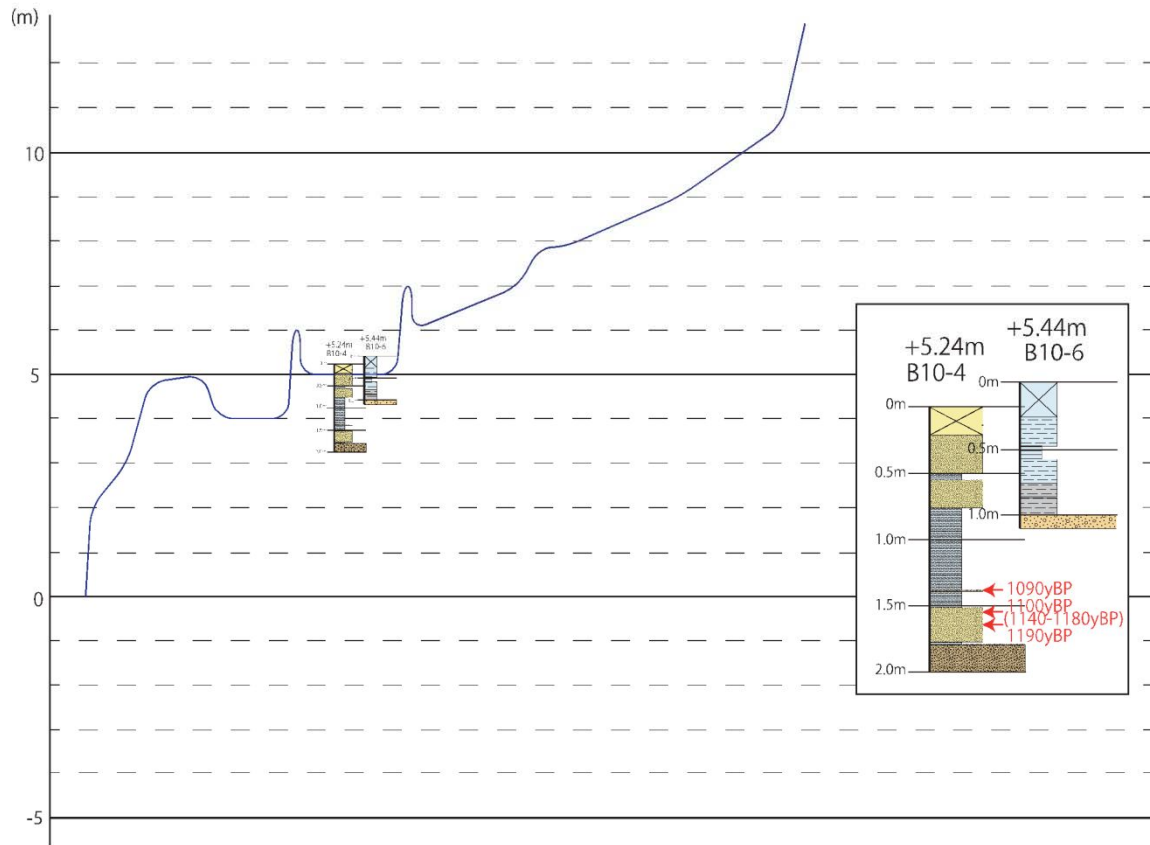


図-17.7.2.1 断面とボーリング位置(古屋敷地区)

