

### **3. 日本海沿岸における地震性隆起地域の 海岸地形との比較検討について**

### 積丹半島の海岸地形分布高度に関する検討関連



:H28年8月22日ヒアリング



:H28年8月26日審査会合



:H28年9月30日審査会合

No	指摘事項	回答方針
1	積丹半島の海岸地形については、西岸の神恵内周辺を境として、海岸地形の発達の様子が異なる。この差異について、海底地形も含めた断面図を作成すること等によって説明すること。また、海岸地形高度と海岸線の形状の観点についても補足すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>積丹半島西岸及び北・東岸の海底地形状況については、陸域の地形はDEMデータを、海域の地形は漁場図等を用いて海底地形を含む地形断面図を作成し、特徴の差異について検討した。</li> <li>積丹半島の海岸地形の分布状況の差異については、地質及びMm1段丘の分布の観点から検討した。</li> <li>回答内容は、「当資料」P40～P68に掲載。</li> <li>積丹半島西岸の海岸地形高度と海岸線形状の関係について、海岸地形分布高度を平坦度の観点から整理した結果に基づき、考察した。</li> <li>回答内容は、「当資料」P112に掲載。</li> </ul>
2	日本海側における地震性隆起地域の文献については、隆起ベンチの計測方法、計測箇所(旧汀線の指標)等に詳述がないものもあるが、可能な範囲で北電の解釈も含めた記載の充実を図ること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>青森県大戸瀬周辺に関する文献であるNakata et al. (1976)の隆起ベンチ高度測定方法及び測定位置に関する当社の解釈について、他文献等を参考に補足した。</li> <li>回答内容は、「当資料」P94～P95に掲載。</li> </ul>

一部修正 (H28/9/30審査会合)

**【検討目的】**

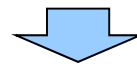
- 日本海側において地震性隆起が確認されている地域の海岸地形と積丹半島西岸の海岸地形を比較する。

**【検討内容】**

- 日本海沿岸においては、史実により地震性隆起が生じたとされる地域が存在することから、代表的な地域について文献レビューを行い、比較対象地域を選定した。
- 比較対象地域の選定に当たっては、「沿岸部の地質」、「海岸地形の分布状況」、「海岸地形の高度計測状況」及び「震源断層の推定状況」を参考とした。
- 選定した地域について、積丹半島西岸の海岸地形と比較し、特徴の差異について検討を実施した。

**【検討結果】**

- 比較対象地域には、以下の観点から、青森県大戸瀬周辺及び新潟県佐渡島小木半島の海岸地形を選定した。
  - ①積丹半島西岸と同様に、火砕岩の海岸地形が分布する。
  - ②海岸地形の高度計測内容が充実しており、顕著な隆起・沈降量が計測されている。
  - ③海岸地形と震源断層の位置関係が積丹半島西岸で議論となっているもの（陸側を隆起させる海域の逆断層センスの構造）と類似している。
- 上記地域との比較の結果、積丹半島西岸の海岸地形には、比較対象地域に認められるような汀線方向に向かって系統的に高度変化を伴う又は高度が一定となるような状況は認められない。



- 積丹半島西岸の海岸地形は、日本海側における地震性隆起地域の海岸地形の状況とは特徴が異なるものと判断される。

## 3.2 比較検討地点選定

### ①比較検討地点選定 (-1/2-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

- 日本海沿岸においては、史実により地震性隆起が生じたとされる地域が存在する。
- このうち、代表的な地域について文献レビューを行い、比較対象地域を選定した。
- 比較対象地域の選定に当たっては、「沿岸部の地質」、「海岸地形の分布状況」、「海岸地形の高度計測状況」及び「震源断層の推定状況」を参考とした。



日本海沿岸における地震性隆起の代表的な地域

日本海沿岸における地震性隆起の代表的な地域と隆起要因となった近年の地震

地域	近年の地震
①青森県大戸瀬周辺	1793年 西津軽地震
②秋田県岩館周辺	1704年 羽後岩館地震
③秋田県男鹿半島	1939年 男鹿地震
④秋田県象潟周辺	1804年 象潟地震
⑤新潟県粟島	1964年 新潟地震
⑥新潟県佐渡島小木半島	1802年 佐渡小木地震
⑦石川県関野鼻周辺	2007年 能登半島地震
⑧島根県浜田周辺	1872年 浜田地震

#### 【比較対象地域の選定結果】

○以下の観点から、青森県大戸瀬周辺及び新潟県佐渡島小木半島の海岸地形を選定した。

- ①積丹半島西岸と同様に、火砕岩の海岸地形が分布する。
- ②海岸地形の高度計測内容が充実しており、顕著な隆起・沈降量が計測されている。
- ③海岸地形と震源断層の位置関係が積丹半島西岸で議論となっているもの（陸側を隆起させる海域の逆断層センスの構造）と類似している。

# 3.2 比較検討地点選定

## ①比較検討地点選定 (-2/2-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

### 日本海沿岸における地震性隆起の代表的な地域の海岸地形

地域	沿岸部の地質 <sup>※1</sup> (青色ハッチング: 火砕岩が分布する 地域)	海岸地形の分布状況 (青色ハッチング:海岸地形が広く分布する地域)	海岸地形の高度計測状況 (青色ハッチング:高度計測内容が充実しており、顕著な隆起・沈降量が計測された地域)			震源断層の推定状況 (青色ハッチング:海岸地形と震源断層との位置関係が積丹半島西岸で議論となっているもの(隆起を隆起させる海 域の逆断層センスの構造)と類似している地域)
			計測方法・内容	計測範囲 <sup>※2</sup>	計測された 隆起・沈降量 <sup>※3</sup>	
①青森県 大戸瀬 周辺	火砕岩、堆積岩、 溶岩	○千畳敷をはじめ、海抜1-2mの波食台が岩礁状に 海岸線を縁取っており、これは西津軽地震で隆起し た旧波食棚と言われている。(平山・上村,1985)	○海岸線1kmごとの隆起ベンチ高度を測定し、海岸線の垂直変 位量を報告している。(Nakata et al., 1976) ○ハンドレベルを用いた測量により、大戸瀬周辺9測線の隆起ベ ンチの縦断面を作成し、その形態を報告している。(高橋, 1967) (古川, 1976)	約30km以上 (Nakata et al., 1976)	~250cm	○陸側上りの逆断層運動によるもので、震央 は大戸瀬崎沖と推定されている。(福留, 1993)
②秋田県 岩館周辺	火砕岩、堆積岩、 溶岩	○羽後岩館地震により隆起したベンチが広範囲に広 がる。(Nakata et al., 1976)	○海岸線1kmごとの隆起ベンチ高度を測定し、海岸線の垂直変 位量を報告している。(Nakata et al., 1976)	約30km以上 (Nakata et al., 1976)	~200cm	○沿岸に東傾斜の逆断層(陸側上り)が推定 される。(福留, 1993)
③秋田県 男鹿半島	火砕岩、堆積岩、 溶岩	○三角測量により半島全域で隆起が確認されており、 このうち半島西岸においては、50cm程度の陸地隆 起が気付かれたとされている(今村, 1941)。	○男鹿半島西岸について、旧汀線痕跡より、6地点の隆起量を報 告している。(今村, 1941)	約20km (半島西岸のみ) (今村, 1941)	20~50cm	○男鹿半島西部における断層(逆断層)の変動 (東上り)によるものと推定される。(今泉, 1977)
④秋田県 象潟周辺	砂、岩屑なだれ 堆積物、溶岩	○地震性隆起が確認されている沿岸部のうち、一部 (小砂川以南)にノッチ・隆起ベンチが断片的に分布 する。(平野ほか, 1979)	○ハンドレベルを用いた測量により、小砂川以南3地点の隆起ベ ンチ高度について報告している。(平野ほか, 1979)	約8km (小砂川以南のみ) (平野ほか, 1979)	90~110cm	○震源断層は海岸にごく近い海底にあり、海岸 線にほぼ平行する走向をもち、東へ傾斜する 逆断層と推定される。(平野ほか, 1979)
⑤新潟県 粟島	堆積岩、溶岩	○新潟地震により島全域に分布する波食棚が離水し、 粟島全体が北西方に傾動隆起した。(中村ほか, 1964)	○ポケットコンパスにより、地震時に離水した汀線付近に生息する 生物遺骸の高度を島全周囲22地点で測定し、隆起量を報告し ている。(中村ほか, 1964) ○ティルトングレベルを用いた測量により、60測線の海岸縦断面 を作成し、その形態を報告している。(高橋, 1965)	約20km (島全体) (中村ほか, 1964)	80~150cm	○粟島の位置する大陸棚縁部の地塊全体が 1964年新潟地震時に隆起した。この地塊は 東側に断層(逆断層)をもつ傾動地塊である。 (茂木, 1977)
⑥新潟県 佐渡島 小木半島	火砕岩、溶岩	○小木地震は顕著な海岸隆起を伴ったことで知られて おり、隆起ベンチは主に小木半島南岸及び北西岸 に分布する。(太田ほか, 1976)	○隆起ベンチの分布を1万分の1実測図で報告している。(徳重, 1936) ○ハンドレベル及びオートレベルを用いた測量により、隆起ベンチ と旧海食崖との傾斜変換点高度を28地点で測定し、1802年 の旧汀線高度を報告している。(太田ほか, 1976)	約15km (半島全体) (太田ほか, 1976)	28~213cm	○走向ほぼ東西で北へ傾斜する断層(逆断層) が小木半島南岸沿いに存在すると推定して いる。(太田ほか, 1976)
⑦石川県 関野鼻 周辺	火砕岩、堆積岩、 溶岩	○能登半島地震では、沿岸域において隆起、沈降を 伴い、潮間帯付近に生息する固着生物が離水・沈 降している様子が観察された。(宍倉ほか, 2009)	○地震前後の航空レーザー計測による鉛直地殻変動より沿岸部の 隆起・沈降量を報告している。(浜田ほか, 2007) ○カキの付着上限高度を指標とし、23地点の隆起・沈降量を報告 している。(山本ほか, 2007)	約80km (山本ほか, 2007)	-10~+40cm	○能登半島西方沖の北東-南西方向に伸びる 長さ約20kmの南東傾斜の逆断層の一部が関 連した可能性が高い。(地震調査研究推進本 部地震調査委員会, 2007)
⑧島根県 浜田周辺	火砕岩、堆積岩、 溶岩	○曇ヶ浦の広く平滑な波食棚は浜田地震の際、海底 より隆起したものと言われている。(豊島, 1978) ○海岸には、新期海成堆積物、離水波食棚、離水ノ ッチ、離水海食洞などの旧汀線の指標となる地形や 堆積物がみられる。(藤森ほか, 1990)	○曇ヶ浦の隆起ベンチ1測線の縦断面を作成している <sup>※4</sup> 。(豊島, 1978) ○ハンドレベル及び光波測距儀を用いた測量により、離水した13 地点の波食棚・潮間帯生物化石の高度測定を行い、沿岸部の 隆起・沈降量を報告している。(藤森ほか, 1990)	約25km (藤森ほか, 1990)	-120~ +180cm	○浜田地震は海岸部に隆起・沈降が交互に現 れるかなり複雑な地殻変動を引き起こし、中 期更新世以降の長期的な地殻変動の一般傾 向とは異なる地殻変動を生じさせた地震であ るとし、陸域に断層を推定している。(藤森ほ か, 1990)

□ : 比較対象として選定した地域 □ : 秋田県岩館周辺は、比較対象地域としての条件を満たしているが、当該地域に近接している青森県大戸瀬周辺は、相対的に高度計測内容が充実し、より顕著な隆起量を示すことから、青森県大戸瀬周辺に代表させることとした。

※1 20万分の1地質図 ※2 隆起・沈降したとされる海岸地形が分布する範囲の汀線距離を採取。 ※3 隆起・沈降量は、計測範囲に記載の文献に基づく。  
※4 豊島(1978)では、曇ヶ浦も含む山陰海岸の3地点について縦断面を作成し、平均海面上約2mの離水した波食棚が認められることから、縄文海進期以降、2~2.5m程度の海水準期が続いたとしている。曇ヶ浦以外の2地点は近年の地震による地殻変動は報告されていない。

### 積丹半島西岸の海岸地形

地域	沿岸部の地質	海岸地形の分布状況	海岸地形の高度計測状況	海岸地形と議論となっている構造との位置関係
積丹半島西岸	火砕岩主体	○波食棚と潮間帯より標高の高い地形が混在して、 断続的に分布する。	○DEMデータ(1mメッシュ)を用いて、海岸地形高度の定量化を実施。	○積丹半島西岸のMm1段丘及び海岸地形を一 様に隆起させる汀線と平行な活構造の有無に ついて議論となっている。

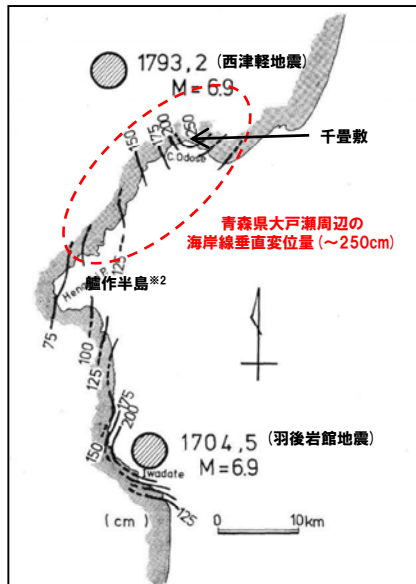
### 3.3 青森県大戸瀬周辺との比較

#### ①-1 青森県大戸瀬周辺の海岸地形状況（高度分布）（-1/2-）

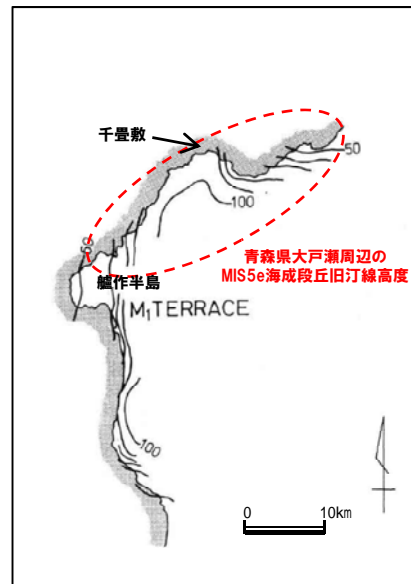
一部修正（H28/9/30審査会合）

##### 【海岸地形高度】

- Nakata et al. (1976) では、海岸線1kmごとの隆起ベンチ高度を測定し※1、1793年西津軽地震時の海岸線の垂直変位量を報告している。
- Nakata et al. (1976) では、海岸線の垂直変位量は大戸瀬の千畳敷において最大値（2.5m）を示し、東方向及び南西方向に向かって減少するとされている。



青森県大戸瀬周辺の  
海岸線垂直変位 (cm)  
(Nakata et al., 1976に加筆)



青森県大戸瀬周辺の  
MIS5e海成段丘旧汀線高度 (m)  
(Nakata et al., 1976に加筆)

※1 Nakata et al. (1976) では、隆起ベンチ高度の測定について、その測定方法や詳細な測定位置に関する記載はないため、次頁に当社の解釈を補足する。



写真1 1793年の地震時に隆起した青森県大戸瀬・千畳敷の離水波食棚 [1988年9月八木浩司撮影] 背後の更新世段丘群の保存もよい。

※3 小池・町田編 (2001) では、大戸瀬の千畳敷背後の海成段丘面はMIS5cとされ、旧汀線高度は54mとされている。

青森県大戸瀬の千畳敷 (小池ほか編, 2005)

※2 艦作（へなし）半島付近は1704年羽後岩館地震及び1793年西津軽地震の両方の影響を受けている可能性がある。しかし、少なくとも艦作半島北方の青森県大戸瀬周辺では、千畳敷から汀線方向約20kmにわたり、海岸地形高度は南西方向に向かって250cm～100cmに減少する傾向が認められる。

##### 【MIS5e海成段丘高度】

- Nakata et al. (1976) では、MIS5e海成段丘旧汀線高度は大戸瀬の千畳敷付近において最大となり、東方向及び南西方向に向かって減少しており、後期更新世を通して西津軽地震と同様の地殻変動の累積を受けているとされている。
- 小池・町田編 (2001) では、青森県大戸瀬周辺のMIS5e海成段丘高度は、東北日本弧北部日本海側において相対的に高く（約88m）、高度不連続が認められる（P114～P115参照）。
- 積丹半島西岸のMm1段丘高度は、旧汀線付近で約25mであり、ほぼ一定であると評価される（P12「積丹半島の段丘分布高度に関する検討」参照）。

### 3.3 青森県大戸瀬周辺との比較

#### ①-1 青森県大戸瀬周辺の海岸地形状況 (高度分布) (-2/2-)

【Nakata et al. (1976) の隆起ベンチ高度測定方法及び測定位置に関する当社の解釈】

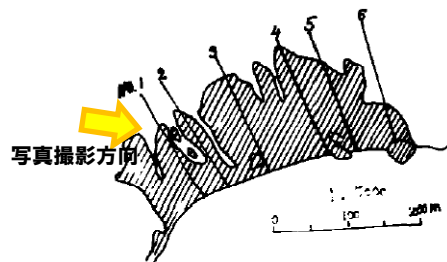
(測定方法)

○海岸地形高度を測定した文献では、ハンドレベル等を用いた測量が一般的であるため、Nakata et al. (1976) の隆起ベンチ高度の測定方法も他文献と同様に、ハンドレベル等を用いたものであると推定される。

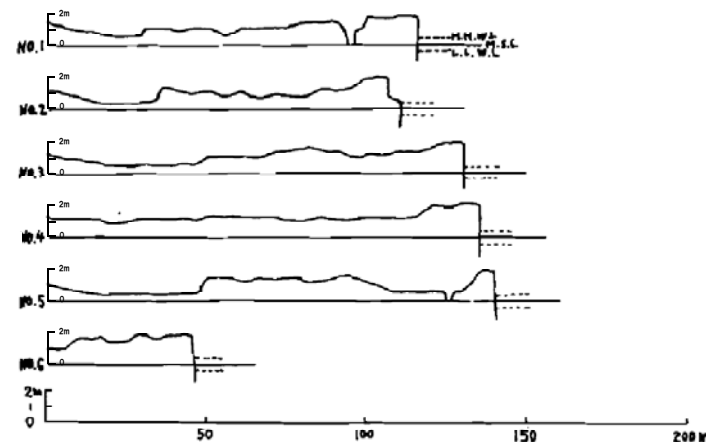
(測定位置)

○古川 (1976) では、ハンドレベルを用いた測量により大戸瀬千畳敷の隆起ベンチの縦断面形を作図しており、縦断位置における隆起ベンチ高度は2m程度のもも認められる。

○Nakata et al. (1976) では、大戸瀬千畳敷の垂直変位量2.5mとしており、古川 (1976) と概ね調和的であることから、隆起ベンチにおける代表的な高度を測定しているものと推定される。



大戸瀬千畳敷隆起ベンチ  
縦断面位置図  
(古川, 1976に加筆)



大戸瀬千畳敷隆起ベンチ 縦断面形  
(古川, 1976に加筆)



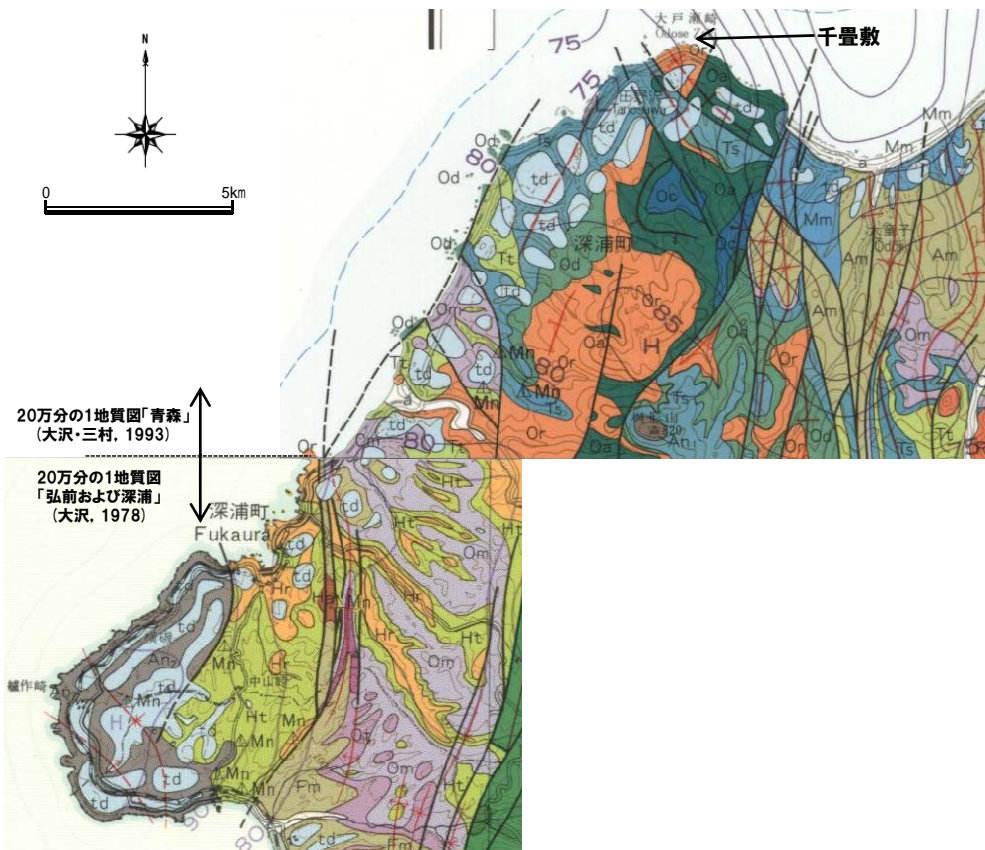
写真 大戸瀬千畳敷隆起ベンチ状況

# 3.3 青森県大戸瀬周辺との比較

## ①-2 青森県大戸瀬周辺の海岸地形状況 (地質)

再掲 (H28/9/30審査会合)

【20万分の1地質図「青森」(大沢・三村, 1993) 及び20万分の1地質図「弘前および深浦」(大沢, 1978)】  
○沿岸部には, 多様な岩種 (火砕岩, 堆積岩及び溶岩) が分布する。



青森県大戸瀬周辺の地質  
(大沢・三村, 1993及び大沢, 1978に加筆)

### 20万分の1地質図「青森」凡例 海岸部抜粋 (大沢・三村, 1993に加筆)

第四紀 更新世	段丘堆積物 Terrace deposits	td	泥、砂及び礫 Mud, sand and gravel
鮮新世	A 舞戸層 Maito Formation	Mm	シルト岩、砂岩及び酸性凝灰岩を伴う Siltstone, with sandstone and acidic tuff
	A 赤石層 Akaishi Formation	Am	暗灰色泥岩、酸性凝灰岩を伴う Dark grey mudstone, with acidic tuff
中新世中期-後期	A 大瀬子層 Ōdōji Formation	Om	硬質泥岩、酸性凝灰岩を伴う Hard mudstone, with acidic tuff
	A	田野沢層 Tanosawa Formation	Ts
Tt		流紋岩-安山岩火砕岩、泥岩を伴う Rhyolite-andesite volcanoclastic rocks, with mudstone	
中新世前期-中期	大戸瀬層上部 Upper part of Ōdose Formation	Oe	輝石安山岩溶岩及び火砕岩 Pyroxene andesite lava and volcanoclastic rock
		Or	黒雲母流紋岩-デイサイト溶岩及び火砕岩 Biotite rhyolite-dacite lavas and volcanoclastic rocks
A	大戸瀬層下部 Lower part of Ōdose Formation	Oa	(かんらん石)輝石安山岩溶岩及び火砕岩、まれに(輝石)かんらん石玄武岩を伴う (Olivine-pyroxene andesite lavas and volcanoclastic rocks with rarely pyroxene) olivine basalt
		Oc	砂岩及び礫岩、安山岩火砕岩及び泥岩を伴う Sandstone and conglomerate, with andesite volcanoclastic rock and mudstone

### 20万分の1地質図「弘前および深浦」凡例 海岸部抜粋 (大沢, 1978に加筆)

第四紀 全新世	砂丘堆積物 Sand dune deposits	sd	砂 Sand
更新世	段丘堆積物 Terrace deposits	td	泥・砂および礫 Mud, sand and gravel
中新世	粗角輝岩層・素波里安山岩など Soma Agglomerate Formation, Subaru Andesites, etc.	An <sub>2</sub>	(角閃石)輝石安山岩火砕岩(溶岩を伴う) (Hornblende-) pyroxene andesites pyroclastic rock (with lava)
	早川層・大高層・阿仁合層上部・花輪層など Hayaguchigawa Formation, Ōkuzu Formation, Upper part of Anai Formation, Hanawa Formation, etc.	Ht	酸性火砕岩(泥岩・砂岩などを伴う) Acid pyroclastic rock (with mudstone, sandstone, etc.)
Hr		流紋岩溶岩および流紋岩溶結凝灰岩(石英安山岩溶岩を伴う) Rhyolite lava and rhyolite welded tuff (with dacite lava)	
A	大戸瀬層上部 Upper part of Ōdose Formation	Ha	輝石安山岩溶岩および火砕岩 Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
		Hb	(輝石)橄欖石玄武岩溶岩および火砕岩 (Pyroxene-) olivine basalt lava and pyroclastic rock



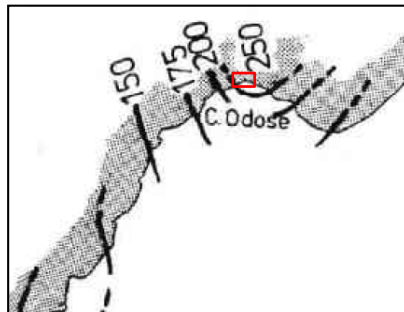
### 3.3 青森県大戸瀬周辺との比較

#### ①-3 青森県大戸瀬周辺の海岸地形状況 (離水状況-1/2-)

一部修正 (H28/9/30審査会合)

##### 【大戸瀬千畳敷】

- Nakata et al. (1976) によれば、海岸線の垂直変位量は2.5mとされている。
- 大沢・三村 (1993) によれば、当該地域付近には新第三系下部～中部中新統の大戸瀬層上部が分布しており、地質は「黒雲母流紋岩-デイサイト溶岩及び火砕岩」とされている。
- 古川 (1976) によれば、当該地域付近には変質の著しい堅硬な淡緑色凝灰岩類が分布するとされている。



航空写真範囲①  
(Nakata et al., 1976に加筆)



Or 黒雲母流紋岩-デイサイト溶岩及び火砕岩  
Biotite rhyolite-dacite lavas and volcaniclastic rocks

航空写真範囲②  
(大沢・三村, 1993に加筆)



航空写真 (大戸瀬千畳敷)



写真a. 大戸瀬千畳敷状況



写真b. 大戸瀬千畳敷の地質 (淡緑色凝灰岩類)

### 3.3 青森県大戸瀬周辺との比較

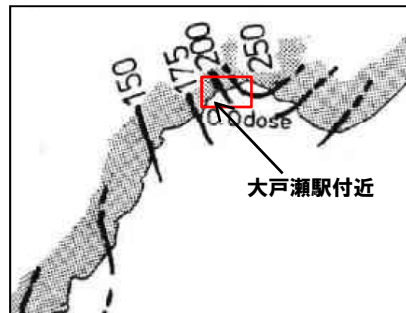
#### ①-3 青森県大戸瀬周辺の海岸地形状況 (離水状況-2/2-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

