

# 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7月18日  
北海道電力株式会社

No	指摘事項	指摘時期
1	今回提示したケーススタディだけでは、地震性隆起の可能性は否定できないので、海岸地形の形成については、地質構造の観点等、別の観点でも検討すること。	H26年6月6日 審査会合
2	音波探査測線cの地質、地質構造や堆積構造については、陸域付近のデータについても確認のうえ、再度説明すること。また、IV層とV層の地質境界線の妥当性について確認すること。	H26年6月6日 審査会合
3	積丹半島全体の隆起傾向を把握するため、積丹半島北部及び東部のデータ拡充を行い、検討結果を説明すること。	H26年6月6日 審査会合

資料概要 .....	P.4
1. 積丹半島西岸の海岸地形に関する検討 .....	P.5
1.1 海岸地形の形成に関する地質構造からの検討 .....	P.6
1.2 海岸地形高度の定量的評価 .....	P.13
1.3 1章のまとめ .....	P.32
2. 海上音波探査記録の検討 .....	P.33
2.1 海上音波探査測線cにおけるIV層・V層境界区分 .....	P.34
2.2 測線c近傍の陸域付近の堆積構造 .....	P.37
2.3 2章のまとめ .....	P.45
3. 積丹半島北部及び東部の追加調査結果 .....	P.46
3.1 段丘分布高度 .....	P.47
3.2 海岸地形 .....	P.60
3.3 3章のまとめ .....	P.65
4. 全体のまとめ .....	P.66
(参考)海岸地形高度の定量化 .....	P.69

## 検討方針

○積丹半島の海岸地形等に関して、以下の検討を実施し、積丹半島西岸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。

- ・積丹半島西岸の海岸地形について、地質構造の観点から成因の検討を実施した。
- ・積丹半島西岸の海岸地形高度の定量的評価を行い、地震性隆起の可能性について検討を実施した。
- ・陸域付近の海上音波探査記録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。
- ・積丹半島全体の隆起傾向及び海岸地形の分布状況を把握するため、積丹半島東部及び北部の追加調査を実施し、海成段丘の高度等について評価した。

## 1. 積丹半島西岸の海岸地形に関する検討

# 1.1 海岸地形の形成に関する地質構造からの検討

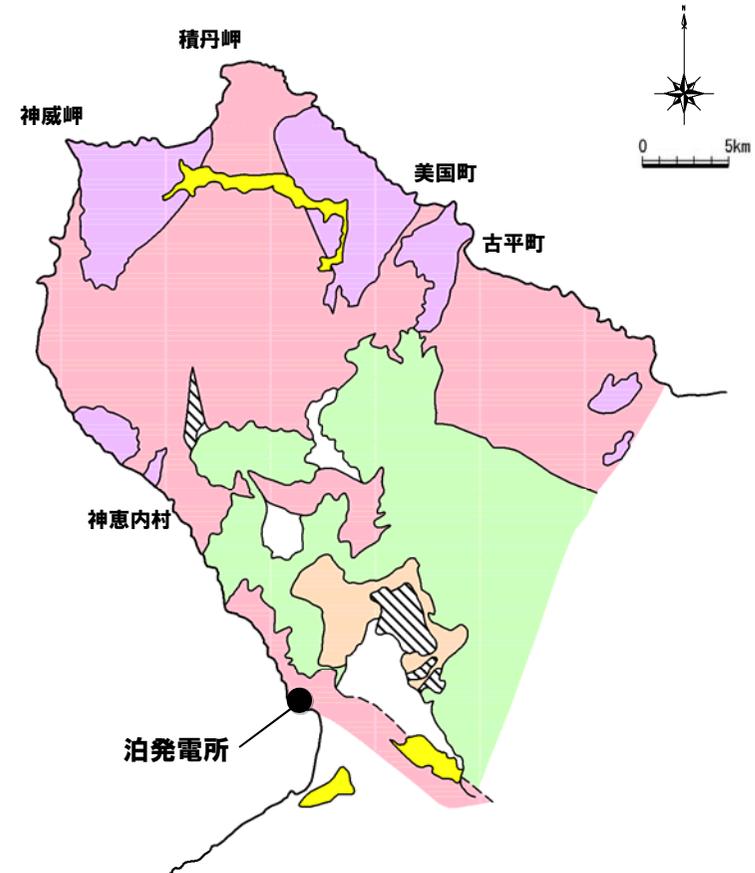
## 積丹半島の地質概要

- 泊発電所及び積丹半島では、下位より花崗岩類、茅沼層、古平層、神恵内層、余別層、野塚層、岩内層、段丘堆積物等が分布する。
- 花崗岩類から神恵内層の分布は下位層を取り巻くような分布、余別層は下位層の堆積盆や周辺部に分布する。
- 大局的な地質構造は、積丹半島の伸張方向であるNW-SE方向の構造が主体で、局所的にドーム構造が点在する。

地質層序表(積丹半島)

地質時代	地層名	主な岩相	
第四紀	沖積層	礫・砂・粘土	
	低位段丘堆積物	礫・砂・粘土	
	中位段丘堆積物	礫・砂・粘土	
	高位段丘堆積物及び発足層	礫・砂・粘土	
	野塚層	砂・礫・砂・礫	
	岩内層	砂・礫・砂・礫	
	第三紀	余別層	安山岩質火砕岩 砂岩・礫岩・泥岩
		神恵内層	安山岩溶岩及び同質火砕岩・泥岩
		古平層	安山岩溶岩及び同質火砕岩・ デイサイト溶岩及び同質火砕岩・ 玄武岩溶岩及び同質火砕岩・ 礫岩・砂岩・泥岩
		茅沼層	泥岩・安山岩溶岩及び同質火砕岩・ 流紋岩溶岩及び同質火砕岩
白亜紀	花崗岩類	花崗閃緑岩	
先白亜紀	リヤムナイ層	頁岩・砂岩	

~~~~~ : 不整合

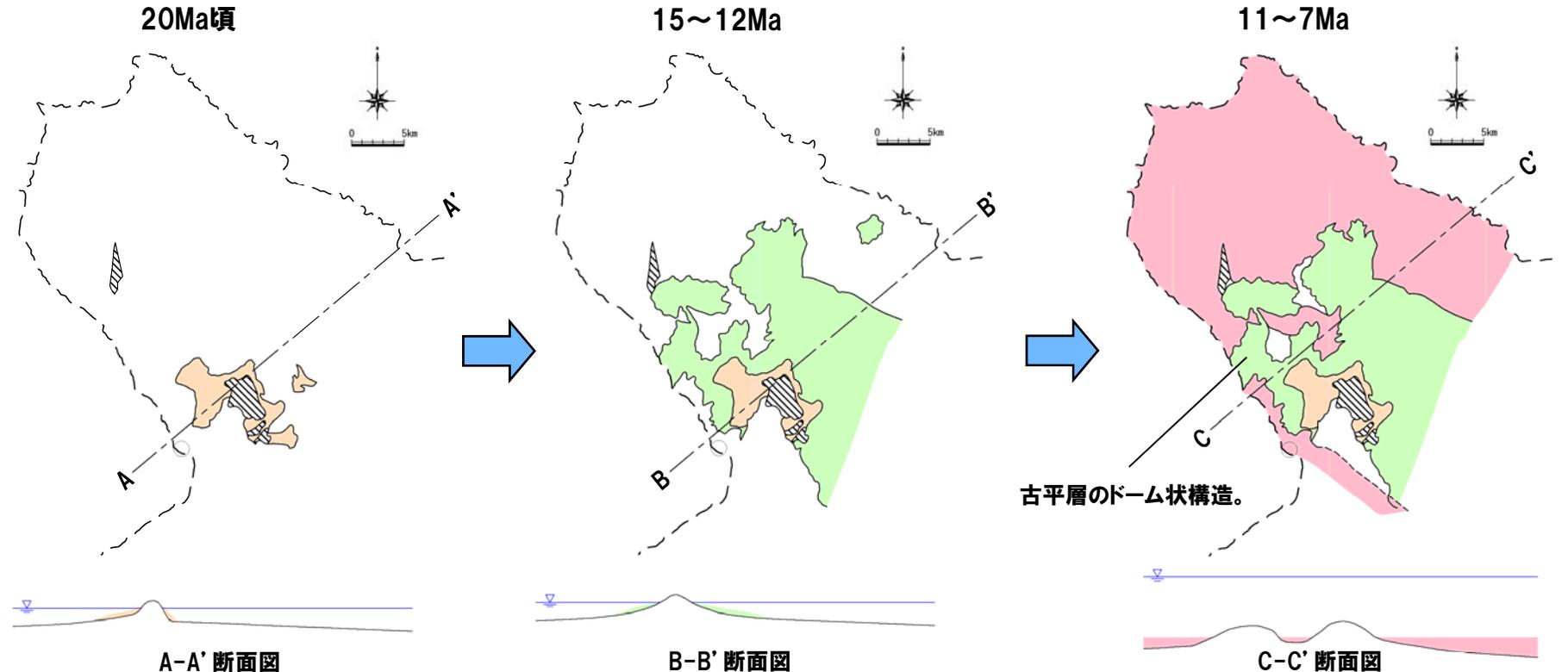


地質図(積丹半島)

# 1.1 海岸地形の形成に関する地質構造からの検討

## 積丹半島の形成について

- 積丹半島の形成について、yamagishi (1981) をもとに検討を行った。
- 現在の積丹半島の地形・地質構造の原形は、鮮新世にはほぼ形成されていたものと考えられる。



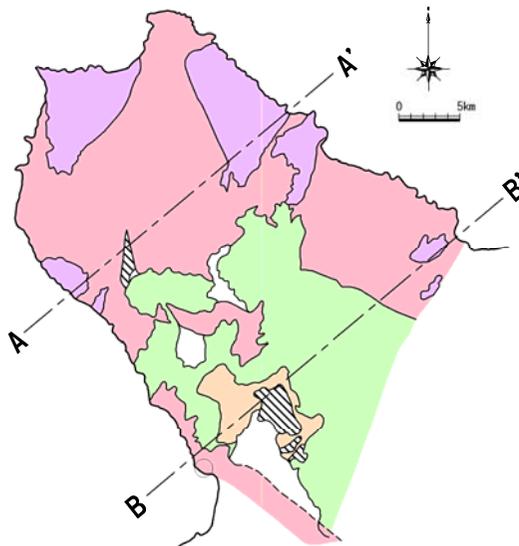
- ・茅沼層が陸域～浅海に堆積。
- ・陸域の湿地では挟炭層が堆積する。
- ・その後、火山噴火、静穏期を繰り返す。

- ・古平層は沈降しながら堆積する。
- ・小池ほか編 (2005) によれば、広域応力場は中立、沈降とされ、小嶋ほか編 (2003) によれば、北海道南西域は弱い引張応力場とされる。

- ・神恵内層が半深海～深海に堆積。
- ・初期は静穏で泥岩種となる。
- ・Yamagishi (1981) によれば、一部には、ドーム状の構造が形成されたとされ、10Ma 頃から大規模な火山活動により積丹半島全体に火砕岩類が堆積する。
- ・小池ほか編 (2005) によれば、8Ma 頃から弱圧縮応力場となり、東西圧縮が徐々に始まるとともに、NW-SE方向の褶曲活動が開始した。

## 積丹半島の形成について

7~5Ma



A-A' 断面図

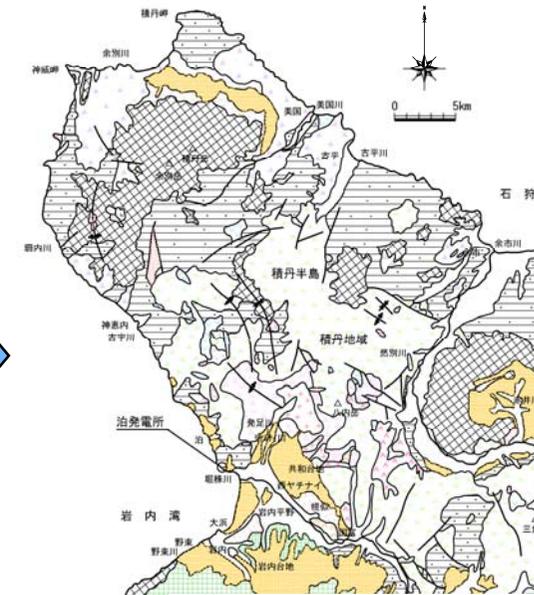


B-B' 断面図

2~0.5Ma



現在



- ・余別層が浅海に堆積。
- ・余別層は神恵内層を傾斜不整合に覆うことや、分布が沿岸域に限られることから、NW-SE方向に延びる積丹半島の原形がほぼ形成されていたものと考えられる。
- ・東西圧縮による褶曲運動は継続しているが、下位層に比べて構造が緩いことから、弱まっているものと推定される。

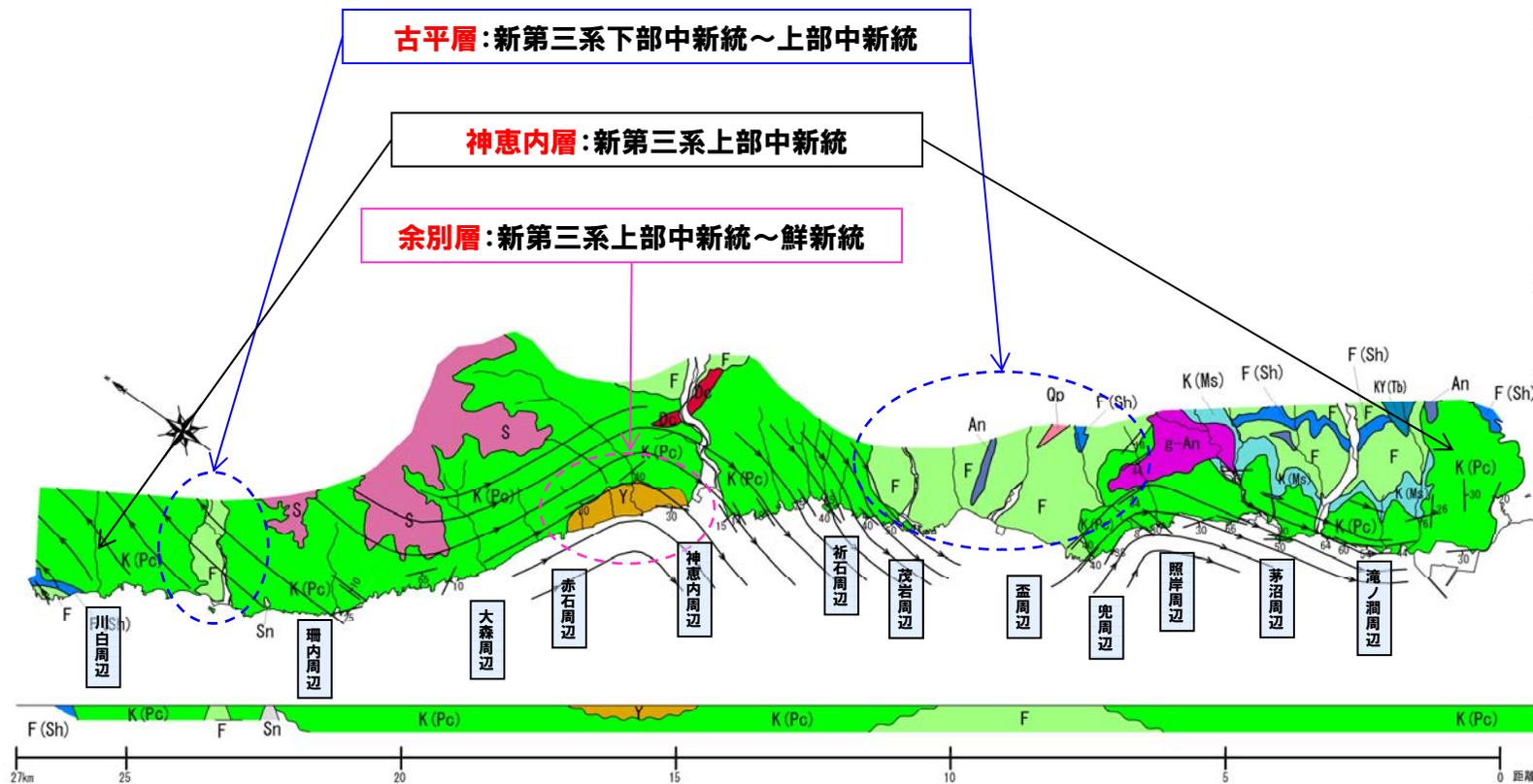
- ・野塚層・岩内層が沿岸部に堆積。
- ・野塚層及び岩内層は下位層を覆ってほぼ水平に堆積しており、地質構造から褶曲・傾動運動は認められない。

| 地質時代         | 層名        | 堆積環境 |
|--------------|-----------|------|
| 第四紀          | 沖積層       | 沖積   |
|              | 二七コ火山噴出物等 | 陸相   |
|              | 洞窟火砕流堆積物  | 陸相   |
| 更新世          | 段丘堆積物等    | 陸相   |
|              | 余別層       | 浅海   |
| 野塚層・岩内層      | 野塚層       | 沿岸部  |
|              | 岩内層       | 沿岸部  |
| 新第三紀         | 神恵内層      | 陸相   |
|              | 古平層       | 陸相   |
| 中新世          | 茅沼層       | 陸相   |
|              | 野東層       | 陸相   |
| 古第三紀         | 野東層       | 陸相   |
|              | 野東層       | 陸相   |
| 白堊紀          | 花崗岩類      | 火成岩  |
| 白堊紀          | リヤムナイ層    | 火成岩  |
| 第四紀<br>~新第三紀 | 流紋岩       | 火成岩  |
|              | デイサイト     | 火成岩  |
|              | 石英斑岩      | 火成岩  |
|              | 貫入岩類      | 火成岩  |
|              | 安山岩       | 火成岩  |
| 玄武岩          | 火成岩       |      |
| 石英閃緑岩        | 火成岩       |      |

# 1.1 海岸地形の形成に関する地質構造からの検討

## 積丹半島西岸の地質構造

- 陸域における神恵内層(新第三系上部中新統)の走向・傾斜, 海域における海上音波探査記録のVI層の傾斜データ等に基づき, 積丹半島西岸の走向線図を作成した。
- 積丹半島西岸の地質構造は, 神恵内層が古平層のドーム状構造を取り巻く構造及び余別層が神恵内層の堆積盆を埋めるような構造が認められる。



**古平層**:新第三系下部中新統~上部中新統

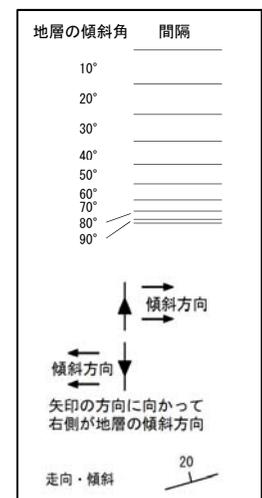
**神恵内層**:新第三系上部中新統

**余別層**:新第三系上部中新統~鮮新統

凡例 (地質)

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

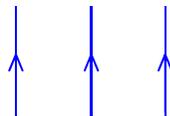
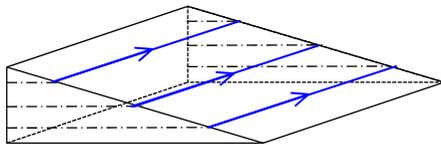
凡例 (走向線)



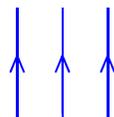
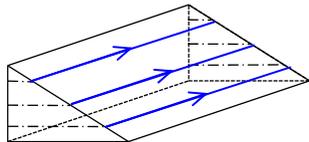
(参考) 走向線図から読み取れる地質構造のイメージ

走向線は、右側を下り傾斜方向に記載する。

【傾斜が緩い場合】

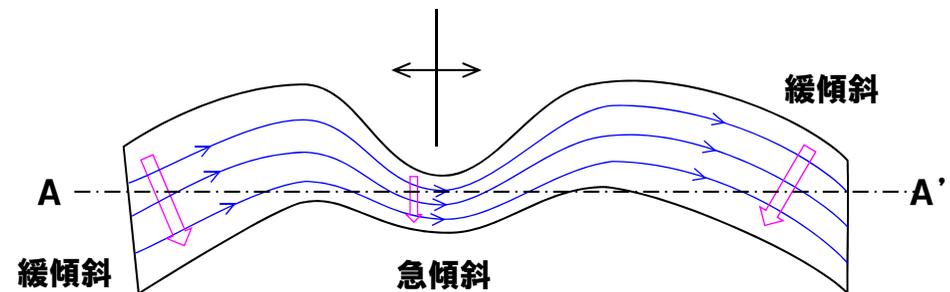


【傾斜が急な場合】

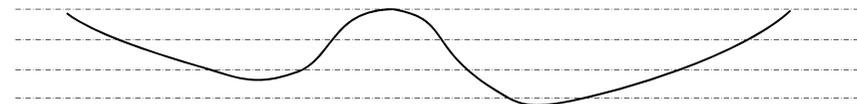


走向線の読み方

背斜構造、又は、ドーム状の構造が示唆される。



A - A' 断面

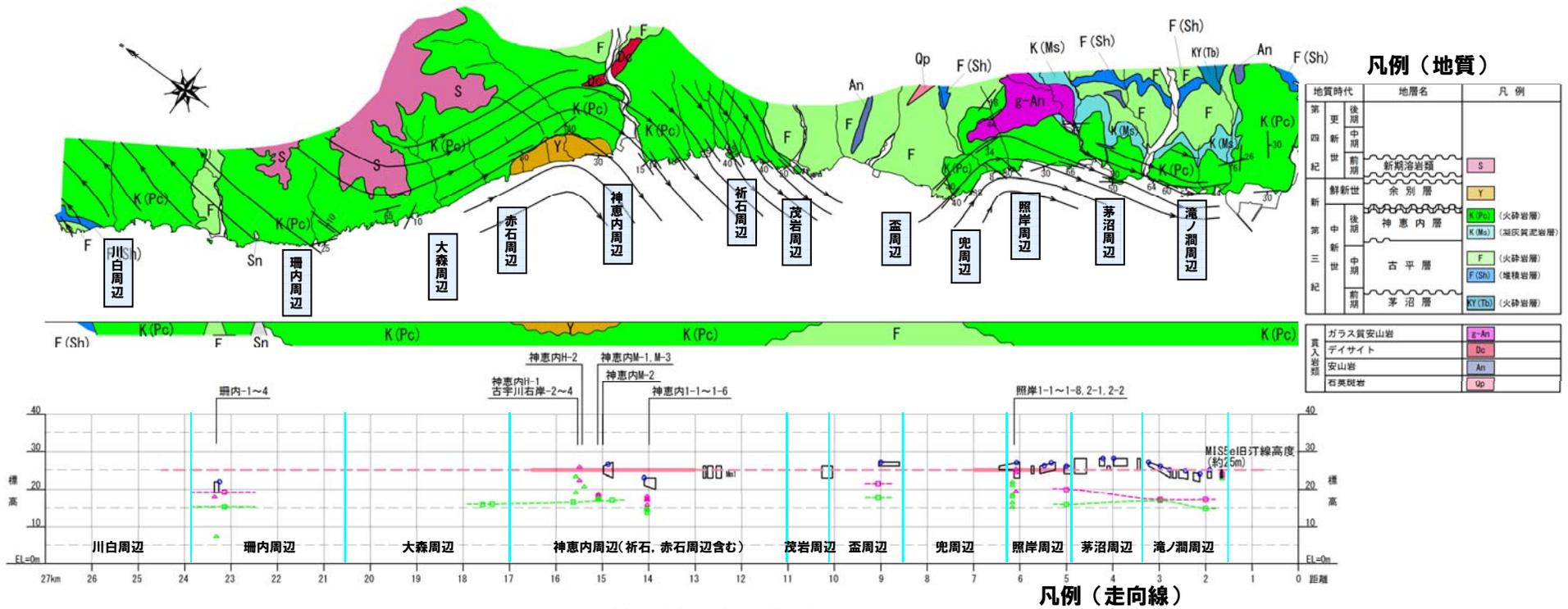


地質構造イメージ図

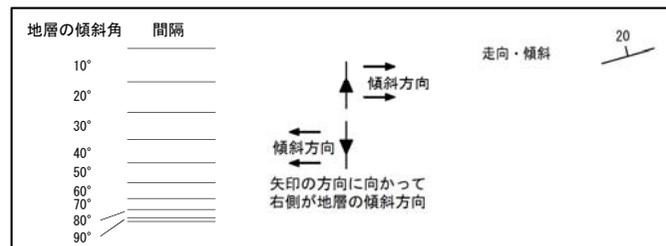
# 1.1 海岸地形の形成に関する地質構造からの検討

## 積丹半島西岸の地質構造

- 積丹半島西岸の海成段丘(Mm1段丘面)高度は、ボーリング調査及び地表地質踏査結果より、ほぼ一定である。
- 活構造の存在により海成段丘及び海岸地形が隆起していると仮定すれば、新第三系中新統の地層である神恵内層においても、活構造に起因する急傾斜構造の特徴が系統的に認められると考えられるが、そのような特徴は認められない。

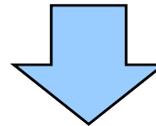


### 海成段丘の分布



## まとめ(地質構造からの検討)

- 積丹半島西岸の地質構造は、神恵内層が古平層のドーム状構造を取り巻く構造及び余別層が神恵内層の堆積盆を埋めるような構造が認められる。
- 活構造の存在により海成段丘及び海岸地形が隆起していると仮定すれば、新第三系中新統の地層である神恵内層においても、活構造に起因する急傾斜構造の特徴が系統的に認められると考えられるが、そのような特徴は認められない。



- 沿岸部を一様に隆起させる活構造の存在を示唆する特徴は認められない。

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

### 地震性隆起の可能性の検討

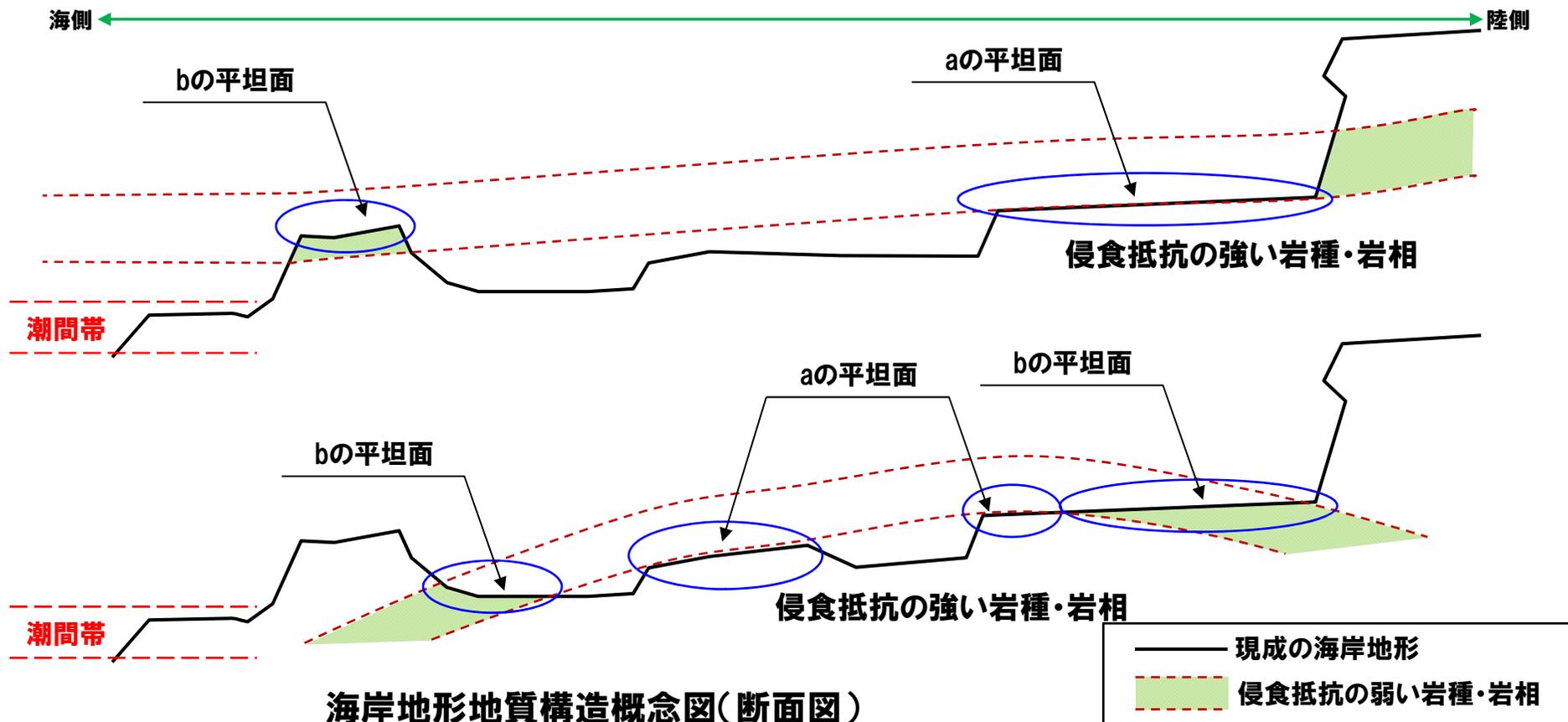
- 積丹半島西岸の海岸地形の高度について、同一ブロック(高度データ抽出範囲)のヒストグラムにおける、「高度分布度数のピークの数」、「高度分布度数のピークの高度」及び「高度分布度数のピークの高度差」※を整理し、汀線方向における系統性の有無を確認することで、地震性隆起の可能性を検討した。
- なお、海岸地形高度データについては、以下の観点に着目して再整理を実施した。
- 「①波食以外で形成される可能性のある平坦面高度データの棄却」
  - 「②同一ブロックにおける高度データ抽出範囲の細分化」

※以降は、「ピーク数」、「ピーク高度」、「ピーク高度差」という。

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

### 海岸地形高度データの再整理(①波食以外で形成される可能性のある平坦面高度データの棄却)

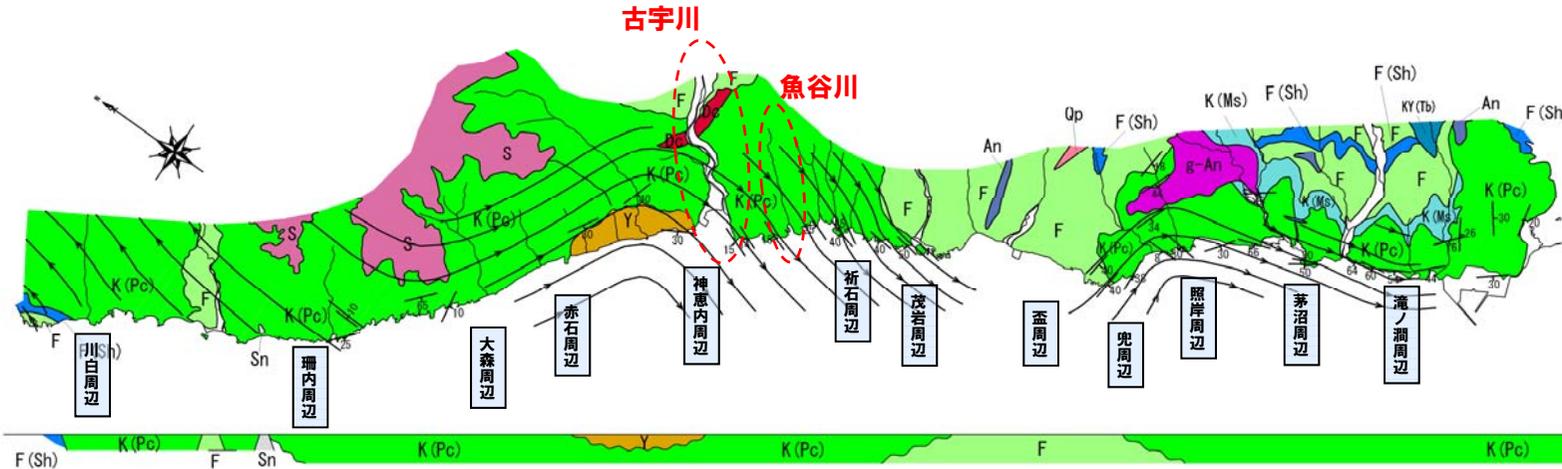
- 平坦な地形のうち、地質構造、岩種・岩相が以下の特徴に該当するものは、波食によらずとも比較的、簡単に平坦面を形成する可能性があるため、地震性隆起の可能性検討の精度向上のため、高度データを棄却することとした。
- 傾斜が低角であり、上層が侵食抵抗の弱い岩種・岩相、下層が侵食抵抗の強い岩種・岩相の境界に位置すると推定される平坦面。
  - 傾斜が低角であり、侵食抵抗の弱い岩種・岩相で形成されている平坦面。
- aについては、海食崖部に構造物が設置される等、岩種・岩相境界を確認できない場合もあることから、実作業としては、「傾斜が低角」の範囲はa・bの可能性を完全に否定できないため、全ての高度データを棄却対象とした。



# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

海岸地形高度データの再整理(①波食以外で形成される可能性のある平坦面高度データの棄却)

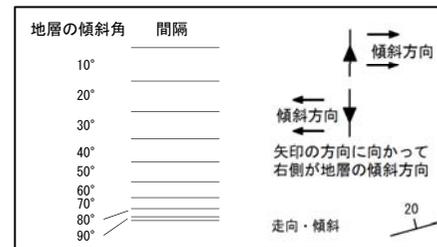
○積丹半島西岸の走向線図から地域別の傾斜を整理し、高度データの棄却基準を検討した(次頁参照)。



走向・傾斜一覧

| 地域  | 走向・傾斜 | 位置       | 地域  | 走向・傾斜   | 位置       |
|-----|-------|----------|-----|---------|----------|
