



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6月6日
北海道電力株式会社

○本日、ご説明内容

| No | 指摘事項 | 指摘時期 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | 敷地周辺の地質・地質構造のうち海岸の波食棚として評価している地形に関し、平均海水面よりも高い位置にある箇所は離水した地形と評価すべき。 | H26年3月10日 ヒアリング |
| | 本日のヒアリングにおいて、概観だけでは離水した波蝕棚かどうか判断が困難であると指摘した地点については、改めて詳細に説明すること。 | H26年3月10日 ヒアリング |
| | 海岸地形については、その形成過程について、侵食前の地形からの侵食過程の検討、高度分布の更なる整理等を行ったうえで、追加説明すること。 | H26年3月19日 審査会合 |
| | 潮間帯の設定について再度検討すること。また、生物指標に基づく潮間帯の評価についても検討すること。 | H26年4月22日 ヒアリング |
| | 有義波高の定義を示すとともに、沖合で観測された波高と海岸での波高との間の関係性について説明すること。 | H26年4月22日 ヒアリング |
| | 平坦面形成メカニズムを理解する上で、潮間帯の他、潮位も示すこと。 | H26年4月22日 ヒアリング |
| 2 | 資料で引用している豊島(1967)の要旨をレビューすること。 | H26年3月19日 審査会合 |
| 3 | 潮間帯より標高が高い区間を暴風波波食棚等の特徴と対比させているが、房総半島における検討事例も参照のうえ、再度見解を説明すること。 | H26年3月19日 審査会合 |
| | 波食棚形成に関する既往研究においては地震性のものと非地震性のものが示されているが、泊サイト周辺の波食棚の成因はどちらに近いと考えられるか、その検討内容を説明すること。 | H26年4月22日 ヒアリング |
| 4 | 積丹半島西岸の沿岸部海域の地質・地質構造やⅢ層以上を堆積構造とする考え方について、追加説明すること。 | H26年3月19日 審査会合 |
| 5 | 積丹半島西岸の沿岸部の陸域・海域の境界付近の地質構造に関する見解を説明すること。 | H26年3月19日 審査会合 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| これまでの経緯概要 | 4 |
| 資料概要 | 7 |
| 1. 積丹半島西岸の海岸地形 | 8 |
| 1.1 地形概要 | 9 |
| 1.2 波食棚形成及び地震性隆起に伴う離水ベンチの既往研究 | 13 |
| 1.3 地質・地質構造と地形 | 22 |
| 1.4 波食棚等の分布 | 38 |
| 1.5 海岸地形高度の定量的評価 | 60 |
| 1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討 | 91 |
| 1.7 1章のまとめ | 99 |
| 2. 沿岸部の地質構造等 | 100 |
| 2.1 陸域と海域の地質構造 | 101 |
| 2.2 海上音波探査記録の検討 | 103 |
| 2.3 陸域と海域の地質構造の連続性 | 111 |
| 2.4 2章のまとめ | 112 |
| 3. 海成段丘と海岸地形の関係 | 113 |
| 3.1 積丹半島西岸における海成段丘と海岸地形との関係 | 114 |
| 3.2 海成段丘の模式的な形成過程 | 115 |
| 3.3 海岸地形と背後斜面の関係 | 119 |
| 3.4 3章のまとめ | 125 |
| 4. 海成段丘分布高度等 | 126 |
| 4.1 海成段丘分布高度 | 127 |
| 4.2 縄文海進時の旧汀線高度 | 128 |
| 4.3 4章のまとめ | 131 |
| 5. 全体のまとめ | 132 |

コメント・説明概要 (積丹半島西岸の海岸地形ほか)

コメント概要

(H25.10.9 審査会合)

- (積丹半島西岸の海岸地形に関連して)隆起ベンチについては、高度分布だけではなく、平坦面の連続性の観点でも説明すること。

(H25.10.24 ヒアリング)

- 波食棚は平均潮位よりも低い位置で形成されるものであることから、平坦面が海水面より上にあることは、形成後に隆起が生じたことを示すものである。地震との関係を考慮するとともに、影響範囲を検討するために隆起波食棚の分布と高度について整理すること。
- 海岸地形の調査結果については、岩相と標高が比較できるように資料を作成すること。
- 海岸地形を説明する図に示されているJoint(節理)の構造についてのデータを示すこと。

説明概要

(H26.1.9, H26.1.17ヒアリング)

- 積丹半島西岸に認められる波食棚の分布、地質分布、地形の標高について整理したうえで、潮間帯付近に認められる波食棚と比較して、標高が高く、凹凸が認められる地形について、以下の事項を示した。
 - ・主に侵食抵抗の強い岩種・岩相の分布域で認められる。
 - ・分布には系統性は認められない。
 - ・岬状に沖合にせり出した波浪の大きい地点で認められる傾向があり、波浪特性が海岸地形の形成に影響を及ぼしていると推定される。
- 上記に併せて、説明図にJoint(節理)の構造のデータを明記した。
- これらのことから、積丹半島西岸の波食棚等の海岸地形の標高差は、地形を形成する岩種・岩相の侵食抵抗の違いに起因し、波浪による営力は現在も作用していると判断される。

(次頁へ) ←

コメント・説明概要 (積丹半島西岸の海岸地形ほか)

コメント概要

説明概要

(前頁より)

(H26.1.17 ヒアリング)

- 積丹半島西岸の離水ベンチの成因を岩種・岩相の差別浸食としているが、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。
- 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。

(H26.1.24 審査会合)

- 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。
- 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。

(H26.3.19 審査会合)

- 既往研究によれば、波食棚及びその形成水準は、波の到達・遡上水準、構成地質、周辺の地形等により区分される。
- 既往の知見を踏まえた積丹半島西岸の沿岸部に認められる地形の特徴は以下のとおりである。
 - ・潮間帯より標高の高い地形の規則的な分布や、多段化等、地震性隆起を示す特徴は認められない。
 - ・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と推定される。
- 海上音波探査結果等によれば、調査範囲付近では、陸域から海域へ同斜構造が連続し、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。
- Mm1段丘面・河成段丘面の分布高度から推定される隆起速度は0.2m/千年程度で、積丹半島東西で隆起量が大きく異なる傾向は認められない。
- 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。
- これらのことから、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と判断される。

(次頁へ)

コメント・説明概要 (積丹半島西岸の海岸地形ほか)

コメント概要

説明概要

↓ (前頁より)

(H26.3.10 ヒアリング)

- 敷地周辺の地質・地質構造のうち海岸の波食棚として評価している地形に関し、平均海水面よりも高い位置にある箇所は離水した地形と評価するべき。
- 本日のヒアリングにおいて、概観だけでは離水した波蝕棚かどうか判断が困難であると指摘した地点については、改めて詳細に説明すること。

(H26.3.19 審査会合)

- 海岸地形については、その形成過程について、侵食前の地形からの侵食過程の検討、高度分布の更なる整理等を行ったうえで、追加説明すること。
- 資料で引用している豊島(1967)の要旨をレビューすること。
- 潮間帯より標高が高い区間を暴風波波食棚等の特徴と対比させているが、房総半島における検討事例も参照のうえ、再度見解を説明すること。
- 積丹半島西岸の沿岸部海域の地質・地質構造やIII層以上を堆積構造とする考え方について、追加説明すること。
- 積丹半島西岸の沿岸部の陸域・海域の境界付近の地質構造に関する見解を追加説明すること。

⇒ **今回検討**

検討方針

○積丹半島西岸部の海岸地形等に関して、以下の検討を行った。

- ・海岸地形に関して、波食棚形成に関する既往研究内容や地質分布及び岩種・岩相と地形の間に認められる関係等の更なる検討により、潮間帯より標高の高い地形等の成因等について評価した(コメントNo.1~No.3)。
- ・地質構造に関して、陸域と海域の地質構造について、海上音波探査記録等を追加検討することにより、沿岸海域における活構造の有無等について評価した(コメントNo.4, No.5)。
- ・海成段丘に関して、海成段丘の発達と海岸地形との関係等の更なる検討を行った(コメントNo.1)。
- ・Mm1段丘面形成時及び縄文海進時の旧汀線高度を検討することにより、積丹半島西岸部の隆起傾向を評価した。

○上記の結果に基づき、積丹半島西岸部における活構造の存在に関する評価及び海岸地形の成因に関する評価を行った。

1.1 地形概要

- 積丹半島西岸に発達する代表的な海岸地形及び海象の特徴を取りまとめた。
- 潮間帯と地形的特徴の関係を取りまとめた。
- 以上を踏まえたうえで、本資料における検討対象を示した。

1.2 波食棚形成及び地震性隆起に伴う離水ベンチの既往研究

- 波食棚形成に関する既往研究を追加レビューした(コメントNo.2)。
- 波食棚の種類, 形成に関わる影響因子等について取りまとめた。
- 房総半島における地震性隆起に伴う離水ベンチの事例についてレビューした(コメントNo.3)。

1.3 地質・地質構造と地形

- 積丹半島西岸の地質分布や, 岩種・岩相と地形の間に認められる関係について取りまとめた。

1.4 波食棚等の分布

- 潮間帯より標高の高い地形が分布する箇所に対して, 地形・地質・海岸線・植生等の関係について取りまとめた。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

- 積丹半島西岸の海岸地形高度を「岩種・岩相」及び「地域」毎に整理し, その特徴について取りまとめた(コメントNo.1)。

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

- 積丹半島西岸の海岸地形について, 地震性隆起による特徴を踏まえた検討を行った(コメントNo.1)。

1.7 1章のまとめ

- 以上に基づき, 積丹半島西岸に認められる潮間帯より標高の高い地形等の成因等について評価した。

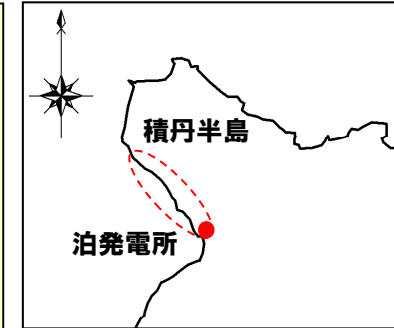
1.1 地形概要

地形概要

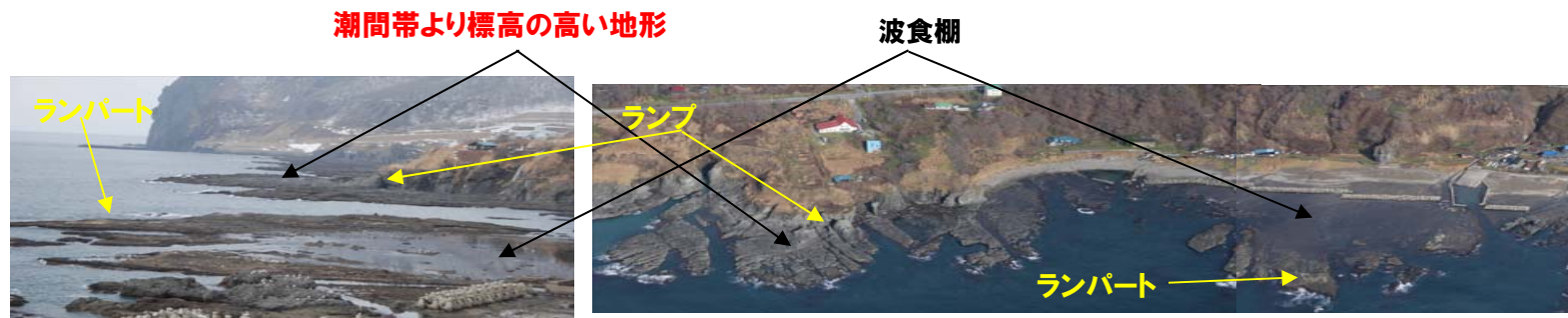
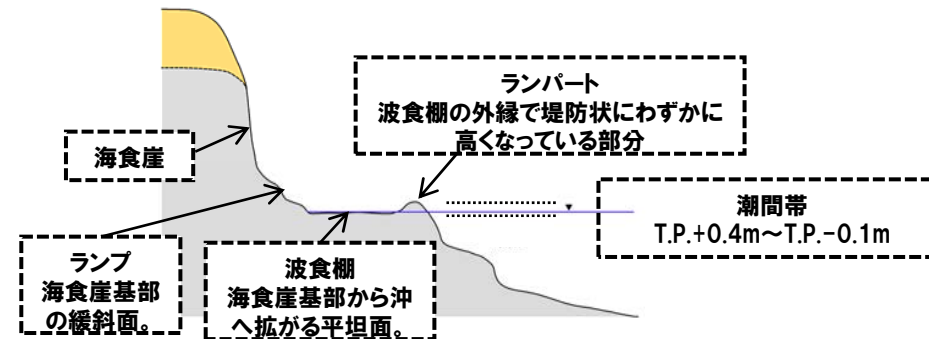
一部修正(3/19審査会合)

<積丹半島西岸の海岸地形及び海象の特徴>

- 岩石海岸が卓越し全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である。
- 朔望平均満潮位はT.P.+0.34m、月最高平均潮位はT.P.+0.44mである。
- 朔望平均干潮位はT.P.-0.09m、月最低平均潮位はT.P.-0.16mである。
- 朔望平均満・干潮位及び月最高・最低平均潮位を勘案し、潮間帯をT.P.+0.4m～T.P.-0.1mと定義する。
- 沿岸部には、波食棚が断続的に分布する。
- 波食棚は、潮間帯(T.P.+0.4m～T.P.-0.1m)付近で認められる。
- 波食棚と混在して、潮間帯より標高の高い地形が断続的に認められる。



検討範囲(赤点線)



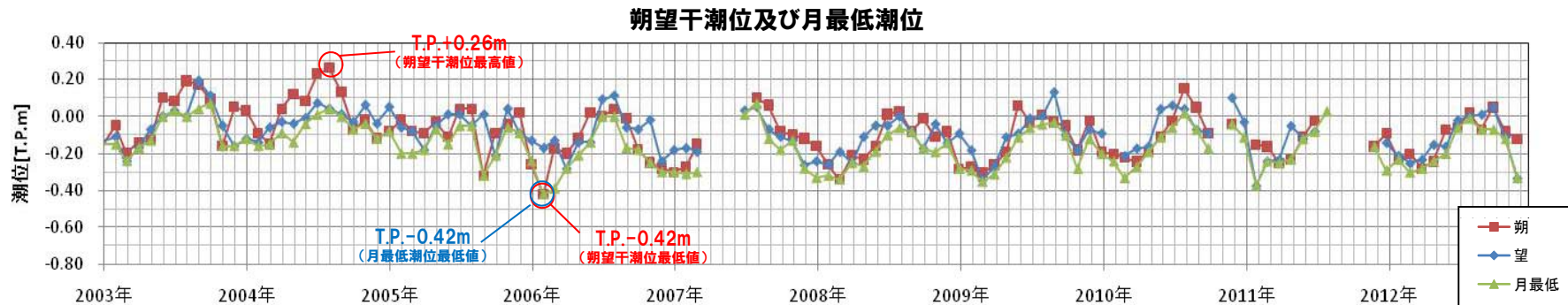
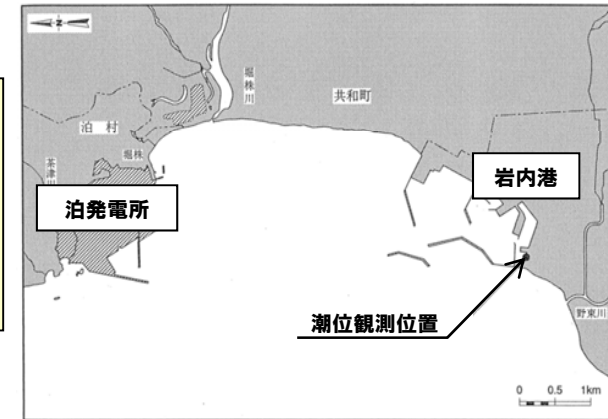
本資料における海岸地形の区分

潮間帯(T.P.+0.4m～T.P.-0.1m)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地形について検討を行った。

1.1 地形概要

(参考)敷地周辺(岩内港)の潮位

- 岩内港における至近10ヶ年(2003年1月~2012年12月)の観測結果から
 朔望満潮位(上図の赤・青線):T.P.+0.85~T.P.+0.01m(平均値:T.P.+0.34m)
 朔望干潮位(下図の赤・青線):T.P.+0.26~T.P.-0.42m(平均値:T.P.-0.09m)
- 月最高潮位(上図の緑線):T.P.+0.96~T.P.+0.13m(平均値:T.P.+0.44m)
 月最低潮位(下図の緑線):T.P.+0.07~T.P.-0.42m(平均値:T.P.-0.16m)



至近10力年の各月の朔望, 最高, 最低潮位(岩内港)

1.1 地形概要

(参考)敷地周辺の波浪

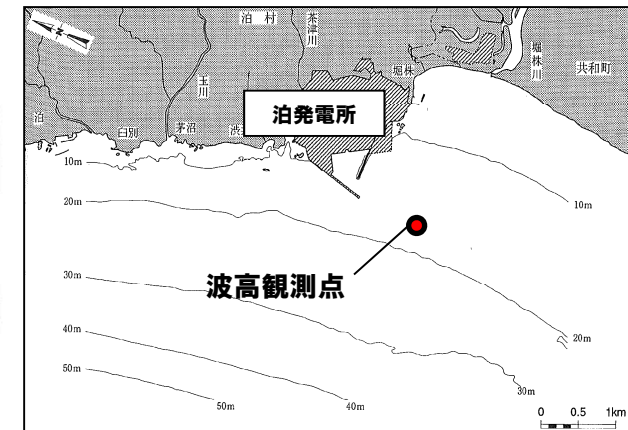
- 敷地周辺における1年間の有義波高分布※によると、5月～9月は0.5m以下の波高が卓越する静穏な期間、10月～4月は0.5m以上の波高が卓越する波浪時が多い期間である。
- 年間の0.5m以上の波高の発生頻度は50%以上、1.0m以上の波高の発生頻度は約30%である。

※有義波高は不規則な波を代表的な波高で表すものであり、ある地点で連続する波を1つずつ観測したとき、波高の高い方から順に全体の1/3の個数の波を選び、これらの波高を平均したもの(「3分の1最大波」と呼ぶこともある。)

泊発電所近傍の有義波高分布

| 有義波高(m) | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年間 | 比率 | 累計 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|--------|
| 0.0~0.49 | 87 | 95 | 92 | 312 | 421 | 605 | 361 | 502 | 429 | 200 | 478 | 110 | 3,692 | 43.7% | 100.0% |
| 0.50~0.99 | 232 | 190 | 202 | 226 | 223 | 113 | 158 | 202 | 158 | 198 | 169 | 132 | 2,203 | 26.0% | 56.3% |
| 1.00~1.49 | 155 | 228 | 161 | 96 | 80 | 2 | 86 | 39 | 91 | 177 | 42 | 128 | 1,285 | 15.2% | 30.3% |
| 1.50~1.99 | 74 | 91 | 78 | 26 | 17 | | 36 | 1 | 13 | 74 | 7 | 157 | 574 | 6.8% | 15.1% |
| 2.00~2.49 | 69 | 36 | 63 | 23 | 3 | | 2 | | 5 | 48 | | 67 | 316 | 3.7% | 8.3% |
| 2.50~2.99 | 52 | 18 | 42 | 15 | | | | | 4 | 20 | | 16 | 167 | 2.0% | 4.6% |
| 3.00~3.49 | 38 | 8 | 27 | 19 | | | | | 1 | 1 | | 3 | 97 | 1.1% | 2.6% |
| 3.50~3.99 | 21 | 6 | 32 | 2 | | | | | | | | 2 | 63 | 0.7% | 1.5% |
| 4.00以上 | 15 | | 46 | | | | | | | | | | 61 | 0.7% | 0.7% |
| 合計 | 743 | 672 | 743 | 719 | 744 | 720 | 643 | 744 | 701 | 718 | 696 | 615 | 8,458 | 100.0% | |

観測期間:1997年1月1日～12月31日の毎正時データ
※泊発電所(3号機)環境影響評価書より抜粋



波高観測点の位置

- 潮間帯はT.P.+0.4m～T.P.-0.1mである。
- 年間50%以上の頻度で潮位に $H_{1/3}=0.5\text{m}$ 以上程度を考慮した高度まで波が到達する。
- 年間30%の頻度で潮位に $H_{1/3}=1.0\text{m}$ 以上程度を考慮した高度まで波が到達する。
- 既往最大値は $H_{1/3}=8.0\text{m}$, $H_{\text{max}}=13.3\text{m}$ である。

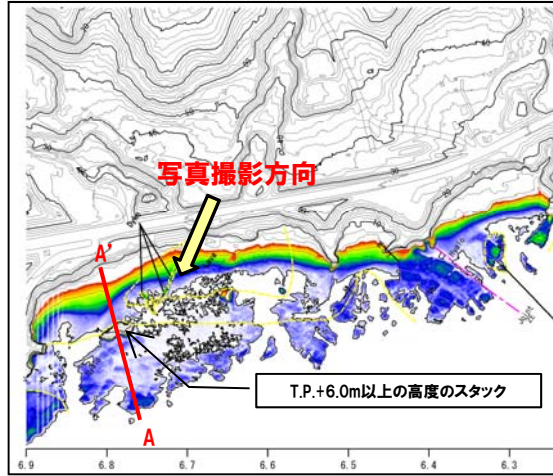
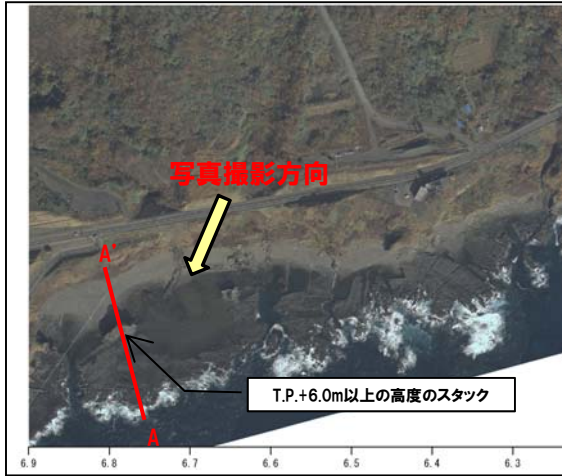
【沖合観測波高 H_0 (=有義波高)と海岸付近波高 H との関係性】

・・・港湾の施設の技術上の基準・同解説より

- ・海岸付近の水深 h が、沖合波長 L_0 の1割以下($h/L_0 \leq 0.1$)、かつ、砕波しない条件であれば、 $H_0 \leq H$ となる。
- ・海岸付近の水深 h が、沖合波長 L_0 の1割より大きく($h/L_0 > 0.1$)、かつ、砕波しない条件であれば、 $H_0 > H \geq 0.9H_0$ となる。
- ・敷地周辺の海岸地形(波食棚前面において、 $h=10\text{m}$ 程度)及び沖合観測波高 H_0 においては、出現頻度の高い沖波波高($H_0 \leq 1\text{m}$)が小さいことから、波長も小さいと考えられ($h/L_0 > 0.1$)、この場合、海岸線付近の波高 H は、「 $H_0 > H \geq 0.9H_0$ 」となる。
- ・出現頻度の低い沖波波高($H_0 > 1\text{m}$)については、砕波の影響等もあるが、標高数mの海食崖まで波浪の到達が認められる(基部に、波浪により打ち上げられた堆積物が認められるため)。

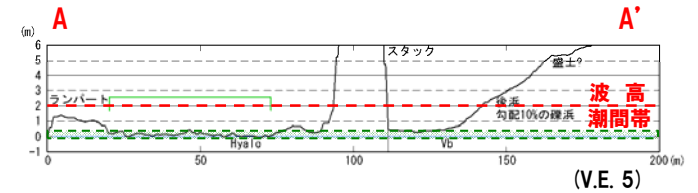
1.1 地形概要

(参考)敷地周辺の波浪



凡例

- 海岸地形
標高 (m)
- ジョイント
 - 岩種境界
 - 地質境界
- Lava: 溶岩
 - Ab: 自破砕状溶岩
 - Dyke: 貫入岩
 - P lava: 枕状溶岩
 - Hyalo: 水冷破砕岩
 - Vb: 火山角礫岩
 - Tb: 凝灰角礫岩
 - Lt: 火山礫凝灰岩
 - Tf: 凝灰岩
 - Vcg: 火山性礫岩
 - Cg: 礫岩
 - Ss: 砂岩
 - g-Ss: 含礫砂岩
 - Ho: 角閃石
 - alt: 変質



兜周辺(静穏時)



(2010年4月14日撮影)

兜周辺高波浪時状況(T.P.+2.0m程度以上まで波が到達している。)

【波食棚】文献概要

| 豊島（1967） | 高橋（1972） | Sunamura(1992) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <p>○山陰地方における海食地形に関する調査を行った。</p> <p>○波食棚は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ storm benchとold hat type bench ・ 内湾型ベンチ <p>の2種類に分類されたとしている。</p> <p>○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しているとしている。</p> <p>○波食棚は、海水に覆われた水準より上の風化作用と波の合力で形成されたとしている。</p> | <p>○九州平戸島における波食棚に関する調査を行った。</p> <p>○波食棚は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 潮間帯波食棚 ・ 高潮位波食棚 ・ 暴風波波食棚 <p>の3種類に分類されたとしている。</p> <p>○区分した波食棚に関して、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 波食棚面の位置 ・ 波食棚面の特徴 ・ 周辺地形 <p>等について整理している。</p> <p>○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としている。</p> | <p>○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たとしている。</p> |

波食棚の形状、形成位置等は、地形を構成する地質、波浪特性、波浪の到達水準等の影響を受けるとされている。

【波食棚】山陰の海岸地形(豊島,1967)

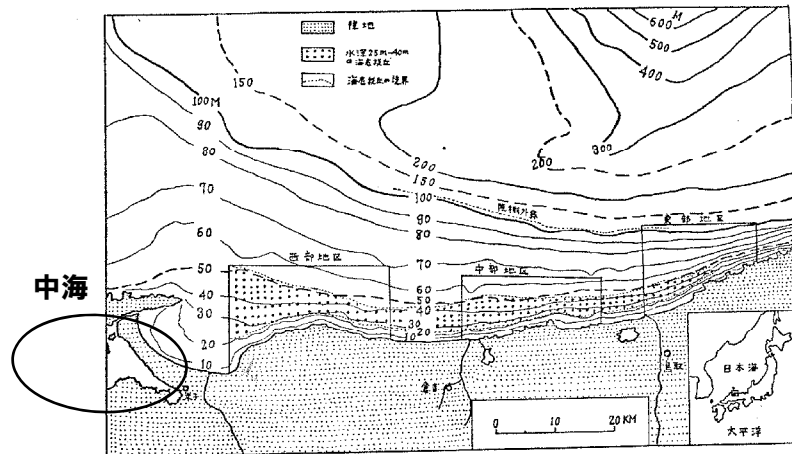
一部修正(3/19審査会合)

○山陰の海岸地形について考察しており、波食棚は海水に覆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。

○内湾から外洋にかけて、

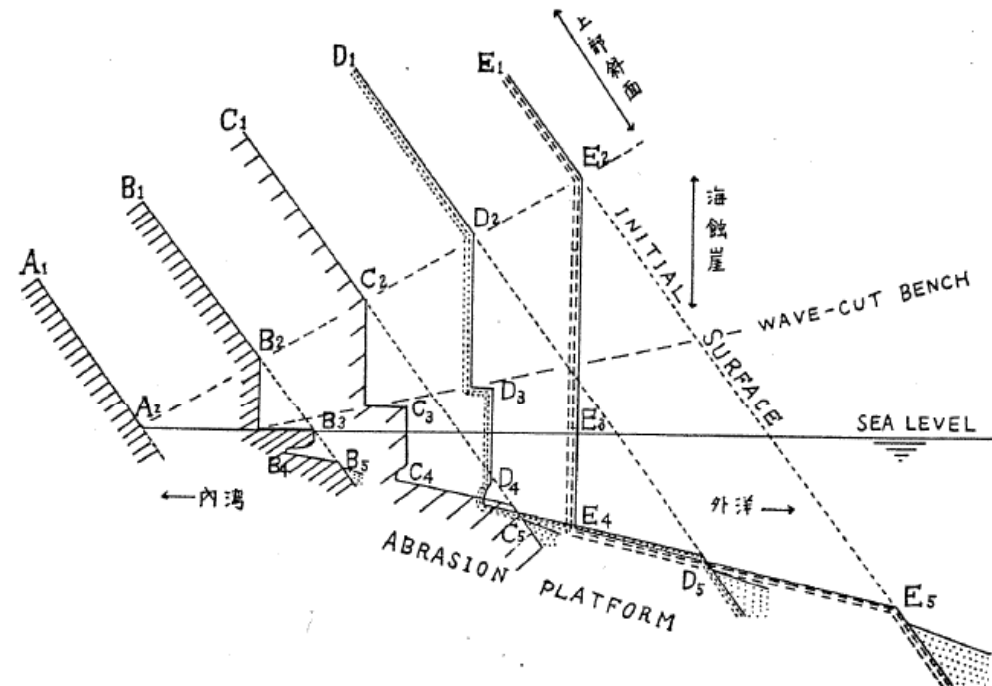
- ・海食崖及び波食棚の高度は次第に高くなる。
- ・海食台外縁の水深も次第に深くなる。

としている。



第2図 鳥取県沖大陸棚の地形と堆積物調査地区

調査位置(豊島,1967に一部加筆)

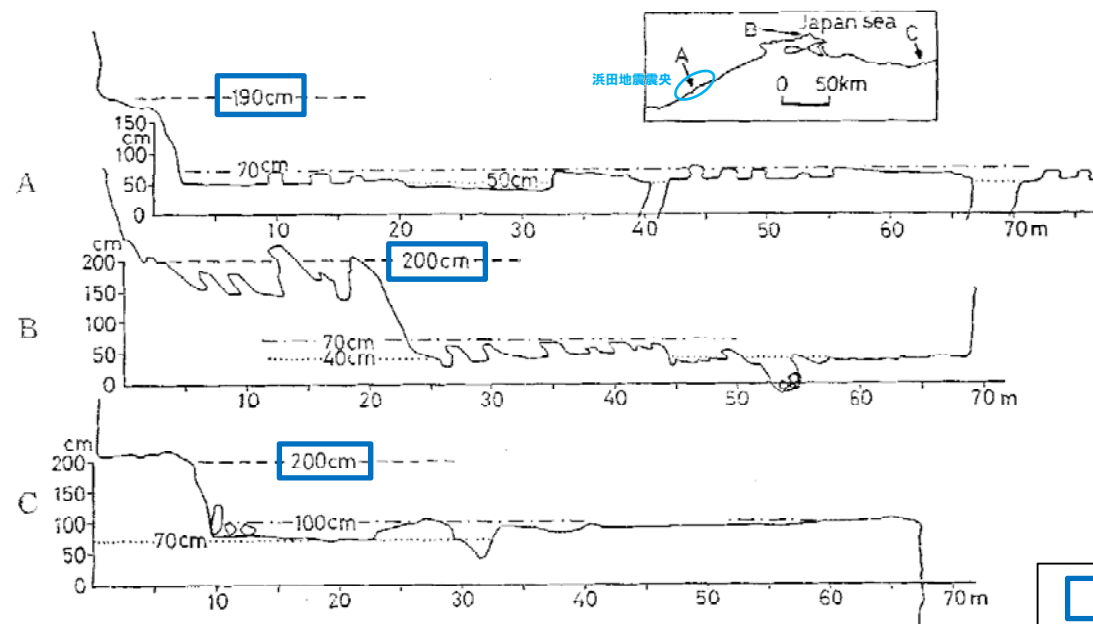


内湾から外洋にむかう海岸縦断面発達の模式図(豊島,1967)

【波食棚】山陰の海岸地形(豊島,1978)

- 異なる地質・環境条件の図中A～C地点において、**平均海面上約2mの離水した波食棚が認められる。**
- これらの波食棚は、**縄文海進期に、長期間にわたって2～2.5m程度の海水準期が続き、形成されたもの**と推定している。

※1872年の浜田地震(M7.1)の影響を受ける地域(図中A)があるものの、震央から離れた地域(図中C)についても、平均海面上約2mの波食棚が認められる。



第1図 代表的な波食棚の縦断面形

A: 浜田市豊ヶ浦 B: 島根半島沖の島 C: 鳥取県岩戸

代表的な波食棚の縦断面図(豊島,1978に一部加筆)

□: 縄文海進時に形成された波食棚

【波食棚】ベンチの3つの類型(高橋,1972)

一部修正(3/19審査会合)

| | 潮間帯波食棚 | 高潮位波食棚 | 暴風波波食棚 |
|------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 形成位置 | 潮間帯 | 平均高潮位付近 | 平均高潮位以上 |
| 形態の特徴 | ○沖側へ緩く傾斜する。 ○凹凸が少ない。 | ○ほとんど水平。 ○深い波食溝で断裂されている。 | ○小規模な棚状の面を持つ岩礁。 ○棚状の面を持たない斜面。 ○節理に支配された波食溝で断裂されている。 |
| 背後の地形 | ○砂礫浜で覆われる。 | ○ほとんど急崖である。 | ○海食崖に相当する斜面と漸移的。 |
| 海岸線の形状 | ○湾入している部分に存在する。 | ○突出している部分、岬などに発達する。 | ○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) | ○角礫凝灰岩, 火山角礫岩, 礫岩, 軟質砂岩など。 | ○凝灰角礫岩, 火山角礫岩など。 | ○玄武岩, 安山岩の溶岩など。 |

※高橋(1972)の記載を整理

【地震性隆起に伴う離水ベンチ】代表的な離水ベンチの例：房総半島(宍倉,2003)

- 房総半島近傍では、**関東地震が過去に繰り返し発生しており(平均再来期間380~400年)**、**沿岸域の地形にはその痕跡が明瞭に認められる**としている。
- 海岸には、1703年元禄関東地震(M8.2)、1923年大正関東地震(M7.9)により**隆起したベンチが多段化して残っている**としている。

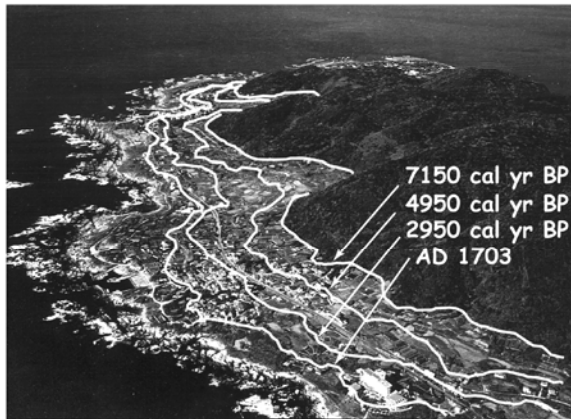


Fig. 7. Paleo-shorelines on Nishikawana, the southernmost part of the Boso Peninsula. Aerial photo contributed by Chiba Historical Material Research Foundation.

完新世海岸段丘(房総半島南端部)(宍倉,2003)



Fig. 4. Two levels of emerged wave-cut benches in Kenbutsu, the Boso Peninsula.

元禄及び大正の多段化ベンチ(宍倉,2003)

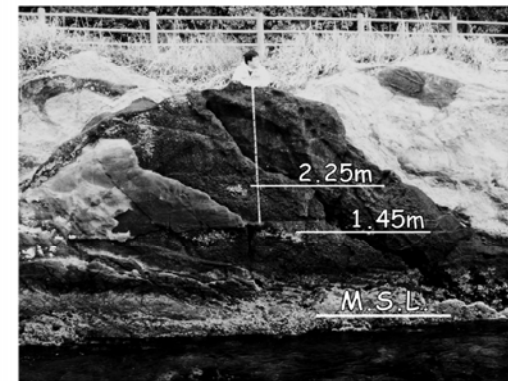


Fig. 3. Two levels of fossilized sessile assemblages (*Pomatoleios Kraussii*) in Jogashima, the Miura Peninsula. M.S.L.: mean sea level. Scale bar is graduated in 10 cm.

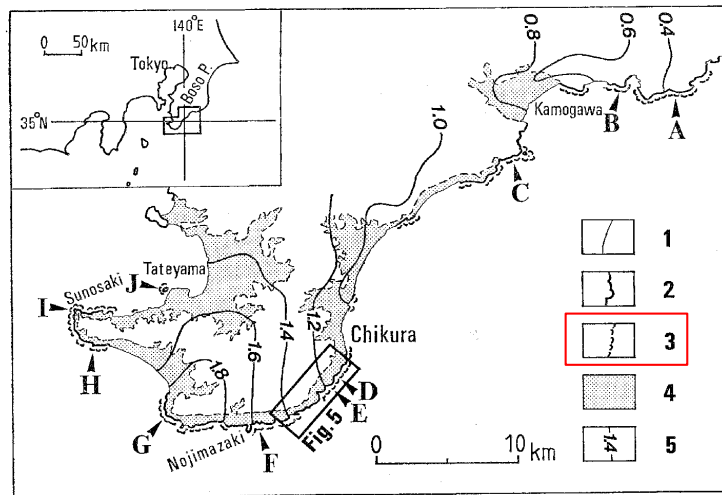
元禄及び大正の旧汀線付近のヤッコカンザシ(宍倉,2003)

1.2 波食棚形成及び地震性隆起に伴う離水ベンチの既往研究

【地震性隆起に伴う離水ベンチ】代表的な離水ベンチの例：房総半島(茅根・吉川, 1986)

- 房総半島沿岸の高潮位以上の波食棚の平均海面からの高度は、大正地震の隆起量にほぼ等しく、房総半島の北から南に向かってしだいに高度を増すとされている。
- 房総半島沿岸では、「**現成ベンチ※**」が汀線方向に連続している。

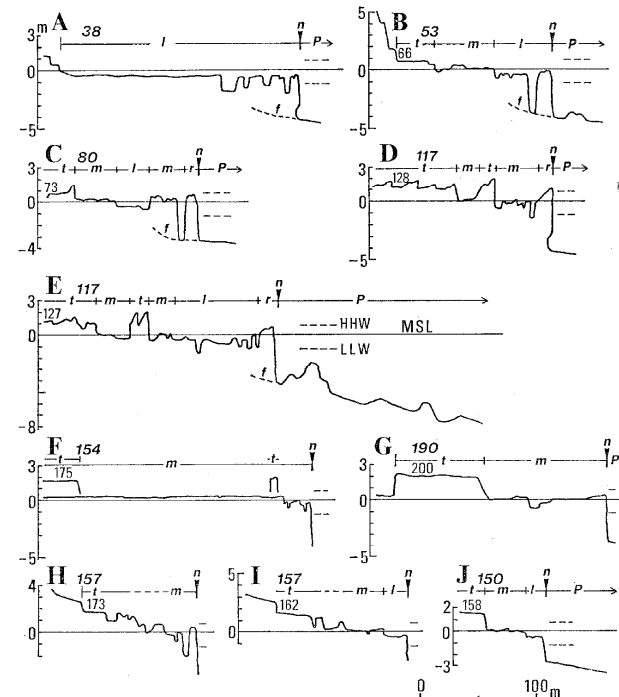
※現成ベンチ:潮間帯付近で侵食により形成され、現在もなお形成されつつあるベンチ



第1図 調査地域

1. 砂浜海岸 2. 岩石海岸 3. 現成ベンチ 4. 完新世海成段丘 5. 大正関東地震の際の隆起量(m) A~J: 地形断面の測量位置(第2図)

調査地域及び地形断面位置(茅根・吉川,1986に一部加筆)



第2図 現成浸食海岸の地形断面

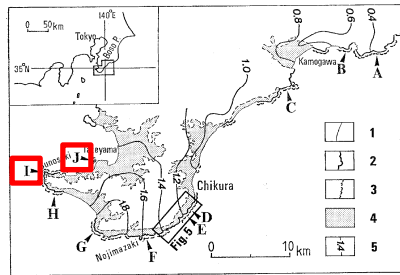
t:大正ベンチ(bt) m:中潮位ベンチ(bm) l:低潮位ベンチ(bl) n:小崖
p:海食台 r:ランバート f:波食溝
117:大正関東地震の際の隆起量(cm) 127:大正ベンチの高度の代表値(cm)

地形断面図(茅根・吉川,1986に一部加筆)

1.2 波食棚形成及び地震性隆起に伴う離水ベンチの既往研究

【地震性隆起に伴う離水ベンチ】代表的な離水ベンチの例：房総半島

○房総半島沿岸では、地震性隆起による平坦なベンチが汀線方向に連続している。



第1図 調査地域
1. 砂浜海岸 2. 岩石海岸 3. 現成ベンチ 4. 完新世海成段丘 5. 大正関東地震の際の隆起量(m) A~J: 地形断面の測量位置(第2図)

写真撮影位置
(茅根・吉川,1986に一部加筆)



J断面周辺(沖の島)隆起量1.5m(大正ベンチ)



I断面周辺(洲崎)隆起量1.5m(大正ベンチ)

※平成26年4月10日撮影

【地震性隆起に伴う離水ベンチ】代表的な離水ベンチの例：房総半島(宍倉, 2003)

○元禄関東地震と大正関東地震の地殻上下変動量の分布パターンが異なることを離水海岸地形の分布形態から確認することができるとし、**房総半島の段丘模式図を示している。**

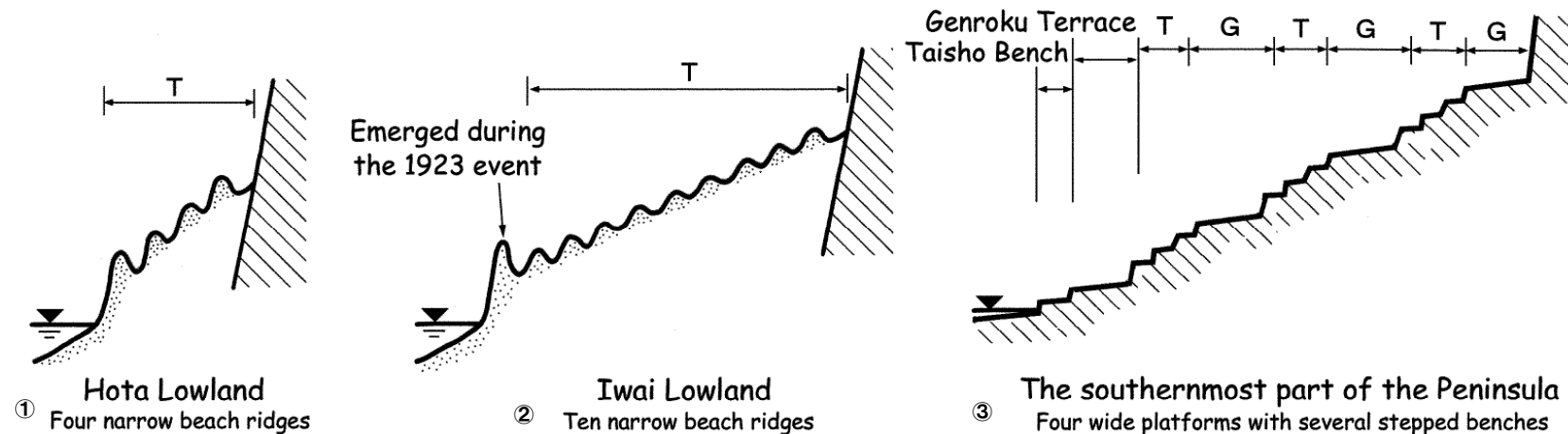


Fig. 8. Schematic geomorphic profiles of Holocene lowlands in the Boso Peninsula. G: emerged area during the Genroku-type event. T: emerged area during repeated Taisho-type events. Modified from Shishikura and Miyauchi (2001).