##### 【大戸瀬駅付近】

○Nakata et al. (1976) によれば、海岸線の垂直変位量は1.75m~2.0mとされている。

○大沢・三村 (1993) によれば、当該地域付近には新第三系下部~中部中新統の田野沢層が分布しており、地質は「砂岩・礫岩及び泥岩、流紋岩-安山岩火砕岩を伴う」とされている。



航空写真範囲①  
(Nakata et al., 1976に加筆)



航空写真範囲②  
(大沢・三村, 1993に加筆)



航空写真 (大戸瀬駅付近)



写真c. 大戸瀬駅付近離水波食棚状況 (砂岩)



写真d. 大戸瀬駅付近離水波食棚の地質 (砂岩)

## ①-4 青森県大戸瀬周辺の海岸地形状況 (まとめ)

再掲 (H28/9/30審査会合)

## 【海岸地形高度】

- Nakata et al. (1976) では、海岸線1kmごとの隆起ベンチ高度を測定し、1793年西津軽地震時の海岸線の垂直変位量を報告している。
- Nakata et al. (1976) では、海岸線の垂直変位量は大戸瀬の千畳敷において最大値 (2.5m) を示し、東方向及び南西方向に向かって減少するとされている。

## 【地質】

- 大沢・三村 (1993) 及び大沢 (1978) によれば、沿岸部には多様な岩種 (火砕岩、堆積岩及び溶岩) が分布する。

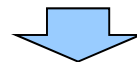
## 【離水状況】

## (大戸瀬千畳敷)

- Nakata et al. (1976) によれば、海岸線の垂直変位量は2.5mとされている。
- 大沢・三村 (1993) によれば、当該地域付近には新第三系下部～中部中新統の大戸瀬層上部が分布しており、地質は「黒雲母流紋岩-デイサイト溶岩及び火砕岩」とされている。
- 古川 (1976) によれば、当該地域付近には変質の著しい堅硬な淡緑色凝灰岩類が分布するとされている。

## (大戸瀬駅付近)

- Nakata et al. (1976) によれば、海岸線の垂直変位量は1.75～2.0mとされている。
- 大沢・三村 (1993) によれば、当該地域付近には新第三系下部～中部中新統の田野沢層が分布しており、地質は「砂岩・礫岩及び泥岩、流紋岩-安山岩火砕岩を伴う」とされている。



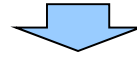
- 青森県大戸瀬周辺では、沿岸部に多様な岩種 (火砕岩、堆積岩及び溶岩) が分布するが、1793年西津軽地震時の隆起ベンチ高度は、大戸瀬の千畳敷において最大値 (2.5m) を示し、東方向及び南西方向に向かって系統的に減少する状況が認められる。

# 3.3 青森県大戸瀬周辺との比較

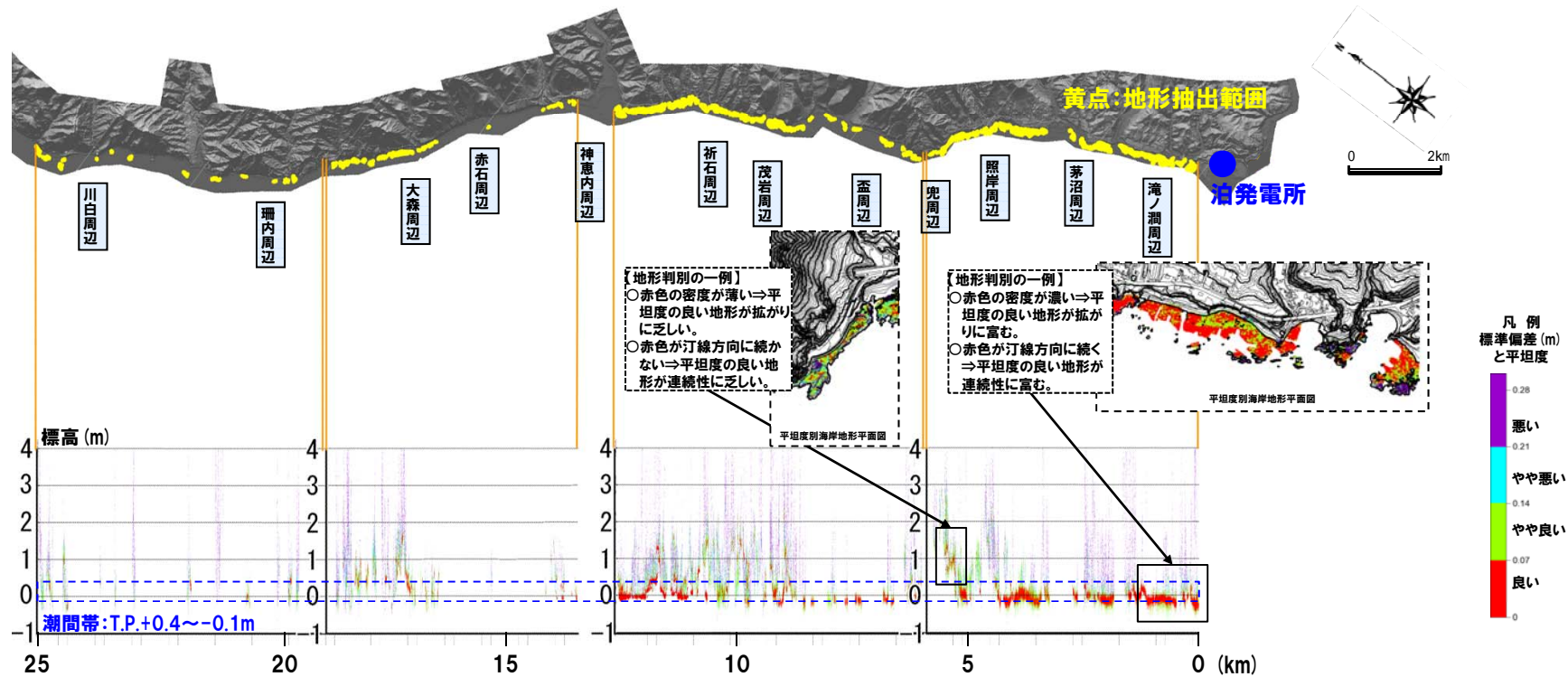
## ②積丹半島西岸の海岸地形状況

再掲 (H28/9/30審査会合)

- 積丹半島西岸の海岸地形分布高度を平坦度の観点から整理した結果を示す。
- 平坦度の良い海岸地形 (赤色凡例) は、その多くが潮間帯以下に認められる。
- 潮間帯より標高の高い範囲の平坦度の良い微地形は、拡がりや連続性に乏しく分布高度にもばらつきが認められることから、大局的には平坦度が悪いものと考えられる。



○積丹半島西岸の海岸地形には、平坦度の良い地形が、潮間帯より標高の高い範囲において、汀線方向に向かって系統的に高度変化を伴う又は高度が一定となるような状況は認められない。



汀線方向における平坦度別海岸地形高度分布図

余白

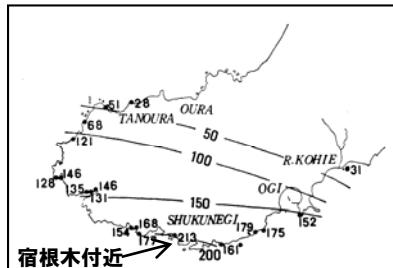
# 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

## ①-1 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (高度分布)

一部修正 (H28/9/30審査会合)

### 【海岸地形高度】

- 太田ほか (1976) では、ハンドレベル及びオートレベルを用いた測量により、隆起ベンチと旧海食崖との傾斜変換点高度を28地点で測定し、1802年 (佐渡小木地震) の旧汀線高度を報告している。
- 太田ほか (1976) では、旧汀線高度は宿根木付近において最大値 (213cm) を示し、半島を北方向に向かって減少するとされている。



佐渡島小木半島における1802年の旧汀線高度 (cm) (太田ほか,1976に加筆)



傾斜変換線 (1802年旧汀線)



傾斜変換線 (1802年旧汀線)

上写真: 宿根木付近の隆起ベンチ  
下写真: 隆起ベンチと旧海食崖との傾斜変換線 (1802年旧汀線) (太田ほか,1976に加筆)

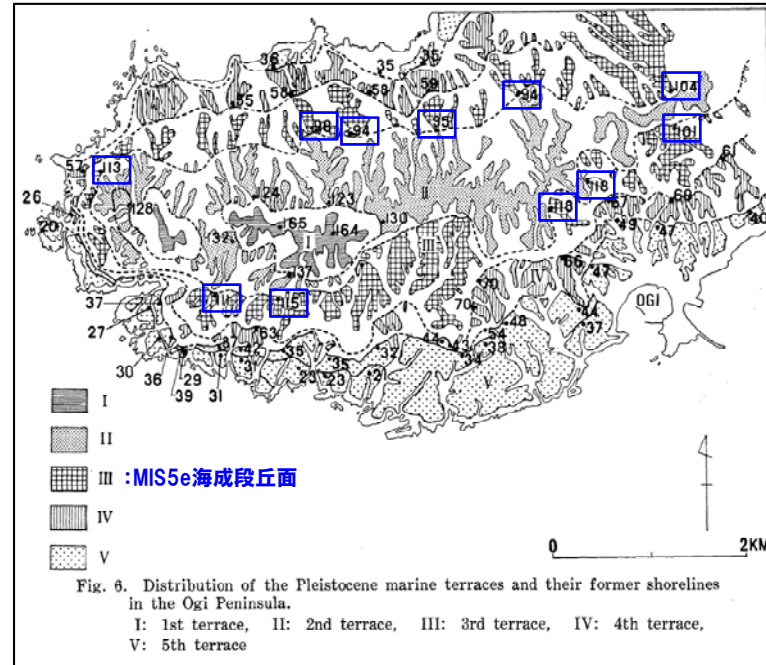


Fig. 6. Distribution of the Pleistocene marine terraces and their former shorelines in the Ogi Peninsula.  
I: 1st terrace, II: 2nd terrace, III: 3rd terrace, IV: 4th terrace, V: 5th terrace

□ : MIS5e海成段丘旧汀線高度 (m)

佐渡島小木半島におけるMIS5e海成段丘旧汀線高度 (m) (太田ほか,1976に加筆)

### 【MIS5e海成段丘高度】

- 太田ほか (1976) では、MIS5e海成段丘旧汀線高度は南側が北側よりも高く、北方への傾動が認められるとされ、佐渡小木地震と同様の地殻変動の累積を受けているとされている。
- 小池・町田編 (2001) では、佐渡島小木半島のMIS5e海成段丘旧汀線高度について、太田ほか (1976) を引用している。
- 積丹半島西岸のMm1段丘高度は、旧汀線付近で約25mであり、ほぼ一定であると評価される (P12「積丹半島の段丘分布高度に関する検討」参照)。

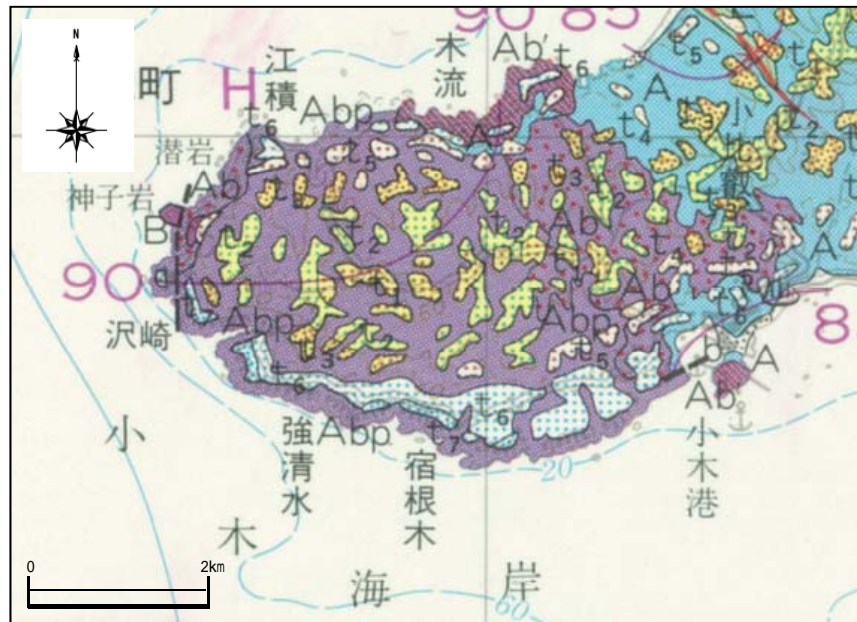
# 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

## ①-2 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (地質)

再掲 (H28/9/30審査会合)

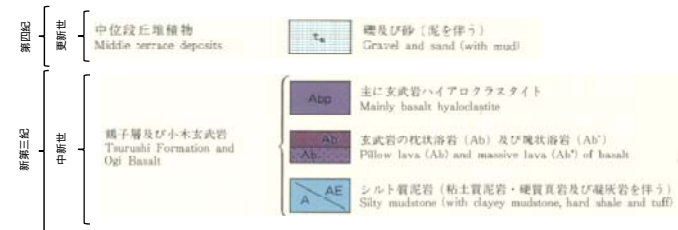
【20万分の1地質図「相川及び長岡の一部 (佐渡島)」(角, 1990)】

○小木半島沿岸部には、新第三系中新統の小木玄武岩が分布し、地質は大部分がハイアロクラスタイトであり、一部西岸において枕状溶岩及び塊状溶岩である。



佐渡島小木半島周辺の地質 (角, 1990に加筆)

20万分の1地質図「相川及び長岡の一部 (佐渡島)」凡例 海岸部抜粋 (角, 1990に加筆)



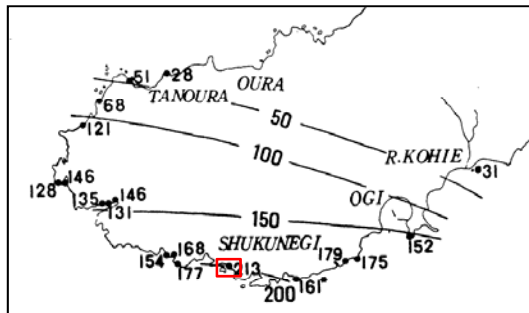
### 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

#### ①-3 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (離水状況-1/5-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

##### 【宿根木付近】

- 太田ほか (1976) によれば, 1802年の旧汀線高度は213cm (最大値) とされている。
- 角 (1990) によれば, 当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており, 地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。
- 当社の地表地質踏査結果より, 当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に基質が多いものと礫が多いものが分布する。



航空写真範囲①  
(太田ほか, 1976に加筆)



航空写真範囲②  
(角, 1990に加筆)



航空写真 (宿根木付近)



写真a. 宿根木付近離水波食棚状況①



写真b. 写真a離水波食棚の地質  
(Hyalo, 基質多)



写真c. 宿根木付近離水波食棚状況②  
(地質はHyalo, 礫多)



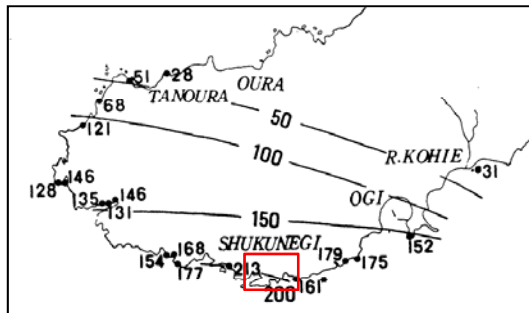
### 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

#### ①-3 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (離水状況-2/5-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

**【琴浦付近】**

- 太田ほか (1976) によれば, 1802年の旧汀線高度は161cmとされている。
- 角 (1990) によれば, 当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており, 地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。
- 当社の地表地質踏査結果より, 当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に基質が多いものと礫が多いものが分布する。



航空写真範囲①  
(太田ほか, 1976に加筆)



航空写真範囲②  
(角, 1990に加筆)



航空写真 (琴浦付近)



写真d. 琴浦付近離水波食棚状況①



写真e. 写真d離水波食棚の地質  
(Hyalo, 礫多)



写真f. 琴浦付近離水波食棚状況②  
(地質はHyalo, 基質多)

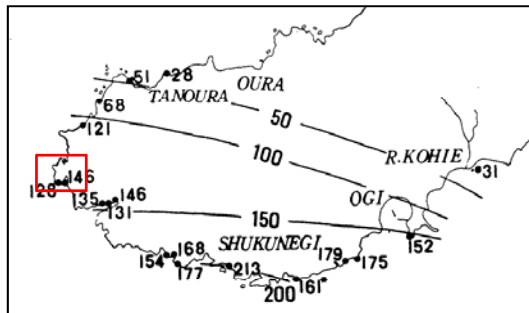
### 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

#### ①-3 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (離水状況-3/5-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

##### 【沢崎付近】

- 太田ほか (1976) によれば, 1802年の旧汀線高度は128cmとされている。
- 角 (1990) によれば, 当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており, 地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。
- 当社の地表地質踏査結果より, 当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に礫が多いものが分布する。



航空写真範囲①  
(太田ほか, 1976に加筆)



航空写真範囲②  
(角, 1990に加筆)



航空写真 (沢崎付近)



写真g. 沢崎付近離水波食棚状況



写真h. 写真g離水波食棚の地質 (Hyalo, 礫多)

### 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

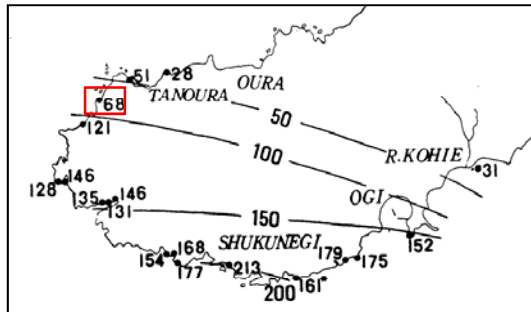
#### ①-3 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (離水状況-4/5-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

**【三ツ屋付近】**

○太田ほか (1976) によれば, 1802年の旧汀線高度は68cmとされている。

○角 (1990) によれば, 当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており, 地質は「玄武岩の枕状溶岩」とされている。



航空写真範囲①  
(太田ほか, 1976に加筆)



航空写真範囲②  
(角, 1990に加筆)



航空写真 (三ツ屋付近)



写真i. 三ツ屋付近離水波食棚状況



写真j. 写真i離水波食棚の地質 (溶岩)

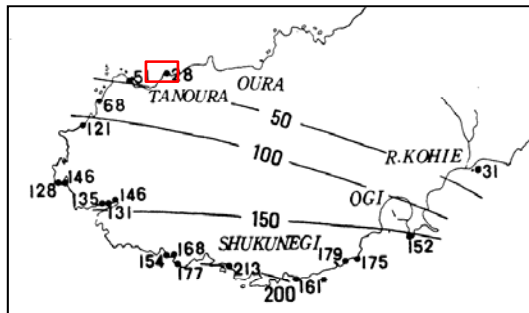
## 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

### ①-3 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (離水状況-5/5-)

再掲 (H28/9/30審査会合)

#### 【田野浦付近】

- 太田ほか (1976) によれば, 1802年の旧汀線高度は28cm (最小値) とされている。
- 角 (1990) によれば, 当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており, 地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。
- 当社の地表地質踏査結果より, 当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に基質が多いものが分布する。



航空写真範囲①  
(太田ほか, 1976に加筆)



航空写真範囲②  
(角, 1990に加筆)



航空写真 (田野浦付近)



写真k. 田野浦付近離水波食棚状況



写真l. 写真k離水波食棚の地質  
(Hyalo, 基質多)

## ①-4 新潟県佐渡島小木半島の海岸地形状況 (まとめ)

再掲 (H28/9/30審査会合)

## 【海岸地形高度】

○太田 (1976) では、ハンドレベル及びオートレベルを用いた測量により、隆起ベンチと旧海食崖との傾斜変換点高度を28地点で測定し、1802年 (佐渡小木地震) の旧汀線高度を報告している。

○太田 (1976) では、旧汀線高度は宿根本付近において最大値 (213cm) を示し、半島を北方向に向かって減少するとされている。

## 【地質】

○角 (1990) によれば、小木半島沿岸部には新第三系中新統の小木玄武岩が分布し、地質は大部分がハイアロクラスタイトであり、一部西岸において枕状溶岩及び塊状溶岩である。

## 【離水状況】

## (宿根本付近)

○太田ほか (1976) によれば、1802年の旧汀線高度は213cm (最大値) とされている。

○角 (1990) によれば、当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており、地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。

○当社の地表地質踏査結果より、当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に基質が多いものと礫が多いものが分布する。

## (琴浦付近)

○太田ほか (1976) によれば、1802年の旧汀線高度は161cmとされている。

○角 (1990) によれば、当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており、地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。

○当社の地表地質踏査結果より、当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に基質が多いものと礫が多いものが分布する。

## (沢崎付近)

○太田ほか (1976) によれば、1802年の旧汀線高度は128cmとされている。

○角 (1990) によれば、当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており、地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。

○当社の地表地質踏査結果より、当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に礫が多いものが分布する。

## (三ツ屋付近)

○太田ほか (1976) によれば、1802年の旧汀線高度は68cmとされている。

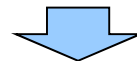
○角 (1990) によれば、当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており、地質は「玄武岩の枕状溶岩」とされている。

## (田野浦付近)

○太田ほか (1976) によれば、1802年の旧汀線高度は28cm (最小値) とされている。

○角 (1990) によれば、当該地域付近には新第三系中新統の小木玄武岩が分布しており、地質は「主に玄武岩ハイアロクラスタイト」とされている。

○当社の地表地質踏査結果より、当該地点のハイアロクラスタイトは相対的に基質が多いものが分布する。



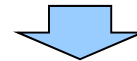
○新潟県佐渡島小木半島では、沿岸部に岩相が多様なハイアロクラスタイトが分布するが、1802年佐渡小木地震時の隆起ベンチ高度は、宿根本付近において最大値を示し、系統的に半島を北方向に向かって減少する状況が推定される。

# 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

## ②積丹半島西岸の海岸地形状況 (-1/2-)

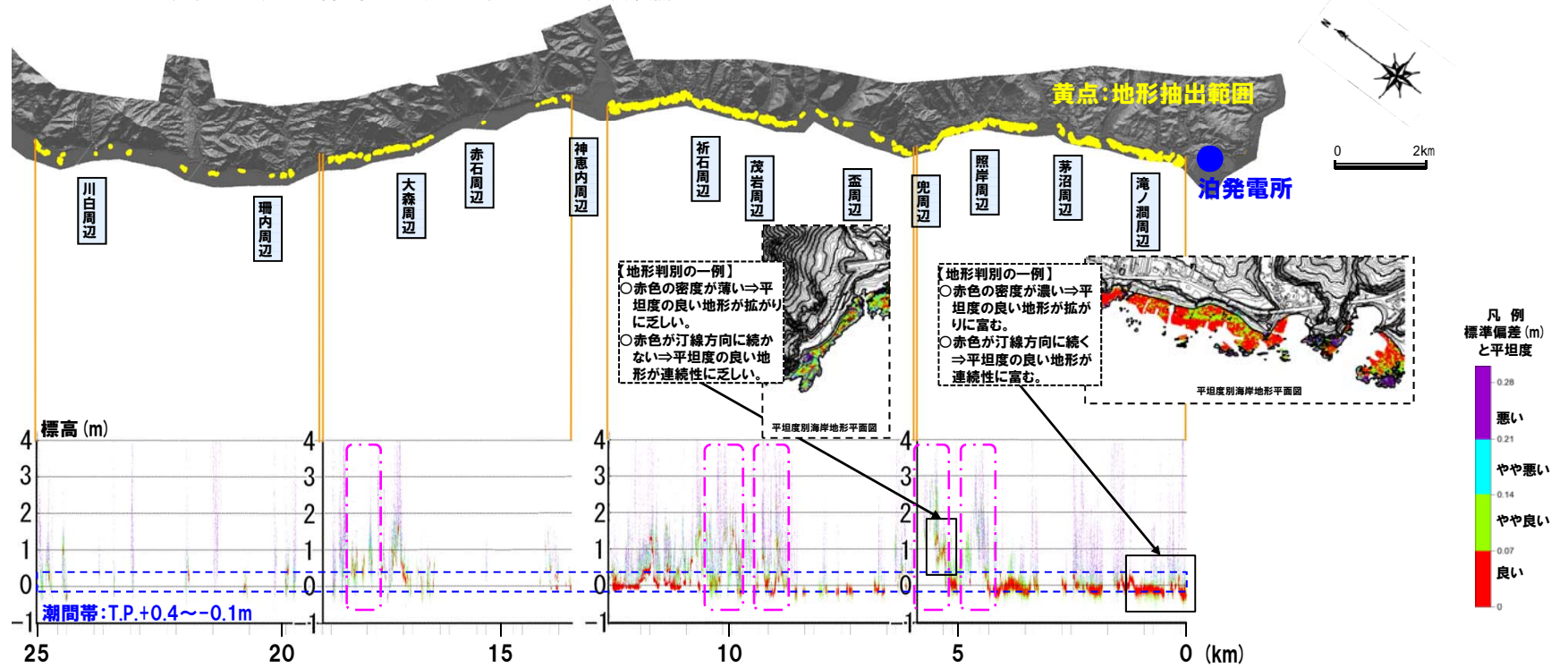
一部修正 (H28/9/30審査会合)

○積丹半島西岸の海岸地形分布高度を平坦度の観点から整理した結果を示す。  
 ○主にハイアロクラスタイトが分布する範囲 (範囲A) においては、平坦度の良い微地形は存在するが、拡がりや連続性に乏しく分布高度にもばらつきが認められることから、大局的には平坦度が悪いものと考えられる。



○積丹半島西岸の海岸地形のうち、主にハイアロクラスタイトが分布する範囲においては、平坦度の良い地形が、潮間帯より標高の高い範囲において、汀線方向に向かって系統的に高度変化を伴う又は高度が一定となるような状況は認められない。

※太田ほか(1976)では、垂直変位量の指標として隆起ベンチと旧海食崖との傾斜変換点高度を用いているが、積丹半島西岸の傾斜変換点は、堆積物又は改変(消波ブロックの設置等)により不明瞭な箇所が認められることから、海岸地形分布高度を確認する方法を採用している(次頁参照)。

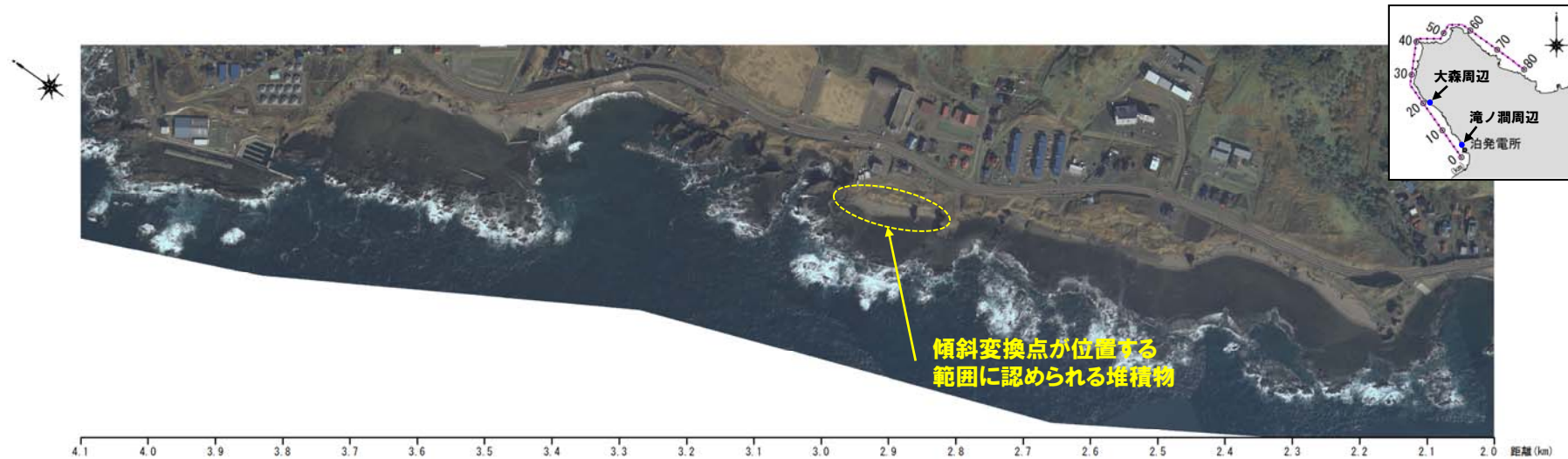


[ ] : 範囲A (主にハイアロクラスタイトが分布する範囲)