【沢目地区】

340yBP 以降にイベント堆積物が認められる、日本海中部や歴史地震との関係が考えられるが詳細は不明である。

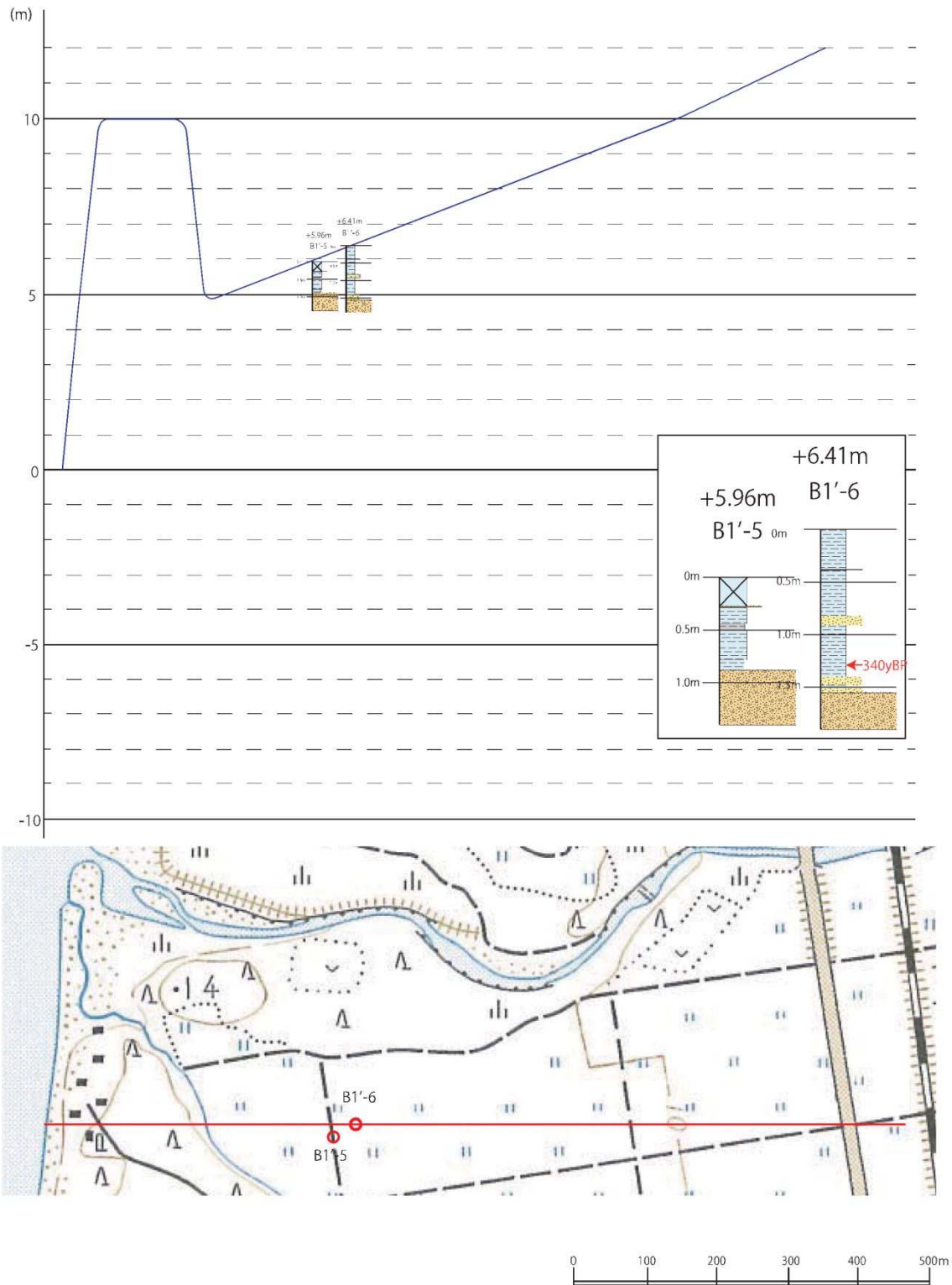


図-17.7.2.2 断面とボーリング位置(沢目地区)

【峰浜地区】

1800yBP から 1030yBP 間のイベント堆積物が連続的に堆積しており、その間に定期的にイベント堆積物が認められる。堆積物の年代に関して、中間値を取ると 1815yBP、1620yBP、1320yBP、1145yBP となり、おおよそ 200～300 年に一度程度イベント堆積物が堆積していることが推定される。