| 滝ノ洞 | TK1   | NS/64W   | 神恵内 | KM2     | N20E/15W |
|     | TK3   | N10W/60W |     | KM5     | N20E/14W |
|     | TK5   | N20W/54W |     | KM6     | N50E/10W |
|     | TK6東  | N35W/44W |     | KM7     | N30E/15W |
| 茅沼  | KN2   | N25W/50W |     | KM9     | N40E/14W |
| 照岸  | TR8南  | N10E/66W |     | KM14    | N30E/25W |
| 兜   | KB4~5 | N76W/40W |     | KM15    | N30E/40W |
|     | KB4~5 | N70W/40W |     | KM17~18 | N40E/35W |
|     | KB6   | N85W/35W |     | KM25南   | N10W/50W |
|     | KB8   | N85W/38W |     |         |          |
|     | KB12  | N10E/8W  | 海食崖 |         |          |
|     | KB14  | N16W/30W |     |         |          |

凡例(走向線)



凡例(地質)

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

積丹半島西岸の走向線図

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

### 海岸地形高度データの再整理(①波食以外で形成される可能性のある平坦面高度データの棄却)

- 高度データ棄却基準としては、検討範囲において確認できる傾斜のほぼ最小値である、「川白周辺」の10°を基本とした。
- 傾斜10°に、当該地域の地質構造の変化(ばらつき)を10°程度考慮し、20°程度以下の傾斜を有する範囲を「傾斜が低角な地質構造」と定義した。

### 積丹半島西岸の地域別傾斜

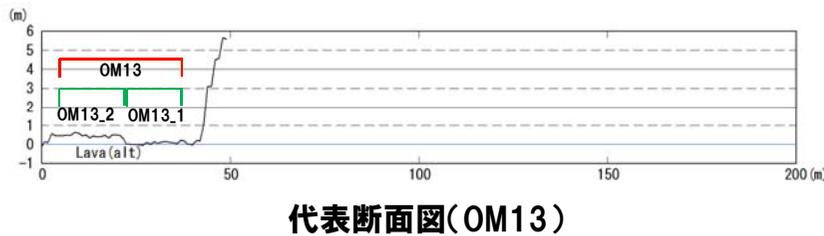
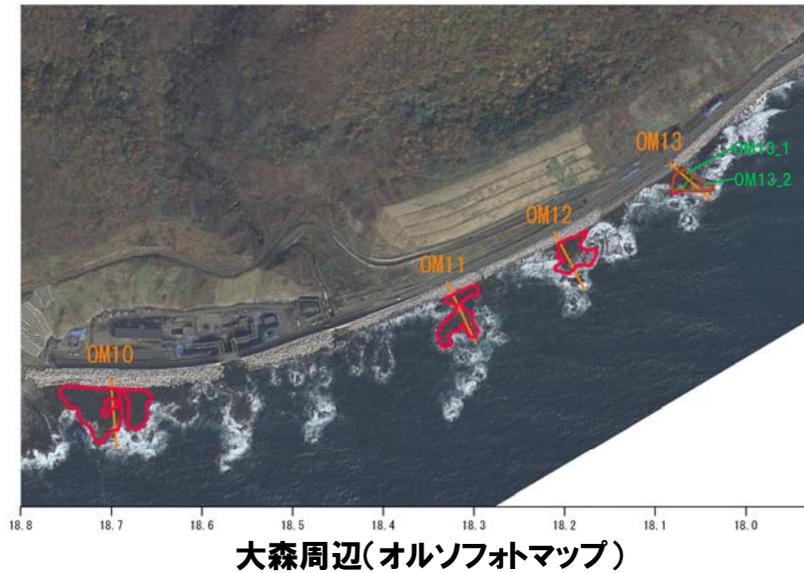
| 地域                    | 傾斜        | 備考                                                                                     |
|-----------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 川白周辺                  | 10°       | ・低角な地質構造として高度データ棄却                                                                     |
| 珊内周辺                  | 10, 25°   | ・低角な地質構造として高度データ棄却<br>・傾斜25°は片理であり、全体的な地質構造を代表するものではないことから、傾斜データから棄却                   |
| 大森周辺                  | 10, 65°   | ・潮間帯よりも標高の高い地形が認められるため、構造不明瞭*として高度データの棄却は行わない<br>(※Lava主体であるため地質構造が不明瞭、傾斜データのばらつきが大きい) |
| 神恵内周辺<br>(祈石, 赤石周辺含む) | 14~40°    | ・傾斜が14~15°となる古宇川左岸~魚谷川右岸(KM1~KM10)までは、高度データ棄却                                          |
| 茂岩周辺                  | 50°       |                                                                                        |
| 盃周辺                   | 不明(古平層)   | ・地質構造不明であるが、周辺(茂岩周辺, 兜周辺)の傾斜状況から、同程度と推定されるため、高度データの棄却は行わない                             |
| 兜周辺                   | 8, 30~40° | ・8°は他傾斜データと比較すると局所的であるため、傾斜データから棄却                                                     |
| 照岸周辺                  | 30, 66°   |                                                                                        |
| 茅沼周辺                  | 30, 50°   |                                                                                        |
| 滝ノ潤周辺                 | 44~64°    |                                                                                        |

 高度データ棄却対象

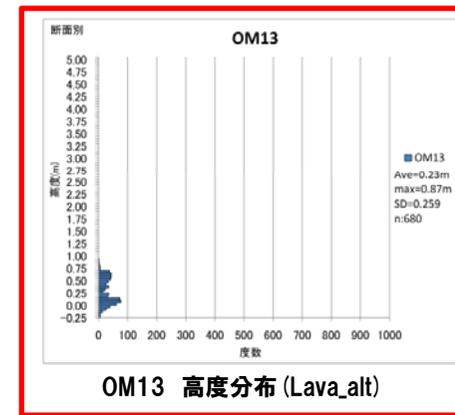
# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

## 海岸地形高度データの再整理(②同一ブロックにおける高度データ抽出範囲の細分化)

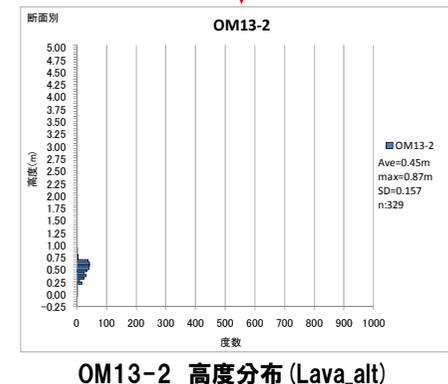
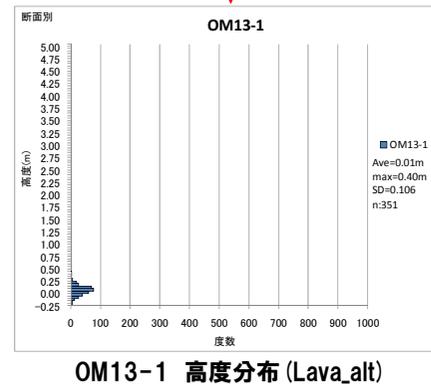
○空中写真判読及び段彩図から、同一ブロックにおいて高さが異なるやや平坦な地形が複数認められる範囲は、高度データ抽出範囲を細分化し、高度分布を明瞭にした。



- ▭ ▭ : 高度データ抽出範囲(変更前)
- ▭ ▭ : 高度データ抽出範囲(細分化後)
- : 高度データ抽出範囲の代表断面



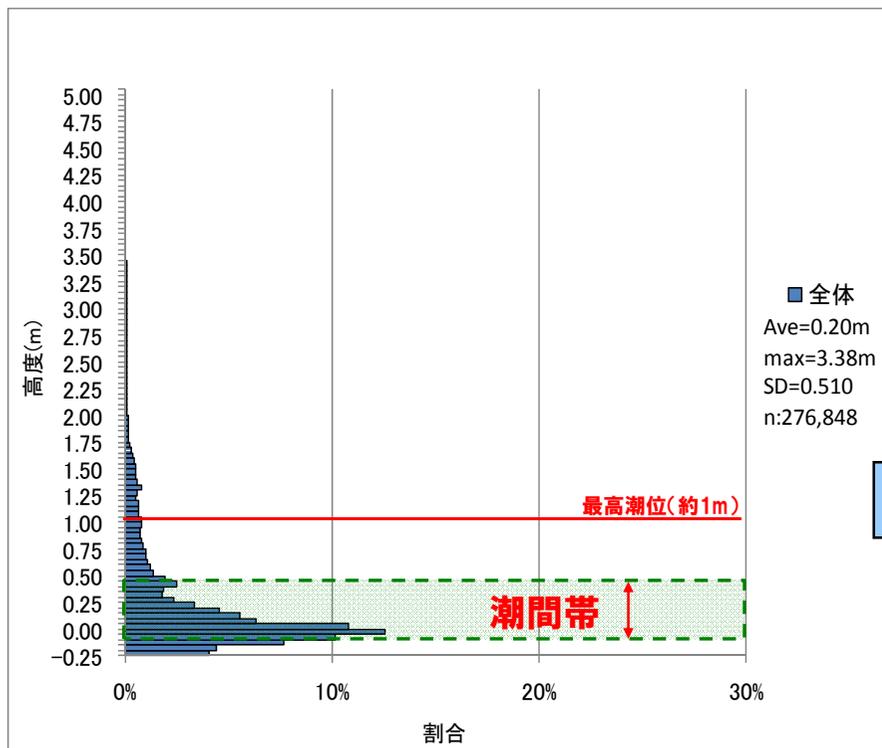
細分化



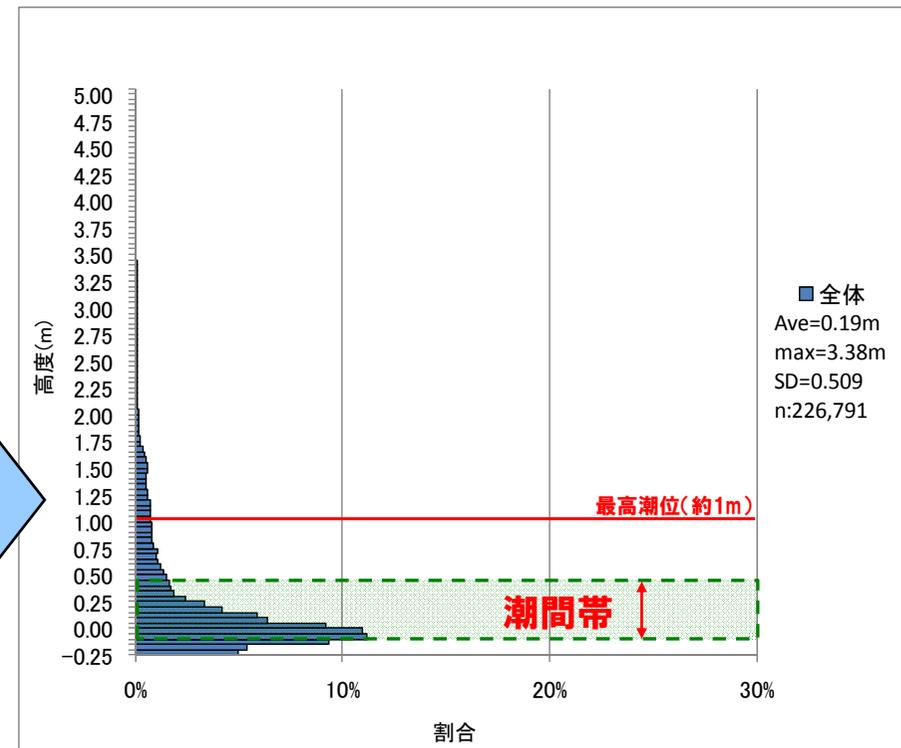
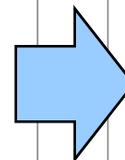
## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

### 結果及び評価(総括)

- 再整理の結果、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。



全体 高度分布(6/6審査会合)



全体 高度分布(今回再整理)

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

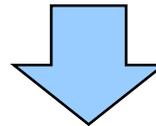
### 結果及び評価(岩種・岩相別)

○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が異なる。

#### 岩種・岩相別 高度分布(6/6審査会合)

※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

| 岩種・岩相               | Lava  | Hyalo  | Vb,Tb   | Lava_alt | Ab_alt | Hyalo_alt | Vb,Tb_alt | 全体      |
|---------------------|-------|--------|---------|----------|--------|-----------|-----------|---------|
| 平均高度 (m)            | 1.14  | 0.71   | 0.06    | -0.01    | -0.20  | 0.22      | 0.07      | 0.20    |
| 潮間帯より標高の高い地形の割合 (%) | 99.6  | 54.7   | 13.0    | 10.9     | 11.2   | 21.1      | 10.7      | 22.0    |
| 標準偏差 (m)            | 0.39  | 0.73   | 0.35    | 0.27     | 0.15   | 0.25      | 0.24      | 0.51    |
| 母数                  | 2,679 | 53,685 | 140,308 | 18,333   | 2,243  | 19,651    | 39,949    | 276,848 |



#### 岩種・岩相別 高度分布(今回再整理)

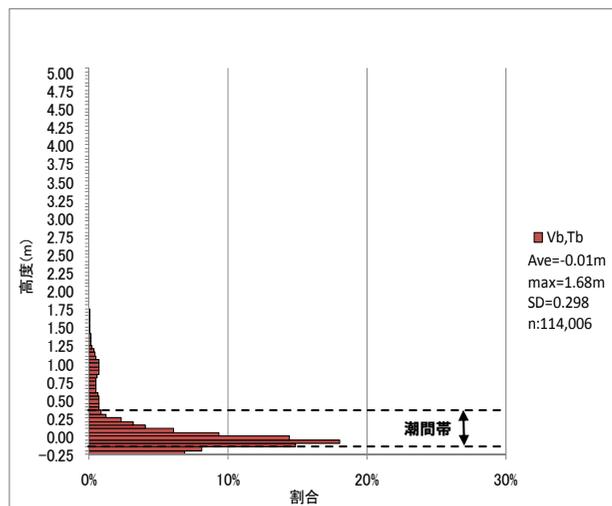
※平均高度が潮間帯以下の場合は朱書き

| 岩種・岩相               | Lava  | Hyalo  | Vb,Tb   | Lava_alt | Ab_alt | Hyalo_alt | Vb,Tb_alt | 全体      |
|---------------------|-------|--------|---------|----------|--------|-----------|-----------|---------|
| 平均高度 (m)            | 1.14  | 0.67   | -0.01   | -0.02    | 0.20   | 0.16      | 0.13      | 0.19    |
| 潮間帯より標高の高い地形の割合 (%) | 99.6  | 3.38   | 9.2     | 10.9     | 11.2   | 12.5      | 16.9      | 21.6    |
| 標準偏差 (m)            | 0.39  | 0.692  | 0.30    | 0.27     | 0.15   | 0.22      | 0.27      | 0.509   |
| 母数                  | 2,679 | 52,040 | 114,006 | 17,322   | 2,243  | 14,929    | 23,572    | 226,791 |

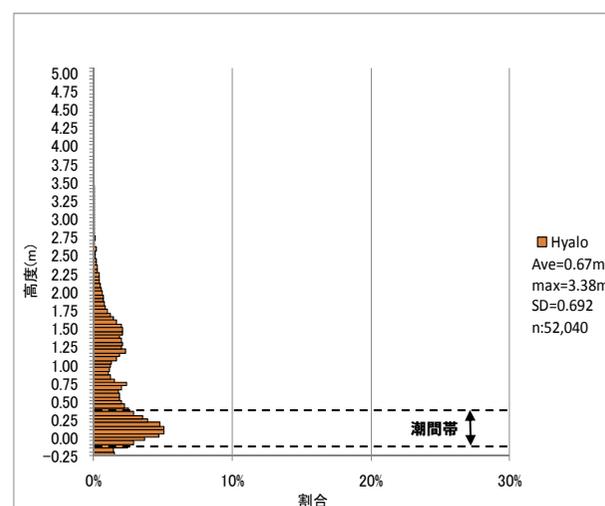
## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

### 結果及び評価(岩種・岩相別)

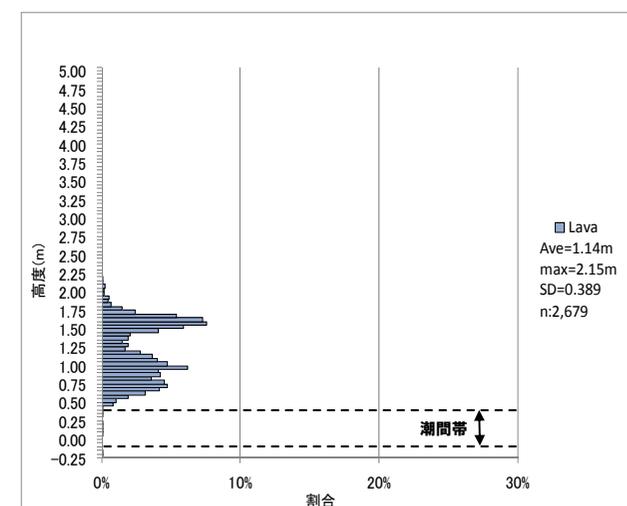
- 平均高度の関係は、Vb,Tb<Hyalo<Lavaである。
- Hyaloは、Lavaと比較して岩相変化が著しい(侵食抵抗性が異なる)ことから、高度分布のばらつき(標準偏差)が大きい。
- Vb,Tbも岩相変化が著しい(侵食抵抗性が異なる)が、Hyaloと比較して侵食抵抗性が小さいため、高度分布のばらつき(標準偏差)が小さい。



Vb,Tb 高度分布  
(今回再整理)



Hyalo 高度分布  
(今回再整理)

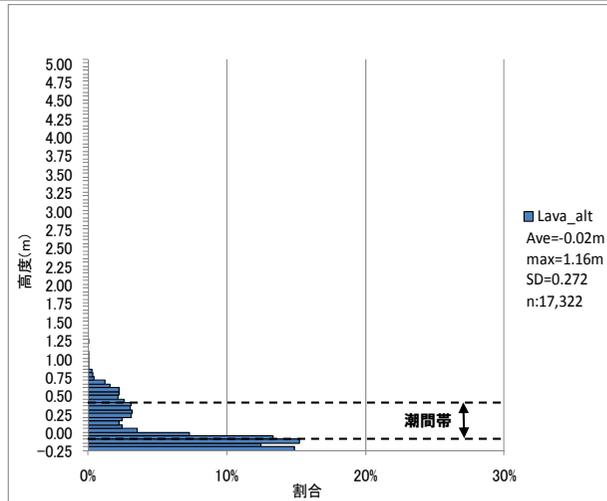


Lava 高度分布  
(今回再整理)

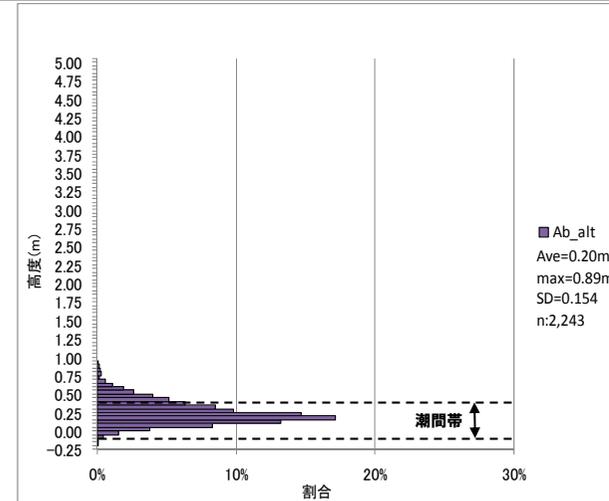
# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

## 結果及び評価(岩種・岩相別)

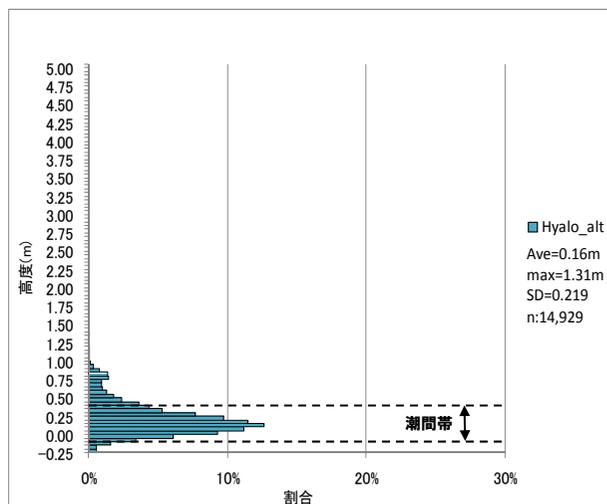
○それぞれの岩種の変質部については、変質の程度が様々であることから、一概に岩種同士の比較はできないが、新鮮部と比較して、侵食抵抗性が小さいことから、平均高度、高度分布のばらつき(標準偏差)ともに小さい。



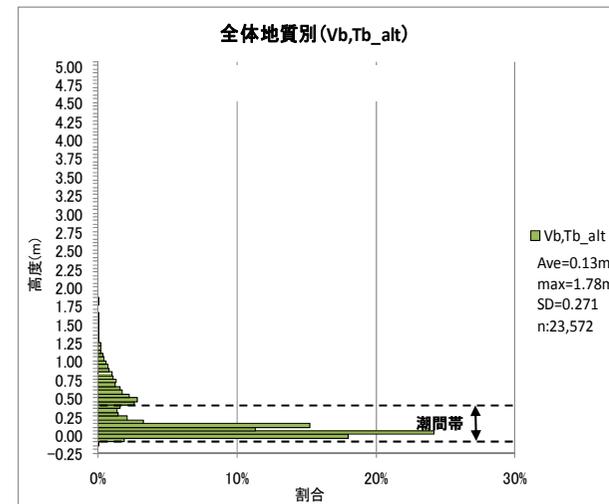
Lava\_alt 高度分布(今回再整理)



Ab\_alt 高度分布(今回再整理)



Hyalo\_alt 高度分布(今回再整理)

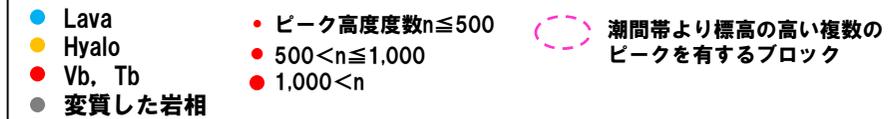
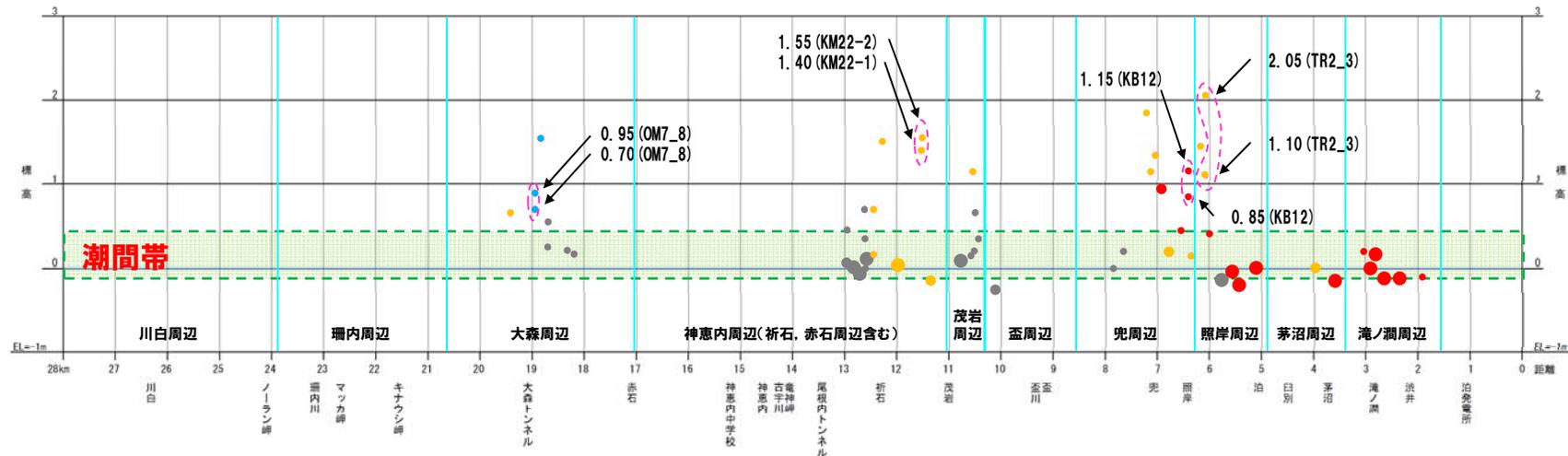


Vb,Tb\_alt 高度分布(今回再整理)

# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

## 結果及び評価(地震性隆起の可能性の検討)

- 「ピーク高度」の抽出は、全ての岩種・岩相を対象として行った。
- 「ピーク高度」の抽出にあたっては、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を確認した。

