



泊発電所 敷地周辺の地質・地質構造 に関するコメント回答

平成26年3月19日
北海道電力株式会社

<コメント内容>

関連コメント	備考
積丹半島西岸の離水ベンチの成因を岩種・岩相の差別侵食としているが、波食棚が地震性海岸隆起によって形成された可能性もあるので、検証すること。	1月17日 ヒアリング
段丘面の傾動がないことを説明できたとしても海岸隆起を起こす震源断層が存在する可能性は残るので、地震性隆起の有無について別途検討すること。	1月17日 ヒアリング
積丹半島北部及び東部の段丘面について、さらに検討を実施すること。	1月24日 審査会合
波食棚の勾配については、選定地点の代表性について補足すること。	1月24日 審査会合

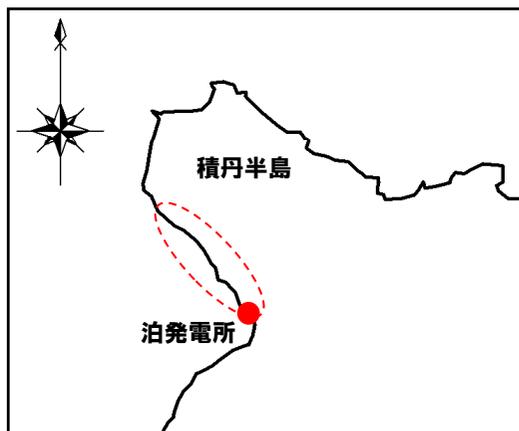
1. 積丹半島西岸の海岸地形について

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

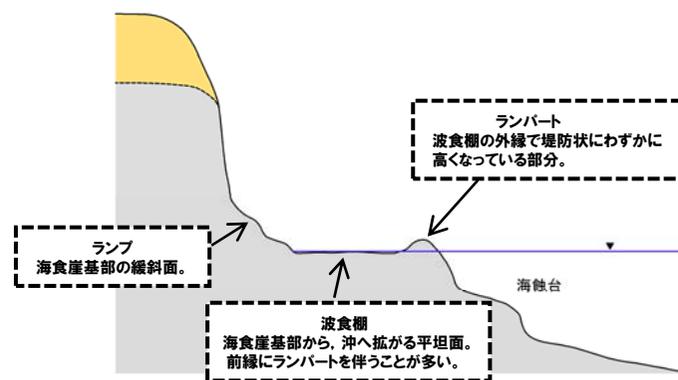
(1) 地形の概要

○積丹半島は、岩石海岸が卓越し、沖積低地が形成されている河口付近を除き一般的に海食崖が発達しており、海食作用による斜面後退作用が顕著な地域である。また、沿岸部には、波食棚が断続的に分布する。

今回、積丹半島西部では、主に潮間帯(T.P.±1m程度)付近に認められる波食棚と、波食棚と混在して断続的に認められる潮間帯より標高の高い区間について検討を行った。



検討範囲



本資料における海岸地形の区分



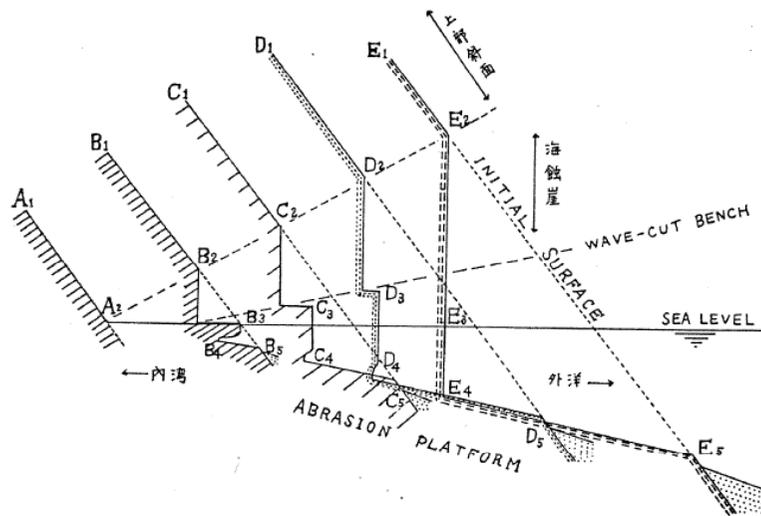
泊村照岸付近の海岸地形

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

(2) 波食棚等の形成に関する既往の研究

波食棚の形状等は、地形を構成する地質、波浪特性等の影響を受けるとされている。

<p>豊島 (1967) ⁽¹⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> 山陰地方における海食地形に関する調査を行い、波食棚は、storm benchとold hat type benchあるいは内湾型ベンチとの2種類に分類され、海水におおわれた水準より上の風化作用と波の合力で形成されるとしている。 波食棚を形成する水準は、場所による波の到達・遡上する水準に対応するとしている
<p>高橋 (1972) ⁽²⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> 九州平戸島の波食棚を①潮間帯波食棚、②高潮位波食棚、③暴風波波食棚の3種に区分し、それぞれの特徴を明らかにした。(P4)
<p>Sunamura (1992) ⁽³⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> 岩石海岸の縦断面形は基盤岩石の物性とその海岸(特に海食崖基部)の波浪特性に制約されるとし、地形発達モデルを記載している。



(参考) 内湾から外洋にむかう海岸縦断面発達の様式図(豊島(1967)⁽¹⁾)

A₁A₂~E₁E₂の斜面は安山岩地域に発達する上部斜面で、沈水以前の斜面。B₂~E₂は、海食崖の上端。B₃~E₃は、波食棚外縁。B₄~E₄は、海底波食崖。B₅~E₅は、海食台外縁。内湾から外洋にかけて、海食崖及び波食棚の高度は次第に高くなり、海食台外縁の水深も次第に深くなることとされる。

また、高橋(1972)⁽²⁾では、潮間帯波食棚が分布する内湾でも地形が突出した部分では、高潮位波食棚が分布することが確認されている。

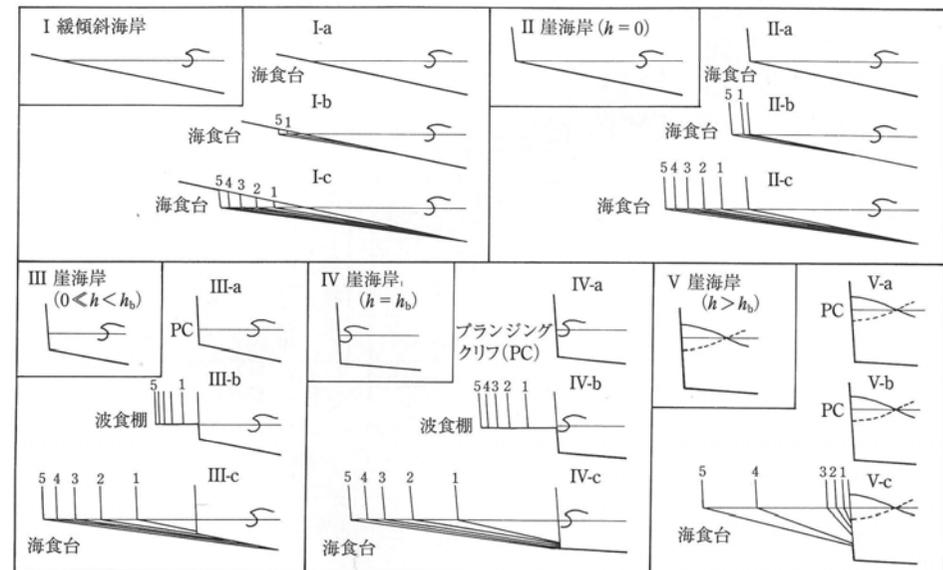


図 岩石海岸における地形発達モデル(Sunamura(1992)⁽³⁾)

I~Vは現地地形の種類、a,b,cは岩石強度違い(a:硬岩, b:中硬岩, c:軟岩)を示す。PCはプランジングクリフ、hは崖直下の水深、h_bは想定される地点に襲来する最大級の波浪の破碎水深を示す。

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

高橋(1972)⁽²⁾では、九州平戸島海岸に認められる波食棚地形を①潮間帯波食棚、②高潮位波食棚、③暴風波波食棚の3種類に区分し、波食棚面の位置、波食棚面の特徴、周辺地形等について整理している。また、これらの波食棚は、地形を構成する地質との関連が認められる。

高橋(1972)⁽²⁾に示されるベンチの3つの類型

	潮間帯波食棚	高潮位波食棚	暴風波波食棚
波食棚面の位置	潮間帯	平均高潮位付近	平均高潮位以上
波食棚面の形態の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 波食棚面は、沖側へ緩く傾斜する。 波食棚面に凹凸が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 波食棚面は、ほとんど水平で、沖側に僅かに傾斜したり、逆傾斜するものもある。 波食棚面は深い波食溝で断裂されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 小規模な棚状の面を持つ岩礁で、暴風波時に波しぶきを受けるもの及び暴風波時に波に洗われて露出する棚状の面を持たない斜面。 波食棚面は節理に支配された波食溝で断裂されている。
波食棚背後の地形	<ul style="list-style-type: none"> 波食棚基部は砂礫浜で覆われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 背後の海食崖は、ほとんど急崖であり、海食崖下にノッチが認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> 背後の海食崖に相当する斜面と漸移的。
波食棚が認められる海岸線の形状	<ul style="list-style-type: none"> 海岸の湾入している部分に存在し、海岸の突出している部分に近づくにつれ、高潮位波食棚に漸移する。 	<ul style="list-style-type: none"> 海岸の突出している部分、岬などに発達する。 	<ul style="list-style-type: none"> 海岸の突出している部分に分布する。
備考 (高橋(1972)において平戸島の海岸地形で確認された地質)	<ul style="list-style-type: none"> 角礫凝灰岩、火山角礫岩、礫岩、軟質砂岩などで構成される海岸で認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> 凝灰角礫岩、火山角礫岩で構成される海岸で認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> 玄武岩、安山岩の溶岩で構成される海岸で認められる。

※高橋(1972)⁽²⁾の記載を整理

既往の研究内容等を踏まえ、地形を構成する地質、波食棚の形態、周辺の地形等を考慮して、積丹半島西岸の海岸地形について検討を行った。

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

<海岸地形を構成する沿岸の岩種及び岩相と地形の関係について①>

○相対的に侵食に対する抵抗力が高い岩種及び岩相が標高の高い海岸地形を形成する。

	岩種	岩相と海岸地形の標高との関係	地形の高低	備考	
神恵内層	貫入岩	・侵食に対する抵抗が強く、高まりを形成しやすい。(写真1)	<p>高</p> <p>低</p>	資料集 P2,3	
	溶岩	・侵食に対する抵抗が強く、高まりを形成しやすい。			
	自破碎状溶岩	・自破碎状溶岩は、溶岩に比べ侵食に対する抵抗力が弱い。(写真2)			
	ハイアロクラスタイト	・礫径が大きく、礫が多いほど、相対的に侵食に対する抵抗力が強く、高まりを形成しやすい。(写真3)			礫:多
	火砕岩	・基質が少ない岩相ほど、相対的に侵食に対する抵抗力が強く、高まりを形成しやすい。(写真4)			基質:少
			基質:多		



写真1 神恵内層貫入岩



写真2 神恵内層溶岩



写真3 神恵内層ハイアロクラスタイト



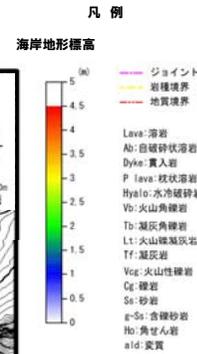
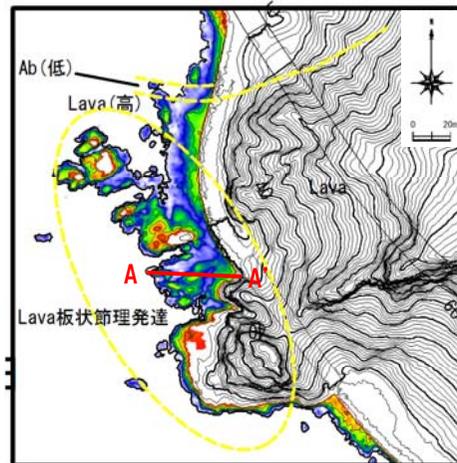
写真4 神恵内層火砕岩

※自破碎状溶岩、ハイアロクラスタイト、火砕岩は、層相等から、以下のように区分している。

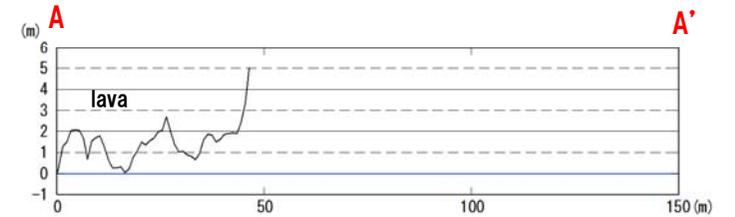
岩種	層相	産状
自破碎状溶岩	<ul style="list-style-type: none"> ・構成礫は単一種の岩石の角礫よりなり、基質はガラス質粒子主体。 ・概ね礫支持で、礫の間をガラス質粒子が埋める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・不規則で短小な割れ目を多く伴い、溶岩とは漸移的な関係で接して分布する場合もある。 ・溶岩がその場で割れて礫質となっている。
ハイアロクラスタイト	<ul style="list-style-type: none"> ・構成礫は単一種の岩石の角礫から亜角礫よりなり、基質はガラス質粒子、単一種の岩石の碎屑物からなる。 ・概ね基質支持の構造を示す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩盤は概ね塊状を呈する。 ・しばしば、構成粒子の粒径の相違による層構造が認められる。
火砕岩	<ul style="list-style-type: none"> ・構成礫は異種礫が混在し、基質は、凝灰質粒子主体。 ・礫支持から基質支持まで多様であり、混在する礫の大きさおよび礫率によって凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩および火山角礫岩等に区分される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・岩盤は概ね塊状を呈する。 ・しばしば、構成粒子の粒径の相違による層構造が認められる。

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

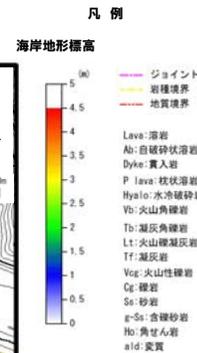
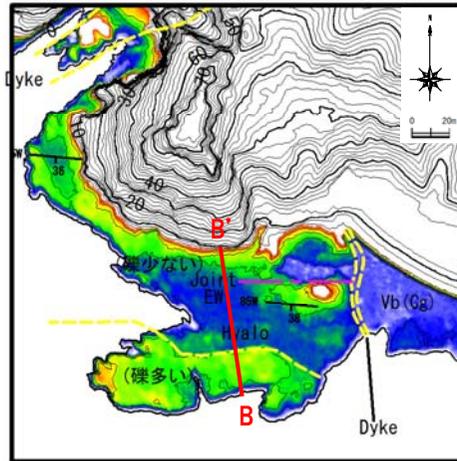
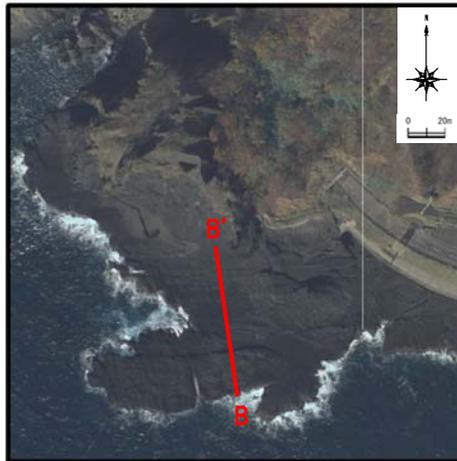
a. 神恵内層の溶岩が形成する地形(神恵内村大森)



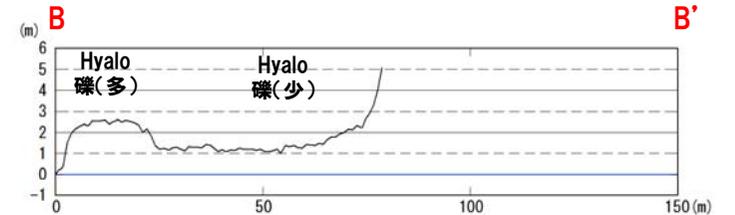
・神恵内層の溶岩は、凹凸に富むやや高い地形を形成する。



b. 神恵内層のハイアロクラスタイトが形成する地形(泊村兜)

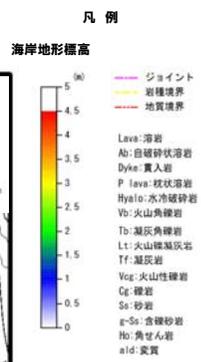
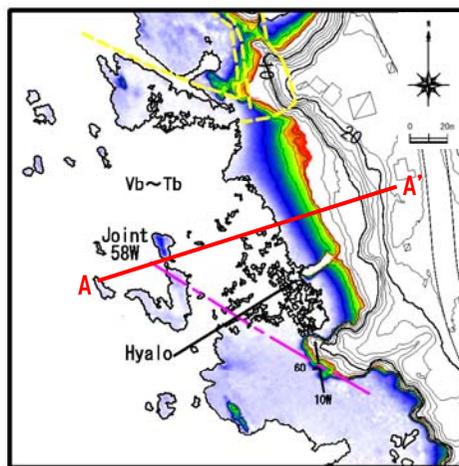
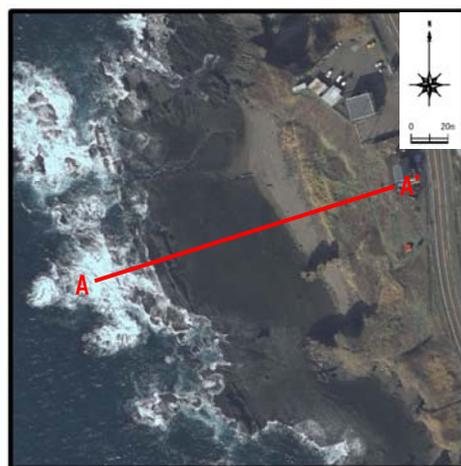


・神恵内層のハイアロクラスタイトは、やや高い地形を形成することが多く、地形の形状は、礫径、礫の割合により影響を受ける。
 ・溶岩と比較し、地形の凹凸は少ない傾向にある。

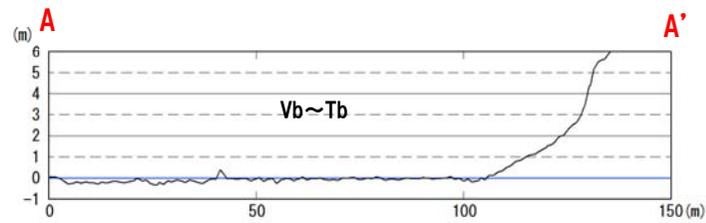


1. 積丹半島西岸の海岸地形について

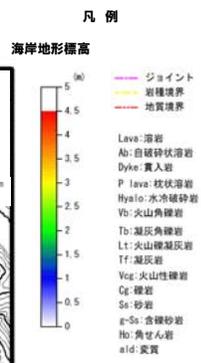
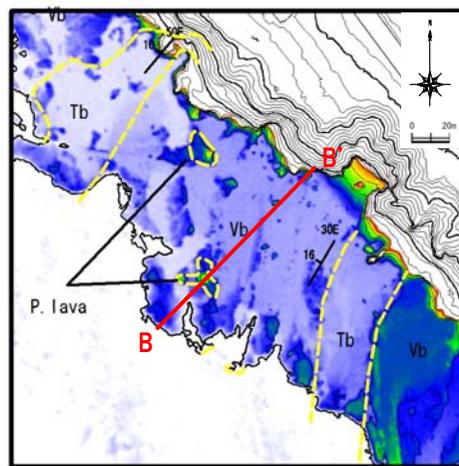
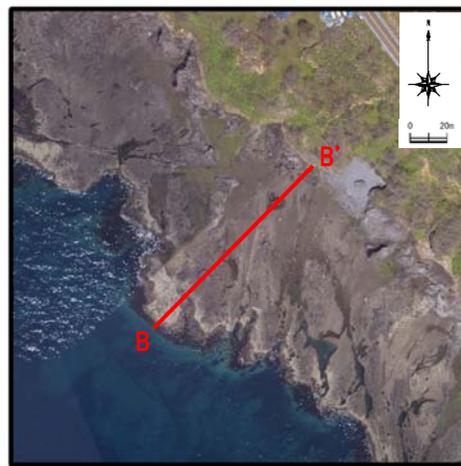
c. 神恵内層の火砕岩が形成する地形(泊村茅沼)



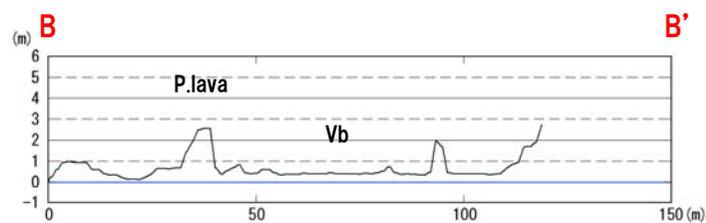
・神恵内層の火砕岩は、潮間帯付近に平坦な地形(波食棚)を形成することが多い。



d. 神恵内層の火砕岩が形成する地形(神恵内村折石)



・基質の割合により、侵食抵抗の強さが異なり、それを反映した地形が分布する。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

<海岸地形を構成する沿岸の岩種及び岩相と地形の関係について②>

○古平層は、貫入岩、貫入岩に囲まれる区間、岩盤の変質の弱い区間で高まりを形成する傾向にある。

○余別層は、ほぼ潮間帯に波食棚を形成する。

	岩種	岩相と海岸地形の標高との関係	地形の高低	備考
古平層	貫入岩	<ul style="list-style-type: none"> ・侵食に対する抵抗が最も強く、高まりを形成しやすい。(写真5) ・岩脈に挟まれた部分が1つの単位として地形を作る場合がある。 	高  低	資料集 P4
	溶岩 ハイアロクラスタイト	<ul style="list-style-type: none"> ・ほぼ一様に侵食される特徴があり、変質が強いほど侵食の影響を受けやすい傾向が認められる。(写真6) ・溶岩類よりハイアロクラスタイトの方が侵食を受けやすい。 		
余別層	礫岩、砂岩、火砕岩	<ul style="list-style-type: none"> ・神恵内層、古平層に比べ固結度が低く侵食されやすい。基質が多い岩相ほど侵食の影響を受けやすい。(写真7) 	低	資料集 P5



写真5 古平層貫入岩



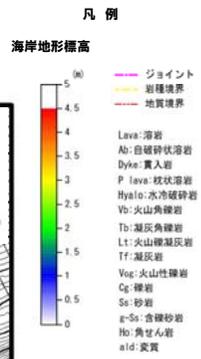
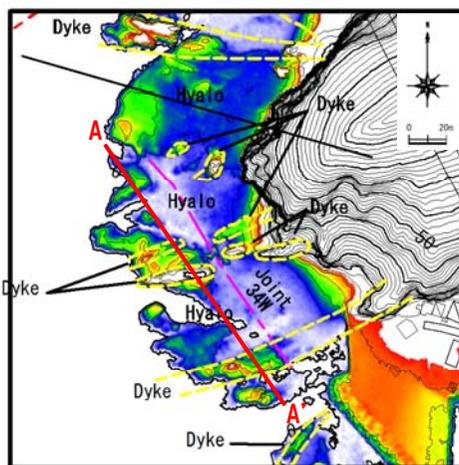
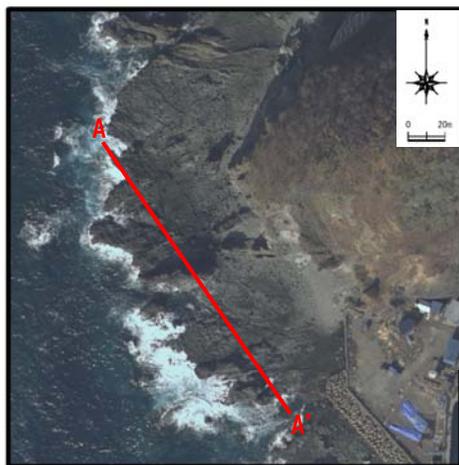
写真6 古平層 変質部