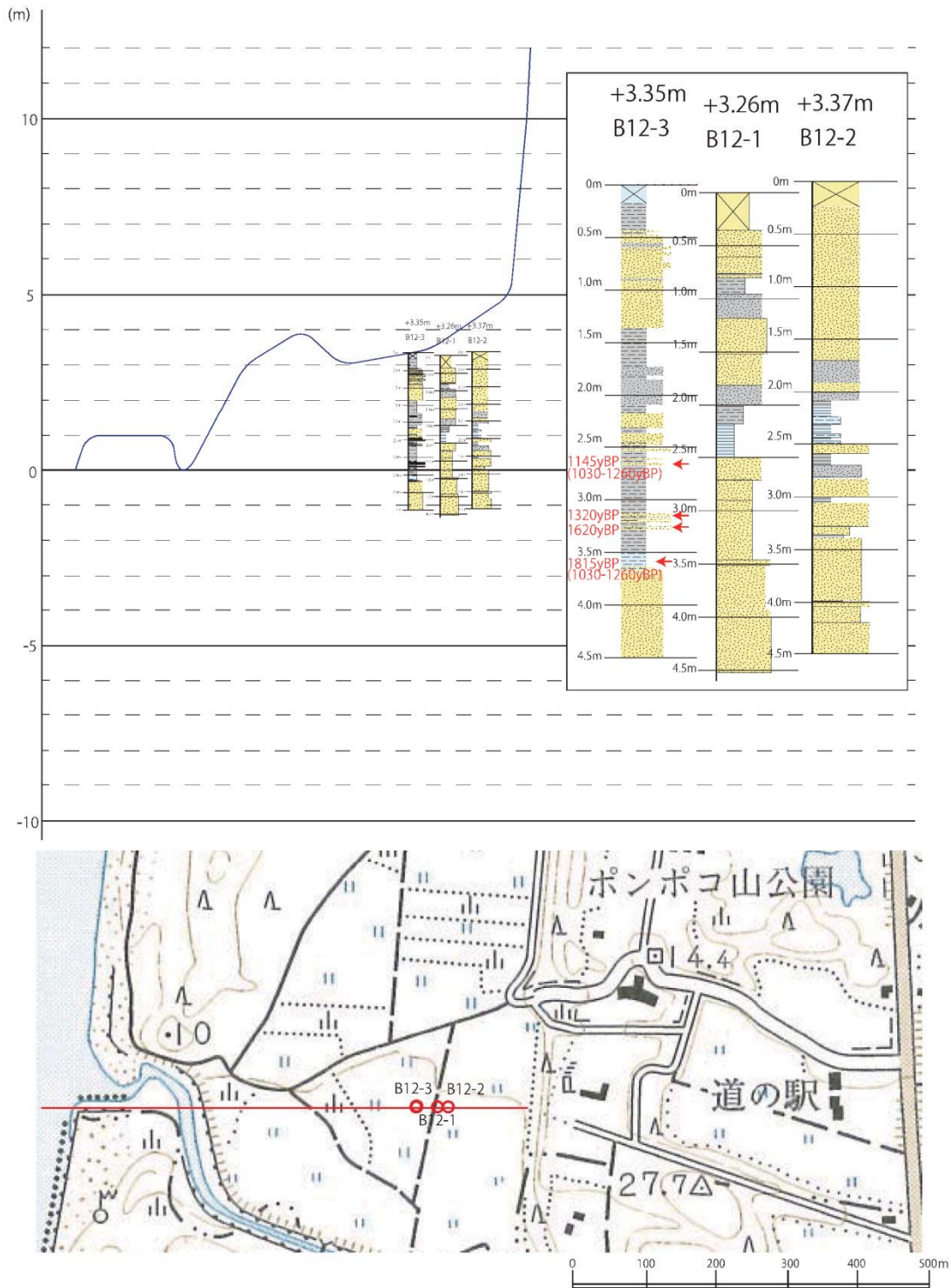


図-17.7.2.3 断面とボーリング位置(峰浜地区)