房総半島の段丘模式図(宍倉,2003に一部加筆)

- ①元禄型:沈降, 大正型:隆起
- ②元禄型:変動なし, 大正型:隆起
- ③元禄型:隆起(大), 大正型:隆起(小)

まとめ(波食棚形成及び地震性隆起に伴う離水ベンチの既往研究)

【波食棚】

○波食棚の形状、形成位置等は、

- ・地形を構成する地質
- ・波浪特性
- ・波浪の到達水準

等の影響を受ける。

○波食棚の代表的な形態には、「潮間帯波食棚」、「高潮位波食棚」、「暴風波波食棚」等があり、

- ・形成位置
- ・形態の特徴
- ・背後の地形
- ・海岸線の形状
- ・構成する地質

等に関連して分類される。

○縄文海進期に、平均海面上約2mの位置に波食棚を形成したと推定される事例が示されている。

【地震性隆起に伴う離水ベンチ】

○代表的な離水ベンチの例によれば、現成ベンチと地震性隆起によるベンチ(多段化した平坦面)の汀線方向への連続的な分布が認められる。

○泊発電所敷地周辺において、多段化した平坦面が汀線方向へ連続的に分布する状況は認められない(詳細については後述する)。

1.3 地質・地質構造と地形

概要 (地質分布)

一部修正(3/19審査会合)

凡例

| 地質時代 | 地層名 | 凡例 | |
|------|----------------|---------------------|-----------------------|
| 第四紀 | 後期 | | |
| | 中期 | | |
| | 前期 | 新期溶岩類 (S) | |
| 第三紀 | 鮮新世 | 余別層 (Y) | |
| | 中新世 | 後期 | K(Po) (火砕岩層) |
| | | 前期 | 神恵内層 (K(Ms)) (凝灰質泥岩層) |
| 第三紀 | 中期 | 古平層 (F) (火砕岩層) | |
| | 前期 | 古平層 (F(Sh)) (堆積岩層) | |
| | | 茅沼層 (KY(Tb)) (火砕岩層) | |
| 貫入岩類 | ガラス質安山岩 (g-An) | | |
| 火山岩類 | デイサイト (Dc) | | |
| | 安山岩 (An) | | |
| | 石英斑岩 (Op) | | |

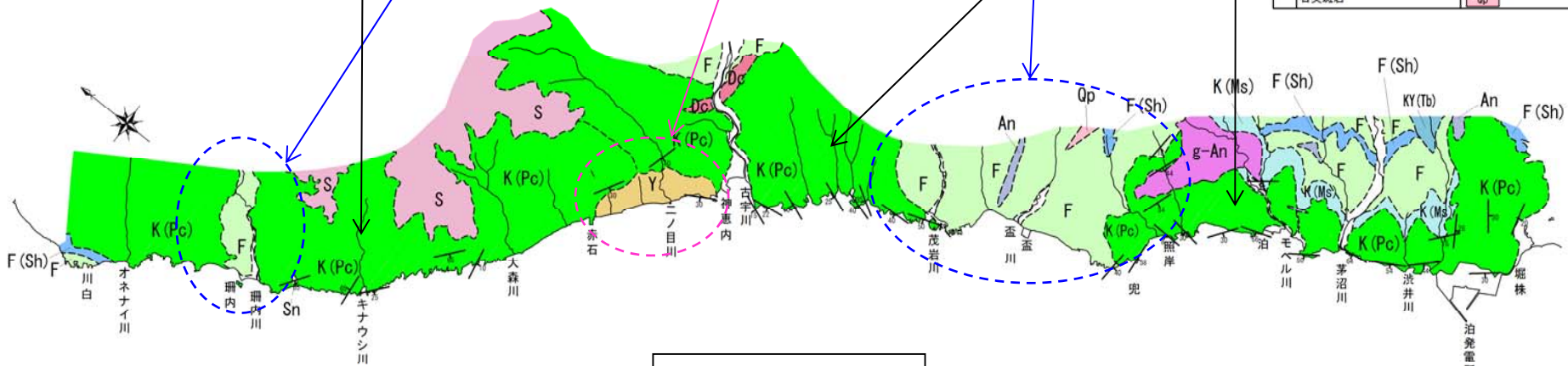
神恵内層: 新第三系上部中新統
 調査範囲のほぼ全域に分布し、下位の古平層と整合、一部不整合で覆う。
 地質構造は、大局的には山側から海側へ西傾斜の同斜構造を示す。
 泊村兜付近では下位の古平層を取り巻くような傾斜構造を示す。

古平層: 新第三系下部中新統～上部中新統
 強変質を受けていることが多い。

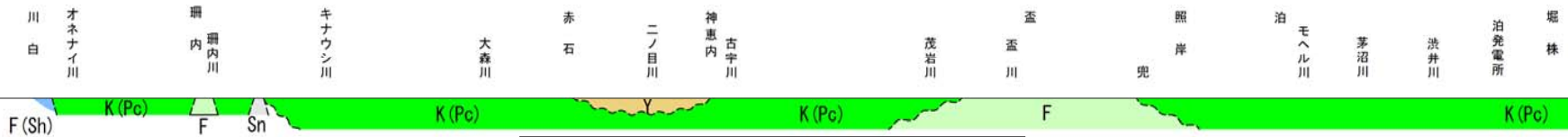
余別層: 新第三系上部中新統～鮮新統
 局所的に認められる堆積岩



検討範囲(赤点線)



地質平面図



地質断面図(海岸付近の概念図)

0 (km) 2.5

1.3 地質・地質構造と地形

概要 (地質分布)

一部修正(3/19審査会合)

| 層名 | 余別層 (新第三系上部中新統～鮮新統) | 神恵内層 (新第三系上部中新統) | 古平層 (新第三系下部中新統～上部中新統) |
|-----|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 分布 | ○古宇川右岸～神恵内村赤石周辺 | ○調査範囲のほぼ全域 | ○泊村兜北方～茂岩周辺 ○神恵内村珊内周辺 ○神恵内村川白周辺 |
| 岩種 | ○泥岩, 砂岩及び礫岩等の堆積岩 | ○火砕岩類, 泥質凝灰岩等 | ○変質火砕岩, 堆積岩類等 |
| その他 | ○局所的な分布で, 下位の神恵内層とは不整合関係 ○山側から海側へ傾斜する同斜構造 | ○古平層を整合, 一部不整合で覆う ○山側から海側へ傾斜する同斜構造 ○泊村兜～茂岩では, 古平層を取り巻くような傾斜構造 | ○強変質を受けていることが多い |

1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層 (岩種・岩相と地形の関係)

一部修正(3/19審査会合)


| | 岩種 | 岩相と海岸地形の標高との関係 | 地形の高低 | |
|------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 神恵内層 | 貫入岩 | ・侵食抵抗が相対的に最も強く、高まりを形成しやすい(写真1)。 | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-right: 10px;">高</div>  <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-left: 10px;">低</div> </div> | |
| | 溶岩 | ・侵食抵抗が相対的に強く、高まりを形成しやすい。 | | |
| | 自破碎状溶岩 | ・自破碎状溶岩は、溶岩に比べ侵食抵抗が弱い(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、侵食抵抗が相対的に強く、高まりを形成しやすい(写真3)。 | | 礫:多 礫:少 |
| | 火砕岩 (凝灰岩 (Tf), 火山礫凝灰岩 (Lt), 凝灰角礫岩 (Tb), 火山角礫岩 (Vb) 等) | ・基質が少ない岩相ほど、侵食抵抗が相対的に強く、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

侵食抵抗が相対的に強い岩種・岩相



標高の高い海岸地形を形成する。

1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層(岩種・岩相と地形の関係)

一部修正(3/19審査会合)

<参考>

自破碎状溶岩・ハイアロクラスタイト・火砕岩の区分

| 岩種 | 自破碎状溶岩 | ハイアロクラスタイト | 火砕岩 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 層相 | <ul style="list-style-type: none"> ○構成礫：単一種の岩石角礫 ○基質：ガラス質主体 ○支持：概ね礫主体 ○その他：礫の間をガラス質粒子が充填。 | <ul style="list-style-type: none"> ○構成礫：単一種の岩石角礫～亜角礫 ○基質：ガラス質・碎屑物（構成礫と同質） ○支持：概ね基質主体 | <ul style="list-style-type: none"> ○構成礫：異種礫が混在 ○基質：凝灰質主体 ○支持：礫主体から基質主体まで多様 ○その他：混在する礫の大きさ及び礫率によって岩種区分。 (Tf・Lt・Tb・Vb, etc.) |
| 産状 | <ul style="list-style-type: none"> ○溶岩がその場で割れて礫質となっている。 ○不規則で短小な割れ目を多く伴う。 ○溶岩とは漸移的な関係で接して分布する場合もある。 | <ul style="list-style-type: none"> ○岩盤は概ね塊状を呈する。 ○しばしば、岩相（粒径、基質の割合等）の相違による層構造が認められる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○岩盤は概ね塊状を呈する。 ○しばしば、岩相（粒径、基質の割合等）の相違による層構造が認められる。 |

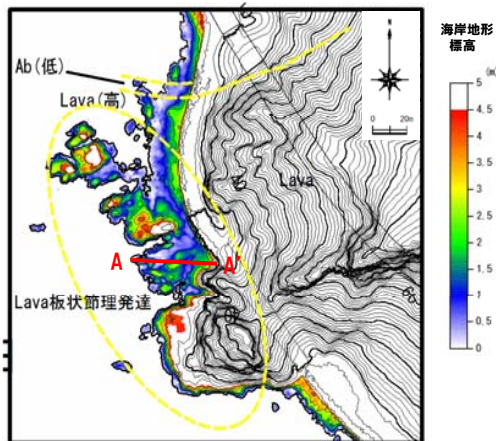
1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層(代表例-溶岩)(神恵内村珊内)

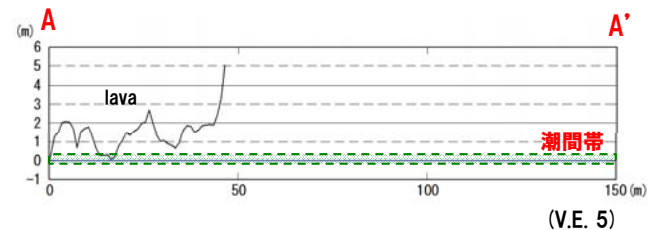
一部修正(3/19審査会合)



→ :写真1撮影方向



○凹凸に富むやや高い地形を形成することが多い。



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:水冷破砕岩 | Lt:火山礫凝灰岩 | Cg:礫岩 | Ho:角閃石 |
| 地質境界 | Dyke:貫入岩 | Vb:火山角礫岩 | Tf:凝灰岩 | Ss:砂岩 | alt:変質 |



斜め写真

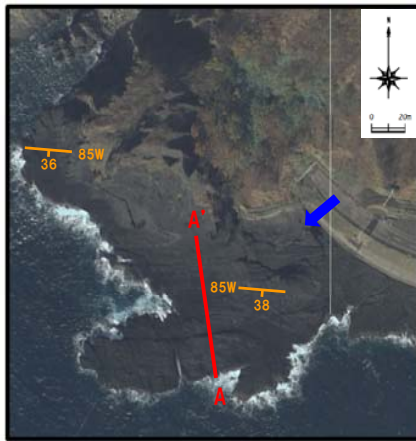


写真1

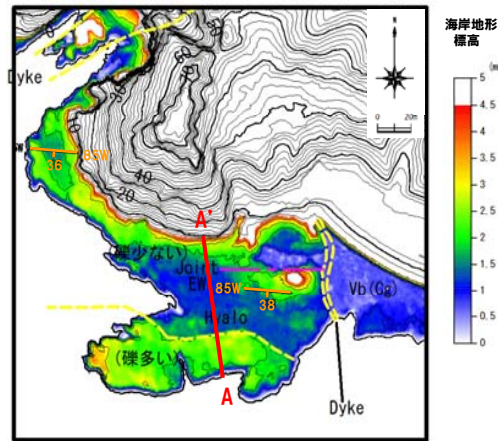
1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層(代表例-ハイアロクラスタイト)(泊村兜)

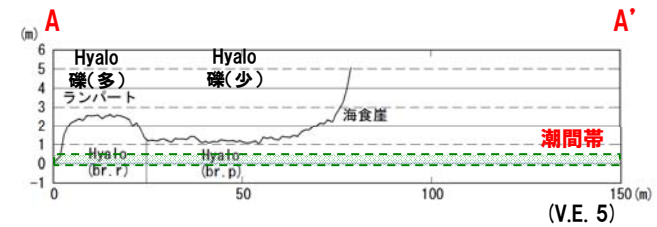
一部修正(3/19審査会合)



→ : 写真1撮影方向



- やや高い地形を形成することが多い。
- 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。



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: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



斜め写真

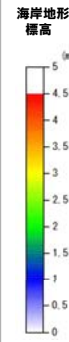
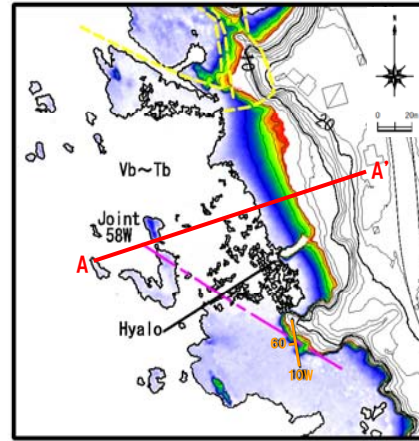


写真1

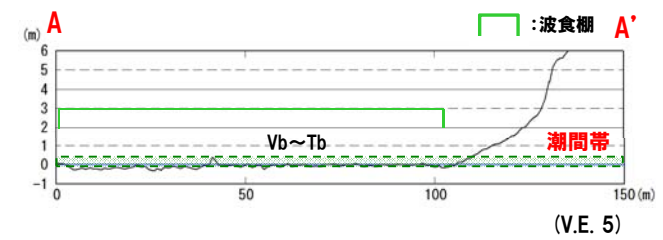
1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層(代表例-火砕岩)(泊村滝ノ澗)

一部修正(3/19審査会合)



○潮間帯に平坦な地形(波食棚)を形成することが多い。



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: 自破碎状溶岩 | Hyalo: 水冷破碎岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |

→: 写真1撮影方向



斜め写真

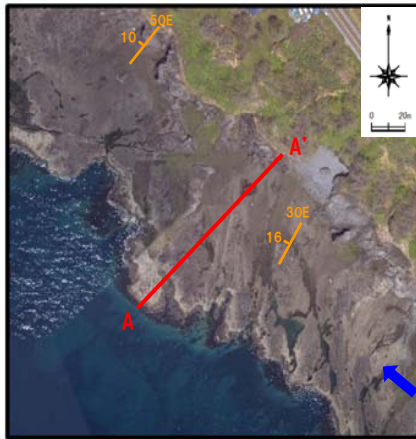


写真1

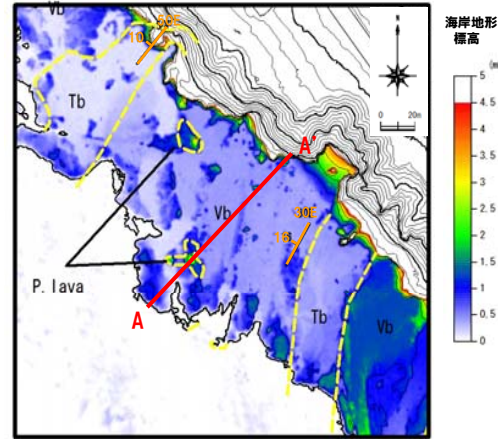
1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層(代表例－火砕岩)(神恵内村祈石)

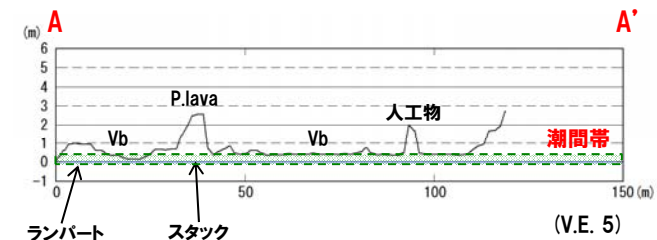
一部修正(3/19審査会合)



→ :写真1撮影方向



○基質の割合により侵食抵抗の相対的な強弱が異なり, それを反映した地形が分布する。



| | | | | | |
|-------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| 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: 自破碎状溶岩 | Hyalo: 水冷破碎岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



写真1

1.3 地質・地質構造と地形

古平層・余別層（岩種・岩相と地形の関係）

一部修正(3/19審査会合)

| | 岩種 | 岩相と海岸地形の標高との関係 | 地形の高低 |
|-----|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 古平層 | 貫入岩 | <ul style="list-style-type: none"> ・侵食抵抗が相対的に最も強く、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 |
| | 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 |



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

(古平層) 貫入岩で囲まれる区間, 岩盤の変質の弱い区間 → 標高の高い海岸地形を形成する。

(余別層) ほぼ潮間帯に波食棚を形成する。

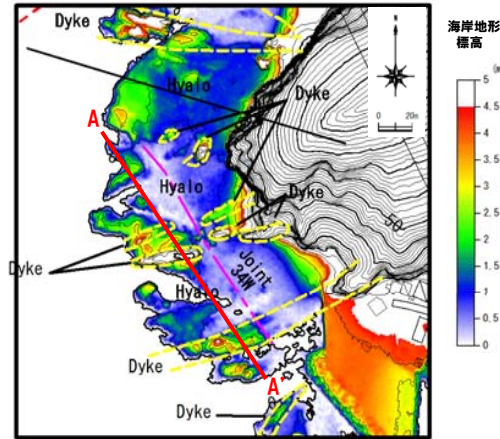
1.3 地質・地質構造と地形

古平層(代表例－貫入岩)(神恵内村茂岩)

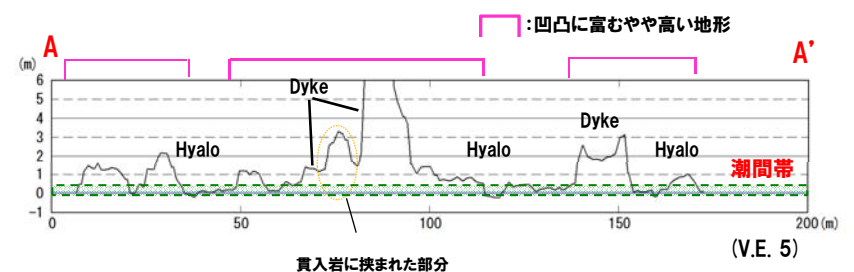
一部修正(3/19審査会合)



→ :写真1撮影方向



○凹凸に富むやや高い地形を形成することが多い。
○貫入岩に挟まれた部分や周辺は、特に高い地形を形成する場合がある。



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: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| — 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



斜め写真



写真1

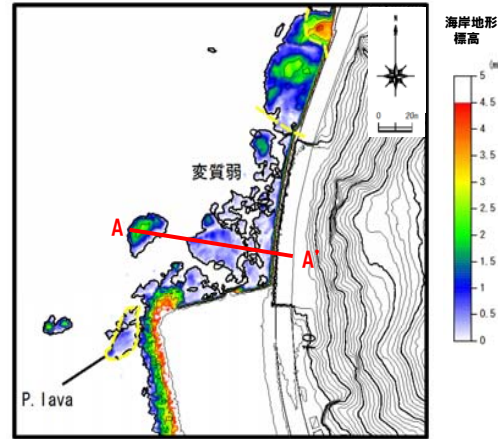
1.3 地質・地質構造と地形

古平層(代表例－溶岩・ハイアロクラスタイト)(神恵内村川白)

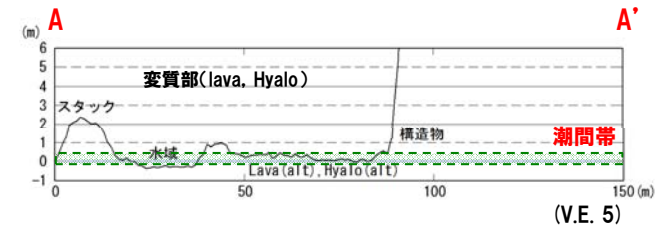
一部修正(3/19審査会合)



→ : 写真1撮影方向



○変質の度合いにより、侵食抵抗の相対的な強弱が異なり、それを反映した地形が分布する。



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: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



斜め写真



写真1

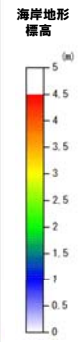
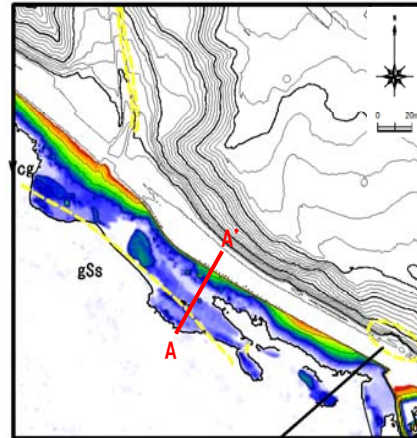
1.3 地質・地質構造と地形

余別層(代表例－礫岩)(神恵内村赤石)

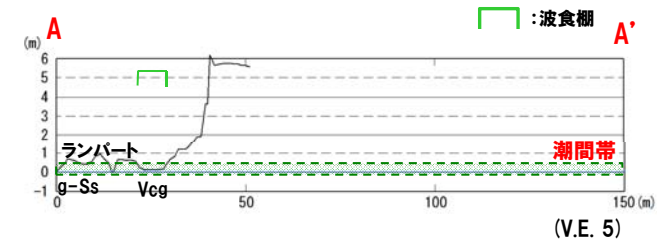
一部修正(3/19審査会合)



→ :写真1撮影方向



○潮間帯付近に平坦な地形(波食棚)を形成することが多い。
 ○基質の割合により, 侵食抵抗の相対的な強弱が異なり, それを反映した地形が分布する。



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: 自破碎状溶岩 | Hyal: 水冷破碎岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



写真1

1.3 地質・地質構造と地形

神恵内層・古平層・余別層(代表例—まとめ)

○調査範囲には、主に以下の岩種・岩相の地層が分布する。

・神恵内層：（侵食抵抗が相対的に強い岩種・岩相の順）

>貫入岩

>溶岩

>自破碎状溶岩

>ハイアロクラスタイト（礫径が大きく、礫が多いほど侵食抵抗が強い。）

>火砕岩（基質が少ないほど侵食抵抗が強い。）

・古平層：（侵食抵抗が相対的に強い岩種・岩相の順）

>貫入岩

>溶岩

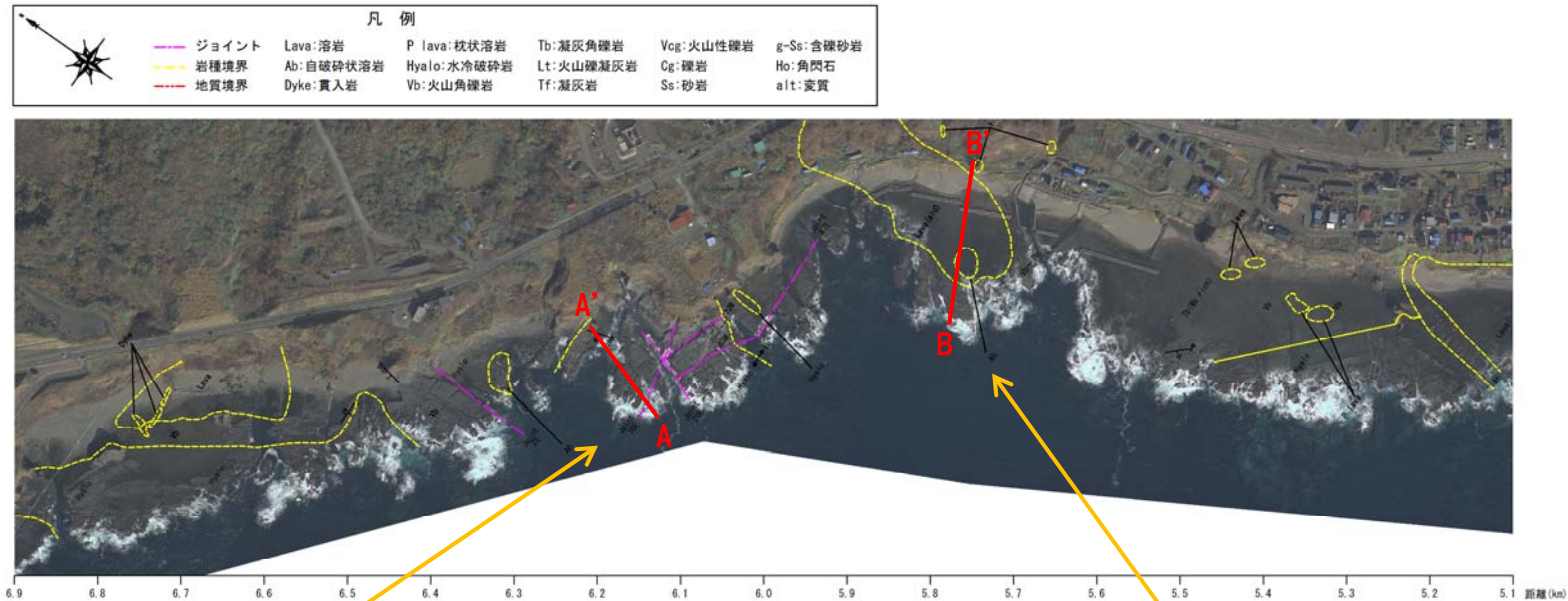
>ハイアロクラスタイト（礫径が大きく、礫が多いほど侵食抵抗が強い。）

・余別層：礫岩・砂岩・火砕岩（基質が少ないほど侵食抵抗が強い。）

○地形には、これらの岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映した「分布標高の差」が認められる。

海岸線の形状と地形の特徴

一部修正(3/19審査会合)



①岬状(凸状)の海岸線付近の地形の特徴

- 海食崖の勾配が相対的に急である。
- 斜面に植生が分布しない。
- 海食崖基部に堆積物が認められない。
- 海食崖前面に標高がやや高い地形が形成される。
- 相対的に凹凸に富む(※次頁 A-A' 断面)。
- 海食崖及び沖合の地形が、溶岩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ピーク標高が高く、標高のばらつきが大きい(※次頁 左グラフ)。

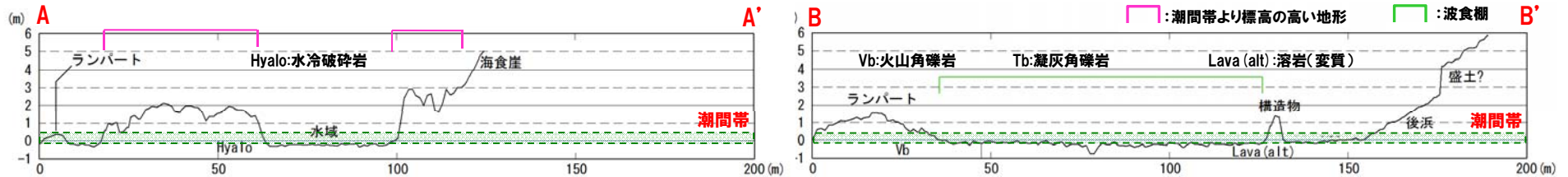
②弧状(凹状)の海岸線付近の地形の特徴

- 海食崖の勾配が相対的に緩やかである。
- 斜面に植生が分布する。
- 海食崖基部に堆積物が認められる。
- 潮間帯に波食棚が形成される。
- 平滑、又は、凹凸はわずか(※次頁 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(※次頁 右グラフ)。

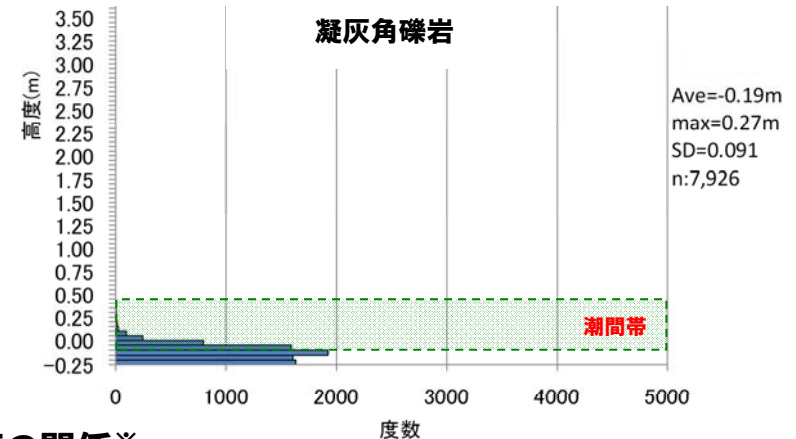
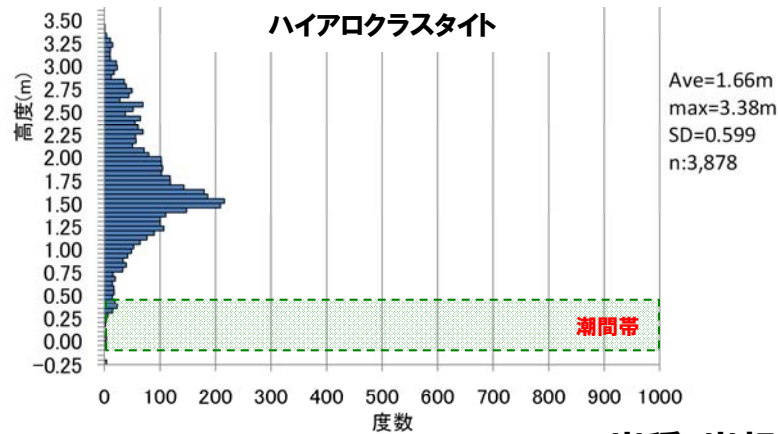
1.3 地質・地質構造と地形

海岸線の形状と地形の特徴

一部修正(3/19審査会合)

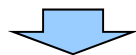


断面図



岩種・岩相と分布標高の関係*

※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岬状(凸状)の海岸線付近の地形の特徴

- 硬質な岩石が波浪の侵食に抵抗して形成されたものと推定される。
- 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ものと推定される。
- 潮間帯より標高の高い地形を形成している。

②弧状(凹状)の海岸線付近の地形の特徴

- 波浪等による侵食が進み、ほぼ平衡な状態に達しているものと推定される。
- 潮間帯に平坦な地形(波食棚)を形成している。

1.3 地質・地質構造と地形

まとめ(地質・地質構造と地形)

【地質分布】

- 積丹半島西岸には上位より、余別層(新第三系上部中新統～鮮新統)、神恵内層(新第三系上部中新統)、古平層(新第三系下部中新統～上部中新統)が分布する。

【地質・地質構造と地形】

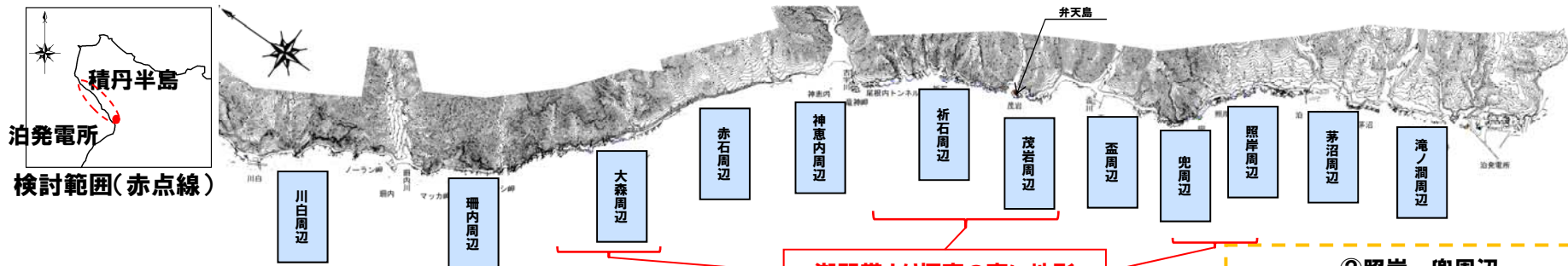
- 積丹半島西岸の沿岸部の地形には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映した「分布標高の差」が認められる。
- 海岸線の形状は、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映している。

1.4 波食棚等の分布

概要(波食棚の分布)

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚は、主に「①滝ノ潤～茅沼周辺」、「②照岸～兜周辺」、「③盃～折石周辺」、「④神恵内周辺」、「⑤大森周辺」及び「⑥川白周辺」に分布する。
- 潮間帯より標高の高い地形は、主に「②照岸～兜周辺」、「③盃～折石周辺」及び「⑤大森周辺」の一部に認められる。



⑥川白周辺

- 主に古平層の溶岩、ハイアロクラスタイト等が分布。
- 海岸地形は、変質程度により分布高度が異なる。

④神恵内周辺

- 主に余別層の礫岩等が分布。
- 潮間帯に平坦で幅の狭い波食棚を形成する。

⑤大森周辺

- 主に神恵内層の溶岩、ハイアロクラスタイト等が分布。
- 尾根状の地形の延長部に潮間帯より標高の高い地形が断続的に認められる。

③盃～折石周辺

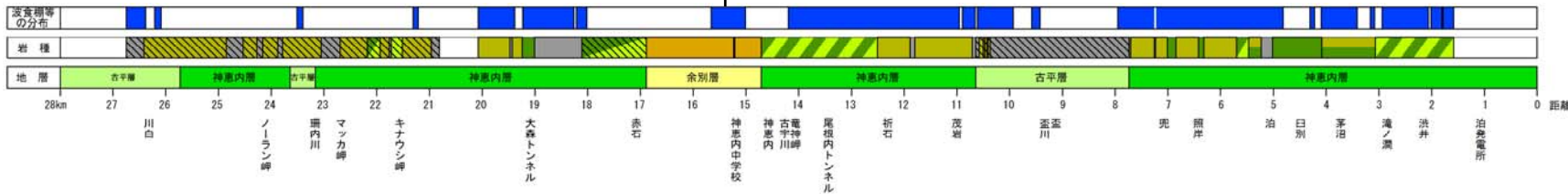
- 茂岩周辺のうち弁天島付近は、古平層の貫入岩、ハイアロクラスタイト、火砕岩が、折石～竜神岬は神恵内層のハイアロクラスタイト、火砕岩が分布。
- 弁天島南方では、潮間帯より標高の高い地形が一部認められ、折石～竜神岬で認められる波食棚には、岩相の違いを反映した小規模な凹凸が認められる。

②照岸～兜周辺

- 主に神恵内層のハイアロクラスタイト、火砕岩が分布。
- 潮間帯に平坦で比較的幅の広い波食棚を形成するが、照岸、兜では、潮間帯より標高の高い地形が断続的に認められる。

①滝ノ潤～茅沼周辺

- 主に神恵内層の火砕岩が分布。
- 潮間帯に平坦で幅の広い波食棚を形成する。



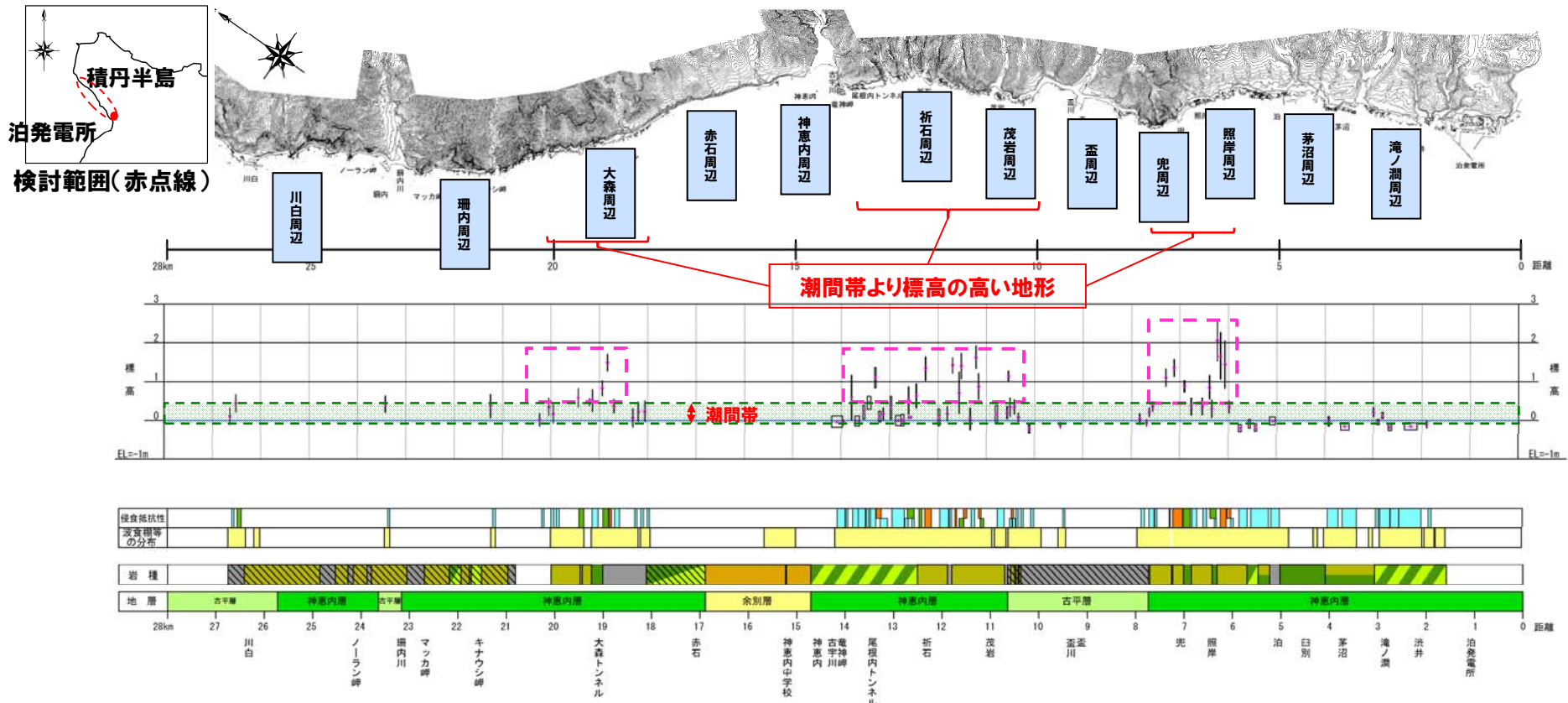
凡例(岩種)

| | | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|--------------|
| 溶岩類(溶岩、貫入岩、自破砕状溶岩) | ハイアロクラスタイト(Hyalo) | 火山角礫岩(Vb) | 凝灰角礫岩(Tb)～火山礫凝灰岩(Lt) | 堆積岩類(砂岩・泥岩他) |
| 互層 | Tb～Lt | 上位層(Hyalo)、下位層(Vb) | 変質(alt) | |

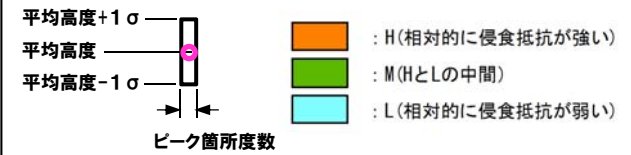
1.4 波食棚等の分布

概要(岩種・岩相と高度分布)

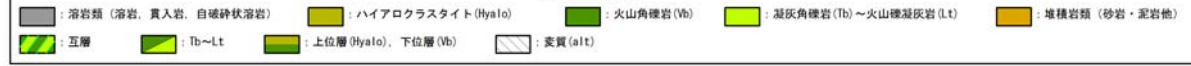
- 汀線方向では高度分布が不連続である。
- 南北方向に向かって高度分布が一定の傾向を持って変化するというような系統性は認められない。
- 相対的に侵食抵抗が強い岩種・岩相が分布する箇所においては、潮間帯より標高の高い地形を形成している。



凡例(グラフと侵食抵抗性)



凡例(岩種)



1.4 波食棚等の分布

積丹半島西岸の海岸地形を形成する岩種・岩相と侵食抵抗性の関係

○岩種・岩相と侵食抵抗性の関係について、以下のとおり分類した。

●変質の程度

| 岩種 | 変質の程度 | | |
|--------|--------|-----|-----|
| | 新鮮～弱変質 | 変質 | 強変質 |
| 貫入岩 | H | — | — |
| 溶岩 | H | M | L |
| 自破碎状溶岩 | H | M～L | L |

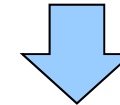
H: 相対的に侵食抵抗が強い

M: HとLの間

L: 相対的に侵食抵抗が弱い

●変質の程度

| 岩種 | 変質の程度 | | |
|---------------------|--------|-----|-----|
| | 新鮮～弱変質 | 変質 | 強変質 |
| ハイアロクラスタイト | H | M～L | L |
| 火砕岩(Vb, Tb, Lt, Tf) | M | L | L |



●礫と基質の関係

| 岩種 | 岩相 | | | |
|---------------------|----|-----------|-----|-----------|
| | 礫大 | 基質少 礫多 | 礫小 | 基質多 礫少 |
| ハイアロクラスタイト | H | | M～L | |
| 火砕岩(Vb, Tb, Lt, Tf) | M | M～L | L | |

Vb: 火山角礫岩

Tb: 凝灰角礫岩

Lt: 火山礫凝灰岩

Tf: 凝灰岩

H: 相対的に侵食抵抗が強い

M: HとLの間

L: 相対的に侵食抵抗が弱い

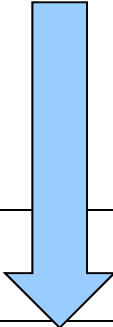

1.4 波食棚等の分布



積丹半島西岸の海岸地形を形成する岩種・岩相と侵食抵抗性の関係

| 変質の程度 岩種 | 新鮮～弱変質 | 変質 | 強変質 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 侵食抵抗性 | H | — | — |
| 貫入岩 |  茂岩周辺(M06) | — | — |
| 侵食抵抗性 | H | M | L |
| 溶岩 |  神恵内周辺(KM25南) | 本検討範囲には、対象となる 岩種・岩相は認められない。 |  釜周辺(SK1) |
| 侵食抵抗性 | H | M~L | L |
| 自破碎状 溶岩 | 本検討範囲には、対象となる 岩種・岩相は認められない。 |  茂岩周辺(M03) |  茂岩周辺(M03) |

1.4 波食棚等の分布

積丹半島西岸の海岸地形を形成する岩種・岩相と侵食抵抗性の関係

| 変質の程度 岩種 | 新鮮～弱変質 | 変質 | 強変質 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 侵食抵抗性 | H | M～L | L |
| ハイアロクラスタイト |  | 本検討範囲には、対象となる 岩種・岩相は認められない。 |  川白周辺(KS4) |

| 岩相 岩種 | 礫大 | 基質少 礫多 | 礫小 | 基質多 礫少 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|
| 侵食抵抗性 | H | | M～L | |
| ハイアロクラスタイト |  照岸周辺(TR2) |  兜周辺(KB8) | 本検討範囲には、対象となる 岩種・岩相は認められない。 | |

1.4 波食棚等の分布

積丹半島西岸の海岸地形を形成する岩種・岩相と侵食抵抗性の関係

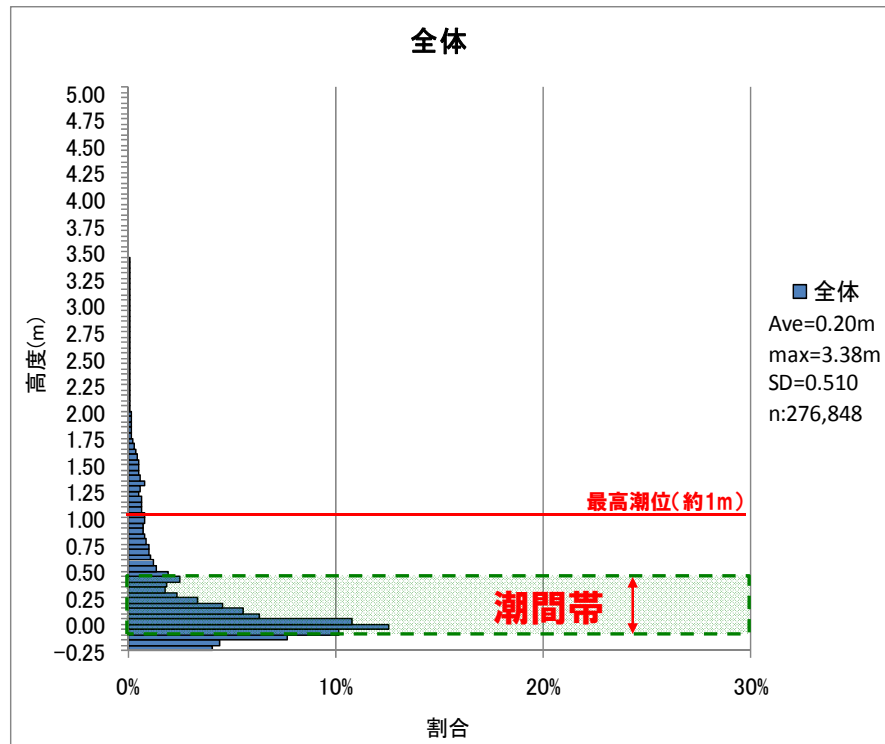
| 変質の程度 岩種 | 新鮮～弱変質 | 変質 | 強変質 |
|-------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 侵食抵抗性 | M | L | L |
| 火砕岩 | ↓ |  <p>神恵内周辺(KM15)</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>本検討範囲には、対象となる岩種・岩相は認められない。</p> </div> |

| 岩相 岩種 | 礫大 | 基質少 礫多 | 礫小 | 基質多 礫少 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 侵食抵抗性 | M | M~L | L | |
| 火砕岩 |  <p>兜周辺(KB9)</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>本検討範囲には、対象となる岩種・岩相は認められない。</p> </div> |  <p>神恵内周辺(KM11)</p> |  <p>神恵内周辺(KM5)</p> |

1.4 波食棚等の分布

海岸地形高度の頻度分布

- 積丹半島西岸(沿岸延長約30km)の海岸地形高度分布について分析した結果、**潮間帯より標高の高い地形は全体の20%程度の頻度であることを確認した。**
- 以降、潮間帯より標高の高い地形が分布する範囲の特徴について取りまとめた。



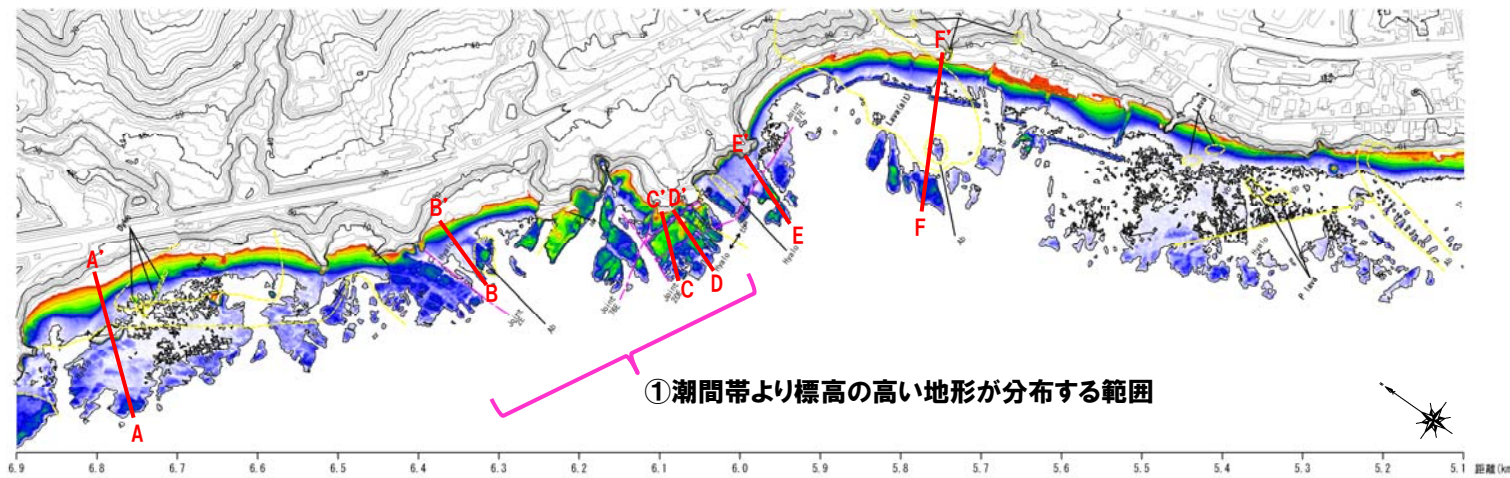
| 高さ (m) | 分布 (%) | 累積 (%) |
|---------|--------|--------|
| ~0.2 | 69.5 | |
| 0.2~0.3 | 4.2 | 73.7 |
| 0.3~0.4 | 4.3 | 78.0 |
| 0.4~0.6 | 5.7 | 83.7 |
| 0.6~0.8 | 3.7 | 87.4 |
| 0.8~1.0 | 3.1 | 90.5 |
| 1.0~1.2 | 2.6 | 93.1 |
| 1.2~1.4 | 2.5 | 95.6 |
| 1.4~1.6 | 1.8 | 97.4 |
| 1.6~1.8 | 1.0 | 98.4 |
| 1.8~2.0 | 0.6 | 99.0 |
| 2.0~ | 1.0 | 100.0 |

1.4 波食棚等の分布

照岸～兜周辺【照岸周辺】(概要)