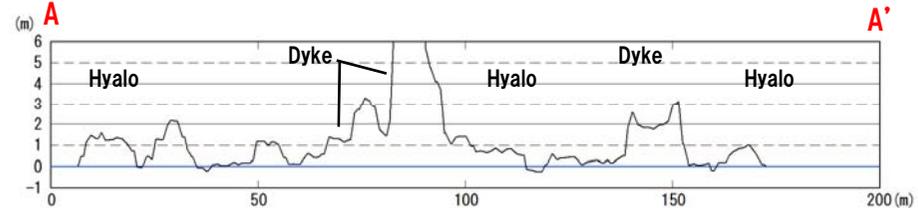
写真7 余別層 礫岩

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

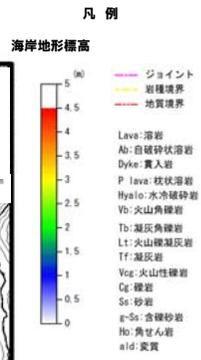
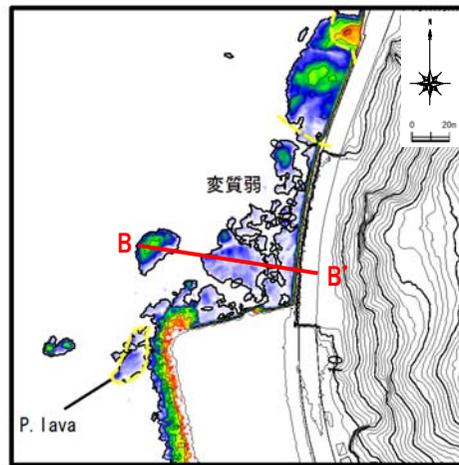
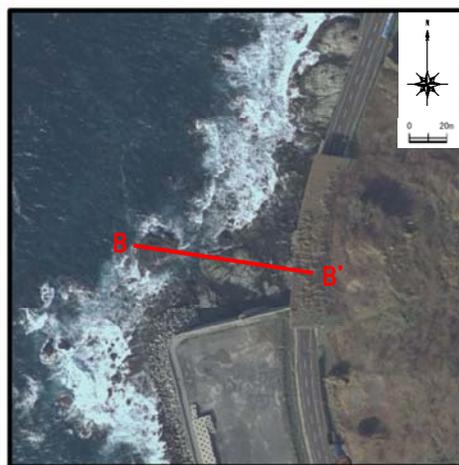
a. 古平層の貫入岩が形成する地形(神恵内村茂岩)



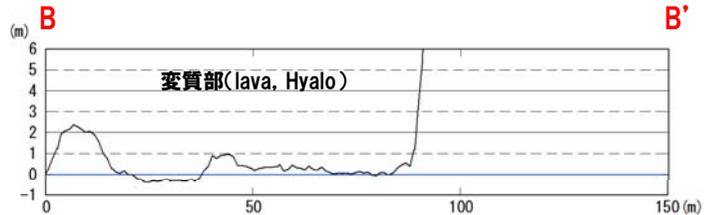
古平層の貫入岩はやや高い地形を形成する。また、貫入岩に挟まれた部分が1つの単位として地形を作る場合がある。



b. 古平層の溶岩及びハイアロクラスタイトが形成する地形(神恵内村川白)

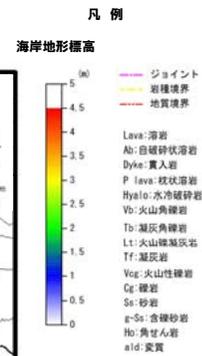
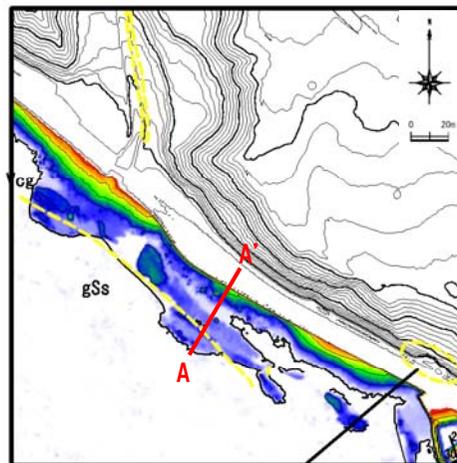


古平層の溶岩、ハイアロクラスタイト等では、変質の度合いが地形の形状に影響を及ぼす。

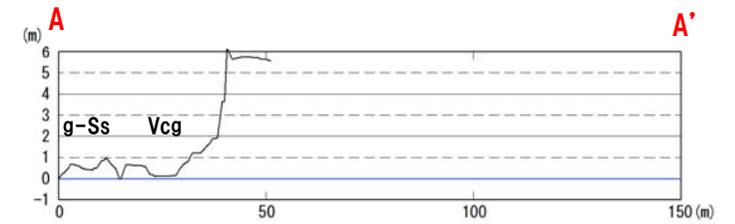


1. 積丹半島西岸の海岸地形について

c. 余別層の礫岩が形成する地形(神恵内村赤石)

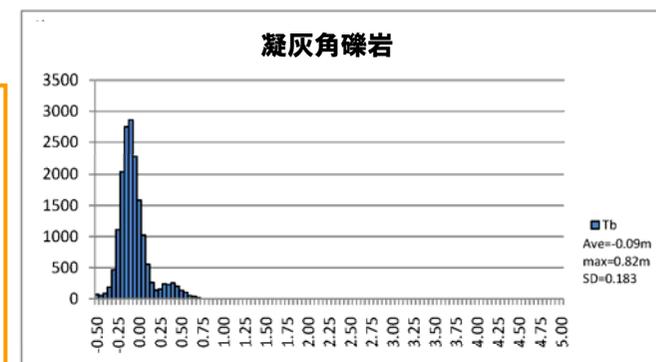
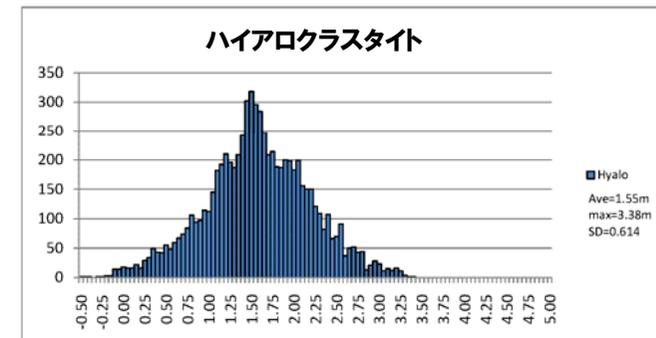
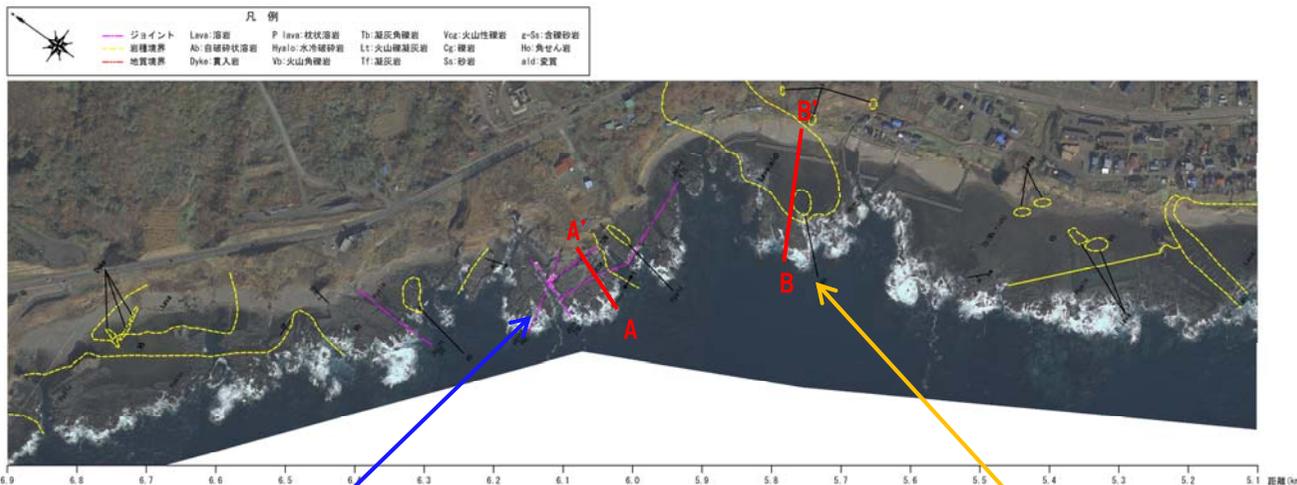


・余別層は基質の多い岩相ほど侵食の影響を受けやすく、基質等が侵食され、礫が残る場合もある。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

<海岸線沿いの侵食による地形の特徴について>



①地形が突出する(凸状の)海岸線に認められる地形の特徴

- 海食崖の勾配が相対的に急で、植生が生えておらず、崖下に堆積物が認められない。
- 節理沿いなどに侵食が進むが、海食崖前面の地形の標高がやや高く、相対的に凹凸に富む。(※A-A'断面)
- 海食崖及び沖合の地形が、溶岩や礫径の大きいハイアロクラスタイト等の侵食抵抗の強い岩種・岩相で形成されている。
- 海食崖前面の地形の標高のばらつきが大きい。(右のグラフのハイアロクラスタイトの標高分布に該当)

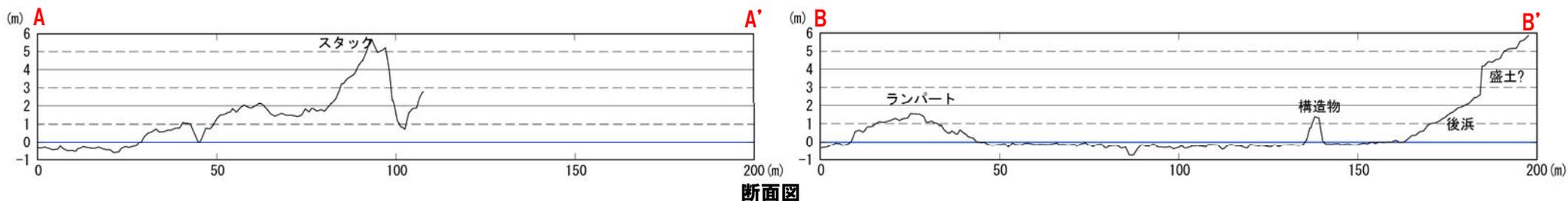
⇒硬い岩石が波浪の侵食に抗って形成されたものと推定され、海食崖の状況等から、波浪による侵食作用が現在も進行していることを示している。

②弧状(凹状)の海岸線に認められる地形の特徴

- 海食崖の勾配が相対的に緩やかで、斜面に植生が分布し、崖下に堆積物が分布する。
- 潮間帯に平滑またはわずかな凹凸のある波食棚を形成する。(※B-B'断面)
- 海食崖及び沖合の地形が基質の多い火砕岩等の比較的侵食抵抗の弱い岩種・岩相で形成されている。
- 海食崖前面の地形のピーク標高が低く、標高のばらつきが小さい。(右のグラフの凝灰角礫岩の標高分布に該当)

⇒波浪等による侵食が進み、ほぼ平衡な状態に達している。

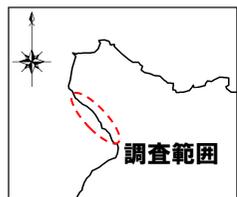
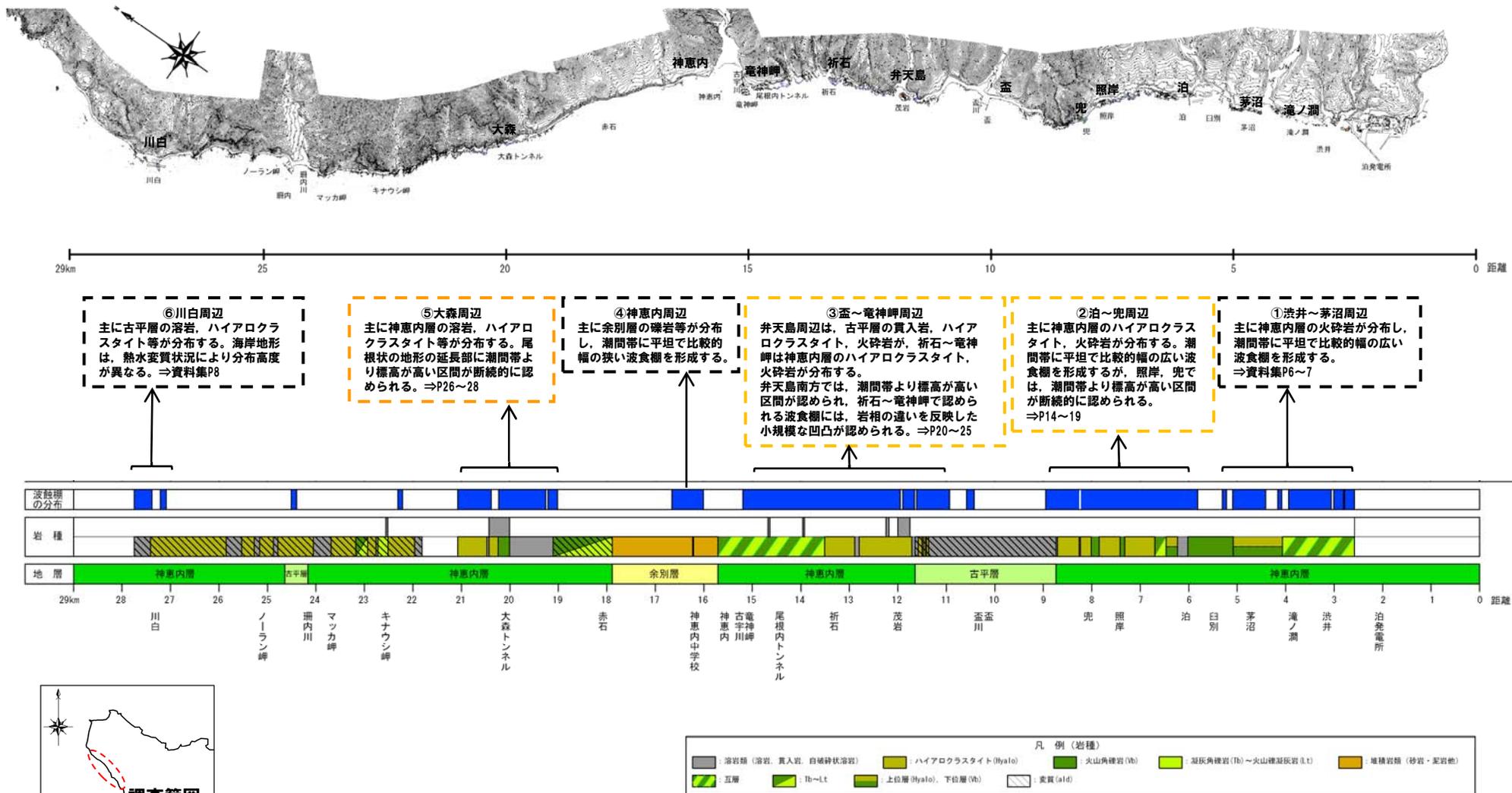
岩質と分布標高の関係
※当該地域に分布する比較的平坦な地形の部分について航空レーザー測量の結果と地質分布を整理したもの。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

(4) 波食棚等の分布について

- 波食棚は、主に洗井～茅沼周辺、茅沼周辺、泊～兜周辺、盃～竜神岬周辺、神恵内周辺、大森周辺、川白周辺に分布する。
- 波食棚より標高の高い地形は主に照岸～兜周辺、弁天島周辺、大森周辺に認められる。

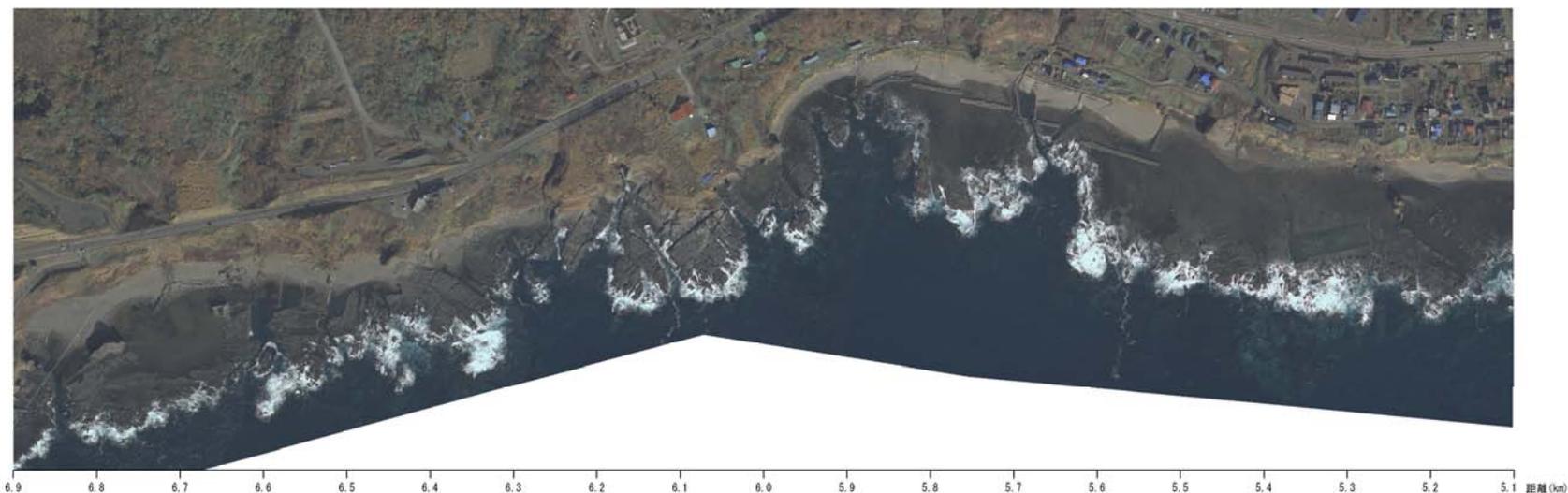
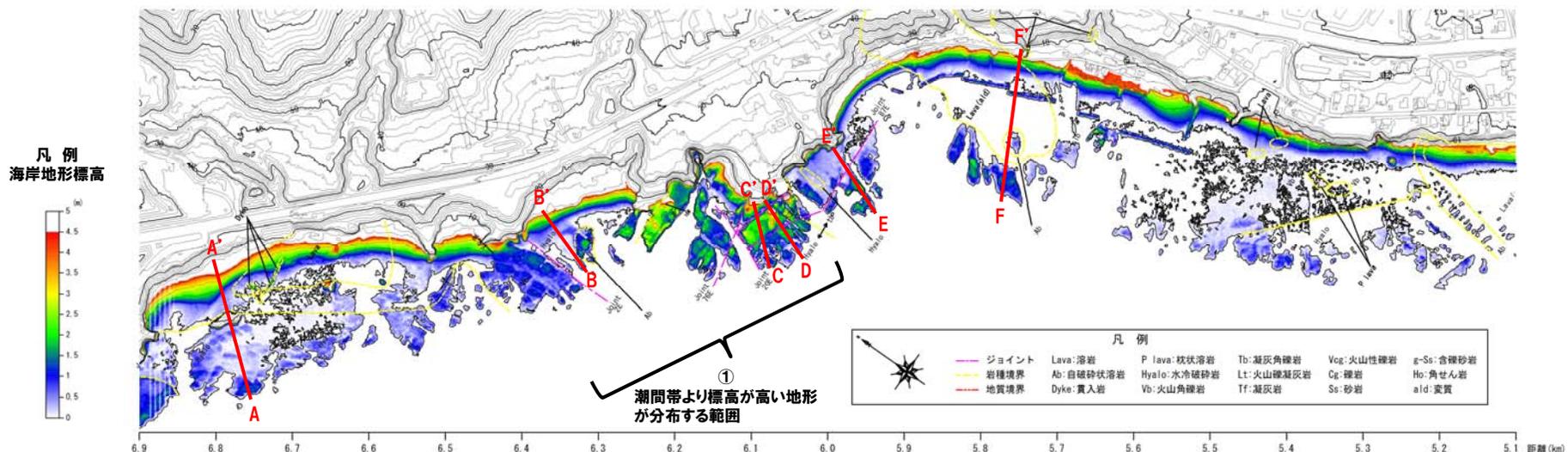


積丹半島

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

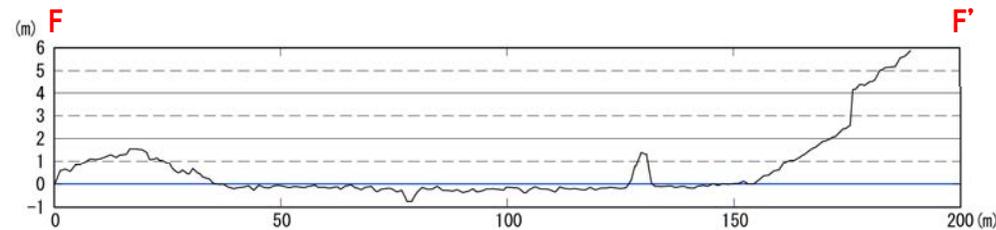
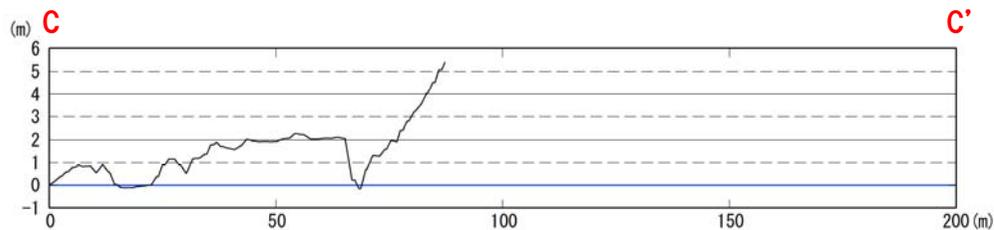
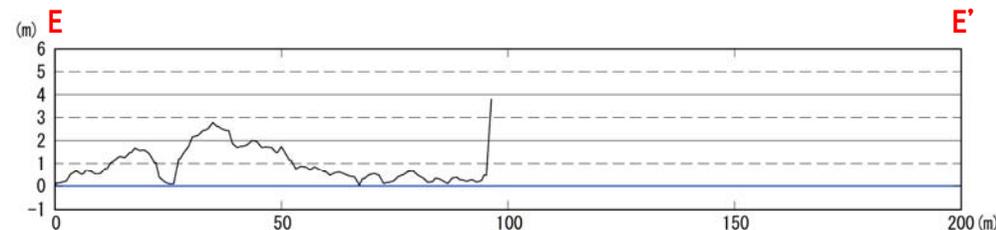
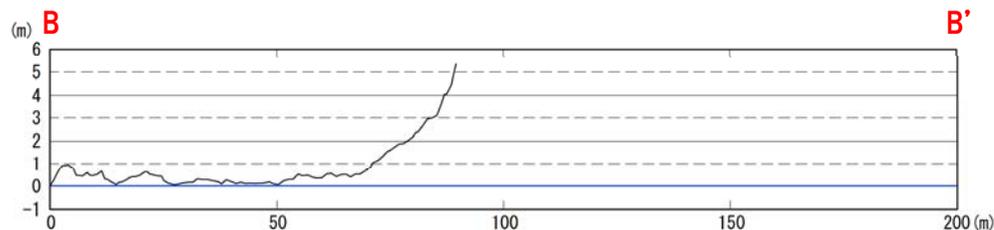
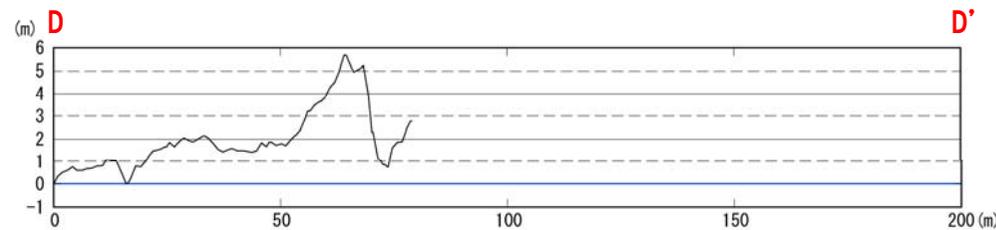
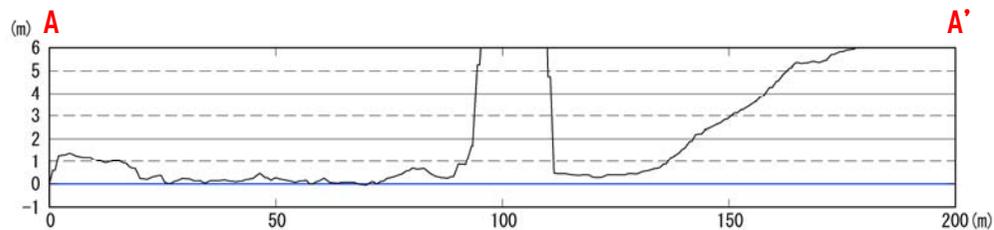
a. 泊～兜周辺(1) (照岸周辺)

○ 図中①付近で潮間帯より高い地形が連続する。①の北西側及び南東側には、潮間帯に波食棚が広がる。ベンチ様の地形は連続的に分布するが、分布標高に規則性は認められない。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