【浜間口地区】

6300yBP にイベント堆積物が認められるが、6000yBP 以降はイベント堆積物が認められない。

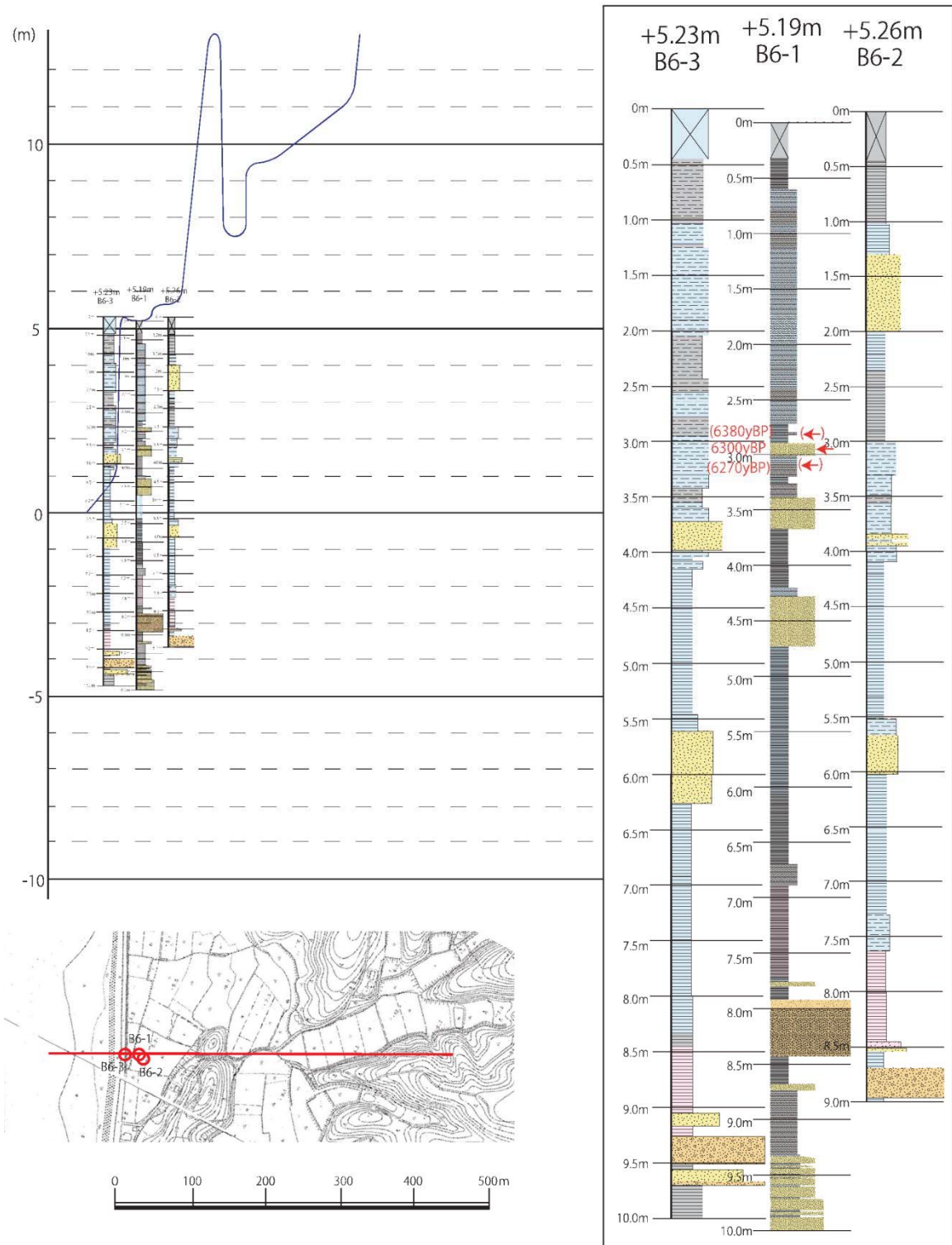


図-17.7.2.4 断面とボーリング位置(浜間口地区)

【平沢地区】

2500yBP から 750yBP 間の堆積物が連続的に堆積しており、その間に定期的にイベント堆積物が認められる。堆積物の年代に関して、中間値取ると 750yBP、1130yBP、1570yBP、2065yBP、2310yBP となり、400～500年に一度程度イベント堆積物が堆積していることが推定される。