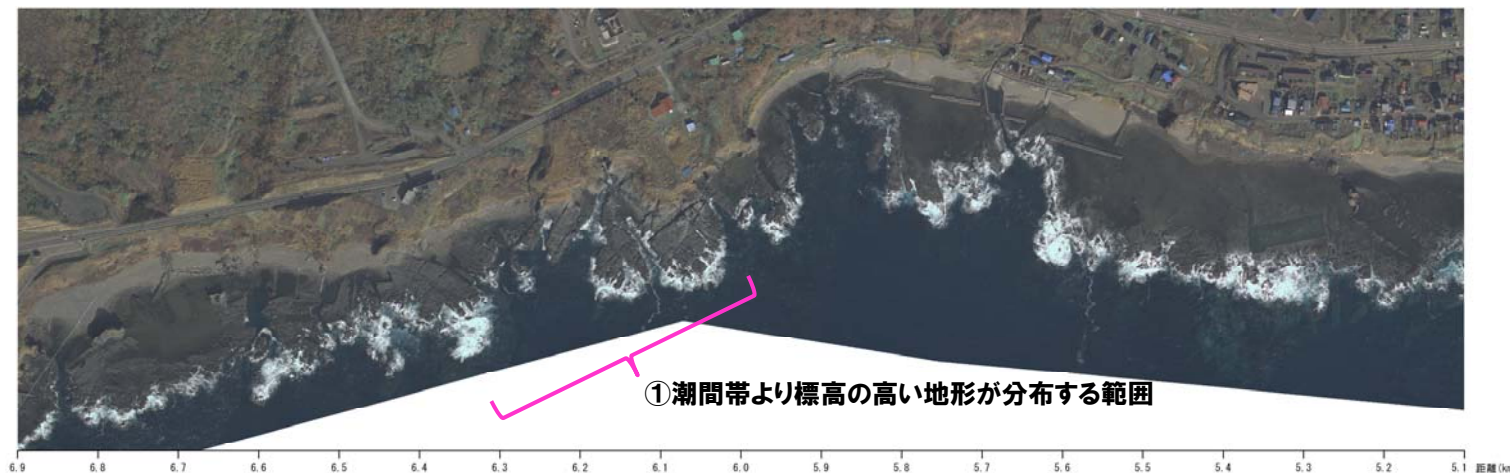
一部修正(3/19審査会合)

- 潮間帯における波食棚の分布が優勢である。
- ①付近で、潮間帯より標高の高い地形が部分的に認められる(段彩図)。
- 潮間帯より標高の高い地形の分布標高に、規則性は認められない(次頁 地形断面図)。



凡例

- 海岸地形
標高 (m)
- 5
 - 4.5
 - 4
 - 3.5
 - 3
 - 2.5
 - 2
 - 1.5
 - 1
 - 0.5
 - 0
- ジョイント
 - 岩種境界
 - 地質境界
 - Lava: 溶岩
 - Ab: 自破砕状溶岩
 - Dyke: 貫入岩
 - P lava: 枕状溶岩
 - Hyalo: 水砕砕岩
 - Vb: 火山角礫岩
 - Tb: 凝灰角礫岩
 - Lt: 火山礫凝灰岩
 - Tf: 凝灰岩
 - Vog: 火山性礫岩
 - Cg: 礫岩
 - Ss: 砂岩
 - e-Ss: 含礫砂岩
 - Ho: 角閃石
 - alt: 変質



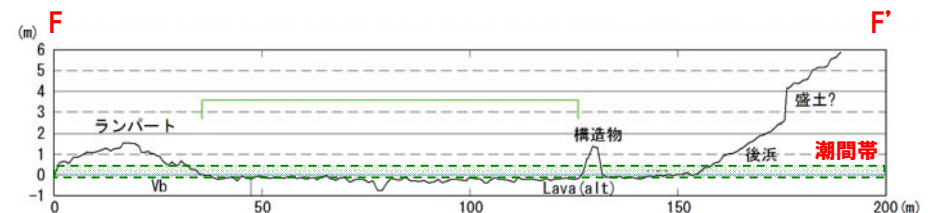
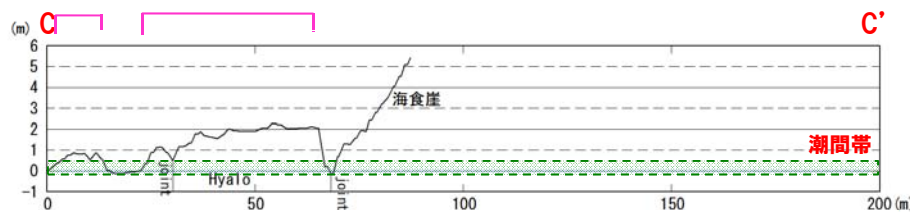
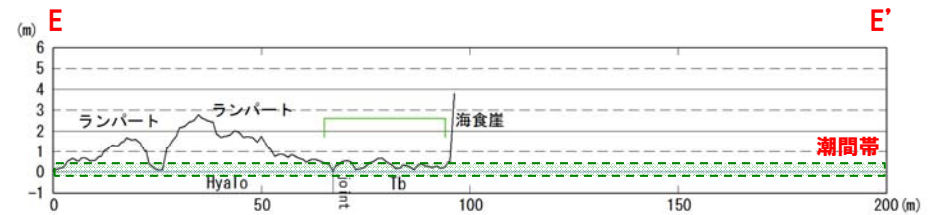
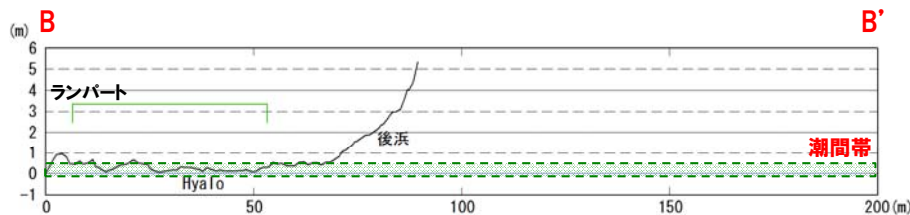
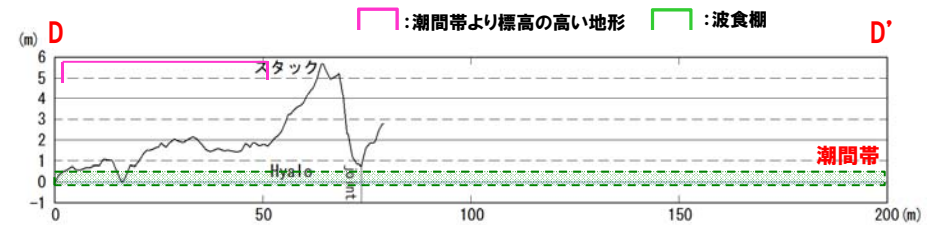
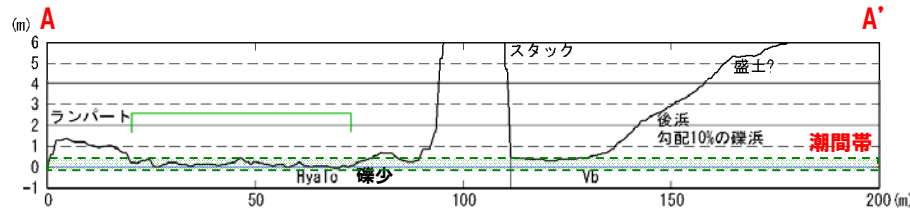
位置図

1.4 波食棚等の分布

照岸～兜周辺【照岸周辺】(地形断面図)

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚は平坦であり、前縁付近にランパートが認められる(A-A', B-B', E-E', F-F')。
- 潮間帯より標高の高い地形にはハイアロクラスタイトが認められ、礫径の大小、礫の割合に応じた凹凸が認められる(C-C', D-D')。
- 汀線方向に、海食による低崖によって区切られる複数の平坦面は認められない。



凡例

| | | | | |
|------------|--------------|------------|------------|------------|
| Lava: 溶岩 | P lava: 枕状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vog: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |

地形断面図

1.4 波食棚等の分布

照岸～兜周辺【照岸周辺】(地形・地質・海岸線・植生ほか)

一部修正(3/19審査会合)

<A部>

- 礫の多いハイアロクラスタイトが分布し、特に海食崖基部で潮間帯より標高の高い地形を形成している。
 - 海岸線は凸状を示している。
 - 海食崖に植生は認められず、基部には堆積物が認められない。
- **現在も侵食作用を受け続けている海岸地形と推定される。**

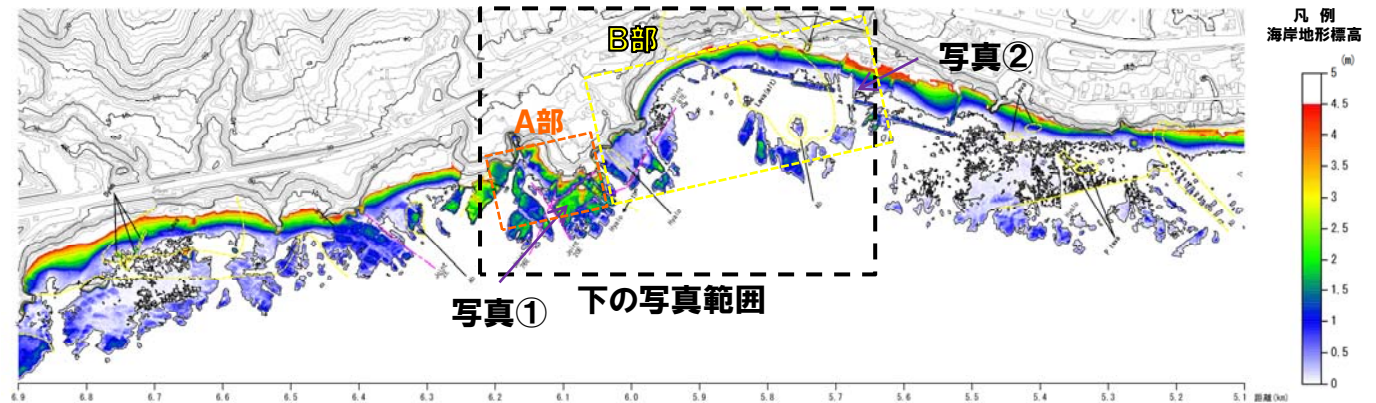
<B部>

- 比較的基質が多い火砕岩及び変質した溶岩が分布し、潮間帯に波食棚を形成している。
 - 海岸線は弧状を示している。
 - 海食崖の勾配は、相対的に緩く、一部で植生が分布し、基部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、又は、侵食作用が休止(停止)した海岸地形と推定される。**



写真①(A部)

礫が多いハイアロクラスタイトが海食崖基部に向かって緩やかに傾斜する標高の高い地形を形成する。



写真① 下の写真範囲



写真②(B部)

変質した溶岩が波食棚を形成し、自破砕状溶岩、火山角礫岩がランパートを形成する。

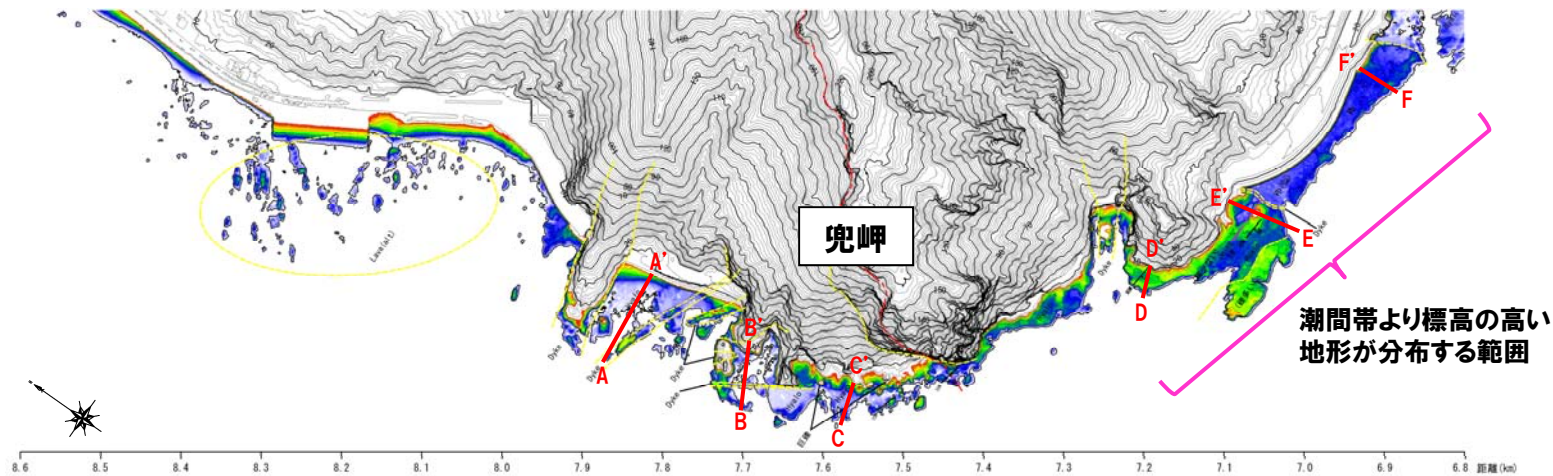


1.4 波食棚等の分布

照岸～兜周辺【兜周辺】(概要)

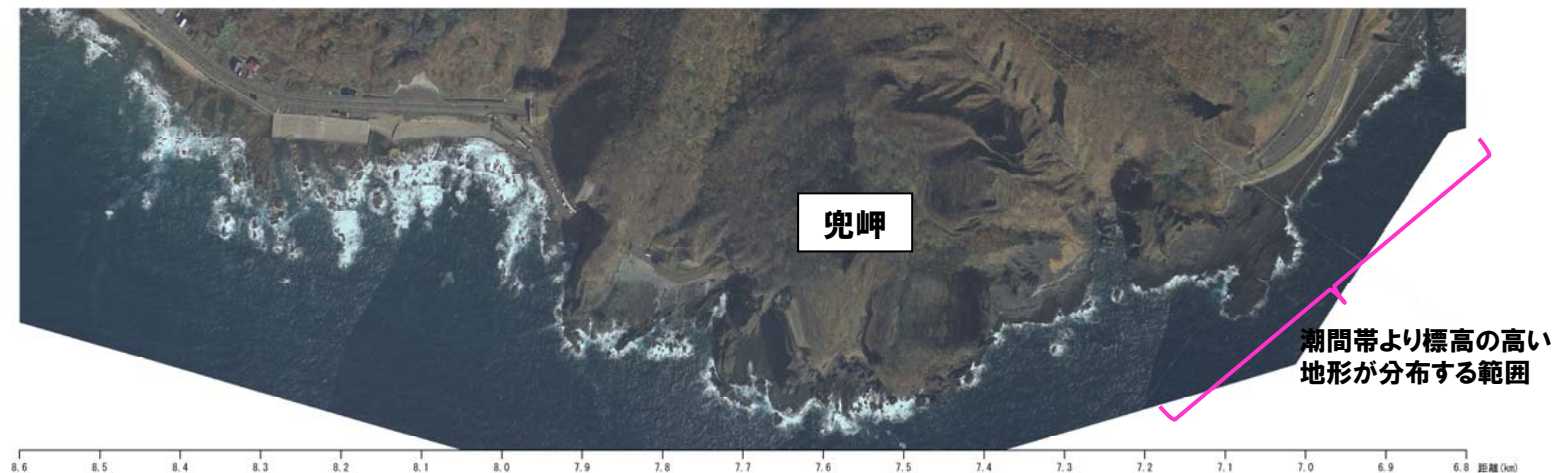
一部修正(3/19審査会合)

- 潮間帯に分布する波食棚が優勢である。
- 兜岬付近で、潮間帯より標高の高い地形が認められる(段彩図)。
- 潮間帯より標高の高い地形の分布は断続的であり、分布標高に規則性は認められない(次頁 地形断面図)。



凡例

- | | |
|--------------|---------|
| 海岸地形 標高 | — ジョイント |
| | — 岩種境界 |
| | — 地質境界 |
| Lava: 溶岩 | |
| Ab: 自破砕状溶岩 | |
| Dyke: 貫入岩 | |
| P lava: 枕状溶岩 | |
| Hyalo: 水砕砕岩 | |
| Vb: 火山角礫岩 | |
| Tb: 凝灰角礫岩 | |
| Lt: 火山凝灰岩 | |
| Tf: 凝灰岩 | |
| Vog: 火山性礫岩 | |
| Cg: 礫岩 | |
| Ss: 砂岩 | |
| e-Ss: 含礫砂岩 | |
| Ho: 角閃石 | |
| alt: 安質 | |



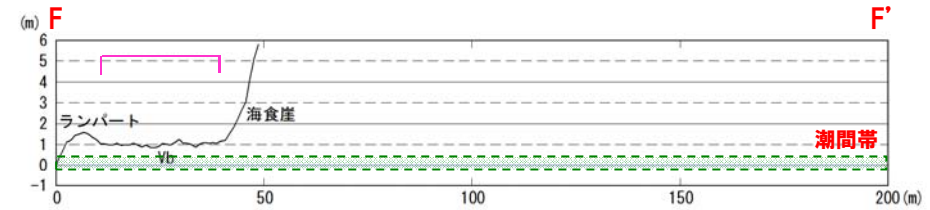
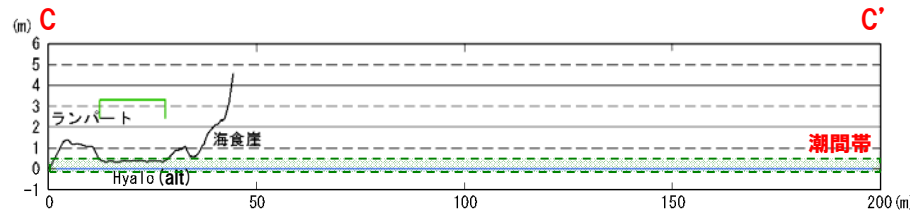
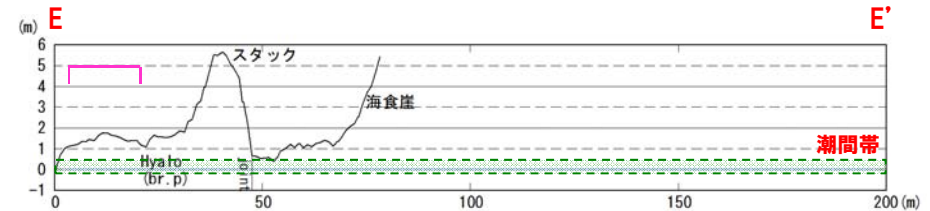
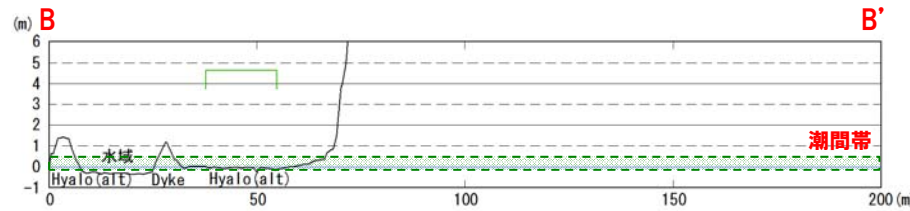
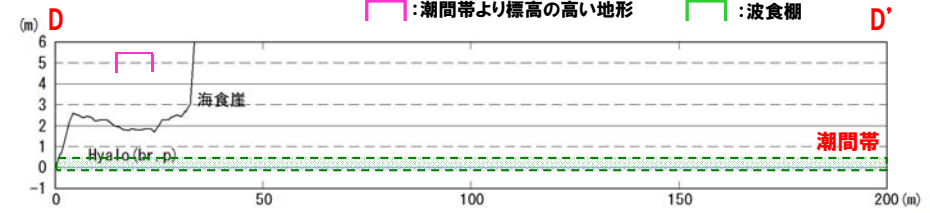
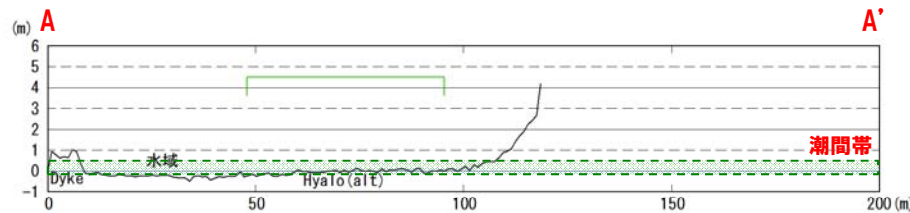
位置図

1.4 波食棚等の分布

照岸～兜周辺【兜周辺】(地形断面図)

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚は平坦であり、前縁付近にランパートが認められる(A-A', B-B', C-C')。
- 潮間帯より標高の高い地形の範囲のうち、西側(沖側)にはハイアロクラスタイトが分布し、礫径の大小、礫の割合に応じた凹凸が認められる(D-D', E-E')。
- 潮間帯より標高の高い地形の範囲のうち、東側(岸側)には火山角礫岩が分布し、西側突端部の背後に位置することから、侵食の影響が相対的に小さい範囲と推定される(F-F')。
- 汀線方向に、海食による低崖によって区切られる複数の平坦面は認められない。



凡例

| | | | | |
|------------|--------------|------------|------------|------------|
| 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 |
| Ab: 自破碎状溶岩 | Hyalo: 水冷破碎岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |

地形断面図

1.4 波食棚等の分布

照岸～兜周辺【兜周辺】(地形・地質・海岸線・植生ほか)

一部修正(3/19審査会合)

<A部>

○ハイアロクラスタイトが分布し、潮間帯より標高の高い地形を形成しているが、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ている。

○海食崖に植生は認められず、基部には堆積物が認められない。

→ 現在も侵食作用を受け続けている海岸地形と推定される。

<B部>

○火山礫凝灰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ている。

○海食崖の勾配は相対的に緩く、一部で植生が分布し、基部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、又は、侵食作用が休止(停止)した海岸地形と推定される。

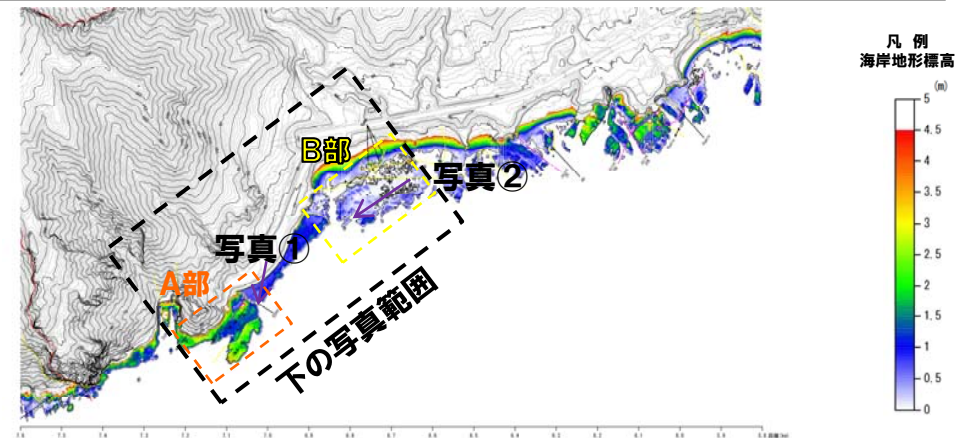


写真①(A部)

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。



写真②(B部) 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と比較して礫の残存が著しい。

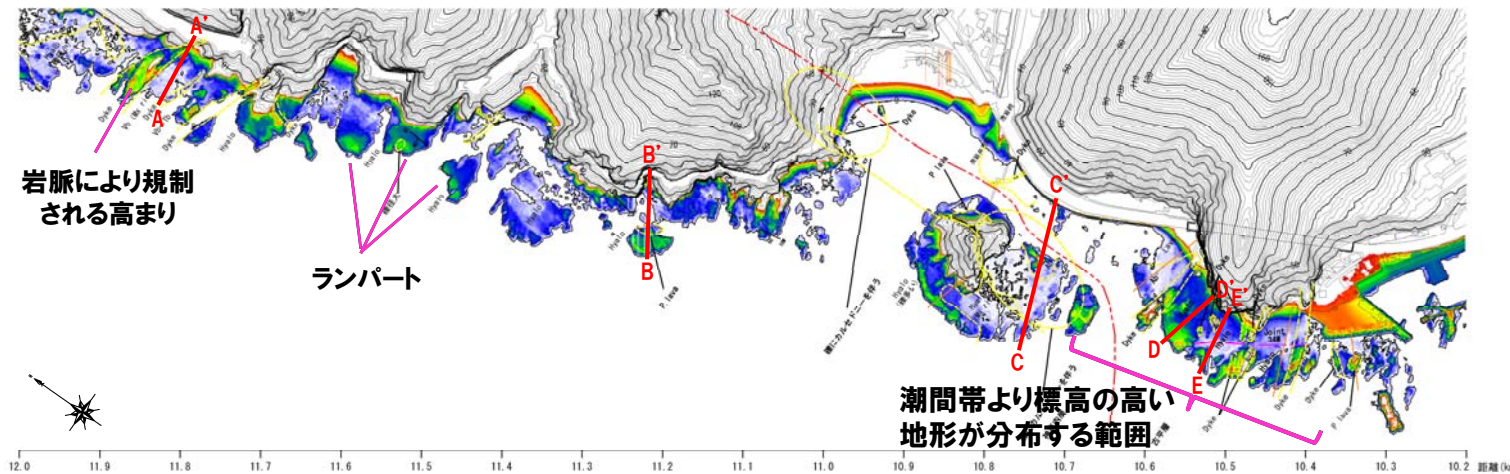


1.4 波食棚等の分布

盃～折石周辺【茂岩周辺】(概要)

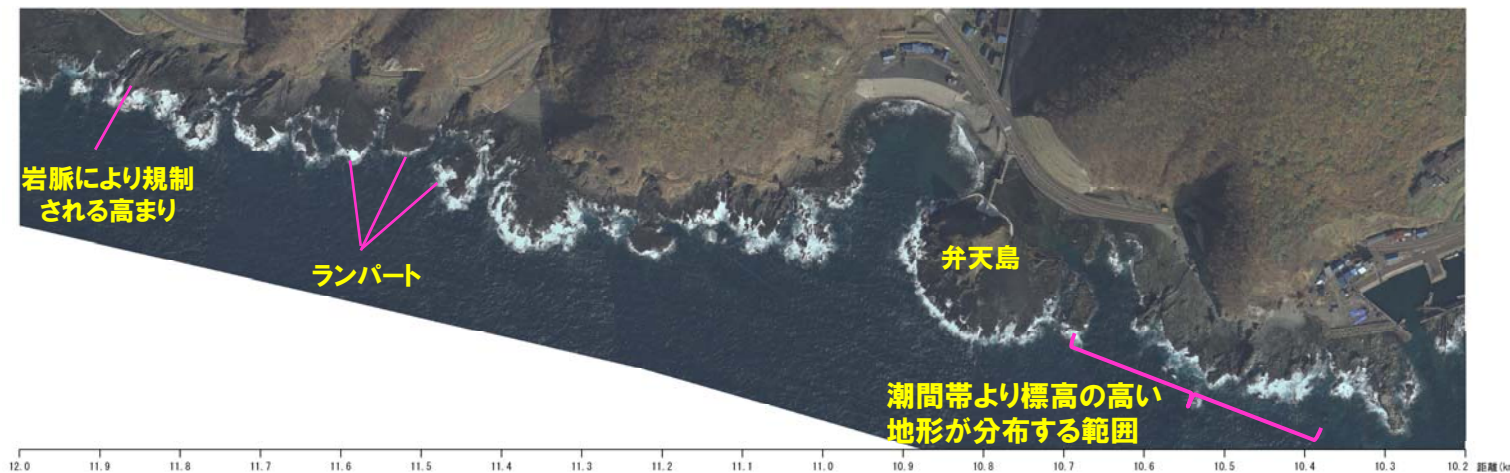
一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚の先端にはランパートが認められ、一部には岩脈に規制される高まりが認められる(段彩図)。
- 弁天島南方付近で、潮間帯より標高の高い地形が部分的に認められる(段彩図)。
- 潮間帯より標高の高い地形の分布は断続的であり、分布標高に規則性は認められない(次頁 地形断面図)。



凡例

| 海岸地形 標高 (m) | 凡例 |
|-------------------|--------------|
| 5 | ジョイント |
| 4.5 | 岩種境界 |
| 4 | 地質境界 |
| 3.5 | Lava: 溶岩 |
| 3 | Ab: 自破砕状溶岩 |
| 2.5 | Dyke: 貫入岩 |
| 2 | P lava: 枕状溶岩 |
| 1.5 | Hyalo: 水冷破砕岩 |
| 1 | Vb: 火山角礫岩 |
| 0.5 | Tb: 凝灰角礫岩 |
| 0 | Lt: 火山礫凝灰岩 |
| | Tf: 凝灰岩 |
| | Vog: 火山性礫岩 |
| | Cg: 礫岩 |
| | Ss: 砂岩 |
| | e-Ss: 含礫砂岩 |
| | Ho: 角閃石 |
| | alt: 安貫 |



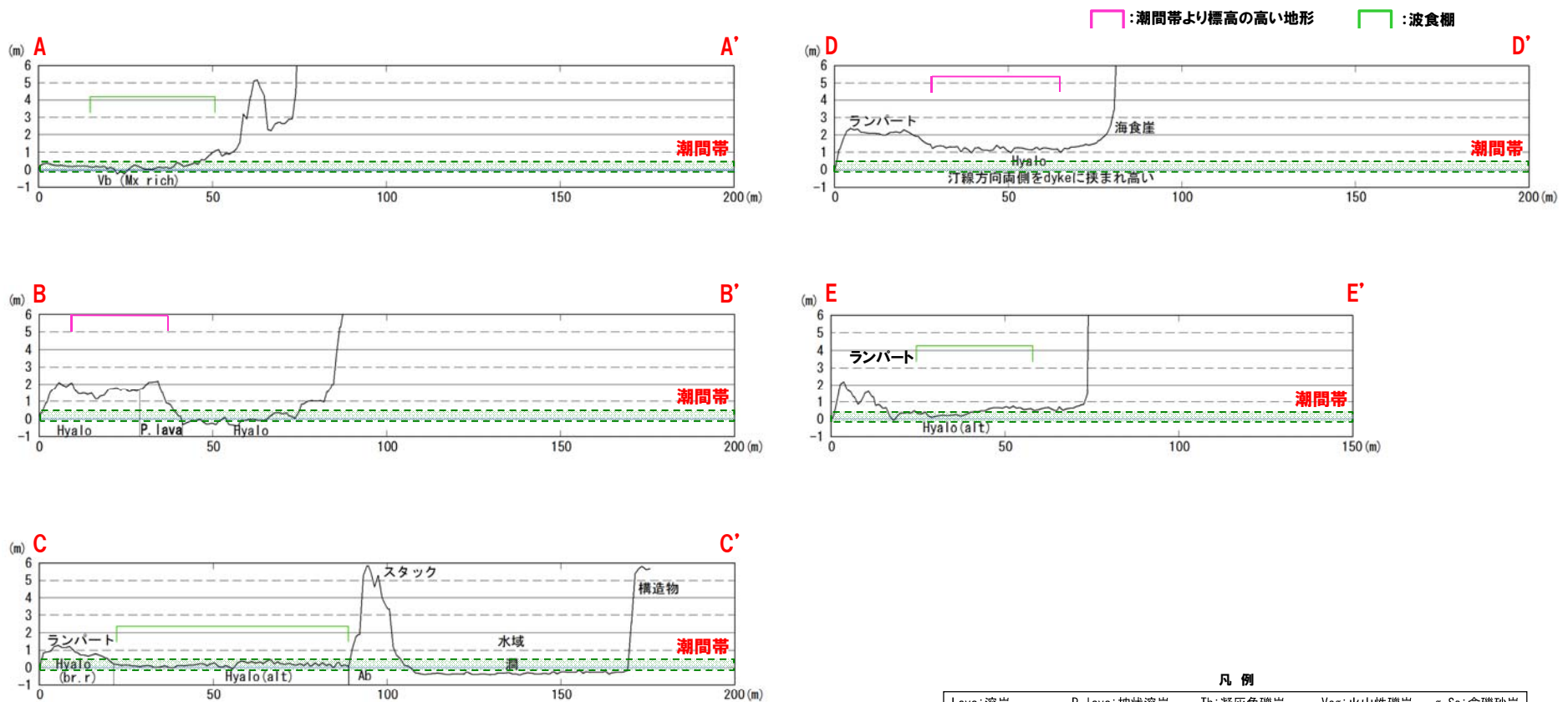
位置図

1.4 波食棚等の分布

盃～祈石周辺【茂岩周辺】(地形断面図)

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚は平坦, 又は, やや起伏があり, 前縁付近にランパートが認められる。
- 汀線方向に, 海食による低崖によって区切られる複数の平坦面は認められない。



凡例

| | | | | |
|------------|--------------|------------|------------|------------|
| 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 |
| Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |

地形断面図

1.4 波食棚等の分布

盃～祈石周辺【茂岩周辺】(地形・地質・海岸線・植生ほか)

一部修正(3/19審査会合)

<弁天島南方>

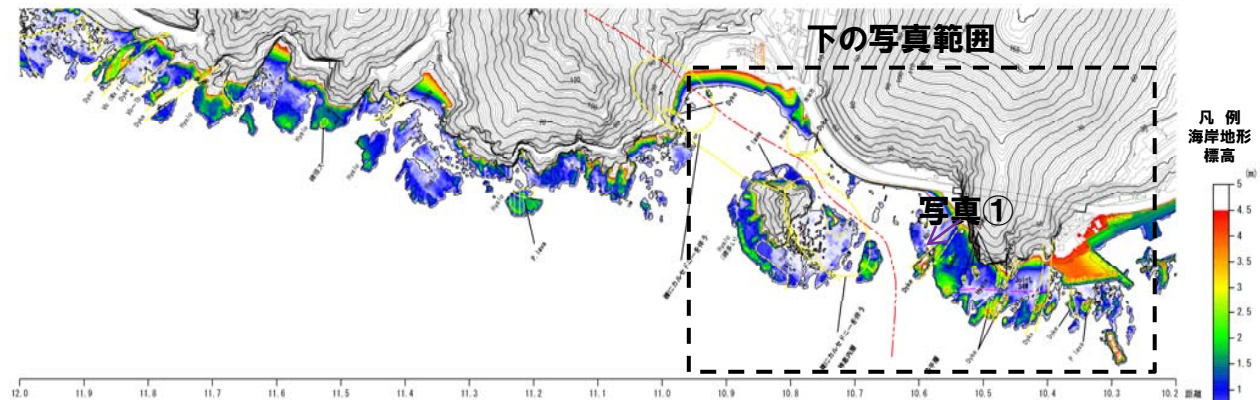
- 溶岩類が分布し、強変質の溶岩類等が潮間帯に波食棚を形成している。
- 一方、岬の先端付近に侵食抵抗力が相対的に強い貫入岩と、それに挟在する弱変質のハイアロクラスタイトが高まりを形成している。
- 海岸線に植生は認められず、基部には堆積物が認められない。

→ 現在も侵食作用を受け続けている海岸地形と推定される。



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。

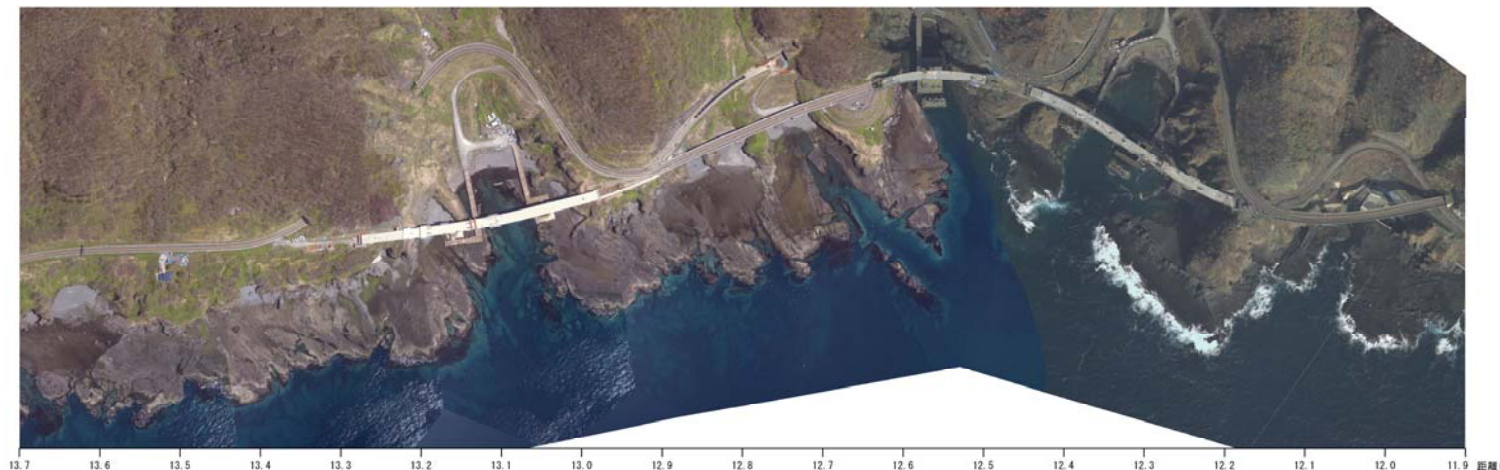
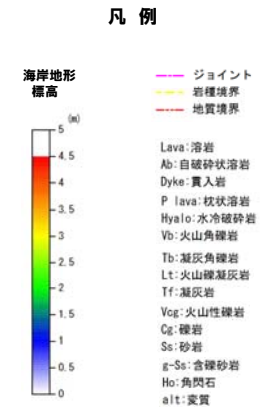
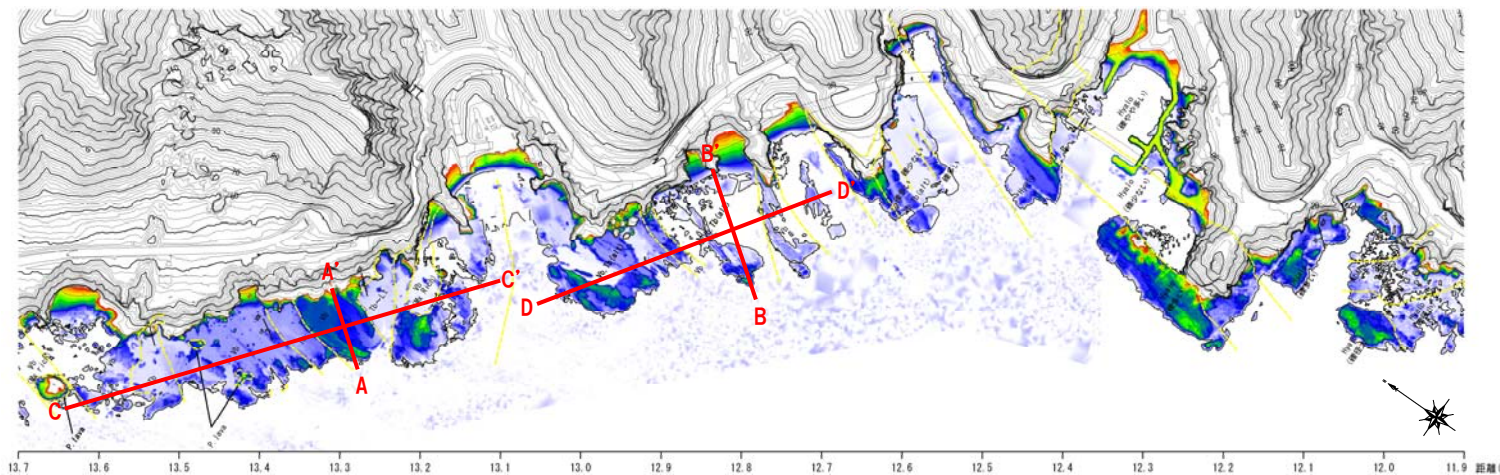


1.4 波食棚等の分布

盃～祈石周辺【祈石周辺】（概要）

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚が連続的に分布する。
- 波食棚内には、汀線方向に地層の走向と調和的な凹凸が認められる(段彩図)。
- 凹凸の分布は、互層として出現する岩種の硬軟に対応している(次頁 地形断面図)。



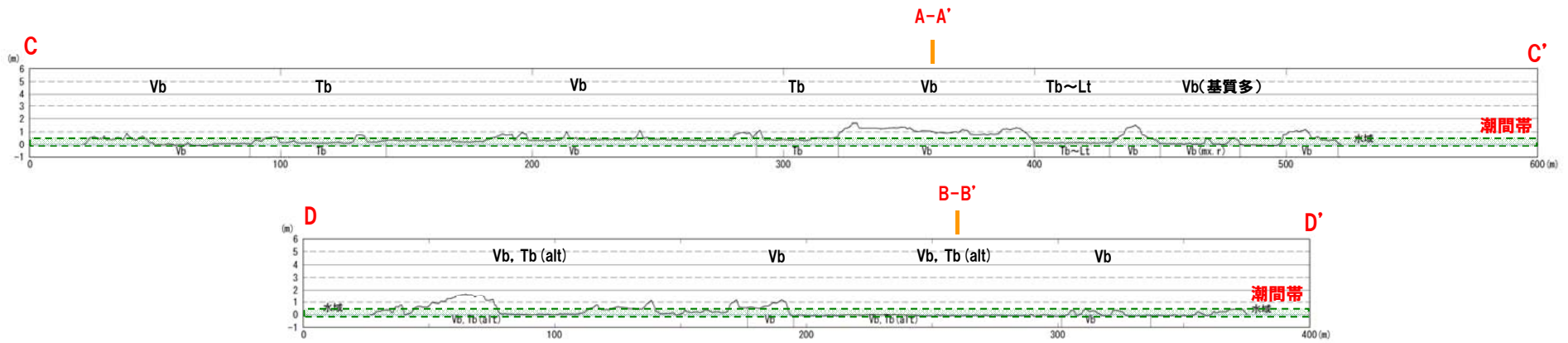
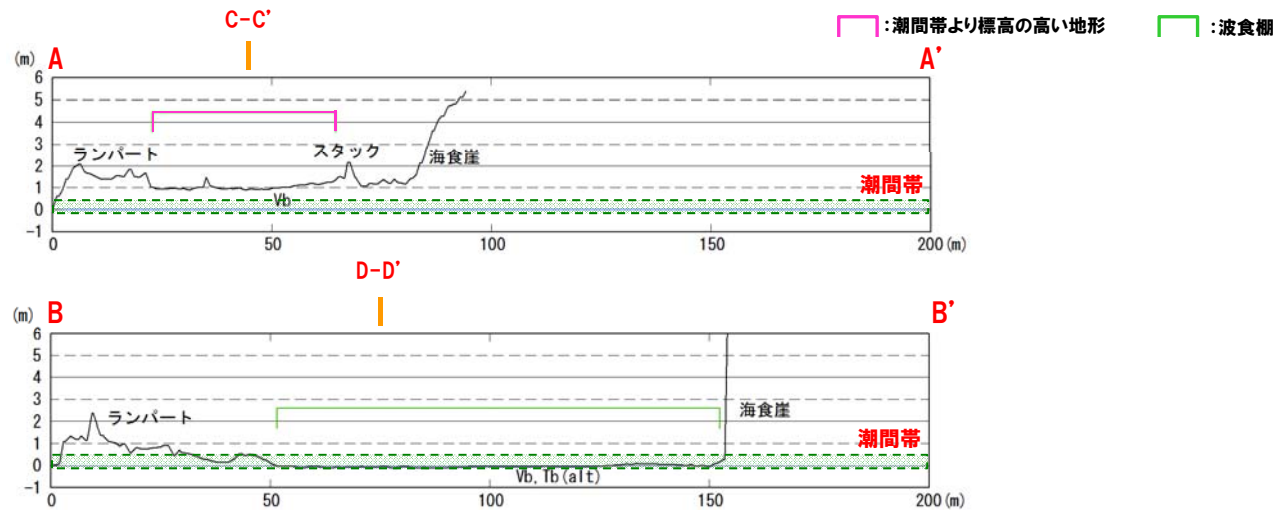
位置図

1.4 波食棚等の分布

盃～祈石周辺【祈石周辺】(地形断面図)

一部修正(3/19審査会合)

- 岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映した凹凸が認められる。
- 汀線方向に、海食による低崖によって区切られる複数の平坦面は認められない。



地形断面図

凡例

| | | | | |
|------------|--------------|------------|------------|------------|
| Lava: 溶岩 | P lava: 枕状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vog: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| Ab: 自破砕状溶岩 | Hyal: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |

1.4 波食棚等の分布

盃～祈石周辺【祈石周辺】(地形・地質・海岸線・植生ほか)

一部修正(3/19審査会合)

- 火砕岩が分布し、潮間帯に波食棚を形成している。
- 波食棚内では、汀線方向と直交方向の走向を有する火砕岩の互層(凝灰角礫岩及び火山角礫岩)が分布し、基質が少ない火砕岩(火山角礫岩)がわずかに高い部分を形成している。

→ 地層の走向と、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映した海岸地形と推定される。



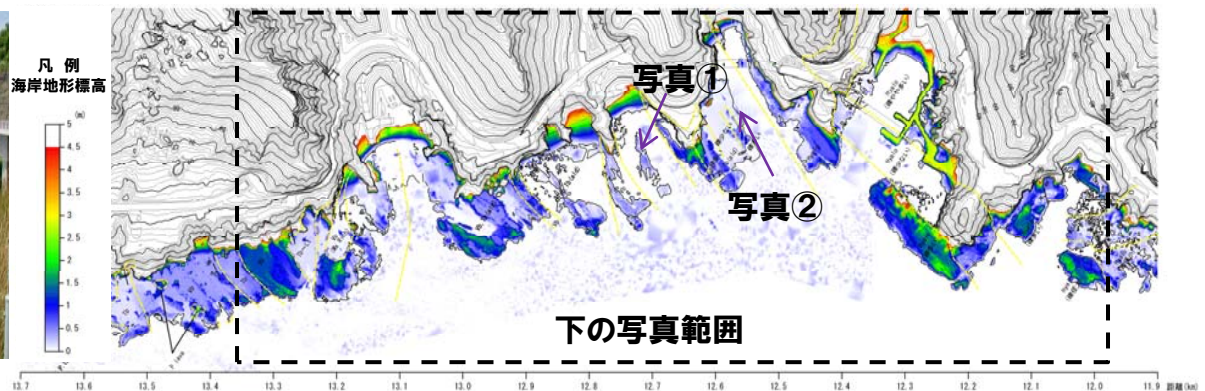
写真①

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わずかに高い部分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わずかに高い部分を形成する。