- 潮間帯付近に認められる波食棚に比べ、潮間帯より標高の高い区間は凹凸が認められる。
- 潮間帯付近に認められる波食棚では、前縁付近にランパートが認められる。



断面図

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

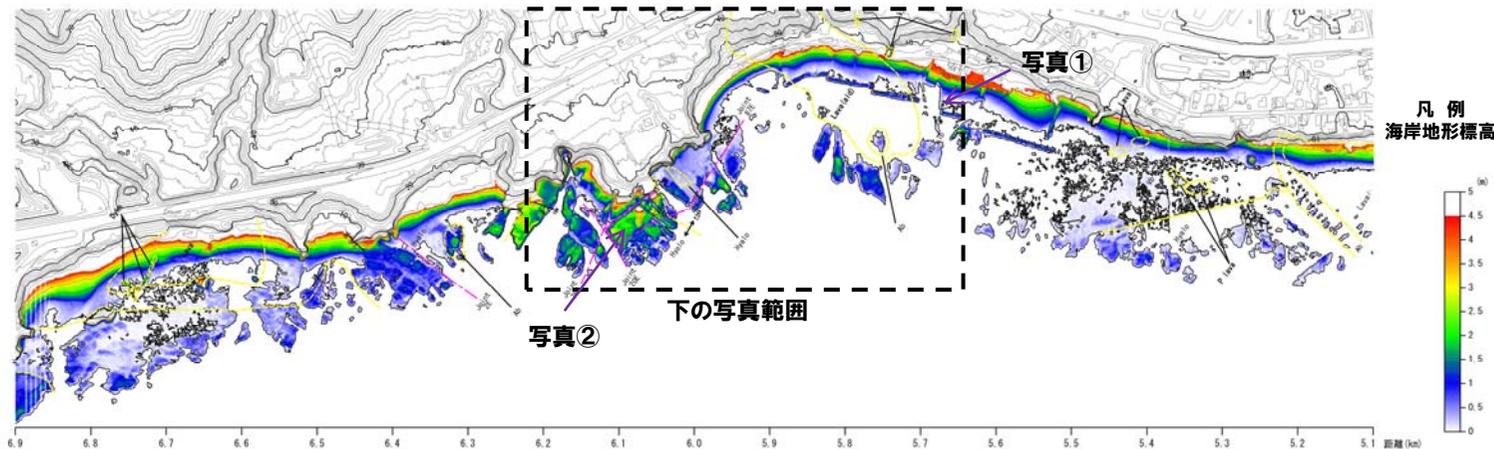
【照岸周辺における地質と地形の関係について】

- 本地域は、神恵内層の火砕岩、ハイアロクラスタイト、変質を受けた溶岩等が分布する。
- A部とB部は隣接した区間であるが、分布する岩種・岩相が異なり、それと調和的に海岸地形の分布標高、海食崖の侵食状況も異なっている。
- <A部>
- A部は、礫の多いハイアロクラスタイトが分布し、特に海食崖基部で高まりを形成している。
- 海岸線は凸状を示し、海食崖は植生も認められず、崖下にも堆積物が認められないことから、現在も侵食作用を受け続けている海食崖と判断される。
- <B部>
- B部は、比較的基質が多い火砕岩及び変質した溶岩が潮間帯に波食棚を形成している。
- 海岸線は弧状を示し、海食崖の勾配は、相対的に緩く、一部で植生が分布し、崖下に堆積物が認められる。A部に比べ海食崖に働く侵食作用が小さい、または、侵食作用が休止(停止)した海食崖と判断される。



写真①

変質した溶岩が波食棚を形成し、自破砕状溶岩、火山角礫岩がランプパート様の高まりを作る。



写真②

下の写真範囲



写真②(A部)

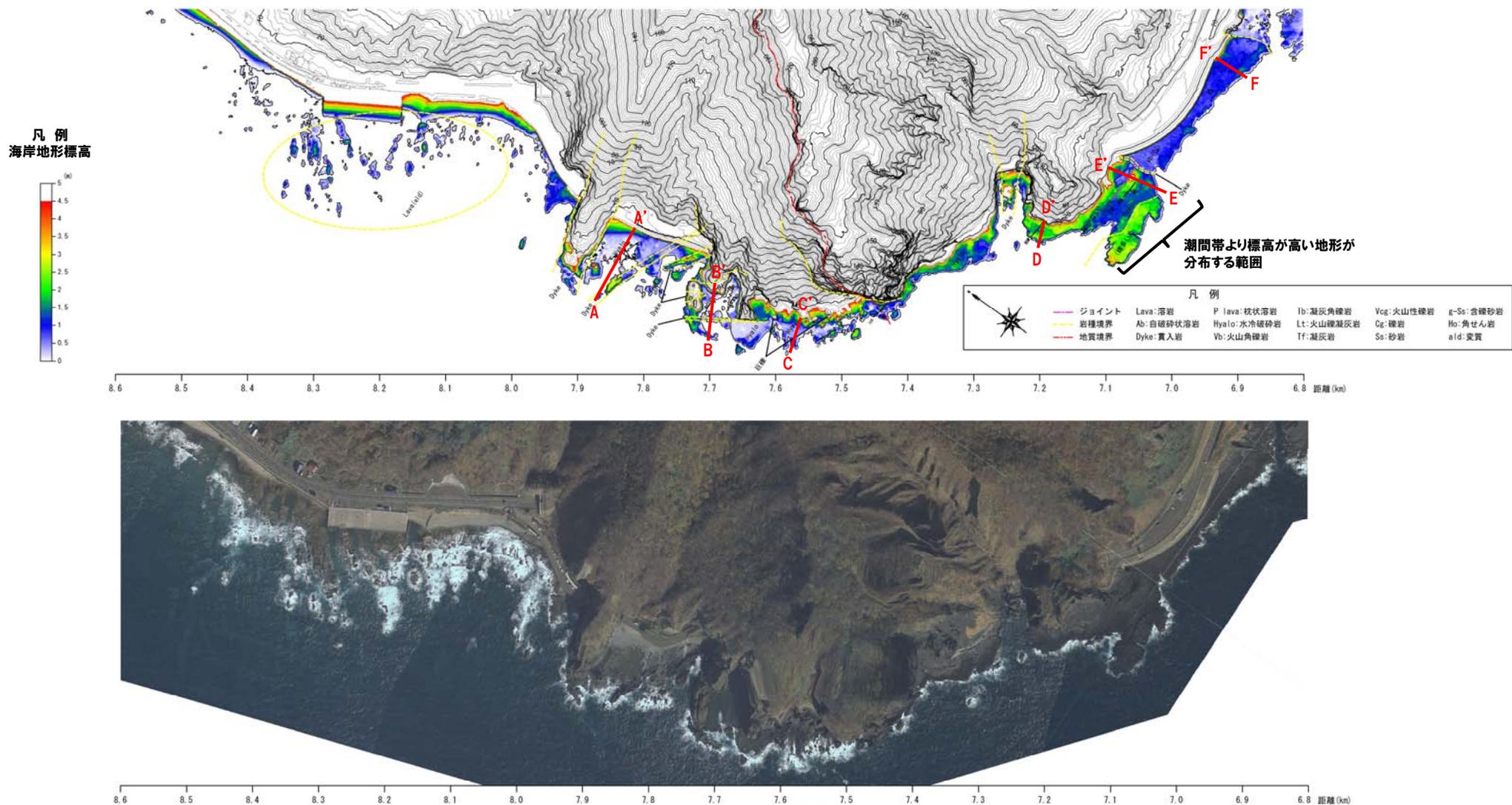
礫が多いハイアロクラスタイトが斜面基部に向かって緩やかに傾斜する高まりを作る。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

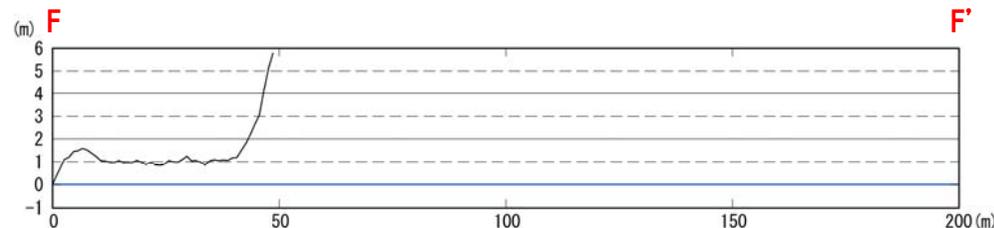
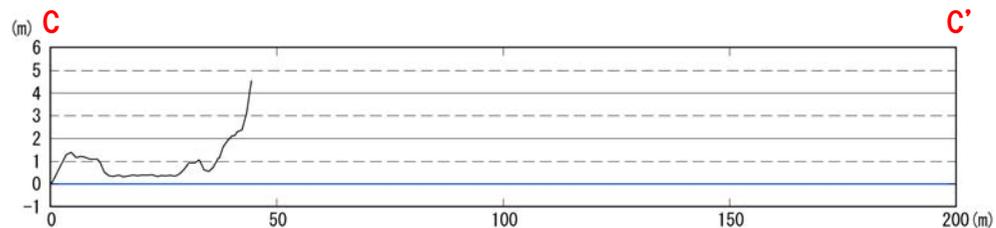
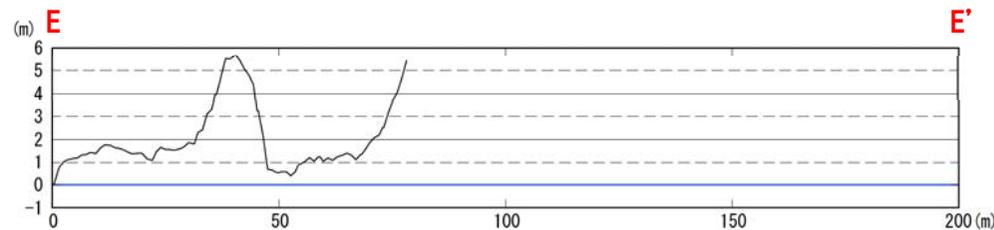
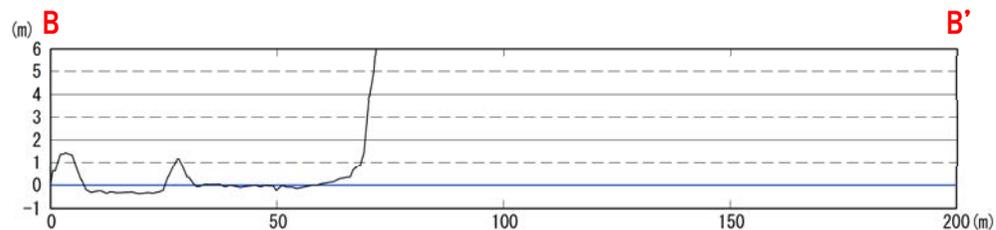
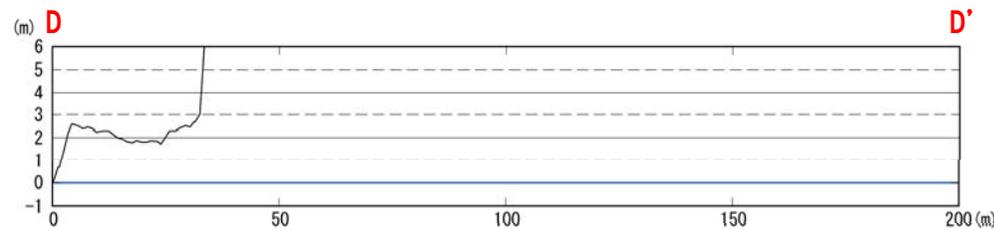
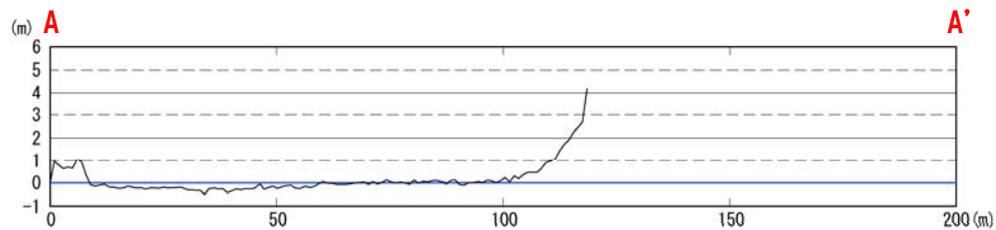
b. 泊～兜周辺 (2) (兜岬周辺)

- 兜岬の先端付近で潮間帯より標高の高い区間が認められる。兜岬の南東側及び北東側には、潮間帯に波食棚が広がる。
- ベンチ様の地形は断続的に分布するが、分布標高に規則性は認められない。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

- A-A' 断面～ C-C' 断面に示される波食棚は、起伏が少ないが、標高1mを超える地形は凹凸に富む。
- 波食棚の前縁付近に、ランパートが認められる。



断面図

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

【兜岬周辺における地質と地形の関係について】

- 本地域は、神恵内層の火砕岩及びハイアロクラスタイトが分布する。
- A部とB部は隣接した区間であるが、分布する岩種・岩相が異なり、それと調和的に海岸地形の分布標高、海食崖の侵食状況も異なっている。

<A部>

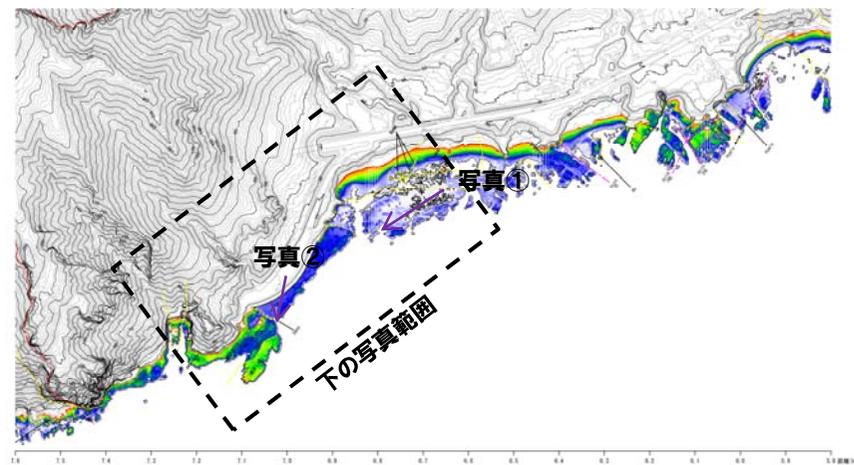
- ・A部では、侵食に対する抵抗力が強いハイアロクラスタイトが分布し、高まりを形成している。その高さは礫径の大小、礫の割合等により異なる。
- ・海岸線は凸状を示し、海食崖は植生も認められず、崖下にも堆積物が認められないことから、現在も侵食作用を受け続けている海食崖と判断される。

<B部>

- ・B部は、火山角礫岩が潮間帯に波食棚を形成し、その前縁に侵食に対する抵抗力が強いハイアロクラスタイトがランパートを形成している。
- ・海岸線は弧状を示し、海食崖は、相対的に緩く、一部で植生が分布し、崖下に堆積物が認められる。A部に比べ海食崖に働く侵食作用が小さい、または、侵食作用が休止（停止）した海食崖と判断される。



写真①波食棚を形成する火砕岩は基質が侵食され、ハイアロクラスタイトに比べ礫が浮いているように見える。

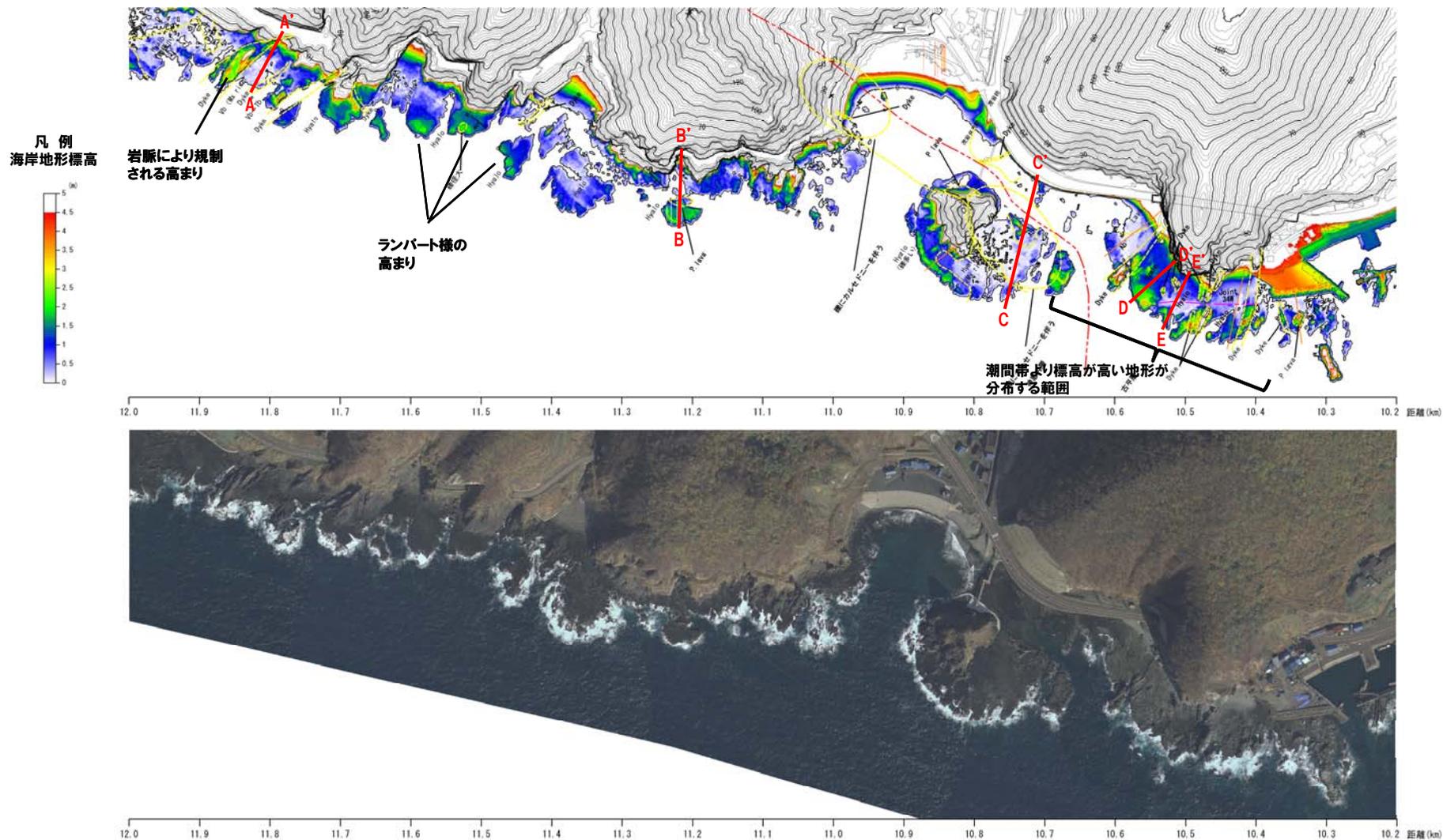


写真② 兜岬の地形は、ハイアロクラスタイトの礫径と礫の割合で高さが異なる。

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

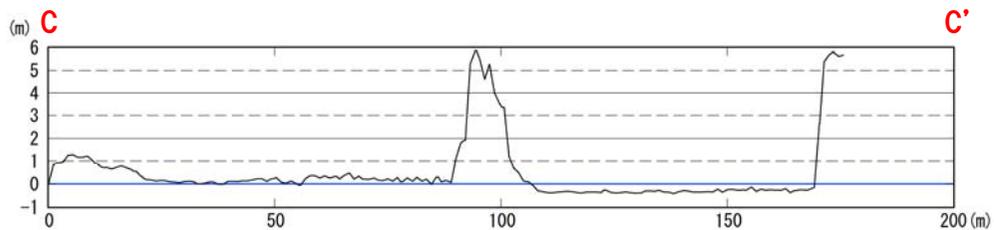
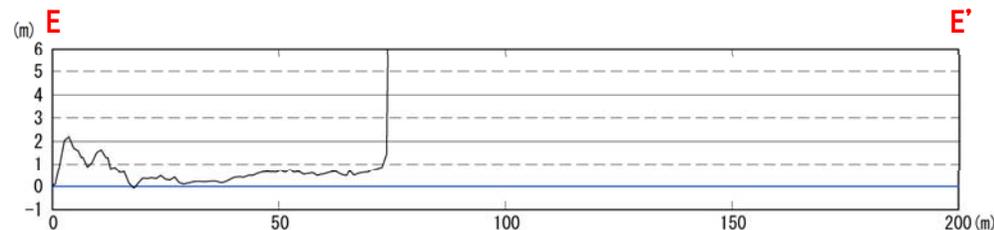
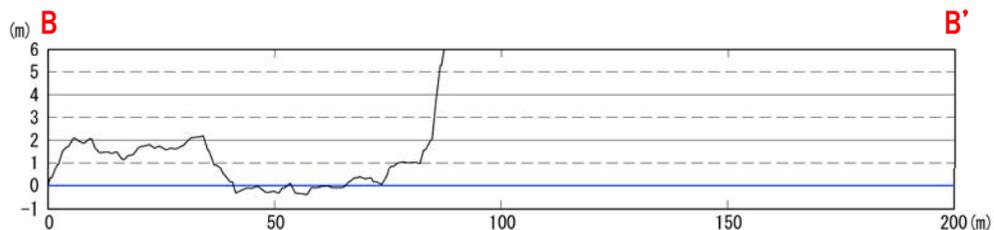
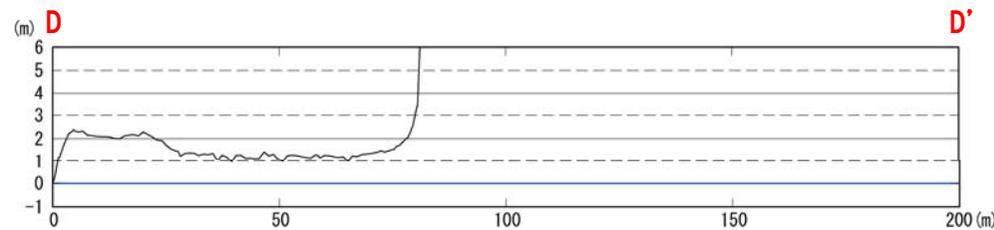
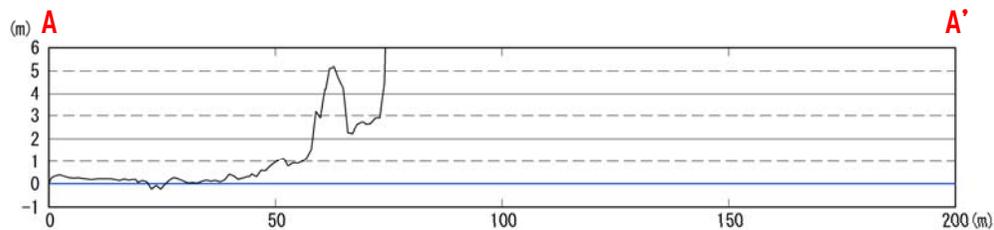
c. 盃～竜神岬周辺(1)(弁天島周辺)

- 弁天島の南方で潮間帯より高い区間が認められる。弁天島の北方には、潮間帯に波食棚が広がり、その先端にランパートが認められ、また、一部では、岩脈に規制される高まりが認められる。
- ベンチ様の地形は断続的に分布するが、分布標高に規則性は認められない。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

- 標高0m~1m付近に認められる波食棚には、やや起伏が認められる。
- 波食棚の前縁付近に、ランパートが認められる。



断面図

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

【弁天島周辺における地質と地形の関係について】

- 本地域は、古平層の溶岩類、神恵内層のハイアロクラスタイト等が分布する。
- 弁天島南方では、侵食に対する抵抗力が強い貫入岩の分布に調和的に標高が高い区間が分布する。

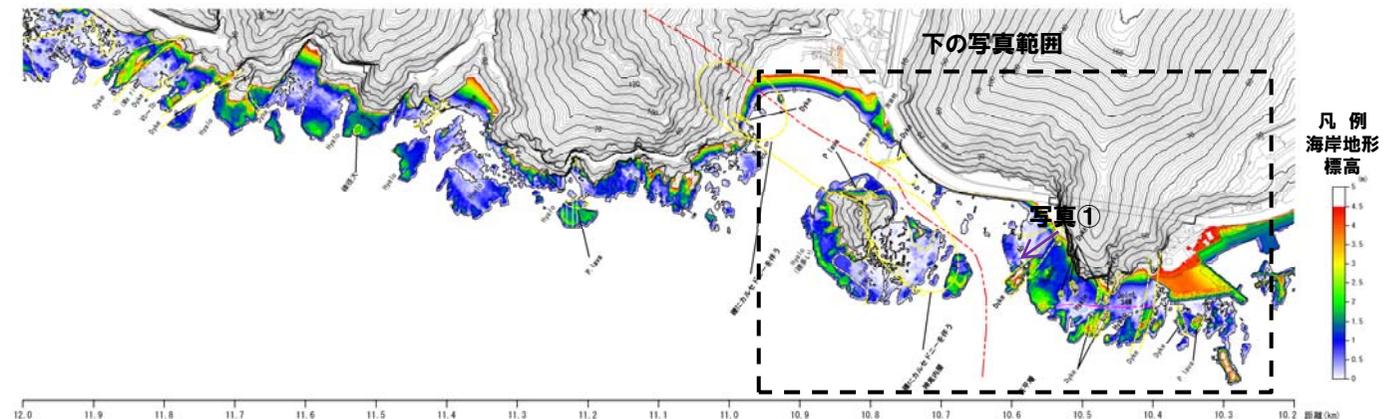
<弁天島南方>

- 古平層の溶岩類が分布し、変質を受けた自破碎状溶岩、強変質の溶岩類が潮間帯に波食棚を形成している。一方、岬の先端付近では、侵食に対する抵抗力が強い貫入岩とそれに挟在する弱変質のハイアロクラスタイトが高まりを形成している。
- 海岸線は凸状を示す。海食崖に植生は認められず、崖下にも堆積物は認められないことから、現在も侵食作用を受け続けている海食崖と判断される。