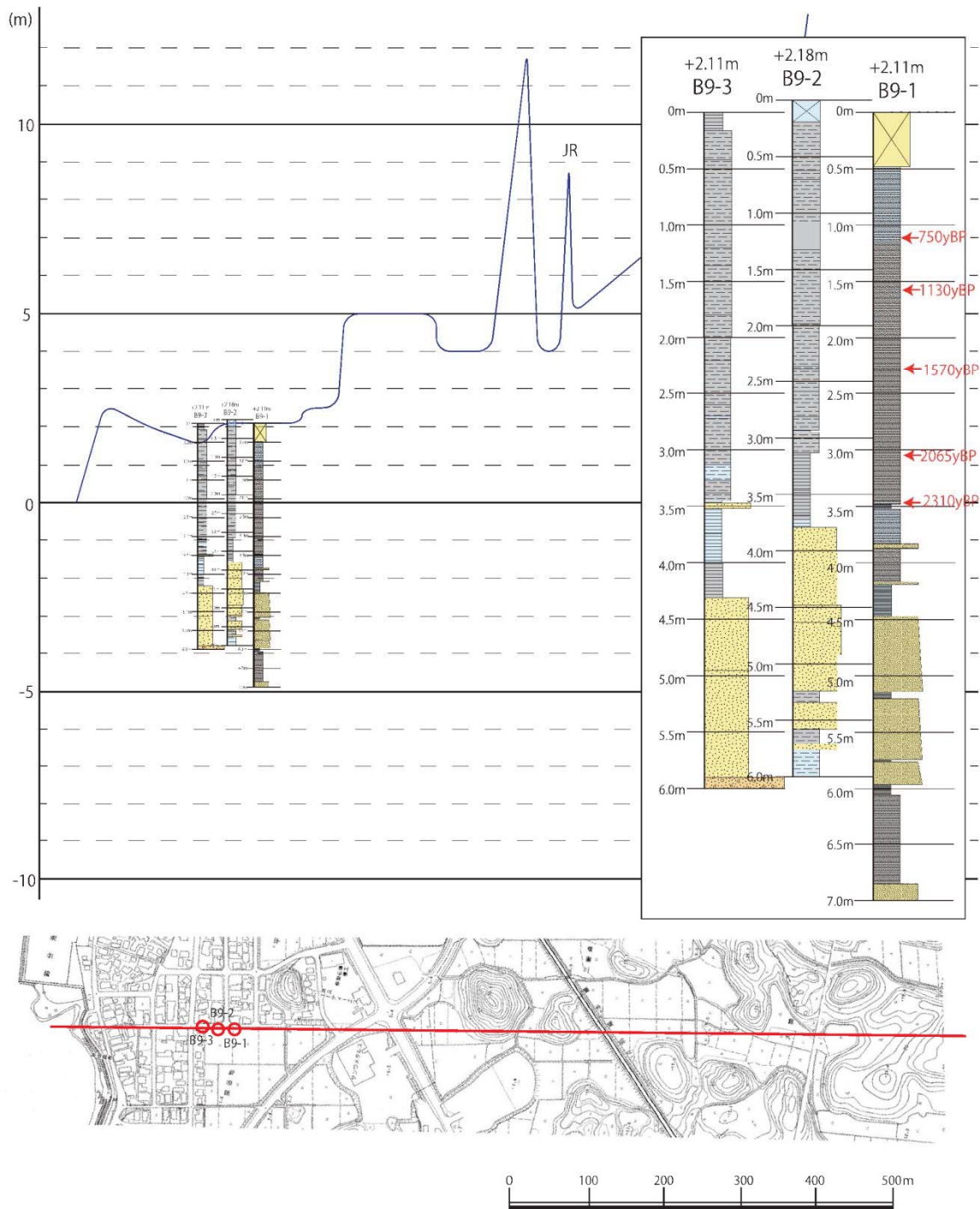


図-17.7.2.5 断面とボーリング位置(平沢地区)

【象潟町能因島地区】

2190yBP ~ 2680yBP にのみイベント堆積物が認められる。この深度に認められる堆積物は非常に乱れていること、年代が2600年前の鳥海山の山体崩壊とほぼ一致することから鳥海山の山体崩壊に関係した堆積物の可能性が高いと考えられる。