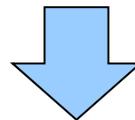


ブロック別 ピーク高度分布

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

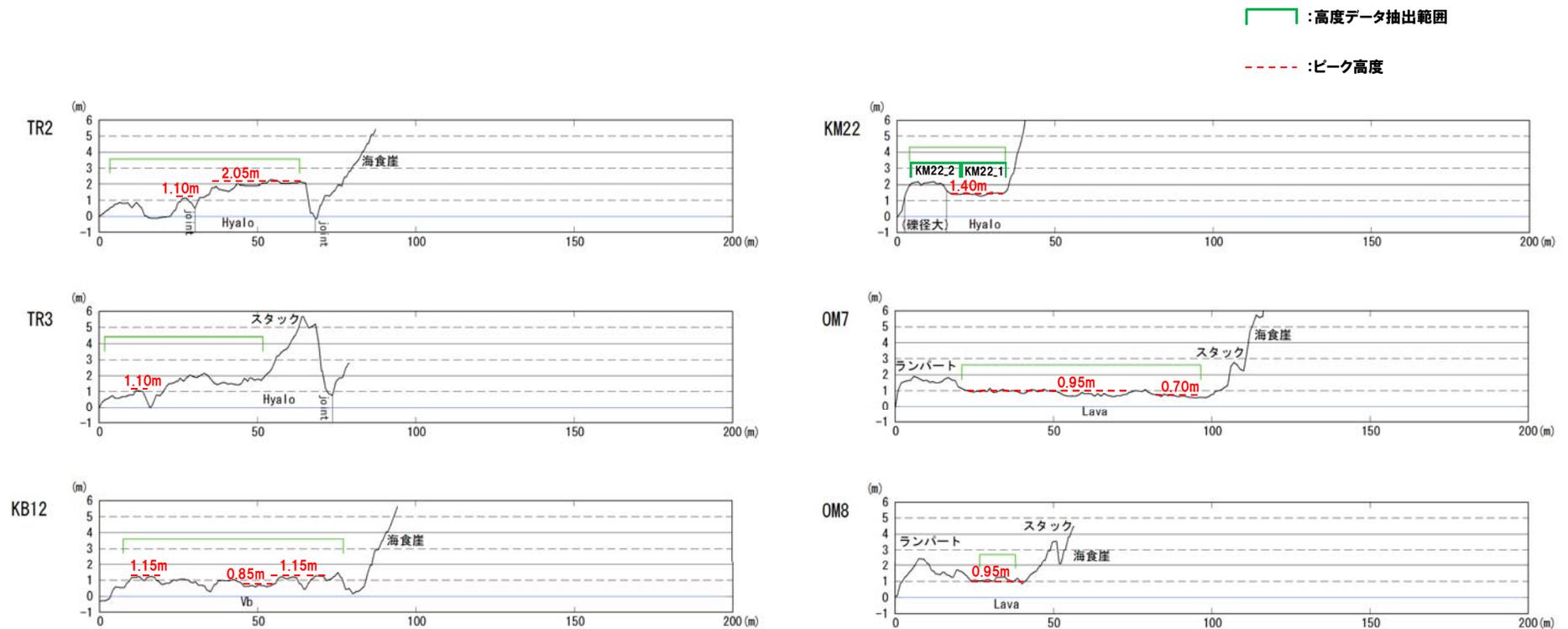
### 結果及び評価(地震性隆起の可能性の検討)

- 「ピーク高度」は概ね潮間帯以下に分布し、潮間帯以下の標高の度数は多い(170,890/母数210,868)。
- 潮間帯より標高の高い「ピーク高度」は、潮間帯以下の「ピーク高度」と比較して数が少なく、ピーク高度度数も少ない(4,631/母数210,868)。
- 「ピーク高度」は汀線方向に連続して一定ではなく、近接ブロックであっても差が認められる(系統性が認められない)。
- 「ピーク高度」は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。
  
- ブロック別の潮間帯より標高の高い「ピーク数」は1~2つであり、汀線方向への系統性は認められない。
- 潮間帯より標高の高い複数のピークを有するブロックは、4箇所存在するが、「ピーク高度」及び「ピーク高度差」に系統性は認められない。
  
- 積丹半島西岸の海岸地形は、既往文献で整理されている「地震性隆起に伴う離水ベンチ」の特徴(ベンチの多段化、ベンチ高度の系統性)と調和的ではない(次頁以降参照。)
- 積丹半島西岸の海岸地形は、既往文献で整理されている「波食棚」の特徴と調和的である(次頁以降参照。)



- 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。

## 結果及び評価(地震性隆起の可能性の検討)



潮間帯より標高の高い複数のピークを有するブロックの代表断面

# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

## 結果及び評価(地震性隆起の可能性の検討)

| 地域23 | ブロック   | 岩種・岩相     | 母数n   | 潮間帯以下の高度<br>【( )内は母数に対する割合】 |            | 潮間帯より標高の高いピーク高度(m)<br>【( )内はピーク高度度数】 |            | ピーク高度差(m)<br>②-① |
|------|--------|-----------|-------|-----------------------------|------------|--------------------------------------|------------|------------------|
|      |        |           |       | 高度度数                        | ピーク高度(m)   | ①                                    | ②          |                  |
| 大森   | OM4    | Hyalo     | 1,078 | 223 (20.7%)                 |            | 0.65 (117)                           |            |                  |
|      | OM7_8  | Lava      | 1,455 | 3 (0.2%)                    |            | 0.70 (125)                           | 0.95 (164) | 0.25             |
|      | OM9    | Lava      | 1,224 | 8 (0.7%)                    |            | 1.55 (204)                           |            |                  |
|      | OM10   | Lava_alt  | 3,273 | 1,981 (60.5%)               | 0.25       | 0.55 (308)                           |            |                  |
|      | OM11   | Lava_alt  | 1,287 | 1,184 (92.0%)               | 0.20       |                                      |            |                  |
|      | OM12   | Lava_alt  | 1,171 | 898 (76.7%)                 | 0.15       |                                      |            |                  |
| 神恵内  | KM11   | Vb,Tb_alt | 5,398 | 3,132 (58.0%)               | 0.05       | 0.45 (121)                           |            |                  |
|      | KM12   | Vb,Tb_alt | 8,573 | 8,402 (98.0%)               | 0.00       |                                      |            |                  |
|      | KM13   | Vb,Tb_alt | 5,031 | 4,832 (96.0%)               | -0.05      |                                      |            |                  |
|      | KM14   | Vb,Tb_alt | 2,102 | 752 (35.8%)                 | 0.00, 0.35 | 0.70 (186)                           |            |                  |
|      | KM15   | Vb,Tb_alt | 2,468 | 2,468 (100.0%)              | 0.10       |                                      |            |                  |
|      | KM16   | Hyalo     | 2,681 | 551 (20.6%)                 | 0.15       | 0.70 (572)                           |            |                  |
|      | KM17   | Hyalo     | 3,501 | 0 (0.0%)                    |            | 1.50 (283)                           |            |                  |
|      | KM18   | Hyalo     | 9,901 | 9,160 (92.5%)               | 0.05       |                                      |            |                  |
|      | KM22-1 | Hyalo     | 603   | 8 (1.3%)                    |            | 1.40 (96)                            |            |                  |
|      | KM22-2 | Hyalo     | 882   | 0 (0.0%)                    |            |                                      | 1.55 (111) | 0.15             |
|      | KM23   | Hyalo     | 3,890 | 3,492 (89.8%)               | -0.15      |                                      |            |                  |
| 茂岩   | MO1_2  | Hyalo_alt | 7,246 | 6,427 (88.7%)               | 0.10       |                                      |            |                  |
|      | MO3    | Ab_alt    | 2,243 | 1,993 (88.9%)               | 0.15       |                                      |            |                  |
|      | MO4    | Hyalo     | 1,519 | 0 (0.0%)                    |            | 1.15 (324)                           |            |                  |
|      | MO5-1  | Hyalo_alt | 854   | 793 (93.1%)                 | 0.20       |                                      |            |                  |
|      | MO5-2  | Hyalo_alt | 454   | 48 (10.9%)                  |            | 0.65 (75)                            |            |                  |
|      | MO6    | Hyalo_alt | 1,170 | 794 (67.9%)                 | 0.35       |                                      |            |                  |
| 盃    | SK1    | Lava_alt  | 2,486 | 2,486 (100.0%)              | -0.25      |                                      |            |                  |

### ブロック別 平坦な地形の高度一覧(大森周辺～盃周辺)

# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

## 結果及び評価(地震性隆起の可能性の検討)

| 地域  | ブロック    | 岩種・岩相     | 母数n    | 潮間帯以下の高度<br>【( )内は母数に対する割合】 |          | 潮間帯より標高の高いピーク高度(m)<br>【( )内はピーク高度度数】 |            | ピーク高度差(m)<br>②-① |
|-----|---------|-----------|--------|-----------------------------|----------|--------------------------------------|------------|------------------|
|     |         |           |        | 高度度数                        | ピーク高度(m) | ①                                    | ②          |                  |
| 兜   | KB1     | Hyalo_alt | 2,356  | 2,342                       | (99.4%)  | 0.00                                 |            |                  |
|     | KB3     | Hyalo_alt | 1,153  | 1,092                       | (96.3%)  | 0.20                                 |            |                  |
|     | KB6     | Hyalo     | 261    | 0                           | (0.0%)   |                                      | 1.85 (42)  |                  |