写真①

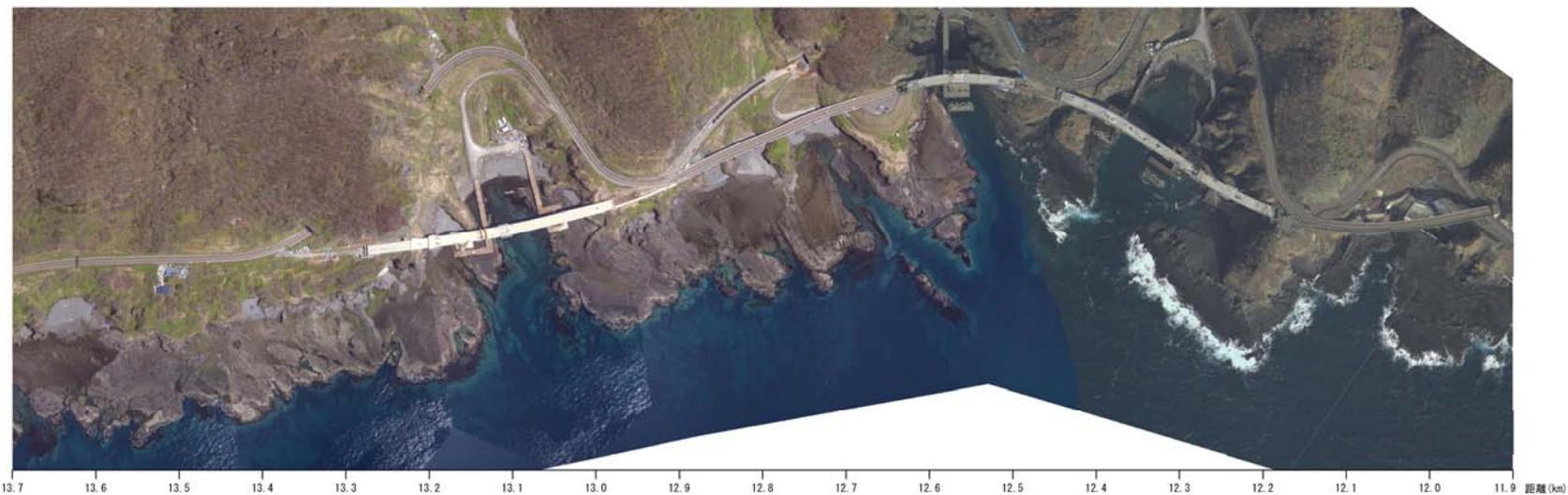
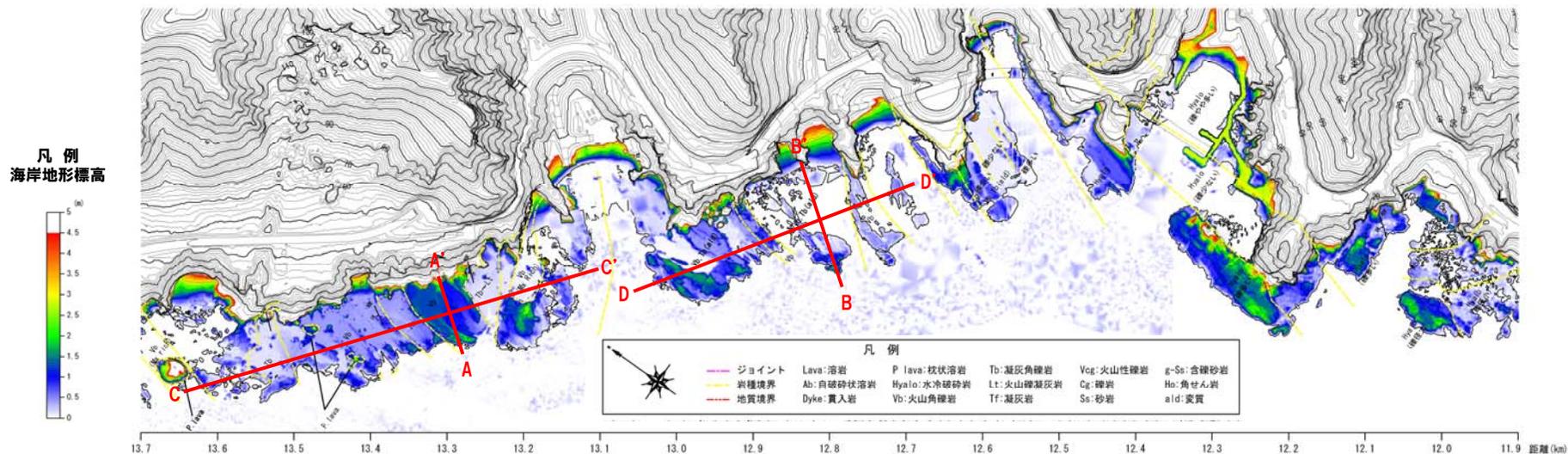
変質した自破碎状溶岩が潮間帯に波食棚を形成している。左は貫入岩が形成する高まり。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

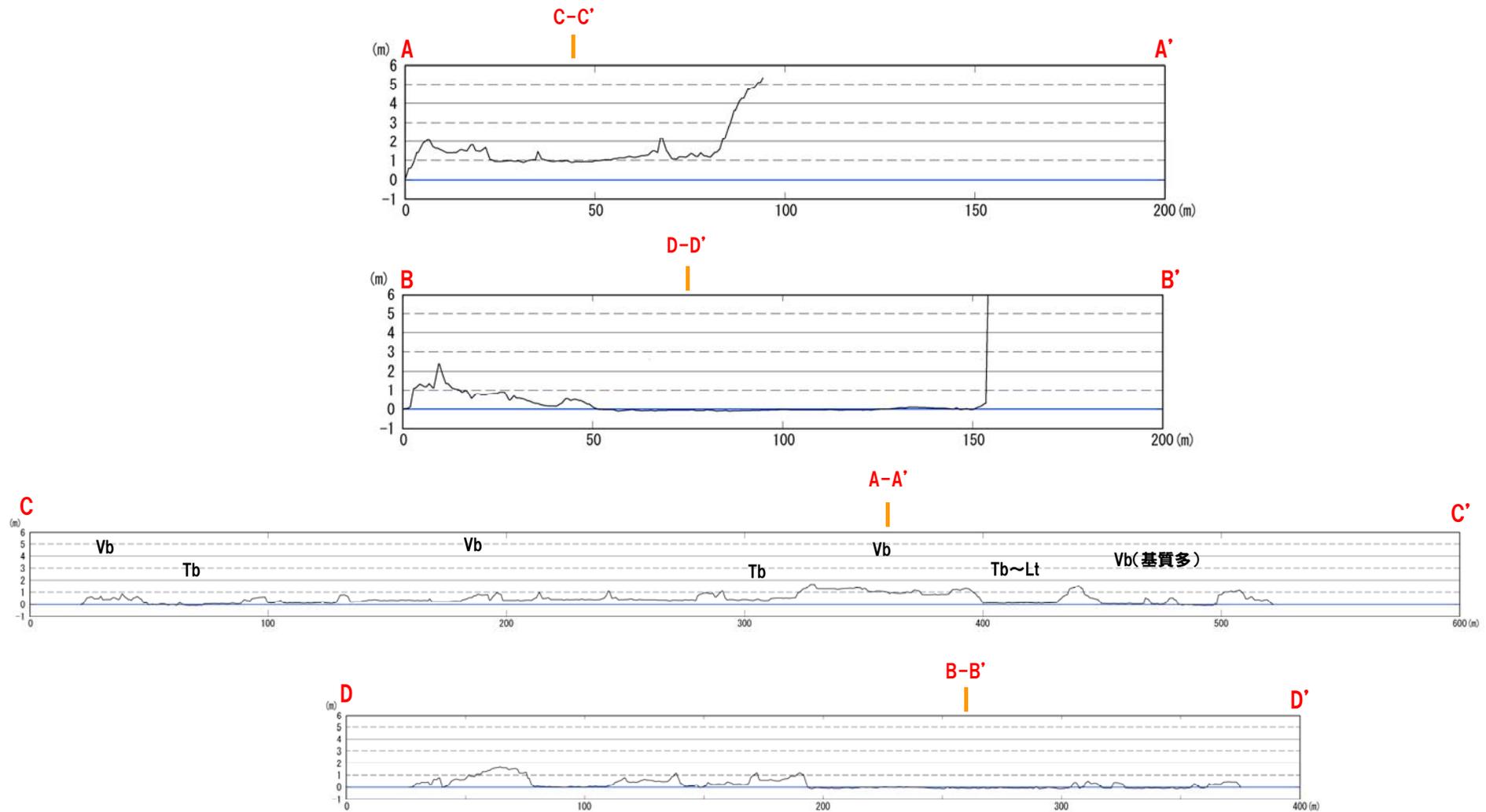
d. 盃～竜神岬周辺(2)(折石周辺)

○波食棚は連続的に分布し、波食棚内には、汀線方向と直交方向(地層の走向方向)に連続する凹凸が認められる。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

- 波食棚上に岩質及び岩相の違いを反映した凹凸が認められる。C-C' 断面では、相対的に火山角礫岩(Vb)が凹凸のある地形を作り、凝灰角礫岩が低くて平坦な地形を形成する。
- 波食棚の前縁にはランパートが認められる。

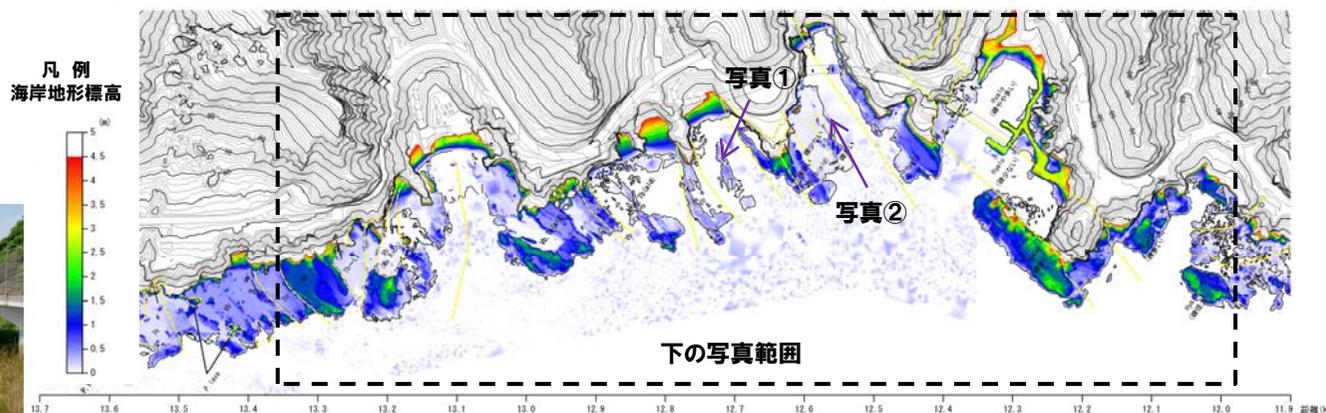


断面図

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

【折石周辺における地質と地形の関係について】

- 本地域は、神恵内層の火砕岩が分布し、潮間帯に波食棚を形成する。
- 波食棚内では、基質が少ない火砕岩が高まりを作る。本地点の地質構造は汀線方向と斜交しており、高まりは、走向方向に延び、単層毎の侵食に対する抵抗力の違いが反映された地形として形成される。
- 海食崖は、植生が認められず、崖下に堆積物は認められない区間と崖下に堆積物が認められる区間が混在する。



写真①

火山角礫岩と凝灰角礫岩の互層が成層構造で繰り返す。基質の少ない岩相はやや高い高まりを走向方向に形成する。



写真②

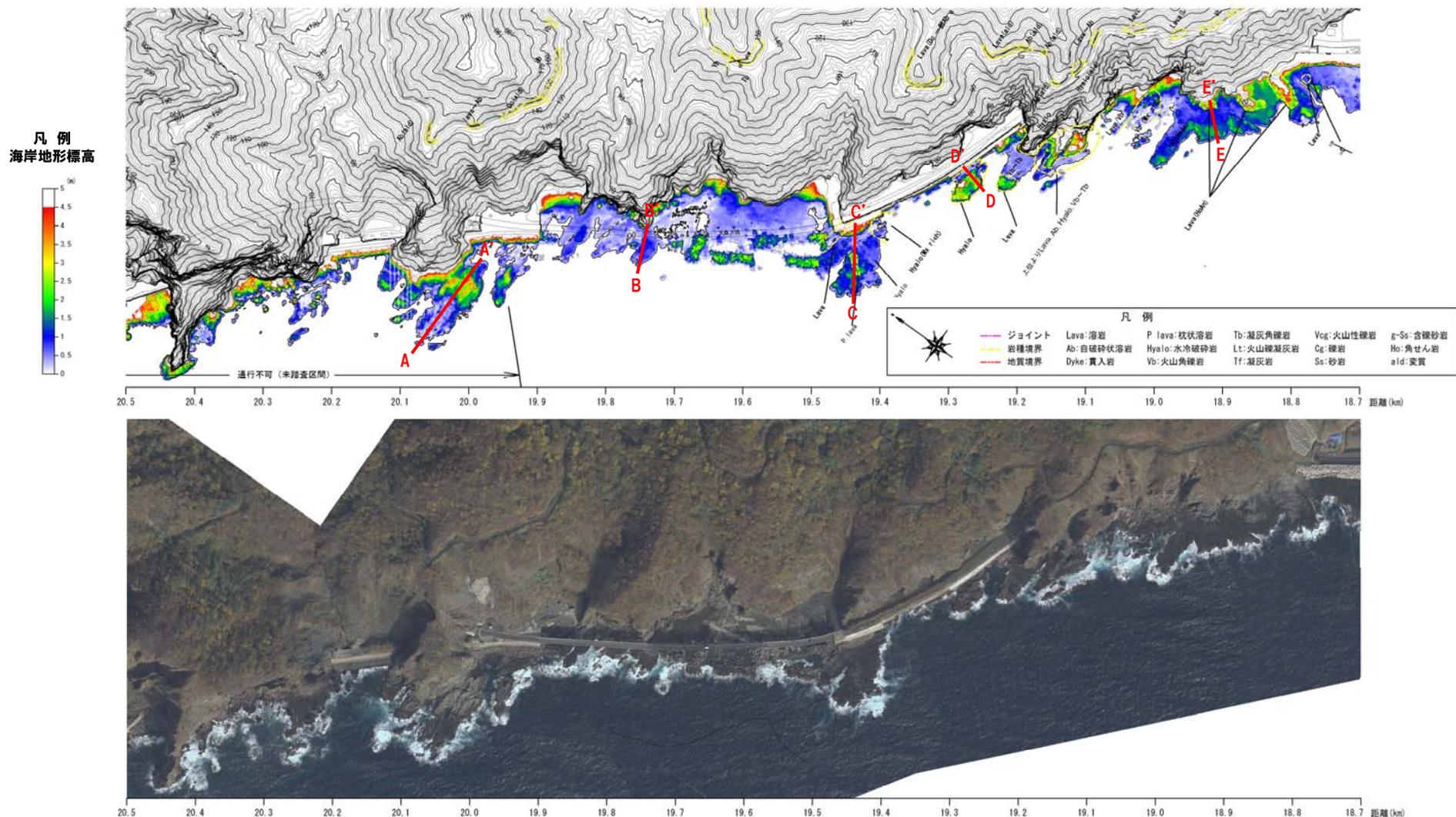
相対的に基質の少ない岩相はやや高い高まりを形成する。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

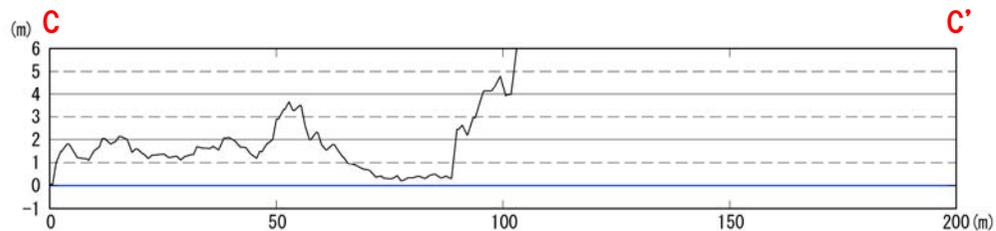
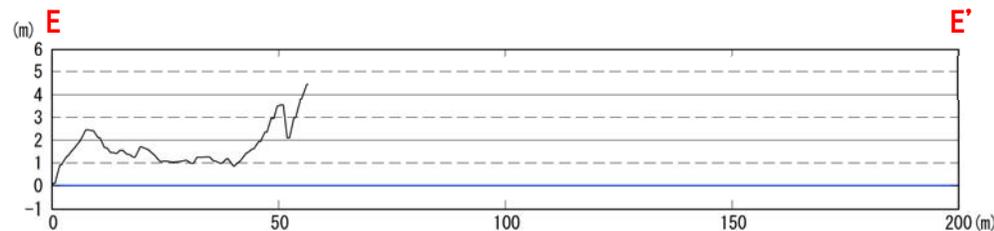
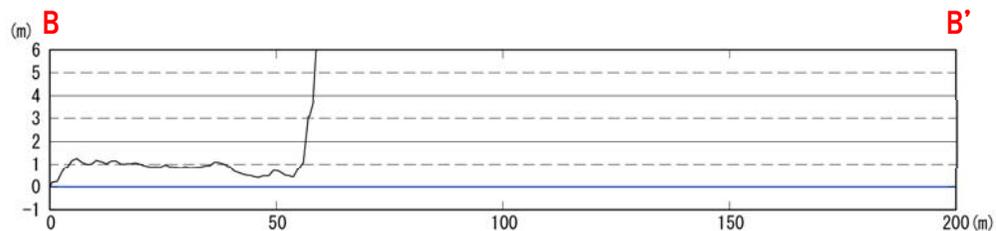
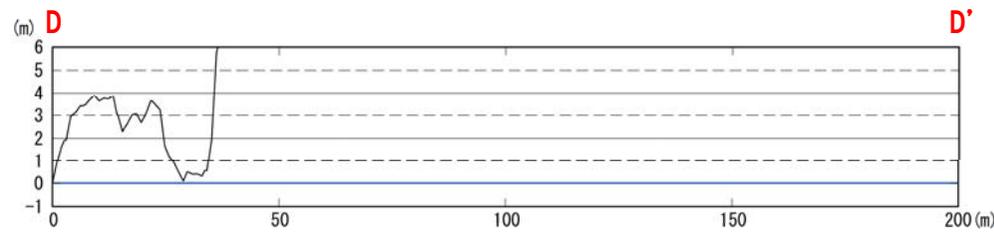
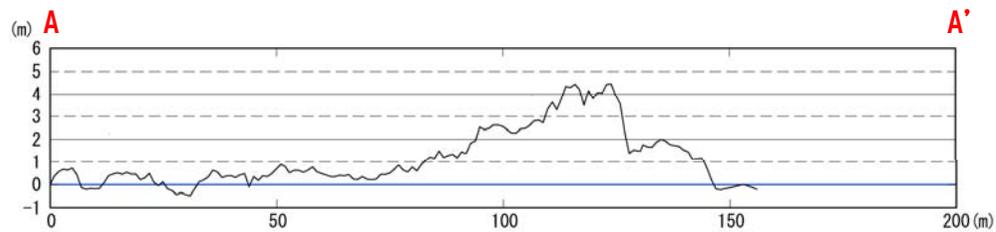
e. 大森周辺

- 尾根状の地形の先端部付近に、潮間帯より標高がやや高い高まりが認められる。
- 高まりには凹凸が認められ、分布標高に規則性は認められない。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

○海岸地形は凹凸に富み、各断面で認められる地形の形状、分布標高に規則性は認められない。

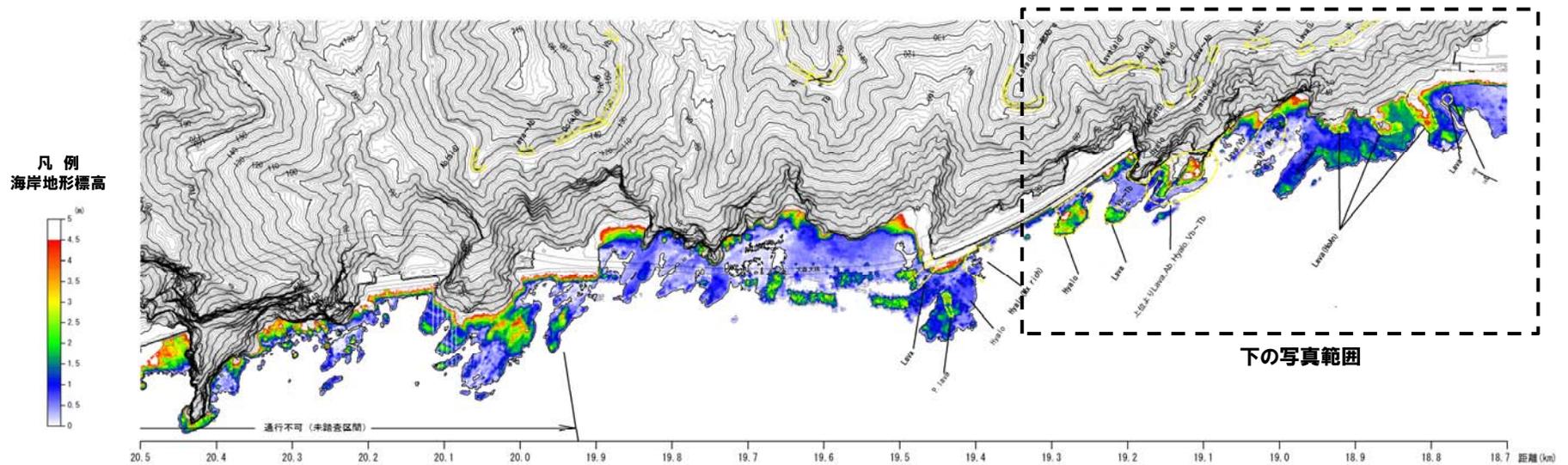


断面図

1. 積丹半島西岸の海岸地形について

【大森周辺における地質と地形の関係について】

- 本地域は、神恵内層の溶岩、自破碎状溶岩、ハイアロクラスタイト、火砕岩が分布する。
- 火砕岩及び自破碎状溶岩が尾根の先端部に幅の狭い波食棚を形成し、その前縁にランパートを形成している。また、相対的に侵食に対する抵抗力の強い溶岩やハイアロクラスタイトが局所的に分布し、高まりを形成する。
- 海食崖は、植生が認められず、崖下に堆積物は認められないことから、現在も侵食作用を受けている海食崖と判断される。



1. 積丹半島西岸の海岸地形について

【積丹半島西岸の海岸地形について】

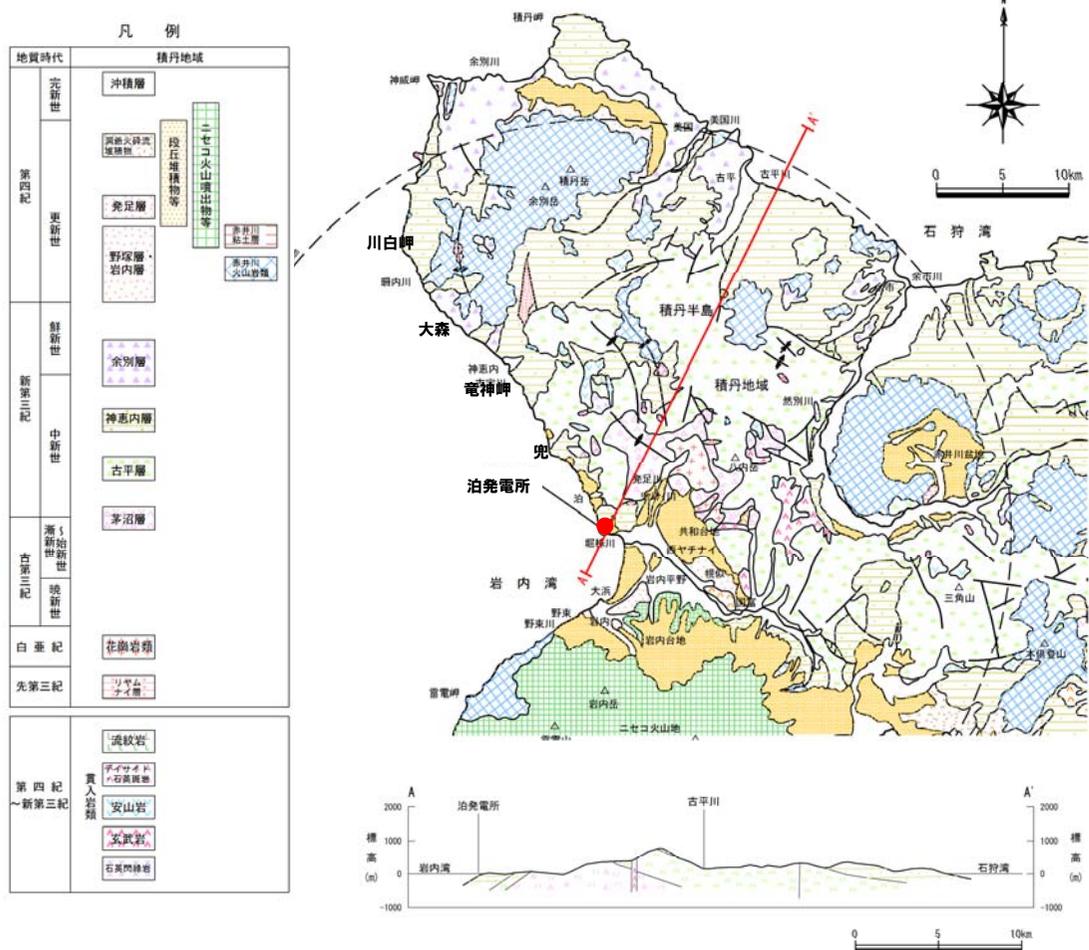
- 積丹半島西岸の沿岸部には、潮間帯付近に認められる波食棚と、相対的に潮間帯より高く、凹凸が認められる区間が隣接して認められるが、潮間帯より標高の高い地形の規則的な分布やベンチの多段化等、間欠的な地震隆起を示す明瞭な特徴は認められない。
- 一方、これらの地形の分布は、地形を構成する地質分布と調和的で、これらの標高差は、地形を形成する岩石の波に対する侵食抵抗の強さによる影響が大きいものと推定される。
- 豊島(1967)⁽¹⁾、高橋(1972)⁽²⁾では、波食棚の高度は、岬端・島の外洋に面した部分で高く、島影、内湾等では低く、連続する海岸線でも標高が異なる事例が記載されており、地質、波浪の影響により、海岸地形の標高が異なることが知られている。
- 本地域で確認される潮間帯より高い地形は、高橋(1972)⁽²⁾の高潮位波食棚～暴風波波食棚に近い特徴を持つと考えられ、主に凸状の海岸線付近に分布する侵食抵抗の強い岩石が波浪の侵食に抗って形成されたものと推定される。