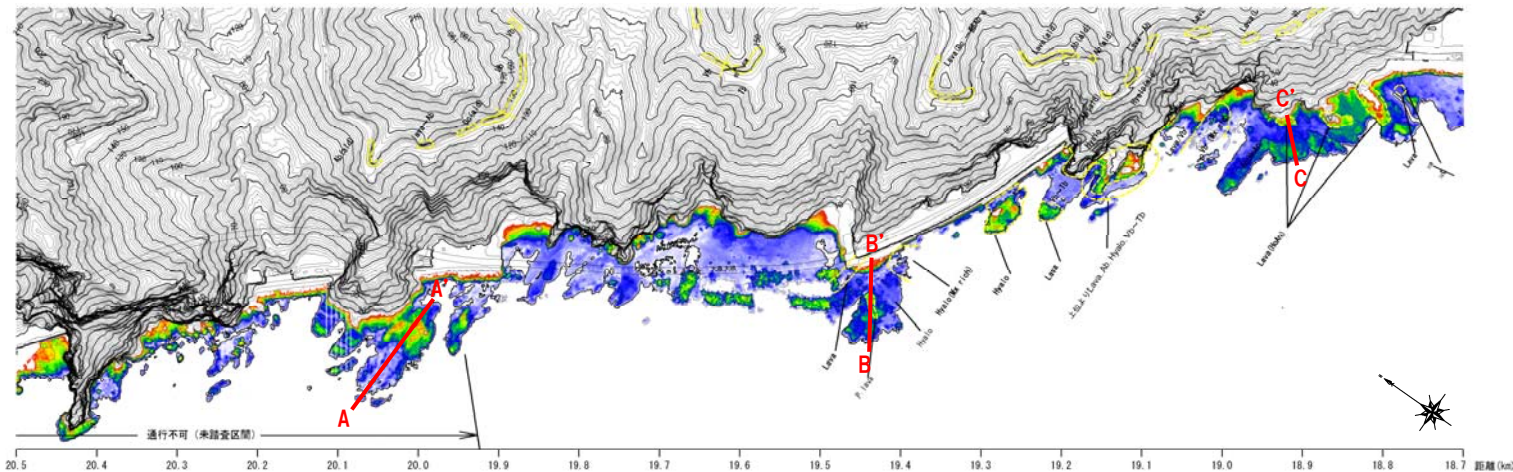


1.4 波食棚等の分布

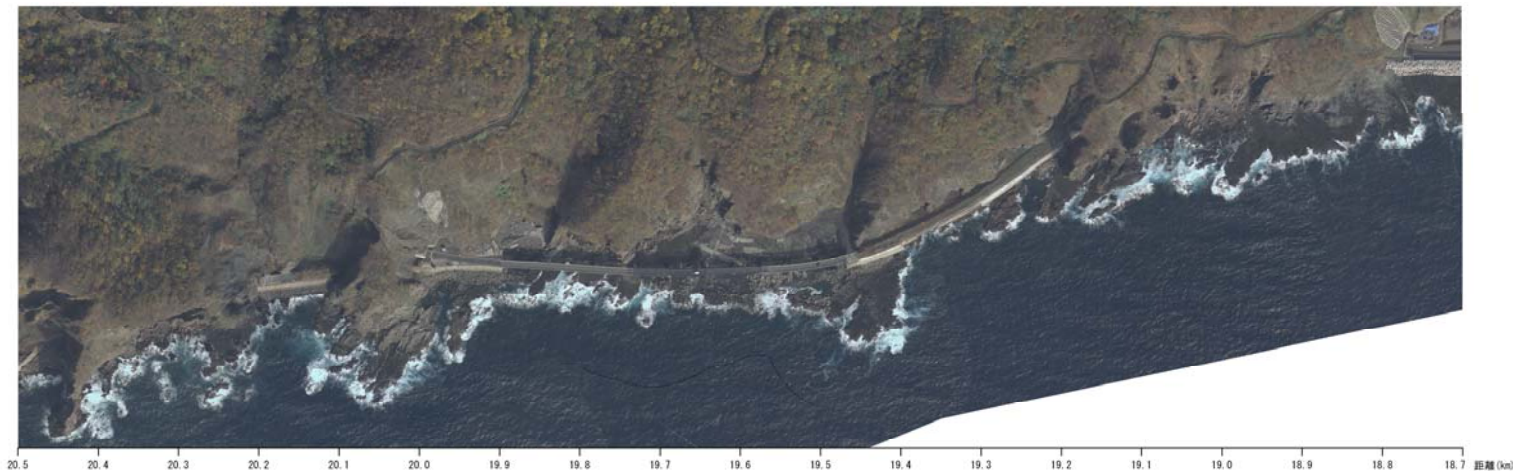
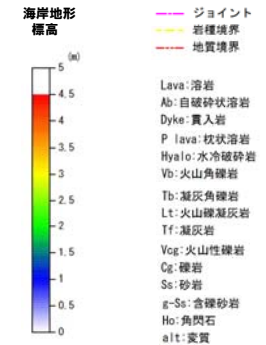
大森周辺 (概要)

一部修正(3/19審査会合)

- 潮間帯に分布する波食棚が優勢である。
- 尾根状の地形の先端部付近に、潮間帯より標高の高い地形が部分的に認められる(段彩図)。
- 潮間帯より標高の高い地形の分布標高に、規則性は認められない(次頁 地形断面図)。



凡例



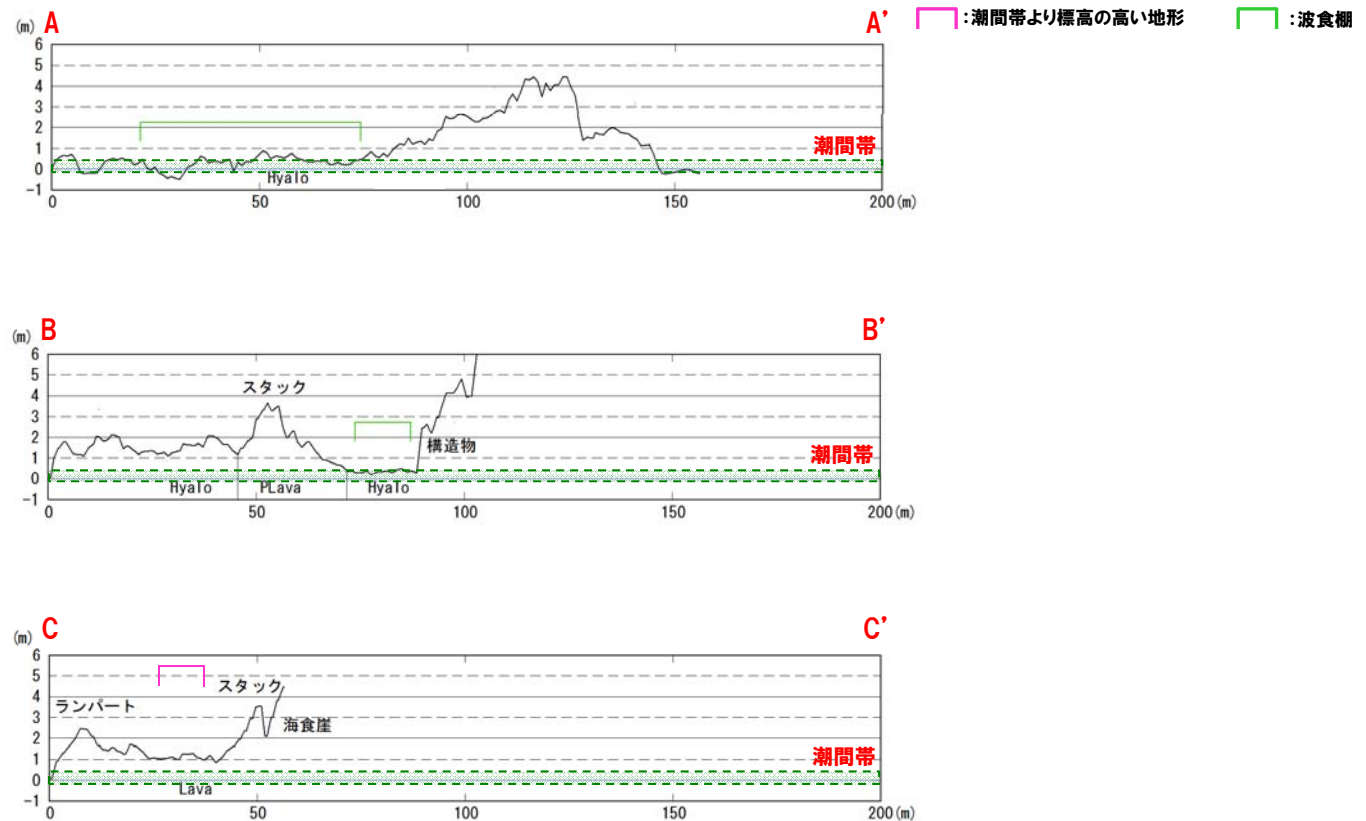
位置図

1.4 波食棚等の分布

大森周辺 (地形断面図)

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚は、やや起伏がある。
- 汀線方向に、海食による低崖によって区切られる複数の平坦面は認められない。



凡例

| | | | | |
|------------|--------------|------------|------------|------------|
| Lava: 溶岩 | P lava: 枕状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vog: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |

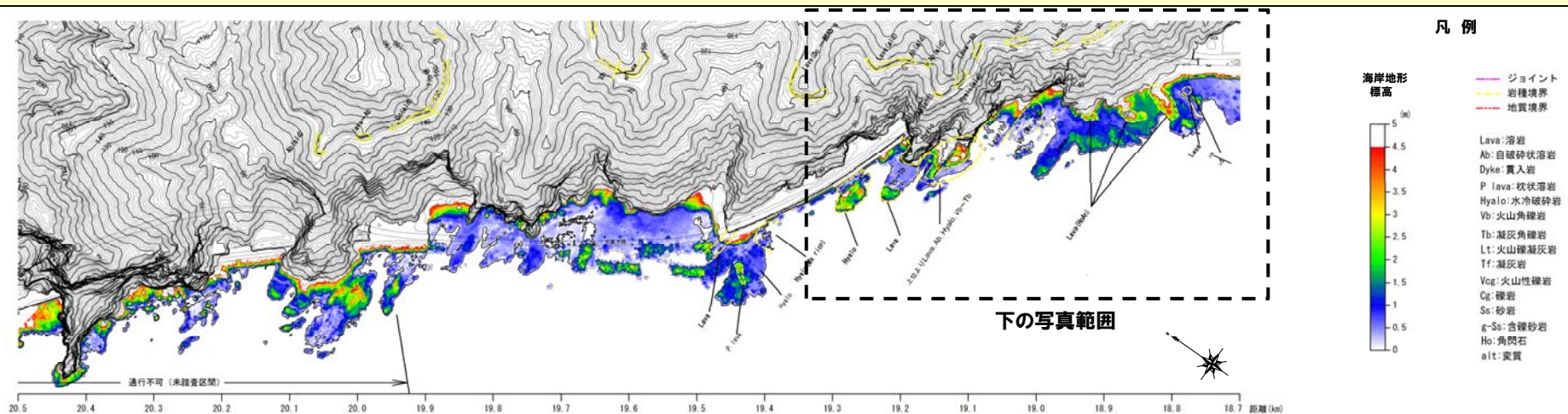
地形断面図

1.4 波食棚等の分布

大森周辺 (地形・地質・海岸線・植生ほか)

一部修正(3/19審査会合)

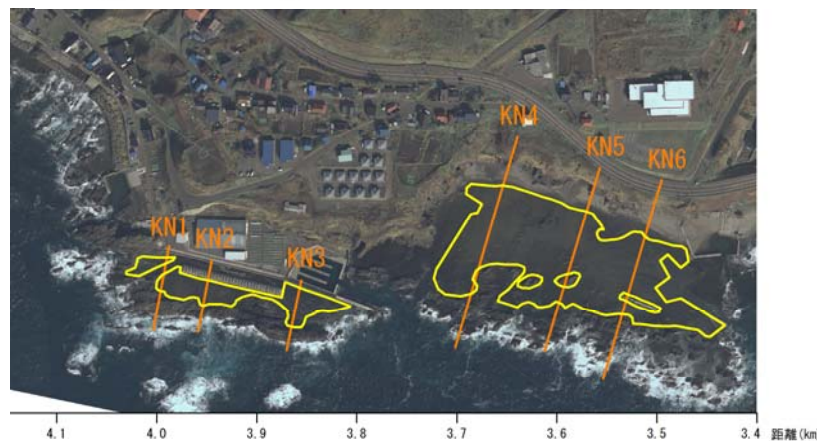
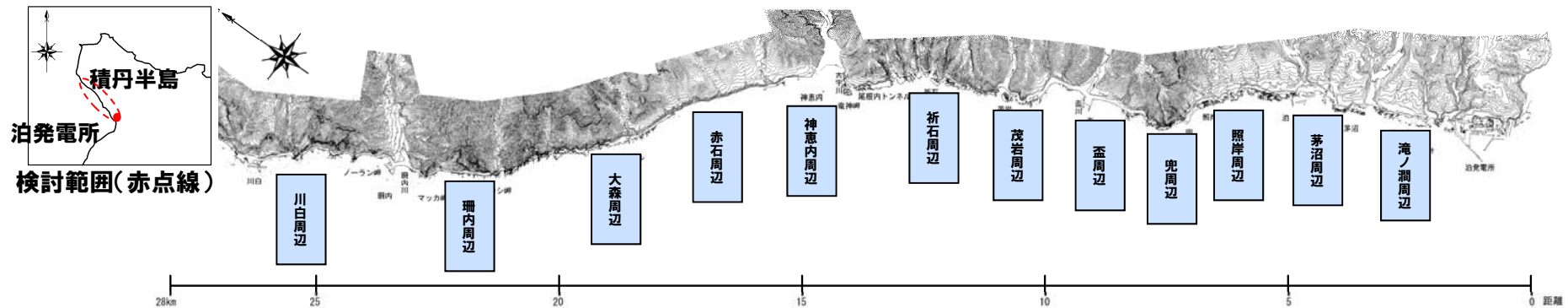
- 溶岩, 自破碎状溶岩, ハイアロクラスタイト及び火砕岩が分布し, 自破碎状溶岩及び火砕岩が尾根の先端部に幅の狭い波食棚を形成し, その前縁にランパートを形成している。
 - また, 侵食抵抗が相対的に強い溶岩やハイアロクラスタイトが局所的に分布し, 潮間帯より標高の高い地形を形成している。
 - 海食崖に植生は認められず, 基部には堆積物が認められない。
- **現在も侵食作用を受け続けている海岸地形と推定される。**



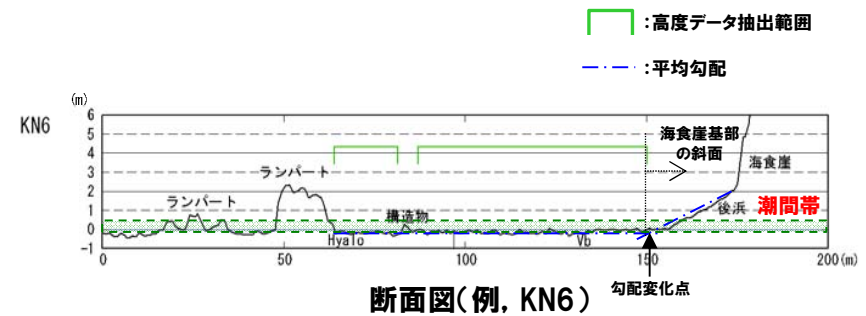
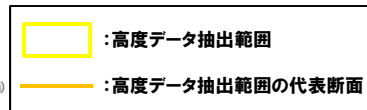
1.5 海岸地形高度の定量的評価

検討概要(目的と方法)

- 積丹半島西岸の海岸地形に関する成因の評価を目的として、潮間帯(T.P.+0.4m程度以下)付近に認められる波食棚と、潮間帯より標高の高い地形の「海岸地形高度の定量化」を実施した。
- 「滝ノ潤周辺」～「川白周辺」におけるDEMデータを用いて高度分布を整理した。
- データ間隔は、1m間隔である。
- 高度データは、以下の点を考慮して抽出した。
 - ・空中写真判読及び地表地質踏査により、「ランバート」、「スタック(陸地と切り離された孤立岩、又は、孤立岩ではないが尖った高まり)」、「海食崖基部の斜面」等を除外した範囲を対象とした。
 - ・「海食崖基部の斜面」は、基部周辺の平均勾配の勾配変化点までを基本とした。



抽出範囲(例)



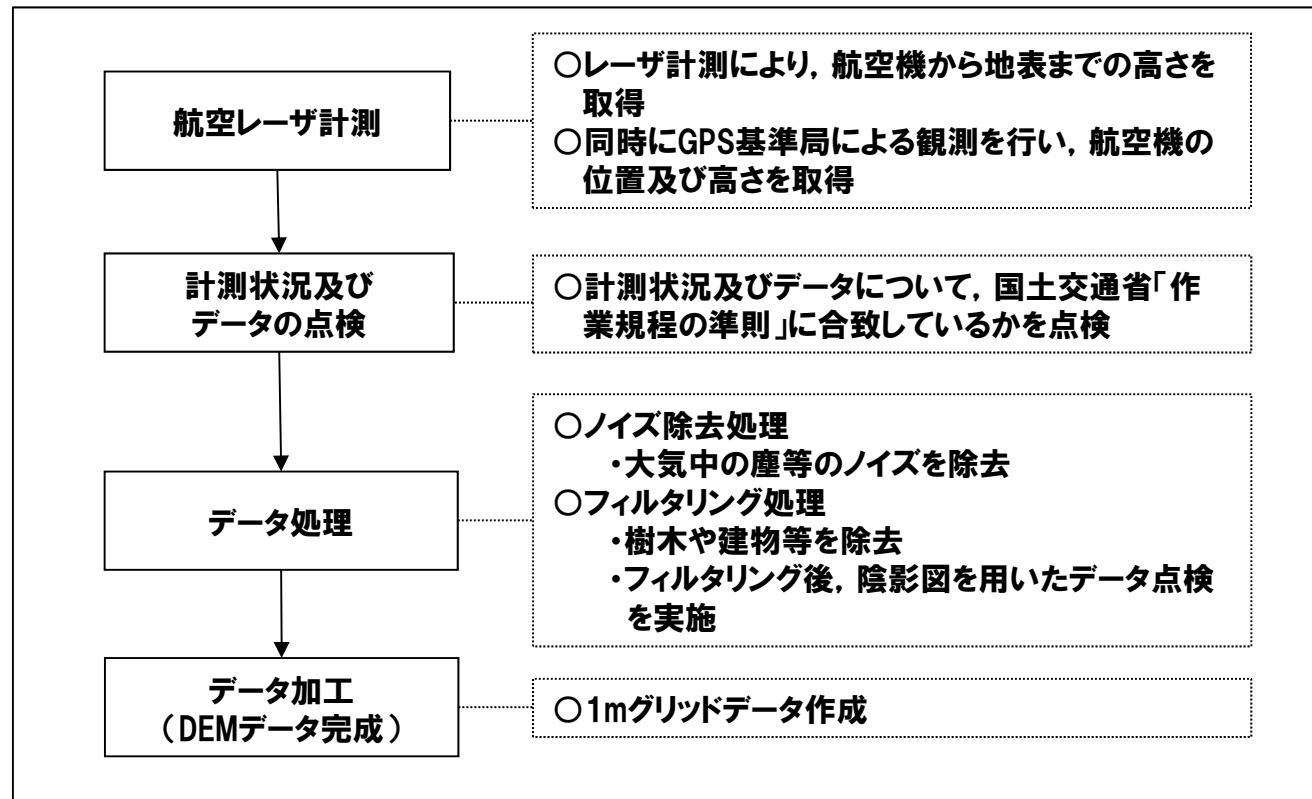
断面図(例, KN6)

1.5 海岸地形高度の定量的評価

DEMデータ

- 国土交通省「作業規程の準則」に準拠し、1mDEMデータを作成した。
- 1mDEMデータ作成に用いた航空計測データの欠測率は約3.2%であり、「作業規程の準則」に記載の上限値15%*より十分小さいこと等から、精度に問題がないことを確認した。

*「欠測率は、各格子間隔が1mを超える場合は10%以下、1m以下の場合は15%以下を標準とする。」(作業規程の準則より)



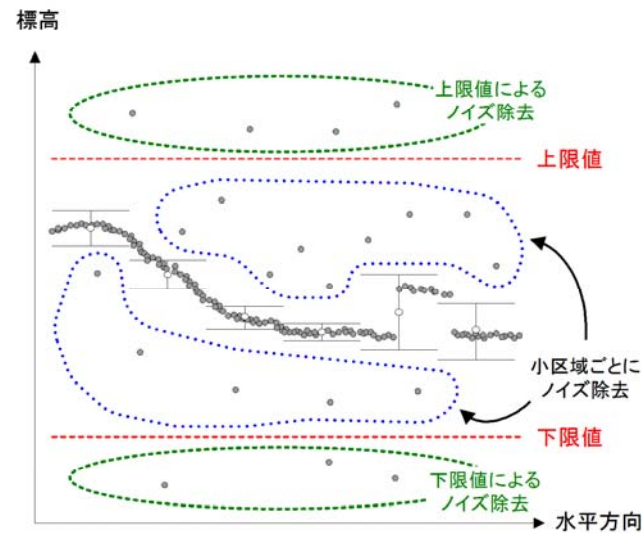
DEMデータ作成作業手順*

*国土交通省「作業規程の準則」に準拠

1.5 海岸地形高度の定量的評価

(参考)ノイズ除去処理

○航空レーザ測量のデータには、大気中の塵などで反射したデータがノイズ等のエラーとして表現されるため、ノイズ処理を行っている。



上限値ノイズ：雲、鳥、塵など
 下限値ノイズ：2重反射等

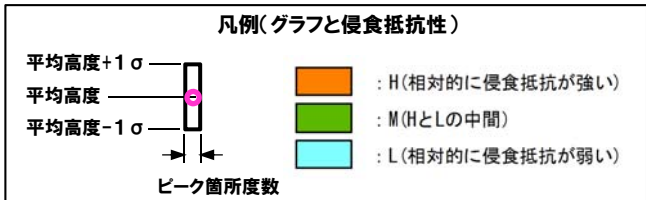
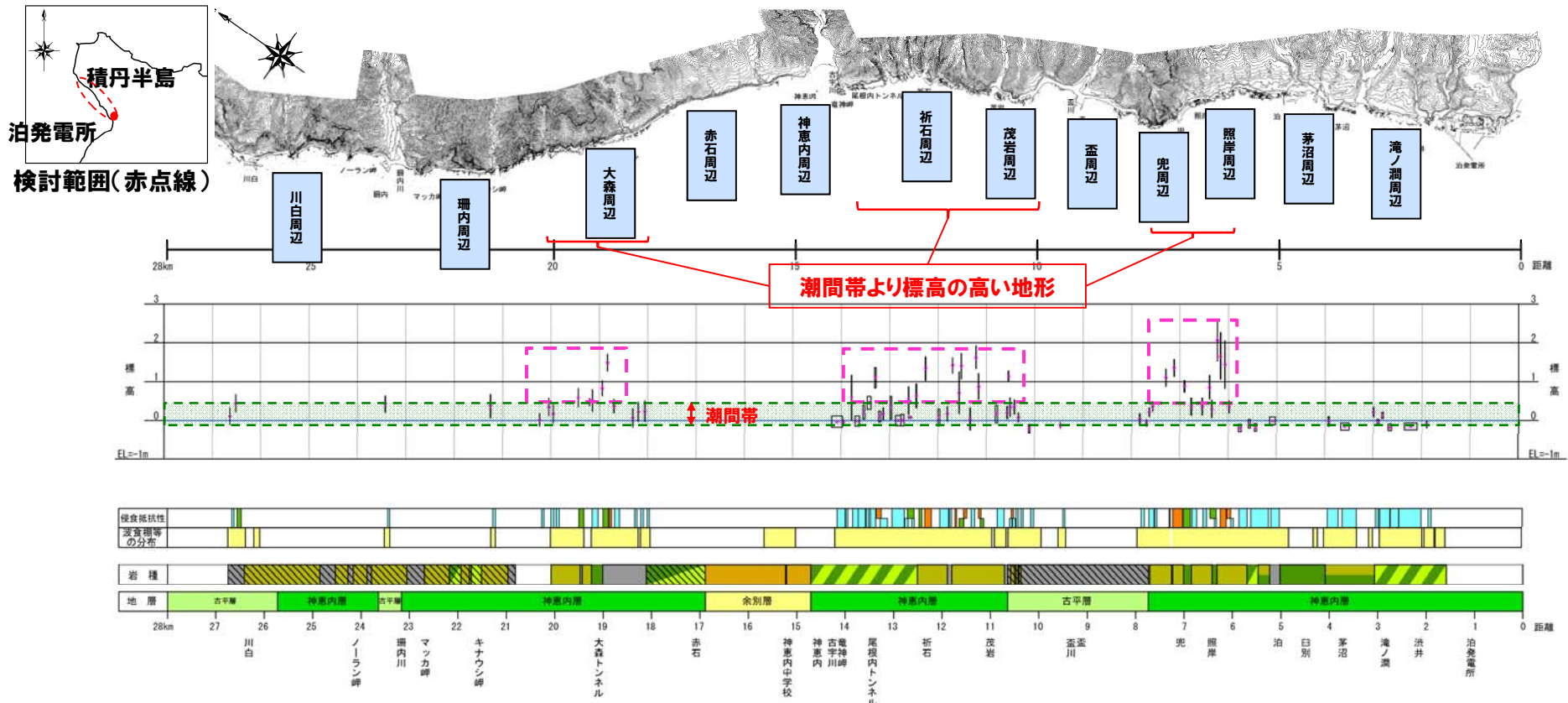
- 上限値ノイズの削除
 上限値から外れたノイズを上限値により削除
- 排気ガスノイズの削除
 小区域に分割し、その中で標高値を用いて統計計算し、標高値が周囲のデータと大きく異なるデータをノイズとして削除
- 反射ノイズの除去
 大きく下に外れたノイズを下限値により削除

ノイズ除去処理

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(全体)

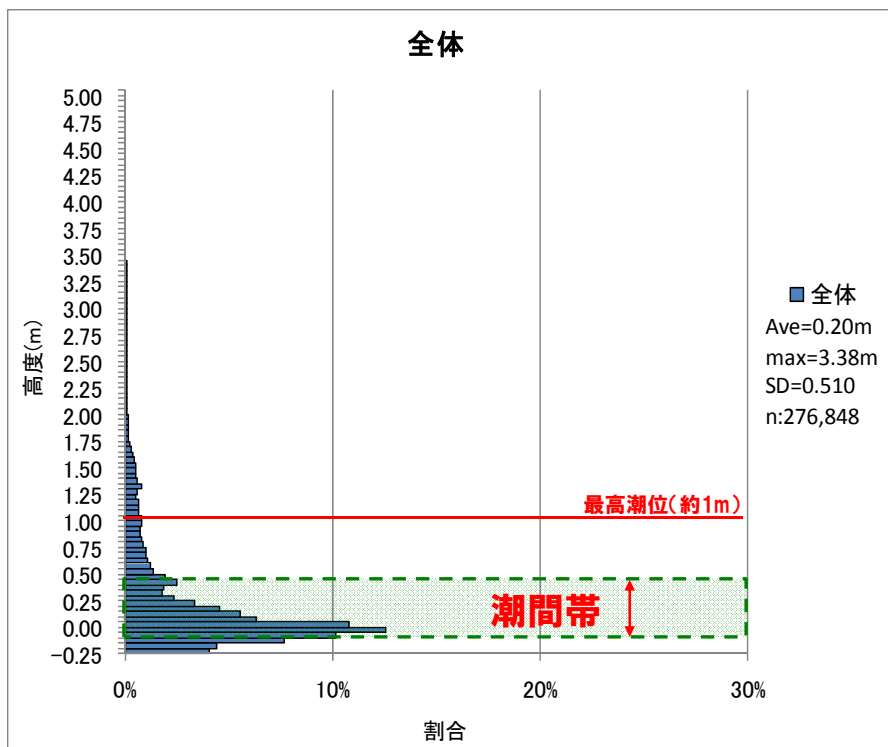
- 汀線方向では、高度分布が不連続である。
- 南北方向に向かって、高度分布が一定の傾向を持って変化するような系統性は認められない。
- 侵食抵抗が相対的に強い岩種・岩相が分布する箇所においては、潮間帯より標高の高い地形を形成している。



1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(全体)

- 積丹半島西岸(沿岸延長約30km)の海岸地形高度分布について分析した結果、**潮間帯より標高の高い地形は全体の20%程度の頻度であることを確認した。**
- 2003年1月～2012年12月までの月最高潮位の最高値(T.P.+0.96m≒T.P.+1m)より、**標高の高い地形は全体の10%程度の頻度であることを確認した。**

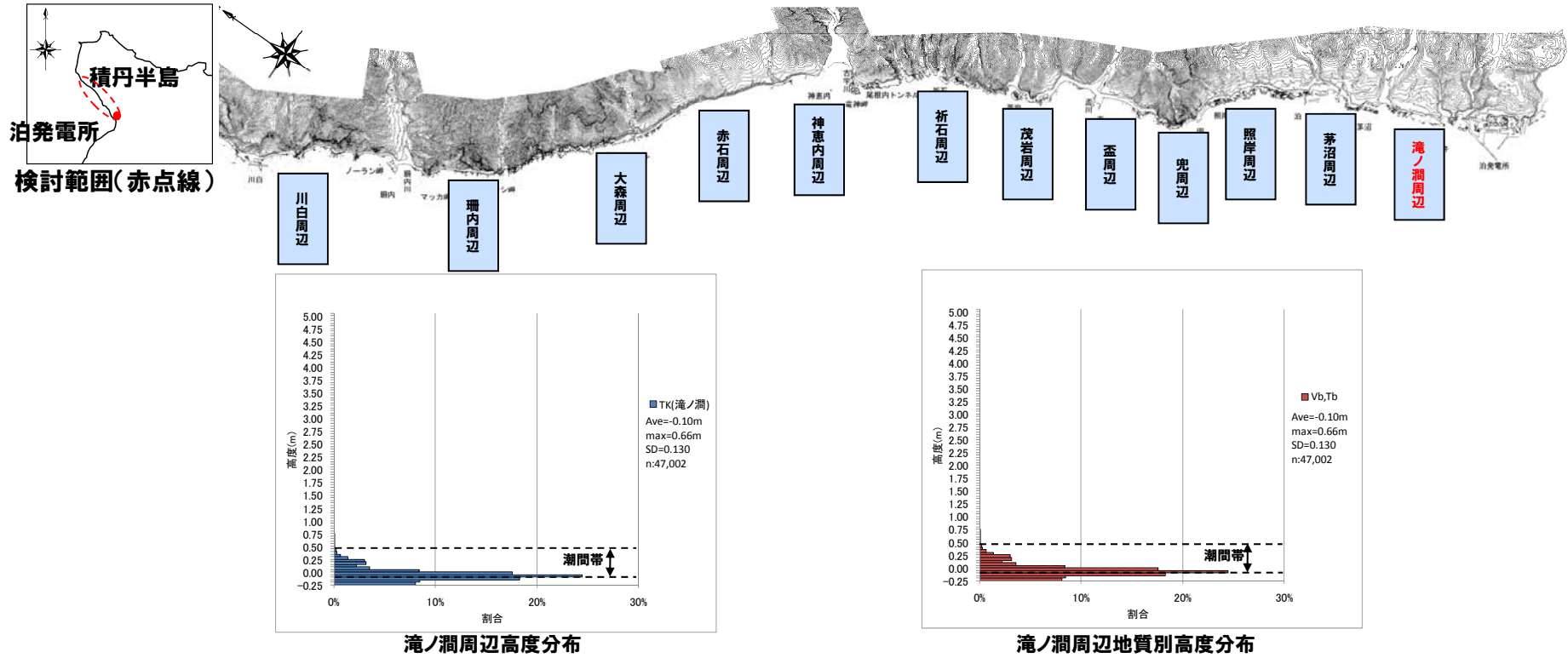


| 高さ (m) | 分布 (%) | 累積 (%) |
|---------|--------|--------|
| ~0.2 | 69.5 | |
| 0.2~0.3 | 4.2 | 73.7 |
| 0.3~0.4 | 4.3 | 78.0 |
| 0.4~0.6 | 5.7 | 83.7 |
| 0.6~0.8 | 3.7 | 87.4 |
| 0.8~1.0 | 3.1 | 90.5 |
| 1.0~1.2 | 2.6 | 93.1 |
| 1.2~1.4 | 2.5 | 95.6 |
| 1.4~1.6 | 1.8 | 97.4 |
| 1.6~1.8 | 1.0 | 98.4 |
| 1.8~2.0 | 0.6 | 99.0 |
| 2.0~ | 1.0 | 100.0 |

余白

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:滝ノ潤周辺)

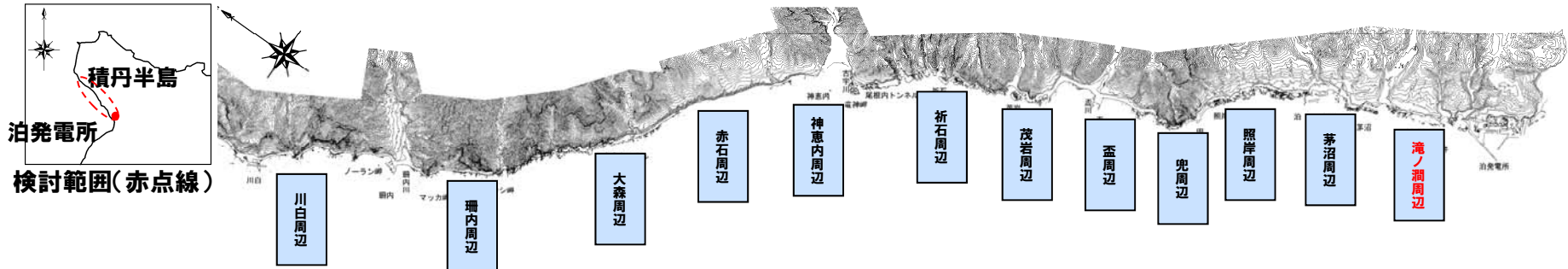


※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

| 項目 | | Vb, Tb |
|--------|--------------------|-----------------------------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.-0.10m(n=47,002) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 0.2 |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.-0.10m(n=47,002) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 0.2 |
| | 標準偏差 (m) | 0.13 |
| 評価 | | ○平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

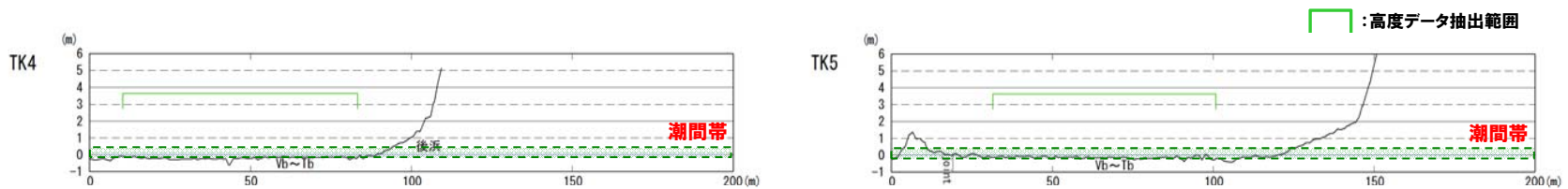
結果及び評価(地域別:滝ノ澗周辺)



【滝ノ澗周辺のVb_Tb】



滝ノ澗周辺状況写真(TK4, TK5付近)

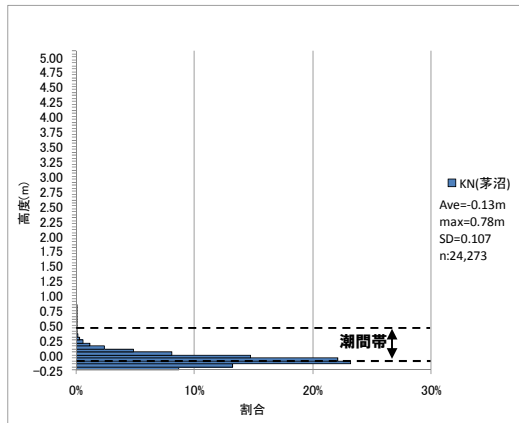
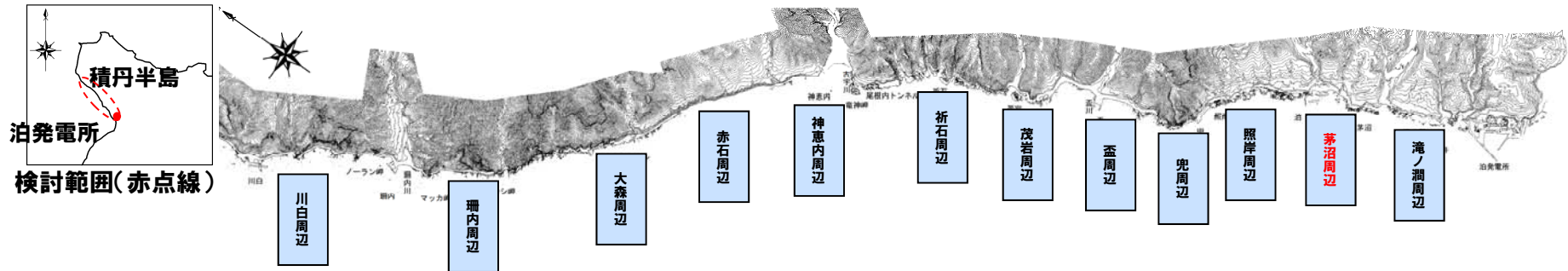


滝ノ澗周辺海岸地形断面

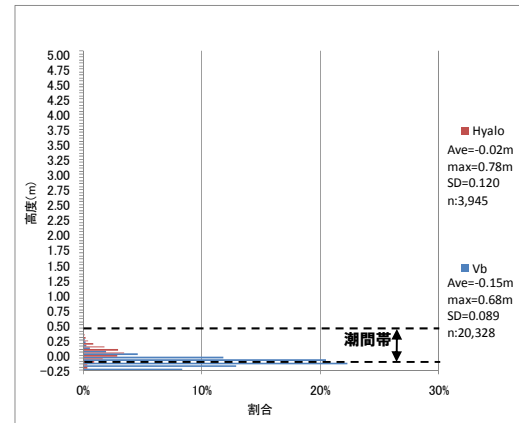
○潮間帯波食棚と判断される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:茅沼周辺)



茅沼周辺高度分布



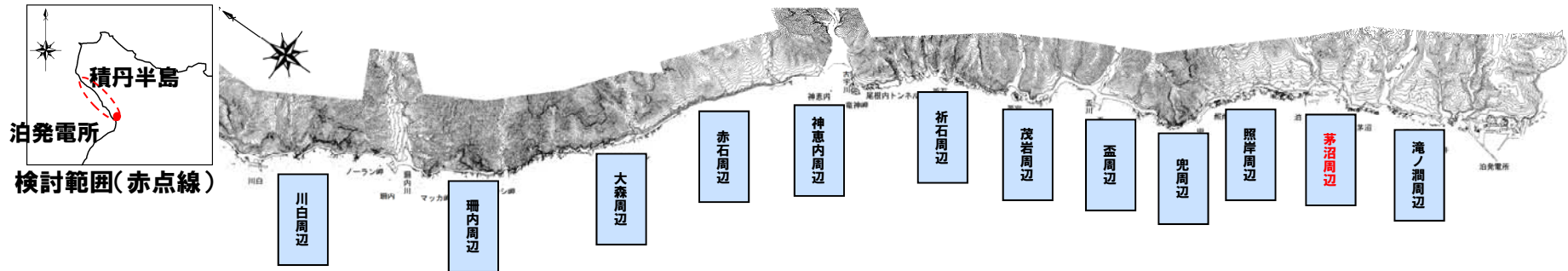
茅沼周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合には朱書き

| 項目 | | Hyalo | Vb |
|--------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.-0.13m(n=24,273) | |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合 (%) | 0.2 | |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.-0.02m(n=3,945) | T.P.-0.15m(n=20,328) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合 (%) | 0.8 | 0.1 |
| | 標準偏差 (m) | 0.12 | 0.09 |
| 評価 | | ○平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Hyaloは、基質の割合が大きい岩相である。 | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

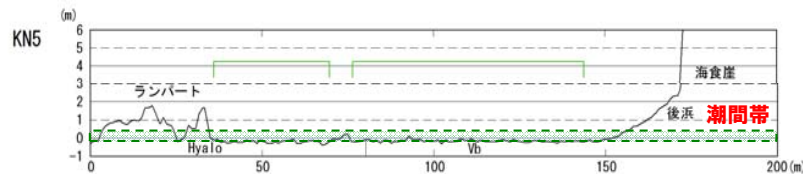
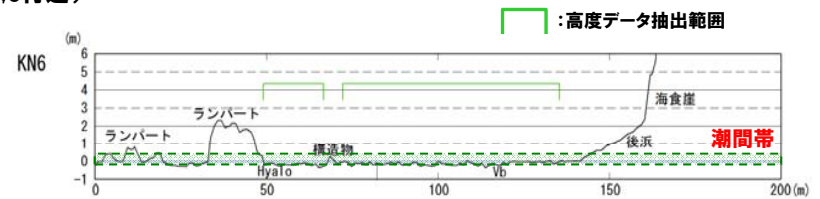
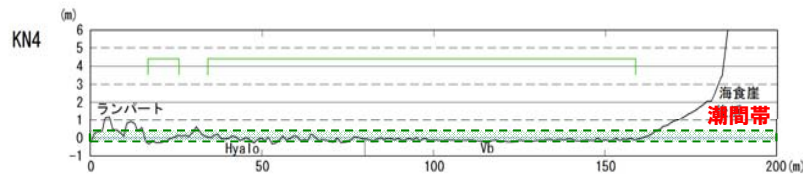
結果及び評価(地域別:茅沼周辺)



【茅沼周辺のHyalo_Vb】



茅沼周辺状況写真(KN4,5,6付近)

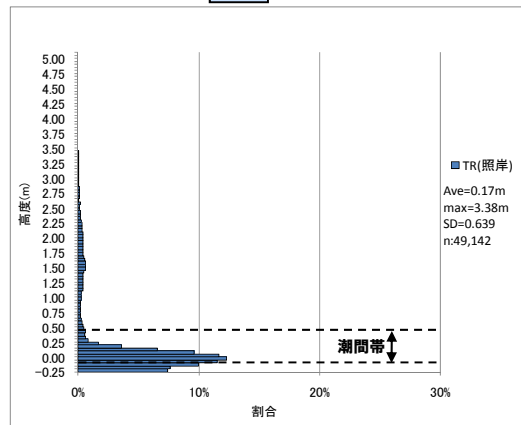
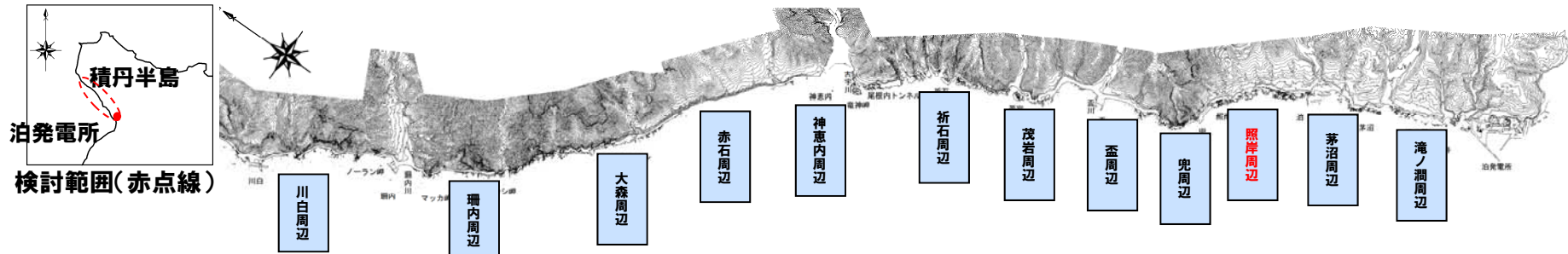


茅沼周辺海岸地形断面

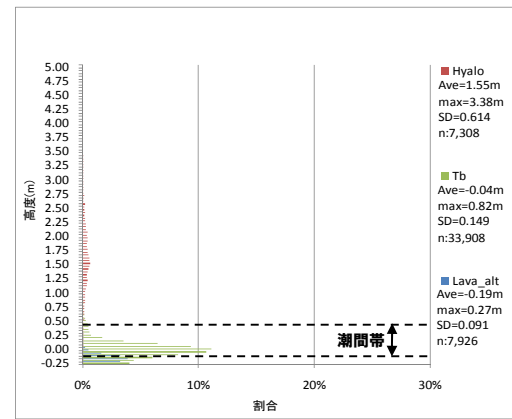
○潮間帯波食棚と判断される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:照岸周辺)



照岸周辺高度分布



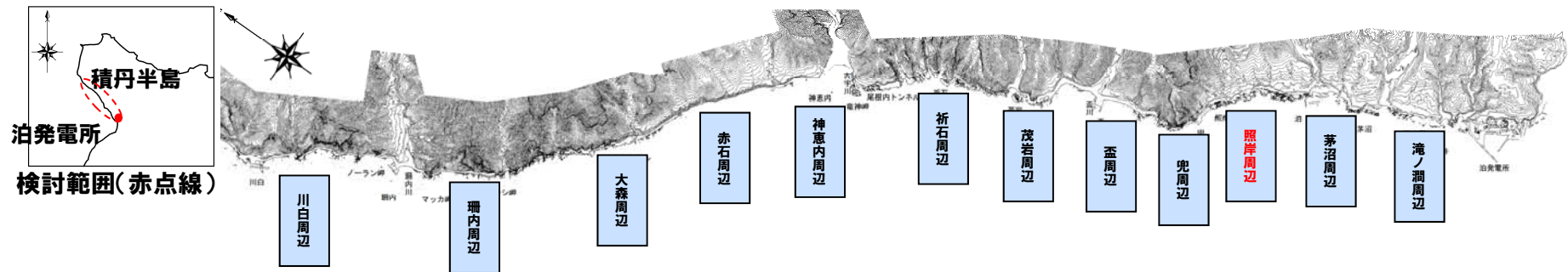
照岸周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合には朱書き

| 項目 | | Tb | Lava_alt | Hyalo |
|--------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.+0.17(n=49,142) | | |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 15.4 | | |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.-0.04(n=33,908) | T.P.-0.19(n=7,926) | T.P.+1.55(n=7,308) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 1.7 | 0.0 | 96.1 |
| | 標準偏差 (m) | 0.15 | 0.09 | 0.61 |
| 評価 | | ○Tb及びLava_altの平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Hyaloは、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。 | | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

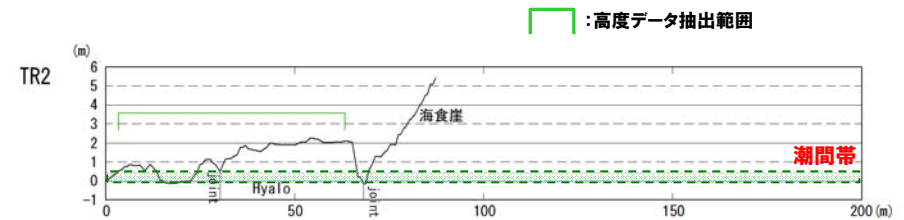
結果及び評価(地域別:照岸周辺)



【照岸周辺のHyalo】



照岸周辺状況写真(TR2付近, Hyalo)