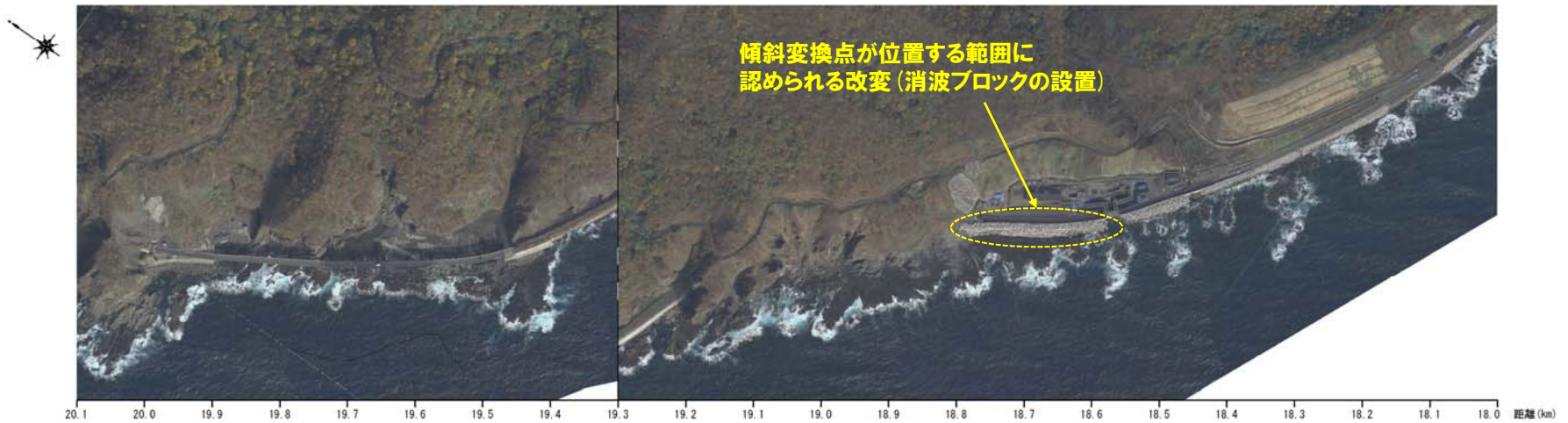
汀線方向における平坦度別海岸地形高度分布図

### 3.4 新潟県佐渡島小木半島との比較

#### ②積丹半島西岸の海岸地形状況(-2/2-)



オルソフォトマップ (滝ノ潤周辺)



オルソフォトマップ (大森周辺)

# 3.5 積丹半島西岸の海岸地形高度と海岸線形状

## ①海岸地形高度と海岸線形状に関する考察

**【検討目的】**

- 積丹半島西岸のMm1段丘及び海岸地形を一様に隆起させる汀線と平行な活構造が存在した場合、大局的な積丹半島西岸の線形（直線A）に対し、海側に弧状を呈する区域は、陸側に弧状を呈する区域に比べ活構造に近接することから、海岸地形の隆起量は大きいものと考えられる。
- このため、積丹半島西岸において、直線Aに対し、「海側に弧状を呈する区域」及び「陸側に弧状を呈する区域」の海岸地形高度についても更なる考察を行う。

**【検討内容】**

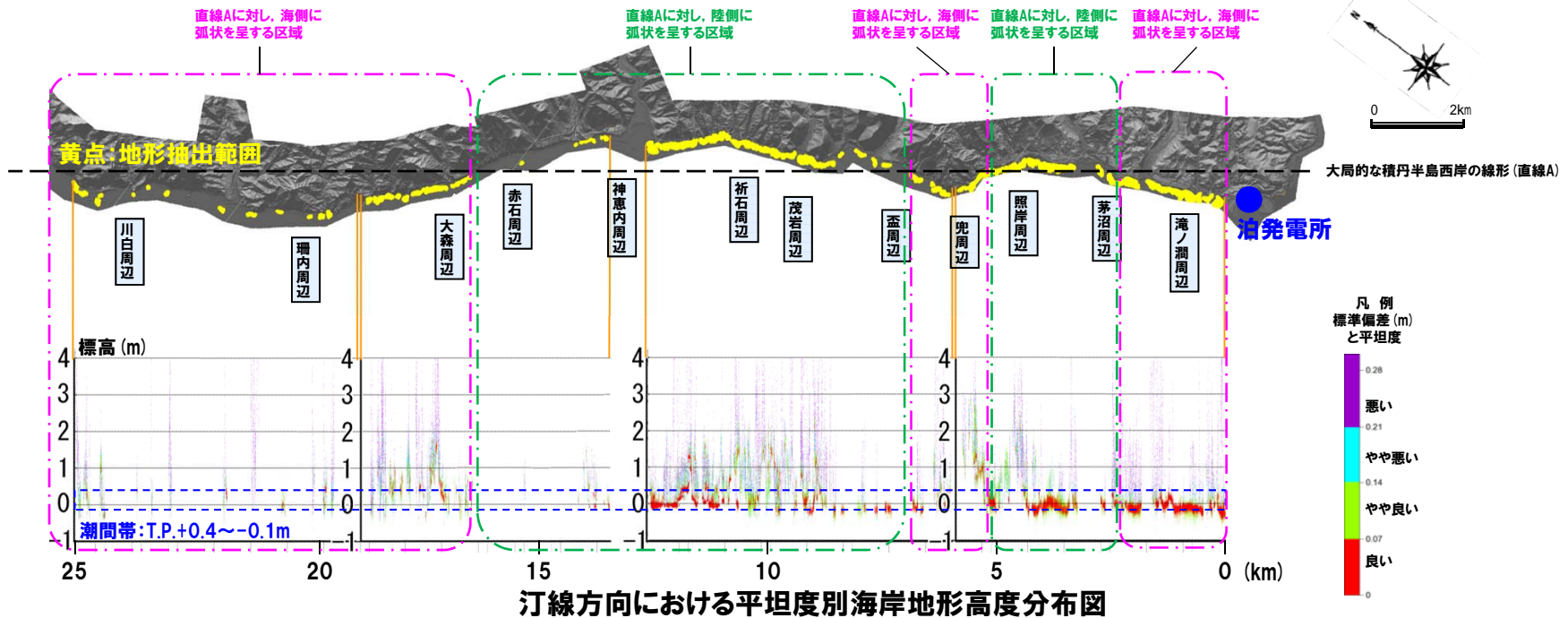
- 積丹半島西岸の海岸地形分布高度を平坦度の観点から整理した結果に基づき、考察する。

**【検討結果】**

- 「海側に弧状を呈する区域」及び「陸側に弧状を呈する区域」の両区域において、平坦度の良い海岸地形（赤色凡例）は、その多くが潮間帯以下に認められ、「海側に弧状を呈する区域」の海岸地形高度が高くなる系統性は認められない。
- 潮間帯より標高の高い範囲の平坦度の良い微地形は、拡がりや連続性に乏しく分布高度にもばらつきが認められることから、大局的には平坦度が悪いものと考えられる。
- 大局的に平坦度が悪い地形についても、「海側に弧状を呈する区域」の海岸地形高度が高くなる系統性は認められない。



○積丹半島西岸において、「海側に弧状を呈する区域」と「陸側に弧状を呈する区域」には、明瞭な系統性は認められない。



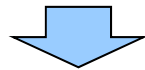


余白

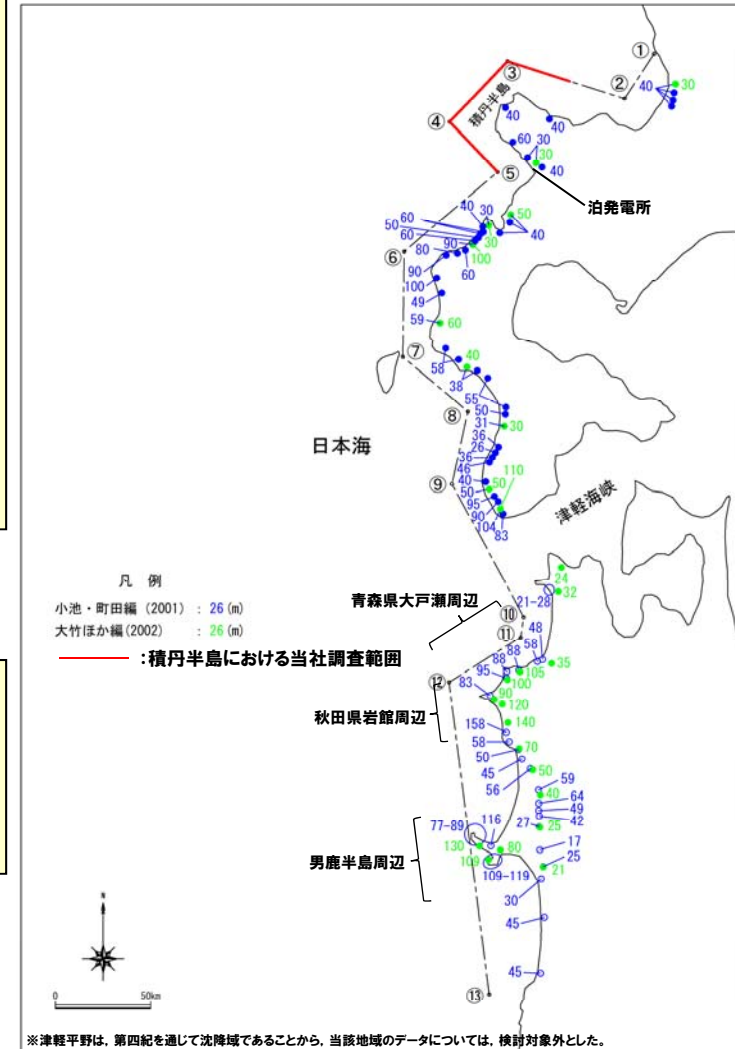
## ①東北日本弧北部日本海側(内弧)のMIS5e海成段丘高度に関する検討

一部修正(H26/11/28審査会合)

- 宮内(1991)の文献レビューに基づき、東北日本弧北部日本海側(内弧)の広域隆起量を推定するため、積丹半島周辺から秋田県付近(延長約700km)までの地形学的データ及び当社調査結果を用いて、MIS5e海成段丘の分布高度を整理した。
- 当社調査結果に基づけば、積丹半島のMIS5e海成段丘の分布高度は、検討範囲の中で最低レベルの地域となる。
- 小池・町田編(2001)では、積丹半島のMIS5e海成段丘の分布高度は、30m~60mの高度変化を伴う状況が認められるが、当該箇所は、被覆層の厚さを不明としたうえで、「海成段丘面高度=旧汀線アングル」としていることから、当社調査結果との差異は、被覆層によるものと判断される。
- また、積丹半島周辺から秋田県付近のうち、青森県大戸瀬周辺は檜垣ほか(2011)、秋田県岩館周辺はNakata et al.(1976)、男鹿半島周辺は今泉(1977)により地震性隆起が報告されており、MIS5e海成段丘の分布高度は、相対的に高く、高度不連続が認められる。



- 積丹半島のMIS5e海成段丘分布高度は、東北日本弧北部日本海側において最低レベルとなることから、当該地域の広域隆起を示すものと考えられる。
- 積丹半島のMIS5e海成段丘の分布高度には、地震性隆起が報告されている地域のように、分布高度が相対的に高く、高度不連続を示すような状況は認められない。



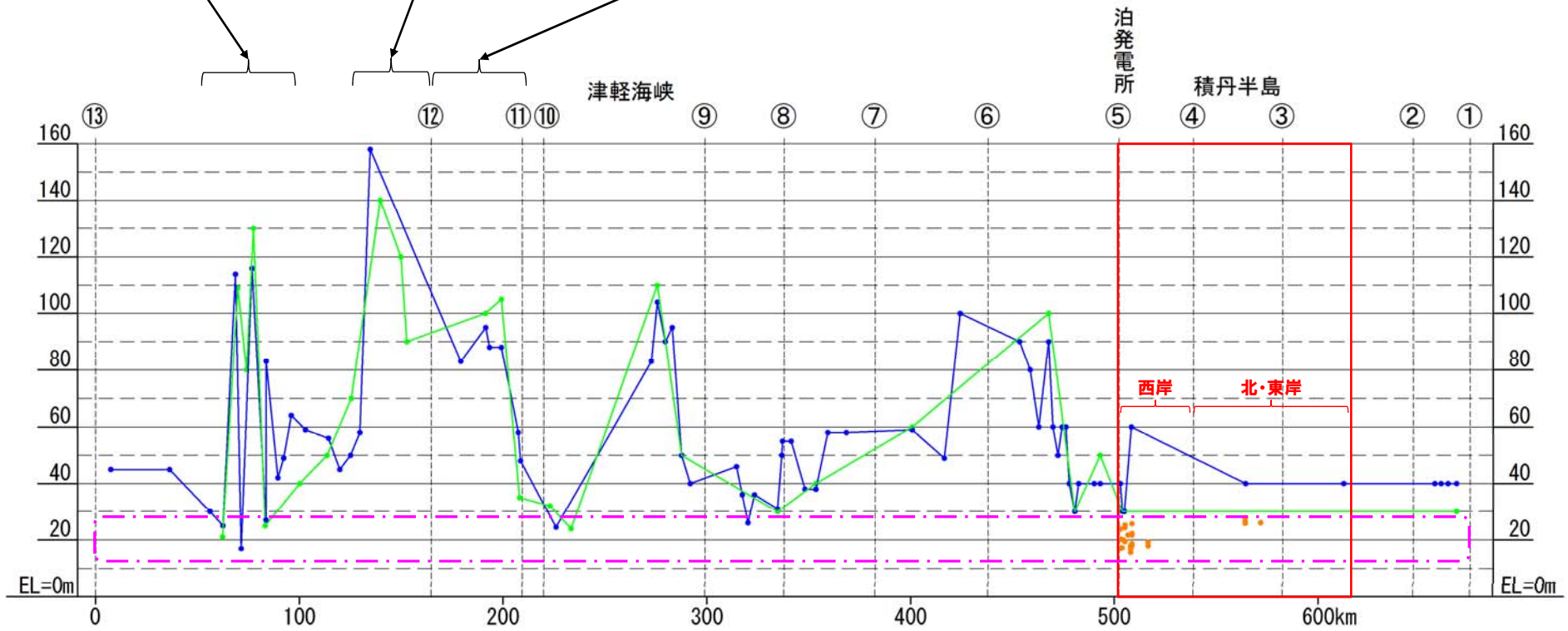
東北日本弧北部日本海側(内弧)のMIS5e海成段丘の分布高度

## ①東北日本弧北部日本海側(内弧)のMIS5e海成段丘高度に関する検討

一部修正 (H26/11/28審査会合)

- 男鹿半島周辺
  - ・今泉(1977)により地震性隆起が報告されている。
  - ・今泉(1977)によれば、1939年男鹿地震時の地殻変動や海成段丘の傾きから半島中央部から北東ないし東側へ傾動する傾向が認められるとされている。
- 秋田県岩館周辺
  - ・Nakata et al.(1976)により地震性隆起が報告されている。
- 青森県大戸瀬周辺
  - ・檜垣ほか(2011)により地震性隆起が報告されている。
  - ・檜垣ほか(2011)によれば、1793年西津軽地震時の隆起により離水し、千畳敷海岸が形成されたとされている。

- 凡例
- (Mm1段丘堆積物上面高度(m))
  - (小池・町田編(2001))
  - (大竹ほか編(2002))
- 積丹半島における当社調査範囲



日本海北部におけるMIS5e海成段丘の分布高度縦断面図(投影)

余白

## 4. 積丹半島に認められる海食洞について

## 4. 積丹半島に認められる海食洞について

### 積丹半島の海岸地形分布高度に関する検討関連



:H28年8月22日ヒアリング



:H28年8月26日審査会合



:H28年9月30日審査会合

No	指摘事項	回答方針
9	海食洞の有無や分布について言及し、これまでの海岸地形の形成の考え方で説明できるか検討すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・文献に記載された海食洞について、分布高度、岩質等について確認し、形成要因について検討した。</li> <li>・回答内容は、「当資料」P119～P173に掲載。</li> </ul>
9	海食洞の分布範囲・高度について、積丹半島全体で確認すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・文献に記載された海食洞について、分布高度、岩質等について確認し、形成要因について検討した。</li> <li>・回答内容は、「当資料」P119～P173に掲載。</li> </ul>

**【検討目的】**

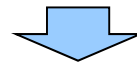
- 積丹半島に認められる海食洞の形成要因について考察する。

**【検討内容】**

- 積丹半島に認められる海食洞に関する文献調査を実施した。
- 文献に記載されている海食洞について、状況確認を実施した。

**【検討結果】**

- 右代ほか(1992)によれば、積丹半島に認められる海食洞の多くは、標高4~6m程度の範囲に位置し、当社の状況確認においても同様な結果となった。
- このうち、発掘調査により基盤高度が推定される海食洞は、約6,000年前~5,500年前の高海面期(縄文海進時)に形成されたとされている。
- 基盤高度が推定されない海食洞についても、周囲の地形状況から縄文海進時に形成された可能性が考えられる。
- それ以外の海食洞については、現成の海食地形又は侵食抵抗が相対的に弱い箇所が、過去の波浪、河川の営力等により、選択的に侵食を受けたことにより形成された可能性が考えられる。
- 発掘調査から推定される海食洞の基盤高度と海成段丘及び海岸地形の分布高度の間には系統性は認められない。

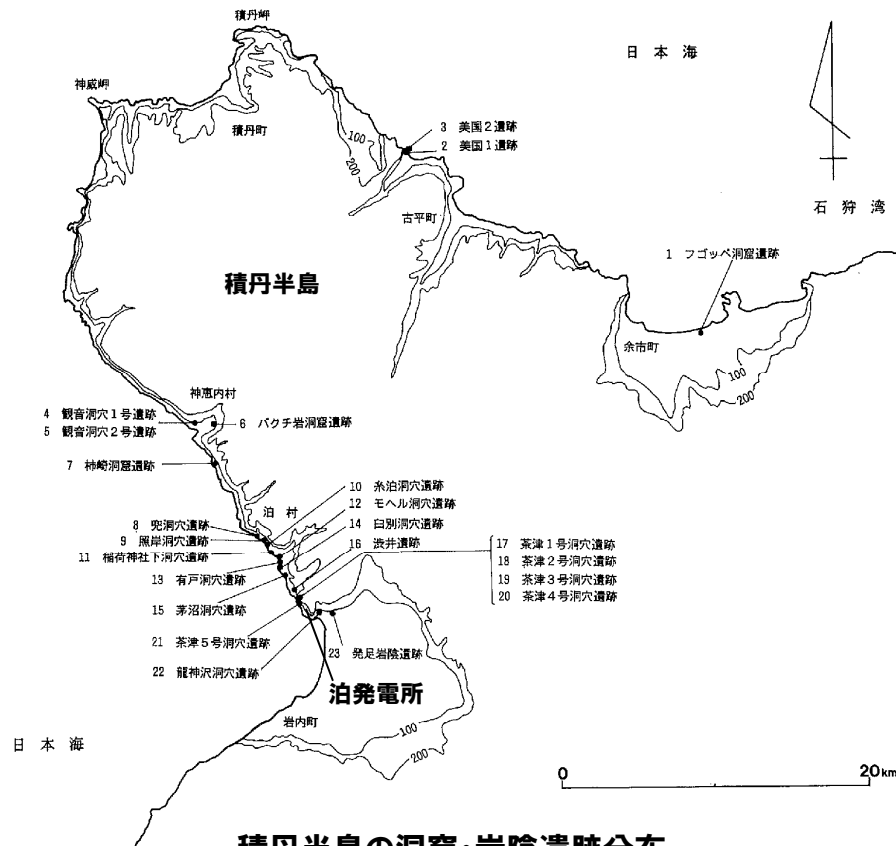


- 積丹半島に認められる海食洞の多くは、標高4~6m程度に認められ、縄文海進時に形成された可能性が考えられる。
- それ以外の標高に認められる海食洞については、現成の海食地形又は侵食抵抗が相対的に弱い箇所が、過去の波浪、河川の営力等により、選択的に侵食を受けたことにより形成された可能性が考えられる。

# 4.2 海食洞の状況確認

## ①文献調査

○右代ほか(1992)によれば、日本海沿岸には洞窟・岩陰遺跡が数多く存在し、そのうち積丹半島には下図及び下表に示す23遺跡が認められるとされている。  
 ○右代ほか(1992)に示される洞窟・岩陰遺跡(以降、海食洞という。)について、分布高度、岩質等について状況確認を実施した。



積丹半島の洞窟・岩陰遺跡分布  
(右代ほか, 1992に加筆)

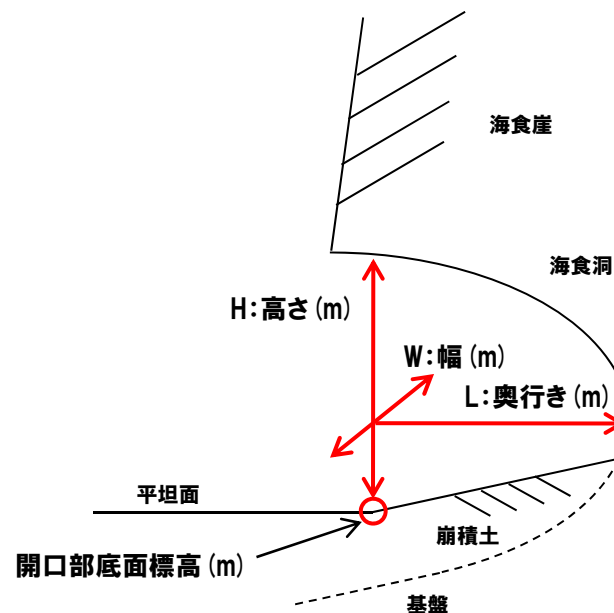
積丹半島の洞窟・岩陰遺跡諸元(右代ほか, 1992)

遺跡名	所在地	主体となる文化期	標高	推定される基盤高度	海岸までの距離	洞窟の規模(W×L×H)
フゴッペ洞窟	余市町	縄縄文, 擦文	4.6m	0.9m	215m	6m×15m×7m
美国1	積丹町	縄縄文晩期 縄縄文, 擦文	3.5m	—	50m	20m×15m×—
美国2	積丹町	縄縄文	4.0m	—	50m	—
音洞穴1号	神恵内村	縄縄文後・晩期, 縄縄文 擦文, 中・近世	5.0m	2.4m	30m	7m×5m×—
観音洞穴2号	神恵内村	縄縄文後・晩期, 縄縄文 擦文, 中・近世	5.0m	2.5m	35m	5m×8m×4m
バクチ岩	神恵内村	縄縄文	50m	—	800m	2m×7m×—
柿崎洞窟	神恵内村	擦文?	3.0m	—	20m	—
鬼洞穴	泊村	時期不明	2.0m	—	25m	7m×13m×8m
照岸洞穴	泊村	縄縄文後・晩期 縄縄文, 擦文	4.0m	2.5m	60m	15m×5m×4m
糸泊洞穴	泊村	時期不明	5.0m	—	50m	8m×4m×3m
稲荷神社下洞穴	泊村	時期不明	3.0m	—	5m	8m×3m×2m 1.5m×4m×5m
モヘル洞穴	泊村	時期不明	20m	—	80m	—
有戸洞穴	泊村	時期不明	20m	—	40m	—
白別洞穴	泊村	時期不明	20m	—	40m	3m×8m×2m
茅沼洞穴	泊村	時期不明	2.0m	—	8m	—
洗井	泊村	時期不明	20m	—	110m	—
茶津1号洞穴	泊村	縄縄文晩・後期 縄縄文, 擦文	5.2m	3.7m	22m	3.7m×7.3m×3m (27m <sup>2</sup> )
茶津2号洞穴	泊村	縄縄文晩・後期 縄縄文, 擦文	5.4m	4.2m	25m	6m×4.6m×4m (25m <sup>2</sup> )
茶津3号洞穴	泊村	縄縄文	5.6m	4.4m	30m	1.8m×3m×5m (5.4m <sup>2</sup> )
茶津4号洞穴	泊村	縄縄文	8m	4.5m	56m	8.2m×7.6m×5m (49.2m <sup>2</sup> )
茶津5号洞穴	泊村	時期不明	20m	—	25m	6m×2m×—
龍神沢洞穴	泊村	時期不明	16m	—	500m	6m×2m×—
免足岩陰	共和町	縄縄文後・晩期 縄縄文, 擦文	9.0m	4.0m	70m	8m×5m×2.5m



## ②-1 海食洞調査(調査諸元)

- 右代ほか(1992)に示される海食洞について、開口部底面標高、規模、岩質等の確認を実施した。
- 標高及び規模の計測は、下図に示す位置で実施した。
- 標高の計測は、GNSS受信機及びレーザー距離計を用いて実施した。
- 海食洞の規模として、開口部における幅(W)、奥行き(L)及び高さ(H)を計測した。
- なお、右代ほか(1992)に示されている標高については、計測位置について詳述されていないものの、当社の計測結果と大きな差異はないことから、ほぼ同様な位置で計測しているものと考えられる。



- ・海食洞の多くは、基盤が崩積土等で覆われている状況である。
- ・開口部付近に、海食洞前方の平坦面からの傾斜変換点が認められることから、当該箇所において各計測を実施した。

標高及び規模の計測位置模式図

## ②-2 海食洞調査(調査結果概要及び考察)(-1/4-)

## 【調査結果概要】

- 右代ほか(1992)によれば、積丹半島に認められる海食洞の多くは、標高4~6m程度の範囲に位置し、当社の状況確認においても同様な結果となった。
- このうち、発掘調査により基盤高度が推定される海食洞(次頁のAグループ)については、約6,000年前~5,500年前の高海面期(縄文海進時)に形成されたとされている。
- また、標高16m以上に位置する海食洞も数箇所認められるとされているものの、当社の状況確認においては、龍神沢洞穴以外は確認できない状況であった。
- 状況を確認できない海食洞については、その周辺についても広く確認を行うとともに、泊村における洞穴遺跡の状況について確認している高橋ほか(2003)も参考とし、以下の様に判断を行った。
  - ・臼別洞穴:周囲の地形状況から、高橋ほか(2003)に示される位置が妥当と考えられるもの。
  - ・モヘル洞穴及び有戸洞穴:改変により消失しているものの、周囲の地形状況から、高橋ほか(2003)に示される位置が妥当と考えられるもの。
  - ・渋井洞穴及び茶津5号洞穴:状況を確認できないもの。
- 当社の状況確認の結果、多くの海食洞に節理、層理等の侵食抵抗が相対的に弱い部分が認められた。