|     | KB7     | Hyalo     | 1,145  | 0                           | (0.0%)   |                                      | 1.15 (174) |                  |
|     | KB8     | Hyalo     | 646    | 0                           | (0.0%)   |                                      | 1.35 (99)  |                  |
|     | KB9     | Vb        | 3,942  | 4                           | (0.1%)   |                                      | 0.95(535)  |                  |
|     | KB10    | Hyalo     | 4,557  | 2,803                       | (61.5%)  | 0.20                                 |            |                  |
|     | KB11    | Vb        | 2,186  | 1,242                       | (56.8%)  |                                      | 0.45(230)  |                  |
|     | KB12    | Vb        | 4,305  | 328                         | (7.6%)   |                                      | 0.85(289)  | 1.15(223)        |
|     | KB13    | Hyalo     | 1,055  | 761                         | (72.1%)  | 0.15                                 |            |                  |
| 照岸  | TR1     | Hyalo     | 2,233  | 83                          | (3.7%)   |                                      | 1.45(121)  |                  |
|     | TR2_3   | Hyalo     | 3,430  | 199                         | (5.8%)   |                                      | 1.10(105)  | 2.05(127)        |
|     | TR4     | Tb        | 1,659  | 1,100                       | (66.3%)  | 0.40                                 |            |                  |
|     | TR5     | Lava_alt  | 7,926  | 7,926                       | (100.0%) | -0.15                                |            |                  |
|     | TR6     | Tb        | 7,321  | 7,321                       | (100.0%) | -0.05                                |            |                  |
|     | TR7     | Tb        | 17,851 | 17,851                      | (100.0%) | -0.20                                |            |                  |
|     | TR8     | Tb        | 7,077  | 7,077                       | (100.0%) | 0.00                                 |            |                  |
| 茅沼  | KN1_2_3 | Hyalo     | 3,945  | 3,912                       | (99.2%)  | 0.00                                 |            |                  |
|     | KN4_5_6 | Vb        | 20,328 | 20,309                      | (99.9%)  | -0.15                                |            |                  |
| 滝ノ潤 | TK1     | Vb        | 1,471  | 1,381                       | (93.9%)  | 0.20                                 |            |                  |
|     | TK2     | Vb        | 4,497  | 4,497                       | (100.0%) | 0.00                                 |            |                  |
|     | TK3     | Vb        | 4,011  | 4,004                       | (99.8%)  | 0.15                                 |            |                  |
|     | TK4     | Vb,Tb     | 8,975  | 8,975                       | (100.0%) | -0.10                                |            |                  |
|     | TK5     | Vb,Tb     | 26,934 | 26,934                      | (100.0%) | -0.10                                |            |                  |
|     | TK6     | Vb,Tb     | 1,114  | 1,114                       | (100.0%) | -0.10                                |            |                  |

ブロック別 平坦な地形の高度一覧(兜周辺～滝ノ潤周辺)

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

(参考)【波食棚】文献概要

一部修正(6/6審査会合)

| 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"> <li>・ storm benchとold hat type bench</li> <li>・ 内湾型ベンチ</li> </ul> <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"> <li>・ 潮間帯波食棚</li> <li>・ 高潮位波食棚</li> <li>・ 暴風波波食棚</li> </ul> <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"> <li>・ 波食棚面の位置</li> <li>・ 波食棚面の特徴</li> <li>・ 周辺地形</li> </ul> <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。

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

(参考)【波食棚】山陰の海岸地形(豊島,1967)

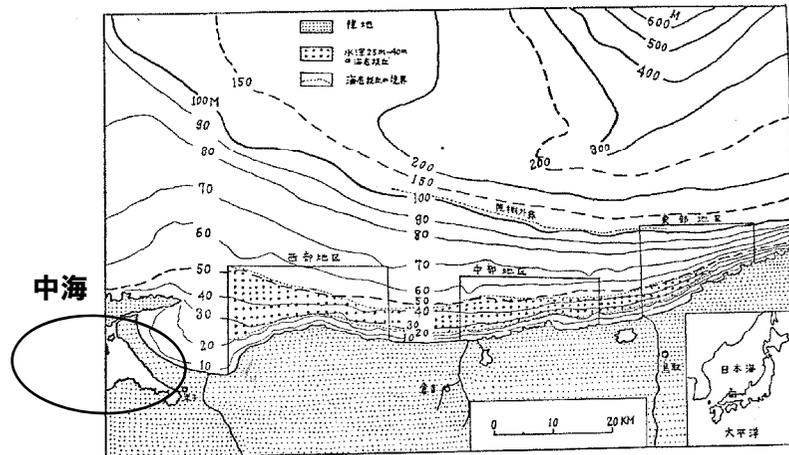
一部修正(6/6審査会合)

○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、

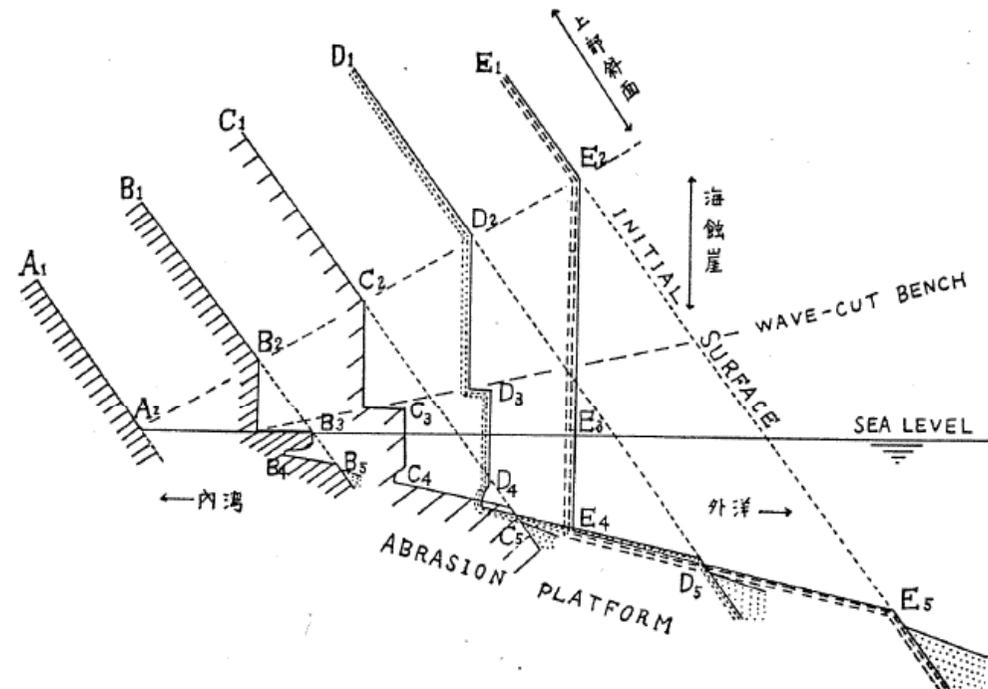
- ・海食崖及び波食棚の高度は次第に高くなる。
- ・海食台外縁の水深も次第に深くなる。

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)

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

(参考)【波食棚】ベンチの3つの類型(高橋,1972)

一部修正(6/6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                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○沖側へ緩く傾斜する。</li> <li>○凹凸が少ない。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ほとんど水平。</li> <li>○深い波食溝で断裂されている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○小規模な棚状の面を持つ岩礁。</li> <li>○棚状の面を持たない斜面。</li> <li>○節理に支配された波食溝で断裂されている。</li> </ul> |
| 背後の地形                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○砂礫浜で覆われる。</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ほとんど急崖である。</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○海食崖に相当する斜面と漸移的。</li> </ul>                                                      |
| 海岸線の形状                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○湾入している部分に存在する。</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○突出している部分、岬などに発達する。</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○突出している部分に分布する。</li> </ul>                                                       |
| 備考<br><br>(高橋(1972)において平戸島の海岸地形で確認された地質) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○角礫凝灰岩, 火山角礫岩, 礫岩, 軟質砂岩など。</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○凝灰角礫岩, 火山角礫岩など。</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○玄武岩, 安山岩の溶岩など。</li> </ul>                                                       |

※高橋(1972)の記載を整理

## 1.2 海岸地形高度の定量的評価

(参考)【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)

一部修正(6/6審査会合)

- 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。

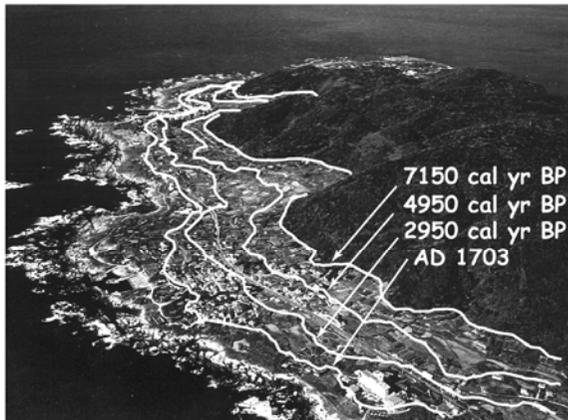


Fig. 7. Paleo-shorelines on Nishikawana, the southernmost part of the Boso Peninsula. Aerial photo contributed by Chiba Historical Material Research Foundation.