	潮間帯付近に認められる波食棚	潮間帯より標高の高い区間	高橋(1972) ⁽²⁾ 暴風波波食棚
地形の特徴	・平坦または岩層の違いを反映した僅かな凹凸が認められる。	・潮間帯付近に認められる波食棚と比べ、分布が狭く、比較的凹凸に富む。	・小規模な棚状の面を持つ岩礁 ・棚状の面を持たない斜面。 ・波食棚面は節理に支配された波食溝で断裂されている。
背後の地形 (海食崖の状況)	・海食崖の勾配が相対的に緩やかで、斜面に植生が分布し、崖下に堆積物が分布する。	・海食崖の勾配が相対的に急で、植生が生えておらず、崖下に堆積物が認められない。	・背後の海崖に相当する斜面と漸移的。
地形が分布する海岸線の形状	・主に弧状(凹状)の区間に認められる。	・主に海岸線が突出した(凸状)の区間に認められる。	・海岸の突出している区間に認められる。
構成する地質	・火砕岩、礫岩、砂岩、変質した岩石等	・溶岩、ハイアロクラスタイト等	・玄武岩、安山岩の溶岩等

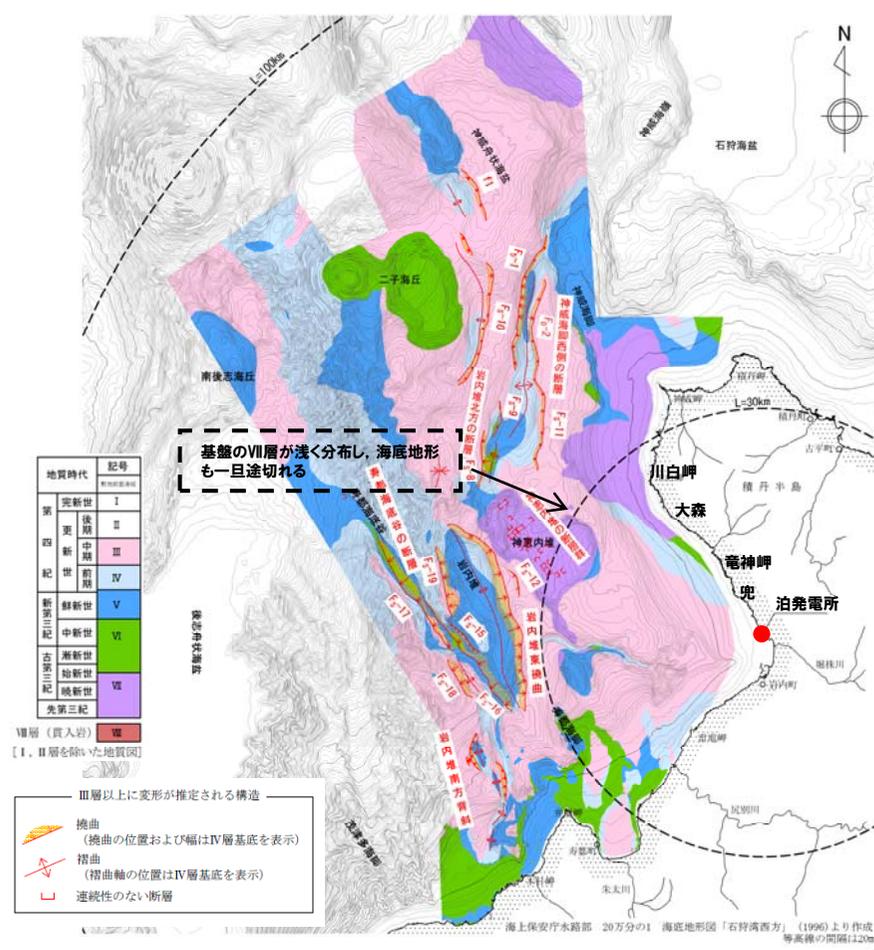
2. 沿岸部の地質構造について

2. 沿岸部の地質構造について

- 積丹半島の地質構造は、大局的に、NW-SE方向の背斜構造で特徴づけられ、積丹半島西岸は、その西翼部における同斜構造を示す。
- 海域では、神恵内堆から川白岬の南西沿岸部にかけて基盤のVII層が浅く分布し、海底地形も一旦途切れる。



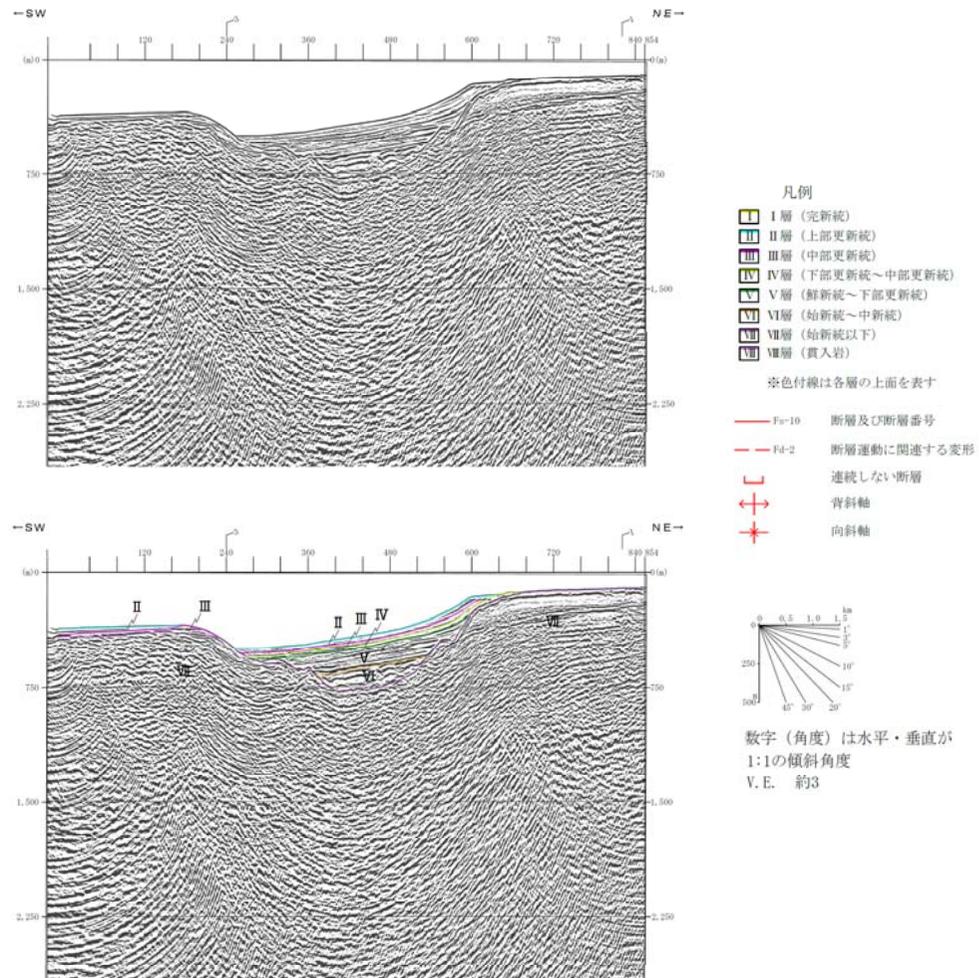
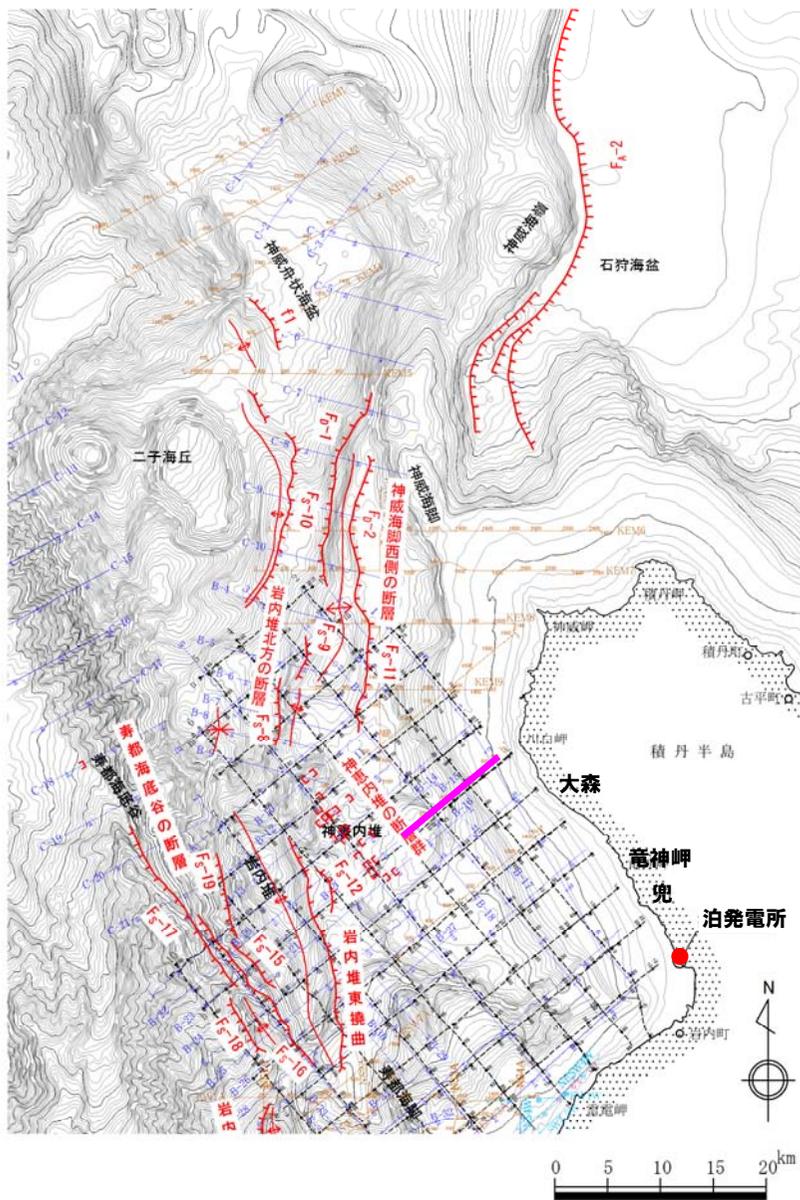
泊発電所周辺の地質図(陸域)



※表層に堆積する数十m程度の薄層(主にI, II層)を剥いだ地質分布図
泊発電所周辺の地質図(海域)

2. 沿岸部の地質構造について

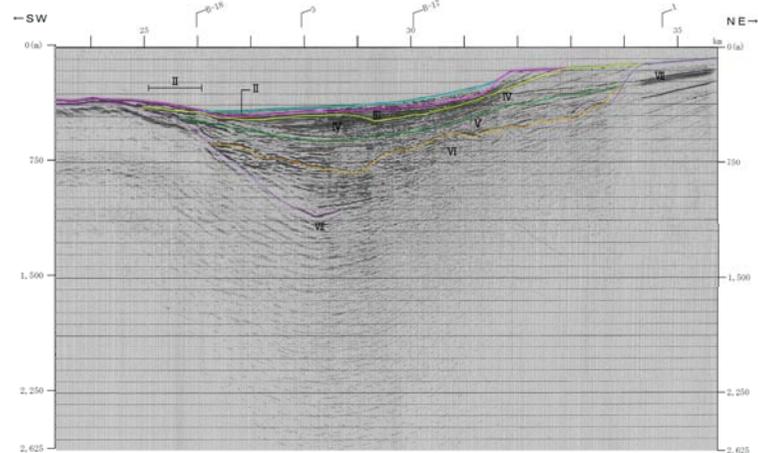
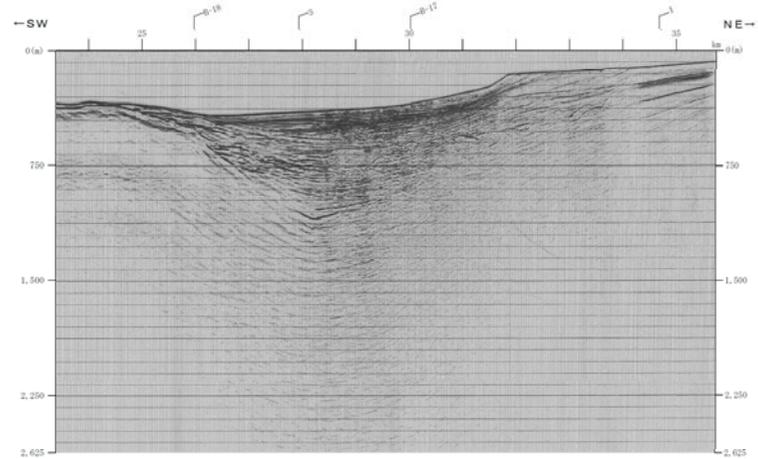
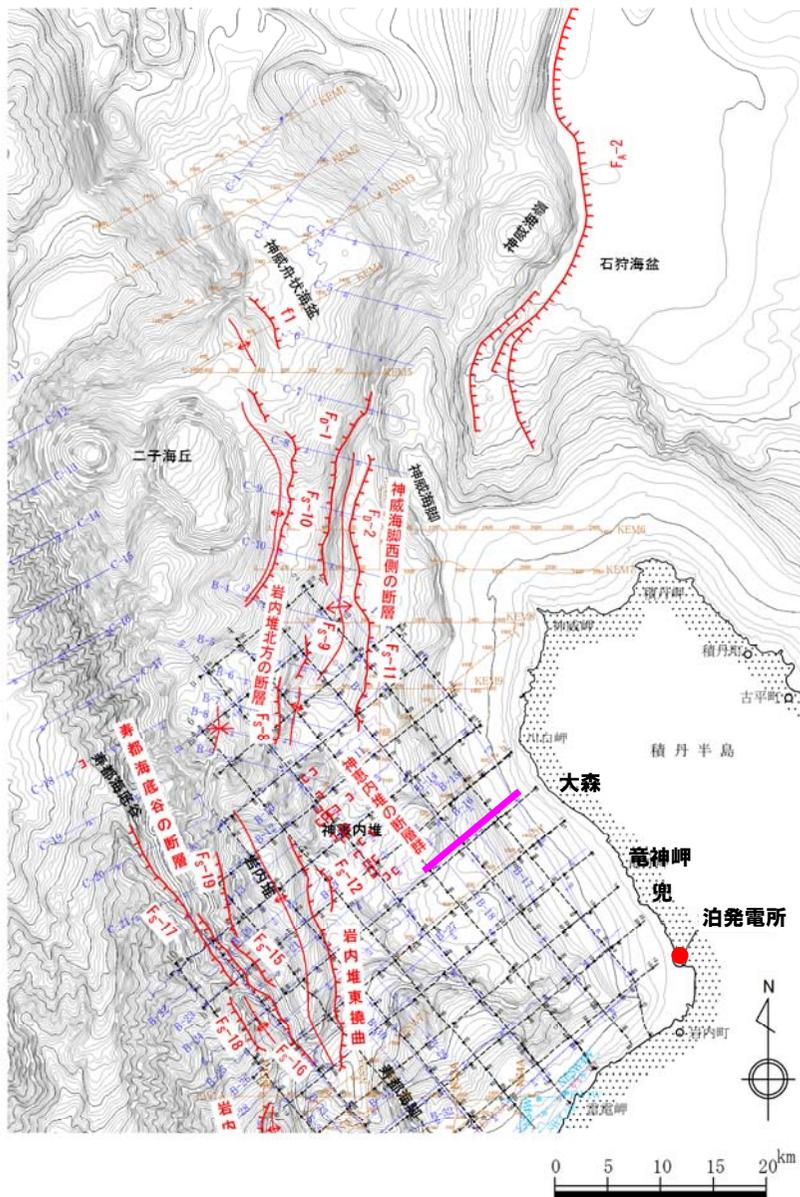
【測線h'】



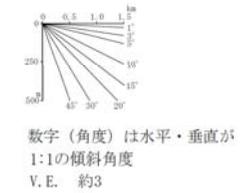
海盆内の地層には、累積的な変位・変形は認められない。

2. 沿岸部の地質構造について

【測線g】



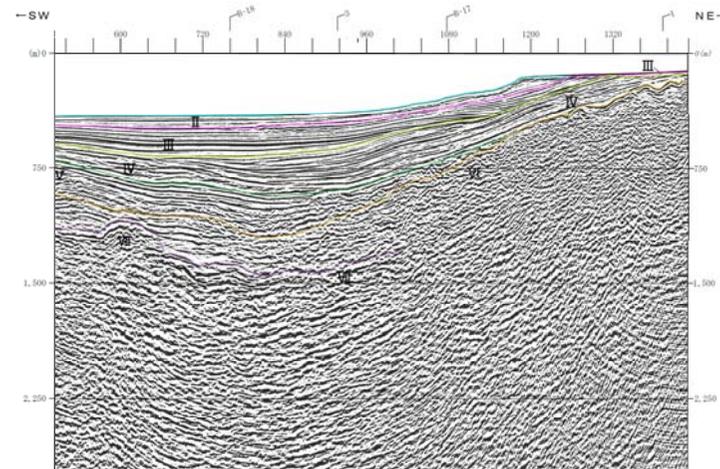
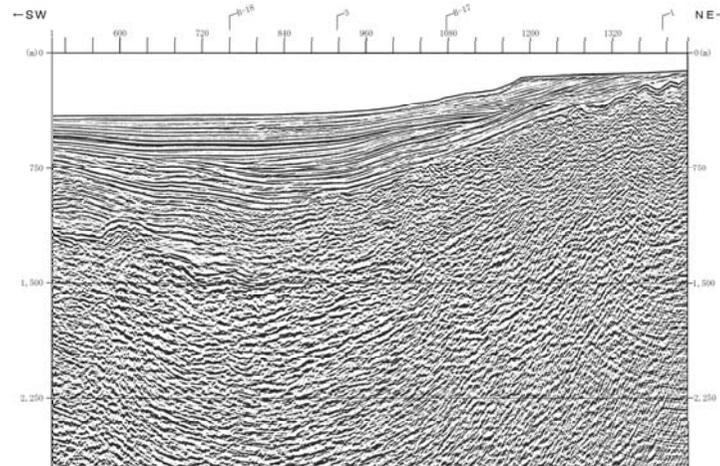
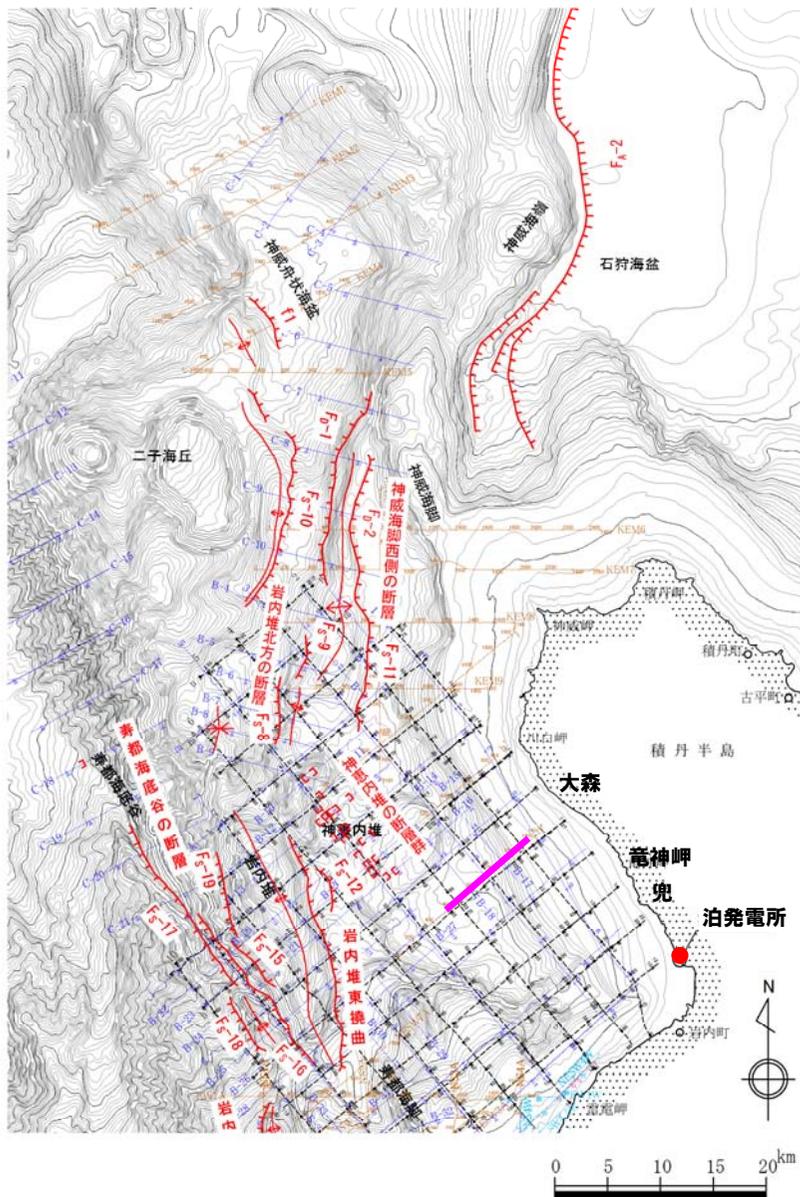
- 凡例
- I層 (完新統)
 - II層 (上部更新統)
 - III層 (中部更新統)
 - IV層 (下部更新統～中部更新統)
 - V層 (鮮新統～下部更新統)
 - VI層 (始新統～中新統)
 - VII層 (始新統以下)
 - VIII層 (貫入岩)
- ※色付線は各層の上面を表す
- F₁₀ 断層及び断層番号
 - - - F₁₂ 断層運動に関連する変形
 - ┌ 連続しない断層
 - ⇄ 背斜軸
 - ⇆ 向斜軸