## 【海食洞の形成要因に関する考察】

- 状況確認を実施した海食洞について、文献及び周囲の地形状況から、次頁に示すA、B、C及びDグループに分類し、形成要因について考察を実施した。

## [Aグループ]

- ・右代ほか(1992)によれば、推定基盤高度から約6,000年前~5,500年前の高海面期(縄文海進時)に形成されたとされている。
- ・豊島(1978)によれば、海食洞は弱線に沿った選択的な侵食が卓越するため、垂直的に幅広い範囲で形成されることから、必ずしも旧汀線指標とはならないとされているものの、ベンチ状微地形を伴う時には有効な指示者となるとされている。
- ・当グループの海食洞は、周囲の地形状況から、改変は伴うものの、その前縁に平坦な地形が認められることから、有効な旧汀線指標と考えられ、右代ほか(1992)の考察を支持するものである。
- ・これらのことから、当グループの海食洞は、縄文海進時に形成された可能性が考えられる。

## [Bグループ]

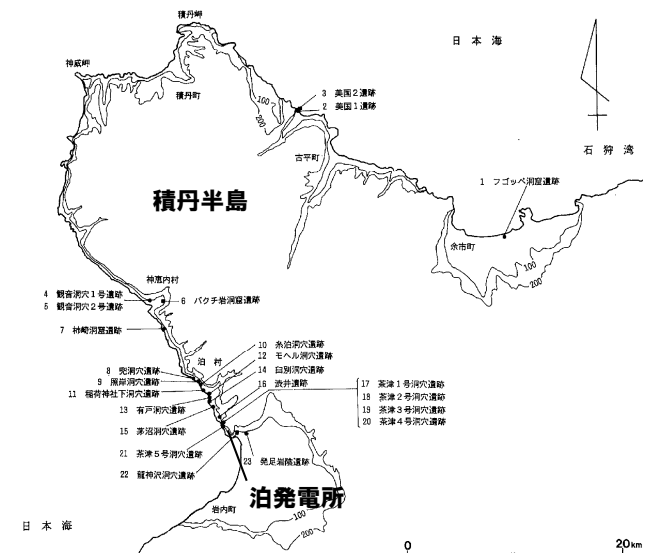
- ・当グループの海食洞は、周囲の地形状況から、改変は伴うものの、その前縁に平坦な地形が認められ、有効な旧汀線指標と考えられること及びAグループと同様な標高(4~6m程度)に分布することから、Aグループと同様に、縄文海進時に形成された可能性が考えられる。

## [Cグループ]

- ・当グループの海食洞は、海岸地形に連続しており、現世の堆積物に覆われるものも認められることから、現成の海食地形と考えられる。

## [Dグループ]

- ・上記以外の海食洞は、周囲の地形状況から、平坦な地形を伴わないため、有効な旧汀線指標ではなく、侵食抵抗が相対的に弱い箇所が、過去の波浪、河川の営力等により選択的に侵食を受けたことにより形成された可能性が考えられる。



積丹半島の洞窟・岩陰遺跡分布  
(右代ほか, 1992に加筆)

# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-2 海食洞調査(調査結果概要及び考察)(-2/4-)

海食洞の状況確認 結果一覧表

項目	当社の状況確認 開口部底面標高 (m)	右代ほか(1992)		【参考】 高橋ほか(2003) 標高(m)	当社の状況確認			右代ほか(1992) 出土した遺物の年代	備考	
		標高 (m)	推定基盤高度 (m)		規模 (m)	岩質	岩相			海食洞底面の状況
フゴッペ洞窟	5.7	4.6	0.9		W6.0, L7.0, H5.0	凝灰質砂岩、凝灰角礫岩	ほぼ水平な層理及び節理が認められる。	円礫・扁平礫が散在する。	縄文後期末、縄文晩期、縄縄文	詳細はP126~P127に記載。
美国1 (びくに)	東側 3.9	3.5	-		W5.2, L29.0, H1.5	火山角礫岩、凝灰質砂岩	ほぼ水平な層理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄文晩期、縄縄文、標文	詳細はP128~P129に記載。
	西側 4.3				W-※1, L29, H-※1	火山角礫岩、凝灰質砂岩	方向が不規則な節理が認められる。	崩積土に覆われる。		
美国2 (びくに)	(改変等により確認できず)	4.0	-		(改変等により確認できず)			縄縄文	詳細はP132~P133に記載。	
観音洞穴1号 (かんのん)	4.3	5.0	2.4		W9.7, L9.5, H6.8	火山角礫岩	不明	崩積土に覆われる。	縄縄文、標文、中-近世	詳細はP134~P135に記載。
観音洞穴2号 (かんのん)	5.8	5.0	2.5		W2.8, L8.1, H3.3	火山角礫岩	縦方向の節理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄縄文、標文、中-近世	詳細はP136~P137に記載。
柿崎洞窟 (かきざき)	1.9	3.0	-		W16.7, L10.8, H3.2	火山角礫岩	水平及び縦方向の節理が認められる。	現世の円礫・粗粒砂に覆われる。	標文?	詳細はP138~P139に記載。
兜洞穴 (かぶと)	3.4	2.0	-	ほぼ海面と同レベル	W3.8, L5.5, H7.5	火山角礫岩	水平及び縦方向の節理が認められる。	現世の円礫・崩積土に覆われる。	不明	詳細はP140~P141に記載。
照岸洞穴 (てるきし)	7.9	4.0	2.5	4.0	W12.0, L9.5, H3.0	火山角礫岩	水平及び縦方向の節理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄文後期末、縄文晩期、縄縄文、標文	詳細はP142~P143に記載。
糸泊洞穴 (いとどまり)	5.4	5.0	-	-	W10.6, L4.8, H3.3	火山角礫岩	縦方向の節理が認められる。	崩積土等に覆われる。	不明	詳細はP144~P145に記載。
稲荷神社下洞穴 (いなりじんしゃした)	2.1	3.0	-	-	W8.0, L2.5, H2.6	火山角礫岩	海側傾斜の節理が認められる。	露岩している。	不明	詳細はP146~P147に記載。
モヘル洞穴	(改変等により確認できず)	20	-	6	(改変等により確認できず)			不明	詳細はP148~P149に記載。	
有戸洞穴 (ありと)	(改変等により確認できず)	20	-	6	(改変等により確認できず)			不明	詳細はP150~P151に記載。	
日別洞穴 (うすべつ)	4.5	20	-	6	W4.1, L5.3, H1.8	火山角礫岩	水平及び縦方向の節理が認められる。	円礫、扁平礫等に覆われる。	不明	詳細はP152~P153に記載。
茅沼洞穴【上の穴】 (かやぬま)	3.6	2.0	-	ほぼ海面と同レベル	W2.3, L1.8, H1.8	火山角礫岩	比較的基質が優勢な部分に位置する。	露岩している。	不明	詳細はP154~P155に記載。
茅沼洞穴【下の穴】 (かやぬま)	0.9				W2.6, L3.1, H3.0	火山角礫岩	比較的基質が優勢な部分に位置する。	露岩している。	詳細はP156~P157に記載。	
渋井洞穴 (しぶい)	(改変等により確認できず)	20	-	14※2	(改変等により確認できず)			不明	詳細はP158~P159に記載。	
茶津1号洞穴 (ちゃつ)	6.5	5.2	3.7	-	W3.3, L6.8, H2.5	凝灰角礫岩、凝灰岩	海側傾斜の層理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄文後期末、縄文晩期、縄縄文	詳細はP160~P161に記載。
茶津2号洞穴 (ちゃつ)	6.5	5.4	4.2	-	W3.5, L4.2, H2.2	凝灰角礫岩、凝灰岩	海側傾斜の層理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄文後期末、縄文晩期、縄縄文	詳細はP162~P163に記載。
茶津3号洞穴 (ちゃつ)	6.1	5.6	4.4	-	W2.5, L11.4, H5.1	凝灰角礫岩	海側傾斜の節理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄縄文	詳細はP164~P165に記載。
茶津4号洞穴 (ちゃつ)	6.8	8.0	4.5	-	W8.0, L9.5, H4.3	凝灰角礫岩、凝灰岩	海側傾斜の層理が認められる。	崩積土に覆われる。	縄縄文、標文	詳細はP166~P167に記載。
茶津5号洞穴 (ちゃつ)	(改変等により確認できず)	20	-	-	(改変等により確認できず)			不明	詳細はP168~P169に記載。	
龍神沢洞穴 (りゅうじんざわ)	14.4	16	-	-	W4.6, L1.0, H1.6	凝灰角礫岩	礫優勢部と基質優勢部との岩層境界及び水平方向の節理が認められる。	露岩している。	不明	詳細はP170~P171に記載。
免足岩窟 (はつたり)	9.1	9.0	4.0		W6.1, L1.5, H2.7	凝灰角礫岩	水平方向の節理が認められる。	露岩している。	縄文後期、縄文晩期、縄縄文、標文	詳細はP172~P173に記載。

北・東岸

西岸

- A** : 右代ほか(1992)において、推定基盤高度から、縄文海進時に形成されたとされるもの
- B** : 右代ほか(1992)において、推定基盤高度は示されていないものの、Aグループと同様な標高に認められるもの
- C** : 海岸地形に連続するもの
- D** : A, B, Cグループ以外のもの

- W: 開口部の幅
- L: 開口部からの奥行き
- H: 開口部の底面から天端までの高さ
- : 文献に記載されていないもの

- ※1: 周辺岩盤との境界が不明瞭のため計測できず。
- ※2: 高橋ほか(2003)においては、右代ほか(1992)により渋井洞穴とされているものとは、異なるものを指している可能性があるとしてされている。

# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-2 海食洞調査 (調査結果概要及び考察) (-3/4-)

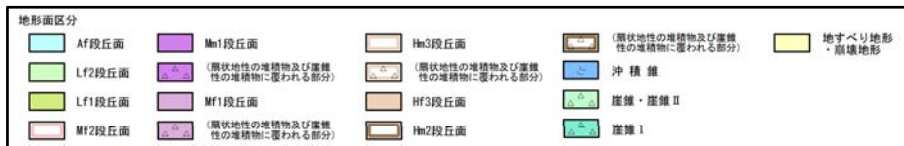
### 【海食洞の分布高度の系統性に関する考察】

- 右代ほか (1992) によれば、発掘調査から推定される海食洞の推定基盤高度は、照岸周辺及び神恵内周辺 (折石、赤石周辺含む) の海食洞においては標高2.4~2.5m、滝ノ潤周辺の海食洞においては標高3.7~4.5mとされており、多少の高度差は認められるものの、いずれも縄文海進時に形成されたとされている。
- 仮に、照岸周辺及び神恵内周辺 (折石、赤石周辺含む) と滝ノ潤周辺の推定基盤の高度差が縄文海進後に活構造によって生じたものとした場合、積丹半島西岸のMm1段丘高度は、より累積的な高度差があるものと考えられるが、ボーリング調査及び地表地質踏査結果等より、旧汀線 (段丘堆積物が旧海食崖にすりつく高度) 付近で約25mであり、ほぼ一定である。
- また、照岸周辺及び神恵内周辺 (折石、赤石周辺含む) のうち、照岸周辺においては、潮間帯より標高の高い範囲に平坦度の良い又はやや良い微地形 (拡がりや連続性に乏しく分布高度にばらつきが認められる、赤色又は緑色凡例) が分布していることに対し、滝ノ潤周辺では、潮間帯以下に平坦度の良い海岸地形 (波食棚) が分布しており、海食洞の推定基盤高度との間に系統性は認められない。
- これらのことから、海食洞の推定基盤高度の高度差は、活構造によるものではないものと考えられる。
- 推定基盤高度の高度差の要因としては、豊島 (1978) において、海食洞は弱部に沿った選択的な侵食が卓越するため、垂直的に幅広い範囲で形成されるとされており、推定基盤高度の低い観音洞穴2号及び照岸洞穴において縦方向の節理が認められることから、弱部に沿った侵食の程度の差によるものであると考えられる。

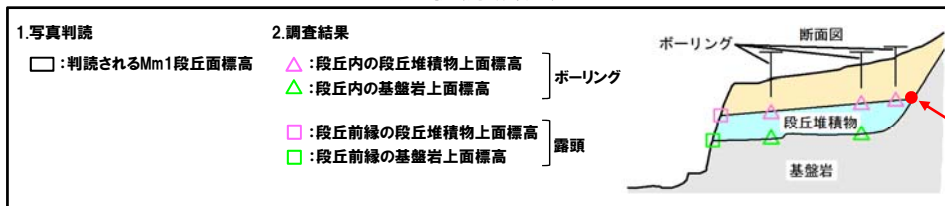
### 【海食洞の発達程度に関する考察】

- 積丹半島西岸における海食洞の分布は、神恵内以南に集中している。
- 海食洞についても、海岸地形と同様に、侵食抵抗が相対的に弱い堆積岩又は強い変質を伴う岩相においては形成されにくいものと考えられる。

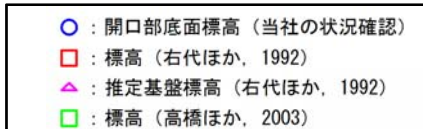
凡例 (地形分類図)



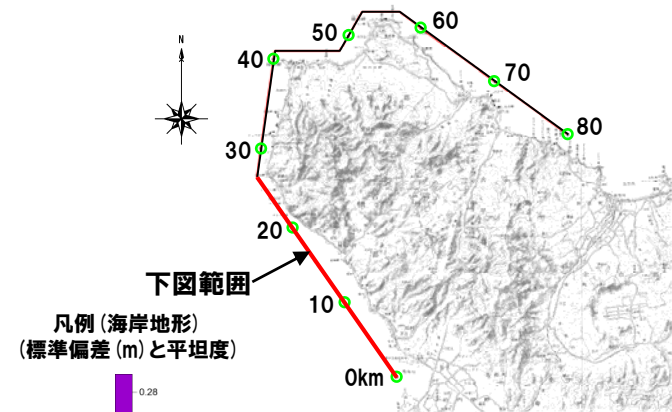
凡例 (海成段丘)



凡例 (海食洞)

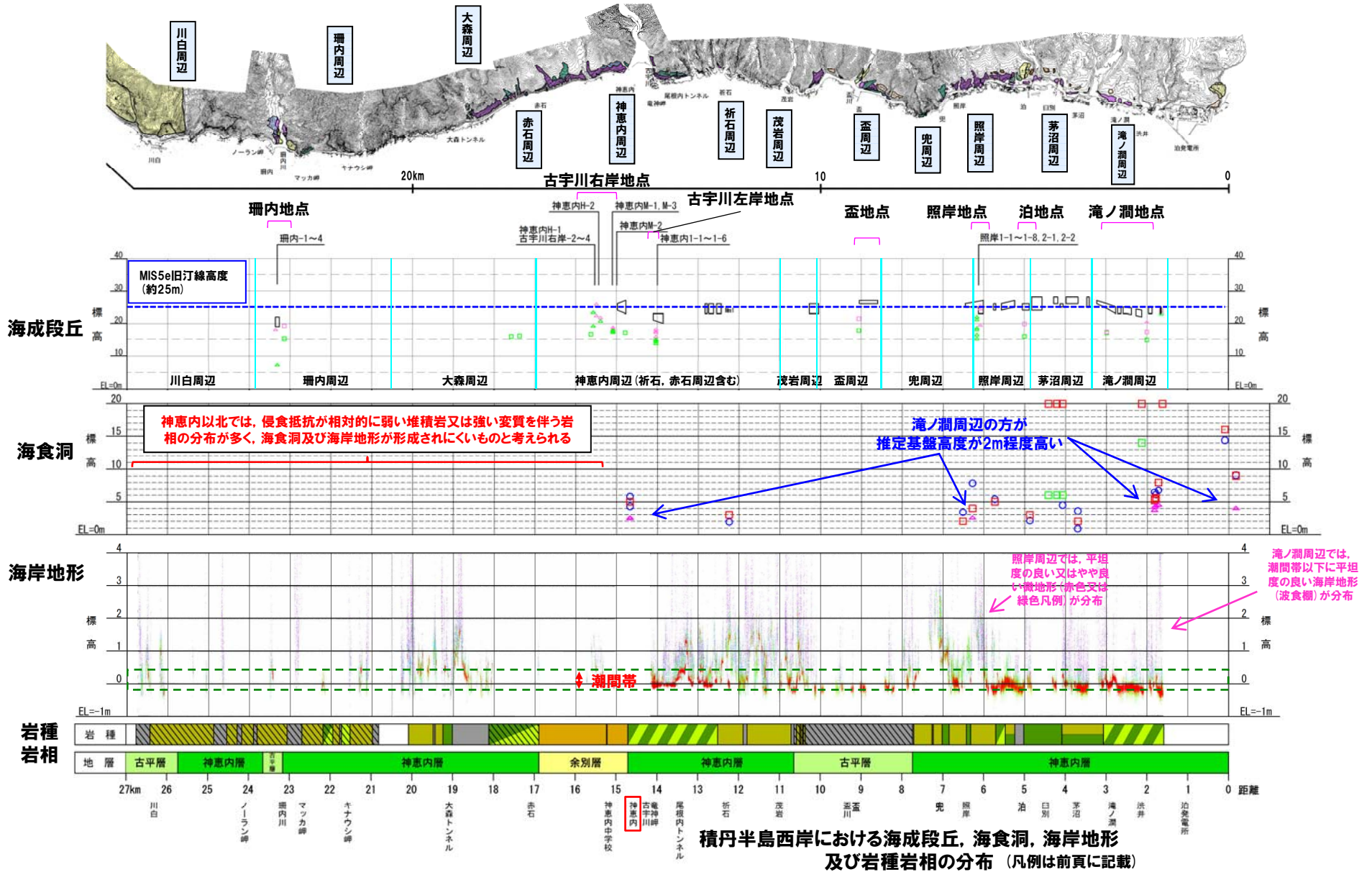


凡例 (岩種)



# 4.2 海食洞の状況確認

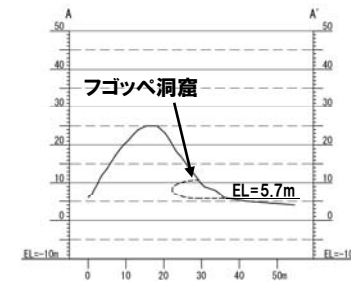
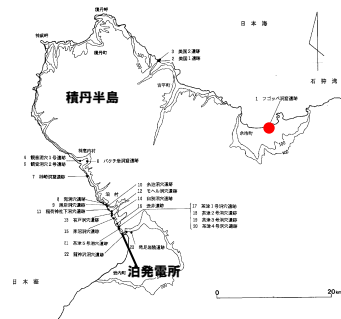
## ②-2 海食洞調査 (調査結果概要及び考察) (-4/4-)



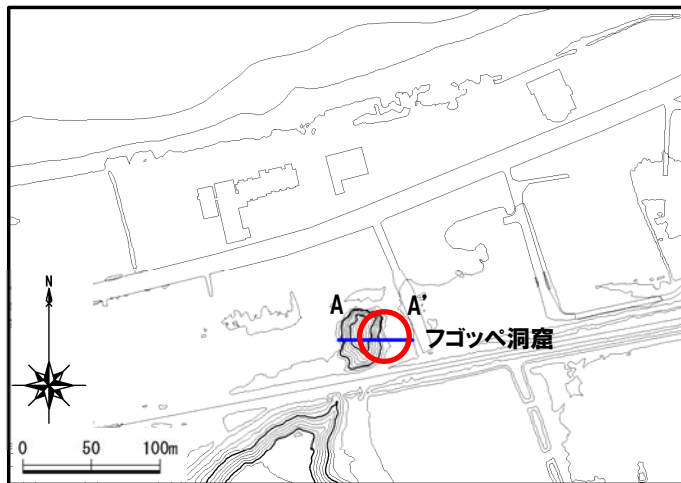
## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-3 海食洞調査結果(フゴツペ洞窟) (-1/2-)

- 本洞窟は、ほぼ水平な層理及び節理が認められる。
- 洞窟底面は、資料館が併設されており、整備による改変の可能性がある。
- 改変は伴うものの、洞窟前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高(m)	5.7
標高(m) (右代ほか, 1992)	4.6
推定基盤高度(m) (右代ほか, 1992)	0.9
規模(m)	W6.0, L7.0, H5.0
岩質	凝灰質砂岩, 凝灰角礫岩
海食洞底面の状況	円礫・扁平礫が散在する。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文後期末 縄文晩期 続縄文

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-3 海食洞調査結果(フゴツペ洞窟) (-2/2-)

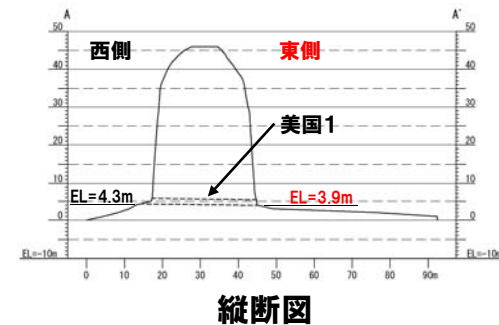
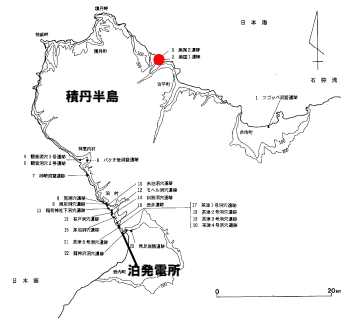


全景

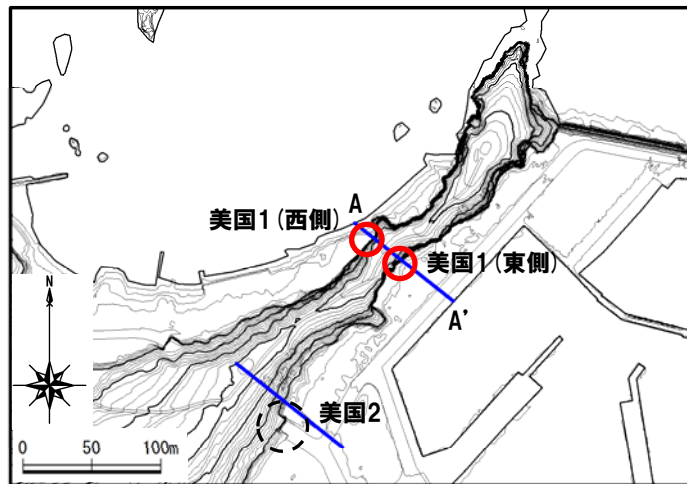
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-4 海食洞調査結果 (美国1) (-1/4-)

- 本洞穴は、東西に貫通しており東側及び西側でそれぞれ計測を実施した。
- 【東側】
- 本洞穴は、ほぼ水平な層理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	3.9
標高 (m) (右代ほか, 1992)	3.5
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W5.2, L29.0, H1.5
岩質	火山角礫岩, 凝灰質砂岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文晩期 続縄文 擦文

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

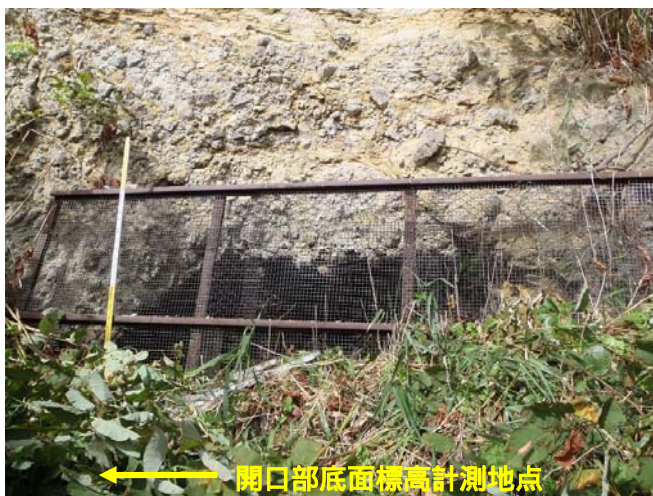


## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-4 海食洞調査結果(美国1) (-2/4-)



全景



開口部の状況

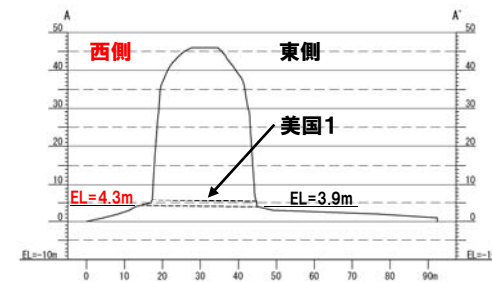
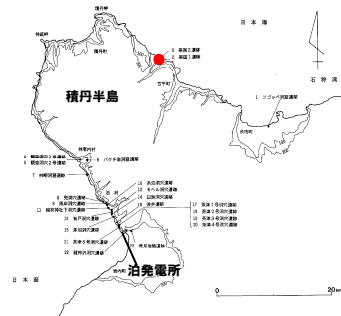


洞穴底面の状況

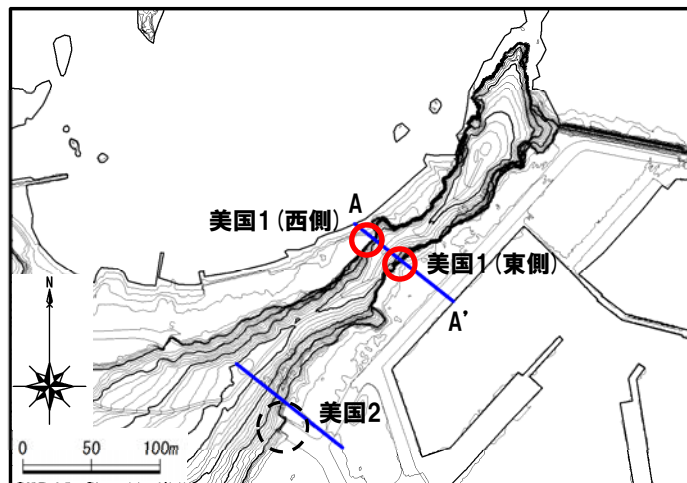
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-4 海食洞調査結果 (美国1) (-3/4-)

- 【西側】**
- 本洞穴は、方向が不規則な節理が認められる。
  - 変化は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	4.3
標高 (m) (右代ほか, 1992)	3.5
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W-*, L29, H-*
岩質	火山角礫岩, 凝灰質砂岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文晩期 続縄文 擦文

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

※: 周辺岩盤との境界が不明瞭のため計測できず。

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-4 海食洞調査結果(美国1) (-4/4-)



現海岸線と洞穴



開口部の状況

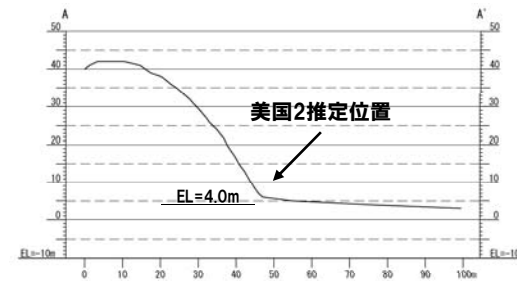
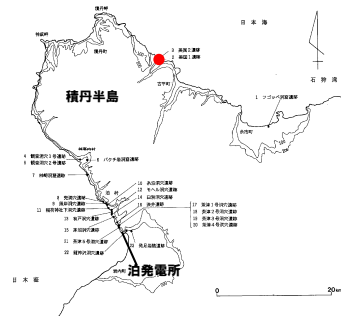