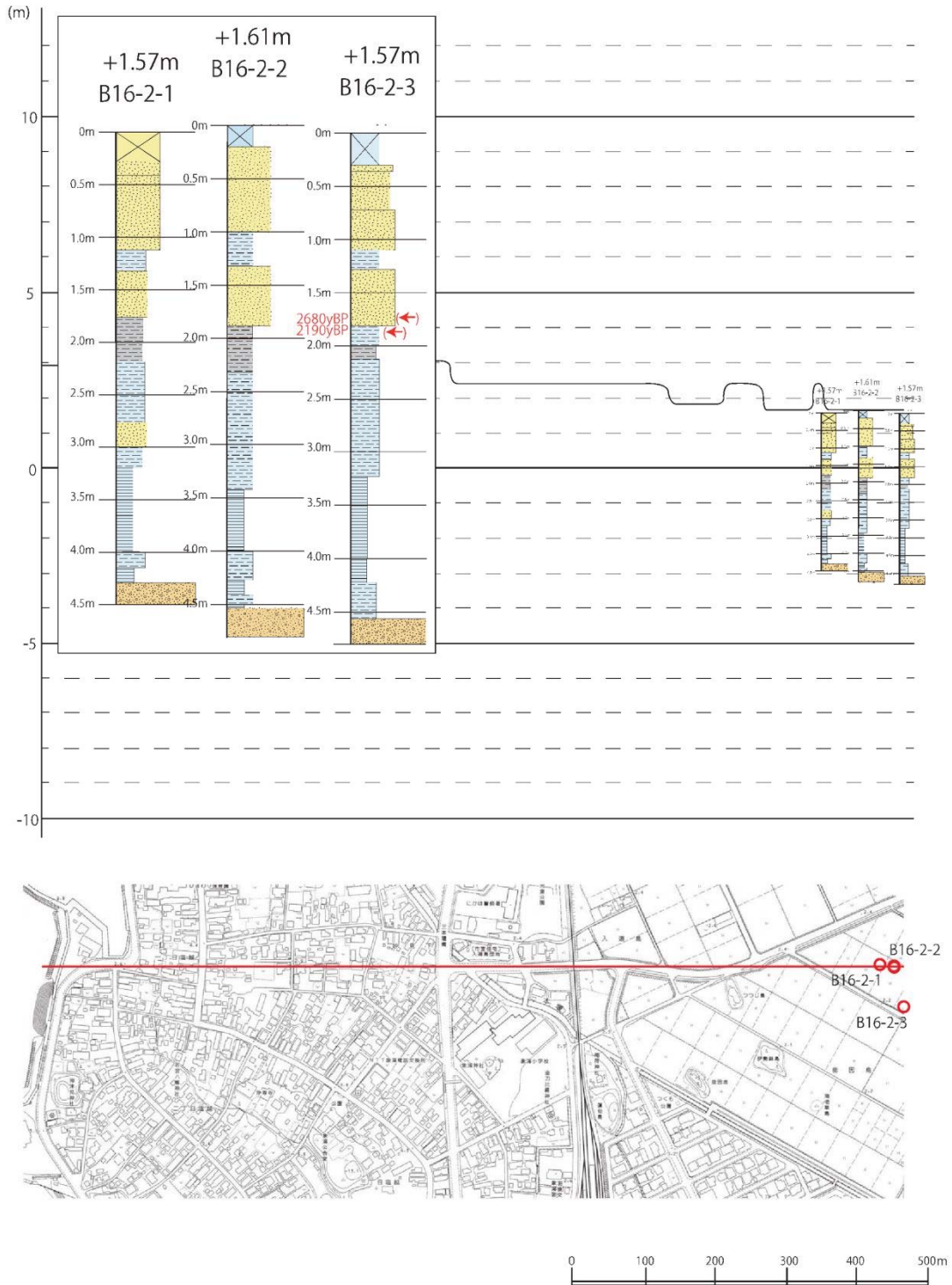


図-17.7.2.6 断面とボーリング位置(象潟町能因島地区)

図-17.7.2.7 に分析した試料の結果を加えた対比断面図を示す。また、コア観察結果、珪藻分析の結果等を総合的に判断し、イベント堆積物と判断した地質の深度を表-17.7.2.1 に示した。これらの結果を基に、イベント堆積物の分布年代一覧図を作成した(図-17.7.2.8)。