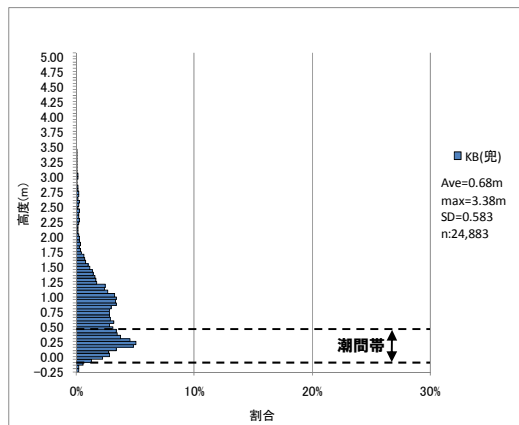
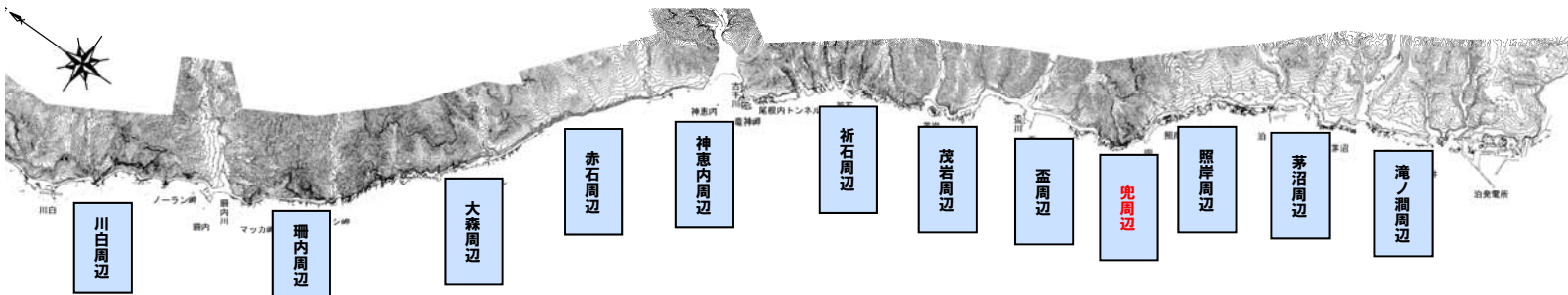
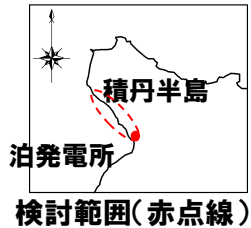


照岸周辺海岸地形断面(Hyalo)

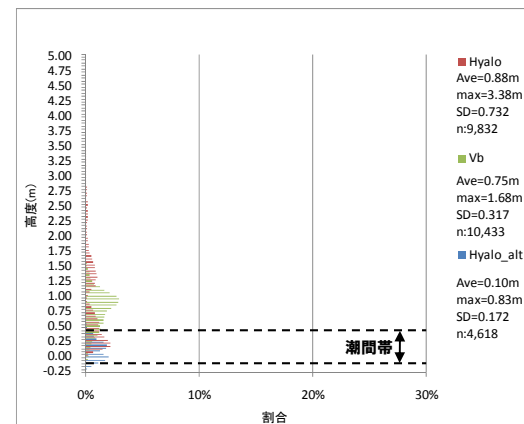
○一部に認められるHyaloが形成する地形は、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:兜周辺)



兜周辺高度分布



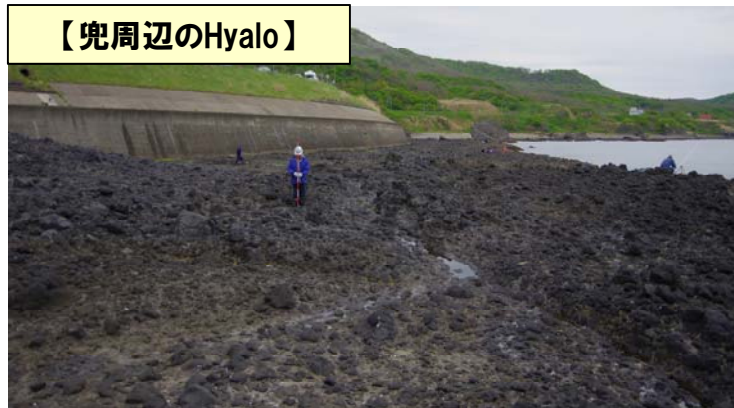
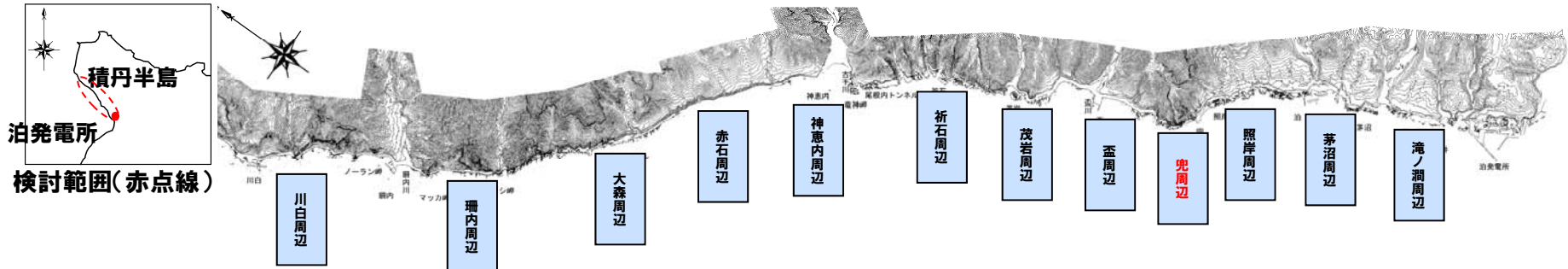
兜周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合には朱書き

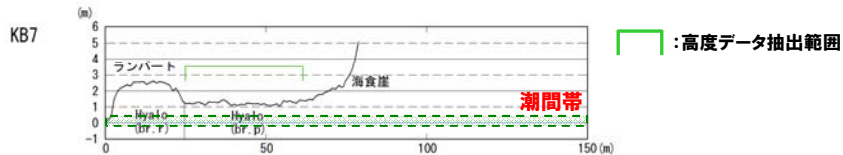
| 項目 | Hyalto_alt | Vb | Hyalto |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 全体 | 平均高度(m) | | |
| | T.P.+0.68(n=24,883) | | |
| 岩種・岩相別 | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | | |
| | 61.6 | | |
| | 平均高度(m) | T.P.+0.10(n=4,618) | T.P.+0.75(n=10,433) |
| 岩種・岩相別 | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | | |
| | 4.3 | | |
| 岩種・岩相別 | 標準偏差(m) | | |
| | 0.17 | | |
| 評価 | ○Hyalto_altの平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Vb及びHyaltoは、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。 | | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:兜周辺)



兜周辺状況写真(KB8付近, Hyalo)

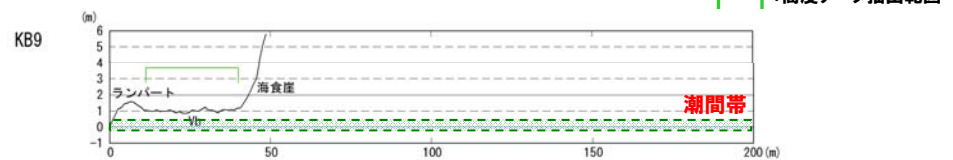


兜周辺海岸地形断面(Hyalo)



Vb礫大, 礫多(KB9)

兜周辺状況写真(KB9付近, Vb)

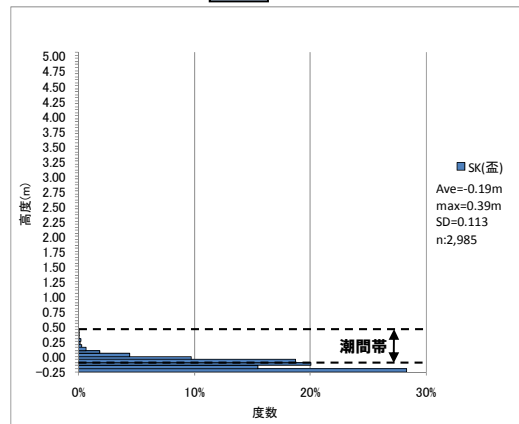
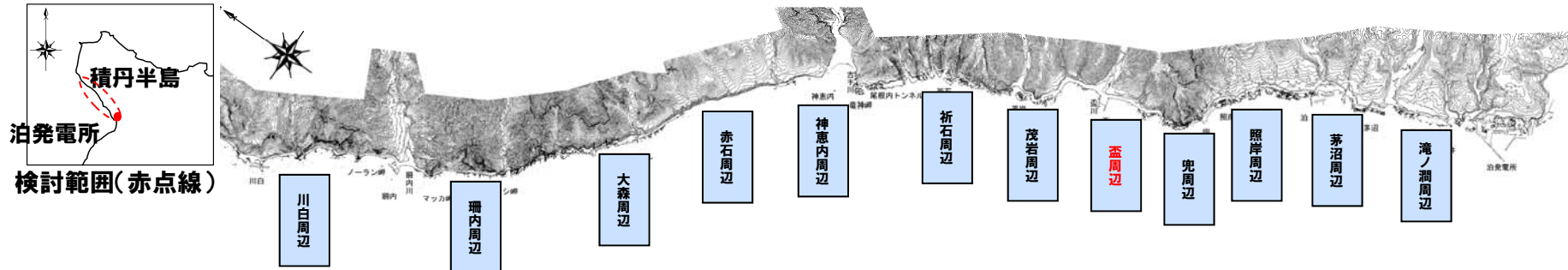


兜周辺海岸地形断面(Vb)

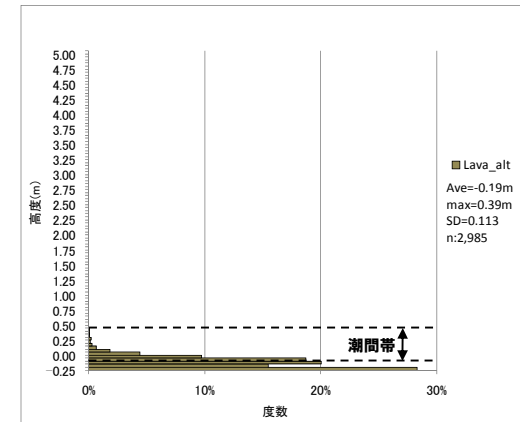
○Hyalo及びVbが形成する地形は、平均高度が潮間帯より高く、標準偏差(ばらつき)が大きいことから、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:盃周辺)



盃周辺高度分布



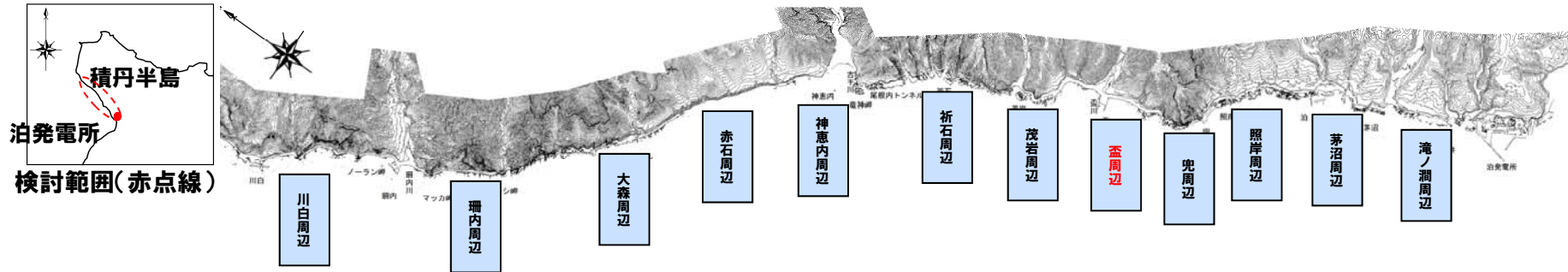
盃周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合には朱書き

| 項目 | | Lava_alt |
|--------|--------------------|-------------------------------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.-0.19m(n=2,985) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 0.0 |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.-0.19m(n=2,985) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 0.0 |
| | 標準偏差 (m) | 0.11 |
| 評価 | | ○平均高度は潮間帯であり, 標準偏差が小さいことから, 潮間帯波食棚と判断される。 |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

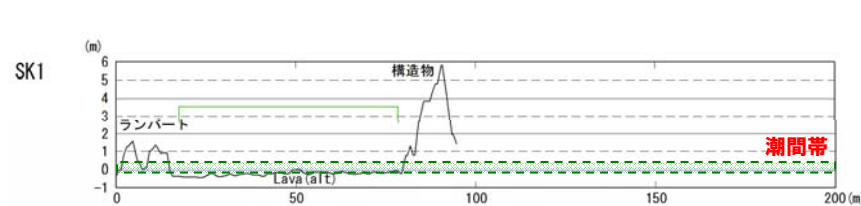
結果及び評価(地域別: 盃周辺)



【盃周辺のLava_alt】



盃周辺状況写真(SK1付近, Lava_alt)



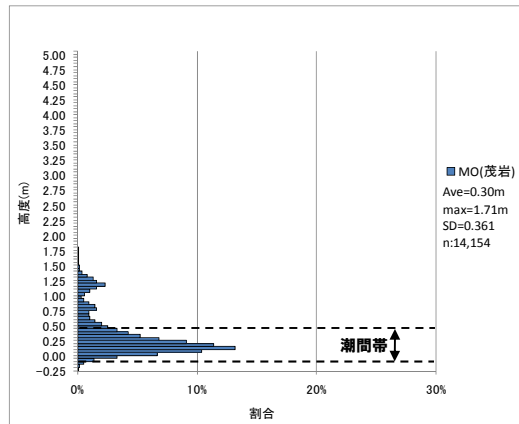
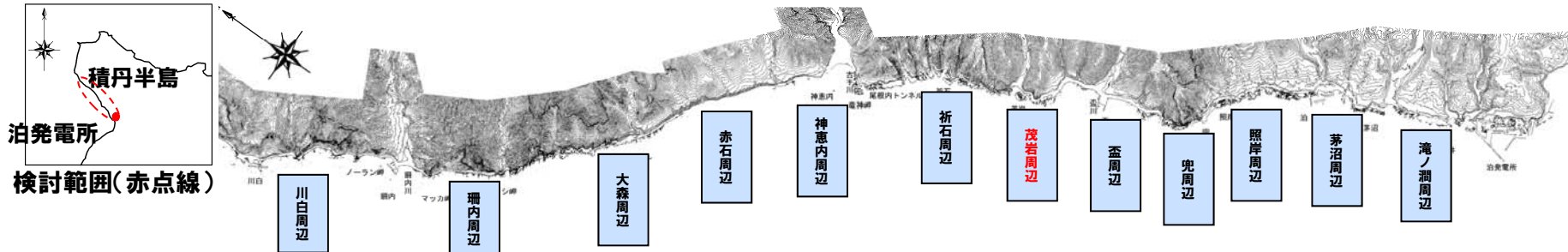
盃周辺海岸地形断面(Lava_alt)

□ : 高度データ抽出範囲

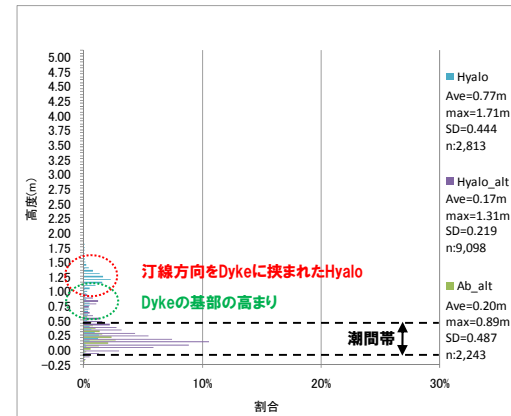
○潮間帯波食棚と判断される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:茂岩周辺)



茂岩周辺高度分布



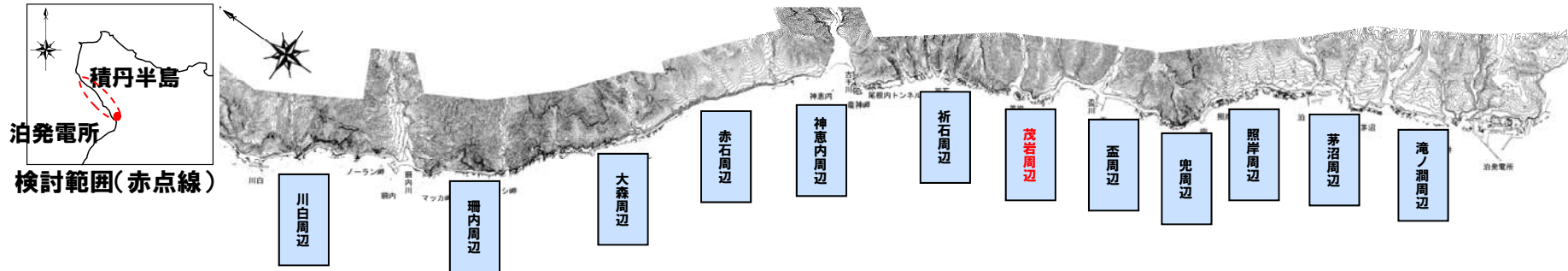
茂岩周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

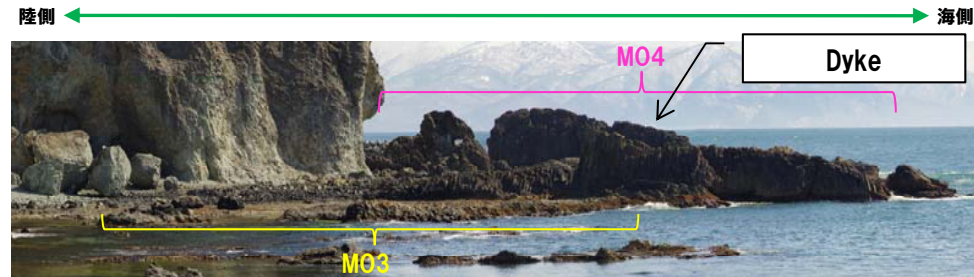
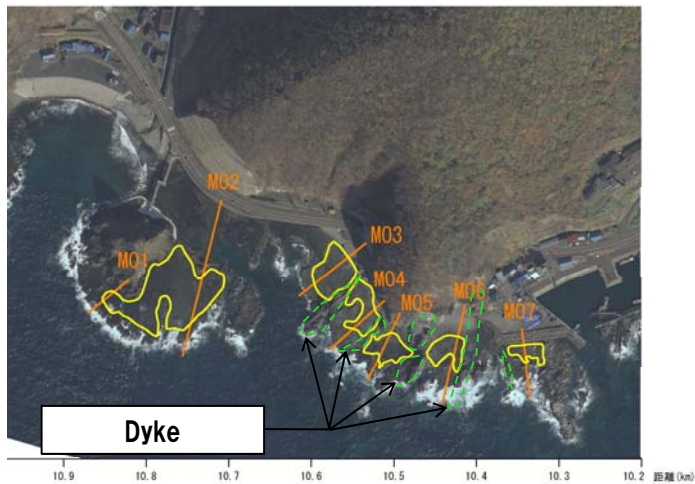
| 項目 | | Hyalto_alt | Ab_alt | Hyalto |
|--------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.+0.30(n=14,154) | | |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 24.2 | | |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.+0.17(n=9,098) | T.P.+0.20(n=2,243) | T.P.+0.77(n=2,813) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 13.2 | 11.2 | 70.1 |
| | 標準偏差 (m) | 0.22 | 0.49 | 0.44 |
| 評価 | | ○Hyalto_altの平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Ab_altは、標準偏差が大きいものの殆ど潮間帯の標高であるため、概ね潮間帯波食棚と判断される。 ○Hyaltoは、高度1.2m付近に特異なピークを有している(次頁以降で説明)。 ○Hyalto_altは、高度0.75m付近に特異なピークを有している(次頁以降で説明)。 | | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

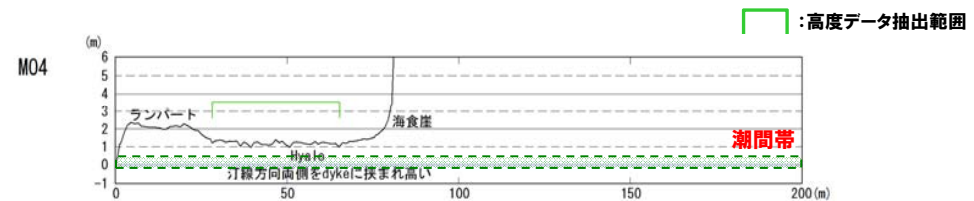
結果及び評価(地域別: 茂岩周辺)



<汀線方向をDykeに挟まれたHyalo【M04】>



茂岩周辺状況写真(M04付近, Hyalo)

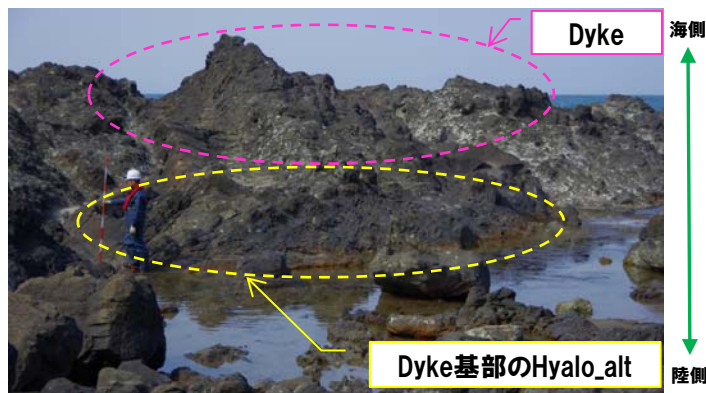
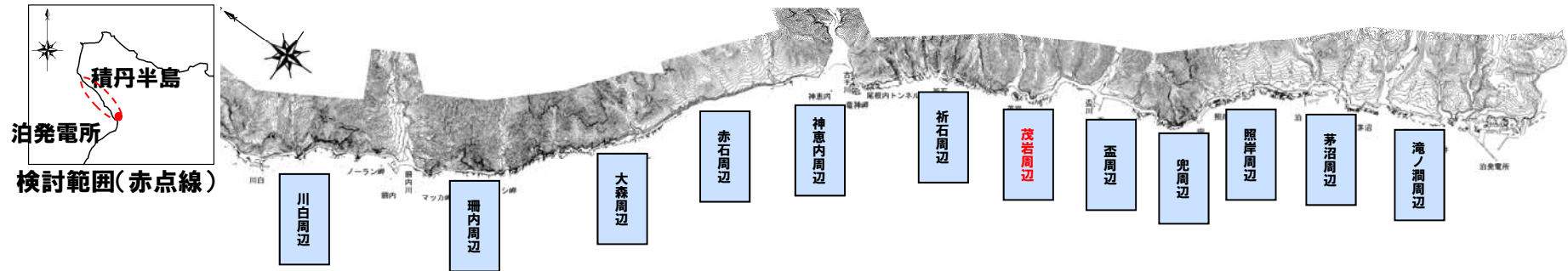


茂岩周辺海岸地形断面(Hyalo)

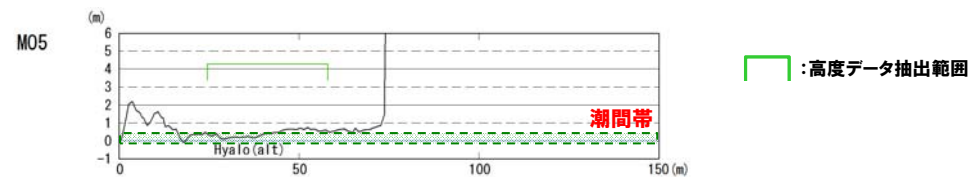
○一部に認められる汀線方向をDykeに挟まれているHyaloが形成する地形は、波浪による侵食、乾湿の繰り返しの影響を相対的に受けにくいことから、局所的に高度が高くなっているものと推定される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別: 茂岩周辺)



茂岩周辺状況写真(M05付近, Hyalo_alt)



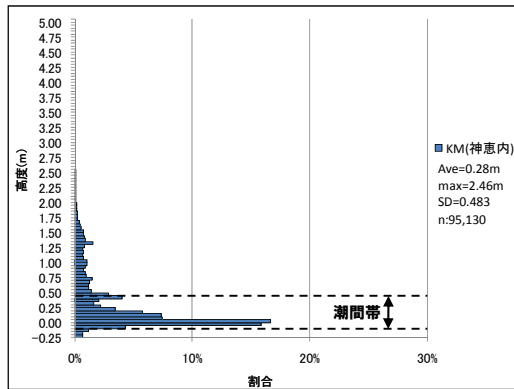
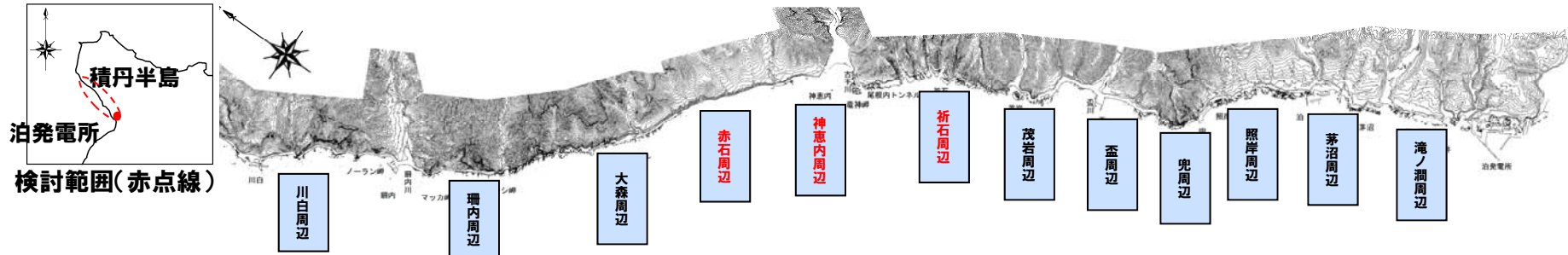
茂岩周辺海岸地形断面(Hyalo_alt)

○一部に認められるDyke基部のHyalo_altが形成する地形は、波浪による侵食、乾湿の繰り返しの影響を相対的に受けにくいことから、局所的に高度が高くなっているものと推定される。

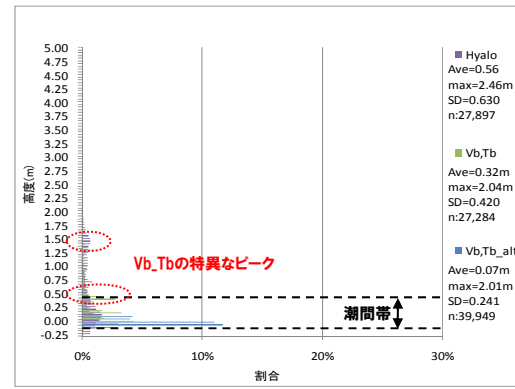
余白

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:神恵内周辺(折石, 赤石周辺含む))



神恵内周辺高度分布



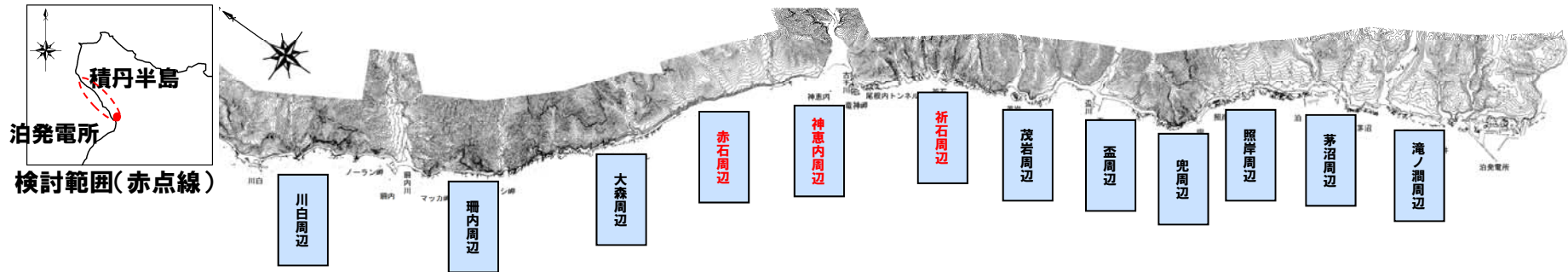
神恵内周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

| 項目 | | Vb, Tb | Vb, Tb_alt | Hyalo |
|--------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.+0.28(n=95,130) | | |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 26.6 | | |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.+0.32(n=27,284) | T.P.+0.07(n=39,949) | T.P.+0.56(n=27,897) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 28.3 | 10.7 | 47.5 |
| | 標準偏差 (m) | 0.42 | 0.24 | 0.63 |
| 評価 | | ○Vb_Tb_altの平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Vb_Tb及びHyalolは、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。 ○Vb_Tbは、高度0.5m及び1.3m付近に特異なピークを有している(次頁以降で説明)。 | | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

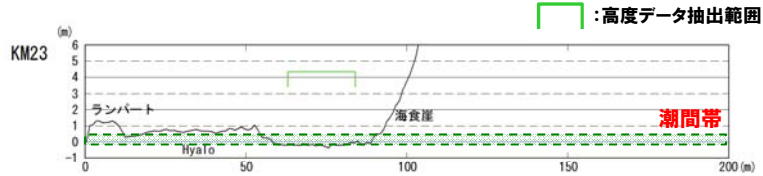
結果及び評価(地域別:神恵内周辺(折石, 赤石周辺含む))



【神恵内周辺のHyalo】



神恵内周辺状況写真(KM23付近, Hyalo)

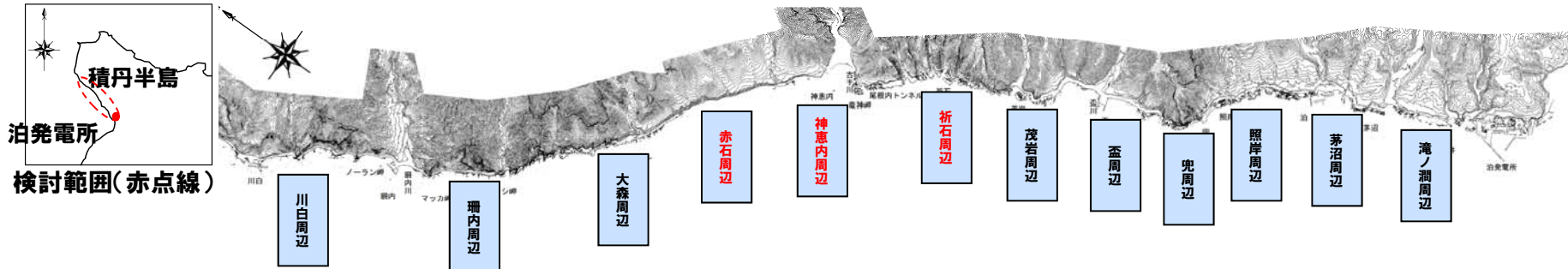


神恵内周辺海岸地形断面(Hyalo)

○一部に認められるHyaloが形成する地形は、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:神恵内周辺(祈石, 赤石周辺含む))



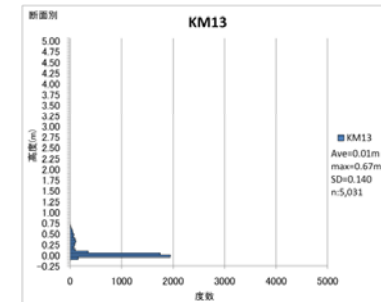
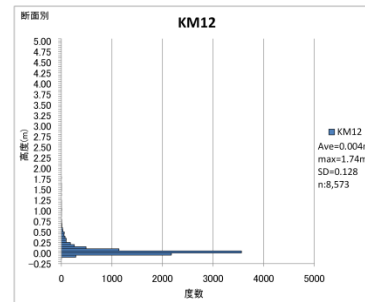
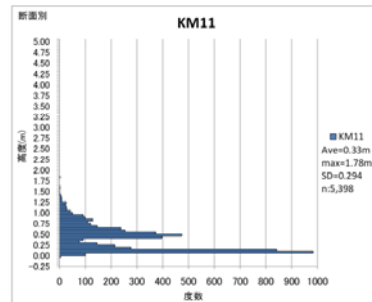
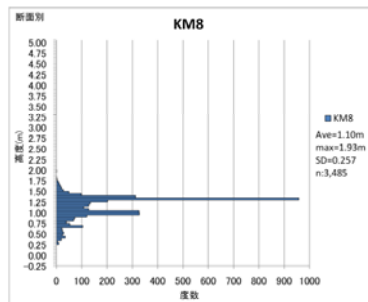
<Vb_Tbの分布高度の特異なピーク>



神恵内周辺状況写真(KM8付近, Vb)



神恵内周辺状況写真(KM11, KM12, KM13付近, Vb_Tb)

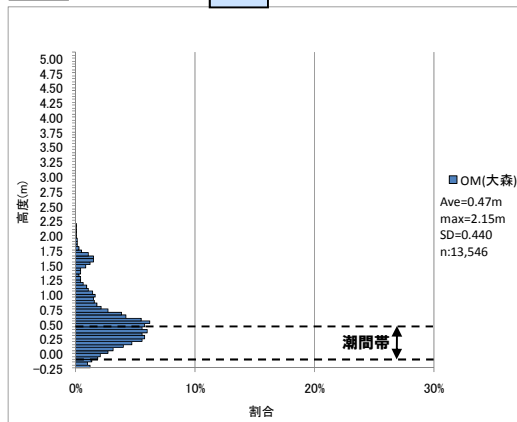
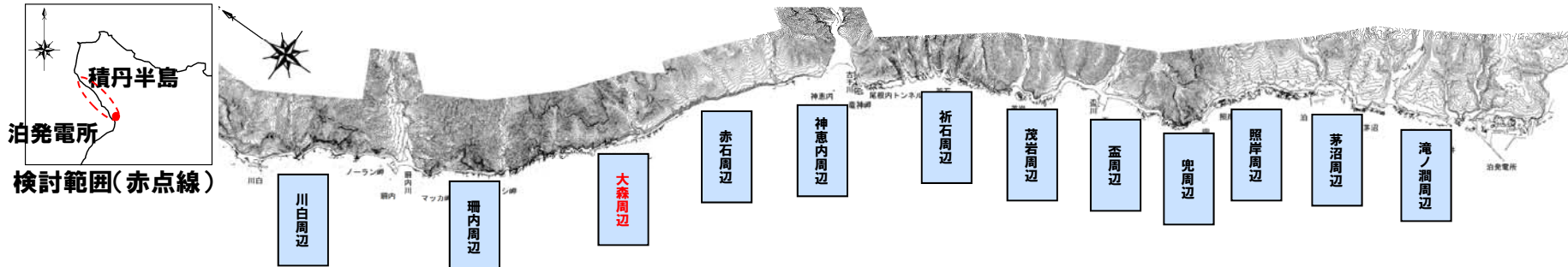


○凹凸の分布は汀線方向であり, 互層を成している岩種の硬軟または礫径の大小等に起因するものと想定される。

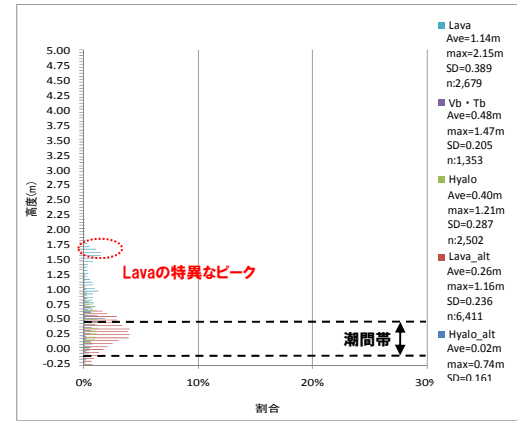
余白

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:大森周辺)



大森周辺高度分布



大森周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

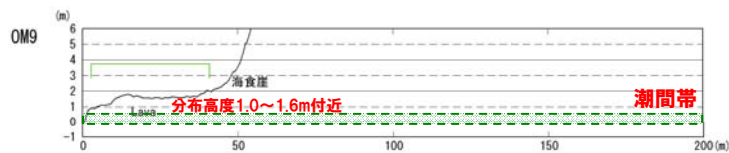
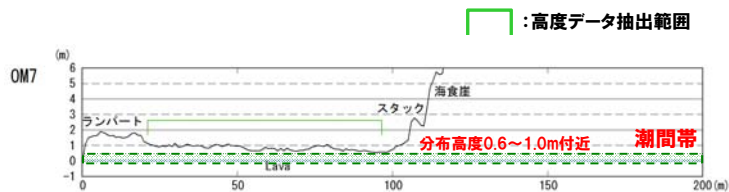
| 項目 | | Vb, Tb | Lava | Lava_alt | Hyalo | Hyalo_alt |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.+0.47(n=13,546) | | | | |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 49.8 | | | | |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.+0.48(n=1,353) | T.P.+1.14(n=2,679) | T.P.+0.26(n=6,411) | T.P.+0.40(n=2,502) | T.P.+0.02(n=601) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 68.1 | 99.6 | 29.4 | 50.0 | 2.3 |
| | 標準偏差 (m) | 0.21 | 0.39 | 0.24 | 0.29 | 0.16 |
| 評価 | | ○Lava_alt及びHyalo_altの平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Vb_Tb, Lava及びHyaloは、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。 ○Lavaは、高度1.6m付近に特異なピークを有している(次頁以降で説明)。 | | | | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:大森周辺)



<Lavaの分布高度の特異なピーク>



大森周辺海岸地形断面

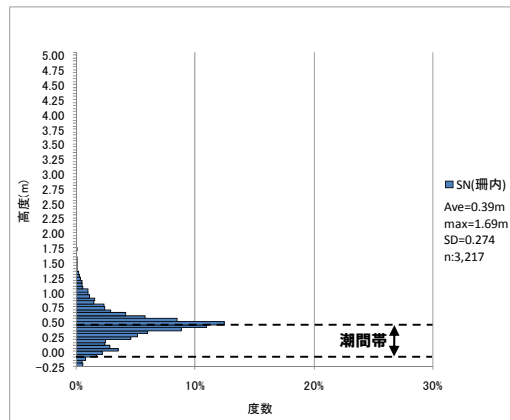
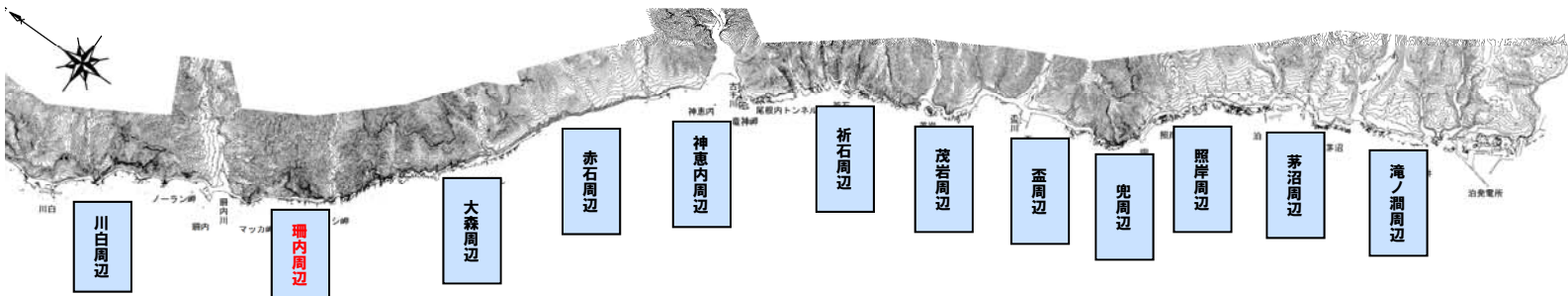
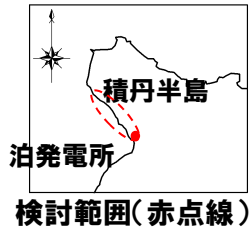


大森周辺状況写真(OM7付近)

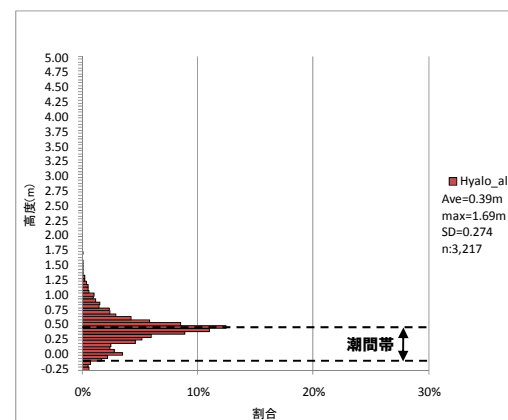
○Lavaが形成する地形は、汀線方向に標高が変化しており、それらの分布標高に応じたピークが認められる。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別: 珊内周辺)



珊内周辺高度分布



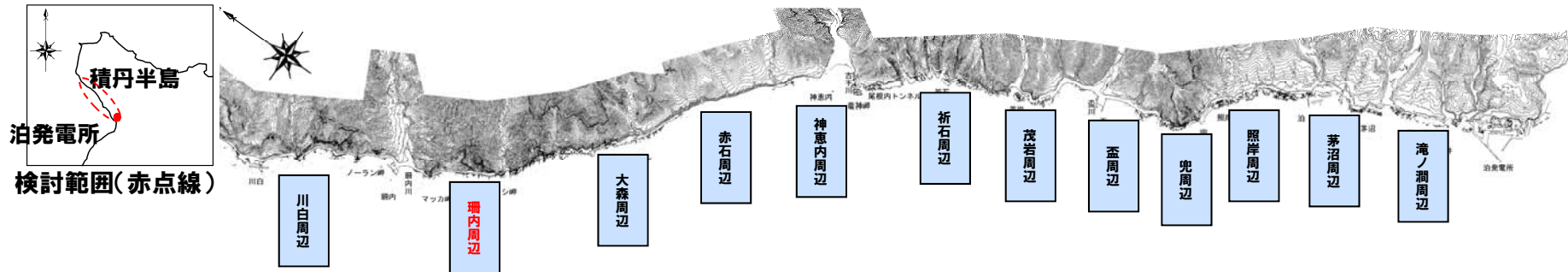
珊内周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合には朱書き

| 項目 | | Hyalo_alt |
|--------|---------------------|---------------------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.+0.39m(n=3,217) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合 (%) | 47.5 |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.+0.39m(n=3,217) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合 (%) | 47.5 |
| | 標準偏差 (m) | 0.27 |
| 評価 | | ○波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。 |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

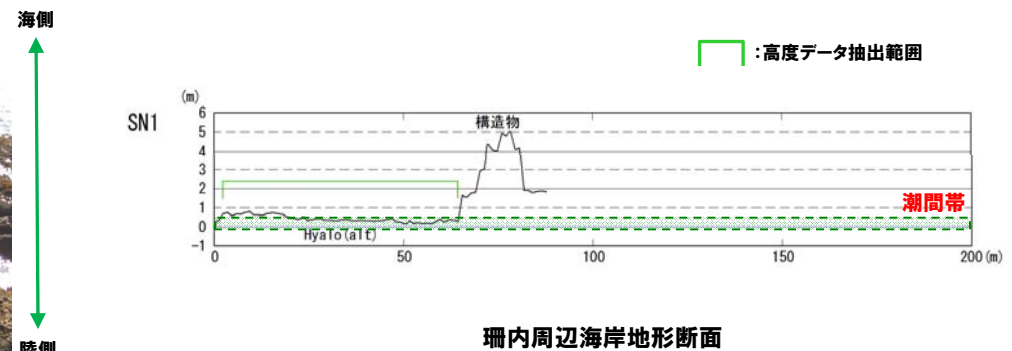
結果及び評価(地域別: 珊内周辺)



【珊内周辺のHyalo_alt】



珊内周辺状況写真(SN1付近)

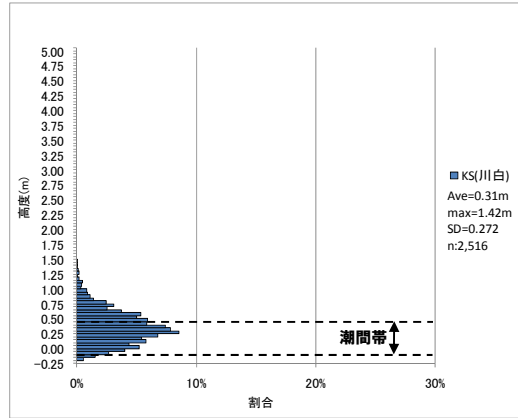
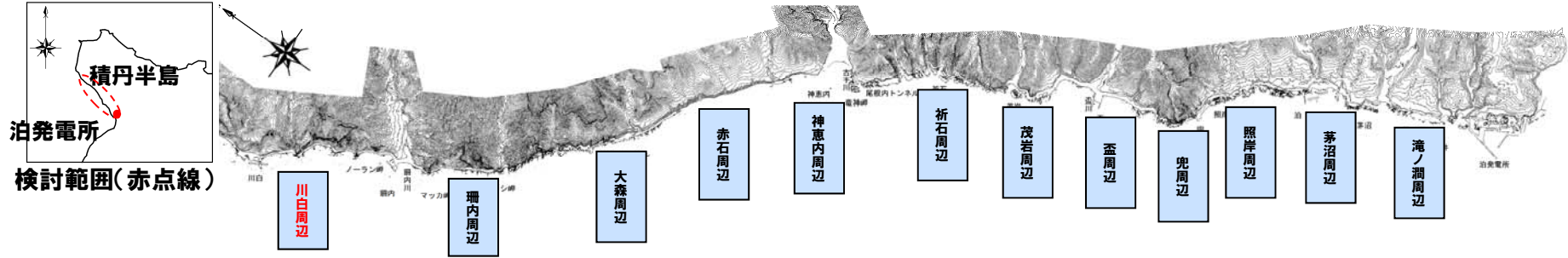


珊内周辺海岸地形断面

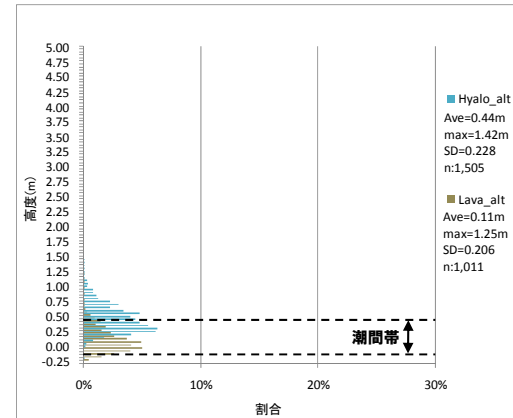
○標準偏差(ばらつき)が大きく、潮間帯より標高の高い地形の割合が大きいため、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:川白周辺)