洞穴底面の状況

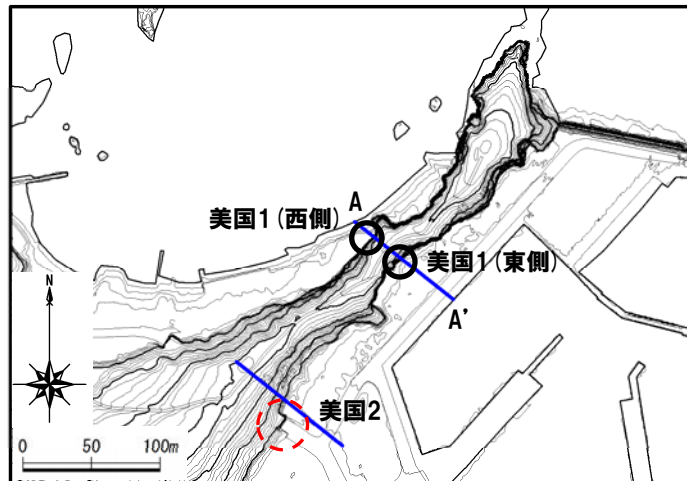
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-5 海食洞調査結果 (美国2) (-1/2-)

- 右代ほか(1992)によれば、本洞穴は、標高4.0mの位置に認められるとされているが、改変により消失したと考えられ、当社の状況確認では位置が特定できなかった。
- 改変は伴うものの、洞穴推定位置前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	-
標高 (m) (右代ほか, 1992)	4.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W-, L-, H-
岩質	-
海食洞底面の状況	-
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄縄文

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-5 海食洞調査結果(美国2) (-2/2-)



全景(トンネル南側)



全景(トンネル北側)



トンネル南側洞穴推定位置

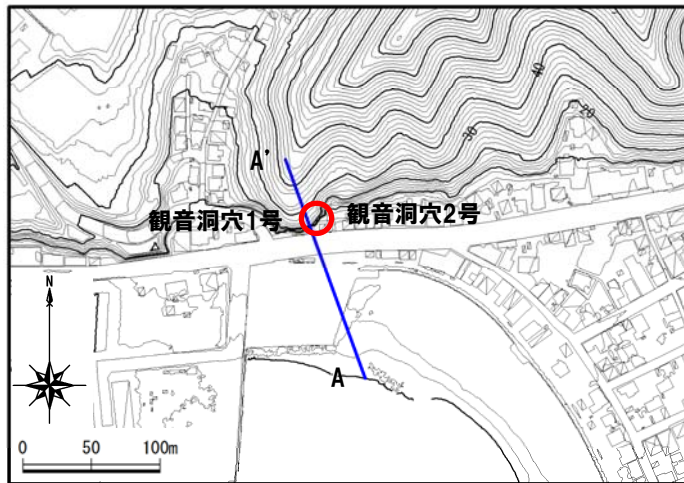
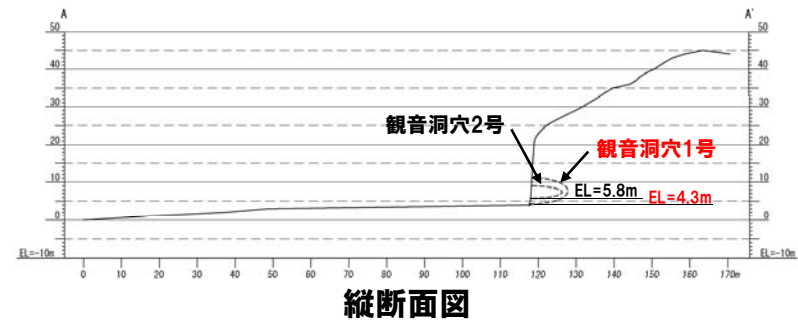
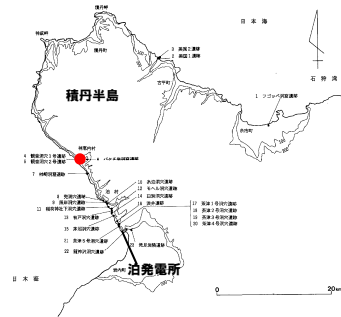


トンネル北側洞穴推定位置

# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-6 海食洞調査結果 (観音洞穴1号) (-1/2-)

- 本洞穴は、植生及び法面保護工のため、節理等の有無は不明である。
- 洞穴底面は整地されているため、整備による改変の可能性が考えられる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	4.3
標高 (m) (右代ほか, 1992)	5.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	2.4
規模 (m)	W9.7, L9.5, H6.8
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄縄文 擦文 中-近世

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-6 海食洞調査結果(観音洞穴1号)(-2/2-)



全景



開口部の状況

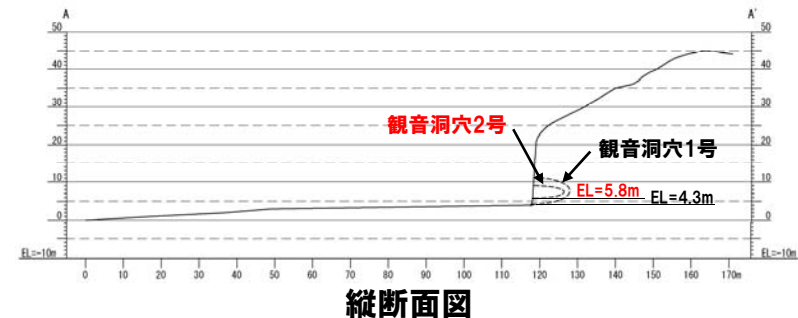
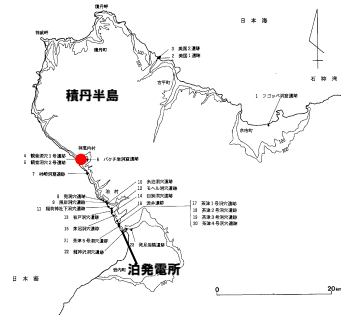


洞穴底面の状況

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-7 海食洞調査結果（観音洞穴2号）（-1/2-）

- 本洞穴は、縦方向の節理が認められる。
- 洞穴底面は整地されているため、整備による改変の可能性が考えられる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

#### 位置図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	5.8
標高 (m) (右代ほか, 1992)	5.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	2.5
規模 (m)	W2.8, L8.1, H3.3
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄縄文 擦文 中-近世

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ



## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-7 海食洞調査結果 (観音洞穴2号) (-2/2-)



全景



開口部の状況

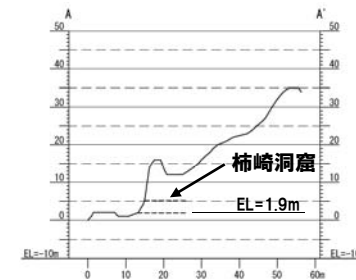
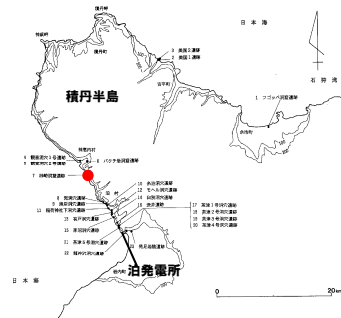


洞穴底面の状況

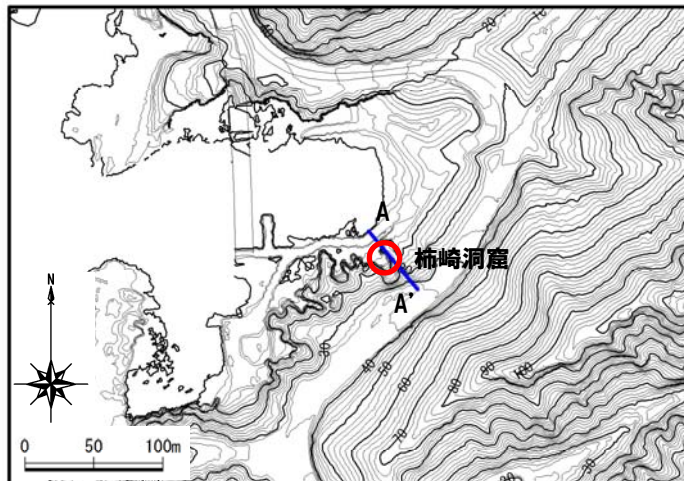
## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-8 海食洞調査結果(柿崎洞窟) (-1/2-)

- 本洞窟には、水平及び縦方向の節理が認められる。
- 本洞窟は、海岸地形に連続しており、現成の海食地形であると考えられる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高(m)	1.9
標高(m) (右代ほか, 1992)	3.0
推定基盤高度(m) (右代ほか, 1992)	-
規模(m)	W16.7, L10.8, H3.2
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	現世の円礫・粗粒砂に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	擦文?

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-8 海食洞調査結果(柿崎洞窟) (-2/2-)



全景



開口部の状況

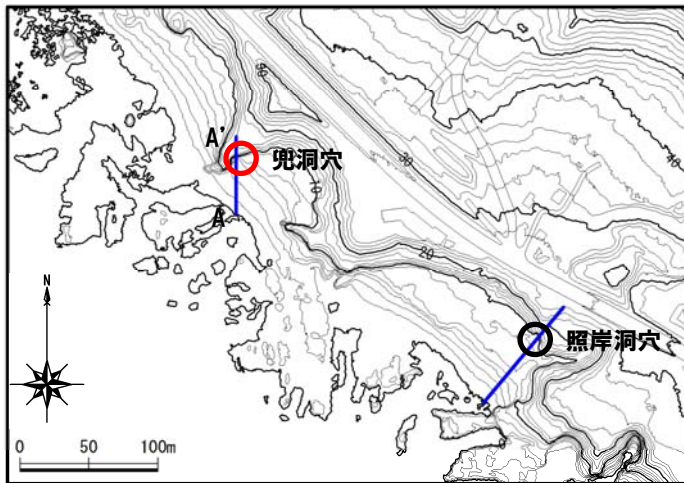


洞窟底面の状況

# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-9 海食洞調査結果 (兜洞穴) (-1/2-)

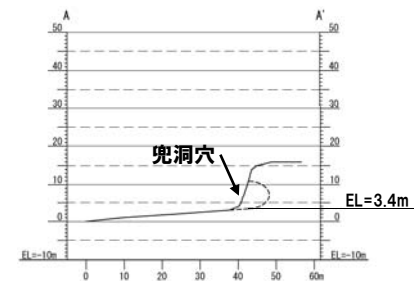
- 本洞穴は、水平及び縦方向の節理が認められる。
- 本洞穴は、海岸地形に連続しており、現成の海食地形であると考えられる。



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図



縦断面図

海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	3.4
標高 (m) (右代ほか, 1992)	2.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W3.8, L5.5, H7.5
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	洞穴底面は現世の円礫・崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-9 海食洞調査結果(兜洞穴) (-2/2-)



全景



開口部の状況

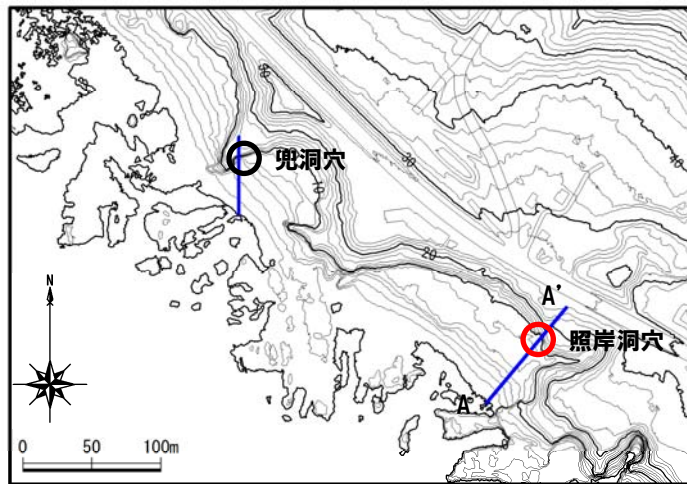
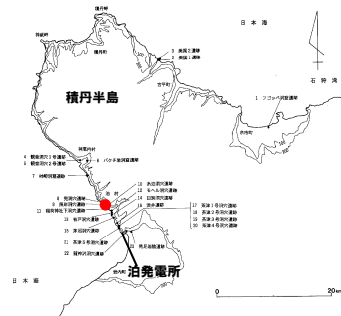


洞穴底面の状況

# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-10 海食洞調査結果 (照岸洞穴) (-1/2-)

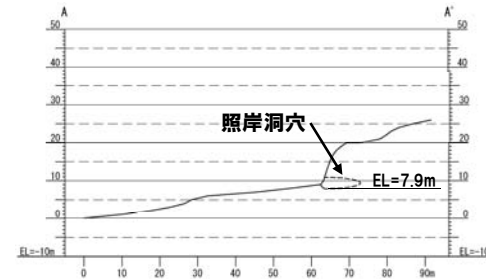
- 本洞穴は、水平及び縦方向の節理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図



縦断面図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	7.9
標高 (m) (右代ほか, 1992)	4.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	2.5
規模 (m)	W12.0, L9.5, H3.0
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文後期末 縄文晩期 続縄文 擦文

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-10 海食洞調査結果(照岸洞穴) (-2/2-)



全景

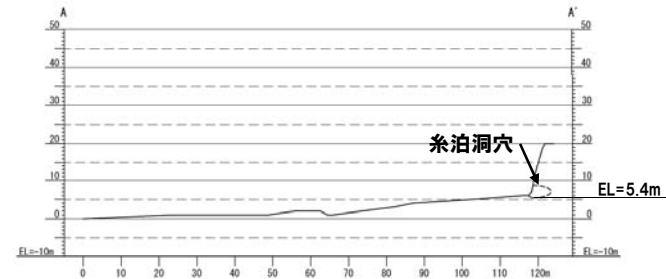
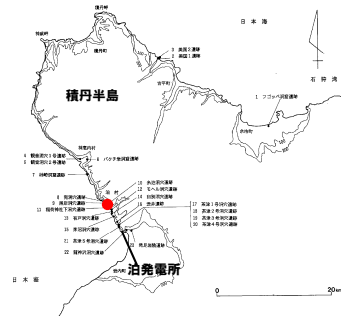


洞穴底面の状況

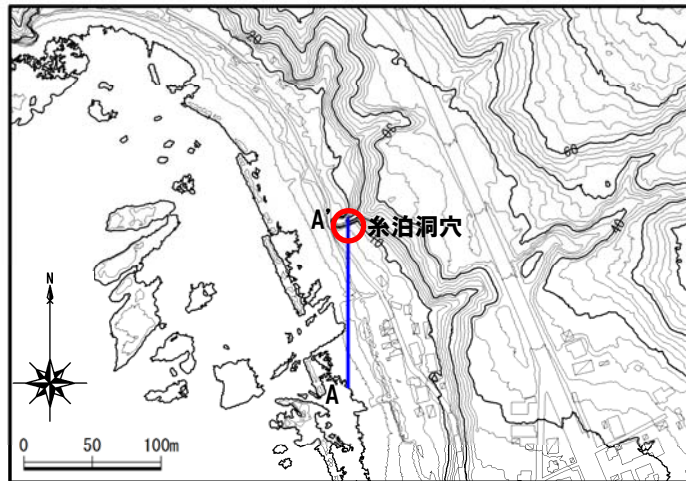
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-11 海食洞調査結果 (糸泊洞穴) (-1/2-)

- 本洞穴は、縦方向の節理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	5.4
標高 (m) (右代ほか, 1992)	5.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W10.6, L4.8, H3.3
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	崩積土等に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ



## ②-11 海食洞調査結果(糸泊洞穴) (-2/2-)



全景



開口部の状況

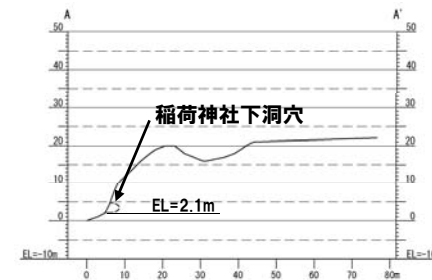
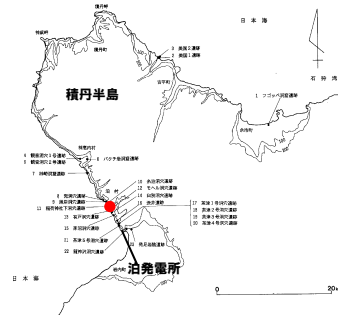


洞穴底面の状況

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-12 海食洞調査結果 (稲荷神社下洞穴) (-1/2-)

- 本洞穴は、海側傾斜の節理が認められる。
- 本洞穴は、節理を反映した海食地形と考えられる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	2.1※
標高 (m) (右代ほか, 1992)	3.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W8.0, L2.5, H2.6
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	露岩している。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

※: 本洞穴は露岩していることから、基盤高度を示す。

## ②-12 海食洞調査結果 (稲荷神社下洞穴) (-2/2-)



全景

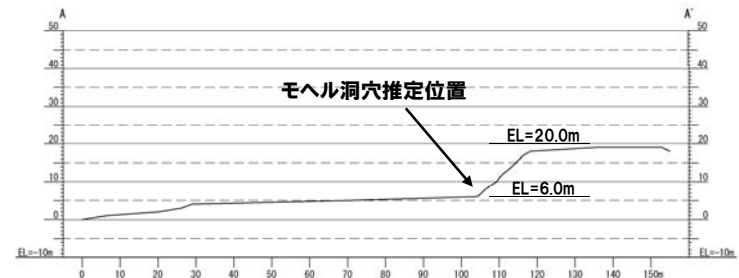
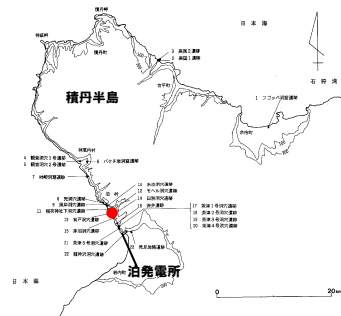


洞穴底面の状況

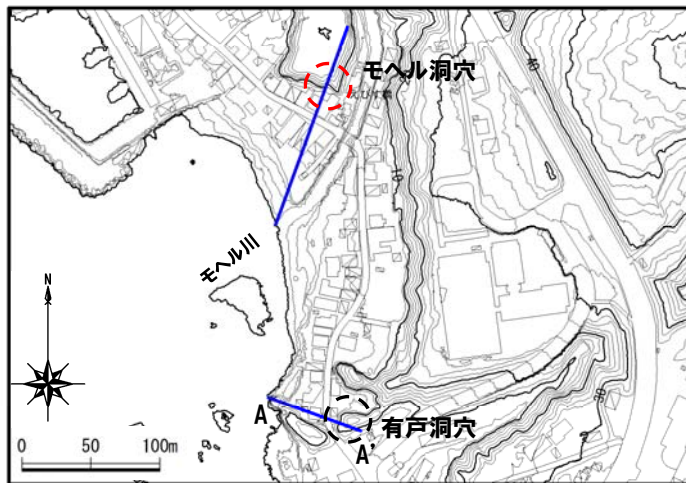
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-13 海食洞調査結果 (モヘル洞穴) (-1/2-)

- 右代ほか(1992)によれば、本洞穴は、標高20m、現汀線から80mの位置に認められるとされている。
- 一方、高橋ほか(2003)によれば、モヘル川右岸の崖下、標高6mの位置で南に向かって開口していたが、改変により消失したとされている。
- 文献及び付近の地形状況から、本洞穴は高橋ほか(2003)に示される位置にあったものと考えられる。
- 改変は伴うものの、洞穴推定位置前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



位置図

—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	-
標高 (m) (右代ほか, 1992)	20 (6※)
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W-, L-, H-
岩質	-
海食洞底面の状況	-
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

※: ( ) は高橋ほか(2003)による標高

## ②-13 海食洞調査結果(モヘル洞穴) (-2/2-)

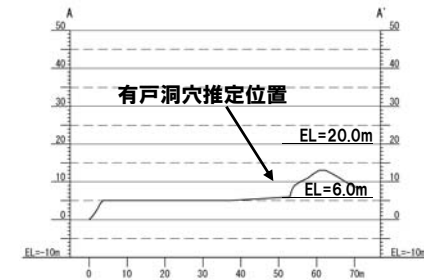


モヘル洞穴全景

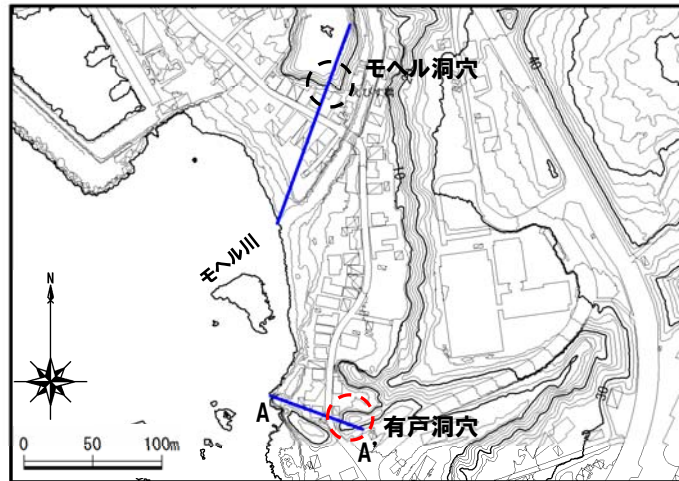
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-14 海食洞調査結果 (有戸洞穴) (-1/2-)

- 右代ほか(1992)によれば、本洞穴は、標高20m、現汀線から40mの位置に認められるとされている。
- 一方、高橋ほか(2003)によれば、海に向かって舌状に張り出した崖下、標高6mの位置でおそらく北西方向に開口していたが、改変されたとされている。
- 文献及び付近の地形状況から、本洞穴は高橋ほか(2003)に示される位置にあったものと考えられる。
- 改変は伴うものの、洞穴推定位置前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置  
 縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	-
標高 (m) (右代ほか, 1992)	20 (6*)
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W-, L-, H-
岩質	-
海食洞底面の状況	-
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
 L: 開口部からの奥行き  
 H: 開口部の底面から天端までの高さ  
 ※: ( ) は高橋ほか(2003)による標高

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-14 海食洞調査結果(有戸洞穴) (-2/2-)



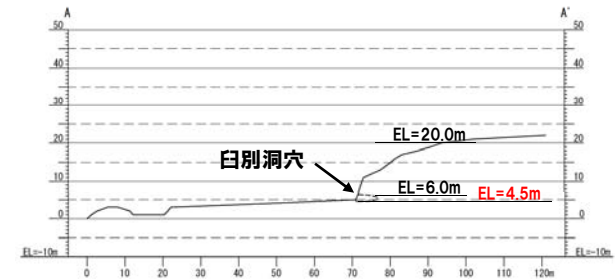
有戸洞穴全景

# 4.2 海食洞の状況確認

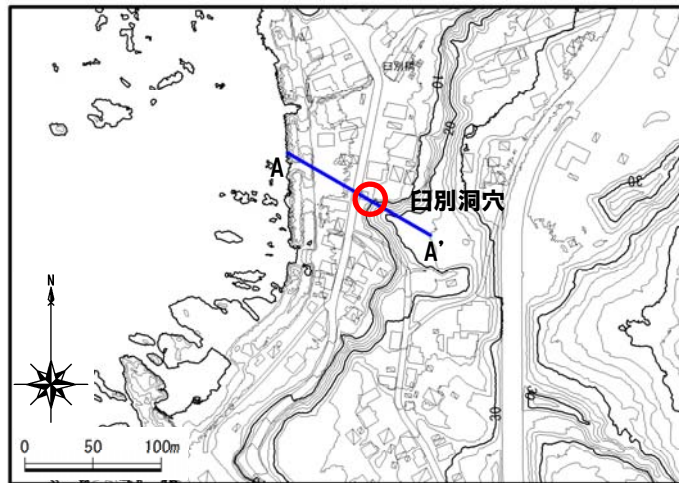
## ②-15 海食洞調査結果 (臼別洞穴) (-1/2-)

- 右代ほか(1992)によれば、本洞穴は、標高20m、現汀線から40mの位置に認められるとされている。
- 一方、高橋ほか(2003)によれば、海に向かって舌状に張り出した崖下、標高6mの位置で北西方向に開口するとされている。
- 文献及び付近の地形状況から、本洞穴は高橋ほか(2003)に示される位置にあるものと考えられ、当社の状況確認においては、右代ほか(1992)に記載の規模(W=3m, L=8m, H=2m)と同程度の洞穴が認められた。
- 本洞穴は、水平及び縦方向の節理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。

W:開口部の幅  
L:開口部からの奥行き  
H:開口部の底面から天端までの高さ



縦断面図



—:縦断面図作成位置  
縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	4.5
標高 (m) (右代ほか, 1992)	20 (6※)
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W4.1, L5.3, H1.8
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	円礫, 扁平礫等に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W:開口部の幅  
L:開口部からの奥行き  
H:開口部の底面から天端までの高さ

※: ( ) は高橋ほか(2003)による標高



## ②-15 海食洞調査結果(臼別洞穴) (-2/2-)



全景



開口部の状況

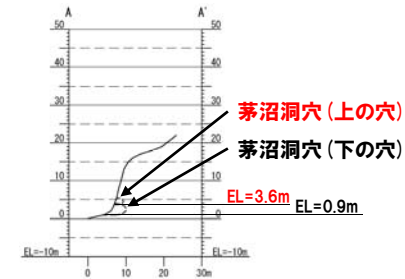
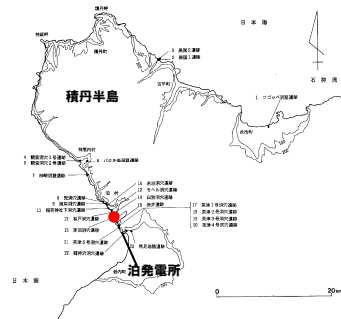


洞穴底面の状況

# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-16 海食洞調査結果 (茅沼洞穴) (-1/4-)

- 本洞穴は、近接した位置に海食洞が2箇所認められた。
- 【上の穴】
- 本洞穴は、節理等は認められない。
- 本洞穴は、比較的基質が優勢な部分に位置することから、地質的弱部を反映した海食地形と考えられる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	3.6※
標高 (m) (右代ほか, 1992)	2.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W2.3, L1.8, H1.8
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	露岩している。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

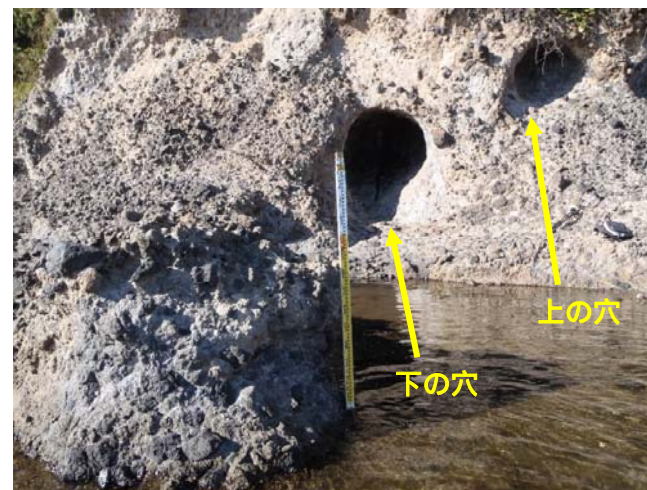
※: 本洞穴は露岩していることから、基盤高度を示す。

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-16 海食洞調査結果(茅沼洞穴) (-2/4-)



全景



近景



開口部の状況



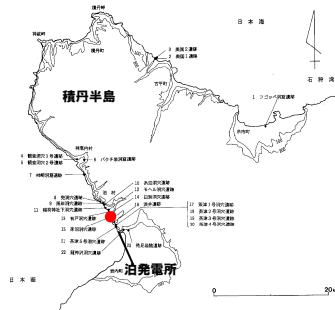
洞穴底面の状況

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-16 海食洞調査結果(茅沼洞穴) (-3/4-)