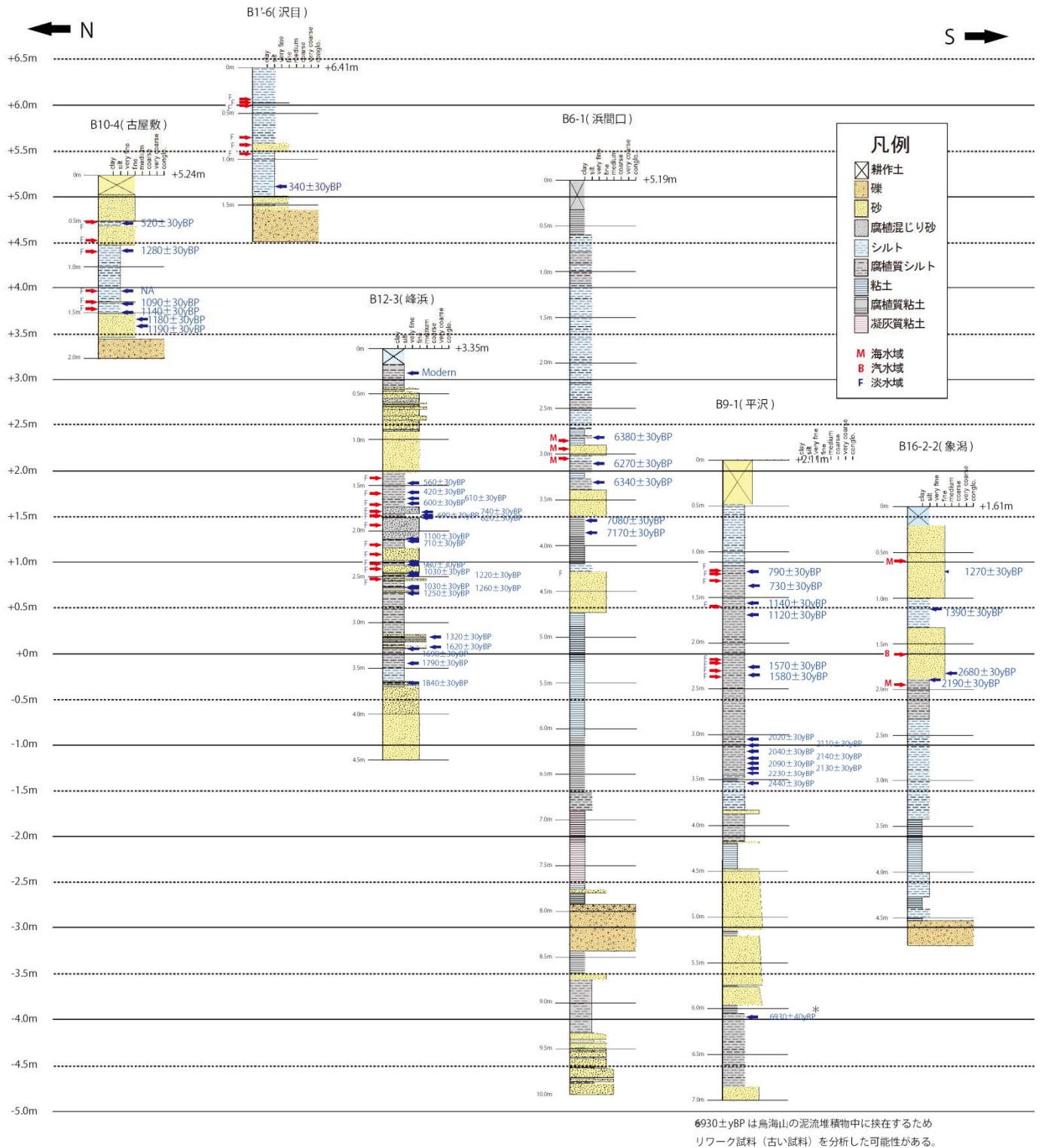


図-17.7.2.7 ボーリング対比柱状図

表-17.7.2.1 イベント堆積物と堆積年代

地区	孔番	深度(m)	地質	特徴	年代(yBP)	イベント堆積物分類
古屋敷	B10-4	0.21-0.41	細粒砂	砂の薄層	< 520	
		0.64-0.76	細粒砂	貝殻片含む	520-1090	
		1.38-1.39	細粒砂	砂の薄層	1090	
		1.51-1.55	細粒砂	層の乱れ	1140-1180	
		1.64-1.77	細粒砂	層の乱れ	> 1190	
沢目	B1'-6	0.38-0.385	細粒砂	砂の薄層	< 340	
		0.82-0.91	細粒砂	砂の薄層	< 340	
峰浜	B12-3	2.52-2.54	細粒砂	砂の薄層	1030	
		2.61-2.62	細粒砂	砂の薄層	1030-1260	
		2.65-2.67	細粒砂	砂の薄層	1260-1250	
		3.13-3.21	細粒砂	砂の薄層	1320	
		3.25-3.28	細粒砂	砂の薄層	1620	
		3.64-3.65	細粒砂	砂の薄層	1790-1840	
浜間口	B6-1	2.91-3.01	シルト混じり砂	層の乱れ	6270-6380	
		3.39-3.67	細粒砂	砂の薄層	6340-7080	
		4.28-4.73	シルト混じり砂	層の乱れ	> 7170	
		8.68-8.74	砂-細礫	砂の薄層	-	
平沢	B9-1	1.15-1.20	腐植混じりシルト	ピート中挟在	730-790	
		1.57-1.65	シルト混じり腐植土	ピート中挟在	1120-1140	
		2.14-2.19	腐植質シルト	ピート中挟在	1120-1570	
		2.28-2.32	腐植質シルト	ピート中挟在	1570-1580	
		2.96	細粒砂	砂の薄層	2020-2110	
		3.45-3.46	細粒砂	砂の薄層	2180-2440	
		3.83-3.87	細粒砂	砂の薄層	2480	
		4.47-5.14	細粒砂	砂の薄層(貝)	2500-6900	
象潟町能因島	B16-2-1	1.30-1.75	シルト混じり砂	層の乱れ	2190-2680	
	B16-2-2	1.32-1.88	シルト混じり砂	層の乱れ		
	B16-2-3	1.28-1.81	シルト混じり砂	層の乱れ		