川白周辺高度分布



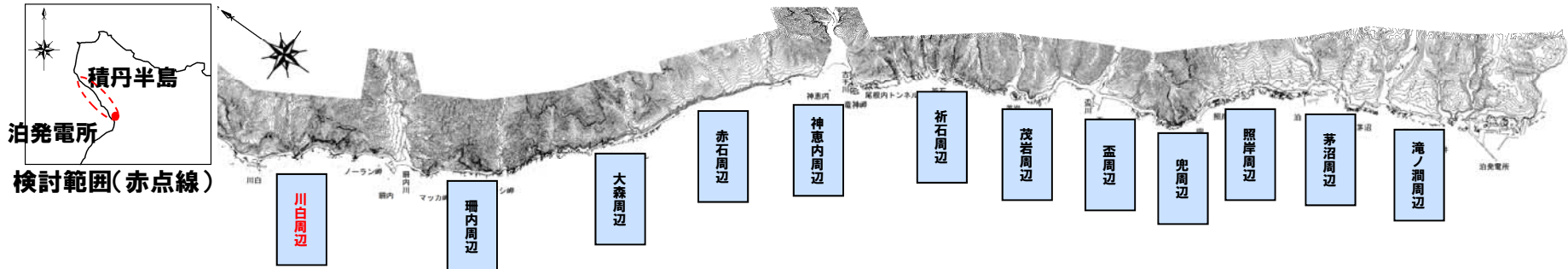
川白周辺地質別高度分布

※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

| 項目 | | Lava_alt | Hyalo_alt |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 全体 | 平均高度 (m) | T.P.+0.31(n=2,516) | |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 34.1 | |
| 岩種・岩相別 | 平均高度 (m) | T.P.+0.11(n=1,011) | T.P.+0.44(n=1,505) |
| | 潮間帯より標高の高い地形の割合(%) | 10.4 | 50.0 |
| | 標準偏差 (m) | 0.21 | 0.23 |
| 評価 | | ○Lava_altの平均高度は潮間帯であり、標準偏差が小さいことから、潮間帯波食棚と判断される。 ○Hyalo_altは平均高度が潮間帯付近であるが、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。 | |

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(地域別:川白周辺)



【川白周辺のLava_alt】



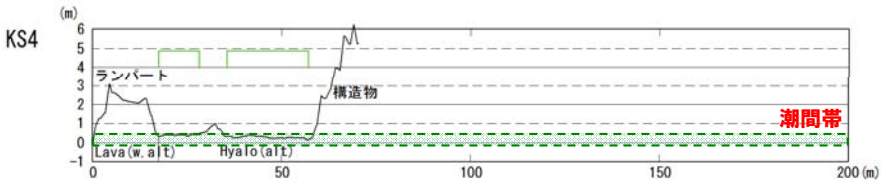
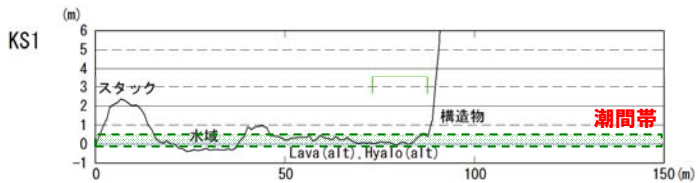
川白周辺状況写真(KS1付近, Lava_alt)

【川白周辺のHyalo_alt】



川白周辺状況写真(KS4付近, Hyalo)

高度データ抽出範囲



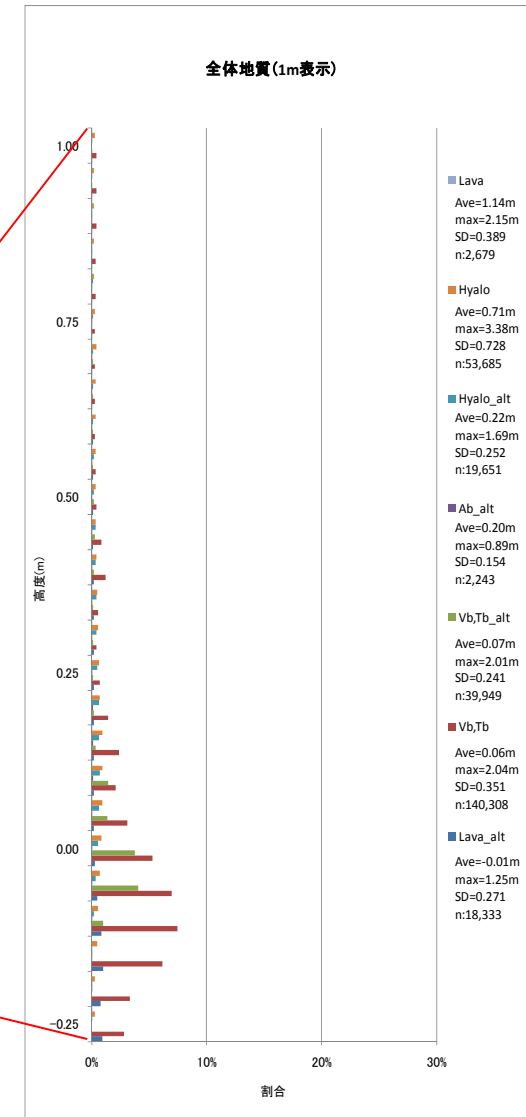
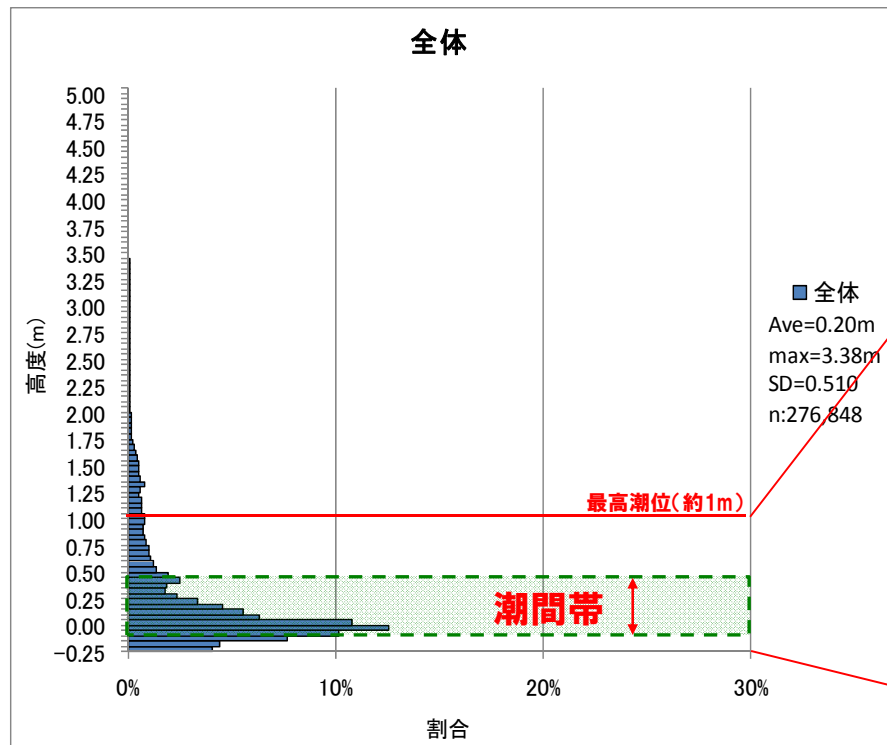
川白周辺海岸地形断面

- Lava_altは潮間帯波食棚と判断される。
- Hyalo_altは、波浪による侵食作用が現在も進行している海岸地形と推定される。

1.5 海岸地形高度の定量的評価

結果及び評価(まとめ)

- 潮間帯より標高の高い地形は、全体の20%程度の頻度であることを確認した。
- 海岸地形高度は、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱によって平均高度及び標準偏差(ばらつき)が異なる。



全体地質別高度分布(~1mまで)

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

検討概要(地震性隆起の特徴を踏まえた検討)

○以下の項目についてレビュー, 整理した。

- ・海岸地形の形成要因
- ・海岸地形の形成時期
- ・活断層の活動間隔と隆起量

○上記を踏まえて, 積丹半島西岸の海岸地形について考察した。

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

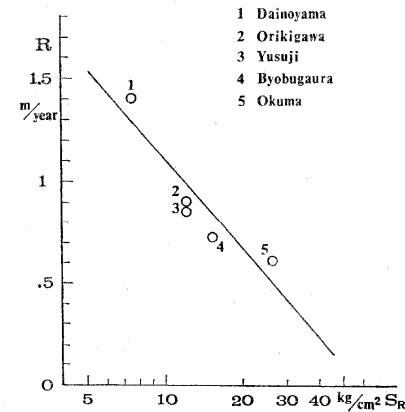
海岸地形の形成要因(砂村, 1975)

- 海食崖の後退速度及び波食棚の形成は、崖基部を構成する岩石の抵抗力及び波の侵食力に関係があるとしている。
- 野外研究により、火成岩は、堆積岩に比べ、海食崖の後退速度が1桁以上小さいとしている。
- また、海食崖の後退速度と岩石の圧縮強度との間に、反比例関係があることを示している。

第1表 海食崖の後退に関する最近の野外研究

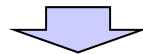
| 発表者 | 地域 | 地質 | 後退速度 (m/y) | 対象期間 | 調査方法・手段 | 岩石の力学的性質の調査 | 波浪の侵食力の調査 |
|-------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-----------|-------------|------------------------------|-----------|
| 山内 (1964 a) | 大 甕 海 岸 | 泥 岩・砂 岩 | 0.3~0.7 | 1912~1952 | 保安林分布図 | ペネトロメータによる貫入値 | — |
| 山内 (1964 b) | 瀨美半島南西部 | 洪 積 統 | 0.6 (max.) | 1888~1959 | 地籍図・地形図 | ペネトロメータによる貫入値 | — |
| Hodgkin (1964) | Point Peron | 石 灰 岩 | 0.001 | 1953~1962 | 鋼鉄製丸棒 | — | — |
| 矢島 (1965) | 新島・羽伏浦 | 火 山 灰 砂 | 5.5 | 1961~1965 | 地形図・実測 | — | — |
| Zenkovich et al. (1965) | 黒 海 沿 岸 | (flysh) 火 成 岩 | 0.02~0.03 ≪0.01 | (20年間) | 平板測量・水平写真 | — | — |
| 堀川・砂村 (1967) | 大 熊 海 岸 | 泥 岩・砂 岩 | 0.62 | 1947~1961 | 航空写真・実測 | 圧 縮 強 度 | — |
| | | | 0.31 | 1961~1963 | | | |
| | | | 1.08 | 1963~1965 | | | |
| Sorensen (1968) | Santa Cruz (Montara) | 泥 岩 礫 岩 | 0.15~0.39 | 1851~1948 | 地形図・鉄道路線図など | — | — |
| | | | 0.26~0.29 | 1912~1965 | | | |
| Wood (1968) | Grenham 湾 東 端 | chalk | 0.08~0.4 | 1872~1932 | 地 形 図 | — | — |
| | | | 0.73 | 1884~1969 | | | |
| 堀川・砂村 (1969, 1970) | 屏 風 岬 浦 | 泥 岩 | 0.79 | 1946~1967 | 航空写真・地形図 | 圧縮強度・引張強度 | — |
| | | | 0.91 | 1960~1967 | | | |
| | | | 1.47 | 1965~1967 | | | |
| 野田 (1971) | 明 石 海 岸 | 洪 積 統 | 1.0~1.5 | 1894~1955 | 地 形 図 | — | — |
| Sunamura (1973) | 太 東 岬 | 泥 岩 | 1.11 | 1960~1966 | 航 空 写 真 | — | — |
| | | | 0.70 | 1966~1970 | | | |
| 大島 (1974) | 常磐南部海岸 (本統~広野) | 珪藻質シルト岩 シルト岩 砂 岩 | 0.80 | 1947~1973 | 航 空 写 真 | 音波伝播速度 (Vp, Vs) 圧縮強度・引張強度 | — |
| | | | 1.4 | | | | |
| | | | 0.74 | | | | |

海食崖の後退に関する野外研究(砂村, 1975に一部加筆)



第3図 長期間(20~90年)の後退速度と圧縮強度(平均値)との関係(砂村, 原図)
1,2,3のデータは大島(1974), 4,5のデータは堀川・砂村(1970)による。

海食崖の後退速度と圧縮強度の関係(砂村, 1975)

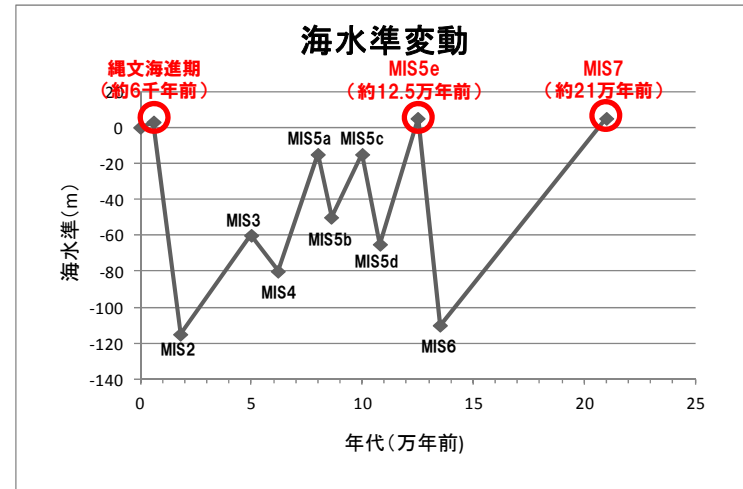


- 海食崖の後退速度及び波食棚の形成は、岩石の圧縮強度と波の侵食力に関係がある。
- 火成岩は、堆積岩と比較して侵食速度が遅い。

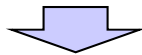
1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

海岸地形の形成時期

- 小池・町田編 (2001) の海水準変動曲線を基に、海岸地形の形成時代について整理した。
- 海成段丘の形成時期は、下記の主な高海水準期が該当する。
 - ①MIS7(約21万年前, WL.5m)
 - ②MIS5e(約12.5万年前, WL.5m)
 - ③MIS5c(約10万年前, WL.-15m)
 - ④MIS5a(約8万年前, WL.-15m)
 - ⑤縄文海進期(約6千年前, WL.3m)



海水準変動グラフ ※小池・町田編 (2001) に加筆



○③, ④については海面が低いことから、この時期に形成された海成段丘は、縄文海進期に侵食された、若しくは、現在の海岸地形に包含されていると推定される。

○したがって、現在の海岸地形は縄文海進期以降に形成されたと推定される。

| MIS | Before (ka) | WL (m) (Sea) | down speed (m/100y) | up lift (m) (0.16m/Ka) | 地形高度 (m) | | | | |
|-----|-------------|-----------------|------------------------|---------------------------|----------|------|-------|-------|-----|
| | | | | | 7 | 5e | 5c | 5a | 縄文 |
| 7 | 210 | 5 | | | 5 | | | | |
| 6 | 135 | -110 | | 12 | 17 | | | | |
| 5e | 125 | 5 | -0.15 | 1.6 | 18.6 | 5.0 | | | |
| 5d | 108 | -65 | -0.41 | 2.7 | 21.3 | 7.7 | | | |
| 5c | 100 | -15 | 0.63 | 1.3 | 22.6 | 9.0 | -15 | | |
| 5b | 86 | -50 | -0.25 | 2.2 | 24.8 | 11.2 | -12.8 | | |
| 5a | 80 | -15 | 0.58 | 1.0 | 25.8 | 12.2 | -11.8 | -15 | |
| 4 | 62 | -80 | -0.36 | 2.9 | 28.7 | 15.1 | -8.9 | -12.1 | |
| 3 | 50 | -60 | 0.17 | 1.9 | 30.6 | 17.0 | -7 | -10.2 | |
| 2 | 18 | -115 | -0.17 | 5.1 | 35.7 | 22.1 | -1.9 | -5.1 | |
| 縄文 | 6 | 3 | 0.98 | 1.9 | 37.6 | 24 | -3.2 | -3.2 | 3.0 |
| Now | 0 | 0 | -0.05 | 1.0 | 38.6 | 25 | 1 | -2.2 | 4.0 |

※隆起速度はMIS5eの旧汀線高25mより算出
 ※海水準(WL)は、「日本の海成段丘アトラス」に一部加筆

- : 縄文海進時海水準
- : 縄文海進時MIS5c, MIS5a地形高度
- : 現在残っている地形(海成段丘含む)高度

積丹半島西岸における海水準変動に対応した海成段丘高度

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

検討条件・検討ケース

- 積丹半島西岸の海岸地形の高度について、地震性隆起により形成された可能性を検討した。
- 検討対象は、積丹半島西岸における母数が多く、他の岩種と比較して硬質であるハイアロクラスタイト(Hyalo)とした。
- 検討においては、下記の事項を考慮した。
 - ・初期の海岸地形は、縄文海進により形成される。
 - ・縄文海進以降の海水準は、縄文海進時T.P.+3.0m、現在T.P.+0mとし、一定の割合で海退する。
 - ・現在の海岸地形で認められるランパート、スタック、海食崖基部の緩斜面は当時も形成されている。
 - ・地震性隆起量は、MIS5e段丘面の旧汀線高度の分析結果より、平均約0.2m/千年とする。
 - ・1回の地震による隆起量は、地震間隔と平均隆起量から推定する。
 - ・検討するケースは下表の3ケースとする。

検討ケース

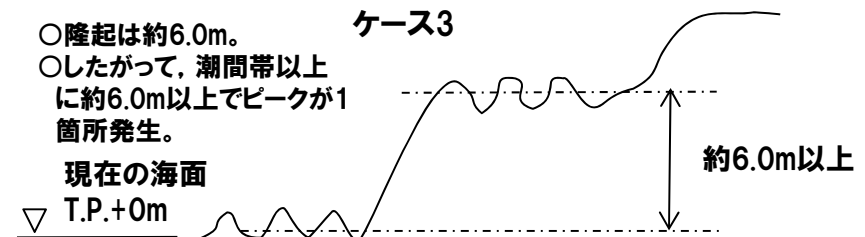
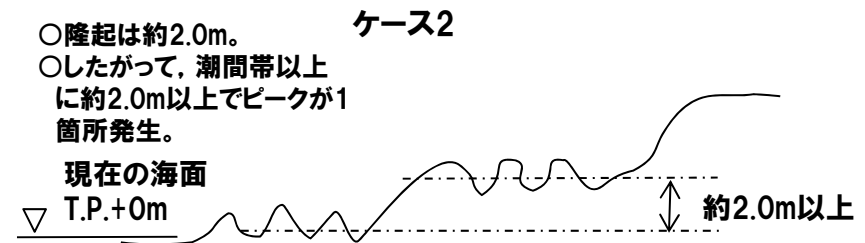
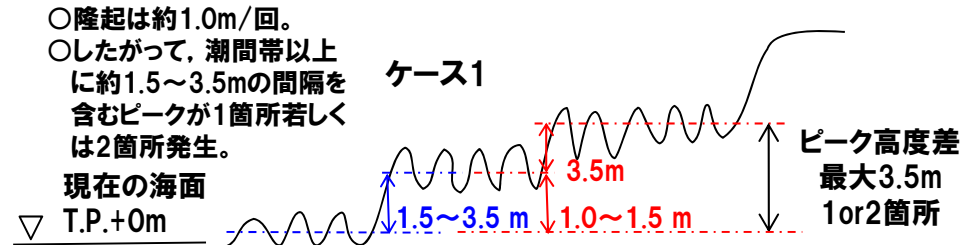
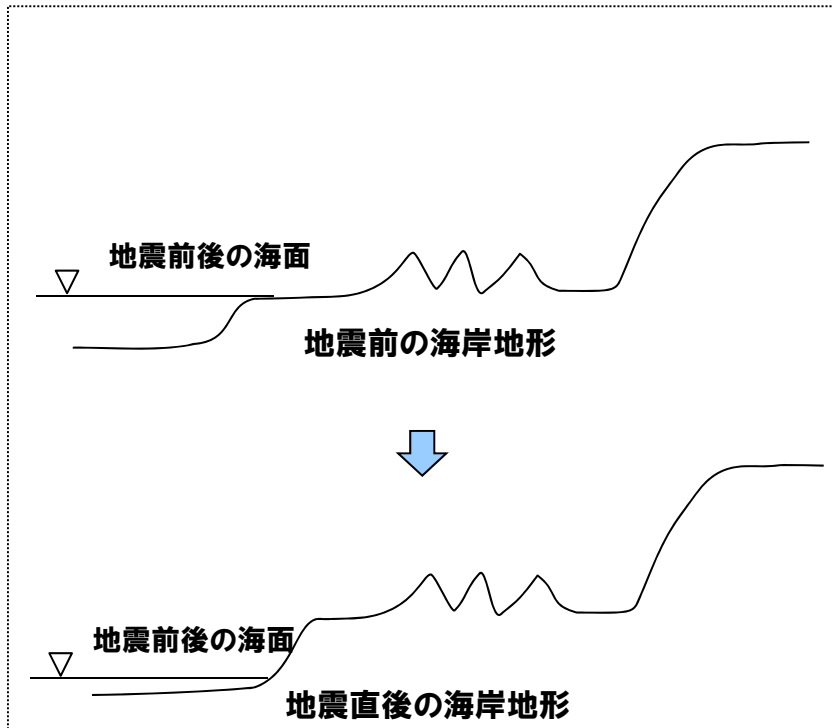
| ケース | 活動間隔(年) | 1回の隆起量 縄文海進以降のイベント回数 |
|-----|---------|-------------------------|
| 1 | 5,000 | 約1.0m 最大2回 |
| 2 | 10,000 | 約2.0m 最大1回 |
| 3 | 30,000 | 約6.0m 最大1回 |

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

検討ケースの模式図

○各ケースの模式図を示す。

※ピーク高度差は、「1回の隆起量」に「活動間隔、若しくは、現在までの経過時間に応じた海水準低下量」を加えた値と仮定した。

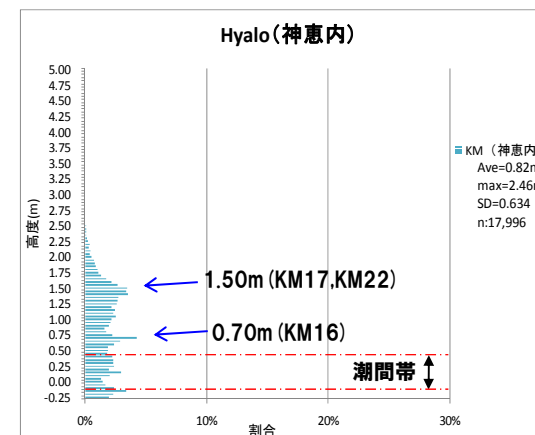
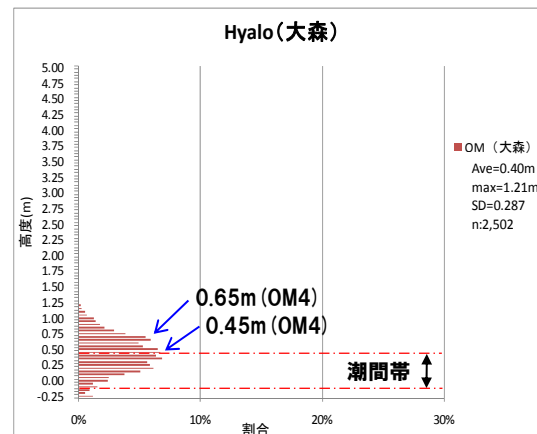
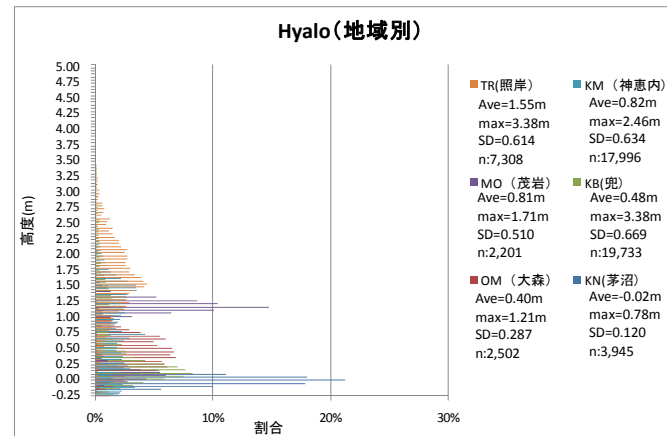


各ケースの現在の推定海岸地形

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

抽出ピーク(ハイアロクラスタイト)

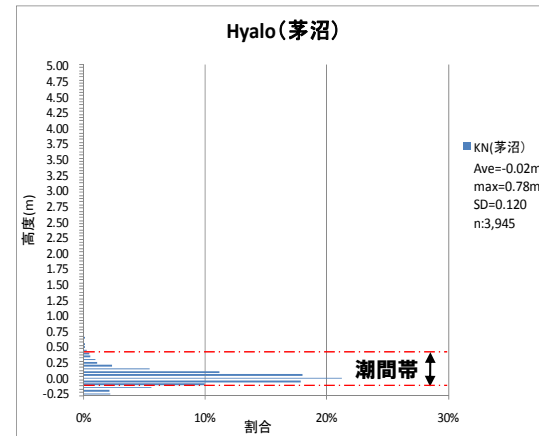
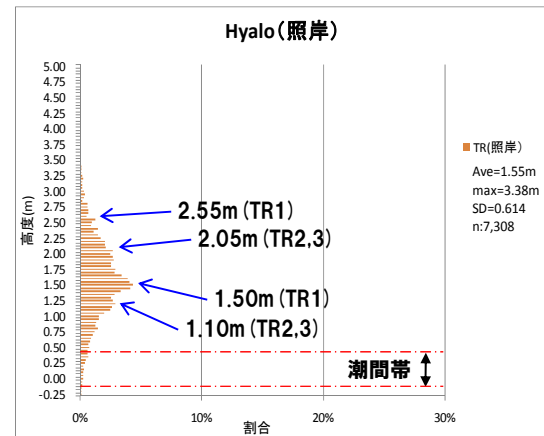
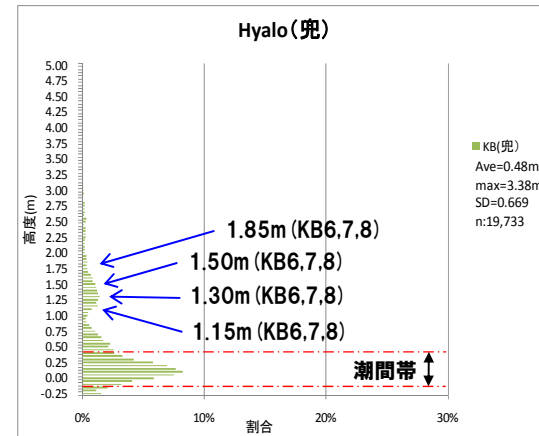
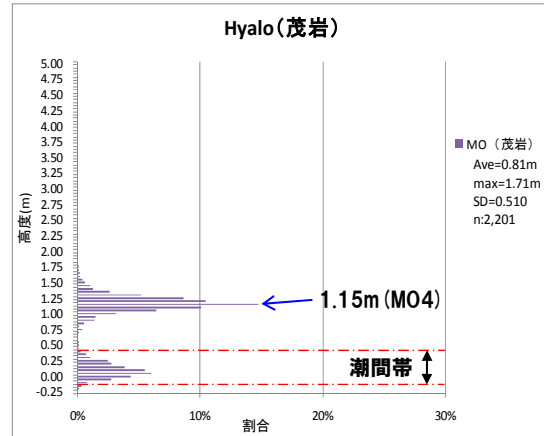
- ピーク抽出対象は、積丹半島西岸における母数が多く($n=53,685$), 他の岩種と比較して硬質であるハイアロクラスタイトとした。
- ピーク標高の抽出は、潮間帯以上を対象とした。
- ピーク抽出にあたっては、ブロック別(高度データ抽出範囲別)のヒストグラム及び断面図も確認した。



ハイアロクラスタイト地域別高度分布

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

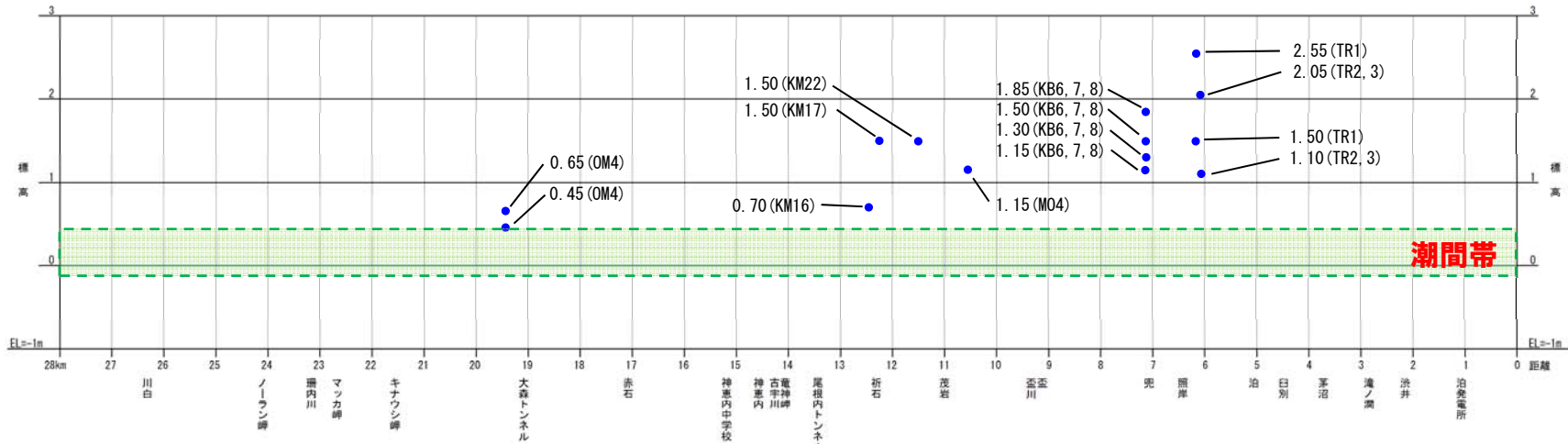
抽出ピーク(ハイアロクラスタイト)



ハイアロクラスタイト地域別高度分布

1.6 地震性隆起の特徴を踏まえた検討

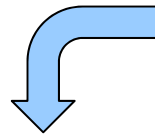
検討結果



ブロック別ピーク高度

ブロック別ピーク高度及びピーク高度差

| 地域 | ブロック | ピーク高度(m) | | | | ピーク高度差(m) | | |
|-----|---------|----------|------|------|------|-----------|------|------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ②-① | ③-② | ④-③ |
| 大森 | OM4 | 0.45 | 0.65 | | | 0.20 | | |
| 神恵内 | KM16 | 0.70 | | | | | | |
| | KM17 | 1.50 | | | | | | |
| | KM22 | 1.50 | | | | | | |
| 茂岩 | MO4 | 1.15 | | | | | | |
| 兜 | KB6,7,8 | 1.15 | 1.30 | 1.50 | 1.85 | 0.15 | 0.20 | 0.35 |
| 照岸 | TR1 | 1.50 | 2.55 | | | 1.05 | | |
| | TR2,3 | 1.10 | 2.05 | | | 0.95 | | |



<ケース1>

○潮間帯以上に約1.5~3.5mの間隔を含む1箇所若しくは2箇所のピークは認められない。

<ケース2>

○約2.0m以上のピークは認められない。

<ケース3>

○約6.0m以上のピークは認められない。

<全体>

○ピーク数, ピーク高度及びピーク高度差は地域毎に異なり, これらの特徴の汀線方向における系統性は認められない。

○積丹半島西岸には, 縄文海進以降に, 連続的かつ系統的に海岸地形を多段化させるような, 地震性隆起を示唆する特徴は認められない。

1.7 1章のまとめ

【地形概要】

- 朔望平均満・干潮位及び月最高・最低平均潮位を勘案し、潮間帯をT.P.+0.4m～T.P.-0.1mと定した。
- 波食棚は、潮間帯付近で認められる。
- 波食棚と混在して、潮間帯より標高の高い地形が断続的に認められる。

【波食棚形成の既往研究】

- 形状、形成位置等は、「地形を構成する地質」、「波浪特性」、「波浪の到達水準」等の影響を受ける。
- 代表的な形態には、「潮間帯波食棚」、「高潮位波食棚」、「暴風波波食棚」等がある。
- 縄文海進期に、平均海面上約2mの位置に波食棚を形成したと推定される事例が示されている。

【地震性隆起に伴う離水ベンチの既往研究】

- 代表的な地震性隆起に伴う離水ベンチの例によれば、現成ベンチと地震性隆起によるベンチの汀線方向への連続的な分布が認められる。
- 泊発電所敷地周辺において、多段化した平坦面が汀線方向へ連続的に分布する状況は認められない。

【地質・地質構造と地形】

- 積丹半島西岸の沿岸部の地形には、余別層・神恵内層・古平層の岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映した「分布標高の差」が認められる。
- 海岸線の形状は、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱を反映している。

【波食棚等の分布】

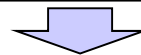
- 波食棚を含む沿岸部の地形の標高には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱や、周辺の海岸線の形状（凸状・凹状）も関連している。
- 潮間帯より標高の高い地形は、現在も侵食作用を受け続けている海岸地形と推定される。
- 潮間帯より標高の高い地形の規則的な分布や、汀線方向に海食による低崖によって区切られる複数の平坦面は認められない。

【海岸地形高度の定量的評価】

- DEMデータを用いて海岸地形高度の定量化を実施した結果、潮間帯より標高の高い地形は、全体の20%程度の頻度であることを確認した。
- 積丹半島西岸部の海岸地形は、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱に応じて平均高度や標準偏差（ばらつき）が異なることを確認した。

【地震性隆起の特徴を踏まえた検討】

- 積丹半島西岸には、縄文海進以降に、連続的かつ系統的に海岸地形を多段化させるような、地震性隆起を示唆する特徴は認められない。



- 積丹半島西岸の沿岸部の地形的特徴は、周辺の海岸線の形状や地形を形成する岩種・岩相の波に対する侵食抵抗の相対的な強弱による影響が大きいとされる既往文献で整理されている状況と調和的である。
- 積丹半島西岸には、縄文海進以降に、連続的かつ系統的に海岸地形を多段化させるような、地震性隆起を示唆する特徴は認められない。
- 「分布標高の差」は、侵食抵抗の相対的な強弱により形成されたものと推定される。

2. 1 陸域と海域の地質構造

○積丹半島西岸の沿岸部(陸域及び海域)の地質構造の特徴や活構造の有無等について検討。

2. 2 音波探査記録の検討

○海上音波探査記録の解析結果を基に、積丹半島西岸の沿岸海域における活構造の有無等について検討(コメントNo.4)。

2. 3 陸域と海域の地質構造の連続性

○陸域と海域を横断する地質断面図を作成し、陸域と海域の地質構造の連続性の観点から、積丹半島西岸部の海岸地形を隆起させるような活構造の有無について検討(コメントNo.5)。

2. 4 まとめ

○以上に基づき、積丹半島西岸の沿岸部の活構造の有無について評価した。

2.1 陸域と海域の地質構造

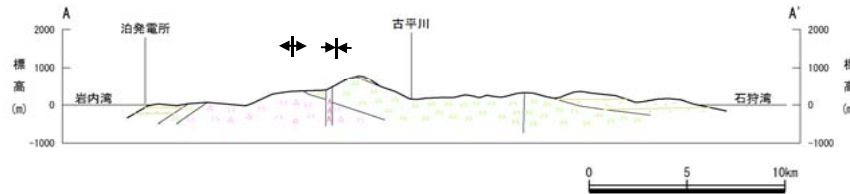
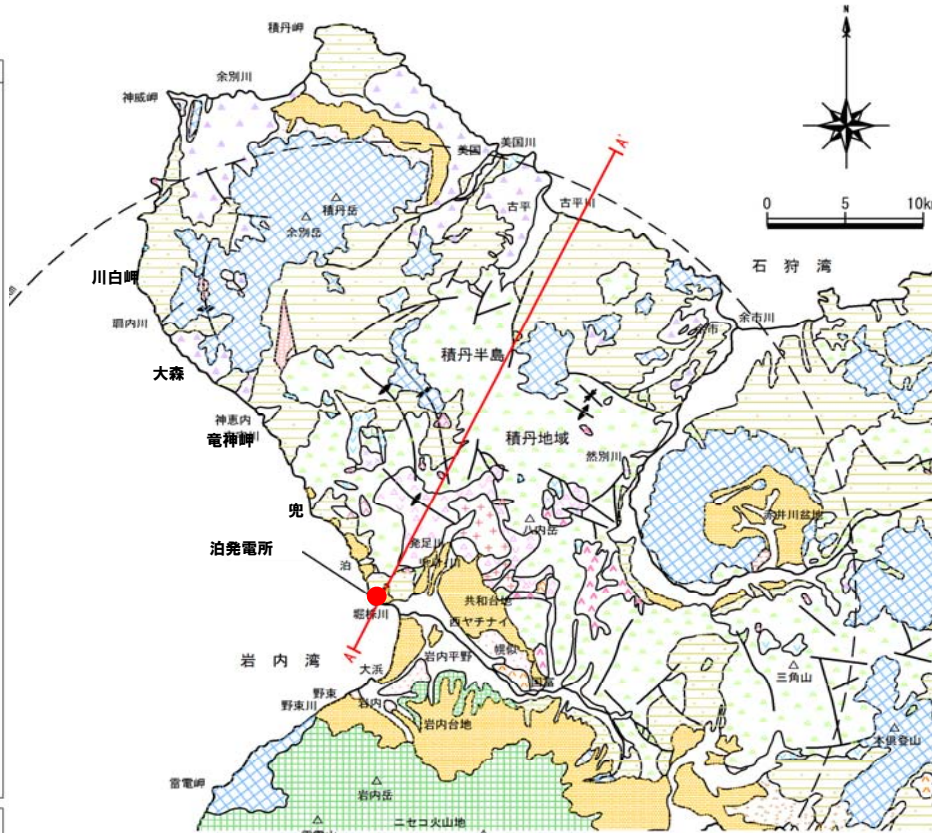
陸域の地質構造

一部修正(3/19審査会合)

| 凡例 | | |
|------|------------|--------------------------------------------------|
| 地質時代 | 積丹地域 | |
| 第四紀 | 更新世 完新世 | 沖積層 河成火砕流堆積物 段丘堆積物等 ニセコ火山噴出物等 |
| | 更新世 | 堯足層 野塚層・岩内層 |
| 新第三紀 | 鮮新世 | 余別層 |
| | 中新世 | 神恵内層 古平層 |
| | 漸く新始新世 | 茅沼層 |
| 古第三紀 | 晩新世 | |
| | 白亜紀 | 花崗岩類 |
| 先第三紀 | | リヤムナイ層 |
| | 第四紀～新第三紀 | 貫入岩類 流紋岩 デイサイト・石英斑岩 安山岩 玄武岩 石英閃緑岩 |

↔ : 背斜軸

✦ : 向斜軸



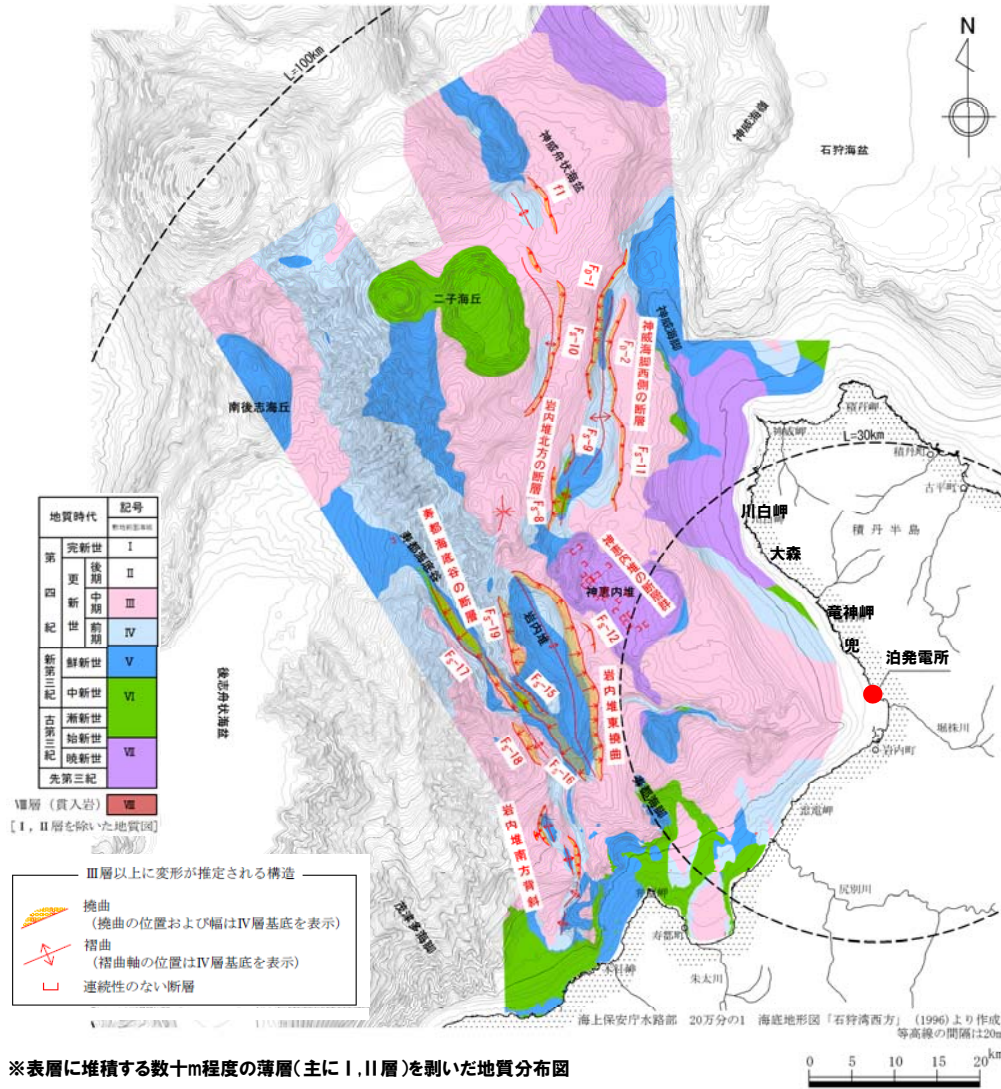
泊発電所周辺の地質図(陸域)

- 積丹半島西岸部には、主に新第三系中新統の古平層、神恵内層、新第三系上部中新統～鮮新統の余別層が分布する。また、その上位に段丘堆積物等の第四系が堆積する。
- 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、積丹半島西岸は海側への同斜構造を示す。
- 積丹半島西岸部付近に変位地形は認められない。

2.1 陸域と海域の地質構造

敷地前面海域の地質構造

一部修正(3/19審査会合)



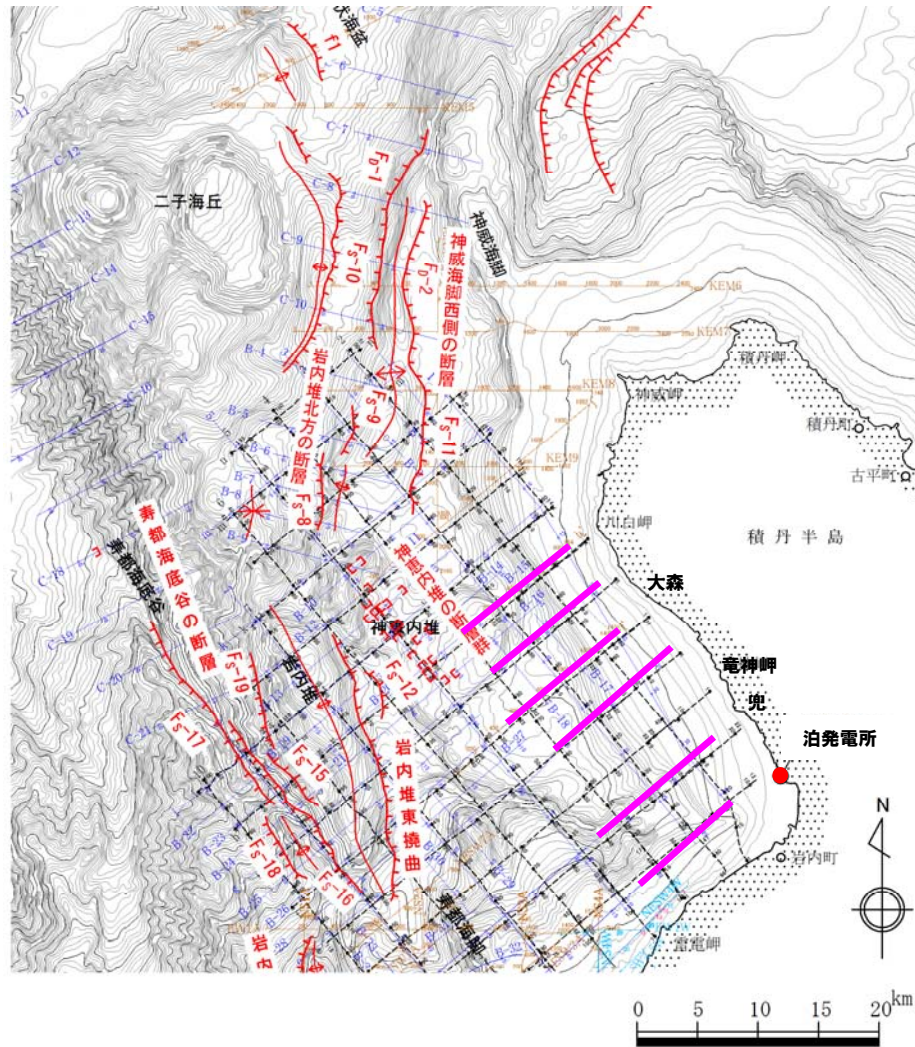
※表層に堆積する数十m程度の薄層(主にI,II層)を削いだ地質分布図

泊発電所周辺の地質図(海域)

- 敷地前面海域の地層は、音波探査記録の検討により、I～VII層に区分している。
- 敷地前面海域の断層は、N-S～NW-SE方向のIV層、新第三系鮮新統のV層、下部更新統のIV層の背斜構造等の地形の高まり沿いに認められる。
- Fs-10断層(f1含む)、岩内堆東撓曲及び岩内堆南方背斜については、それぞれの位置関係や地質構造の特徴から、連動を考慮している。なお、これらの断層はいずれも西傾斜の断層と推定される。
- 積丹半島西岸の沿岸部には後期更新世以降の活動を考慮する断層等は認められない。

海上音波探査記録による検討概要

一部修正(3/19審査会合)



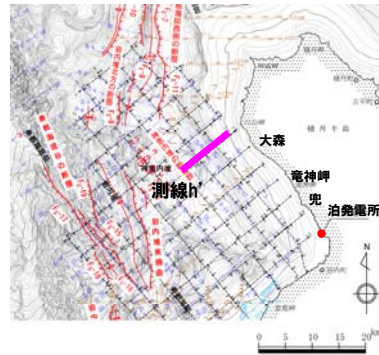
検討位置

- 積丹半島西岸について、海上音波探査記録を用い、沿岸部付近の地質構造について検討した。
- 検討に当たっては、大陸棚、大陸斜面、さらに沖合の小海盆に堆積する地層の変形や層厚変化の有無、変位・変形の系統性・累積性等に着目した。
- また、大陸棚付近については、中部更新統以上の地層の堆積構造についても検討を行った。