#### 【下の穴】

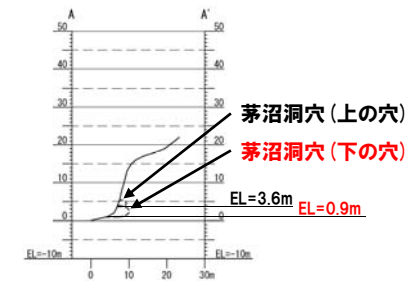
- 本洞穴は、節理等は認められない。
- 洞穴は比較的基質が優勢な部分に位置することから、地質的弱部を反映した海食地形と考えられる。
- 本洞穴は、海岸地形に連続しており、現成の海食地形であると考えられる。



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

#### 位置図



縦断面図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高(m)	0.9*
標高(m) (右代ほか, 1992)	2.0
推定基盤高度(m) (右代ほか, 1992)	-
規模(m)	W2.6, L3.1, H3.0
岩質	火山角礫岩
海食洞底面の状況	露岩している。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

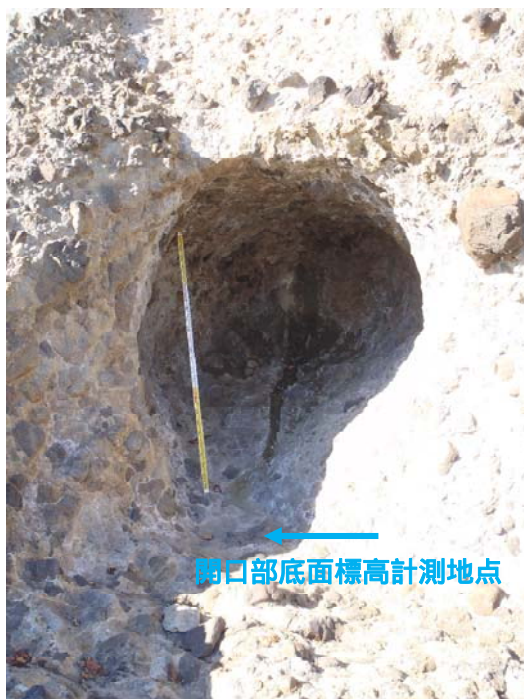
※: 本洞穴は露岩していることから、基盤高度を示す。

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-16 海食洞調査結果(茅沼洞穴) (-4/4-)



全景



開口部の状況

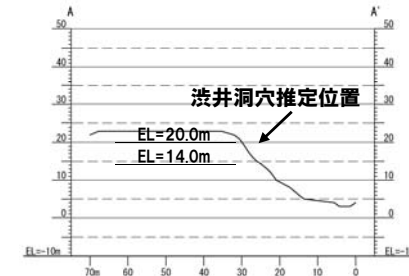


洞穴底面の状況

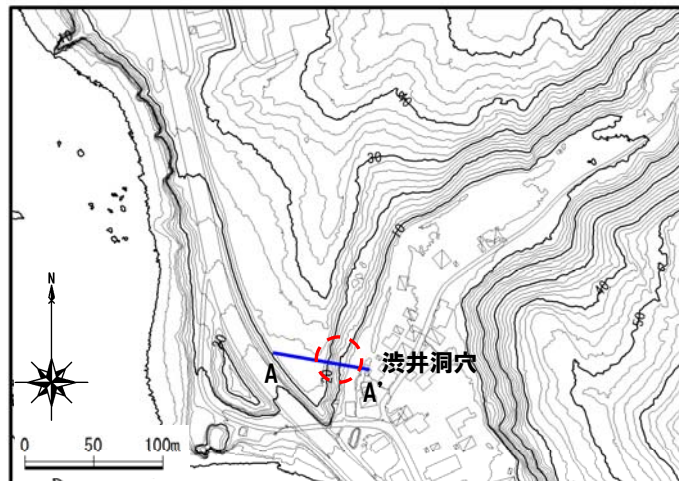
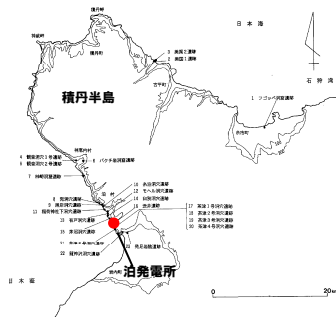
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-17 海食洞調査結果 (渋井洞穴) (-1/2-)

- 右代ほか(1992)によれば、本洞穴は、標高20m、現汀線から110mの位置に認められるとされている。
- 一方、高橋ほか(2003)によれば、渋井集落を見下ろす崖面の標高14mの位置で南方方向に開口するとされている。
- 文献及び付近の地形状況から、本洞穴は位置図に示す位置付近にあるものと推定されるものの、植生等に覆われ、当社の状況確認では位置が特定できなかった。
- 本洞穴の推定位置付近は、平坦な地形が認められない。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	-
標高 (m) (右代ほか, 1992)	20 (14※)
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W-, L-, H-
岩質	-
海食洞底面の状況	-
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

※: ( ) は高橋ほか(2003)による標高

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-17 海食洞調査結果(渋井洞穴) (-2/2-)

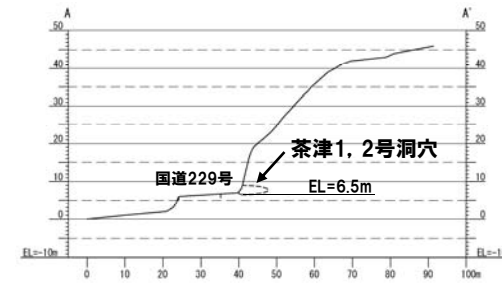
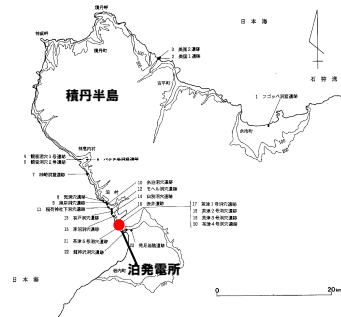


全景

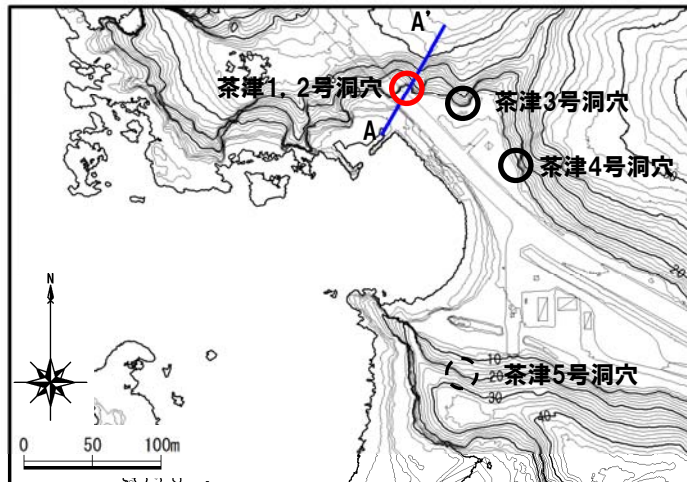
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-18 海食洞調査結果 (茶津1号洞穴) (-1/2-)

- 本洞穴は、海側傾斜の層理が認められる。
- 洞穴底面は整地されているため、整備による改変の可能性が考えられる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	6.5
標高 (m) (右代ほか, 1992)	5.2
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	3.7
規模 (m)	W3.3, L6.8, H2.5
岩質	凝灰角礫岩, 凝灰岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文後期末 縄文晩期 続縄文

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ



## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-18 海食洞調査結果 (茶津1号洞穴) (-2/2-)



全景



開口部の状況

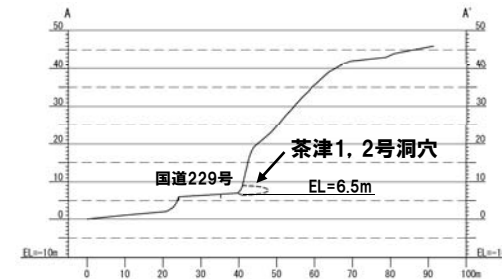
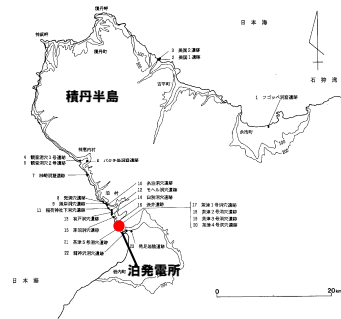


洞穴底面の状況

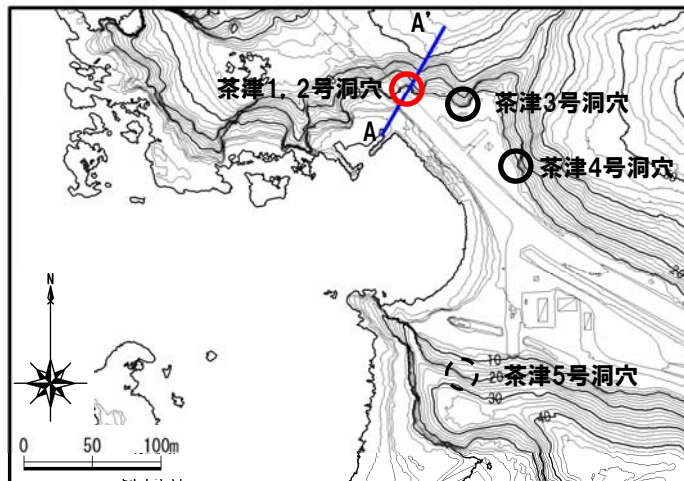
## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-19 海食洞調査結果 (茶津2号洞穴) (-1/2-)

- 本洞穴は、海側傾斜の層理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	6.5
標高 (m) (右代ほか, 1992)	5.4
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	4.2
規模 (m)	W3.5, L4.2, H2.2
岩質	凝灰角礫岩, 凝灰岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文後期末 縄文晩期 続縄文

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-19 海食洞調査結果 (茶津2号洞穴) (-2/2-)



全景



開口部の状況

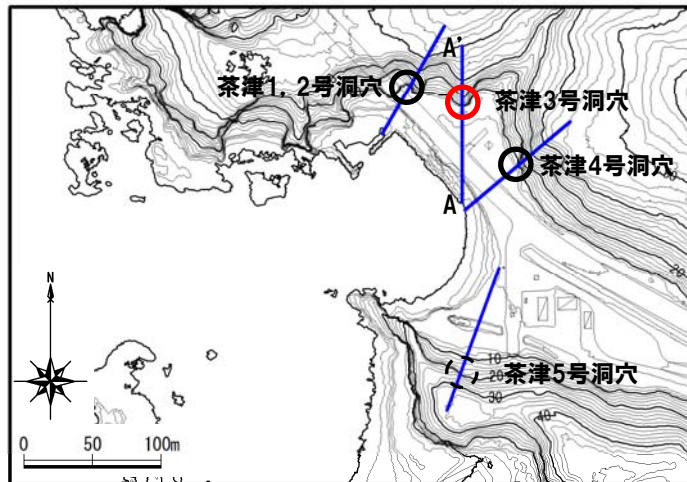
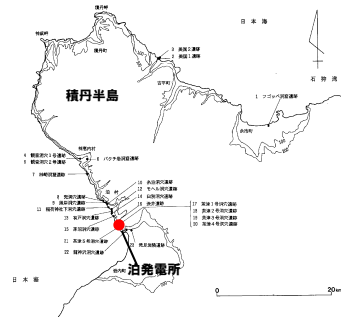


洞穴底面の状況

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-20 海食洞調査結果 (茶津3号洞穴) (-1/2-)

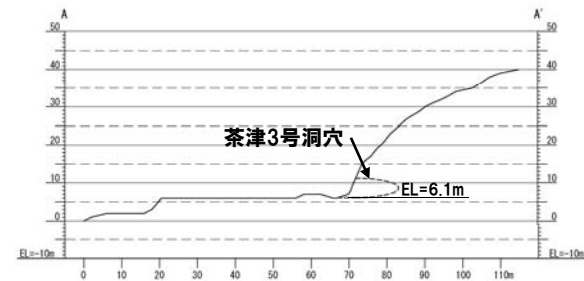
- 本洞穴は、海側傾斜の節理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図



縦断面図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	6.1
標高 (m) (右代ほか, 1992)	5.6
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	4.4
規模 (m)	W2.5, L11.4, H5.1
岩質	凝灰角礫岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄縄文

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-20 海食洞調査結果 (茶津3号洞穴) (-2/2-)



全景



近景 (南側より撮影)

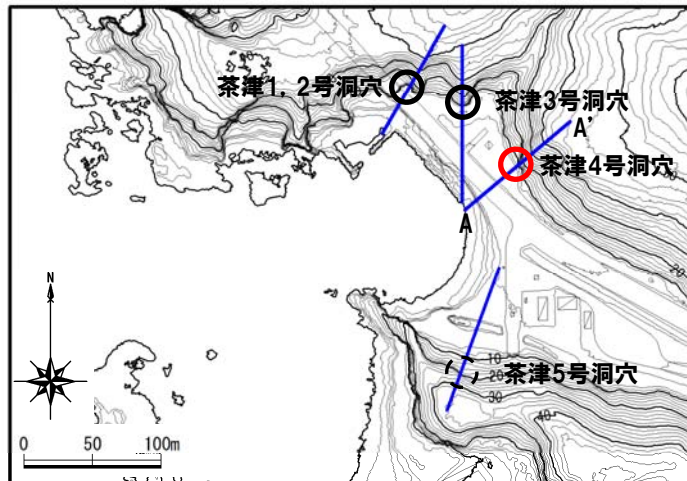
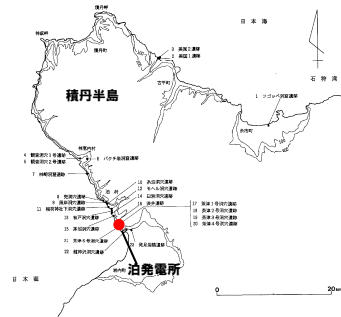


洞穴底面の状況

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-21 海食洞調査結果 (茶津4号洞穴) (-1/2-)

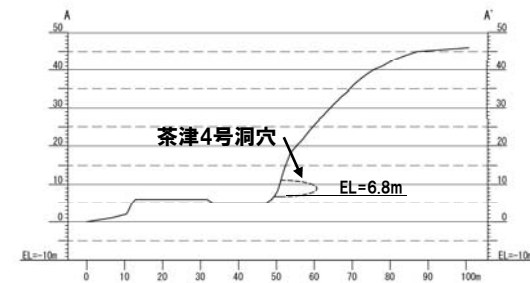
- 本洞穴は、海側傾斜の層理が認められる。
- 改変は伴うものの、洞穴前縁に平坦な地形が認められる。



— : 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図



縦断面図

海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	6.8
標高 (m) (右代ほか, 1992)	8.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	4.5
規模 (m)	W8.0, L9.5, H4.3
岩質	凝灰角礫岩, 凝灰岩
海食洞底面の状況	崩積土に覆われる。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	続縄文 擦文

W: 開口部の幅

L: 開口部からの奥行き

H: 開口部の底面から天端までの高さ

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-21 海食洞調査結果 (茶津4号洞穴) (-2/2-)



全景



開口部の状況



近景

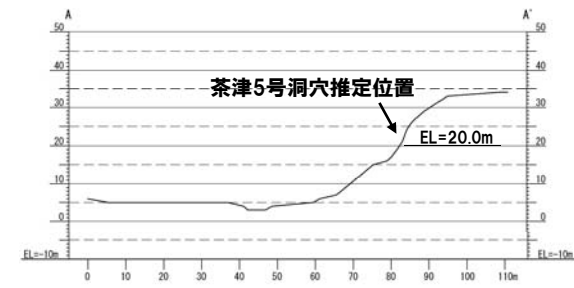


洞穴底面の状況

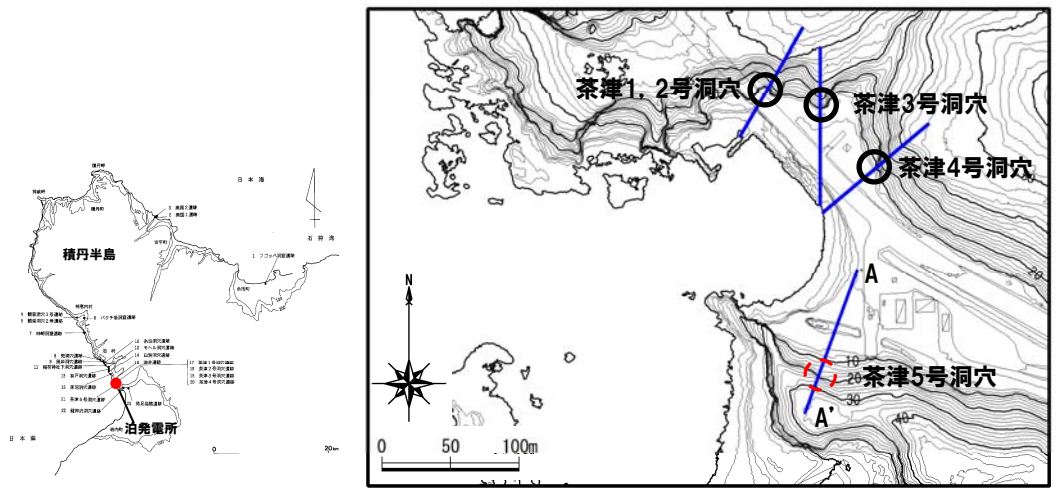
## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-23 海食洞調査結果 (茶津5号洞穴) (-1/2-)

- 右代ほか(1992)によれば、本洞穴は、標高20m、現汀線から25mの位置に認められるとされている。
- 一方、高橋ほか(2003)によれば、本洞穴は、海食崖に位置するが詳細は不明とされている。
- 文献及び付近の地形状況から、本洞穴は位置図に示す位置付近にあるものと推定されるものの、崩積土により埋没したと考えられ、当社の状況確認では位置が特定できなかった。
- 本洞穴の推定位置付近は、平坦な地形が認められない。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置  
 縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

#### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	-
標高 (m) (右代ほか, 1992)	20
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W-, L-, H-
岩質	-
海食洞底面の状況	-
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
 L: 開口部からの奥行き  
 H: 開口部の底面から天端までの高さ



## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-23 海食洞調査結果 (茶津5号洞穴) (-2/2-)



全景



洞穴推定位置の状況

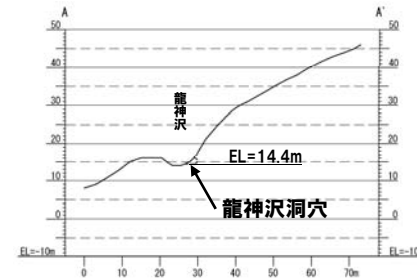
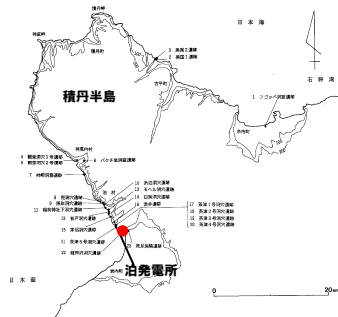


洞穴推定位置の近景

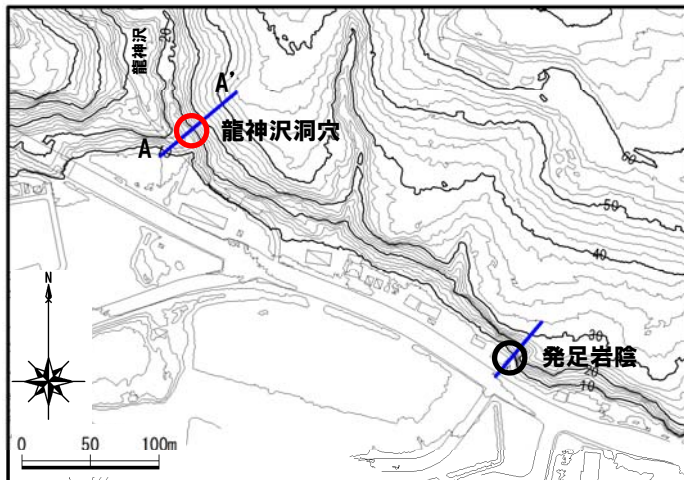
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-24 海食洞調査結果 (龍神沢洞穴) (-1/2-)

- 本洞穴は、礫優勢部と基質優勢部との岩層境界及び水平方向の節理が認められる。
- 本洞穴の推定位置付近は、平坦な地形が認められない。
- 洞穴は沢沿いに位置することから、河川侵食により形成されたものと考えられる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	14.4*
標高 (m) (右代ほか, 1992)	16
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	-
規模 (m)	W4.6, L1.0, H1.6
岩質	凝灰角礫岩
海食洞底面の状況	露岩している。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	不明

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

※: 本洞穴は露岩していることから、基盤高度を示す。

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-24 海食洞調査結果(龍神沢洞穴) (-2/2-)



開口部の状況

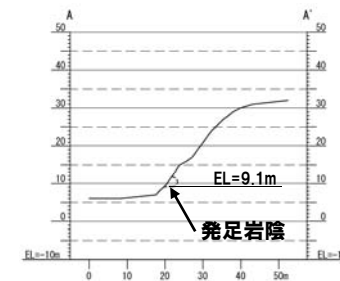
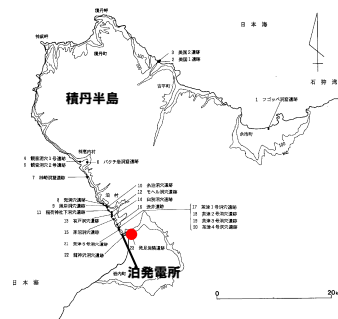


洞穴底面の状況

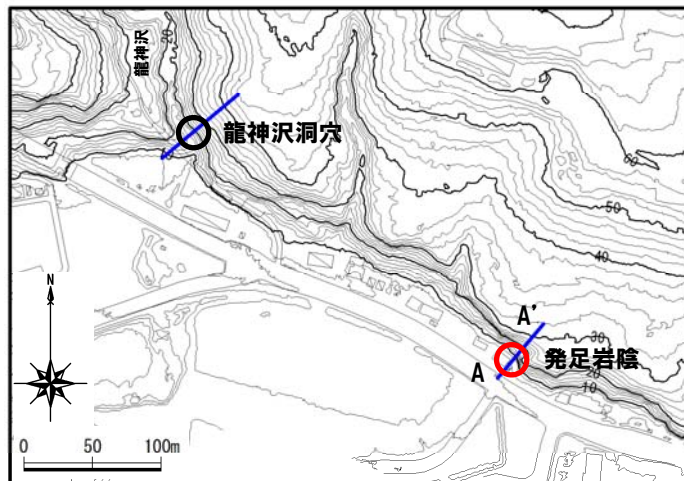
# 4.2 海食洞の状況確認

## ②-25 海食洞調査結果 (発足岩陰) (-1/2-)

- 本岩陰は、水平方向の節理が認められる。
- 岩陰の奥行は、右代ほか(1992)の値(L=5m)と比較して短く、改変により岩陰底面は消失している可能性が考えられる。
- 改変は伴うものの、岩陰前縁に平坦な地形が認められる。



縦断面図



—: 縦断面図作成位置

縦断面図は、豊島(1978)においてベンチ状微地形を伴う海食洞は有効な旧汀線指標となるとされていることから、海食洞前縁の平坦な地形の有無を確認するため、奥行き方向断面にて作成した。

位置図

### 海食洞諸元

開口部底面標高 (m)	9.1※
標高 (m) (右代ほか, 1992)	9.0
推定基盤高度 (m) (右代ほか, 1992)	4.0
規模 (m)	W6.1, L1.5, H2.7
岩質	凝灰角礫岩
海食洞底面の状況	露岩している。
出土した遺物の年代 (右代ほか, 1992)	縄文後期 縄文晩期 続縄文 擦文

W: 開口部の幅  
L: 開口部からの奥行き  
H: 開口部の底面から天端までの高さ

※: 本岩陰は露岩していることから、基盤高度を示す。

## 4.2 海食洞の状況確認

### ②-25 海食洞調査結果 (発足岩陰) (-2/2-)



全景



岩陰底面の状況 (北側)



岩陰底面の状況 (南側)

## 5. 陸域と海域の地質構造の連続性について

## 5. 陸域と海域の地質構造の連続性について

### その他

     :H28年8月22日ヒアリング

     :H28年8月26日審査会合

     :H28年9月30日審査会合

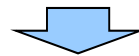
No	指摘事項	回答方針
10	陸域と海域の地質構造の連続性の検討については、積丹半島を海陸横断する4測線の地質断面図に示される陸域地質構造の情報を充実すること。	<ul style="list-style-type: none"><li>・積丹半島を海陸横断する4測線の地質断面図の陸域に分布する地層について、周辺の5万分の1地質図幅より、地層の傾斜を推定し、記載した。</li><li>・回答内容は、「当資料」P176～P177に掲載。</li></ul>

## 5. 陸域と海域の地質構造の連続性について

### ① 敷地前面海域のVI層及びVII層の地質時代 (-1/2-)

一部修正 (H28/8/26審査会合)

- 敷地前面海域のVI層及びVII層は、陸域の地層分布との対比から地質時代を推定している。
- 陸域と海域の地質構造の連続性の検討に当たっては、海上音波探査記録(測線f', 測線e, 測線c及び測線a)と連続する積丹半島の横断方向について地質断面図を作成している。
- 今回、地質断面図における陸域地質構造の情報の充実を図るため、以下の5万分の1地質図幅より、陸域に分布する地層の傾斜を推定し、記載した。
  - ・山岸・石井(1979)「余別および積丹岬」
  - ・根本ほか(1955)「古平および幌武意」
  - ・猪木・垣見(1954)「小樽西部」
  - ・山岸(1980)「神恵内」
  - ・斎藤ほか(1952)「茅沼」
- VI層は、陸域の地層分布との対比から積丹地域の神恵内層、古平層及び茅沼層に相当(黒松内低地帯地域においては、二股層以下に相当)するものと推定される。
- VII層は、敷地前面海域における最下位層であり、陸域の地層分布との対比から茅沼層より下位の地層に相当するものと推定される。



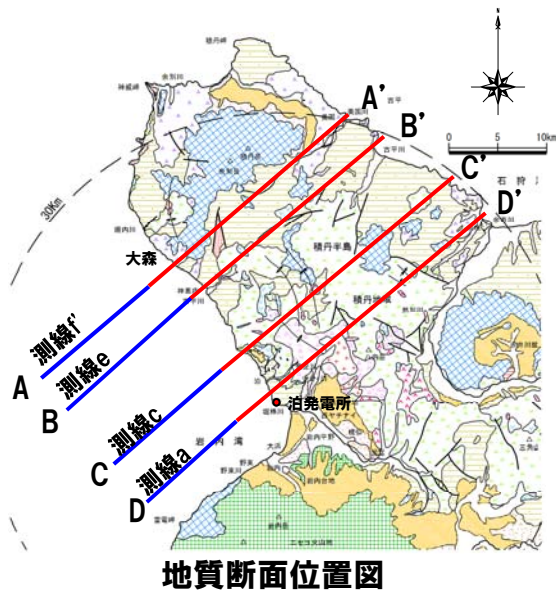
○このことから、VI層は古第三系始新統～新第三系上部中新統、VII層は古第三系始新統以下と推定される。



# 5. 陸域と海域の地質構造の連続性について

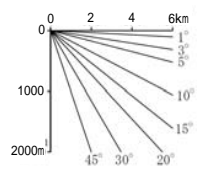
## ①敷地前面海域のVI層及びVII層の地質時代(-2/2-)

一部修正 (H28/8/26審査会合)