完新世海岸段丘(房総半島南端部)(宍倉,2003)

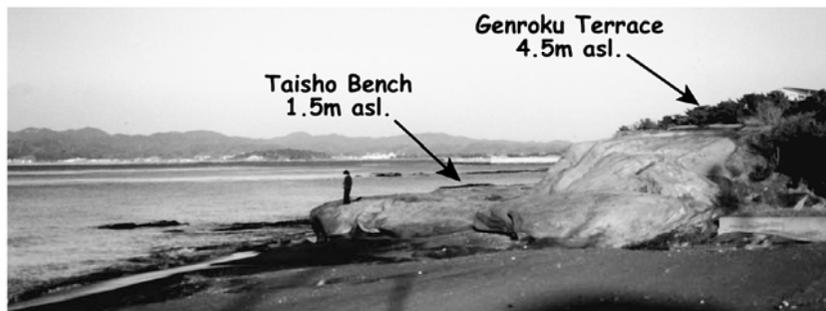


Fig. 4. Two levels of emerged wave-cut benches in Kenbutsu, the Boso Peninsula.

元禄及び大正の多段化ベンチ(宍倉,2003)

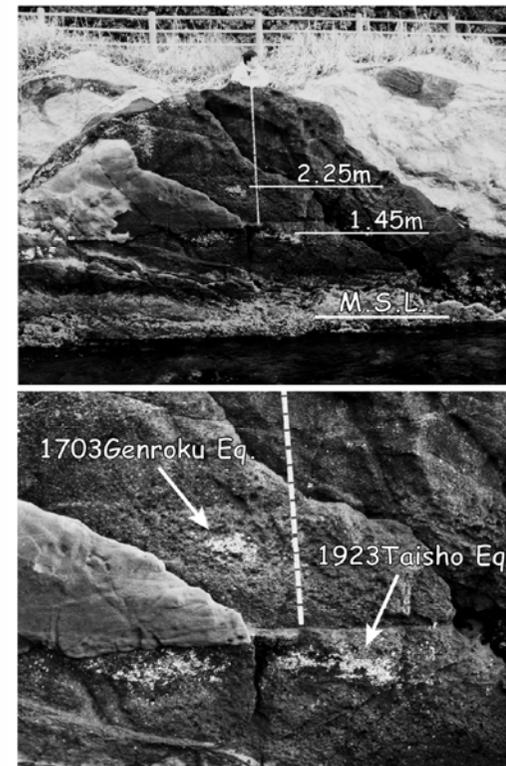


Fig. 3. Two levels of fossilized sessile assemblages (*Pomatoleios Kraussii*) in Jogashima, the Miura Peninsula. M.S.L.: mean sea level. Scale bar is graduated in 10 cm.

元禄及び大正の旧汀線付近のヤッコカンザシ(宍倉,2003)

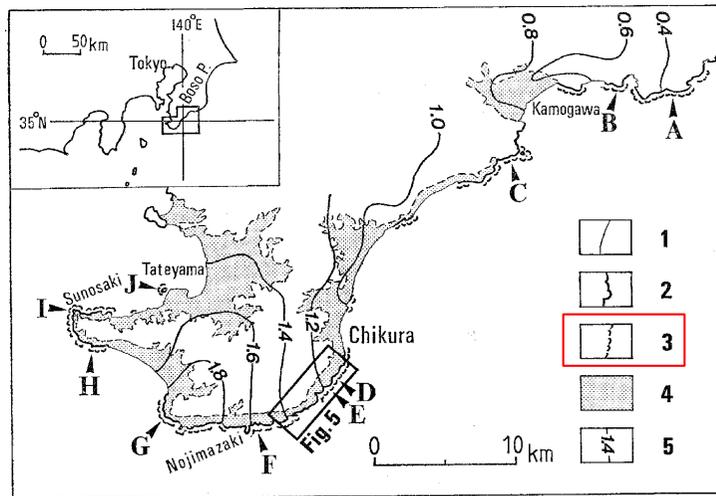
# 1.2 海岸地形高度の定量的評価

(参考)【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)

一部修正(6/6審査会合)

- 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。

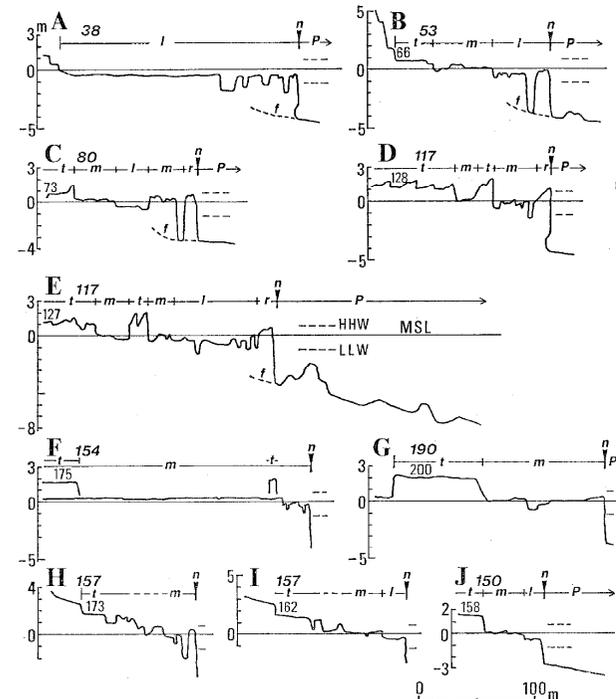
※現成ベンチ:潮間帯付近で侵食により形成され、現在もなお形成されつつあるベンチ



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)

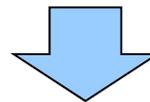
## 1.3 1章のまとめ

### 【1.1 海岸地形の形成に関する地質構造からの検討】

- 積丹半島西岸の地質構造は、神恵内層が古平層のドーム状構造を取り巻く構造及び余別層が神恵内層の堆積盆を埋めるような構造が認められる。
- 活構造の存在により海成段丘及び海岸地形が隆起していると仮定すれば、新第三系中新統の地層である神恵内層においても、活構造に起因する急傾斜構造の特徴が系統的に認められると考えられるが、そのような特徴は認められない。

### 【1.2 海岸地形高度の定量的評価】

- 積丹半島西岸における「ピーク数」、「ピーク高度」及び「ピーク高度差」はブロック毎に異なり、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。
- 積丹半島西岸の海岸地形は、既往文献で整理されている「地震性隆起に伴う離水ベンチ」の特徴(ベンチの多段化、ベンチ高度の系統性)と調和的ではない。
- 積丹半島西岸の海岸地形は、既往文献で整理されている「波食棚」の特徴と調和的である。

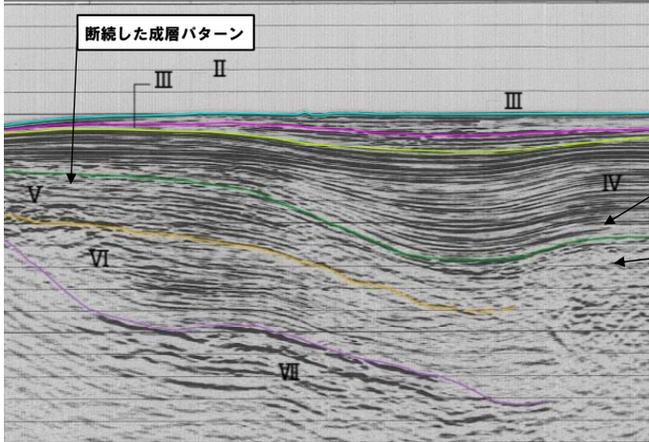


- 海岸地形の形成に関して地質構造から検討した結果、沿岸部を一様に隆起させるような活構造の存在を示唆する特徴は認められない。
- 海岸地形高度の定量的評価の結果、積丹半島西岸には、縄文海進以降に、連続的かつ系統的に海岸地形を多段化させるような、地震性隆起を示唆する特徴は認められない。

## 2. 海上音波探査記録の検討

## 区分方法

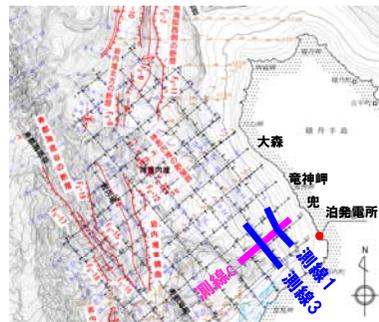
- 海上音波探査における、敷地前面海域(測線c含む)のIV層とV層は、下表に基づき区分している。
- 各測線の層区分を行ったうえで、他測線との交点において層区分の整合性を確認している。

| 地層  | 敷地前面及び周辺海域に認められるパターン                                                                                                                                                                                             | 敷地前面海域における層区分                                                                                                                                                                         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IV層 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・主に、弱いコントラストの成層パターンが認められる。</li> <li>・一部に強いコントラストの成層パターン、断続した成層パターンが認められる。</li> <li>・わずかに断片的な層理パターン、乱れた反射パターン、半透明で弱い成層パターンが認められる。<br/>(H25.7設置変更許可申請書引用)</li> </ul>        |  <p data-bbox="1169 1145 1921 1295">強いコントラストの成層パターンと断続した成層パターン、又は、断片的な層理パターンの境界付近に着目し、層区分を実施。</p> |