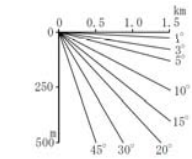
2.2 海上音波探査記録の検討

海上音波探査記録の検討(測線h' エアガン・マルチチャンネル)

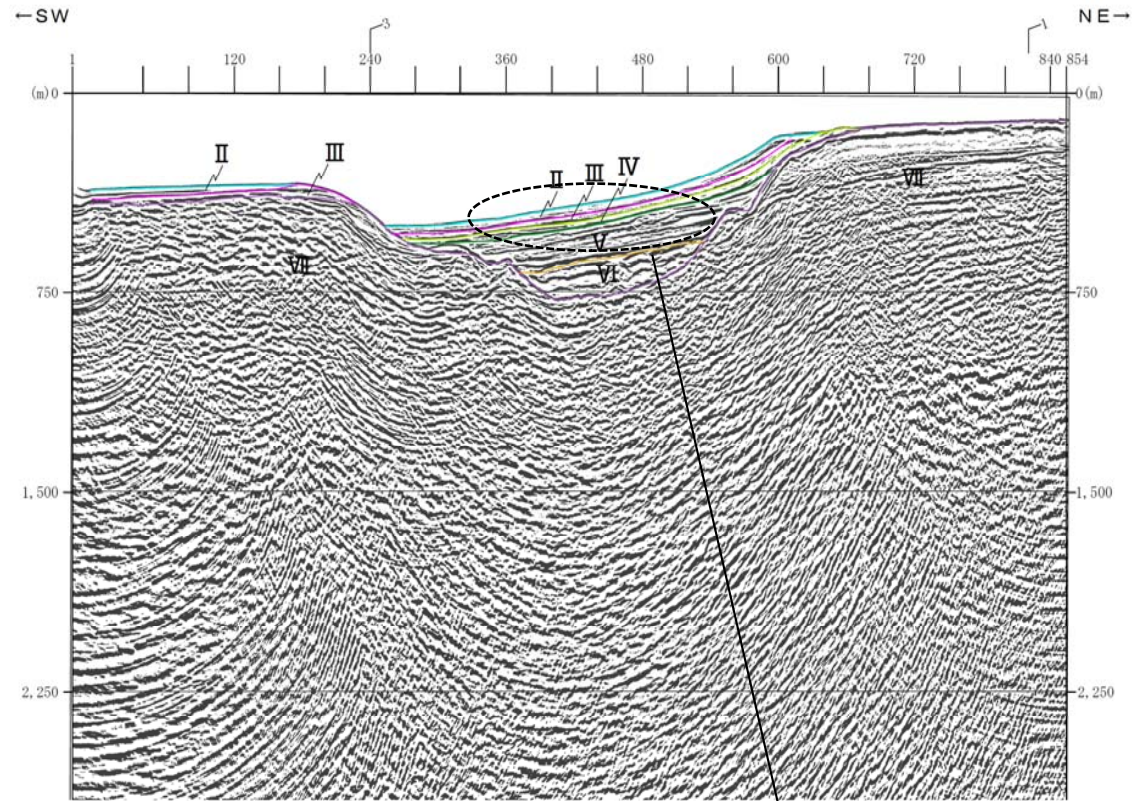
一部修正(3/19審査会合)



- 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
- F₉₋₁₀ 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



数字(角度)は水平・垂直が1:1の傾斜角度 V. E. 約3



II～IV層:海底面と概ね平行に堆積し, 変位・変形なし

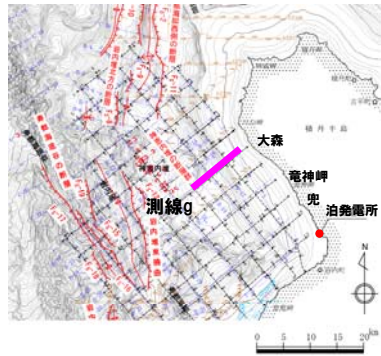
海盆内の地層は海底面と概ね平行に堆積しており, 変位・変形, 層厚変化は認められない。

| 層区分 | 堆積構造 | 変位 変形 | 層厚変化 | 変形の系統 性・累積性 | 下位層との 関係 | 隣接測線との 差異 | その他 |
|------|----------|----------|------|----------------|-------------|--------------|-----|
| II層 | 海底面と概ね平行 | なし | なし | なし | 不整合 | なし | |
| III層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |
| IV層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |

2.2 海上音波探査記録の検討

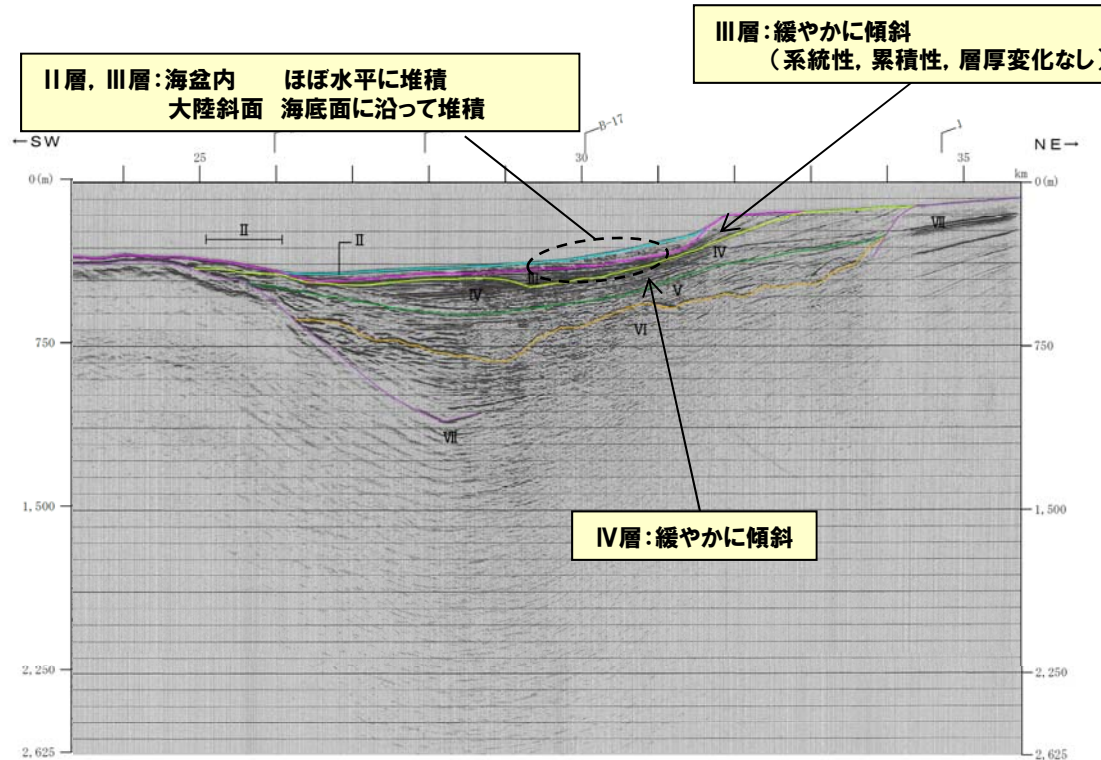
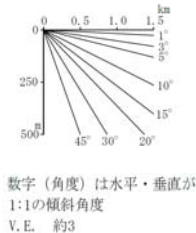
海上音波探査記録の検討(測線g GIガン・マルチチャンネル)

一部修正(3/19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)

- 赤色付線は各層の上面を表す
- F4-10 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



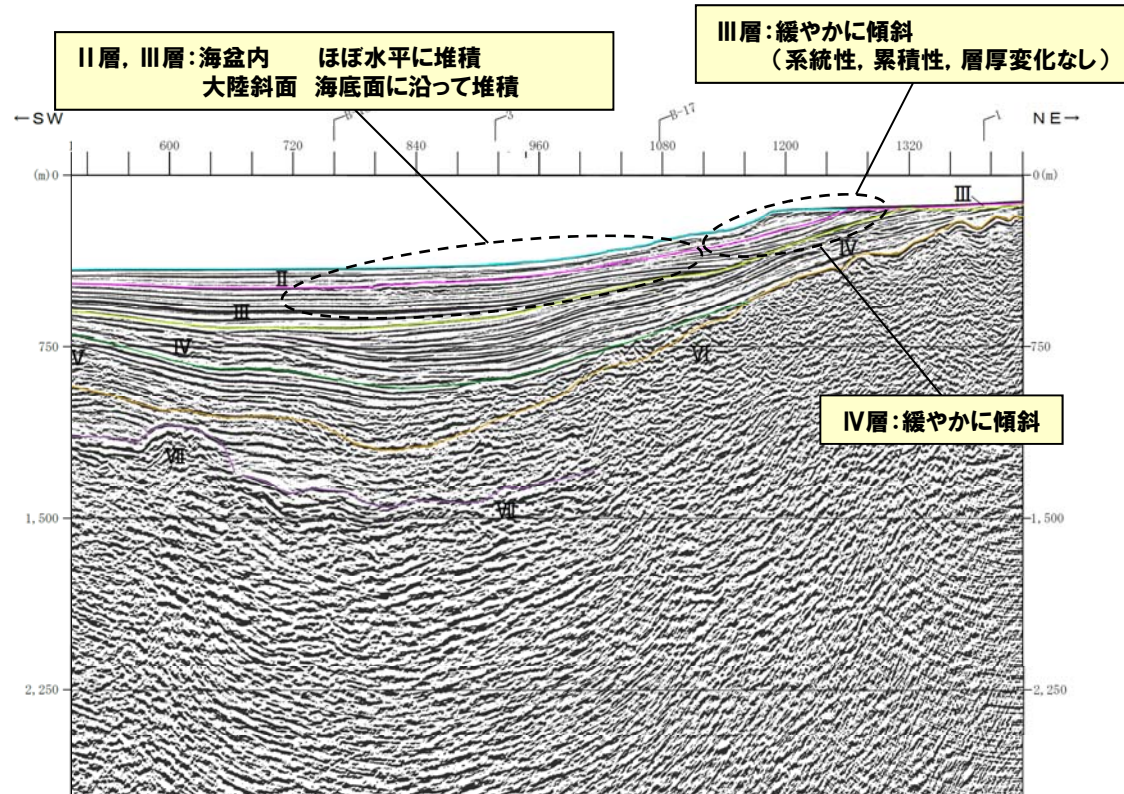
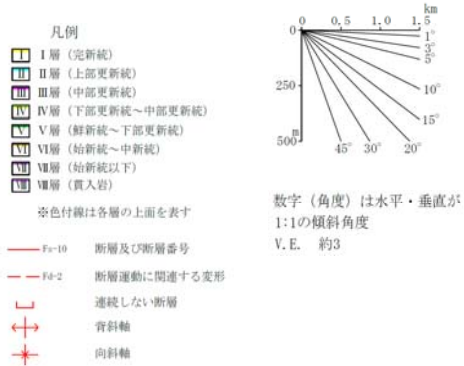
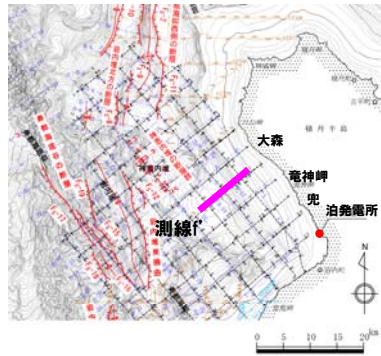
II層及びIII層は、海盆内ではほぼ水平、大陸斜面では緩やかに傾斜する海底面に概ね平行に堆積しており、変位・変形、層厚変化、変形の累積性等は認められない。

| 層区分 | 堆積構造 | 変位変形 | 層厚変化 | 変形の系統性・累積性 | 下位層との関係 | 隣接測線との差異 | その他 |
|------|----------|------|------|------------|---------|----------|-----|
| II層 | 海底面と概ね平行 | なし | なし | なし | 不整合 | なし | |
| III層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |
| IV層 | 一部緩やかに傾斜 | なし | なし | なし | 不整合 | | |

2.2 海上音波探査記録の検討

海上音波探査記録の検討(測線f' エアガン・マルチチャンネル)

一部修正(3/19審査会合)



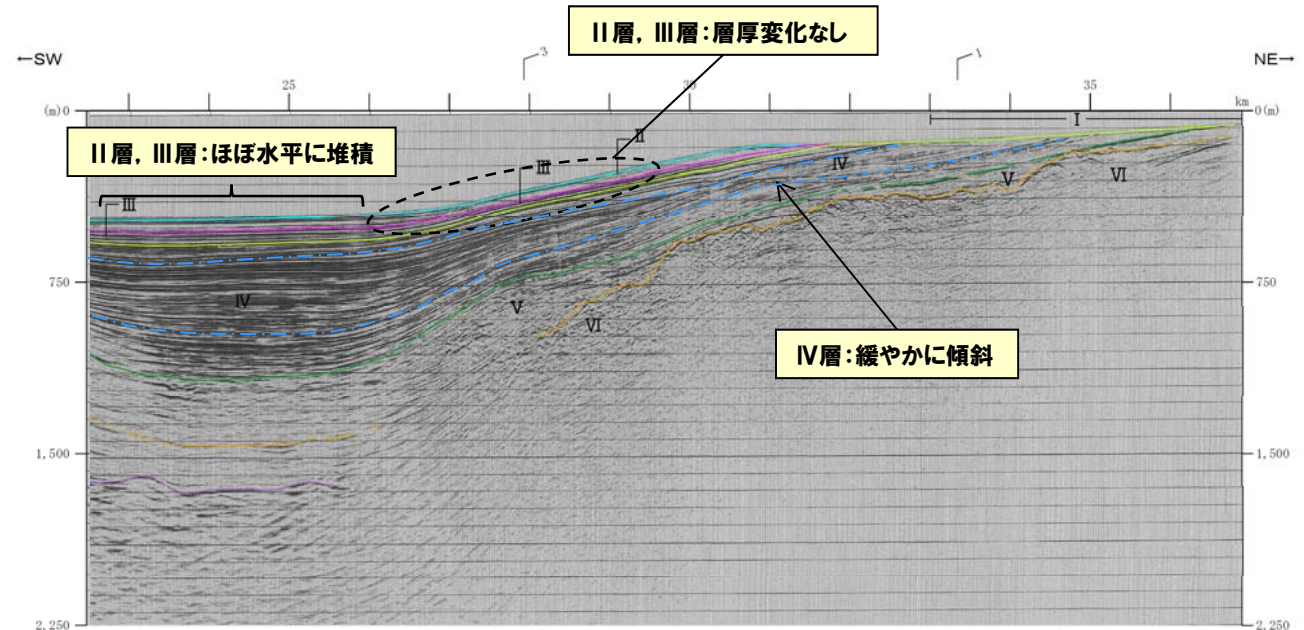
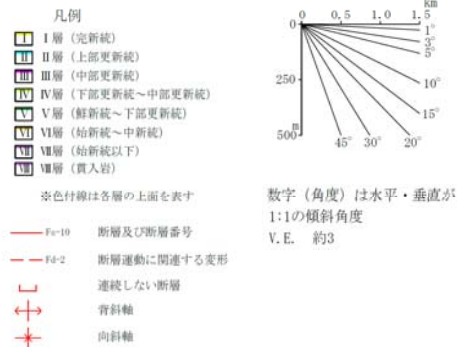
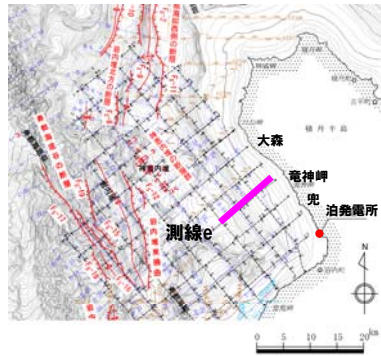
II層及びIII層は、海盆内ではほぼ水平、大陸斜面では緩やかに傾斜する海底面に概ね平行に堆積しており、変位・変形、層厚変化、変形の累積性等は認められない。

| 層区分 | 堆積構造 | 変位 変形 | 層厚変化 | 変形の系統 性・累積性 | 下位層との 関係 | 隣接測線との 差異 | その他 |
|------|----------|----------|------|----------------|-------------|--------------|-----|
| II層 | 海底面と概ね平行 | なし | なし | なし | 不整合 | なし | |
| III層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |
| IV層 | 一部緩やかに傾斜 | なし | なし | なし | 不整合 | | |

2.2 海上音波探査記録の検討

海上音波探査記録の検討(測線e GIガン・マルチチャンネル)

一部修正(3/19審査会合)



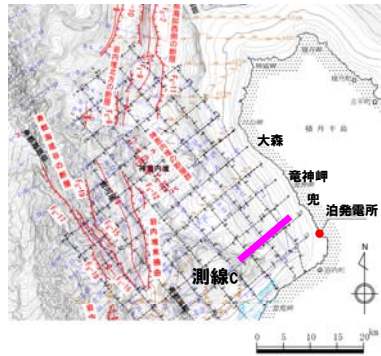
II層及びIII層は、海盆内ではほぼ水平、大陸斜面では緩やかに傾斜する海底面に概ね平行に堆積しており、変位・変形、層厚変化、変形の累積性等は認められない。

| 層区分 | 堆積構造 | 変位 変形 | 層厚変化 | 変形の系統 性・累積性 | 下位層との 関係 | 隣接測線との 差異 | その他 |
|------|----------|--------------|--------------|----------------|-------------|--------------|----------|
| II層 | 海底面と概ね平行 | なし | なし | なし | 不整合 | 測線cと地形等が異なる | |
| III層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |
| IV層 | 一部緩やかに傾斜 | 上部なし 下部あり | 上部なし 下部あり | なし | 不整合 | | 層内に不整合あり |

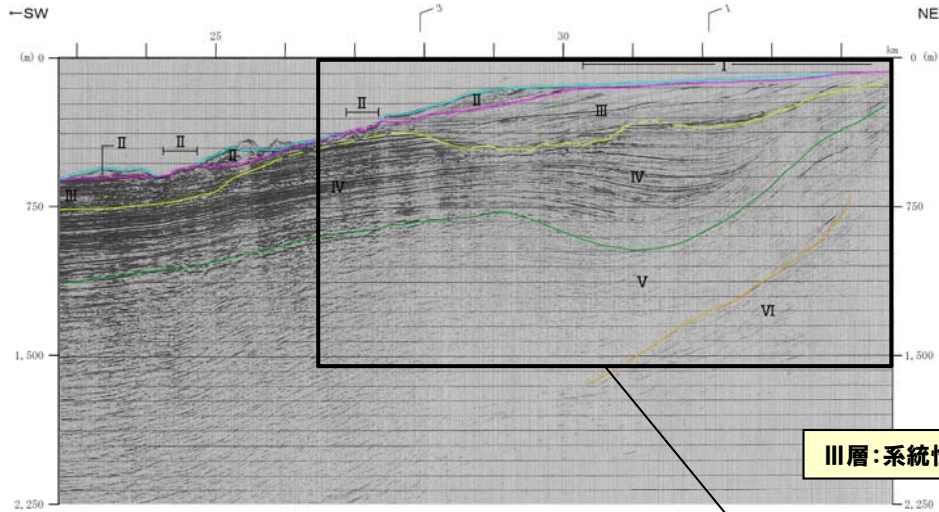
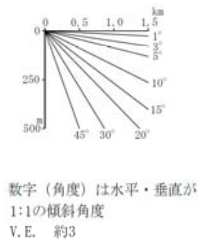
2.2 海上音波探査記録の検討

海上音波探査記録の検討(測線c GIガン・マルチチャンネル)

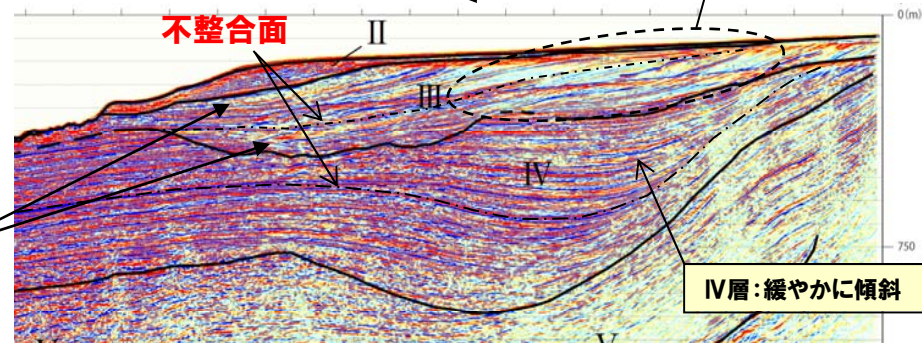
一部修正(3/19審査会合)



- 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)
- 空色付線は各層の上面を表す
- F=10 断層及び断層番号
 - F#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



III層: 系統性、累積性のない傾斜



不整合面

不整合を境に層理の傾斜や上下位層との関係が異なるように見える

IV層: 緩やかに傾斜

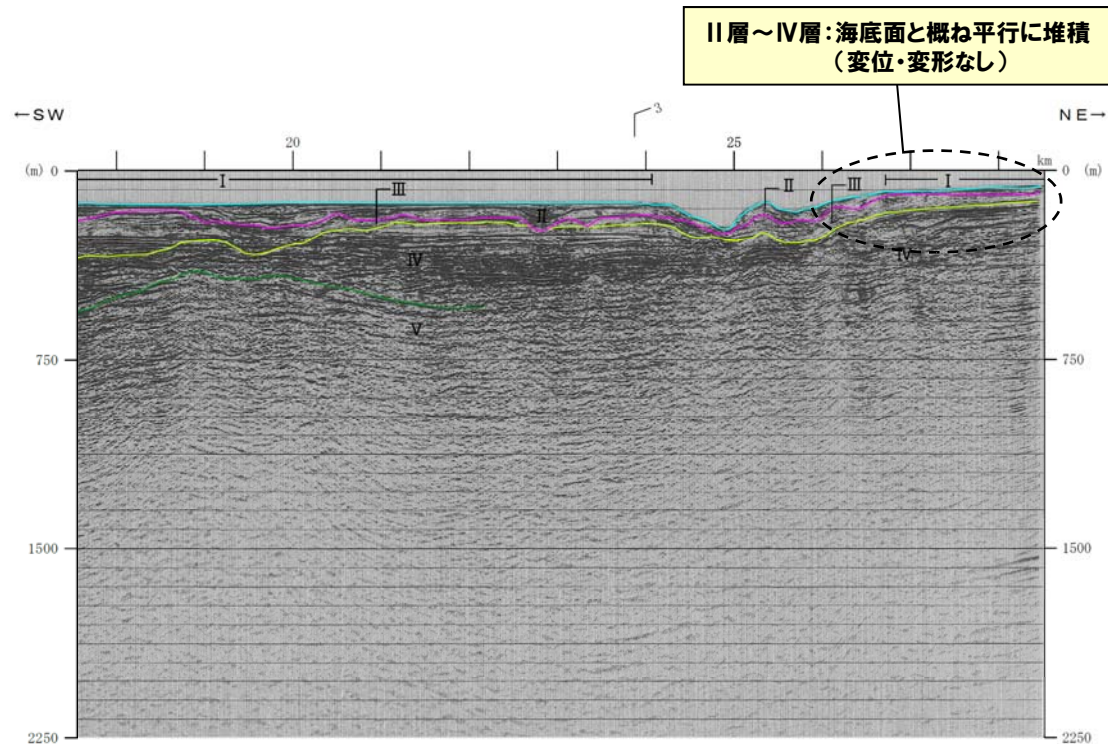
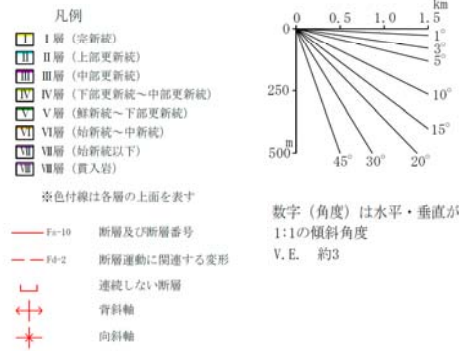
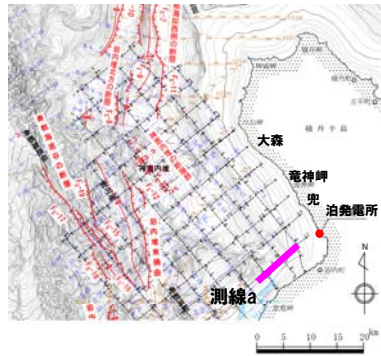
II層及びIII層は一部緩やかに傾斜しているが、変形、層厚変化は認められない。

| 層区分 | 堆積構造 | 変形変形 | 層厚変化 | 変形の系統性・累積性 | 下位層との関係 | 隣接測線との差異 | その他 |
|------|----------|------|------|------------|---------|---------------|----------|
| II層 | 一部緩やかに傾斜 | なし | なし | なし | 不整合 | 測線e,aと地形等が異なる | 層内に不整合あり |
| III層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |
| IV層 | | あり | あり | 下位層との系統性なし | 不整合 | | |

2.2 海上音波探査記録の検討

海上音波探査記録の検討(測線a GIガン・マルチチャンネル)

一部修正(3/19審査会合)



II層, III層及びIV層は海底面と概ね平行に堆積しており, 変位・変形, 層厚変化は認められない。

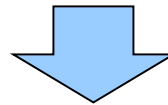
| 層区分 | 堆積構造 | 変位 変形 | 層厚変化 | 変形の系統 性・累積性 | 下位層との 関係 | 隣接測線と の差異 | その他 |
|------|--------------|----------|------|----------------|-------------|--------------------|------------|
| II層 | 海底面と 概ね平行 | なし | なし | なし | 不整合 | 測線C と地形が 異なる | 大陸棚 縁辺部 |
| III層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |
| IV層 | | なし | なし | なし | 不整合 | | |

2.2 海上音波探査記録の検討

まとめ(海上音波探査記録の検討)

<検討結果>

- 測線h', g, f', eでは, 沿岸から大陸棚, 大陸斜面, 海盆が認められるが, 海盆内のII層及びIII層は, ほぼ水平に堆積しており, 変位・変形, 層厚変化, 変形の累積性等は認められない。
- 測線cでは, 大陸棚付近のIV層下部に緩やかな傾斜・変形が認められるが, その上位のII層及びIII層には, 変位・変形, 層厚変化は認められない。
- 測線aは, 大陸棚縁辺部付近に沿った測線であるが, II層, III層及びIV層は海底面と概ね平行に堆積しており, 変位・変形, 層厚変化は認められない。



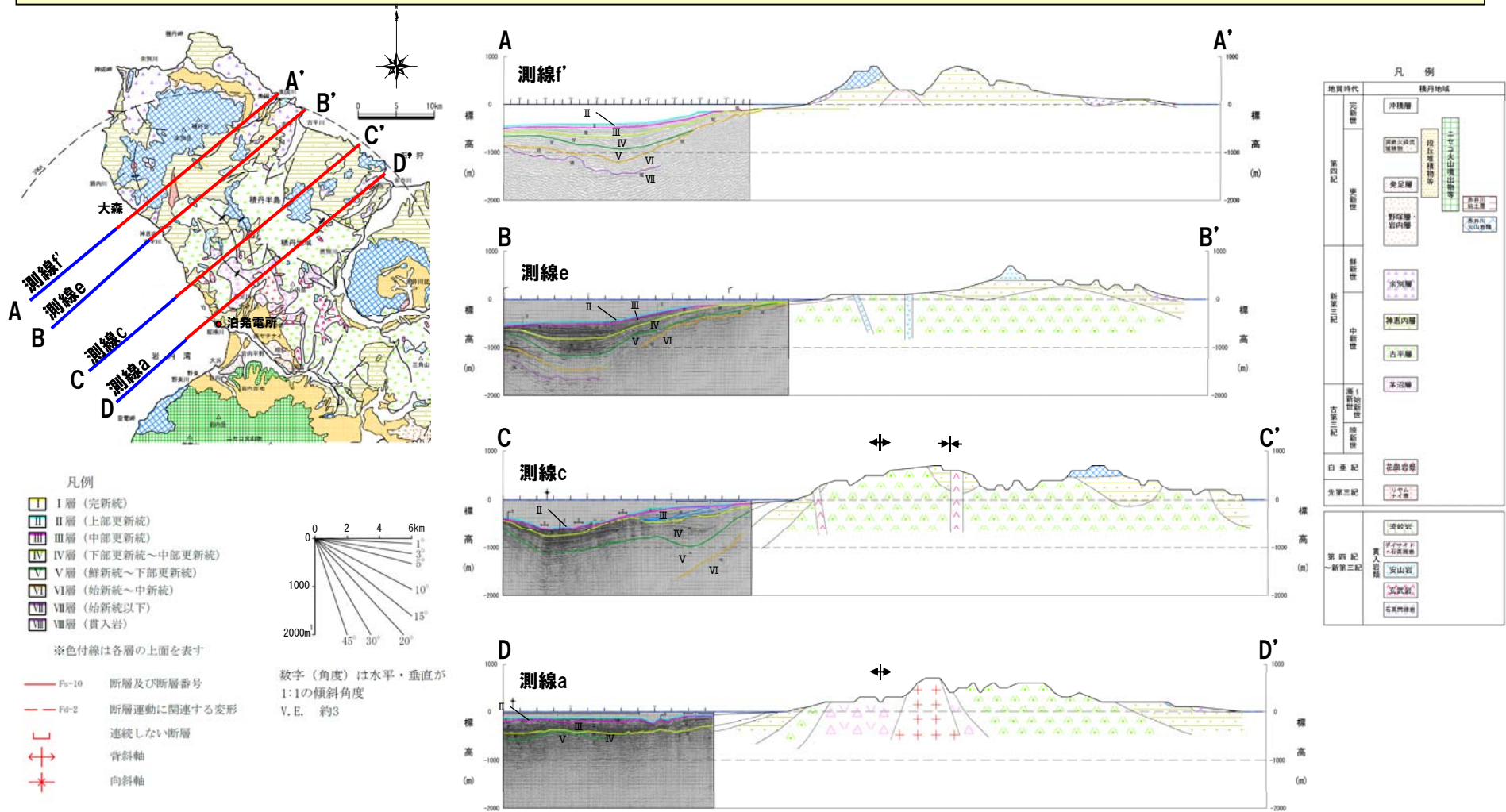
- 積丹半島沿岸部の大陸棚, 大陸斜面, さらに沖合の海盆に堆積するII層, III層には, 変位・変形, 層厚変化, 下位の地層からの変形の累積性・系統性は認められないことから, 少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する活構造は認められない。

2.3 陸域と海域の地質構造の連続性

陸域と海域の地質構造の連続性

<陸域と海域の地質構造の連続性>

- 陸域と海域の地質構造の連続性を検討するため、敷地に比較的近い音波探査測線(a, c, e, f')と連続する積丹半島横断方向について、地質断面図を作成した。
- 陸域での海側への同斜構造は海域に連続するが、積丹半島西岸の沿岸部には、海岸地形を隆起させるような短波長かつ東傾斜の活構造は認められない。



<陸域・海域の地質構造>

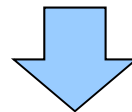
- 積丹半島の地質構造は、大局的にNW-SE方向の背斜構造で特徴づけられ、積丹半島西岸は海側への同斜構造を示す。
- 敷地前面海域の活断層は、N-S~NW-SE方向のIV層、V層の背斜構造等の地形の高まり沿いに認められ、積丹半島西岸部付近には認められない。

<海上音波探査記録による検討>

- 積丹半島西岸の大陸棚、大陸斜面、さらに沖合の海盆に堆積するII層、III層には、変位・変形、層厚変化、下位の地層からの変形の累積性・系統性は認められないことから、少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する活構造は認められない。

<陸域と海域の地質構造の連続性>

- 積丹半島西岸は、海側への同斜構造は海域に連続するが、沿岸部には、海岸地形を隆起させるような短波長かつ東傾斜の活構造は認められない。



積丹半島西岸付近の沿岸部には、少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する東傾斜の活断層は認められない。

3. 海成段丘と海岸地形の関係

3. 1 積丹半島西岸における海成段丘と海岸地形との関係

○積丹半島西岸における海成段丘と海岸地形の関係について取りまとめた。

3. 2 海成段丘の模式的な形成過程

○海成段丘の形成過程を、侵食抵抗の相対的な強弱に応じて模式的に整理した（コメントNo.1）。

3. 3 海岸地形と背後斜面の関係

○上記の代表地点における特徴について、岩種と併せて示した。

3. 4 3章のまとめ

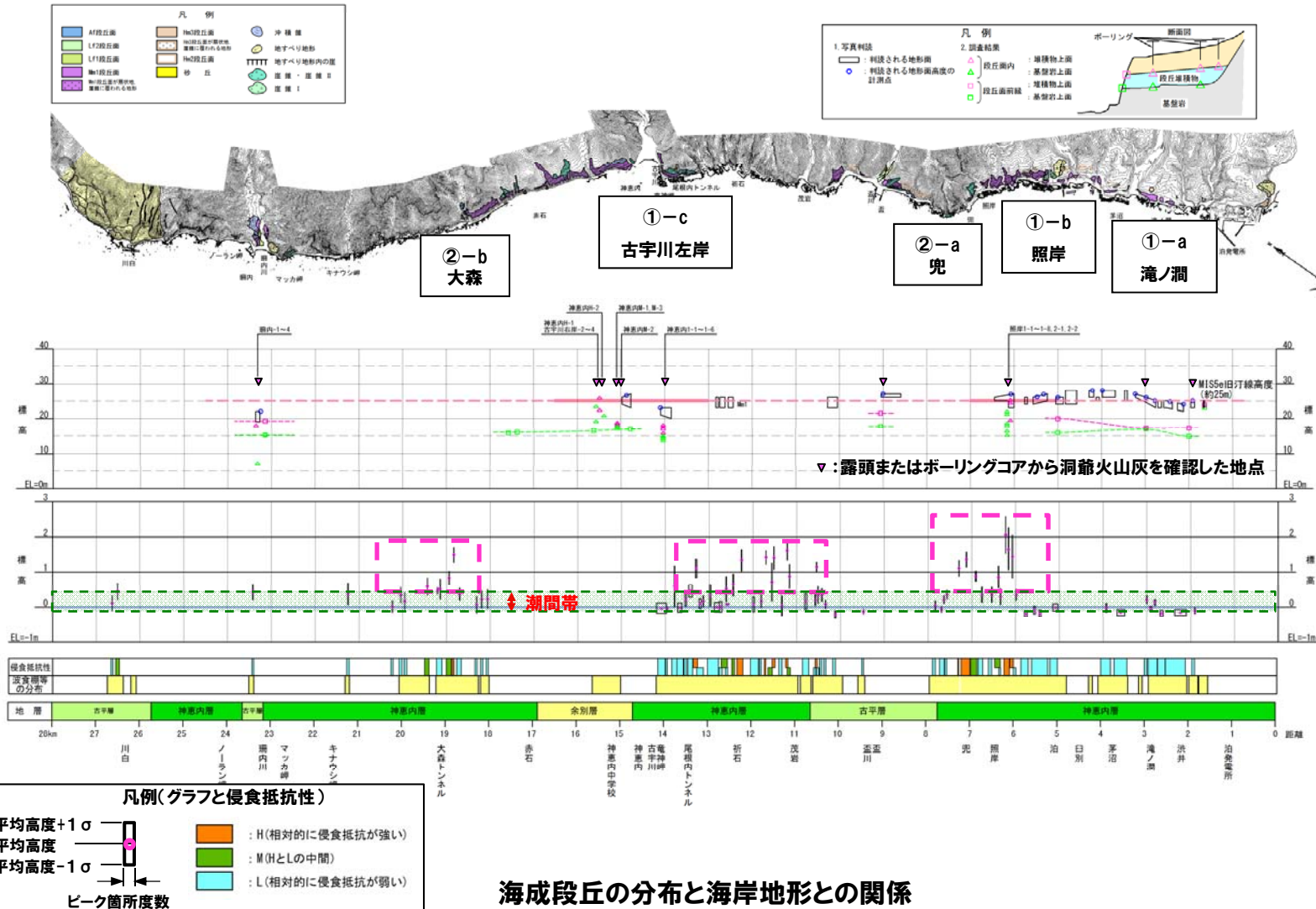
○以上を踏まえ、海成段丘と海岸地形の関係について評価した。

3.1 積丹半島西岸における海成段丘と海岸地形との関係

積丹半島西岸における海成段丘と海岸地形との関係

一部修正(3/19審査会合)

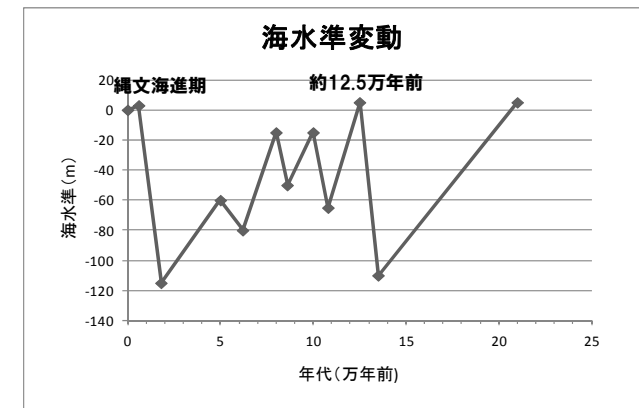
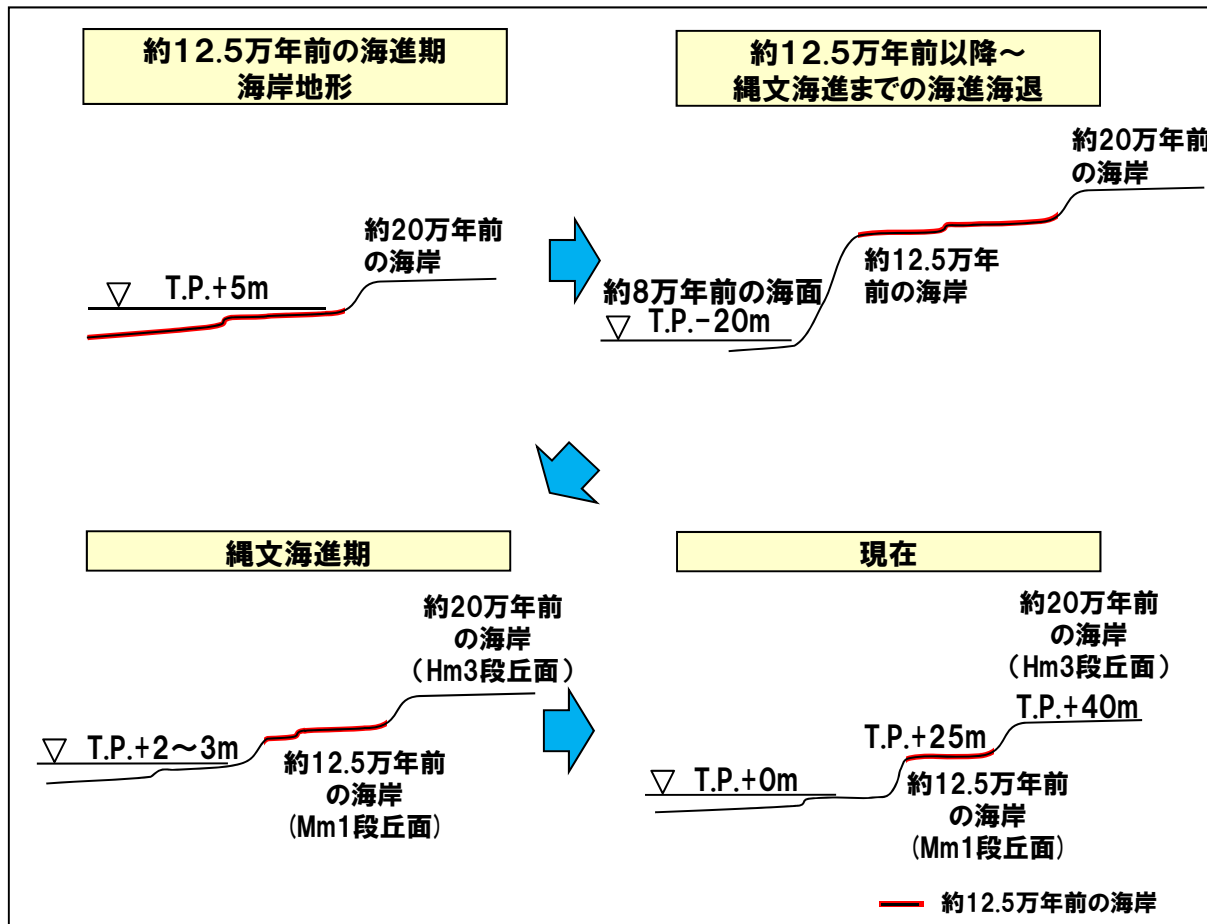
- 積丹半島西岸のMm1段丘面の標高分布は、旧汀線付近で約25mであり、局所的な隆起を示すような傾向は認められない。
- 波食棚及び潮間帯よりも標高の高い地形は、汀線方向において高度分布が不連続である。
- また、南北に向かって高度分布が一定の傾向を持って変化するというような系統性は認められない。



3.2 海成段丘の模式的な形成過程

海成段丘の模式的な形成過程(岩石の侵食抵抗が弱い場合)

○岩種の侵食抵抗が相対的に弱いと、波食棚が形成されやすいため、海成段丘が形成されやすい。



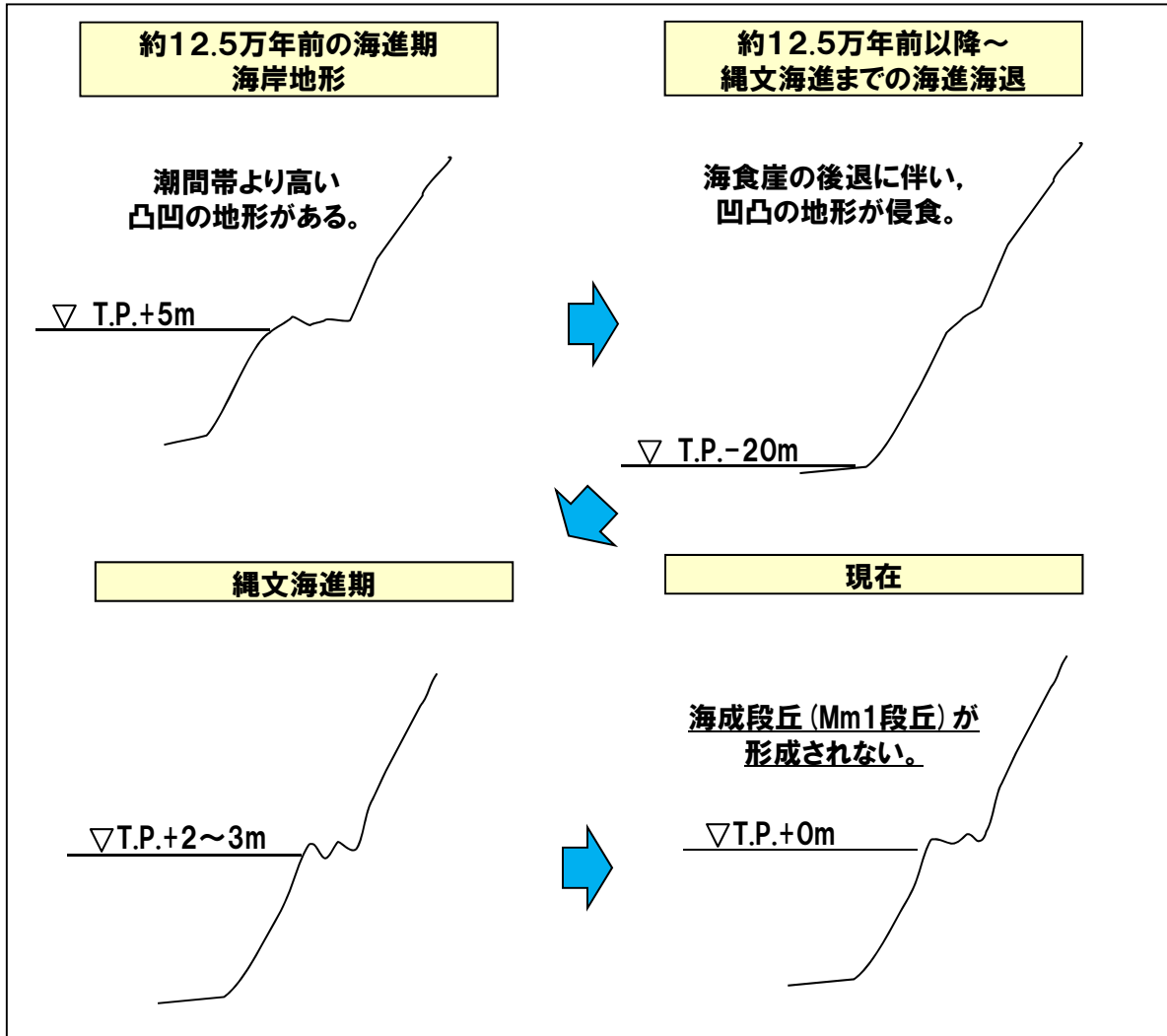
※小池・町田編(2001)に加筆

海成段丘 (Mm1段丘) 形成過程(侵食抵抗が弱い場合)

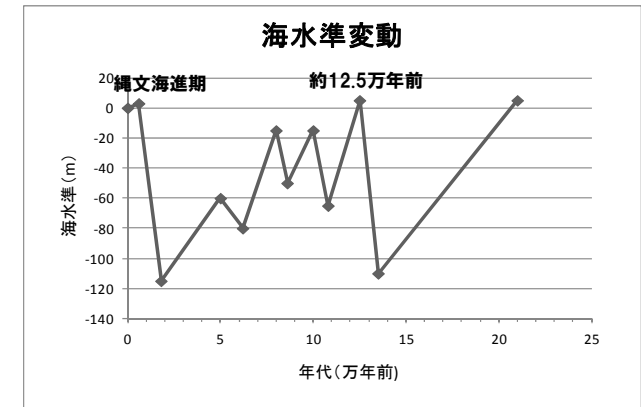
3.2 海成段丘の模式的な形成過程

海成段丘の模式的な形成過程(岩石の侵食抵抗が強い場合)