凡例
 : 砂の薄層
 : 貝殻混じり
 : 海成の珪藻

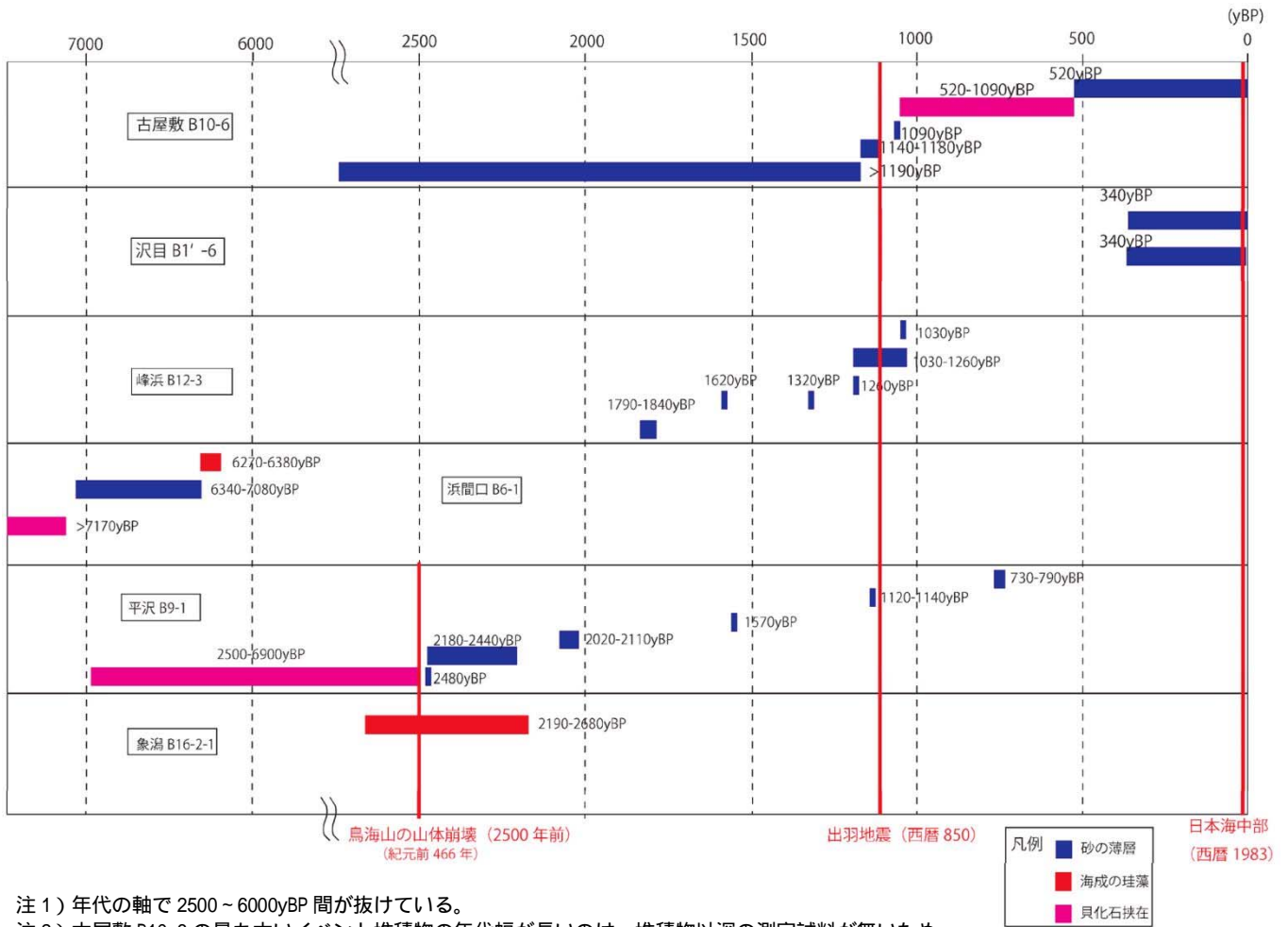


図-17.7.2.8 イベント堆積物の分布年代一覧

17.7.3 秋田県沿岸域における津波発生年代の評価

秋田県沿岸域における津波堆積物調査の結果、判明したことを以下に整理する。

- 1) イベント堆積物は、調査した全域で連続的に認められてないため、詳細な対比は不明であるが、八峰町峰浜地区を秋田県北部の代表地点、にかほ市平沢地区を秋田県南部の代表地点とすると、北部と南部でイベント堆積物の分布頻度が異なり、北部では200～300年に1回、南部では400～500年に1回程度イベント堆積物が認められる。仮に津波堆積物であるとする、北部では、おおよそ南部の2倍程度の頻度で津波が発生していることになる。
- 2) 秋田県北部・南部(古屋敷地区、峰浜地区、平沢地区)において、1100yBP 前後にイベント堆積物が認められる。この年代は出羽地震(西暦850年)に一致する(表-17.2.1参照)。1100yBP のイベント堆積物は、出羽地震に関係している可能性があり、仮に津波堆積物であるとする、秋田県全域に津波が襲来した可能性がある。
- 3) 平沢地区、象潟町能因島地区では、2500yBP 前後にイベント堆積物が認められるが、一方で、同年代において平沢地区以北ではイベント堆積物が認められない。平沢地区、象潟町能因島地区で認められる2500yBP 前後イベント堆積物は、鳥海山の山体崩壊(約2500年前)と関係している可能性がある。
- 4) 今回評価したイベント堆積物は暴風雨、波浪、台風などに由来する堆積物に由来する可能性もあり、津波堆積物とは断定できていない。同一地区内での詳細なコア対比や、今後の詳細な調査により、津波堆積物か他のイベント堆積物かを評価することが必要である。