海盆内のII層及びIII層はほぼ水平に堆積し、大陸棚基部ではIII層がIV層にアバットしており、層厚変化も認められない。

2. 沿岸部の地質構造について

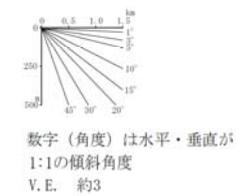
【測線f'】



- 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

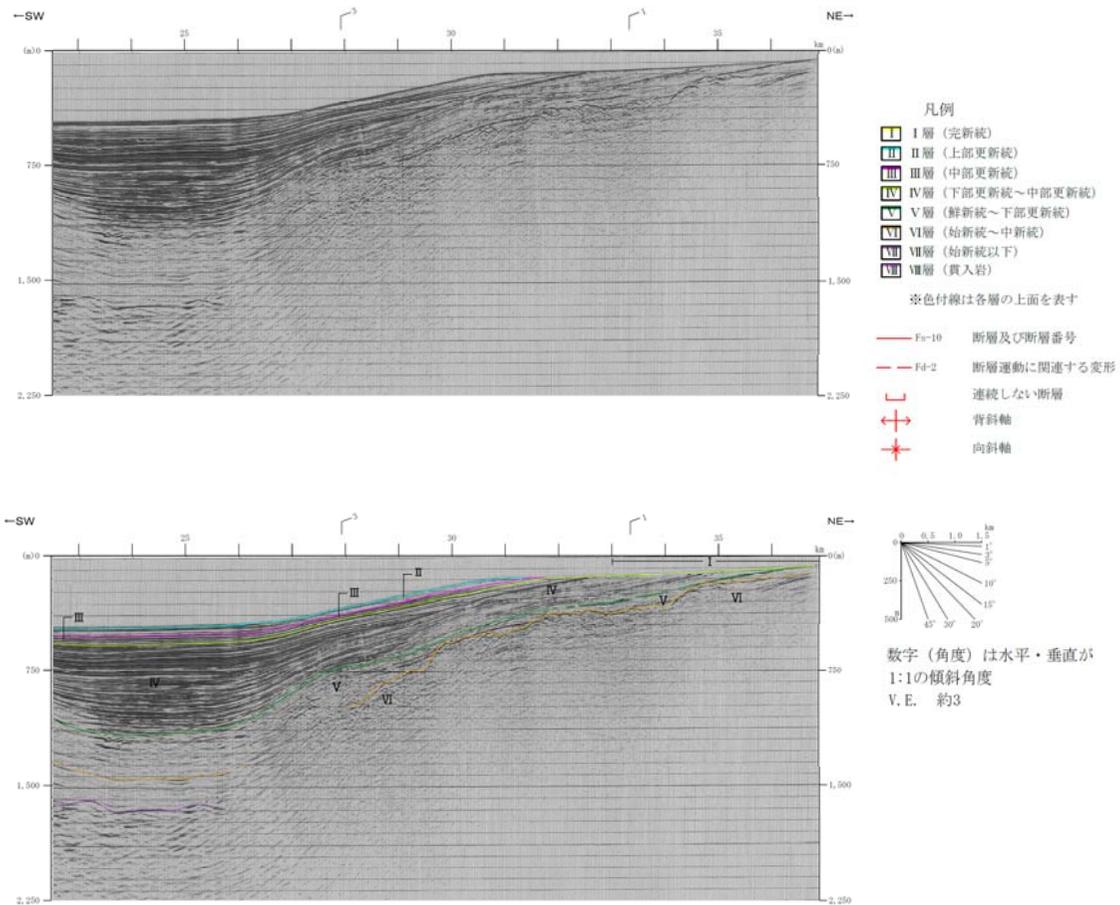
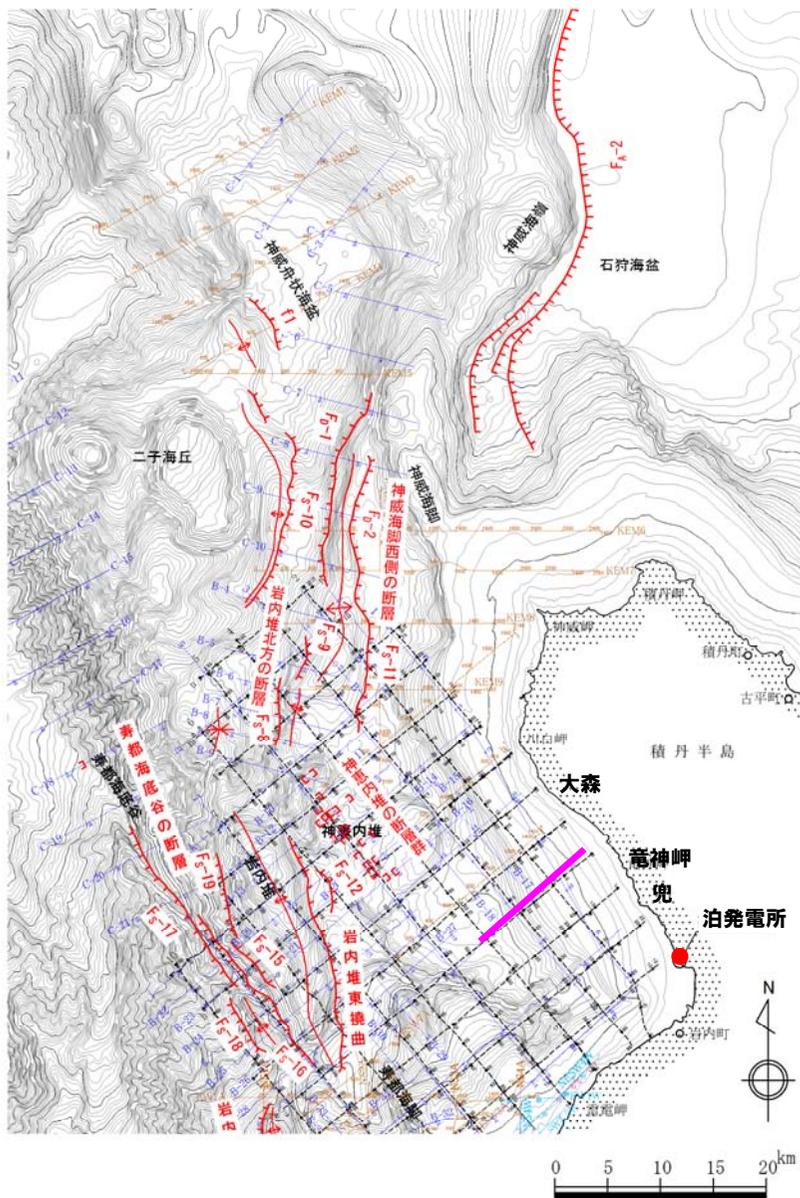
- F₁₀ 断層及び断層番号
- - - F₄₋₂ 断層運動に関連する変形
- ┌ 連続しない断層
- └ 背斜軸
- ┌ 向斜軸



海盆内のII層及びIII層はほぼ水平に堆積し、大陸棚付近ではIII層がIV層にアバットしており、層厚変化も認められない。

2. 沿岸部の地質構造について

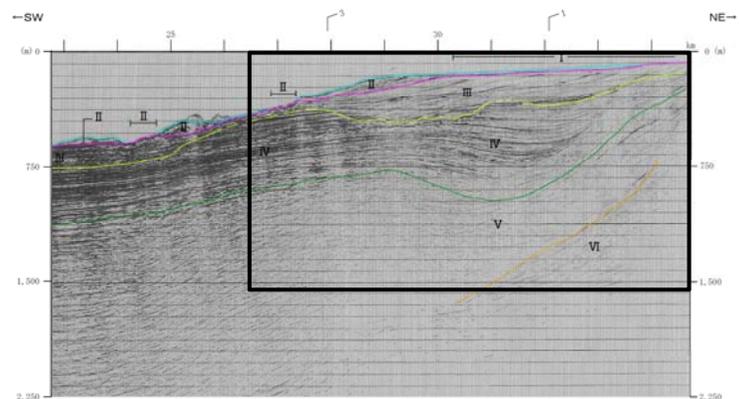
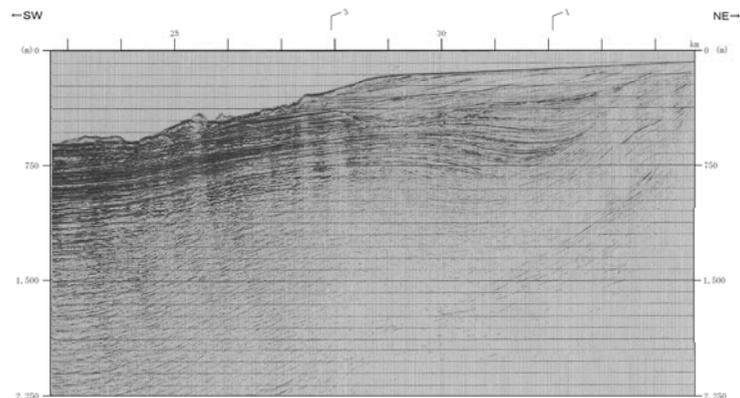
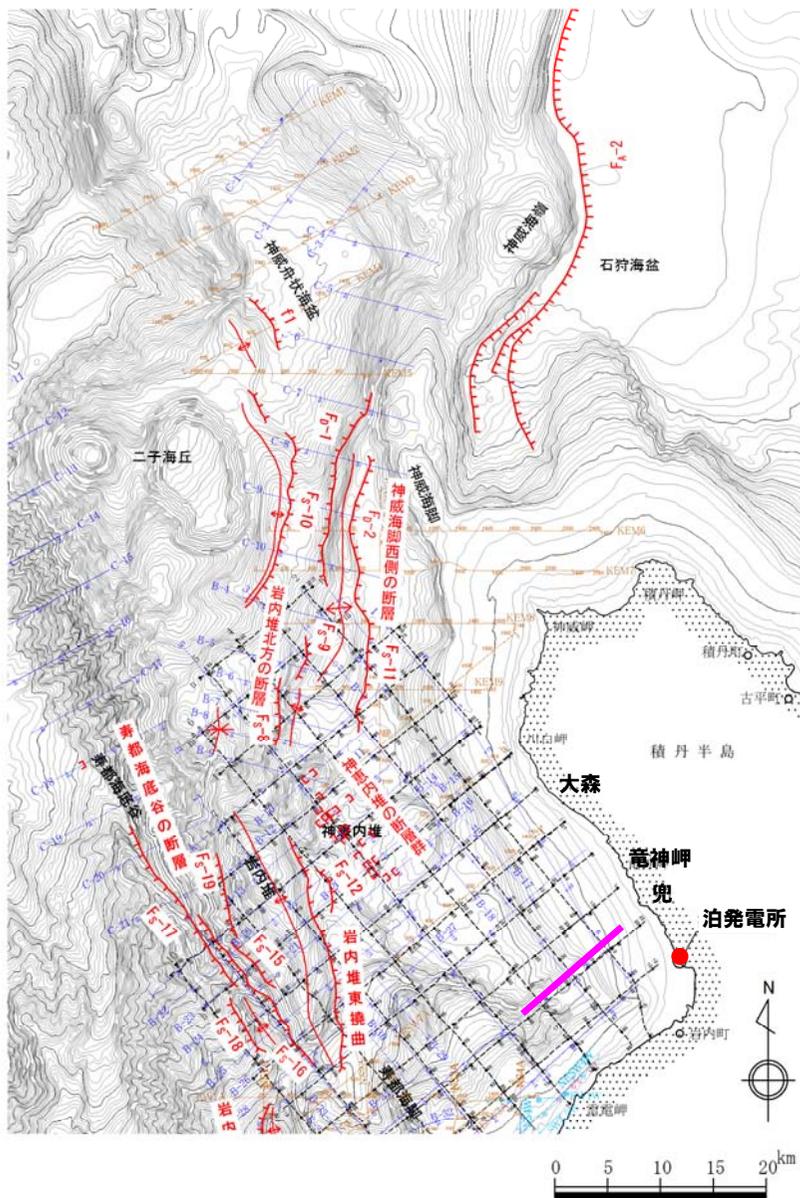
【測線e】



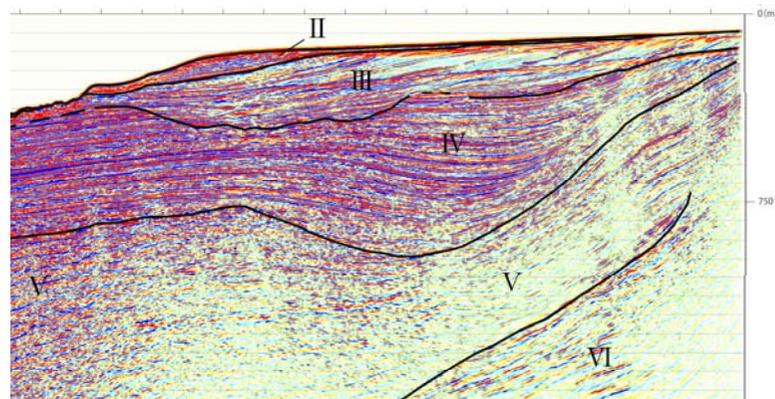
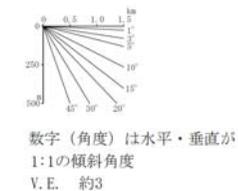
II層及びIII層の層厚が薄いものの、測線g及び測線f'と同様の堆積構造が認められる。

2. 沿岸部の地質構造について

【測線c】



- 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
- F₁₋₁₀ 断層及び断層番号
 - - - F₁₋₂ 断層運動に関連する変形
 - ┌┐ 連続しない断層
 - ↕ 背斜軸
 - ↗↘ 向斜軸

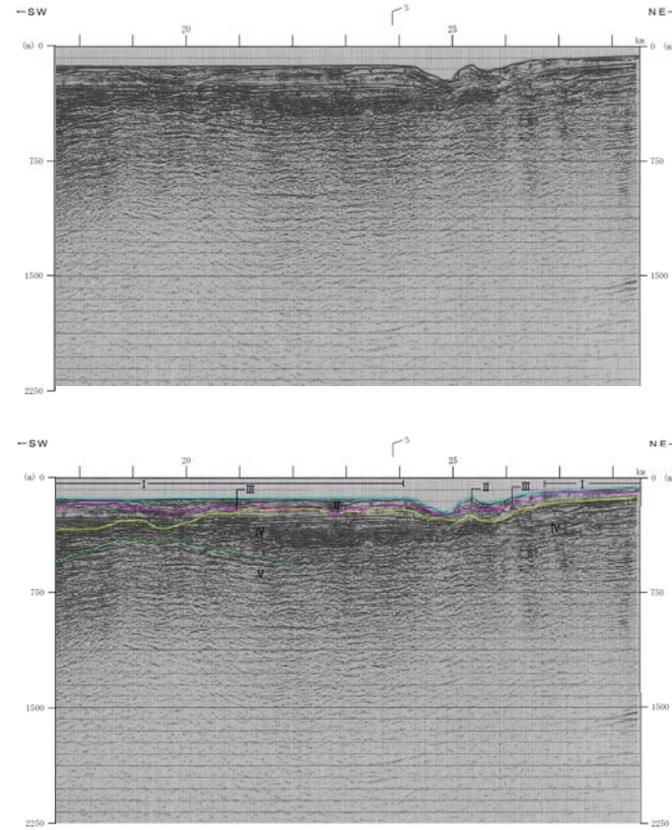
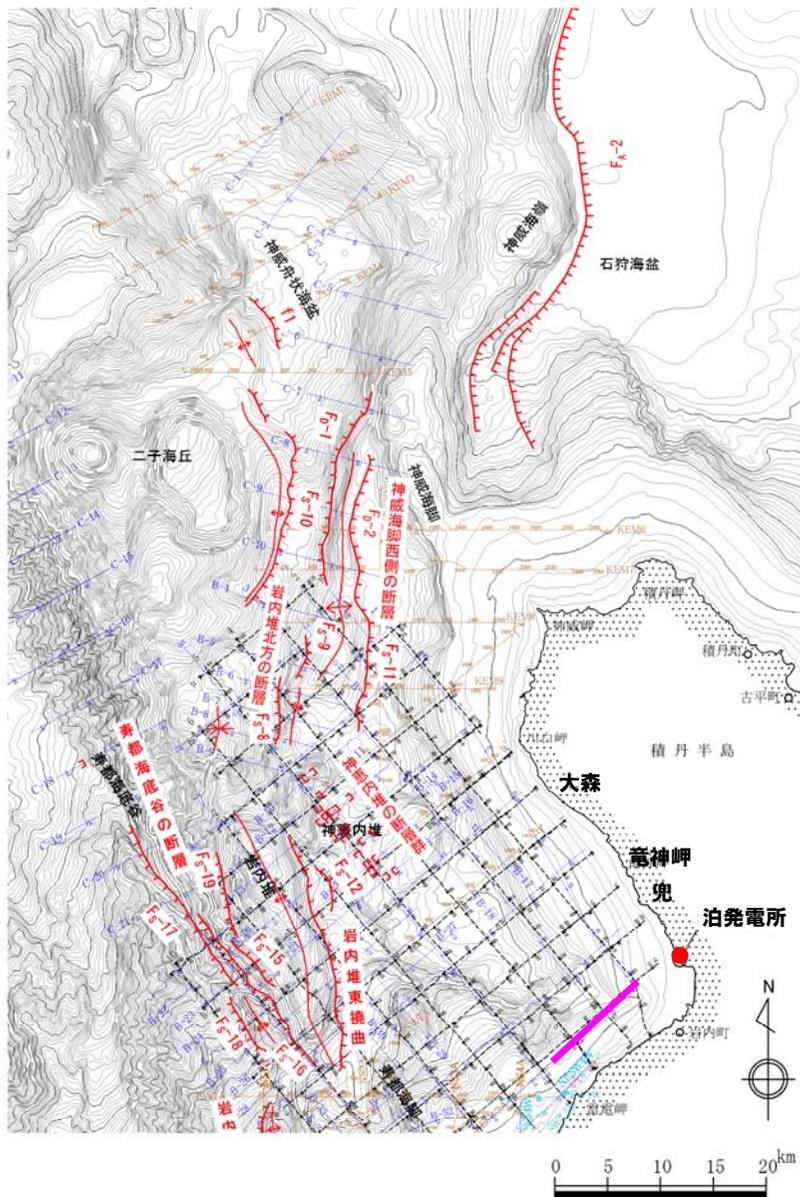


本地点では、海底谷がEW方向に延びており、沿岸部では侵食による不整合が認められる。

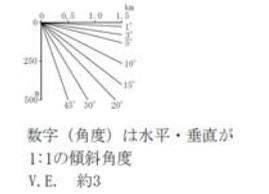
III層はIV層を不整合で覆って分布し、III層に累積的な変位及び変形は認められない。

2. 沿岸部の地質構造について

【測線a】



- 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
- Fu-10 断層及び断層番号
 - - - Fu-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

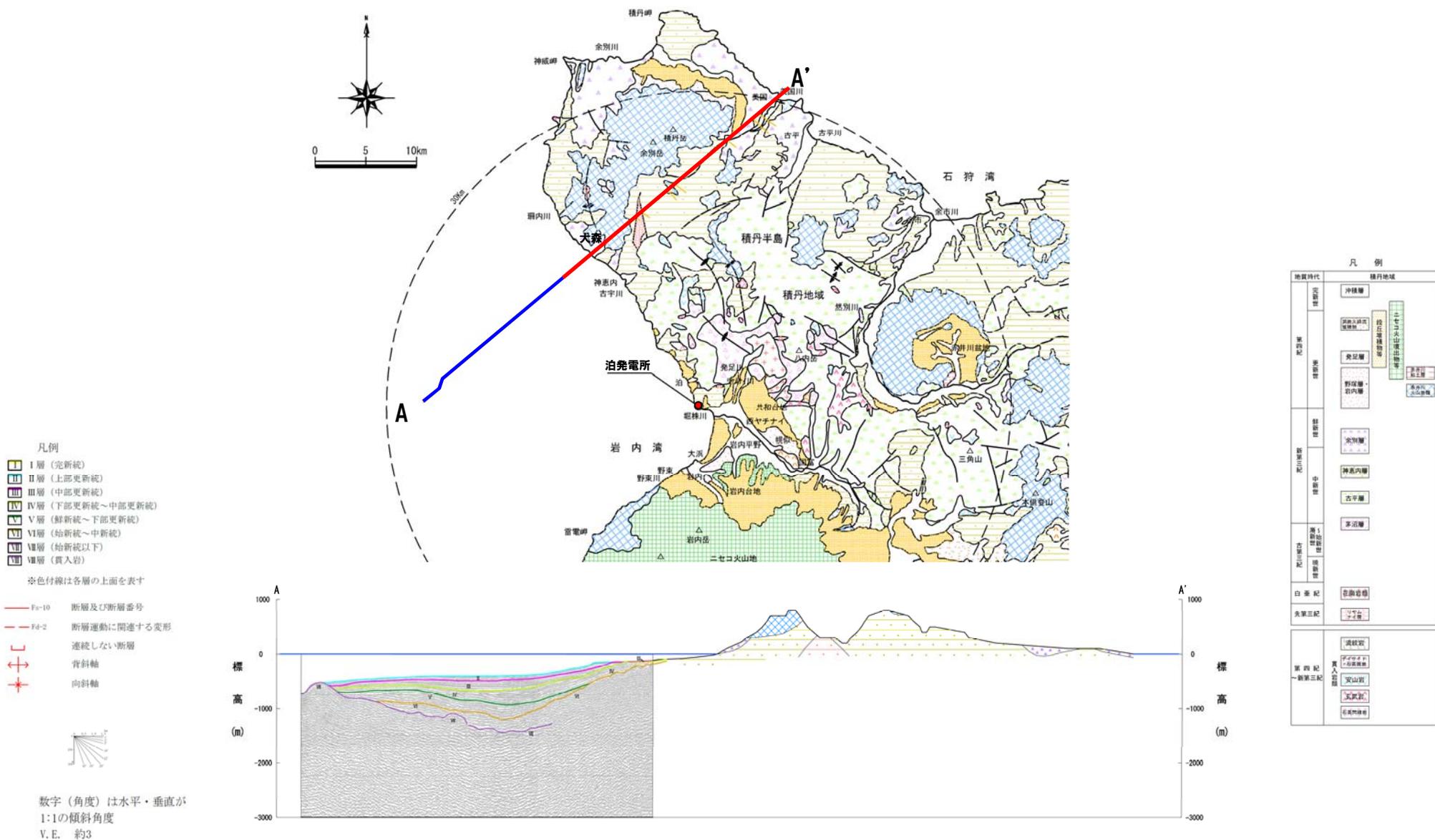


本地点は、大陸棚の縁辺部付近である。
IV層以上に累積的な変位及び変形は認められない。

2. 沿岸部の地質構造について

【沿岸部の地質構造について】

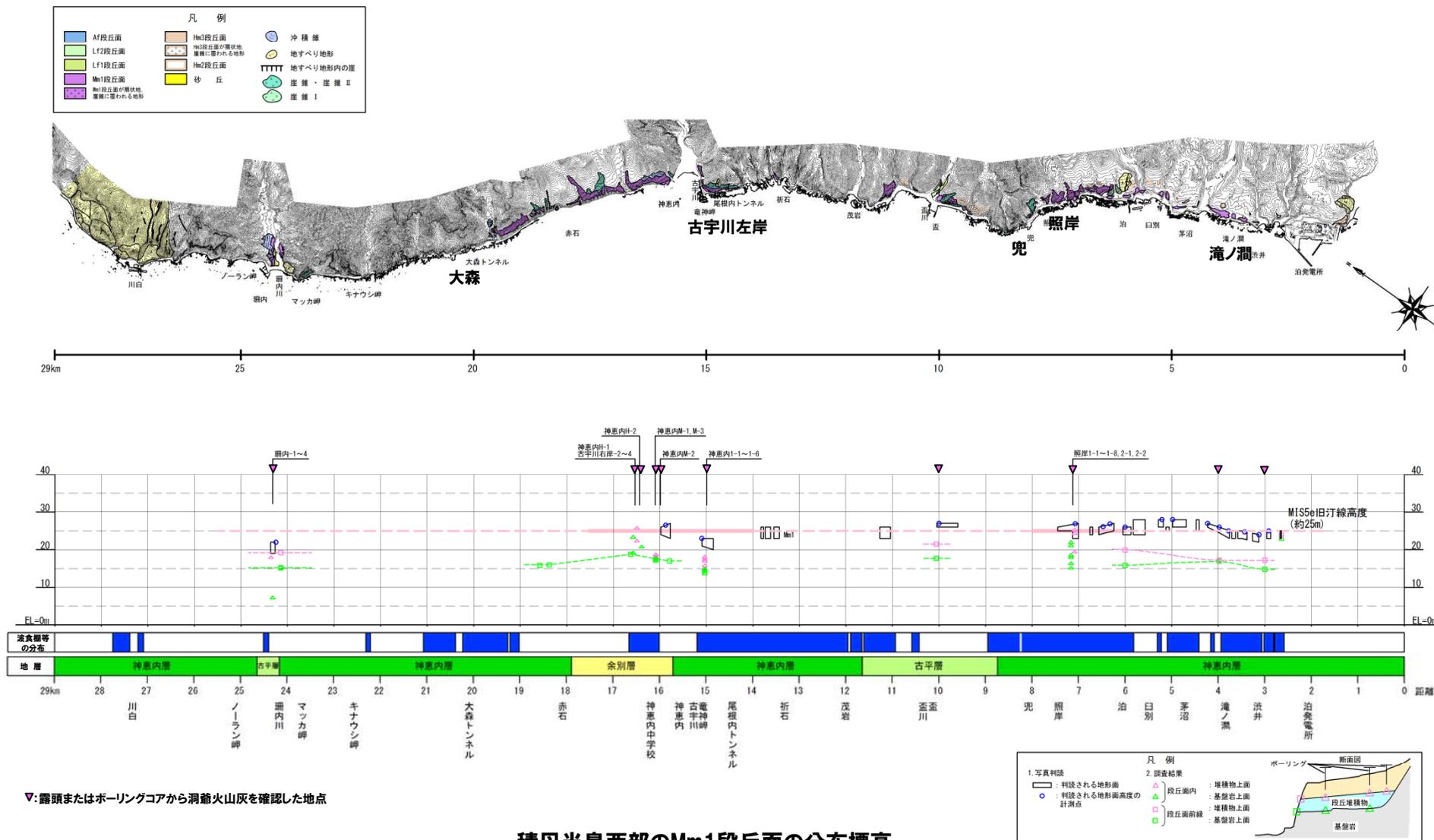
- 積丹半島西岸陸域では、大局的にはNW-SE方向の背斜構造の西翼部における同斜構造を示し、その構造は、海域に連続する。
- 同斜構造の西側基部付近の海域には、後期更新世以降の活動が認められる東傾斜の活断層は認められない。