○岩種の侵食抵抗が相対的に強いと、波食棚が形成されにくいため、海成段丘は形成されにくい。



侵食抵抗が強い場合

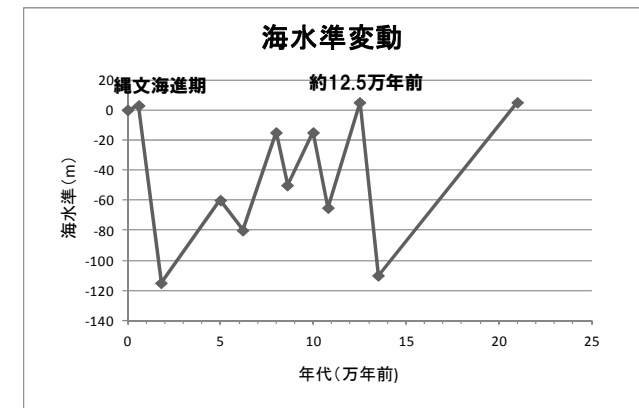
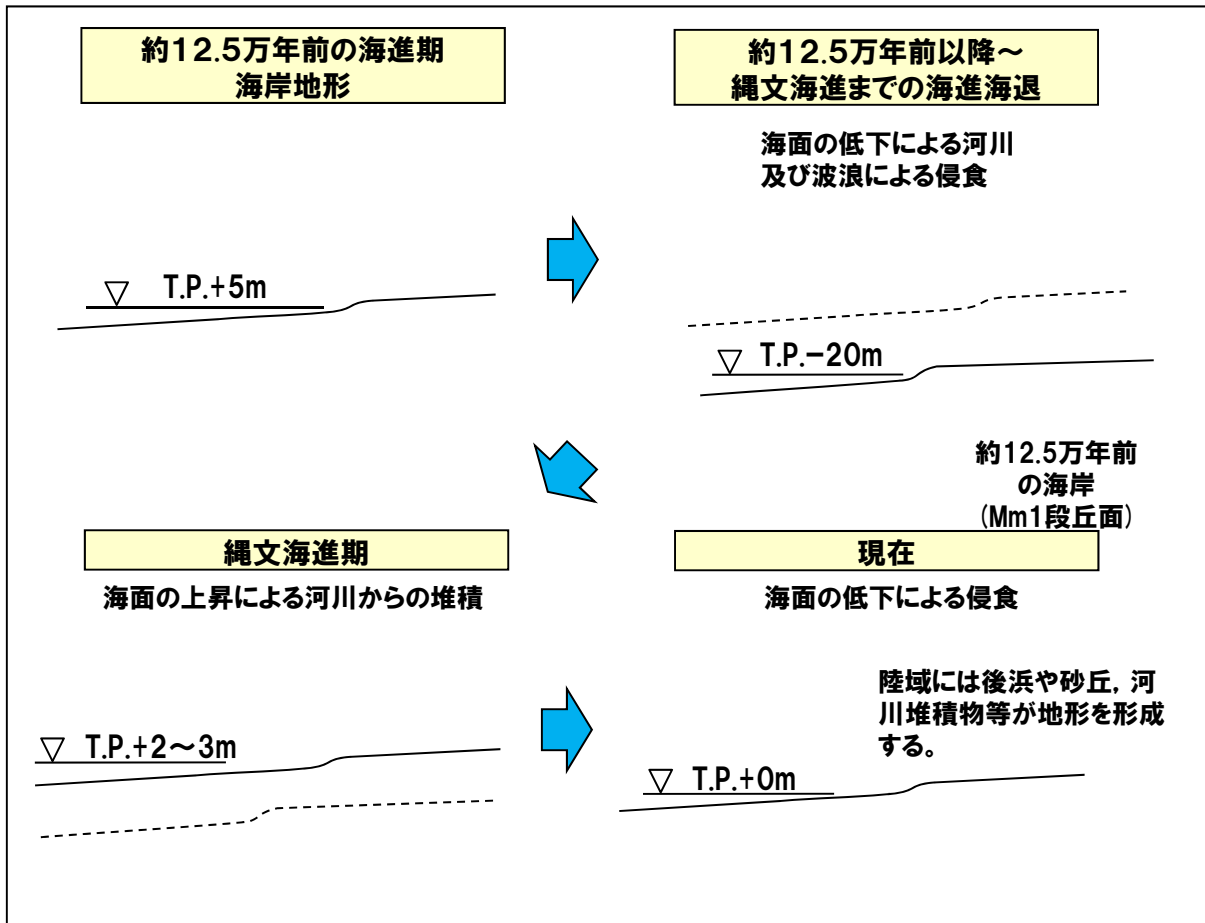


※小池・町田編(2001)に加筆

3.2 海成段丘の模式的な形成過程

海成段丘の模式的な形成過程(河川が流入し、侵食抵抗が弱い場合)

○海面変動に伴う河川の侵食・堆積の営力により、波食棚が形成されず、海成段丘が形成されない。



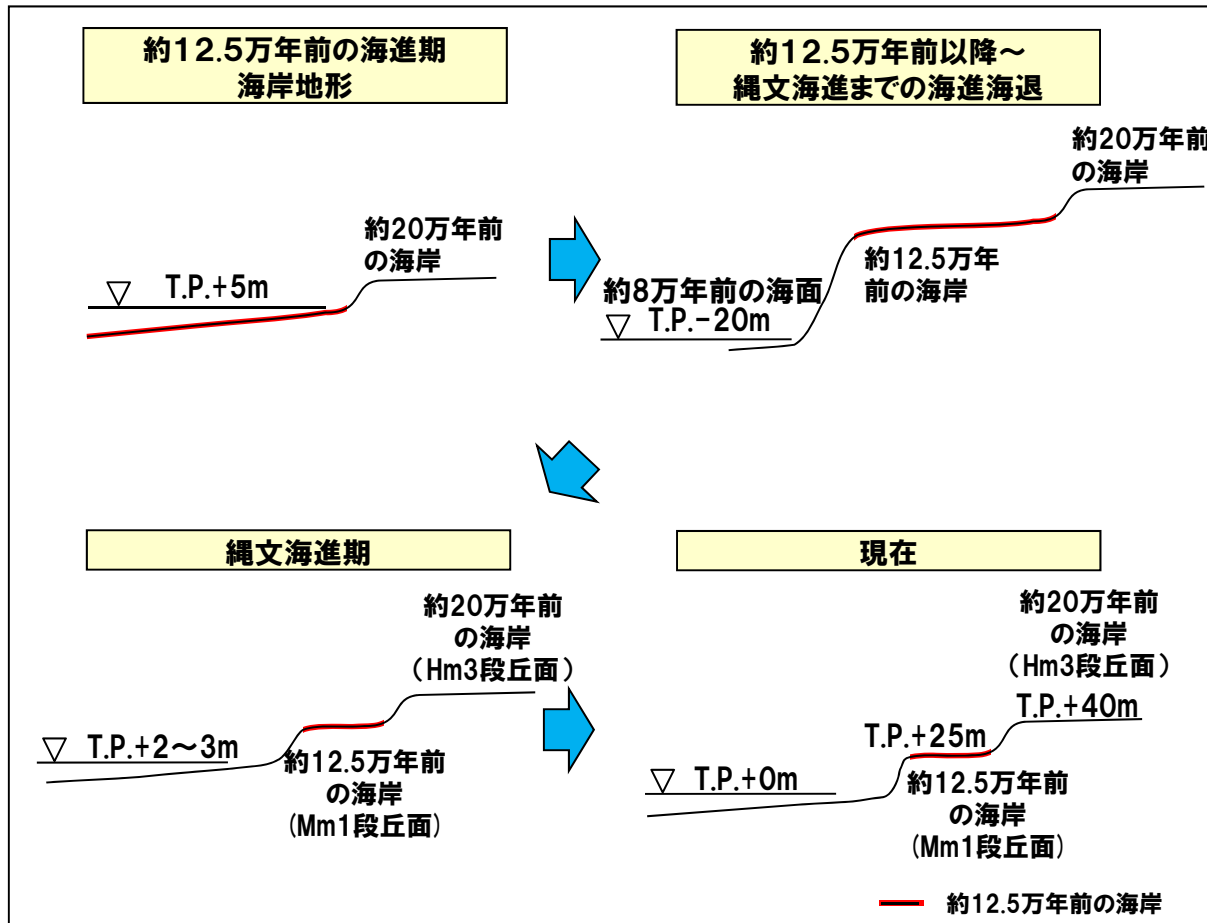
※小池・町田編(2001)に加筆

海岸地形の形成過程(河川が流入し、侵食抵抗が弱い場合)

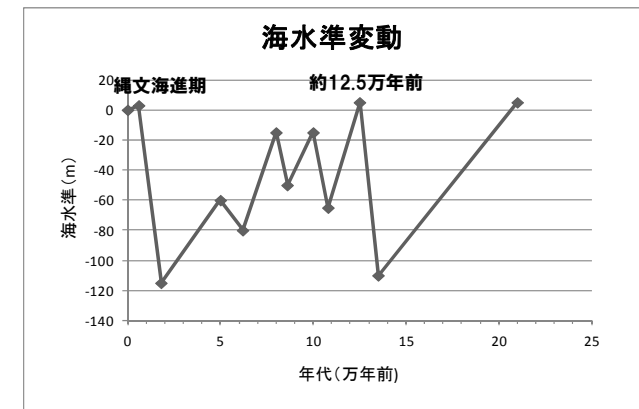
3.2 海成段丘の模式的な形成過程

海成段丘の模式的な形成過程(基盤が第四紀層(主に砂層)の場合)

○基盤が第四系の堆積物の場合、侵食により波食棚が形成されないが、海成段丘は形成される。



海成段丘 (Mm1段丘) 形成過程(侵食抵抗が強い場合)



※小池・町田編(2001)に加筆

3.3 海岸地形と背後斜面の関係

①-a 滝ノ間地点

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚の背後斜面にMm1段丘面が分布する。
- 波食棚と段丘の基盤は、同様の岩種である。
- 侵食抵抗が相対的に弱い岩種で構成される。

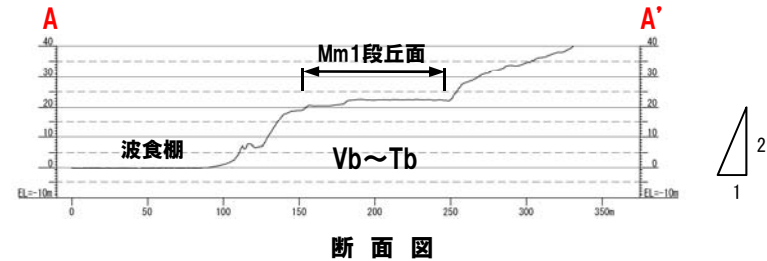
凡例

| | | | | | |
|-------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| ジョイント | Lava: 溶岩 | P lava: 枝状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vca: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| 岩種境界 | Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水砕砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | ait: 変質 |



段彩図

| | 海岸地形 | 背後斜面 |
|------|--------|--------------|
| 地形特徴 | 平坦な波食棚 | Mm1段丘面 |
| 主な岩種 | Vb~Tb | Vb~Tb (基盤岩種) |



地形分類図

凡例

| |
|---------------------|
| Af段丘面 |
| Lf2段丘面 |
| Lf1段丘面 |
| Mm1段丘面 |
| Mm1段丘面が現状地層中に覆われる地形 |
| Hm3段丘面 |
| Hm3段丘面が現状地層中に覆われる地形 |
| Hm2段丘面 |
| Hm1段丘面 |
| 砂丘 |
| 沖積堆 |
| 地すべり地形 |
| 崖線・崖線II |
| 崖線I |



オルソフォト

3.3 海岸地形と背後斜面の関係

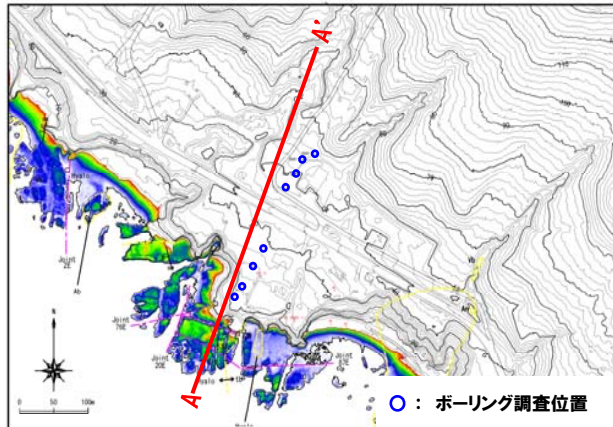
①-b 照岸地点

一部修正(3/19審査会合)

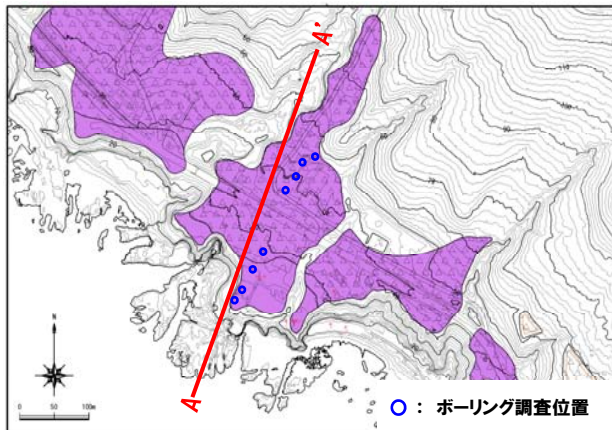
- 波食棚の背後斜面にMm1段丘面が分布する。
- 波食棚と段丘の基盤は、同様の岩種である。
- 段丘面と波食棚は、侵食抵抗が相対的に弱い岩種(Tb)で構成される。
- 標高の高い地形は一部に認められ、侵食抵抗が相対的に強い岩種(Hyalo)で構成される。

凡例

| | | | | | |
|-------|------------|--------------|-----------|------------|------------|
| ジョイント | Lava: 溶岩 | P lava: 枝状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vca: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| 岩種境界 | Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水砕砕岩 | Lt: 火山凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



段彩図

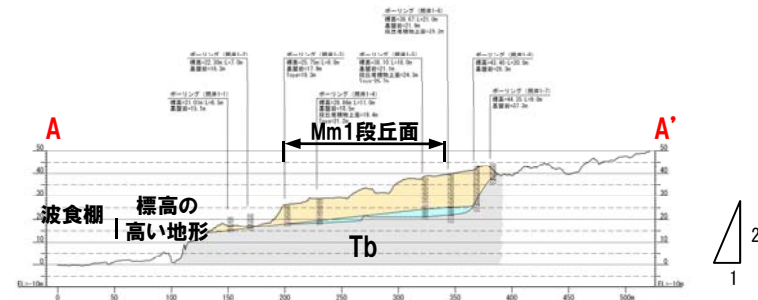


地形分類図

凡例

| |
|---------------------------|
| ■ A1F段丘面 |
| ■ L1F2段丘面 |
| ■ L1F1段丘面 |
| ■ Mm1段丘面 |
| ■ Mm1段丘面が扇状地 層間に覆われる地形 |
| ■ Hm3段丘面 |
| ■ Hm3段丘面が扇状地 層間に覆われる地形 |
| ■ Hm2段丘面 |
| ■ 砂丘 |
| ● 沖積錐 |
| ● 地すべり地形 |
| ● 崖線・崖線II |
| ● 崖線I |

| | 海岸地形 | 背後斜面 |
|------|---------------------------|----------|
| 地形特徴 | 平坦な波食棚 一部、潮間帯より標高の高い地形 | Mm1段丘面 |
| 主な岩種 | 波食棚：Tb 標高の高い地形：Hyalo | Tb(基盤岩種) |



断面図



オルソフォト

3.3 海岸地形と背後斜面の関係

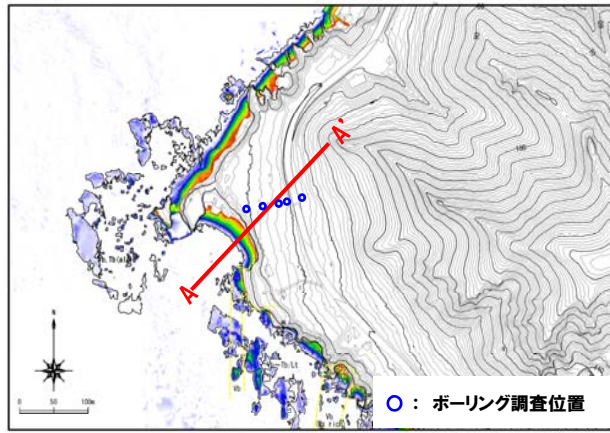
①-c 古宇川右岸地点

一部修正(3/19審査会合)

- 波食棚の背後斜面にMm1段丘面が分布する。
- 波食棚と段丘の基盤は、同様の岩種である。
- 侵食抵抗が相対的に弱い岩種で構成される。

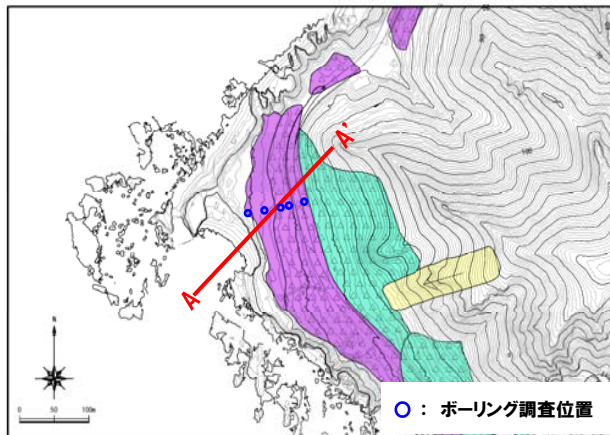
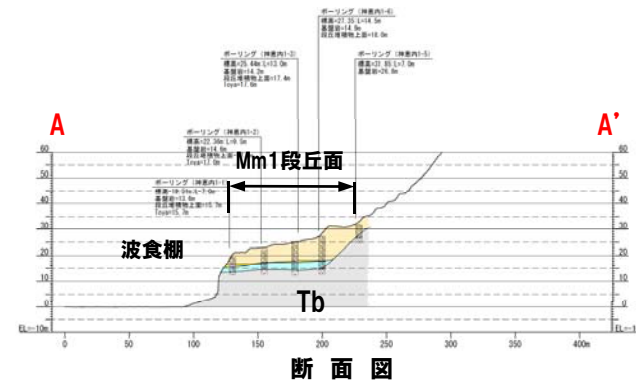
凡例

| | | | | | |
|-------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| ジョイント | Lava: 溶岩 | P lava: 枝状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vca: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| 岩種境界 | Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水砕砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



段彩図

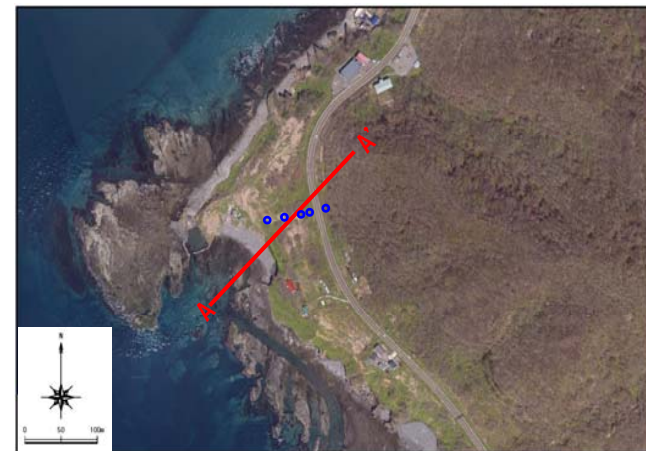
| | 海岸地形 | 背後斜面 |
|------|--------|-----------|
| 地形特徴 | 平坦な波食棚 | Mm1段丘面 |
| 主な岩種 | Vb,Tb | Tb (基盤岩種) |



地形分類図

凡例

| | |
|-------------------------|---------|
| A1F段丘面 | 沖積錐 |
| L1F2段丘面 | 地すべり地形 |
| L1F1段丘面 | 崖線・崖線II |
| Mm1段丘面 | 崖線I |
| Mm1段丘面が扇状地 崖線に覆われる地形 | |
| Hm3段丘面 | |
| Hm3段丘面が扇状地 崖線に覆われる地形 | |
| Hm2段丘面 | |
| 砂丘 | |



オルソフォト

3.3 海岸地形と背後斜面の関係

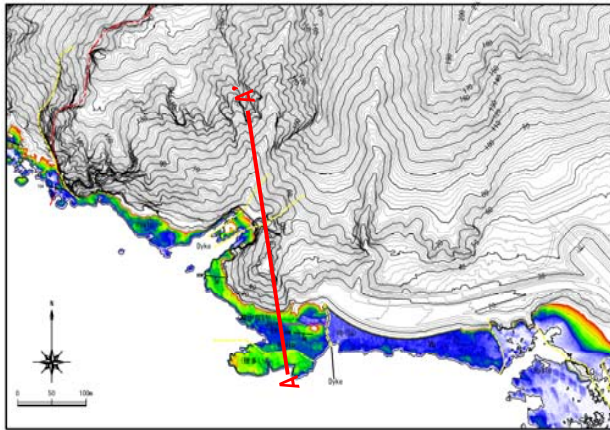
②-a 兜地点

一部修正(3/19審査会合)

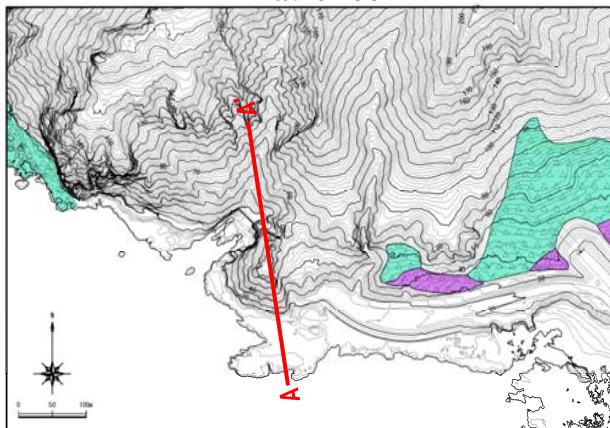
- 潮間帯より標高の高い地形の背後には、急斜面が連続する。
- それぞれの地形には、同様の岩種が分布する。
- 侵食抵抗が相対的に強い岩種で構成される。

凡例

| | | | | | |
|-------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| ジョイント | Lava: 溶岩 | P lava: 枝状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vca: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| 岩種境界 | Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水砕砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



段彩図



地形分類図

凡例

| | | | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-----|--------|---------|-----|
| AF段丘面 | LF2段丘面 | LF1段丘面 | Mn1段丘面 | Mn3段丘面 | Mn2段丘面 | 砂丘 | 沖積錐 | 地すべり地形 | 崖線・崖線II | 崖線I |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-----|--------|---------|-----|

| | 海岸地形 | 背後斜面 |
|------|-----------------|----------------------|
| 地形特徴 | 一部、潮間帯より標高の高い地形 | 急斜面が連続し、段丘面等は認められない。 |
| 主な岩種 | Hyalo | Hyalo (基盤岩種) |



オルソフォト

3.3 海岸地形と背後斜面の関係

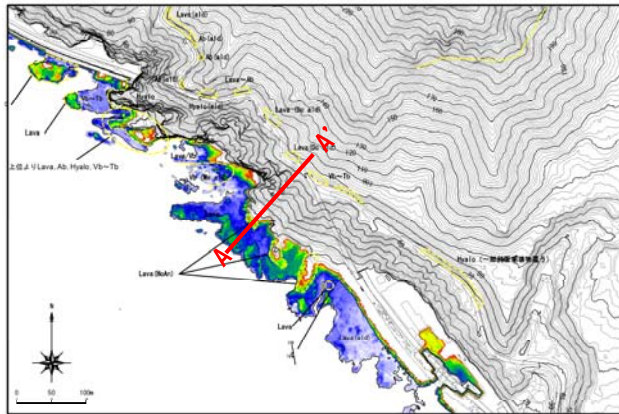
②-b 大森地点

一部修正(3/19審査会合)

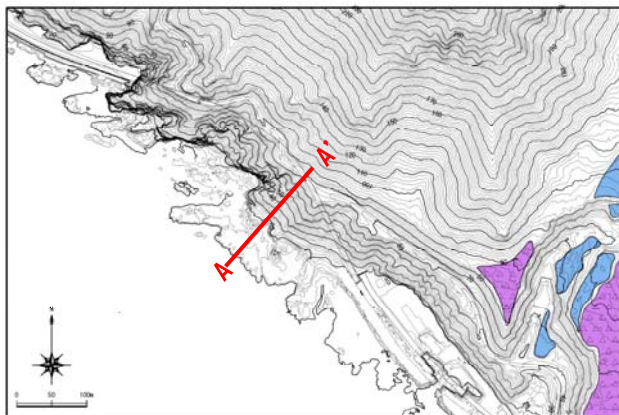
- 潮間帯より標高の高い地形の背後には、急斜面が連続する。
- それぞれの地形には、同様の岩種が分布する。
- 相対的に侵食抵抗の強い岩種で構成される。

凡例

| | | | | | |
|-------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| ジョイント | Lava: 溶岩 | P lava: 枝状溶岩 | Tb: 凝灰角礫岩 | Vca: 火山性礫岩 | g-Ss: 含礫砂岩 |
| 岩種境界 | Ab: 自破砕状溶岩 | Hyalo: 水冷破砕岩 | Lt: 火山礫凝灰岩 | Cg: 礫岩 | Ho: 角閃石 |
| 地質境界 | Dyke: 貫入岩 | Vb: 火山角礫岩 | Tf: 凝灰岩 | Ss: 砂岩 | alt: 変質 |



段彩図

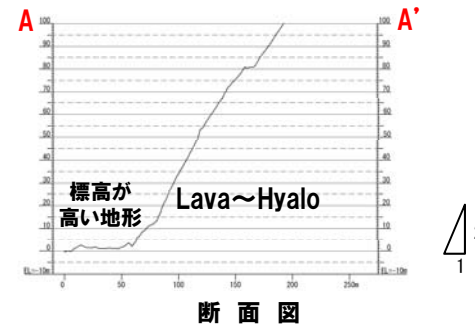


地形分類図

凡例

| |
|-------------------------|
| AF段丘面 |
| LF2段丘面 |
| LF1段丘面 |
| Mn1段丘面 |
| Mn1段丘面が扇状地 層間に覆われる地形 |
| Hn3段丘面 |
| Hn3段丘面が扇状地 層間に覆われる地形 |
| Hn2段丘面 |
| 砂丘 |
| 沖積錐 |
| 地すべり地形 |
| 崖線・崖線II |
| 崖線I |

| | 海岸地形 | 背後斜面 |
|------|-----------------|--------------------------|
| 地形特徴 | 一部、潮間帯より標高の高い地形 | 急斜面が連続し、 段丘面等は認められない。 |
| 主な岩種 | Lava~Hyalo | Lava~Hyalo (基盤岩種) |



断面図



オルソフォト

3.3 海岸地形と背後斜面の関係

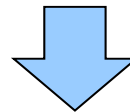
まとめ(海岸地形と背後斜面の関係)

波食棚が認められる区間

- 波食棚の背後斜面にMm1段丘面が分布する。
- 波食棚と段丘の基盤は、同様の岩種で構成される。
- 侵食抵抗が相対的に弱い岩種で構成される。

潮間帯より標高の高い地形が認められる区間

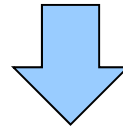
- 潮間帯より標高の高い地形の背後には、急斜面が連続する。
- それぞれの地形には、同様の岩種が分布する。
- 侵食抵抗が相対的に強い岩種で構成される。



- 積丹半島西岸部の海岸地形の形成には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱が大きく影響していると推定される。

3.4 3章のまとめ

- 積丹半島西岸部のMm1段丘面の分布標高は、旧汀線付近で約25mであり、局所的な隆起を示すような傾向は認められない。
- 積丹半島西岸部の海岸地形の形成には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱が大きく影響していると推定される。



- 積丹半島西岸部付近の沿岸部には、海岸地形を隆起させるような活構造はないと判断される。
- 積丹半島西岸部の海岸地形の形成には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱が大きく影響していると推定される。

4.1 海成段丘分布高度

○海成段丘及び河成段丘の分布高度から、積丹半島における隆起量・隆起速度等について取りまとめた。

4.2 縄文海進時の旧汀線高度

○積丹半島及び道内の他地域の縄文海進時の旧汀線高度等について取りまとめた。

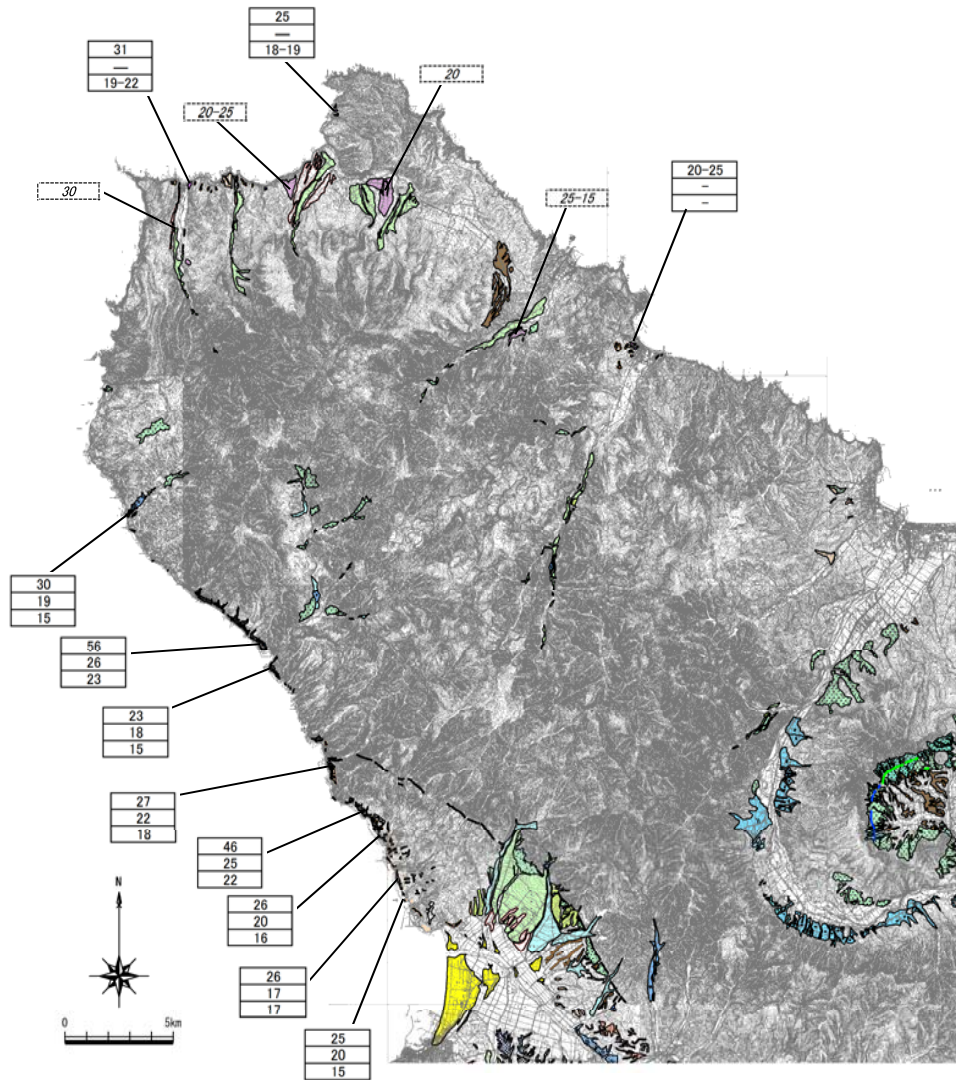
4.3 4章のまとめ

○以上を踏まえ、積丹半島の西部における活構造の有無について評価した。

4.1 海成段丘分布高度

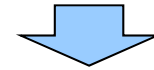
積丹半島の海成段丘分布高度

一部修正(3/19審査会合)



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。



- 積丹半島沿岸の隆起速度は、約0.2m/千年と推定される。
- 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

| 地形区分 | 実地地形 |
|---------|-------------|
| 河成段丘 | I |
| Lf2段丘 | II |
| Lf1段丘 | III |
| Mf1段丘 | IV |
| Mf2段丘 | V |
| Mf3段丘 | VI |
| Mf4段丘 | VII |
| Mf5段丘 | VIII |
| Mf6段丘 | IX |
| Mf7段丘 | X |
| Mf8段丘 | XI |
| Mf9段丘 | XII |
| Mf10段丘 | XIII |
| Mf11段丘 | XIV |
| Mf12段丘 | XV |
| Mf13段丘 | XVI |
| Mf14段丘 | XVII |
| Mf15段丘 | XVIII |
| Mf16段丘 | XIX |
| Mf17段丘 | XX |
| Mf18段丘 | XXI |
| Mf19段丘 | XXII |
| Mf20段丘 | XXIII |
| Mf21段丘 | XXIV |
| Mf22段丘 | XXV |
| Mf23段丘 | XXVI |
| Mf24段丘 | XXVII |
| Mf25段丘 | XXVIII |
| Mf26段丘 | XXIX |
| Mf27段丘 | XXX |
| Mf28段丘 | XXXI |
| Mf29段丘 | XXXII |
| Mf30段丘 | XXXIII |
| Mf31段丘 | XXXIV |
| Mf32段丘 | XXXV |
| Mf33段丘 | XXXVI |
| Mf34段丘 | XXXVII |
| Mf35段丘 | XXXVIII |
| Mf36段丘 | XXXIX |
| Mf37段丘 | XXXX |
| Mf38段丘 | XXXXI |
| Mf39段丘 | XXXXII |
| Mf40段丘 | XXXXIII |
| Mf41段丘 | XXXXIV |
| Mf42段丘 | XXXXV |
| Mf43段丘 | XXXXVI |
| Mf44段丘 | XXXXVII |
| Mf45段丘 | XXXXVIII |
| Mf46段丘 | XXXXIX |
| Mf47段丘 | XXXXX |
| Mf48段丘 | XXXXXI |
| Mf49段丘 | XXXXXII |
| Mf50段丘 | XXXXXIII |
| Mf51段丘 | XXXXXIV |
| Mf52段丘 | XXXXXV |
| Mf53段丘 | XXXXXVI |
| Mf54段丘 | XXXXXVII |
| Mf55段丘 | XXXXXVIII |
| Mf56段丘 | XXXXXIX |
| Mf57段丘 | XXXXXX |
| Mf58段丘 | XXXXXXI |
| Mf59段丘 | XXXXXXII |
| Mf60段丘 | XXXXXXIII |
| Mf61段丘 | XXXXXXIV |
| Mf62段丘 | XXXXXXV |
| Mf63段丘 | XXXXXXVI |
| Mf64段丘 | XXXXXXVII |
| Mf65段丘 | XXXXXXVIII |
| Mf66段丘 | XXXXXXIX |
| Mf67段丘 | XXXXXXX |
| Mf68段丘 | XXXXXXXI |
| Mf69段丘 | XXXXXXXII |
| Mf70段丘 | XXXXXXXIII |
| Mf71段丘 | XXXXXXXIV |
| Mf72段丘 | XXXXXXXV |
| Mf73段丘 | XXXXXXXVI |
| Mf74段丘 | XXXXXXXVII |
| Mf75段丘 | XXXXXXXVIII |
| Mf76段丘 | XXXXXXXIX |
| Mf77段丘 | XXXXXXX |
| Mf78段丘 | XXXXXXXI |
| Mf79段丘 | XXXXXXXII |
| Mf80段丘 | XXXXXXXIII |
| Mf81段丘 | XXXXXXXIV |
| Mf82段丘 | XXXXXXXV |
| Mf83段丘 | XXXXXXXVI |
| Mf84段丘 | XXXXXXXVII |
| Mf85段丘 | XXXXXXXVIII |
| Mf86段丘 | XXXXXXXIX |
| Mf87段丘 | XXXXXXX |
| Mf88段丘 | XXXXXXXI |
| Mf89段丘 | XXXXXXXII |
| Mf90段丘 | XXXXXXXIII |
| Mf91段丘 | XXXXXXXIV |
| Mf92段丘 | XXXXXXXV |
| Mf93段丘 | XXXXXXXVI |
| Mf94段丘 | XXXXXXXVII |
| Mf95段丘 | XXXXXXXVIII |
| Mf96段丘 | XXXXXXXIX |
| Mf97段丘 | XXXXXXX |
| Mf98段丘 | XXXXXXXI |
| Mf99段丘 | XXXXXXXII |
| Mf100段丘 | XXXXXXXIII |

- 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)

4.2 縄文海進時の旧汀線高度

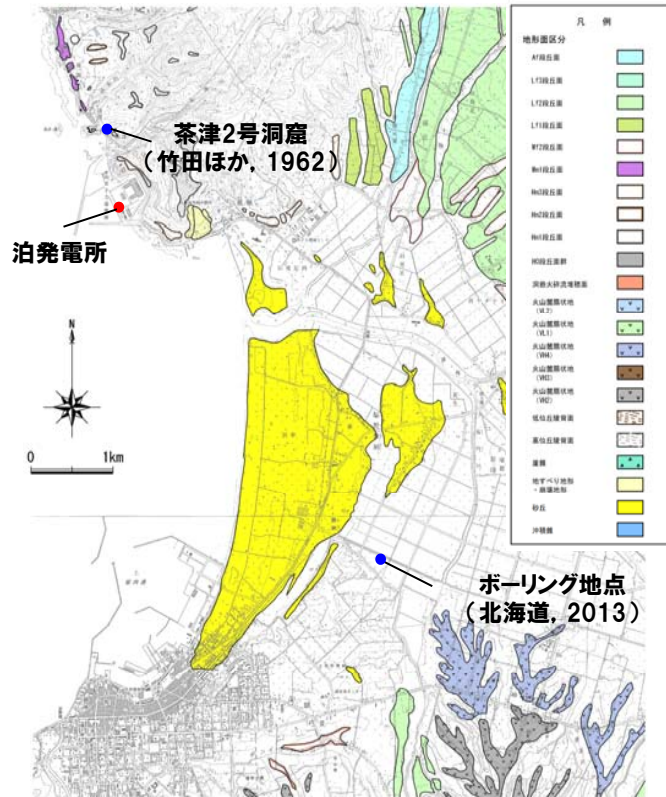
文献調査結果

一部修正(3/19審査会合)

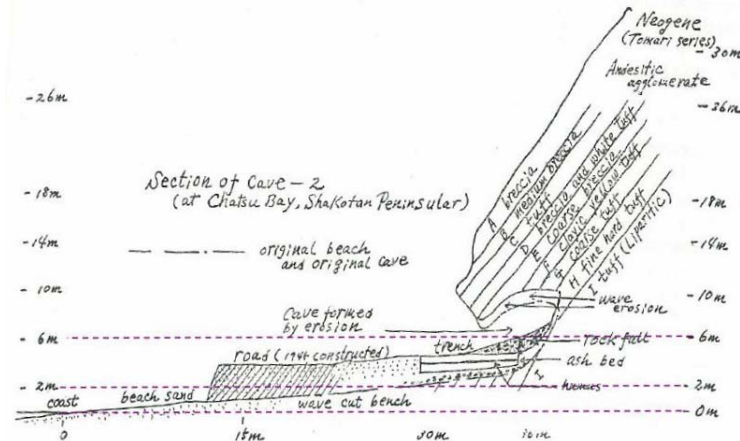
○文献調査結果より、縄文海進時の敷地近傍における旧汀線高度は約3～4mであり、道内の他地域における海水準上昇量と調和的である。

文献概要

| 文献 | 概要 |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 赤松(1969), 赤松(1972) | ・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) | ・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) | ・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。 |



文献記載位置図



茶津2号洞窟断面図 ※竹田ほか(1962)⑥に一部加筆

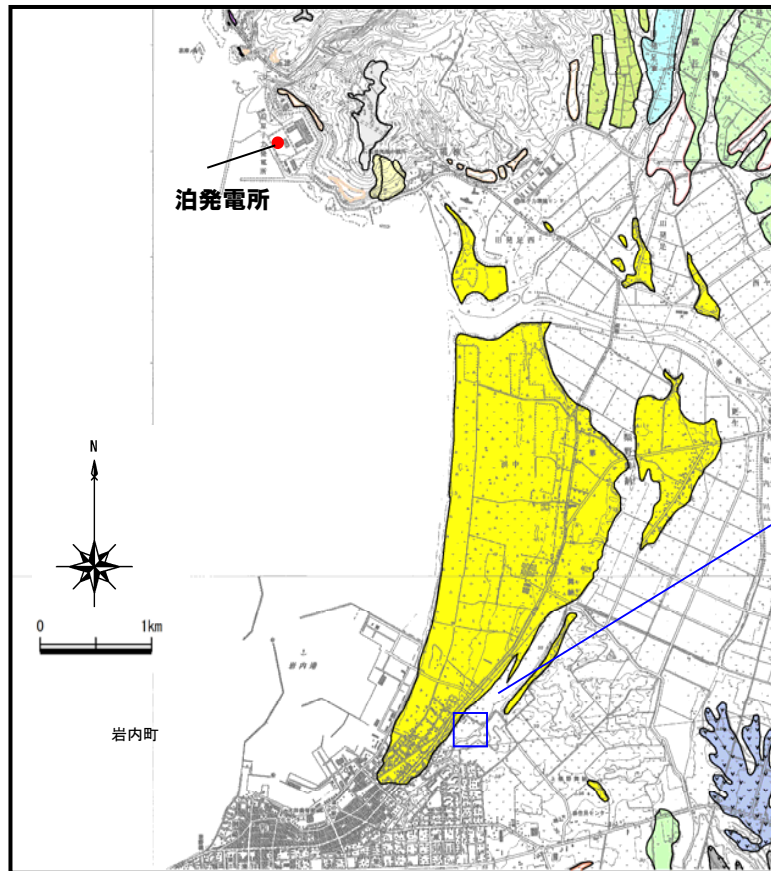
4.2 縄文海進時の旧汀線高度

当社ボーリング調査結果

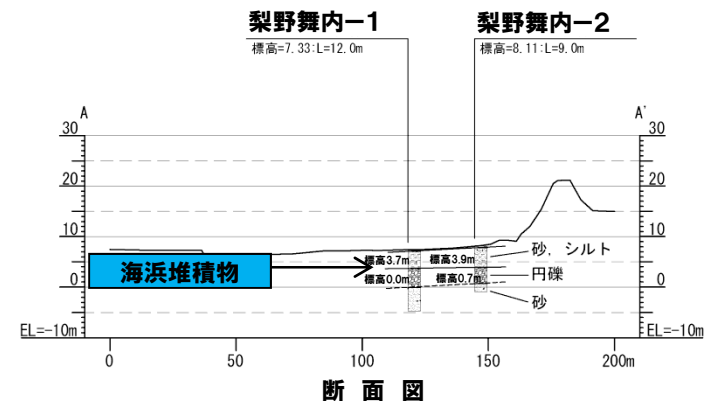
一部修正(3/19審査会合)

○岩内平野におけるボーリング調査結果より、縄文海進時の海浜堆積物を標高約3.7～3.9mで確認しており、文献調査結果と調和的である。

- ・岩内低地内の海食崖基部において、標高約3.7～3.9mで海浜堆積物を確認した。
- ・海浜堆積物上位の腐植層で約3,300年前及び約4,400年前の¹⁴C年代測定値を確認した。



ボーリング実施位置図



断面図

4.2 縄文海進時の旧汀線高度

当社ボーリング調査結果(コア写真)

再掲(3/19審査会合)



コア写真(梨野舞納-1)

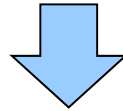


- ① : 14C年代測定位置 (1.45m) EL6.66m 年代値3,265 ± 25 y.B.P.
- ② : 14C年代測定位置 (2.25m) EL5.86m 年代値4,445 ± 29 y.B.P.

コア写真(梨野舞納-2)

4.3 4章のまとめ

- 積丹半島沿岸の隆起速度は、既往の調査結果から約0.2m/千年と推定される。
- 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。
- 縄文海進の旧汀線高度から、縄文海進以降に積丹半島西部が顕著な隆起を示す傾向は認められない。



- 積丹半島西部において、後期更新世以降の活構造を示唆するような傾向は認められない。

5. 全体のまとめ

【海岸地形】

- 積丹半島西岸の沿岸部の地形的特徴は、周辺の海岸線の形状や地形を形成する岩種・岩相の波に対する侵食抵抗の相対的な強弱による影響が大きいとされる既往文献で整理されている状況と調和的である。
- 積丹半島西岸には、縄文海進以降に、連続的かつ系統的に海岸地形を多段化させるような、地震性隆起を示唆する特徴は認められない。
- 「分布標高の差」は、侵食抵抗の相対的な強弱により形成されたものと推定される。

【沿岸部の地質構造等】

- 海上音波探査結果等より、積丹半島西岸付近の沿岸部には、少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する東傾斜の活断層は認められない。

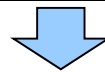
【海成段丘と波食棚の関係】

- 積丹半島西岸部のMm1段丘面の分布標高から、積丹半島西岸部付近の沿岸部には、海岸地形を隆起させるような活構造はないと判断される。
- 積丹半島西岸部の海岸地形の形成には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱が大きく影響していると推定される。

【海成段丘分布高度等】

- 積丹半島西部において、後期更新世以降の活構造を示唆するような傾向は認められない。

| 項目 | 地形的特徴 | 地質・地質構造的特徴 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 海岸地形 | <ul style="list-style-type: none"> ○潮間帯付近の波食棚と、潮間帯より標高の高い地形が隣接して分布する。 ○積丹半島西岸には、縄文海進以降に、連続的かつ系統的に海岸地形を多段化させるような、地震性隆起を示唆する特徴は認められない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○左記地形の分布は、地質分布と調和的。 ○「分布標高の差」は、侵食抵抗の相対的な強弱により形成されたものと推定される。 |
| 沿岸部の地質構造 | — | <ul style="list-style-type: none"> ○海上音波探査結果等より、積丹半島西岸海域には、少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する東傾斜の活断層は認められない。 |
| 海成段丘と波食棚の関係 | <ul style="list-style-type: none"> ○積丹半島西岸部のMm1段丘面の分布標高は、旧汀線付近で約25m。 ○潮間帯より標高の高い地形が認められる区間でMm1段丘面が顕著な隆起を示すような傾向は認められない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○積丹半島西岸部の海岸地形の形成には、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱が大きく影響していると推定される。 |
| 海成段丘分布高度等 | <ul style="list-style-type: none"> ○積丹半島西部において、後期更新世以降の活構造を示唆するような傾向は認められない。 | — |



- 積丹半島西岸の海岸地形の成因は、岩種・岩相の違いによる侵食抵抗の相対的な強弱が大きく影響している。
- 積丹半島西岸の海岸地形には、縄文海進以降に形成された離水海岸地形が標高数mを超える、複数段分布する等の特徴は認められない。

○なお、評価に関わるデータの更なる拡充の観点から、積丹半島東岸部の地形、地質等に関するデータ収集、検討を進めていく。

(文献)

- (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) 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, vol51-2, pp.147-157.
- (5) 宍倉正展 (2003) : 変動地形からみた相模トラフにおけるプレート間地震サイクル, 地震研究所彙報, vol78, pp.245-254.
- (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, vol59 (Ser.A) -1, pp.18-36.
- (7) 国土交通省測量作業規程 (2010) : 作業規程の準則, 国土交通省告示第413号, 平成20年3月31日.
- (8) 砂村継夫 (1975) : 波による岩石海岸の地形変化—最近の研究とその問題点—, 地理学評論, vol48-6, pp.395-411.
- (9) 小池一之・町田洋編 (2001) : 日本の海成段丘アトラス.
- (10) 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 .
- (11) 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 .
- (12) 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.
- (13) 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.