| V層  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・主に、弱いコントラストの成層パターンもしくは強いコントラストの成層パターンが認められる。</li> <li>・一部に断続した成層パターンが認められる。</li> <li>・わずかに断片的な層理パターン、乱れた反射パターン、半透明なパターン、透明なパターンが認められる。<br/>(H25.7設置変更許可申請書引用)</li> </ul> |                                                                                                                                                                                       |

## 2.1 海上音波探査測線cにおけるIV層・V層境界区分

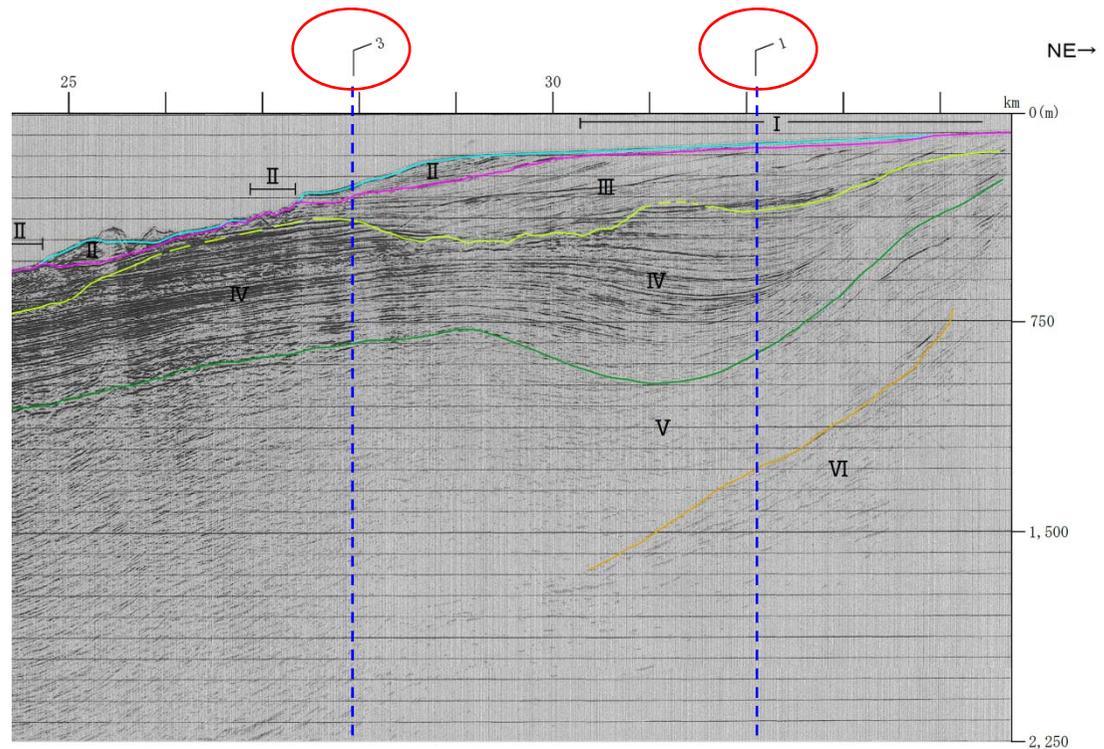
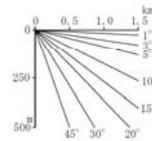
### 測線c(GIガン・マルチチャンネル)

- 測線cは、測線1及び測線3(GIガン・マルチチャンネル)と交差する。
- 海上音波探査記録は、一般的に地層の傾斜変化が小さい場合、記録が明瞭となる。
- 積丹半島西岸の沿岸部では、汀線が概ね走向方向となっており、同方向の地層の傾斜変化は、汀線と直交方向と比較して小さいことから、記録が明瞭になる可能性が高い。
- 以上を考慮し、測線cの層区分に当たっては、測線1及び測線3(汀線方向)との交点付近の層区分と整合を図っている。



- 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)

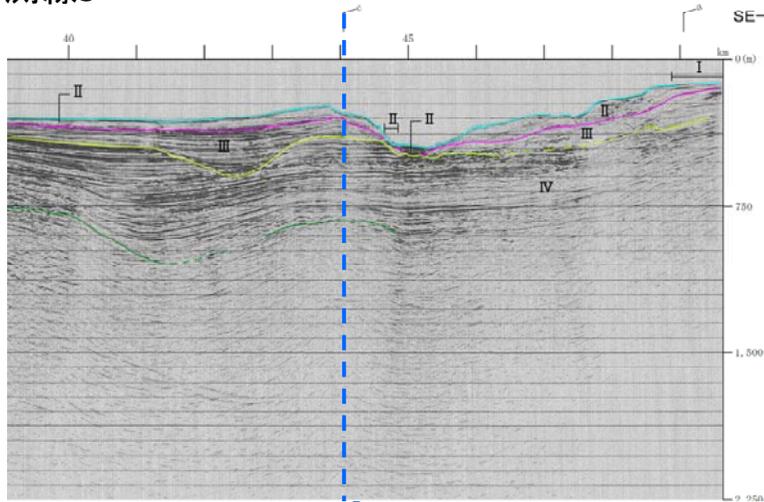
- ※色付線は各層の上面を表す
- Fc-10 断層及び断層番号
  - - - Fd-2 断層運動に関連する変形
  - ┌┐ 連続しない断層
  - ↕ 背斜軸
  - ↗ 向斜軸



## 2.1 海上音波探査測線cにおけるIV層・V層境界区分

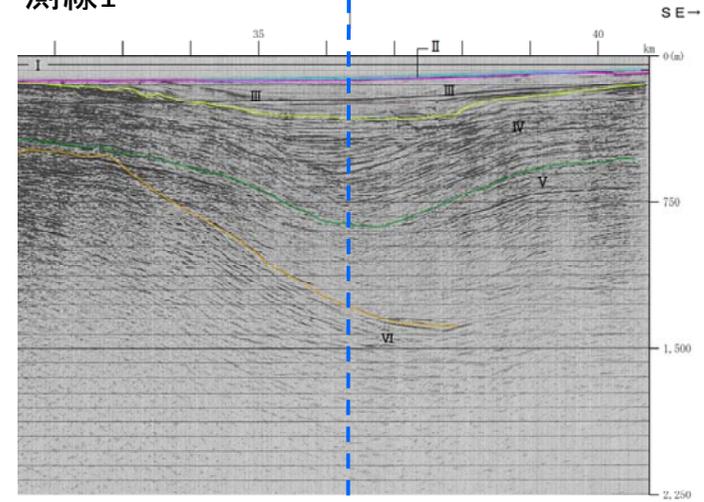
### 測線c (GIガン・マルチチャンネル)

測線3

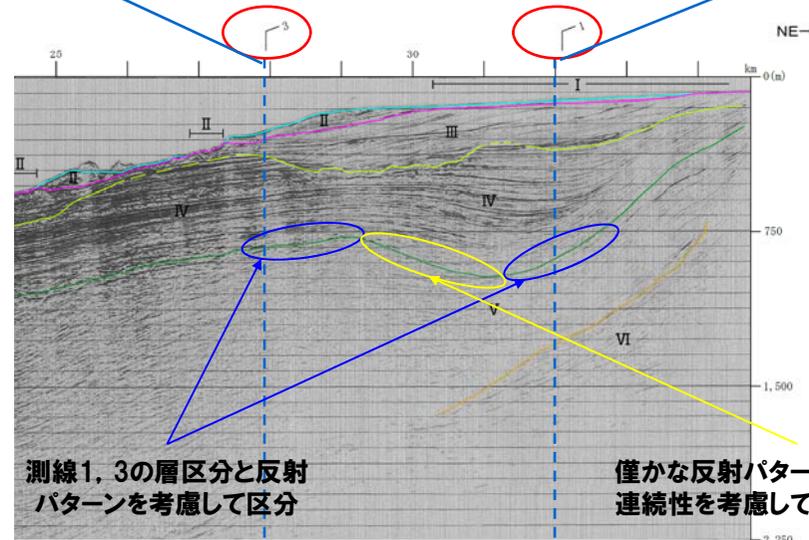


測線3: 測線cとの交点付近のIV層・V層境界は明瞭

測線1



測線1: 測線cとの交点付近のIV層・V層境界は明瞭



測線1, 3の層区分と反射パターンを考慮して区分

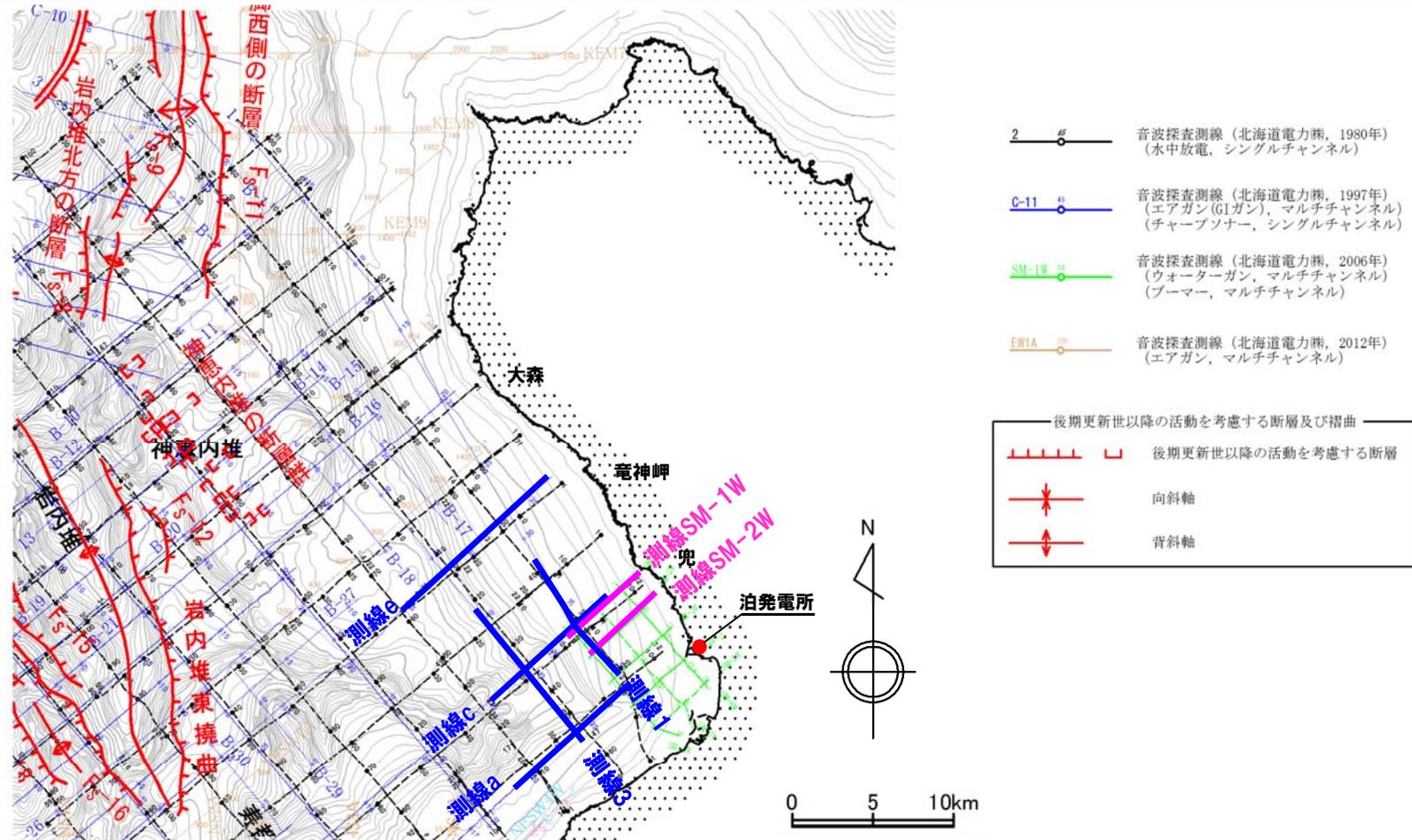
僅かな反射パターンの差異及び連続性を考慮して区分

測線c

## 2.2 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

### 検討位置

○測線c近傍の沿岸域で実施した海上音波探査記録〔測線a, 測線e, 測線1及び測線3 (GIガン, マルチチャンネル), 測線SM-1W及び測線SM-2W (ウォーターガンショートマルチ)〕により堆積構造について追加検討した。

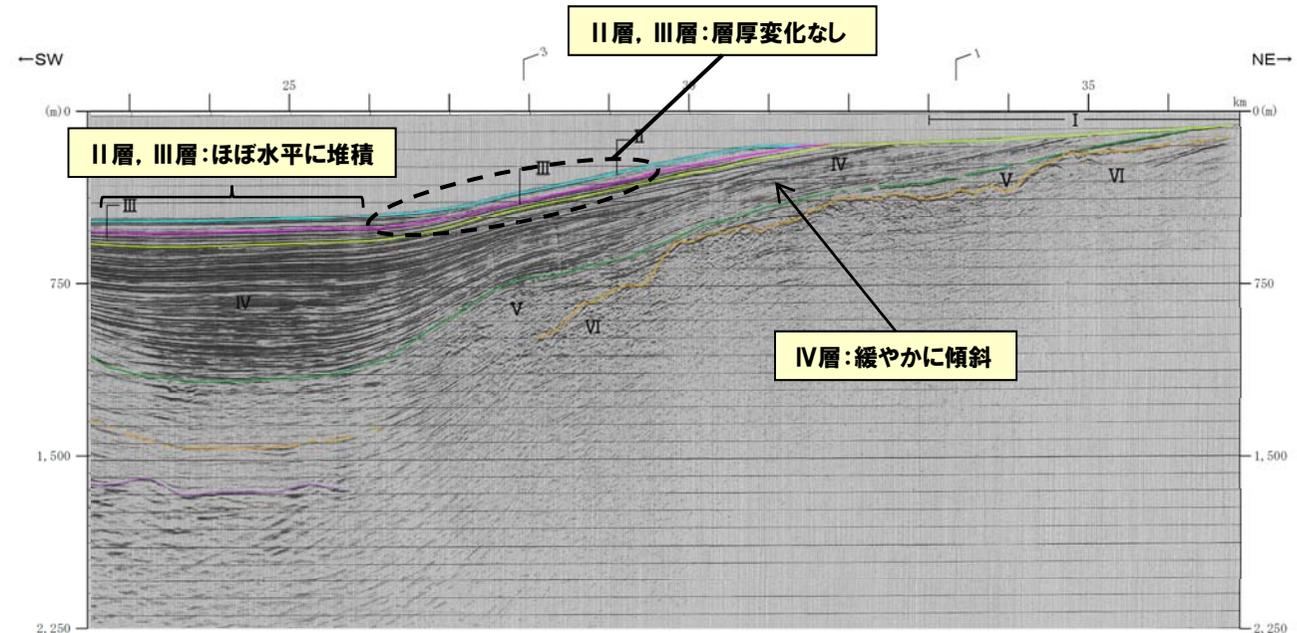
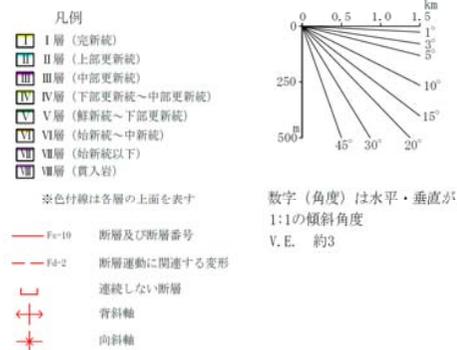
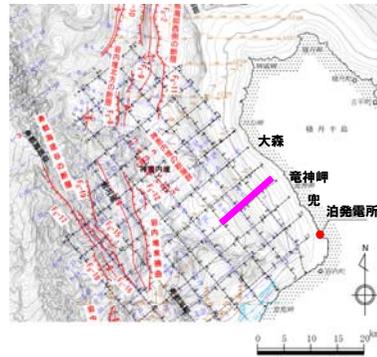


測線図

## 2.2 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

検討結果(測線e GIガン・マルチチャンネル)

一部修正(6/6審査会合)



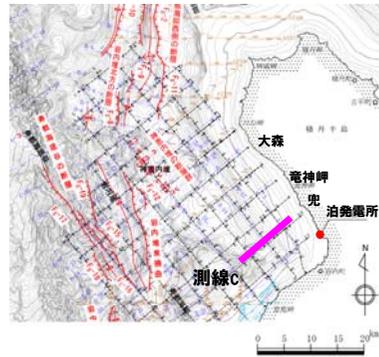
**II層及びIII層は、海盆内ではほぼ水平、大陸斜面では緩やかに傾斜する海底面に概ね平行に堆積しており、変位・変形、層厚変化、変形の累積性等は認められない。**

| 層区分  | 堆積構造     | 変位<br>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<br>下部あり | 上部なし<br>下部あり | なし         | 不整合     |             | 層内に不整合あり |

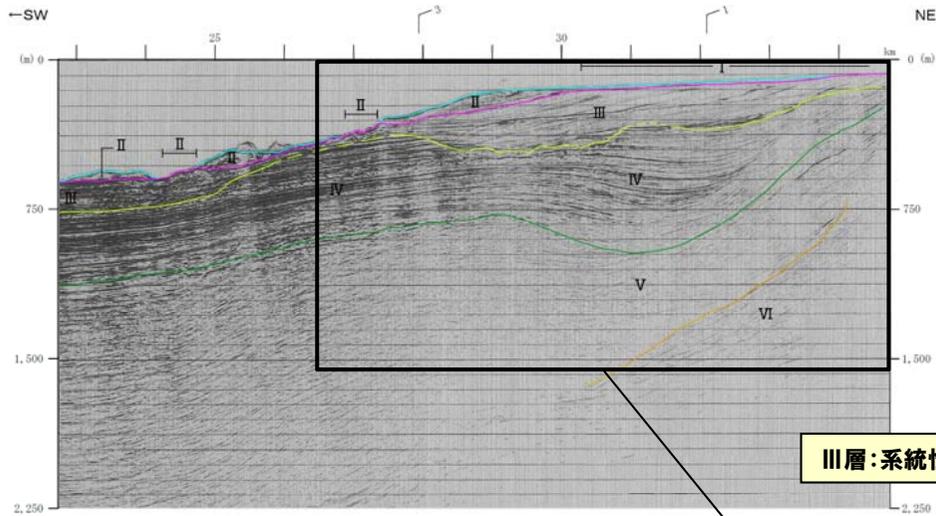
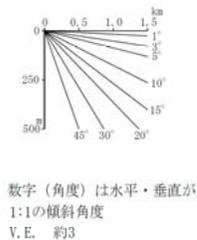
# 2.2 海上音波探査記録の検討

検討結果(測線c GIガン・マルチチャンネル)

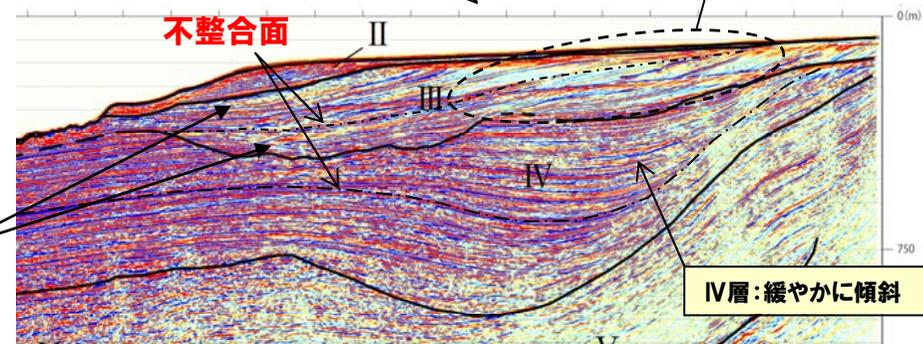
一部修正(6/6審査会合)



- 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

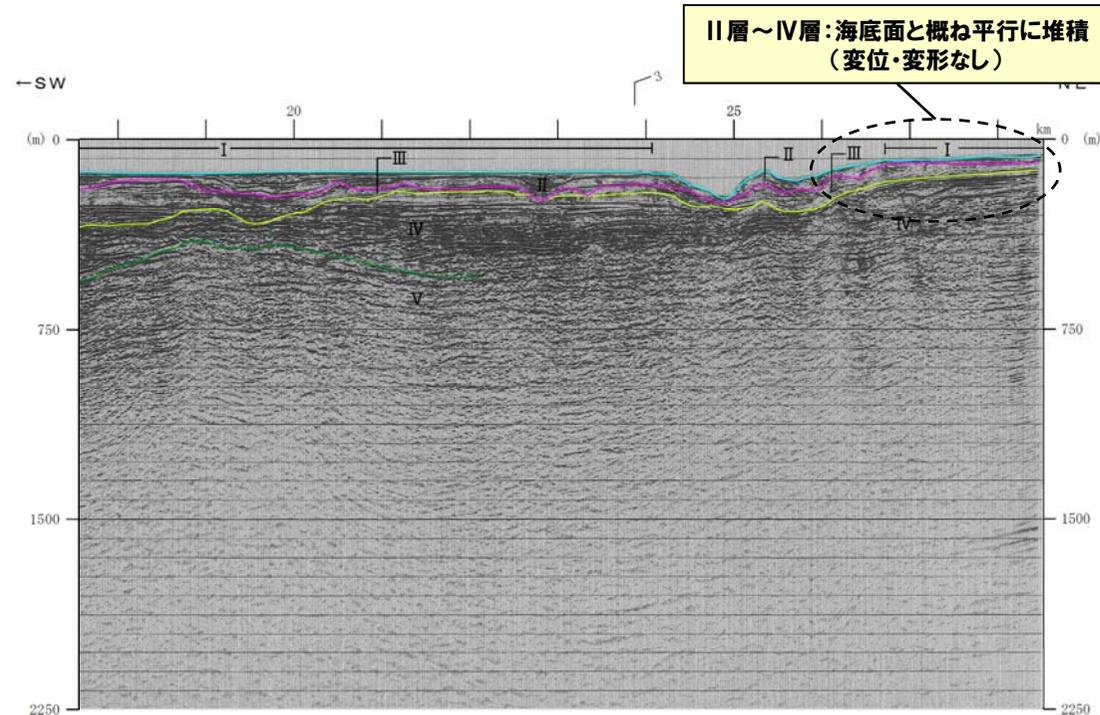
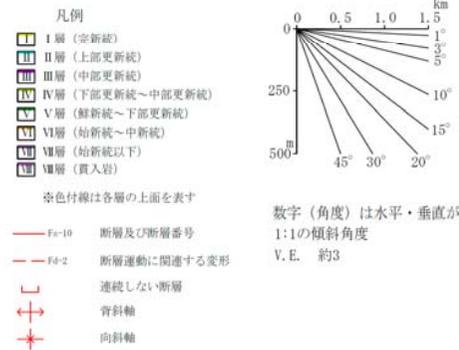
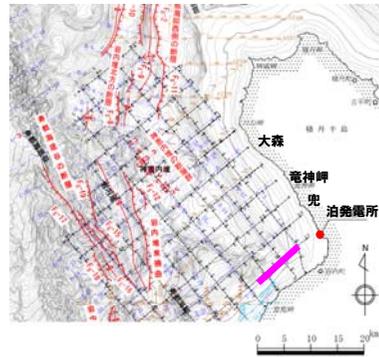
II層及びIII層は一部緩やかに傾斜しているが、変形、層厚変化は認められない。

| 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 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

検討結果(測線a GIガン・マルチチャンネル)

一部修正(6/6審査会合)

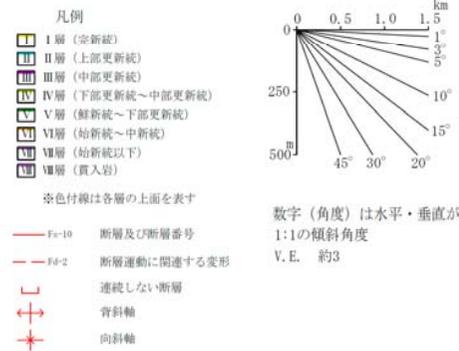
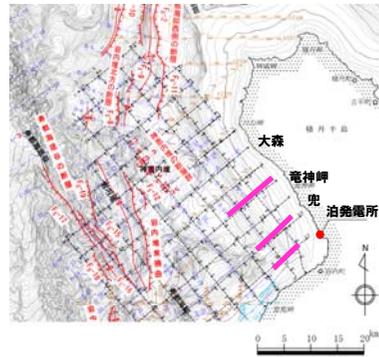


**II層, III層及びIV層は海底面と概ね平行に堆積しており, 変位・変形, 層厚変化は認められない。**

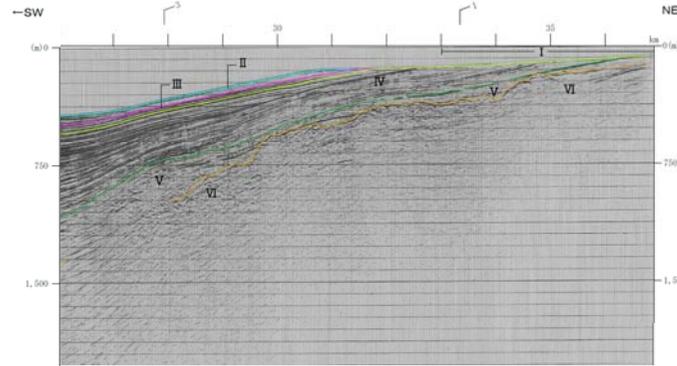