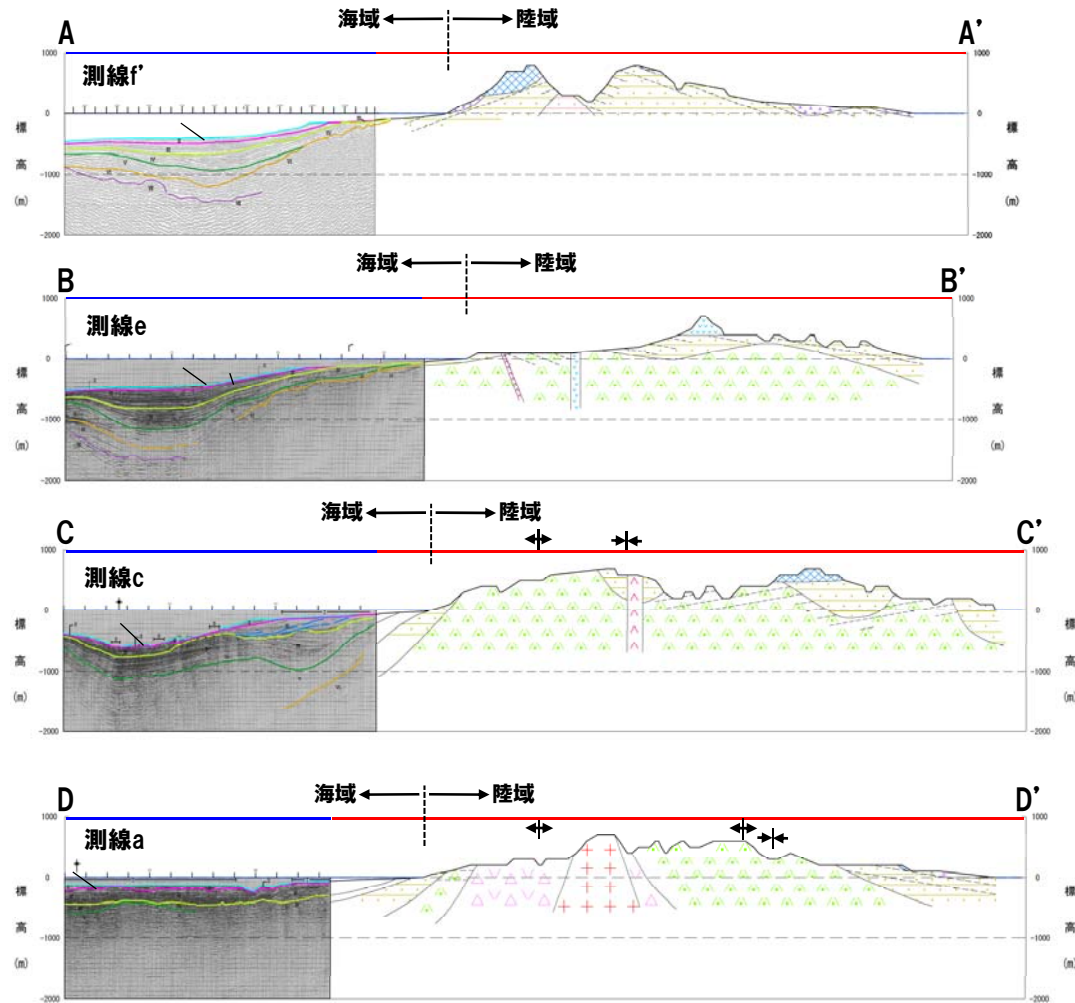
- 凡例
- I層 (完新統)
  - II層 (上部更新統)
  - III層 (中部更新統)
  - IV層 (下部更新統～中部更新統)
  - V層 (鮮新統～下部更新統)
  - VI層 (始新統～中新統)
  - VII層 (始新統以下)
  - VIII層 (貫入岩)

※色付線は各層の上面を表す



数字(角度)は水平・垂直が1:1の傾斜角度 V.E. 約3

- F<sub>10</sub>-10 断層及び断層番号
- F<sub>4</sub>-2 断層運動に関連する変形
- [ ] 連続しない断層
- ↕ 背斜軸
- ↕ 向斜軸



地質断面図

凡例	
地質時代	種丹地域
中新世	沖積層
第四紀	更新統
	沖積層
第三紀	野塚層・岩内層
	神高内層
白垩紀	花崗岩類
	シタム子層
先第三紀	花崗岩類
第四紀	埋入断層
新第三紀	安山岩
	玄武岩
	花崗岩類

※地質断面図は、海域は当社海上音波探査記録、陸域は当社地表地質踏査結果、石田・三村(1991)、通商産業省資源エネルギー庁(1985)等を参考に作成した。  
 海域-陸域間については、当社海上音波探査記録、当社地表地質踏査の結果等に基づく地質構造から推定した。  
 陸域に分布する地層の傾斜については、5万分の1地質図幅(山岸・石井(1979)、根本ほか(1955)、猪木・垣見(1954)、山岸(1980)及び斎藤ほか(1952))において、断面線付近に記載の地層の走向・傾斜から推定した。

余白

## 6. 積丹半島周辺の地震を示唆する痕跡について

## 6. 積丹半島周辺の地震を示唆する痕跡について

### その他



:H28年8月22日ヒアリング



:H28年8月26日審査会合



:H28年9月30日審査会合

No	指摘事項	回答方針
11	積丹半島周辺において、液状化等、地震の痕跡を示すものがないかを確認すること。	<ul style="list-style-type: none"><li>・地震を示唆する痕跡として、液状化痕及び津波堆積物について文献調査及び当社の津波堆積物調査結果の確認を実施した。</li><li>・回答内容は、「当資料」P181～P190に掲載。</li></ul>

**【検討目的】**

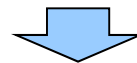
○積丹半島周辺において、液状化等、地震を示唆する痕跡の有無について確認する。

**【検討内容】**

- 一般的な地震を示唆する痕跡について確認した。
- 敷地近傍における液状化痕の有無について、文献調査を実施した。
- 敷地周辺の日本海側における津波堆積物について、文献調査及び当社の調査結果の確認を実施した。

**【検討結果】**

- 敷地近傍における遺跡発掘調査報告書においては液状化痕は認められない。
- 北海道(2013)及び川上ほか(2016)によれば、敷地南方の岩内平野において約7,000年前及び2~5世紀の高潮もしくは津波による可能性があるイベント砂層が認められるとされている。
- 当社の津波堆積物調査では、岩内平野において3地点でイベント堆積物の可能性のある堆積物が推定される区間が抽出されたが、珪藻分析結果より、河川性堆積物又は氾濫原堆積物と推定される。

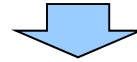


- 敷地南方の岩内平野においては、津波堆積物の可能性を示唆するイベント砂層が報告されている事例も一部認められるものの、液状化痕等の敷地近傍における大規模な地震の発生を示唆する状況は認められなかった。

## 6.2 地震を示唆する痕跡

### ①-1 一般的な地震を示唆する痕跡

- 北海道では、文字による歴史記録が残された期間が短く、積丹半島周辺における最も古い被害地震は1792年後志地震とされており、当該地震は津波被害についても記録されている(宇佐美ほか, 2013)。
- 伏島・平川(1996)によれば、歴史記録の少ない北海道においては、古地震を知るためには液状化痕を積極的に観察するべきであるとされている(液状化痕の観察事例を次頁に示す。)



- 上記を踏まえ、まず、敷地近傍における液状化痕の有無について、敷地近傍の遺跡発掘調査報告書を確認した。
- 次に、敷地周辺の日本海側における津波堆積物について、北海道及び当社の津波堆積物調査結果を確認した。
- なお、参考として敷地近傍の町村により発行されている町村史(泊村(1967, 2001), 共和町(1972, 2007)及び岩内町(1966))についても確認したものの、地震又は地震を示唆する記載は認められなかった。

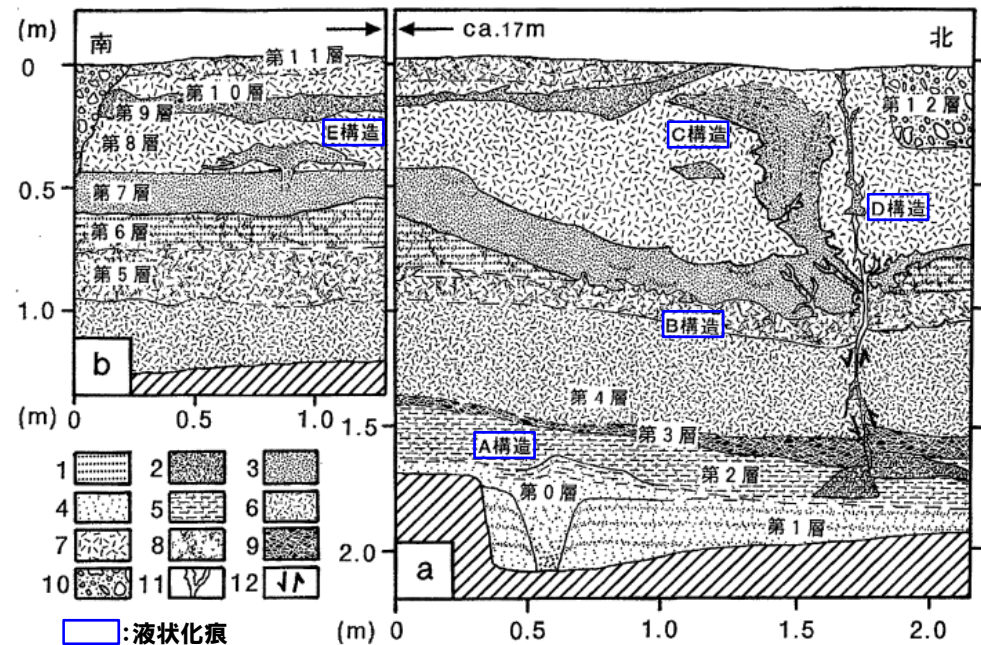
## 6.2 地震を示唆する痕跡

### ①-2 液状化痕の観察事例

- 伏島・平川(1996)によれば、札幌市内の遺跡発掘現場において、液状化痕と判断される破断、変形及び堆積構造が認められ、3回の大規模地震を解読したとされている。
- 伏島・平川(1996)によれば、露頭に認められる破断、変形及び堆積構造から液状化痕と判断した根拠として下表に示す5項目が挙げられている。

液状化痕の判断根拠(伏島・平川, 1996より作成)

項目	判断根拠	該当する構造
不十分な淘汰	水流によるごく短い距離の運搬・堆積を示唆する。	A, C, E
上方へ向かう細粒化	下方からの流れを示す。	A, C, D, E
ほぼ水平に近いシルトと砂の互層構造	液状化した砂質堆積物の地表への噴出・拡散・堆積によって作られたと解釈できる。	A, C, E
砂のレンズの形態	液状化した砂質堆積物の地表への噴出・拡散・堆積によって作られたと解釈できる。	A, B, E
砂脈の上向きのラツバ状の形態	下方からの突き上げに伴う破断によって作られたと理解できる。	A, E



第2図 トレンチ壁のスケッチ

a: トレンチ壁a, b: トレンチ壁b, ともに東に面している。トレンチは斜線上部までほりこまれた。各堆積層の特徴は第1表に記載する。

1: シルトと細礫の互層, 2: 粗砂, 3: 中粒砂, 4: 細砂, 5: シルト混じり砂, 6: 砂質シルト, 7: シルト, 8: 炭質物, 9: 炭質物を多量に含む粘土, 10: 人工埋積土, 11: 地割れの中の空隙, 12: 断層変位。

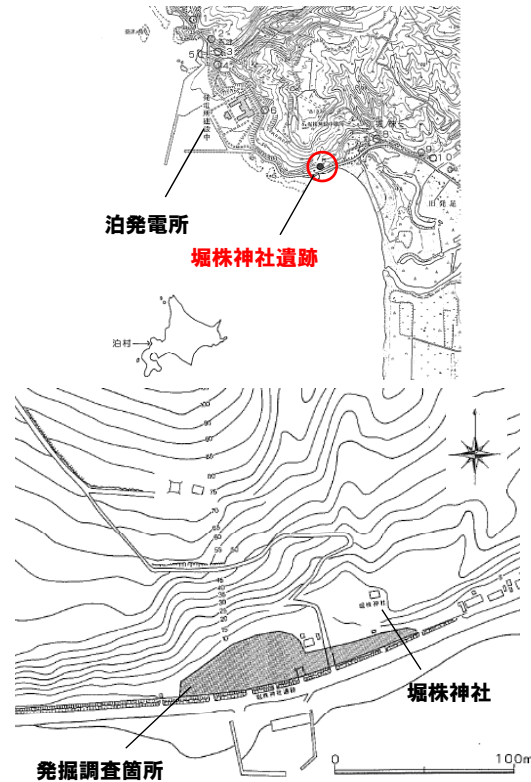
開削調査箇所スケッチ(伏島・平川, 1996に加筆)

# 6.2 地震を示唆する痕跡

## ②-1 遺跡発掘調査【北海道泊村教育委員会（1996）】

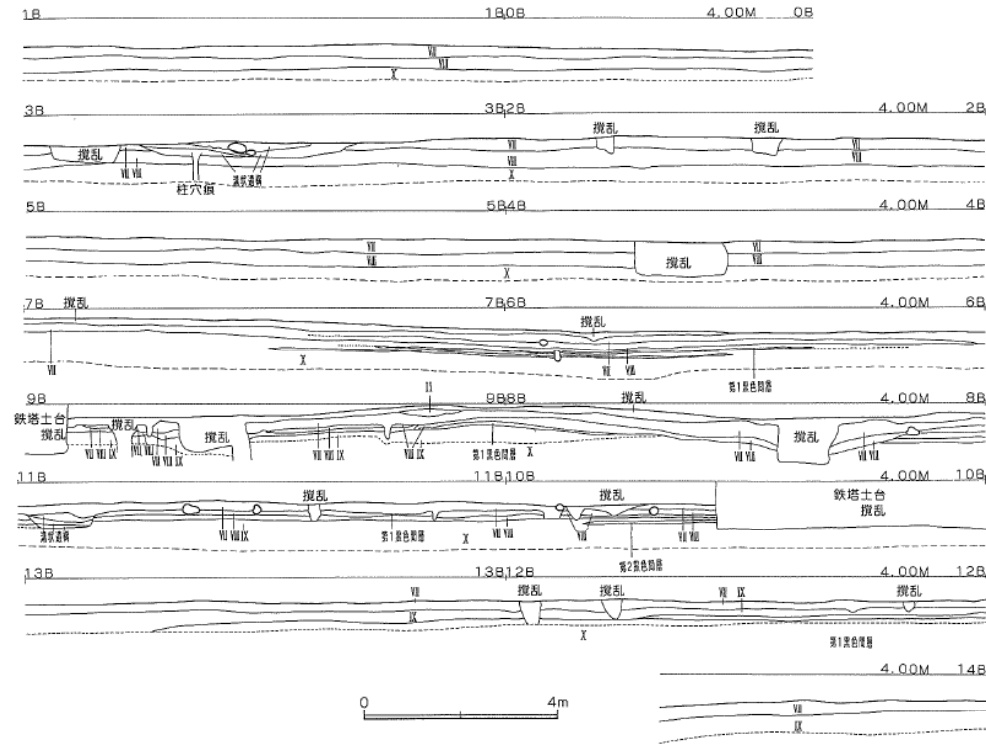
### 【堀株神社遺跡】

- 敷地の南側に隣接する泊村堀株の海岸沿いにおいて、堀株神社遺跡の発掘調査が行われており、縄文時代後期（約4,500～3,300年前）の土器等が出土したとされている。
- 遺跡発掘現場において認められる各層の層相について報告されているものの、液状化痕に関する記載及び伏島・平川（1996）による液状化の判断根拠となる砂レンズの形態、砂脈の上向きのラツパ状の形態等（前頁参照）は認められない。
- なお、本遺跡においては完新世海進高潮期以降、5世紀頃までに4回の山崩れが発生したとされているが、発生原因については今後の課題であるとされている（当社の地形分類図においても地すべり地形に分類している。）。



発掘調査箇所位置図

（北海道泊村教育委員会，1996に加筆）



- I層：盛土、客土等
- II層：茶褐色～黄褐色の崖錐堆積物
- III-a層：腐植質の黒色砂質土を挟む礫層
- III-b層：黒色の砂質土
- IV層：茶褐色の砂層
- V層：黄色の砂層
- VI層：基盤岩
- VII層：褐色の腐植質砂質土
- VIII層：褐色の砂層
- IX層：茶褐色の砂層
- X層：黄色砂層（砂丘砂）

発掘区土層断面図（北海道泊村教育委員会，1996に加筆）

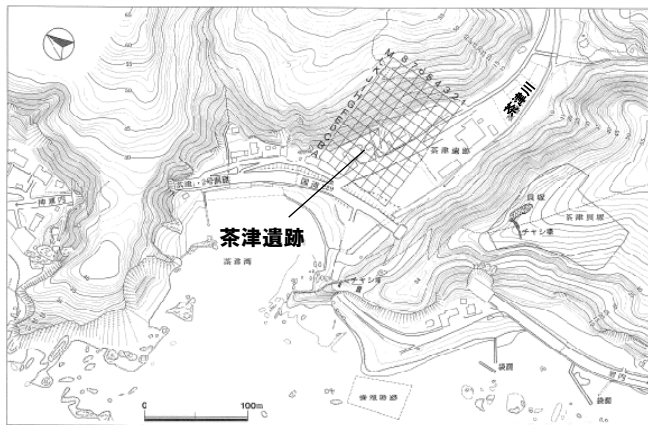
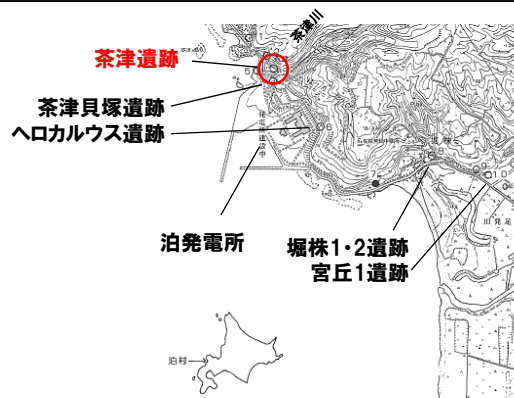


# 6.2 地震を示唆する痕跡

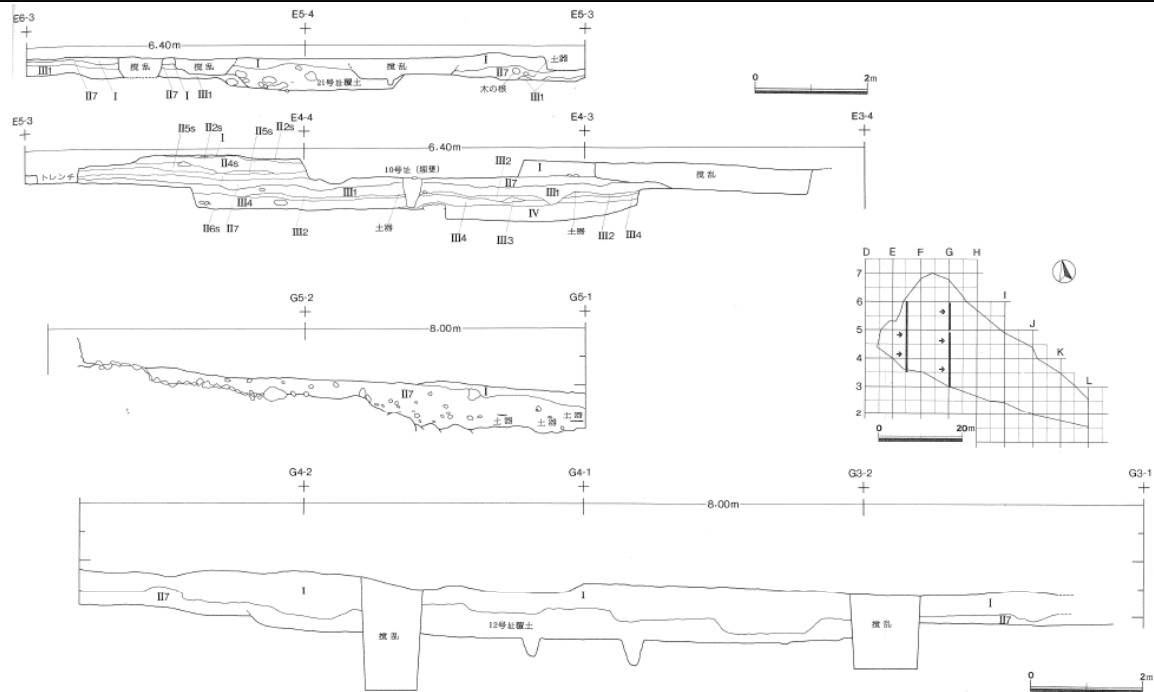
## ②-2 遺跡発掘調査【北海道文化財研究所編（1992）】

### 【茶津遺跡】

- 敷地の北側に隣接する泊村茶津の茶津川沿いの低地において、茶津遺跡の発掘調査が行われており、縄文時代中期（約5,500～4,500年前）の土器等が出土したとされている。
- 遺跡発掘現場において認められる各層の層相について報告されているものの、液状化痕に関する記載及び伏島・平川（1996）による液状化の判断根拠となる砂レンズの形態、砂脈の上向きのラツパ状の形態等（P183参照）は認められない。
- また、北海道文化財研究所により敷地近傍の遺跡4箇所についても報告されているがいずれも同様な状況であることを確認している。



発掘調査箇所位置図  
(北海道文化財研究所編, 1992に加筆)



- |              |               |
|--------------|---------------|
| I層: 黒褐色土     | III1層: 黄褐色粘質土 |
| II1s層: 暗褐色砂  | III2層: 茶褐色土   |
| II2s層: 黄褐色砂  | III3層: 暗赤褐色土  |
| II3層: 暗褐色土   | III4層: 暗褐色粘質土 |
| II4s層: 褐色砂   | IV層: 明黄褐色粘質土  |
| II5s層: 暗黄褐色砂 |               |
| II6s層: 暗褐色砂  |               |
| II7層: 褐色土    |               |

発掘区内の層序 (北海道文化財研究所編, 1992に加筆)

## ③-1 北海道による津波堆積物調査結果 (-1/3-)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

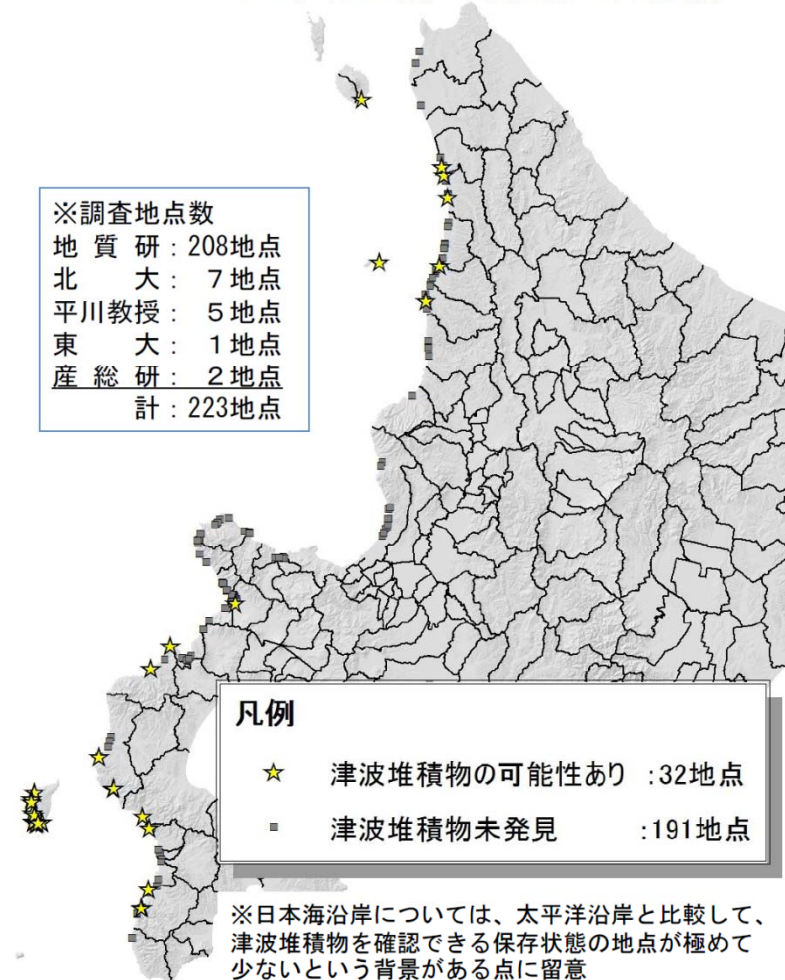
## 【北海道(2013)】

- 東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえて北海道沿岸における津波想定の特検・見直しを行うため、日本海沿岸南部から津波堆積物調査を実施している。
- 調査は、奥尻島等223地点で行っており、敷地南方の岩内平野においても実施されているが、明瞭な津波堆積物のデータは得られていない。

北海道日本海側における津波堆積物調査地点

2013年3月8日現在 道総研 地質研究所

※調査地点数  
 地質研：208地点  
 北大：7地点  
 平川教授：5地点  
 東大：1地点  
 産総研：2地点  
 計：223地点



北海道(2013)より

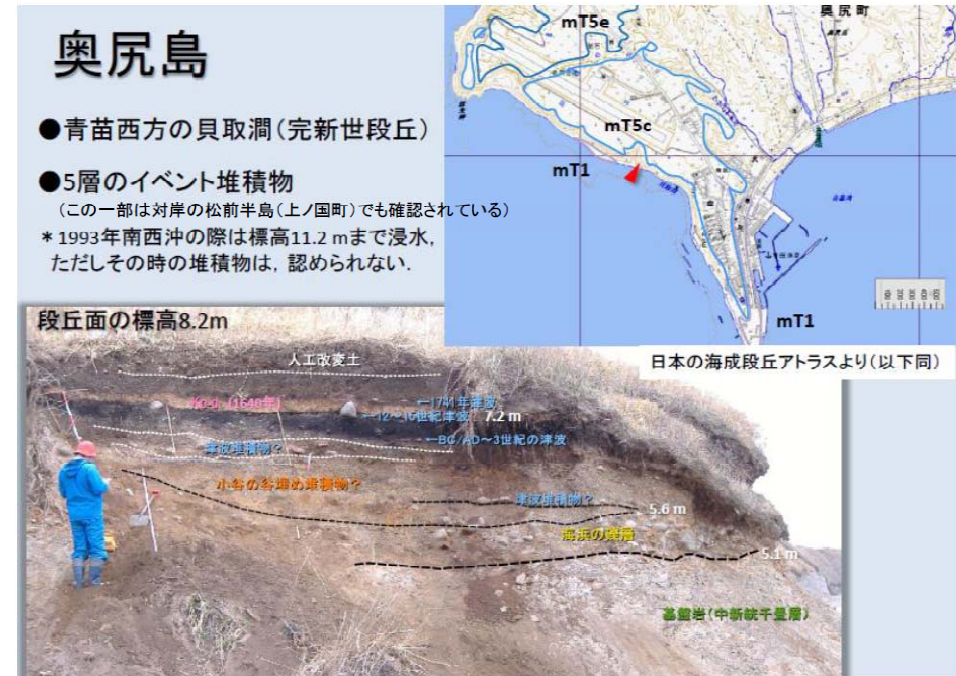
## ③-1 北海道による津波堆積物調査結果 (-2/3-)

再掲 (H26/12/5審査会合)

## 【北海道 (2013)】

- 奥尻島では、1741年(渡島西岸)津波の津波堆積物、12～16世紀の津波堆積物、BC/AD～3世紀を含む5層のイベント堆積物を確認している。
- また、その一部は松前半島でも確認されている。