3. 海成段丘との関係について

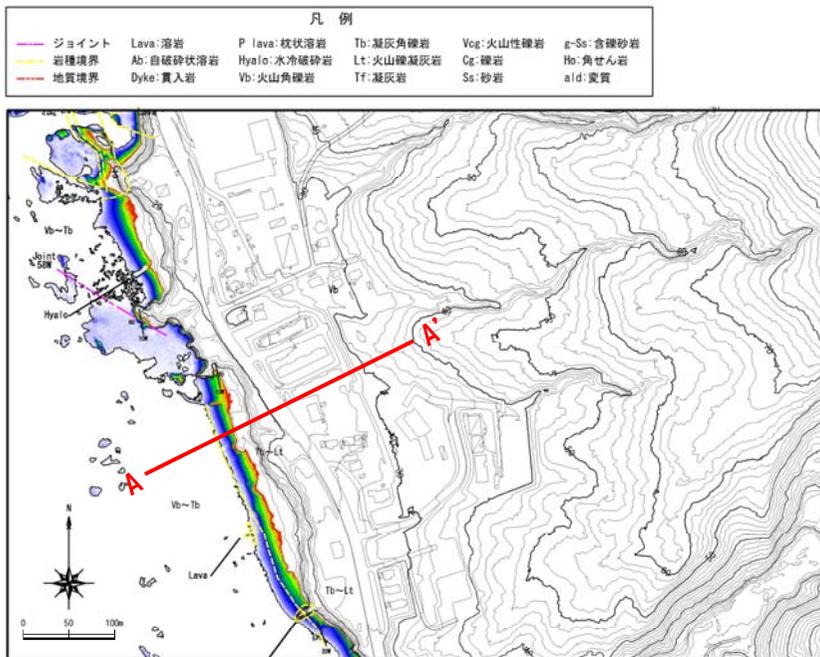
3. 海成段丘との関係について

- 段丘堆積物から推定される積丹半島西部のMm1段丘面(MIS5e)の分布標高は、旧汀線付近で約25m、隆起速度は約0.2m/千年と推定される。
- Mm1段丘面の分布と、潮間帯付近に波食棚が認められる区間は概ね調和的であり、潮間帯より標高の高い海岸地形が認められる地点の背後には、Mm1段丘面が分布していない場合が多い。



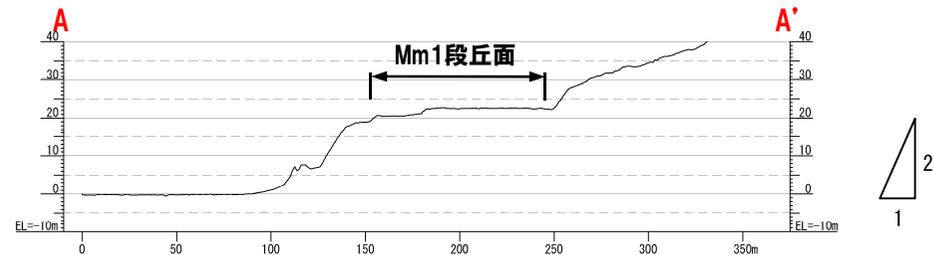
▽: 露頭またはボーリングコアから洞爺火山灰を確認した地点

3. 海成段丘との関係について



段彩図

滝ノ潤地点	
海岸地形	潮間帯付近に平坦な波食棚が分布する。
その他	現世の海食崖の上方には、Mm1段丘面と古い海食崖（段丘崖）が分布する。



断面図

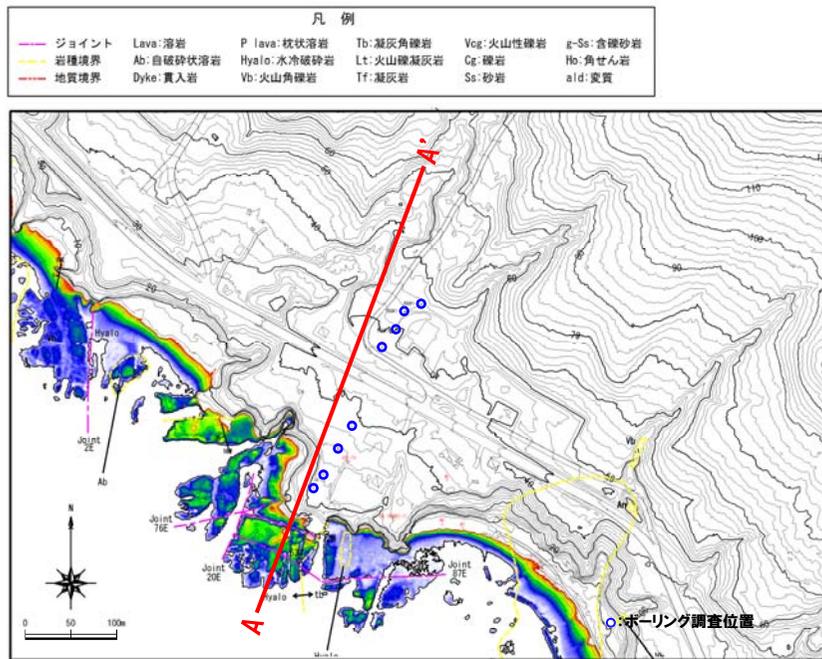


地形分類図

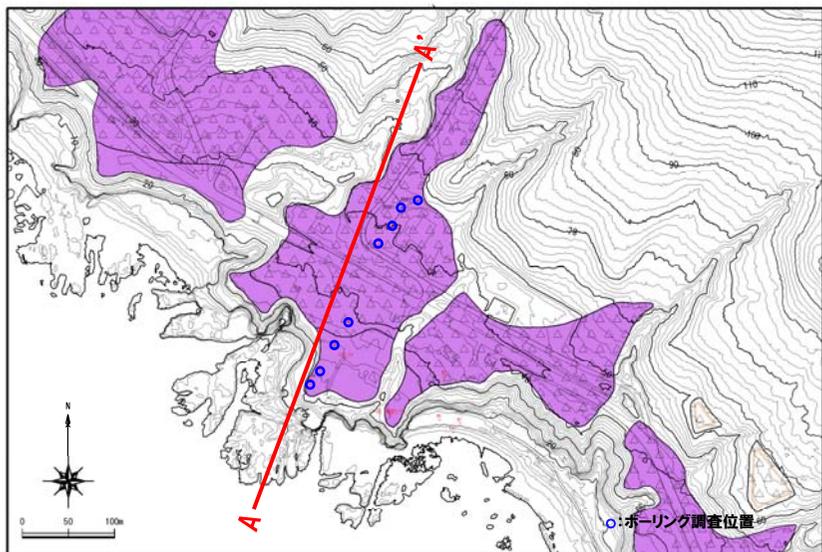


オルソフォト

3. 海成段丘との関係について

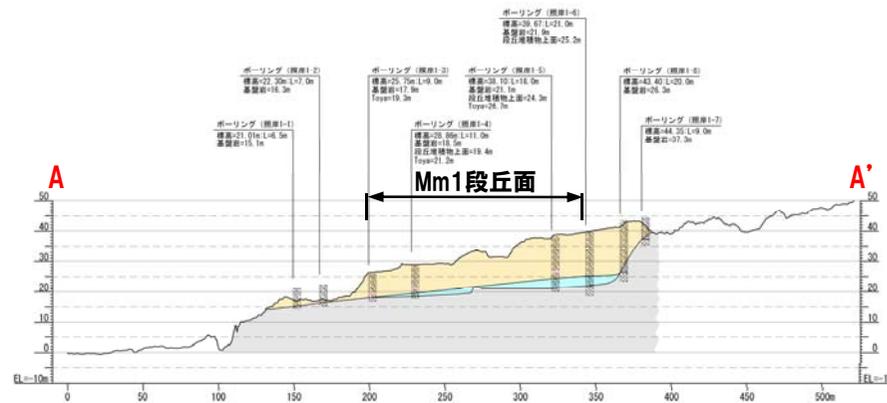
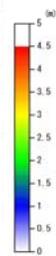


段彩図



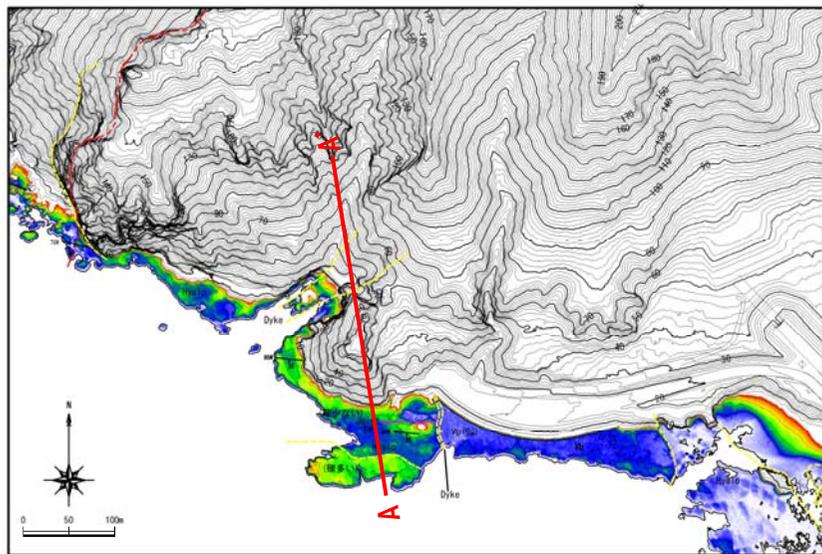
地形分類図

照岸地点	
海岸地形	潮間帯付近に平坦な波食棚が分布するが、一部で潮間帯より標高が高い地形が認められる。 波食棚を構成する岩種（凝灰角礫岩）と標高の高い地形を形成する岩種（ハイアロクラスタイト）が異なる。
その他	現世の海食崖の上方には、Mm1段丘面と古い海食崖（段丘崖）が分布する。 Mm1段丘面の基盤は、波食棚を構成する岩種（凝灰角礫岩）と同じである。

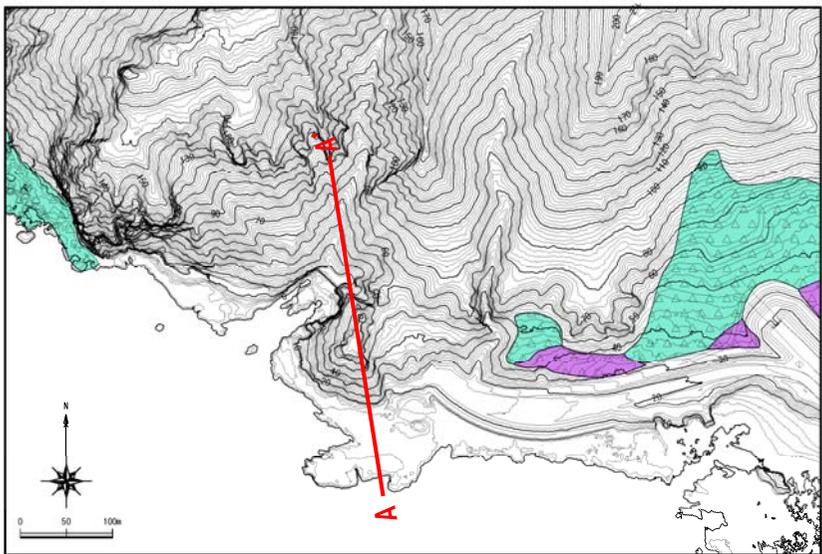
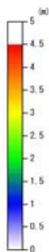


3. 海成段丘との関係について

凡例					
ジョイント	Lava: 溶岩	P lava: 枕状溶岩	Tb: 凝灰角礫岩	Vcg: 火山性礫岩	g-Ss: 含礫砂岩
岩種境界	Ab: 自破砂状溶岩	Hyalo: 水砕砂岩	Lt: 火山礫凝灰岩	Cg: 礫岩	Ho: 角せん岩
地質境界	Dyke: 貫入岩	Vb: 火山角礫岩	Tf: 凝灰岩	Ss: 砂岩	ald: 変質



段彩図

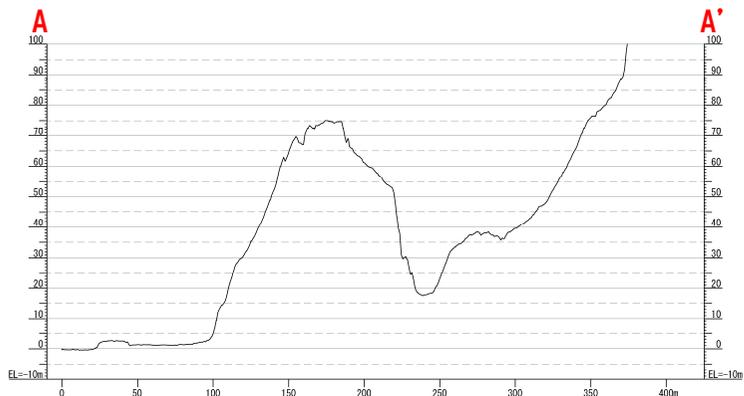


地形分類図

凡例	
Blue box	A1段丘面
Light green box	L1段丘面
Light purple box	L2段丘面
Dark purple box	M1段丘面
Light blue box	M2段丘面が構成地 露頭二層以上の地形
Light brown box	M3段丘面
Dark brown box	M4段丘面が構成地 露頭二層以上の地形
Yellow box	砂丘
Blue circle	沖積扇
Yellow circle	地すべり地形
Green circle	崖線・崖線II
Light green circle	崖線I

兜地点

海岸地形	一部で潮間帯より標高が高い地形が認められる。
その他	現世の海食崖の上方は、急斜面が連続し、段丘面等は認められない。

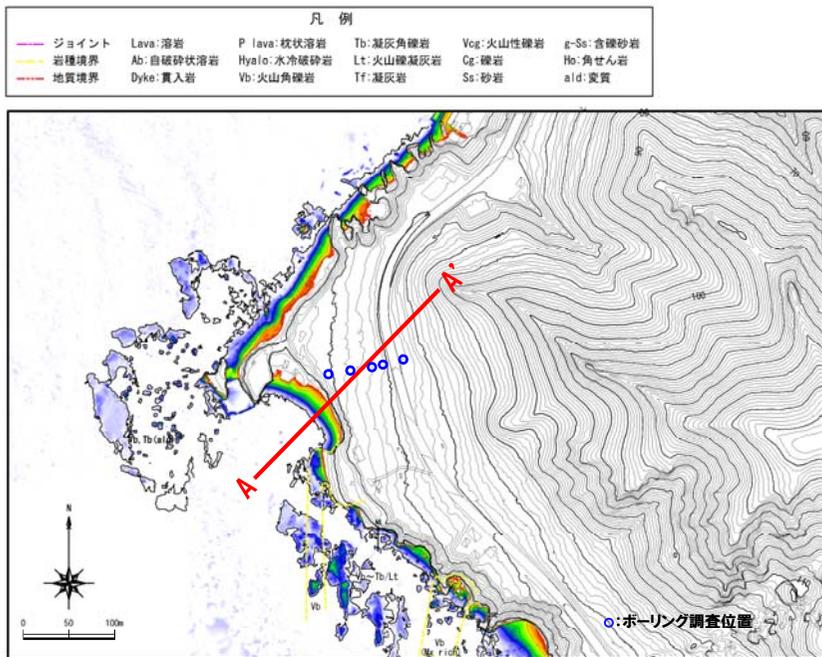


断面図

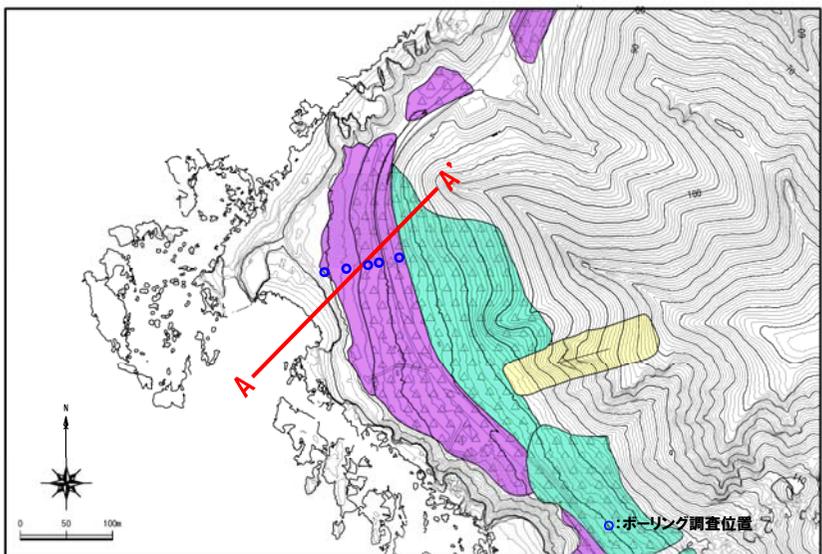


オルソフォト

3. 海成段丘との関係について



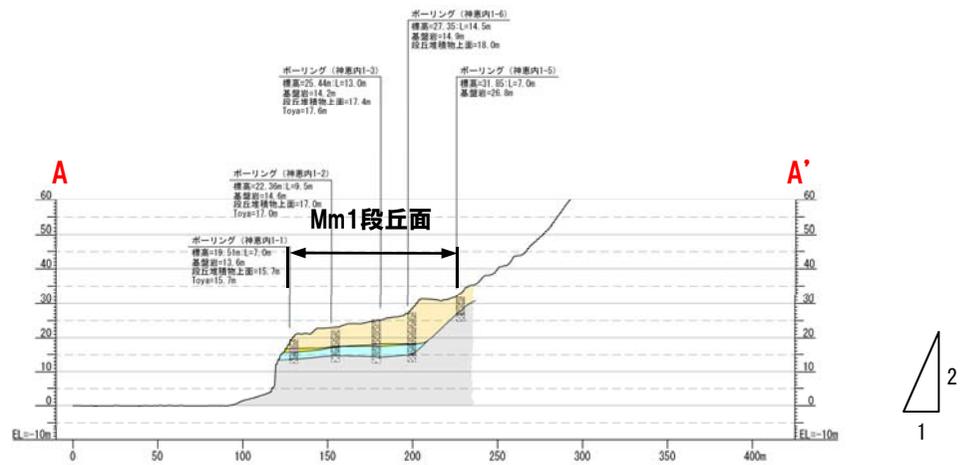
段彩図



地形分類図



古宇川右岸地点	
海岸地形	潮間帯付近に平坦な波食棚が分布する。
その他	現世の海食崖の上方には、Mm1段丘面と古い海食崖（段丘崖）が分布する。

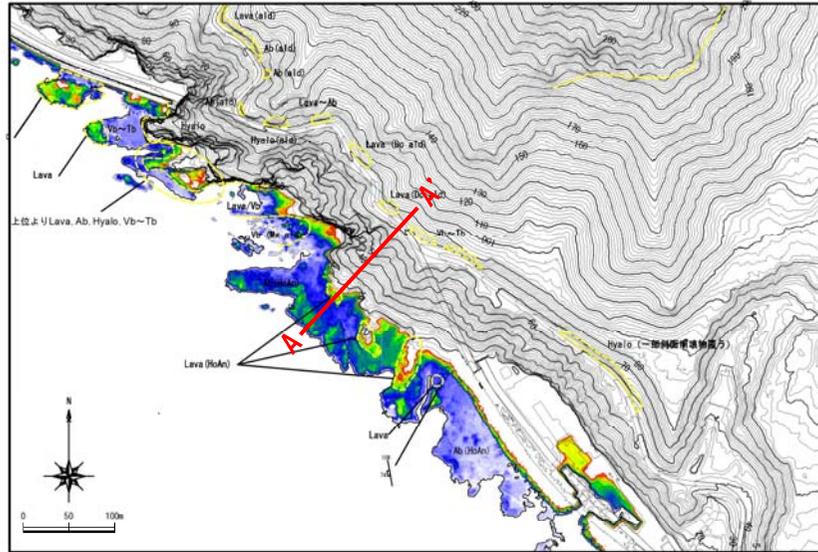


断面図

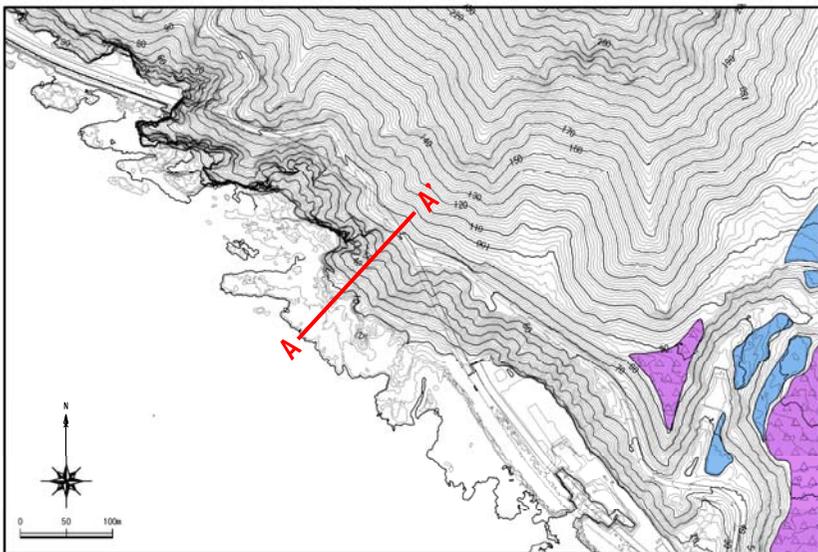


3. 海成段丘との関係について

凡例					
ジョイント	Lava: 溶岩	P lava: 枕状溶岩	Tb: 凝灰角礫岩	Vcg: 火山性礫岩	g-Ss: 含礫砂岩
岩種境界	Ab: 自破砕状溶岩	Hyalo: 水砕砂岩	Lt: 火山礫凝灰岩	Cg: 礫岩	Ho: 角せん岩
地質境界	Dyke: 貫入岩	Vb: 火山角礫岩	Tf: 凝灰岩	Ss: 砂岩	ald: 変質



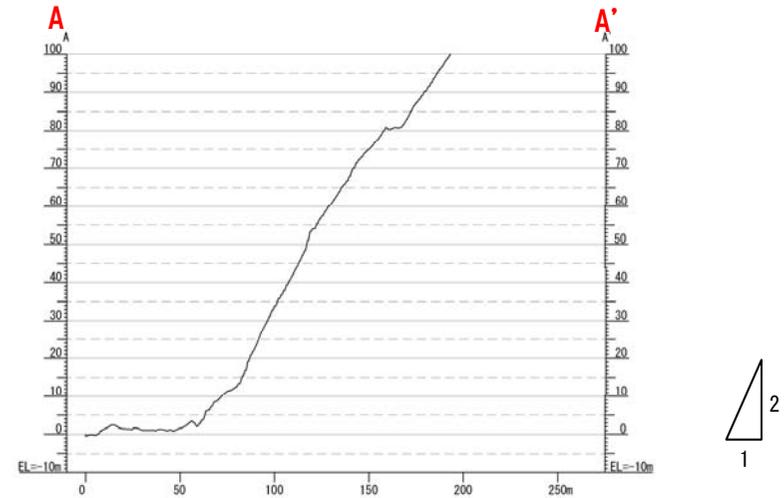
段彩図



地形分類図

凡例	
AF段丘面	AF段丘面
LF2段丘面	LF2段丘面
LF1段丘面	LF1段丘面
MF1段丘面	MF1段丘面
MF2段丘面	MF2段丘面
MF3段丘面	MF3段丘面
MF4段丘面	MF4段丘面
MF5段丘面	MF5段丘面
MF6段丘面	MF6段丘面
MF7段丘面	MF7段丘面
MF8段丘面	MF8段丘面
MF9段丘面	MF9段丘面
MF10段丘面	MF10段丘面
MF11段丘面	MF11段丘面
MF12段丘面	MF12段丘面
MF13段丘面	MF13段丘面
MF14段丘面	MF14段丘面
MF15段丘面	MF15段丘面
MF16段丘面	MF16段丘面
MF17段丘面	MF17段丘面
MF18段丘面	MF18段丘面
MF19段丘面	MF19段丘面
MF20段丘面	MF20段丘面
MF21段丘面	MF21段丘面
MF22段丘面	MF22段丘面
MF23段丘面	MF23段丘面
MF24段丘面	MF24段丘面
MF25段丘面	MF25段丘面
MF26段丘面	MF26段丘面
MF27段丘面	MF27段丘面
MF28段丘面	MF28段丘面
MF29段丘面	MF29段丘面
MF30段丘面	MF30段丘面
MF31段丘面	MF31段丘面
MF32段丘面	MF32段丘面
MF33段丘面	MF33段丘面
MF34段丘面	MF34段丘面
MF35段丘面	MF35段丘面
MF36段丘面	MF36段丘面
MF37段丘面	MF37段丘面
MF38段丘面	MF38段丘面
MF39段丘面	MF39段丘面
MF40段丘面	MF40段丘面
MF41段丘面	MF41段丘面
MF42段丘面	MF42段丘面
MF43段丘面	MF43段丘面
MF44段丘面	MF44段丘面
MF45段丘面	MF45段丘面
MF46段丘面	MF46段丘面
MF47段丘面	MF47段丘面
MF48段丘面	MF48段丘面
MF49段丘面	MF49段丘面
MF50段丘面	MF50段丘面
MF51段丘面	MF51段丘面
MF52段丘面	MF52段丘面
MF53段丘面	MF53段丘面
MF54段丘面	MF54段丘面
MF55段丘面	MF55段丘面
MF56段丘面	MF56段丘面
MF57段丘面	MF57段丘面
MF58段丘面	MF58段丘面
MF59段丘面	MF59段丘面
MF60段丘面	MF60段丘面
MF61段丘面	MF61段丘面
MF62段丘面	MF62段丘面
MF63段丘面	MF63段丘面
MF64段丘面	MF64段丘面
MF65段丘面	MF65段丘面
MF66段丘面	MF66段丘面
MF67段丘面	MF67段丘面
MF68段丘面	MF68段丘面
MF69段丘面	MF69段丘面
MF70段丘面	MF70段丘面
MF71段丘面	MF71段丘面
MF72段丘面	MF72段丘面
MF73段丘面	MF73段丘面
MF74段丘面	MF74段丘面
MF75段丘面	MF75段丘面
MF76段丘面	MF76段丘面
MF77段丘面	MF77段丘面
MF78段丘面	MF78段丘面
MF79段丘面	MF79段丘面
MF80段丘面	MF80段丘面
MF81段丘面	MF81段丘面
MF82段丘面	MF82段丘面
MF83段丘面	MF83段丘面
MF84段丘面	MF84段丘面
MF85段丘面	MF85段丘面
MF86段丘面	MF86段丘面
MF87段丘面	MF87段丘面
MF88段丘面	MF88段丘面
MF89段丘面	MF89段丘面
MF90段丘面	MF90段丘面
MF91段丘面	MF91段丘面
MF92段丘面	MF92段丘面
MF93段丘面	MF93段丘面
MF94段丘面	MF94段丘面
MF95段丘面	MF95段丘面
MF96段丘面	MF96段丘面
MF97段丘面	MF97段丘面
MF98段丘面	MF98段丘面
MF99段丘面	MF99段丘面
MF100段丘面	MF100段丘面
沖積層	沖積層
地すべり地形	地すべり地形
崖線・崖線II	崖線・崖線II
崖線I	崖線I