| 層区分  | 堆積構造         | 変位<br>変形 | 層厚変化 | 変形の系統<br>性・累積性 | 下位層との<br>関係 | 隣接測線と<br>の差異       | その他        |
|------|--------------|----------|------|----------------|-------------|--------------------|------------|
| II層  | 海底面と<br>概ね平行 | なし       | なし   | なし             | 不整合         | 測線C<br>と地形が<br>異なる | 大陸棚<br>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 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

### 検討結果(測線a, 測線c, 測線e GIガン・マルチチャンネル)

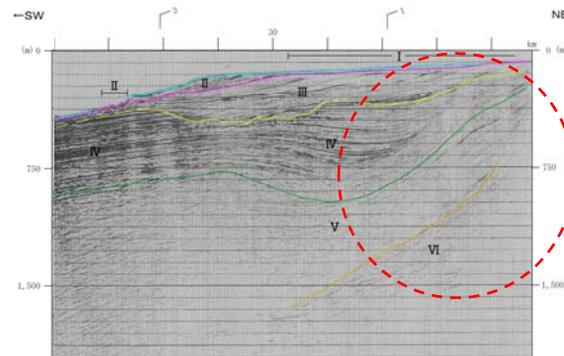


測線e



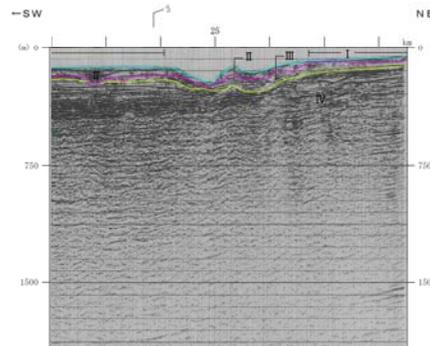
測線cのV層以下の形状と同様な形状は認められない。

測線c



測線cに認められるV層以下の形状は、北方及び南方の測線e及び測線aでは認められず、連続しない。

測線a

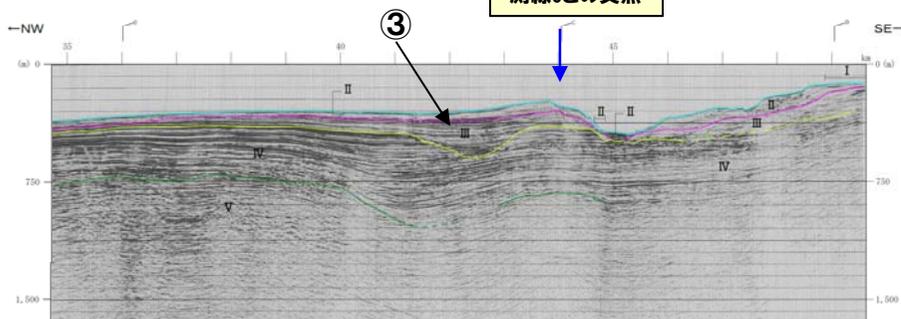


測線cのV層以下の形状と同様な形状は認められない。

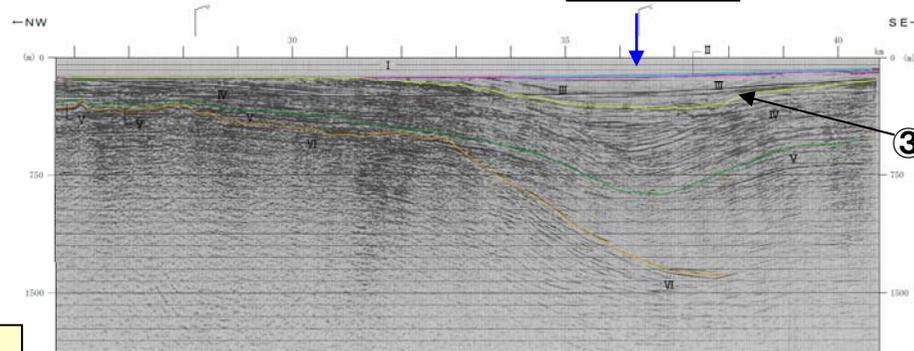
## 2.2 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

### (補足)検討結果(測線a, 測線c, 測線1, 測線3)

測線3



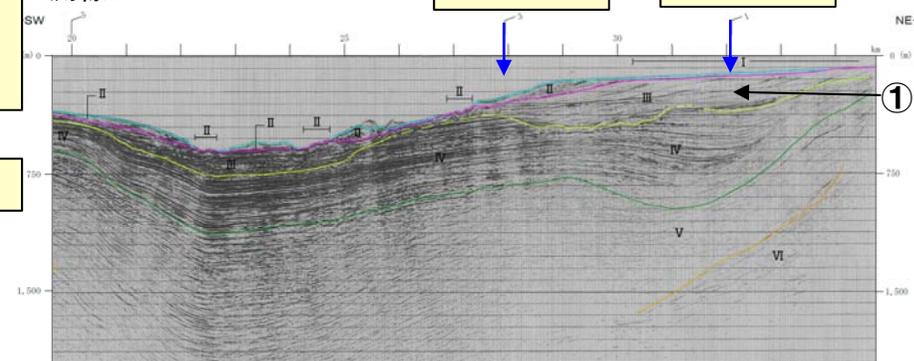
測線1



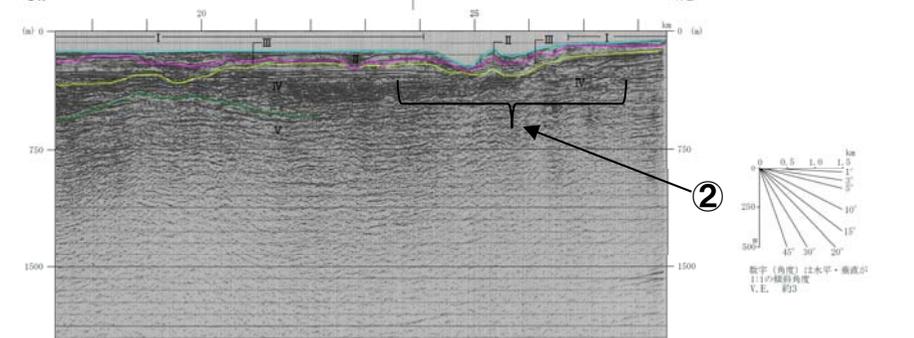
- ① 測線cではIII層が厚く堆積する。
- ② 測線aのIII層は全体に薄く堆積する。
- ③ 測線1ではIII層が谷状に分布し、測線3ではIV層を谷状に侵食しているように見える。
- ④ III層は、矢印の方向に局部的に厚く堆積する。

○ 測線cのIII層はIV層を谷状に侵食して、堆積したものと推定される。

測線c



測線a



## 2.2 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

### 検討結果(測線SM-1W, 測線SM-2W ウォーターガンショートマルチ)

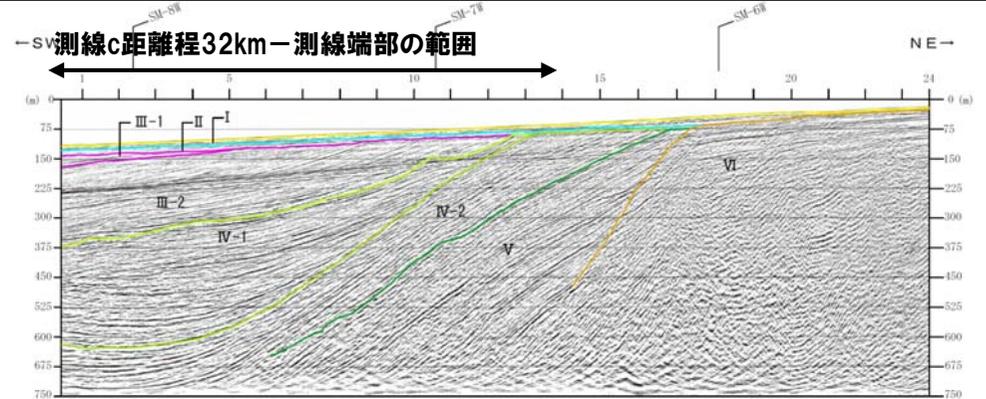
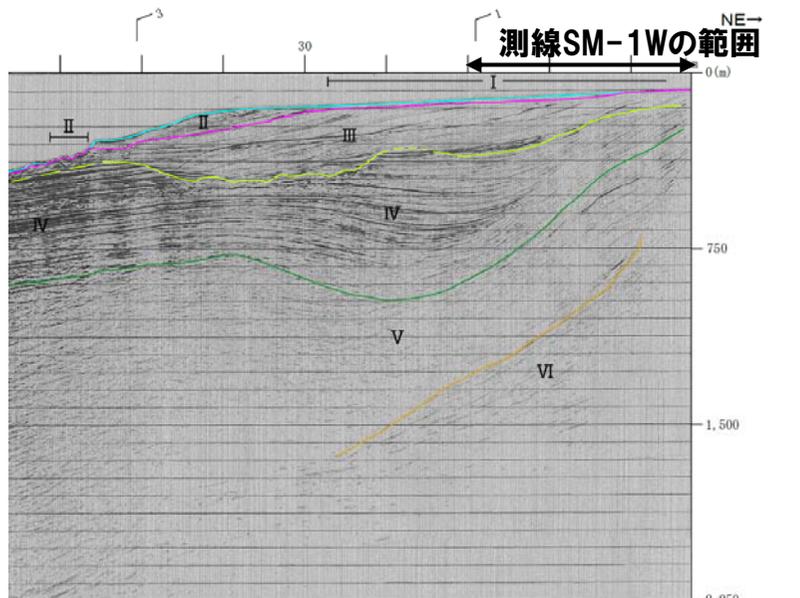
[測線SM-1W]

- III層の堆積構造には、緩やかな傾斜が認められるが、下位のIV層との地質境界とダウンラップ状に接しており、海退に伴う堆積構造と判断される。
- III層は、下位のIV層を不整合で覆い、変位・変形は認められない。

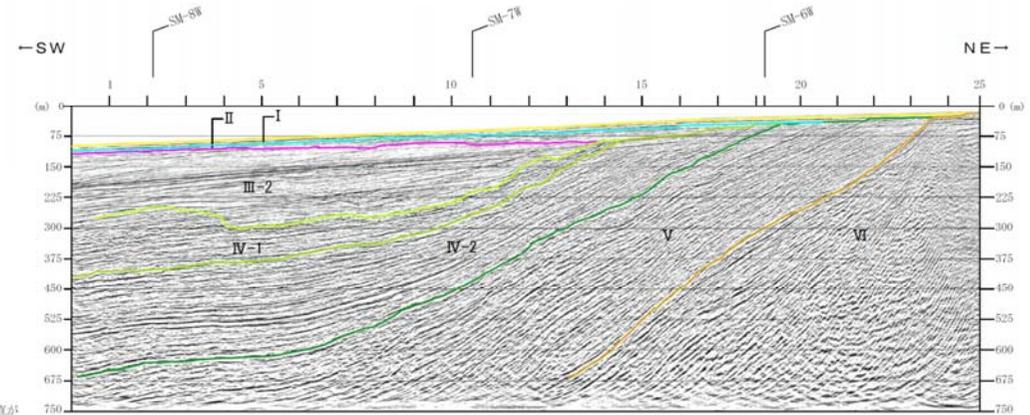
[測線SM-2W]

- 測線SM-1Wと同様な傾向が認められる。

- 測線SM-1W及びSM-2Wの検討結果から、測線c沿岸部付近に分布するIII層の緩やかな傾斜は、堆積構造と判断される。
- 積丹半島西岸の沿岸部には、活構造の存在を示唆する特徴は認められない。



測線SM-1W



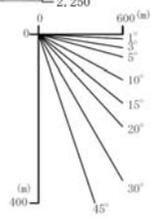
測線SM-2W

測線c

凡例

- I層 (完新統)
- II層 (上部更新統)
- III-1層 (中部更新統(海進期))
- III-2層 (中部更新統(海退期))
- IV-1層 (下部~中部更新統)
- IV-2層 (下部更新統)
- V層 (上部中新統~鮮新統)
- VI層 (中新統以下)

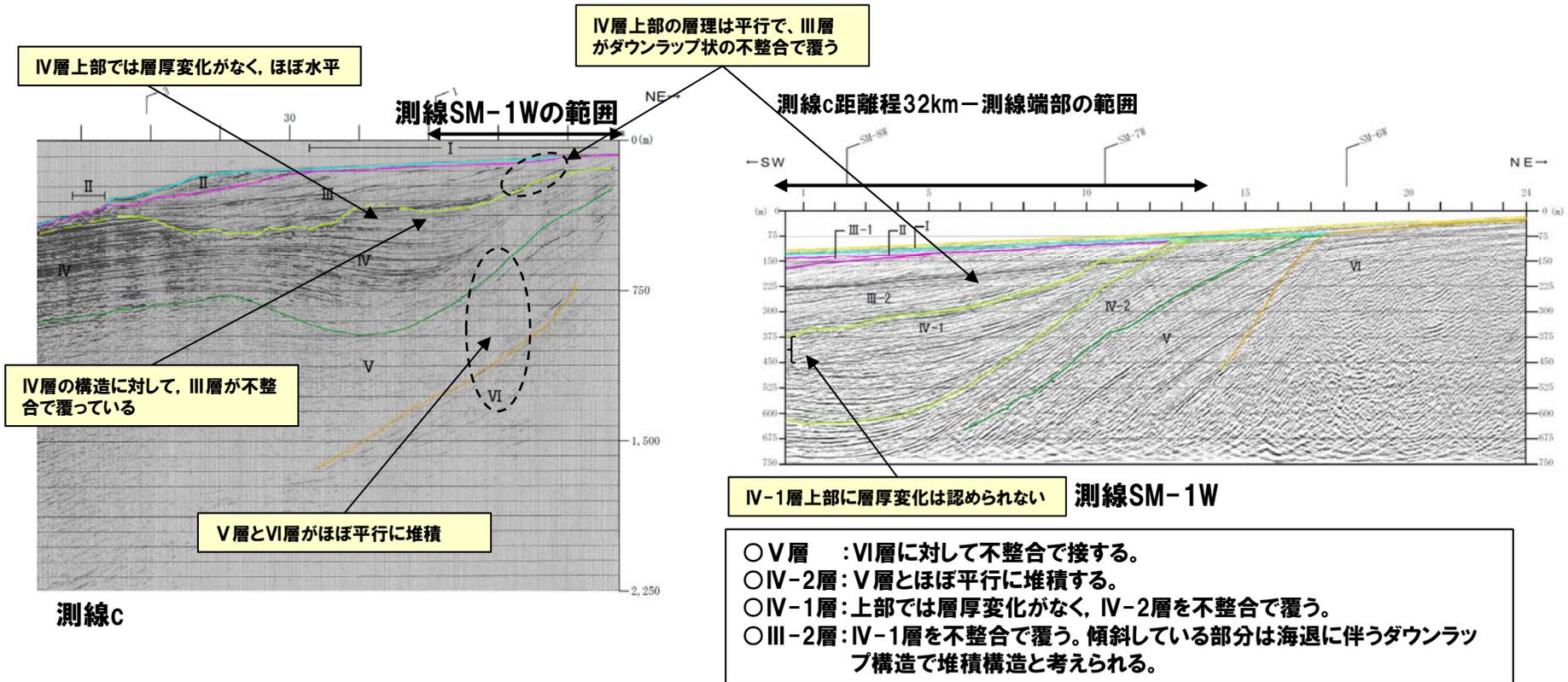
※色付線は各層の上面を表す



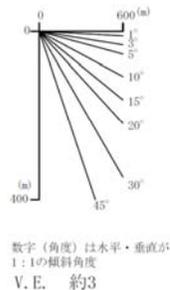
数字(角度)は水平・垂直が  
1:1の傾斜角度  
V. E. 約3

## 2.2 測線c近傍の陸域付近の堆積構造

### (補足)検討結果(測線c, 測線SM-1W)

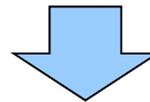


- 凡例
- I層 (完新統)
  - II層 (上部更新統)
  - III-1層 (中部更新統(海進期))
  - III-2層 (中部更新統(海退期))
  - IV-1層 (下部~中部更新統)
  - IV-2層 (下部更新統)
  - V層 (上部中新統~鮮新統)
  - VI層 (中新統以下)
- ※色付線は各層の上面を表す



- IV-2層には、一部、層厚変化が認められるが、IV-1層上部には層厚変化は認められない。
- 上位のIII-2層は、IV-1層を不整合で覆っている。
- これらのことから、少なくともIII層には変位・変形は及んでいないものと考えられる。

- 測線cにおけるIV層・V層の層区分は、反射パターンによる区分に加え、直交する測線1及び測線3の層区分との整合を図っている。
- 測線c周辺の音波探査記録(測線a及び測線e)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SM-1W及びSM-2Wの検討結果から、III層は下位層をダウンラップ状の不整合で覆う。