■奥尻島(平成24年4月実施) 過去にも複数回の津波の発生を確認



北海道 (2013) より

# 6.2 地震を示唆する痕跡

## ③-1 北海道による津波堆積物調査結果 (-3/3-)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

### 【北海道 (2013)】

- 岩内平野では、49地点で調査を行っており、そのうち、25地点は地質条件や人工改変により存否を確認できていない。
- 24地点で氾濫原の泥炭層、粘土層について掘削調査を行っているが明瞭な痕跡は認められていない。
- 岩内平野におけるボーリング調査結果 (KY-07) では、標高-3.2m付近で海洋性プランクトンの化石を確認しており、高潮もしくは津波による可能性があるものと記載されている。

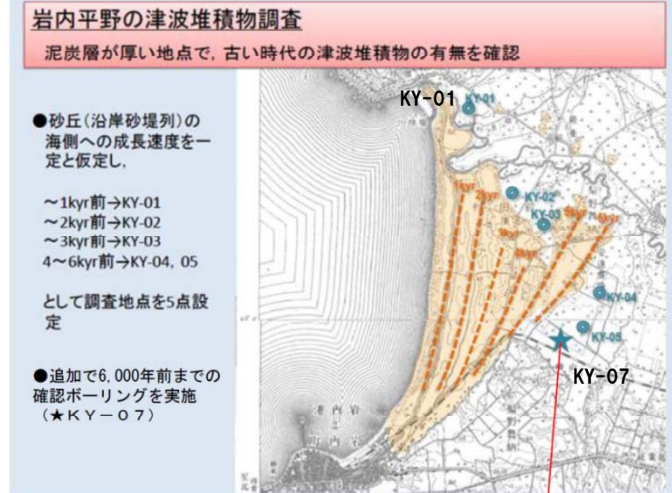
### 【北海道立総合研究機構地質研究所 (2015)】

- 岩内平野における調査結果より、現在~2,300年前頃の津波堆積物の探査が不十分としながらも、KY-01地点、KY-03地点、KY-04地点及びKY-05地点に認定したイベント堆積物の形成が河川の洪水等による可能性を示唆するとされている。

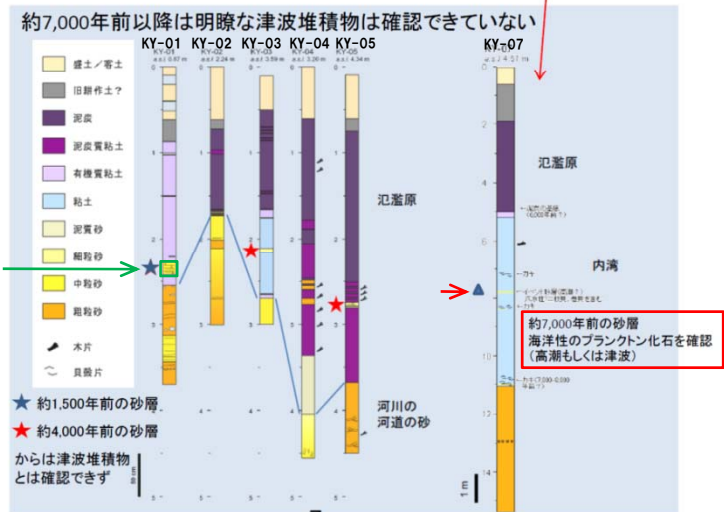
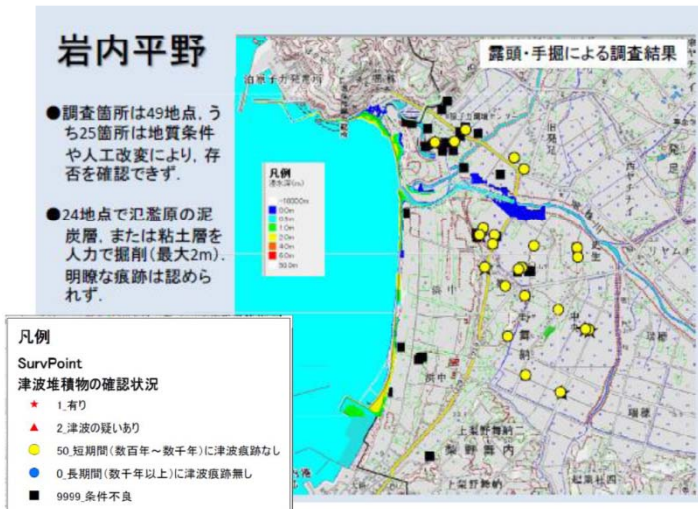
### 【川上ほか (2016)】

- 岩内平野における北海道立総合研究機構地質研究所 (2015) のKY-01地点では、右下図の囲みの範囲において、有機質粘土層にやや不淘汰な中粒砂層が挟在し、底生有孔虫を産したとされている。
- 当該砂層の堆積年代は、2~5世紀であるとされ、高潮又は津波起源の可能性があるとされている。

### (参考1-4) ボーリング等による調査



■岩内平野 (平成24年5~8月実施) 明瞭な堆積物は見つからなかった



【川上ほか (2016)】  
有機質粘土層に挟在するやや不淘汰な中粒砂層 (高潮又は津波の可能性)

岩内平野における津波堆積物調査結果 (北海道, 2013に加筆)



# 6.2 地震を示唆する痕跡

## ③-2 当社による津波堆積物調査結果 (-2/2-)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

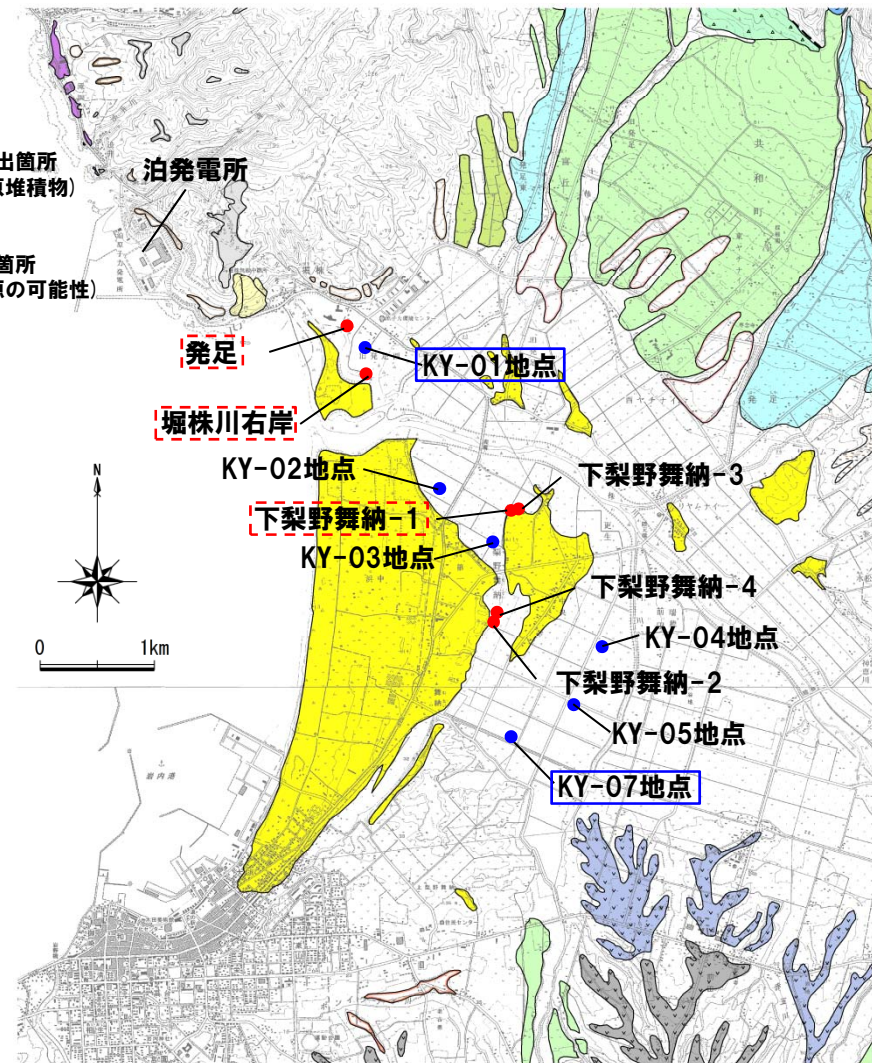
### 【ボーリング調査】

- 北海道の調査を補完する目的で、岩内平野において湿地性堆積物(腐植質シルト層)及び内湾性堆積物(シルト層)が堆積している可能性のある地点でボーリング調査を実施した。
- 当社の津波堆積物調査では、岩内平野において3地点でイベント堆積物の可能性のある堆積物が推定される区間が抽出されたが、珪藻分析結果より、河川性堆積物又は氾濫原堆積物と推定される。

- : 当社調査箇所
- : イベント堆積物抽出箇所 (河川性又は氾濫原堆積物)
- : 北海道調査箇所
- : イベント砂層抽出箇所 (津波又は高潮起源の可能性)

凡 例

地形面区分	
Af段丘面	[色]
Lf3段丘面	[色]
Lf2段丘面	[色]
Lf1段丘面	[色]
Mf2段丘面	[色]
Mh1段丘面	[色]
Hh3段丘面	[色]
Hh2段丘面	[色]
Hh1段丘面	[色]
H0段丘面群	[色]
湖蝕火砕流堆積面	[色]
火山麓扇状地 (VL2)	[色]
火山麓扇状地 (VL1)	[色]
火山麓扇状地 (VRS)	[色]
火山麓扇状地 (VRS)	[色]
火山麓扇状地 (VRZ)	[色]
火山麓扇状地 (VRZ)	[色]
低位丘陵背面	[色]
高位丘陵背面	[色]
崖線	[色]
地すべり地形・崩壊地形	[色]
砂丘	[色]
沖積扇	[色]



調査地点位置図

- (1) 小池一之・町田 洋編 (2001) : 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- (2) 藤原治・柳田誠・三箇智二・守屋俊文 (2005) : 地層処分からみた日本列島の隆起・侵食に関する研究, 原子力バックエンド研究 11 (2), pp.113-124.
- (3) Sunamura T (1992) : Geomorphology of Rocky Coasts. John Wiley & Sons, Chichester. pp.302.
- (4) 豊島吉則 (1967) : 山陰海岸における海蝕地形に関する研究, 鳥取大学教育学部研究報告 第18巻, pp.64-98.
- (5) 吉川虎雄・杉村新・貝塚爽平・太田陽子・阪口豊編 (1973) : 新編 日本地形論, 東京大学出版会.
- (6) 茅根創・吉川虎雄 (1986) : 房総半島南東岸における現成・離水浸食海岸地形の比較研究, 地理学評論, Vol.59 (Ser.A) -1, pp.18-36.
- (7) 鈴木隆介 (1998) : 建設技術者のための地形図読図入門 第2巻, 古今書院.
- (8) 活断層研究会編 (1991) : 日本の活断層, 東京大学出版会.
- (9) 大沢穠・三村弘二 (1993) : 20万分の1地質図「青森」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (10) 平山次郎・上村不二雄 (1985) : 鱒ヶ沢地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所.
- (11) Nakata T., Imaizumi T., Matsumoto H. (1976) : Late Quaternary tectonic movements on the Nishi-tsugaru Coast, with reference to seismic crustal deformation. Sci. Rep. Tohoku Univ., 7th ser. (26), pp.101-112.
- (12) 高橋達郎 (1967) : 隆起ベンチの形態に関する若干の考察, 東北地理 19 (2), pp.53-60.
- (13) 古川光啓 (1976) : 青森県西津軽地方の海岸地形について: 特に隆起ベンチを中心にして, 弘大地理 (12), pp.5-9.
- (14) 福留高明 (1993) : 秋田県沿岸部における直下型地震と活断層, 秋田大学鉱山学部 鉱業博物館 (25), pp.26-52.
- (15) 大沢穠 (1978) : 20万分の1地質図「弘前および深浦」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (16) 大沢穠 (1980) : 20万分の1地質図「秋田及び男鹿」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (17) 今村明恒 (1941) : 昭和14年の男鹿地震に伴える陸地変形, 地震 (13), pp.207-215.
- (18) 今泉俊文 (1977) : 男鹿半島の地殻変動と地震, 東北地理 (29), pp.35-44.
- (19) 大沢穠 (1988) : 20万分の1地質図「新庄及び酒田」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (20) 平野信一・中田高・今泉俊文 (1979) : 象潟地震 (1804年) に伴う地殻変形, 第四紀研究 (18), pp.17-30.
- (21) 土谷信之・高橋浩・柳沢幸夫・山元孝広・久保和也 (1999) : 20万分の1地質図「村上」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (22) 中村一明・笠原慶一・松田時彦 (1964) : 新潟地震による粟島の地変, 震研速報 (8), pp.73-94.
- (23) 高橋達郎 (1965) : 新潟県粟島における海岸縦断面形について, 梅花短大紀要 (14), pp.63-72.
- (24) 茂木昭夫 (1977) : 日本近海海底地形誌—海底俯瞰図集, 東京大学出版会.
- (25) 角靖夫 (1990) : 20万分の1地質図「相川及び長岡の一部 (佐渡島)」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (26) 太田陽子・松田時彦・長沼和雄 (1976) : 佐渡小木地震 (1802年) による土地隆起量の分布とその意義, 地震II輯 (29), pp.55-70.
- (27) 徳重英助 (1936) : 佐渡小木海岸の地質学的意義, 新潟県史蹟名勝天然記念物調査報告 (6), pp.1-66.
- (28) 坂本亨・今井功・角靖夫・野沢保・盛谷智之 (1967) : 20万分の1地質図「七尾・富山」, 通商産業省工業技術院地質調査所.

- (29) 宍倉正展・越後智雄・行谷佑一 (2009) : [講演要旨] 能登半島北西部の隆起生物遺骸群集に記録された最近1000年間の地震履歴, 歴史地震 (24), pp.167.
- (30) 浜田昌明・野口猛雄・穴田文浩・野原幸嗣・宮内崇裕・渡辺和樹・山中弘幸・佐藤比呂志 (2007) : 2007年能登半島地震に伴う地殻変動と能登半島の海成段丘, 地震研究所彙報 (82), pp.345-359.
- (31) 山本博文・奥山大嗣・江戸慎吾 (2007) : 生物指標からみた平成19年 (2007年) 能登半島地震における海岸隆起, 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要「日本海地域の自然と環境」(14), pp.33-46.
- (32) 鹿野和彦・松浦浩久・服部仁・山田直利・東元定雄 (1988) : 20万分の1地質図「浜田」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (33) 豊島吉則 (1978) : 山陰海岸における完新世海面変化, 地理学評論 51 (2), pp.147-157.
- (34) 藤森孝俊・蒔苗耕司・山口勝・川口隆・太田陽子 (1990) : 島根県浜田地震 (1872年) の地形学的検討, 地学雑誌99 (2), pp.44-59.
- (35) 宮内崇裕 (1991) : 旧汀線高度からみた東北日本弧北部の広域地殻変動, 米倉伸之・岡田篤正・森山昭雄編 変動地形とテクトニクス, 古今書院, pp.157-169.
- (36) 大竹政和・平朝彦・大田陽子編 (2002) : 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- (37) 檜垣大助・白石睦弥・古澤和之 (2011) : 1793寛政西津軽地震に関する一考察 (その2), 歴史地震, 第26号, p.111.
- (38) 右代啓視・赤松守雄・山田悟郎 (1992) : 積丹半島における洞窟・岩陰遺跡とその地質学的意義, 北海道開拓記念館研究報告 (12), pp.93-106.
- (39) 高橋健・福田正宏・佐藤昌俊・笹田朋孝・川島尚宗・塚本浩司 (2003) : 北海道日本海沿岸における考古学的調査 (2001年度), 利尻研究 (22), pp.79-96.
- (40) 山岸宏光・石井正之 (1979) : 5万分の1地質図幅説明書「余別および積丹岬」, 北海道立地下資源調査所.
- (41) 根本忠寛・対馬坤六・上島宏 (1955) : 5万分の1地質図幅説明書「古平および幌武意」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (42) 猪木幸男・垣見俊弘 (1954) : 5万分の1地質図幅説明書「小樽西部」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (43) 山岸宏光 (1980) : 5万分の1地質図幅説明書「神恵内」, 北海道立地下資源調査所.
- (44) 斎藤正次・上村不二雄・大澤穠 (1952) : 5万分の1地質図幅説明書「茅沼」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (45) 石田正夫・三村弘二 (1991) : 20万分の1地質図幅「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (46) 通商産業省資源エネルギー庁 (1985) : 広域調査報告書積丹地域.
- (47) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子 (2013) : 日本被害地震総覧599-2012, 東京大学出版会.
- (48) 伏島祐一郎・平川一臣 (1996) : 北海道大学構内で観察された液状化跡-先史地震と液状化構造形成過程の解読-, 活断層研究 (14), pp.9-18.
- (49) 泊村 (1967) : 泊村史.
- (50) 泊村 (2001) : 泊村史II.



- (51) 共和町 (1972) : 共和町史.
  - (52) 共和町 (2007) : 新共和町史.
  - (53) 岩内町 (1966) : 岩内町史.
  - (54) 北海道泊村教育委員会 (1996) : 堀株神社遺跡発掘調査報告書.
  - (55) 北海道文化財研究所編 (1992) : 茶津遺跡 泊発電所建設に伴う埋蔵文化財包蔵地の発掘調査, 北海道文化財研究所調査報告書第4集.
  - (56) 北海道 (2013) : 平成24年度日本海沿岸の津波浸水想定の見直し報告書, 北海道に津波被害をもたらす想定地震の再検討ワーキンググループ.
  - (57) 北海道立総合研究機構地質研究所 (2015) : 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究－未解明地域を中心に－」成果報告書.
  - (58) 川上源太郎・仁科健二・加瀬善洋・林圭一・廣瀬亘 (2016) : 北海道日本海沿岸の津波堆積物と津波履歴.
- (WEB)
- (59) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2007) : 平成19年(2007年)能登半島地震の評価.  
([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/07apr\\_noto/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/07apr_noto/index.htm))

# (参考)海食洞の分布高度の系統性及び発達程度に関する考察

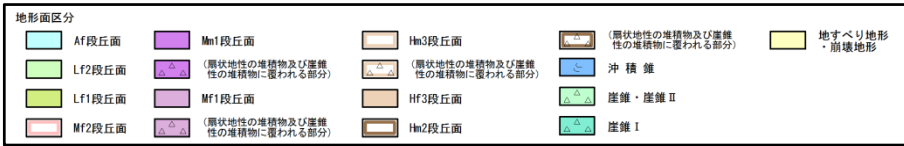
## 【海食洞の分布高度の系統性に関する考察】

- 右代ほか(1992)によれば、発掘調査から推定される海食洞の推定基盤高度は、照岸周辺及び神恵内周辺(折石, 赤石周辺含む)の海食洞においては標高2.4~2.5m, 滝ノ潤周辺の海食洞においては標高3.7~4.5mとされており, 多少の高度差は認められるものの, いずれも縄文海進時に形成されたとされている。
- 仮に, 照岸周辺及び神恵内周辺(折石, 赤石周辺含む)と滝ノ潤周辺の推定基盤の高度差が縄文海進後に活構造によって生じたものとした場合, 積丹半島西岸のMm1段丘高度は, より累積的な高度差があるものと考えられるが, ボーリング調査及び地表地質踏査結果等より, 旧汀線(段丘堆積物が旧海食崖にすりつく高度)付近で約25mであり, ほぼ一定である。
- また, 照岸周辺及び神恵内周辺(折石, 赤石周辺含む)のうち, 照岸周辺においては, 潮間帯より標高の高い範囲に平坦度の良い又はやや良い微地形(拡がりや連続性に乏しく分布高度にばらつきが認められる, 赤色又は緑色凡例)が分布していることに対し, 滝ノ潤周辺では, 潮間帯以下に平坦度の良い海岸地形(波食棚)が分布しており, 海食洞の推定基盤高度との間に系統性は認められない。
- これらのことから, 海食洞の推定基盤高度の高度差は, 活構造によるものではないものと考えられる。
- 推定基盤高度の高度差の要因としては, 豊島(1978)において, 海食洞は弱部に沿った選択的な侵食が卓越するため, 垂直的に幅広い範囲で形成されるとされており, 推定基盤高度の低い観音洞穴2号及び照岸洞穴において縦方向の節理が認められることから, 弱部に沿った侵食の程度の差によるものだと考えられる。

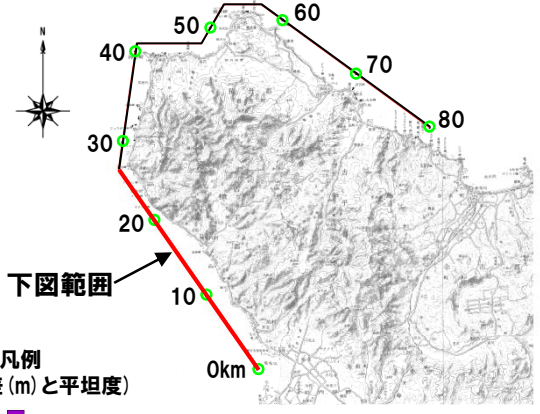
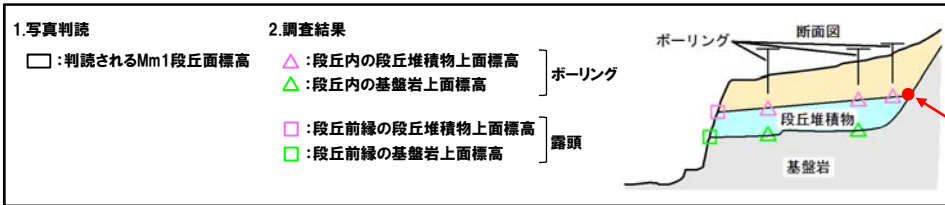
## 【海食洞の発達程度に関する考察】

- 積丹半島西岸における海食洞の分布は, 神恵内以南に集中している。
- 海食洞についても, 海岸地形と同様に, 侵食抵抗が相対的に弱い堆積岩又は強い変質を伴う岩相においては形成されにくいものと考えられる。

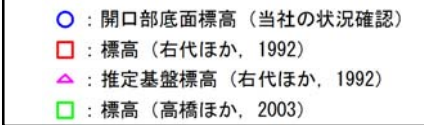
### 凡例(地形分類図)



### 凡例(海成段丘)



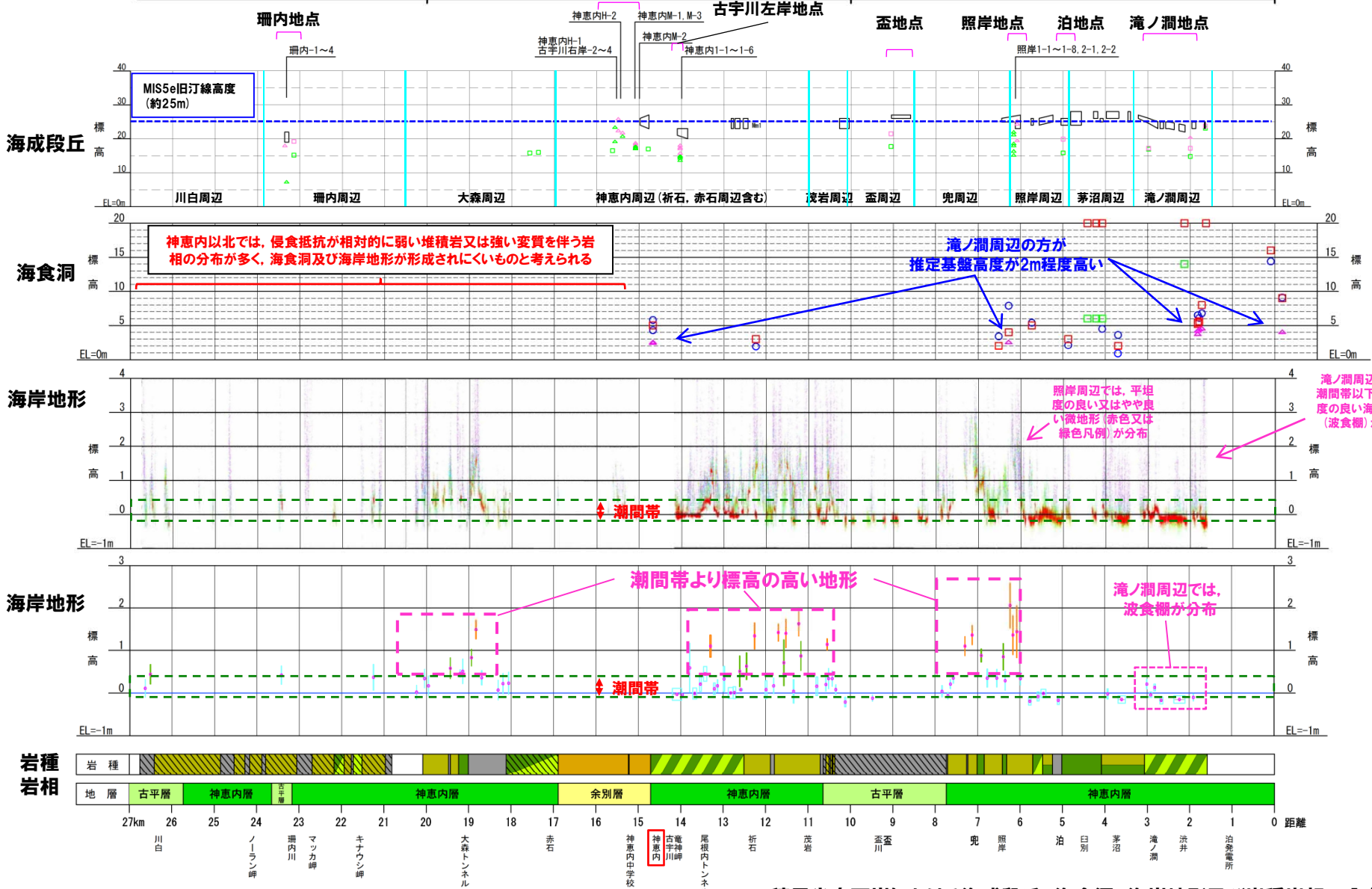
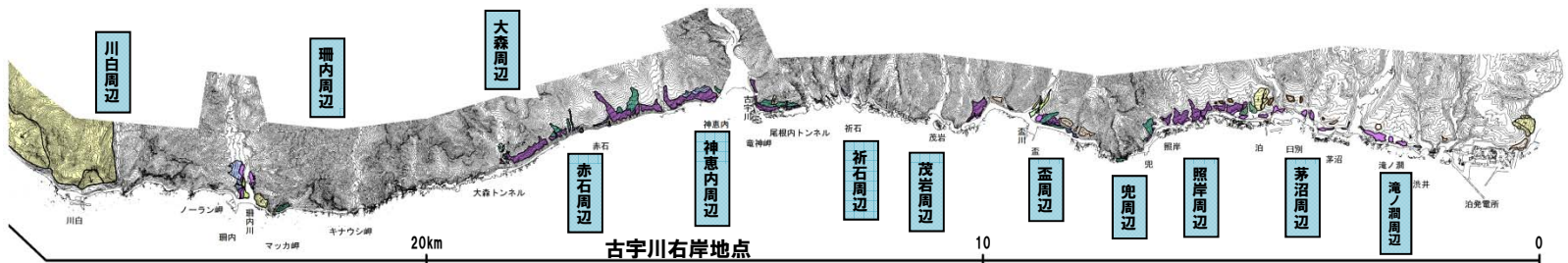
### 凡例(海食洞)



### 凡例(海岸地形)



### 凡例(岩種)



積丹半島西岸における海成段丘, 海食洞, 海岸地形及び岩種岩相の分布