大森地点	
海岸地形	一部で潮間帯より標高が高い地形が認められる。
その他	現世の海食崖の上方は、急斜面が連続し、段丘面等は認められない。

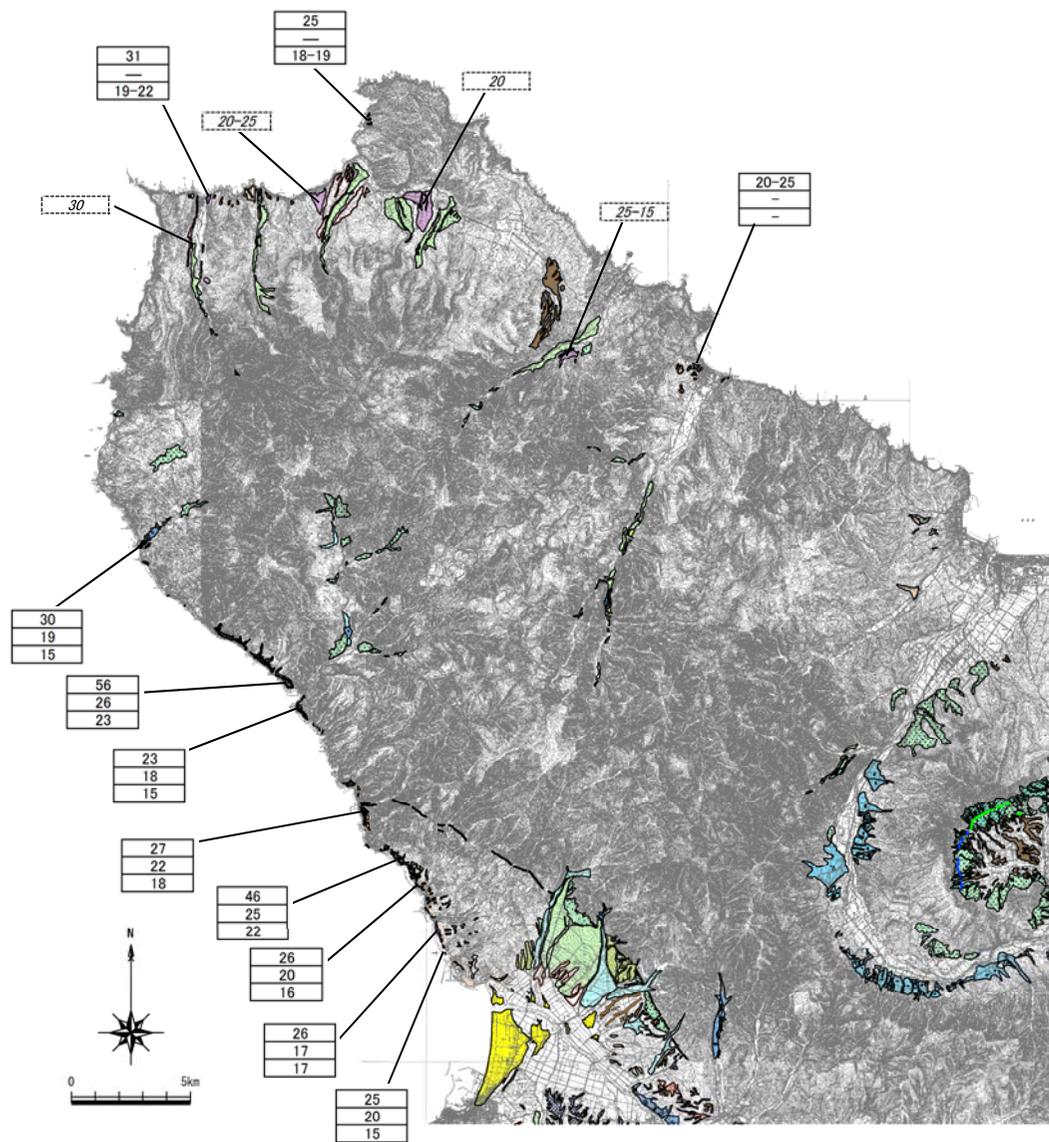


断面図



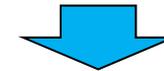
オルソフォト

3. 海成段丘との関係について



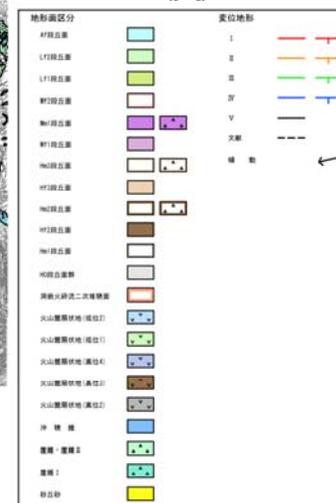
海成段丘面の分布高度と河成段丘面から推定されるTT値の分布

- 積丹半島で認められるMm1段丘面(MIS5e)の段丘堆積物上面の標高は約17~26m, 基盤の標高は約15~23mで旧汀線高度は約25mと評価している。
- 河成段丘面の比高から推定されるTT値は, 約15~30m(平均約22.5m)である。



積丹半島沿岸のMIS5eの海成段丘及び内陸の河成段丘から推定される隆起速度は, 約0.2m/千年であり, 積丹半島の東西で隆起量が大きく異なるような傾向は認められない。

凡 例



- 27 空中写真判読によるMm1段丘面(MIS5e)高度(m)
- 22 Mm1段丘堆積物上面高度(m)
- 18 基盤高度(m)
- 25-15 Mf1段丘面(MIS6)とLf2段丘面(MIS2)の比高TT値(m)

3. 海成段丘との関係について

【海成段丘との関係について】

- 積丹半島西岸では、潮間帯付近に認められる波食棚の分布とMm1段丘面の分布が調和的な傾向にあり、海岸地形の標高が潮間帯より高い区間で顕著な隆起が認められるような傾向は認められない。
- 積丹半島沿岸のMm1段丘面の分布高度及び内陸の河成段丘面の分布高度から推定される隆起速度はおおよそ0.2m/千年程度で、積丹半島の東西で隆起量が大きく異なるような傾向は認められない。

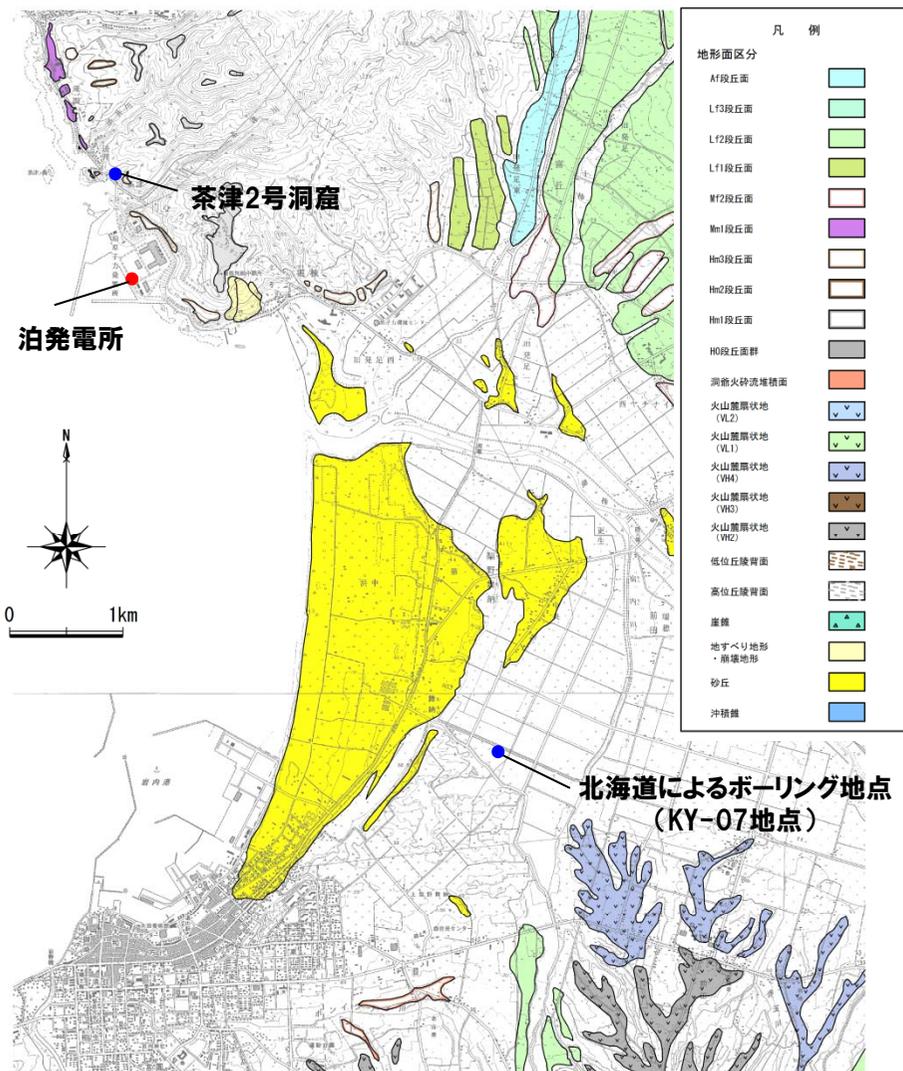
4. 縄文海進について

4. 縄文海進について

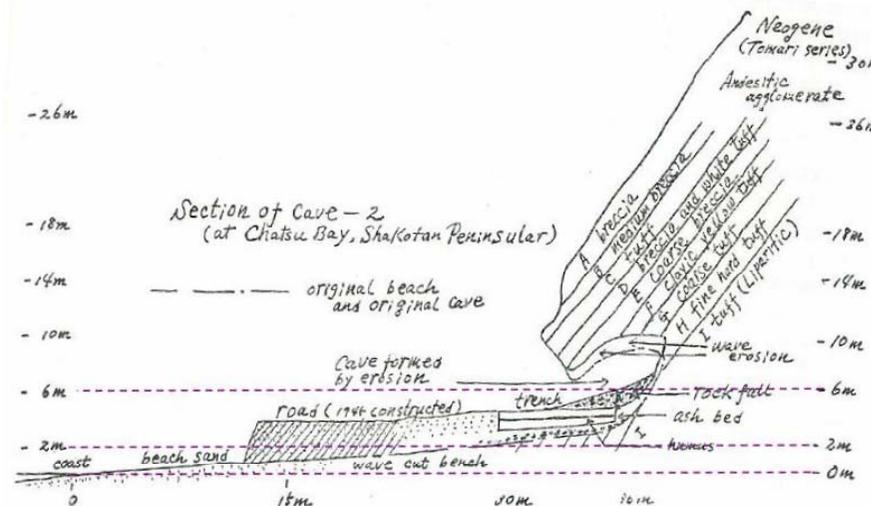
(1) 文献調査結果

赤松(1969)⁽⁴⁾等では、北海道内の縄文海進の海水準の上昇量を3m±と推定し、高いとしても5mを超えないとしている。また、北海道(2013)⁽⁷⁾によるボーリング調査結果から、岩内平野では縄文海進時に内湾であったと推定される。

文献	概要
赤松(1969) ⁽⁴⁾ 及び 赤松(1972) ⁽⁵⁾	・北海道内(函館, 常呂, 浜頓別, 石狩川河口)の自然貝殻層及び貝塚の分布から、北海道における完新世海進高潮期の海水準の上昇量は3m±と推定し、高いとしても5mを超えないとしている。
竹田ほか(1962) ⁽⁶⁾	・茶津2号洞窟において、深さ約75cm～約1.6mで海砂層と砂利層を確認し、砂利、海砂及びその中に含まれている貝類の存在から、洞窟はかつての汀線付近で生成されたものと推測している。 ・洞窟底面の高さとの関係から、洞窟生成時の旧汀線高度は、約3～4m程度と推定し、遺跡から確認された土器より洞窟の生成時期を縄文後期・晩期・続縄文時代以前と推定している。(下図)
北海道(2013) ⁽⁷⁾	・岩内平野の浜堤の内側で実施したボーリングにおいて標高約-2.5m～-4mで7,000年前のカキの貝殻片を確認している。



調査位置図

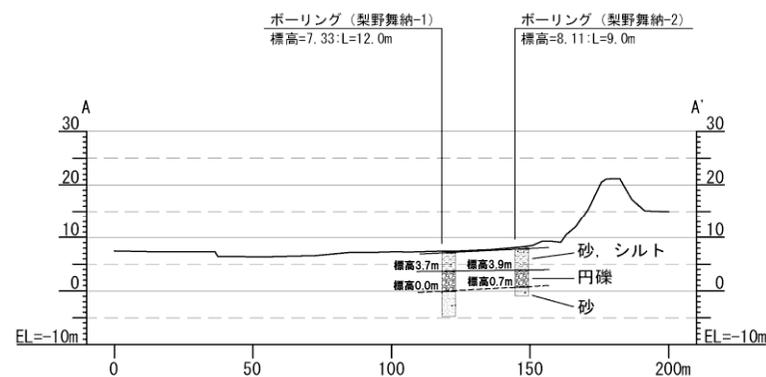
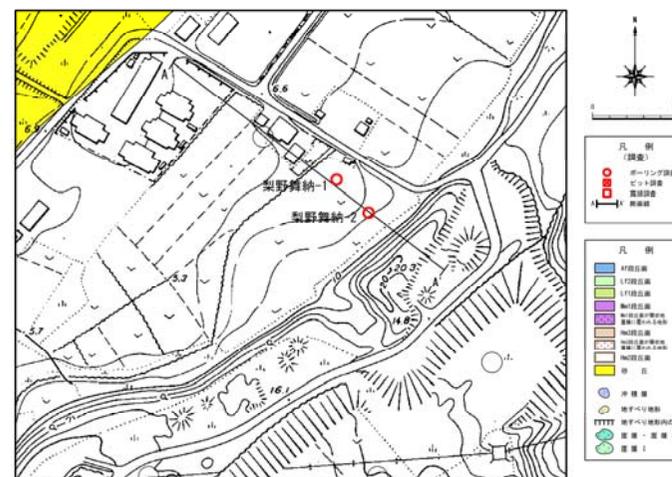
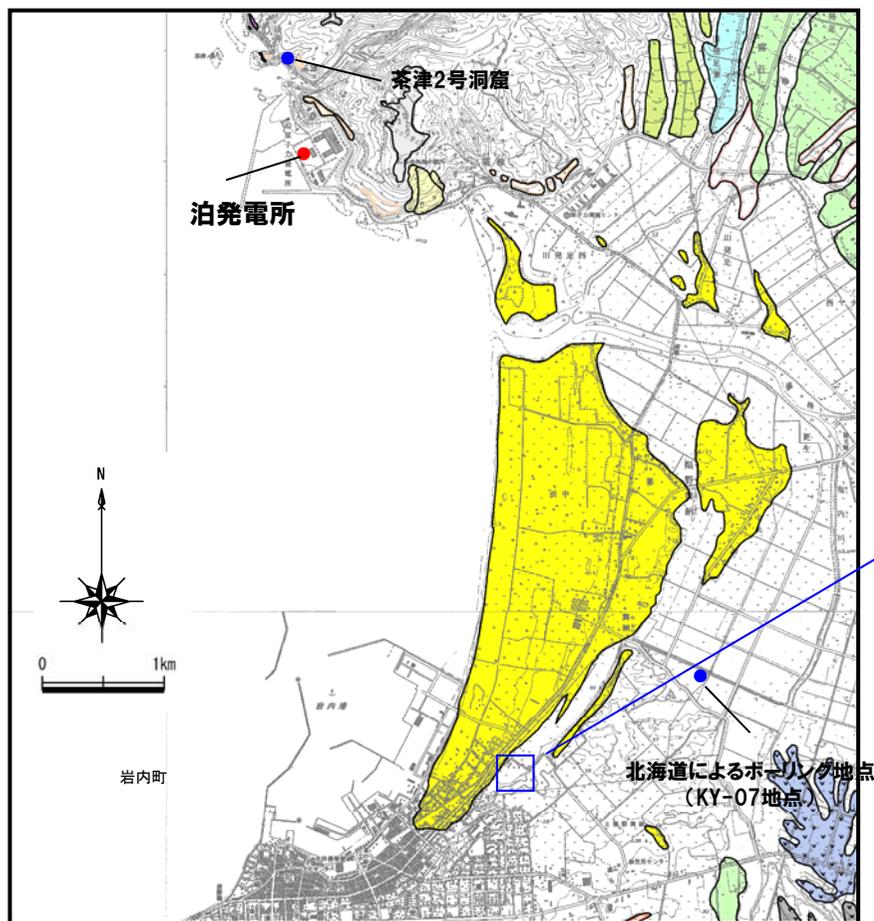


茶津2号洞窟断面図 ※竹田ほか(1962)⁽⁶⁾に一部加筆

4. 縄文海進について

(2) ボーリング調査結果

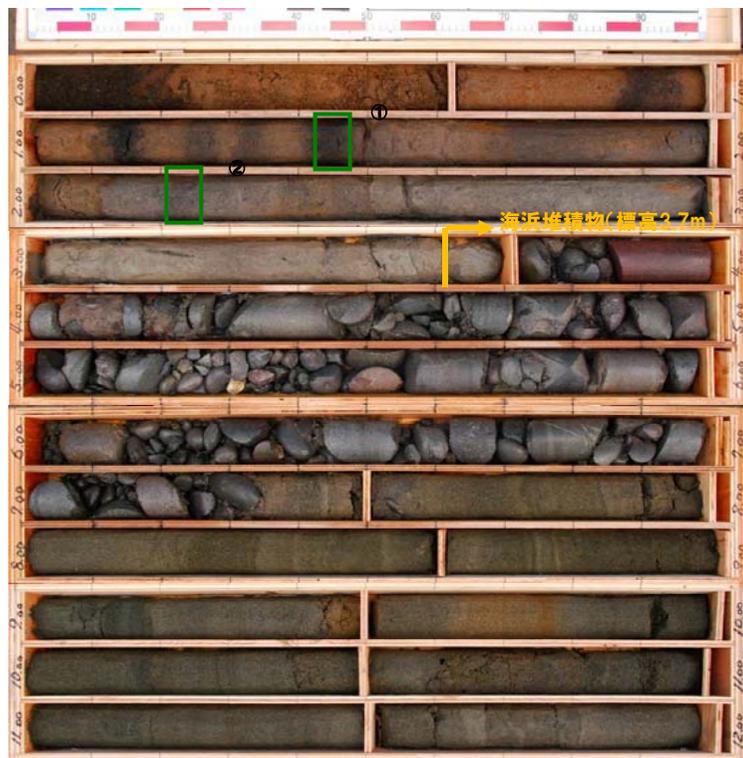
○岩内低地内の海食崖基部において実施したボーリング調査結果では、標高約3.7～3.9mで海浜堆積物を確認し、その上位の腐植層で約3,300年前及び約4,400年前の¹⁴C年代測定値を確認している。



調査位置図

4. 縄文海進について

標高7.33m



標高-4.67m

コア写真(梨野舞納-1)

標高8.11m



標高-0.89m



- ^① : 14C年代測定位置 (1.45m) EL6.66m 年代値3,265±25 y.B.P.
- ^② : 14C年代測定位置 (2.25m) EL5.86m 年代値4,445±29 y.B.P.

コア写真(梨野舞納-2)

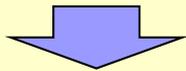
4. 縄文海進について

【縄文海進について】

- 赤松(1969)⁽⁴⁾等では、北海道内の縄文海進の海水準の上昇量を3m±と推定し、高いとしても5mを超えないとしている。
- 一方、敷地近傍では、竹田ほか(1962)⁽⁶⁾及び岩内平野周辺で実施したボーリング調査結果より、縄文海進の旧汀線が標高3～4mと推定され、赤松(1969)⁽⁴⁾等による北海道内の縄文海進の海水準の上昇量と調和的な結果が得られている。
- 北海道内と敷地近傍の縄文海進の旧汀線高度の対比から、縄文海進以降に積丹半島西部が、相対的に顕著な隆起を示す傾向は認められないと判断される。
- また、積丹半島沿岸に認められる潮間帯より標高が高い地形が認められる地形は、現海水準で形成されているもの、または、縄文海進時に形成された地形が、侵食を受けているものと推定される。

5. まとめ

- 積丹半島西岸の沿岸部には、潮間帯付近に認められる波食棚と、相対的に潮間帯より高く、凹凸が認められる区間が隣接して認められるが、潮間帯より標高の高い地形の規則的な分布やベンチの多段化等、間欠的な地震隆起を示す明瞭な特徴は認められない。
- 一方、これらの地形の分布は、地形を構成する地質分布と調和的で、これらの標高差は、地形を形成する岩石の波に対する侵食抵抗の強さによる影響が大きいものと推定される。
- 積丹半島西岸陸域では、大局的にはNW-SE方向の背斜構造の西翼部における同斜構造を示し、その構造は、海域に連続するが、海上音波探査結果より同斜構造の西側基部付近の海域には、後期更新世以降の活動が認められる東傾斜の活断層は認められない。
- 積丹半島西岸では、海岸地形の標高が潮間帯より高い区間でMm1段丘面が顕著な隆起が示すような傾向は認められない。また、積丹半島沿岸のMm1段丘面の分布高度及び内陸の河成段丘面の分布高度から推定される隆起速度はおおよそ0.2m/千年程度で、積丹半島の東西で隆起量が大きく異なるような傾向は認められない。
- 文献調査及びボーリング調査結果から想定される北海道内と敷地近傍の縄文海進の旧汀線高度の対比から、縄文海進以降に積丹半島西部が、相対的に顕著な隆起を示す傾向は認められないと判断される。



波食棚より標高が高い地形は、主に凸状の地形の侵食過程にあるものと推定され、また、海上音波探査、段丘面調査より、積丹半島の西側が相対的に隆起するような隆起傾向やそれに対応する活構造が認められないことから、積丹半島西岸に認められる海岸地形は地震性隆起によるものではないものと判断される。

以上のことから、これまでの調査結果では、積丹半島の西岸部に活構造の存在を示唆する徴候は認められないと判断している。しかしながら、更なる安全性の向上の観点から、海岸地形と活構造の関係等に関する知見の収集・検討を継続的に行っていくこととする。なお、基準地震動の評価に当たっては、現時点の知見等に基づいて留萌地震を考慮していく等、保守的な地震動評価となるよう検討を行う。

- (1) 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 .
- (2) 高橋達郎 (1972) : 九州平戸島海岸における波蝕棚の地形.岡山大学教育学部研究集録,33,83~99.
- (3) Sunamura, T. (1992) : Geomorphology of Rocky Coasts, John Wiley & Sons, Chichester, pp.302.
- (4) 赤松守雄 (1969) : 北海道における貝塚の生物群集—特に縄文海進に関して—, 地球科学, vol23, no.3, pp.107-116 .
- (5) 赤松守雄 (1972) : 石狩川河口付近の自然貝殻層, 地質学雑誌, vol78, no.5, pp.275-276 .
- (6) 竹田輝雄ほか (1962) : 茶津洞窟遺跡 積丹半島調査報告書, 小樽市博物館.
- (7) 北海道 (2013) : 北海道に津波被害をもたらす同定地震の再検討ワーキンググループ, 日本海沿岸の津波浸水想定の見直し報告書, 平成25年3月.