- 測線c及び測線SM-1Wに認められる厚いIII層は、周辺の測線(測線1, 測線3, 測線a)における分布状況から、IV層を谷状に侵食して、堆積したものと推定される。
  
- 測線cのIII層の緩やかな傾斜は、変位・変形によるものではなく堆積構造と判断される。



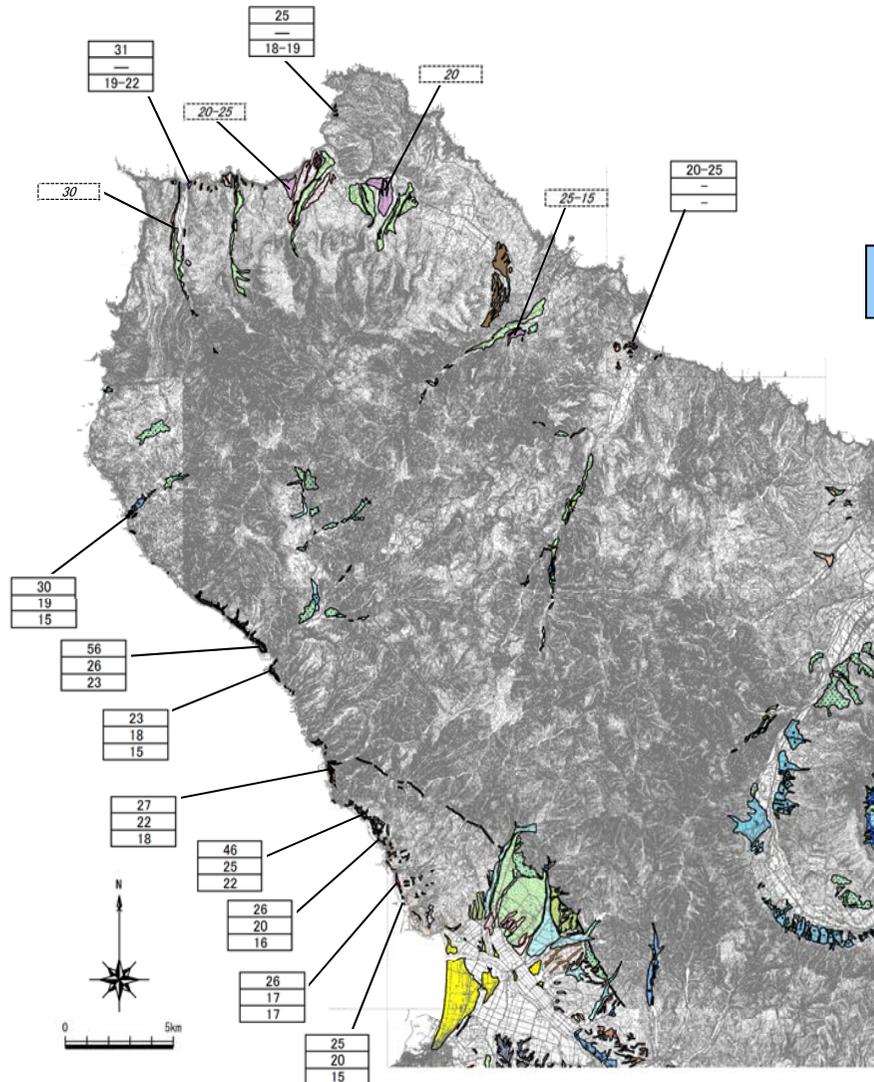
- 積丹半島西岸の沿岸部には、少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する東傾斜の活断層は認められない。

### **3. 積丹半島北部及び東部の追加調査結果**

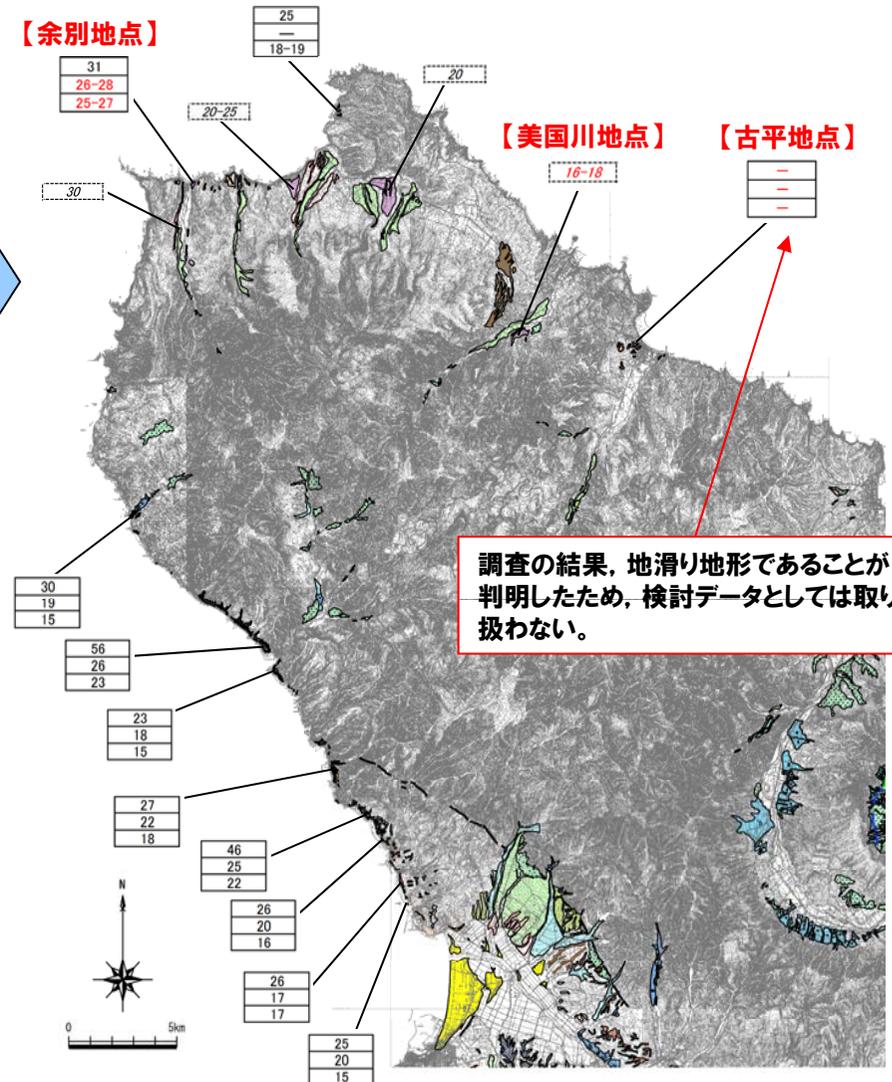
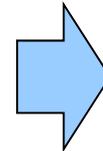
# 3.1 段丘分布高度

## 積丹半島の段丘分布高度

- 積丹半島全体の隆起傾向を把握するため、積丹半島北部及び東部でボーリング調査、地表地質踏査を実施した。
- 現時点での調査結果を示す。



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(6/6審査会合掲載)



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(今回調査結果反映)

# 3.1 段丘分布高度

## 積丹半島の段丘分布高度

### 凡 例

| 地形区分        | 変位地形 |
|-------------|------|
| Af段丘面       | I    |
| Lf2段丘面      | II   |
| Lf1段丘面      | III  |
| Mf2段丘面      | IV   |
| Mm1段丘面      | V    |
| Mf1段丘面      | 文献   |
| Hm0段丘面      | 種 類  |
| Hf3段丘面      |      |
| Hm2段丘面      |      |
| Hf2段丘面      |      |
| Hm1段丘面      |      |
| H0段丘面群      |      |
| 異相火砕流二次堆積面  |      |
| 火山麓扇状地(低位2) |      |
| 火山麓扇状地(低位1) |      |
| 火山麓扇状地(高位4) |      |
| 火山麓扇状地(高位3) |      |
| 火山麓扇状地(高位2) |      |
| 沖 積 堆       |      |
| 崖線・崖線II     |      |
| 崖線I         |      |
| 砂丘砂         |      |

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 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) |
|-------|-----------------------------------------|

※赤字は今回調査結果を示す。

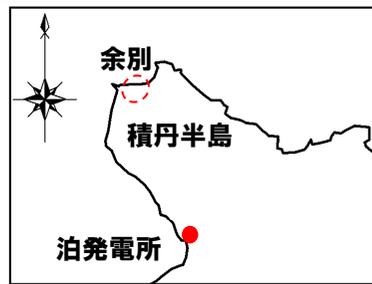
# 3.1 段丘分布高度

## 余別地点(海成段丘高度)

- 空中写真判読で抽出したMm1段丘面でボーリング調査を行った。
- ボーリング調査から、基盤岩上面の標高を約25~27m、段丘堆積物相当層の上面標高を約26~28mで確認している。

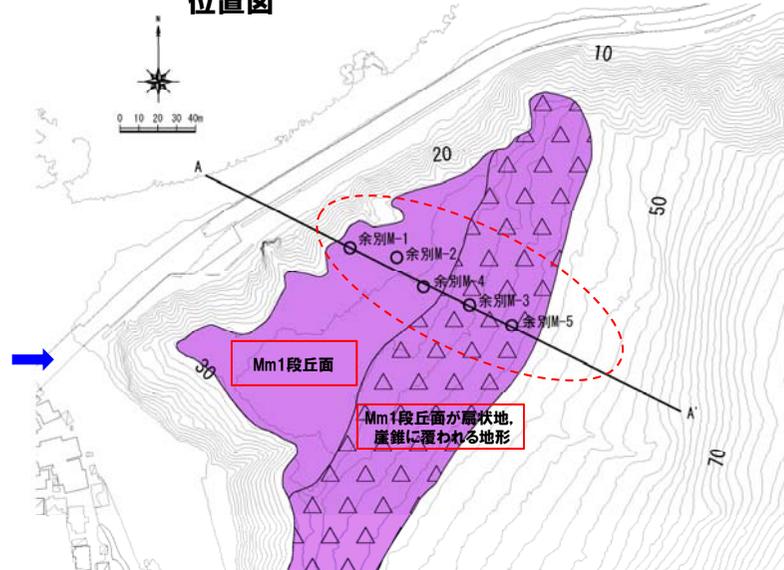


- 基盤岩上面及び段丘堆積物相当層の上面標高は、積丹半島西岸の調査結果とほぼ整合的である。

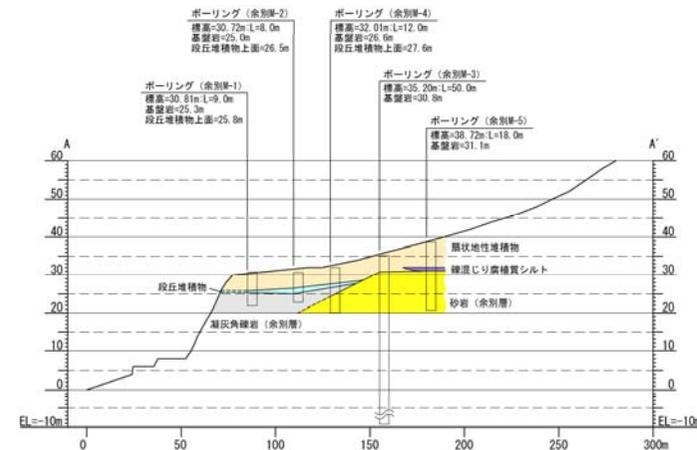


位置図

→ :写真撮影方向



地形分類図



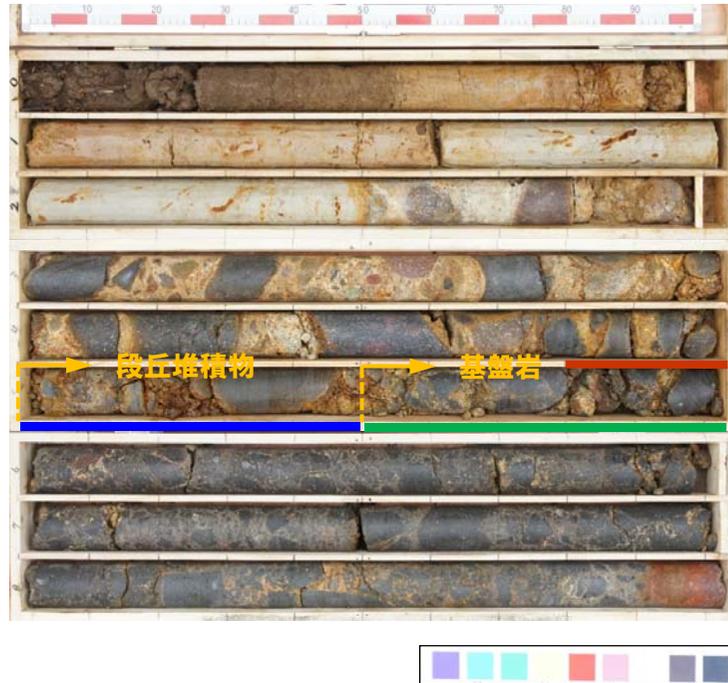
A-A' 断面図



地点遠望写真

### 3.1 段丘分布高度

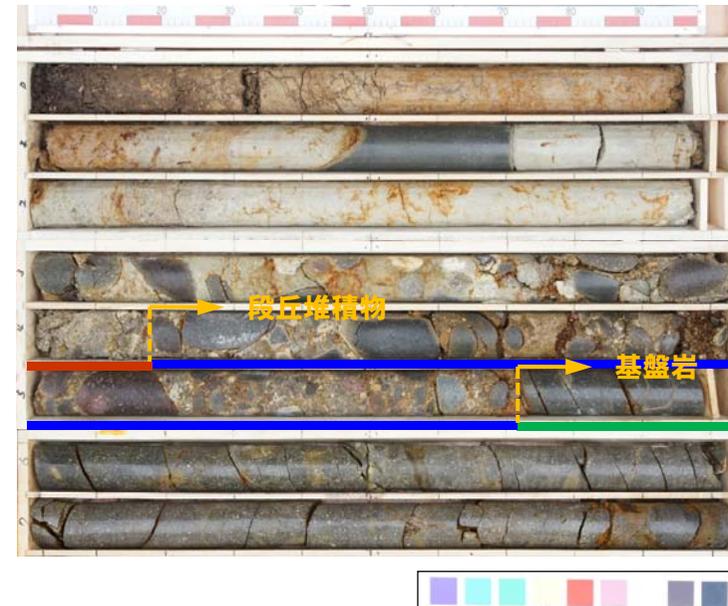
#### 余別地点(海成段丘高度)



深度5.0～5.5mまで段丘堆積物、5.5m以深に基盤岩(凝灰角礫岩)を確認した。

- 扇状地性堆積物: 円～亜角礫を含むシルト～シルト質砂からなる。  
 段丘堆積物 : 円礫及び淘汰のよい中粒～粗粒砂からなる。  
 基盤岩 : 段丘堆積物との境界付近の基質は風化しているが、漸移的に健全となる。基質の性状及び礫の状態(形状、種類等)から一連の基盤岩とした。

コア写真(余別M-1: 深度0～9m)



深度4.2～5.7mまで段丘堆積物、5.7m以深に基盤岩(凝灰角礫岩)を確認した。

- 扇状地性堆積物: 円～亜角礫を含むシルト～シルト質砂からなる。  
 段丘堆積物 : 円礫及び淘汰のよい中粒～粗粒砂からなる。  
 基盤岩 : 健全な凝灰角礫岩が連続することから、基盤岩とした。

コア写真(余別M-2: 深度0～8m)

## 余別地点(海成段丘高度)



扇状地性堆積物: 円～亜角礫を含むシルト～シルト質砂からなる。

段丘堆積物 : 円礫及び淘汰のよい中粒～粗粒砂からなる。

基盤岩 : やや風化した凝灰角礫岩、砂岩が連続することから、基盤岩とした。

深度4.4～5.4mまで段丘堆積物, 5.4m以深に基盤岩(凝灰角礫岩, 砂岩)を確認した。

コア写真(余別M-4: 深度0～12m)

# 3.1 段丘分布高度

## 余別地点(海成段丘高度)



扇状地性堆積物: 円～亜角礫を含むシルト～シルト質砂からなる。

段丘堆積物 : 認められない。

基盤岩 : 扇状地性堆積物との境界付近は風化しているが、礫と基質が固結していることから、砂岩層中の礫岩相と判断し、礫岩、砂岩が連続することから、基盤岩とした。



コア写真(余別M-3:深度0～15m)

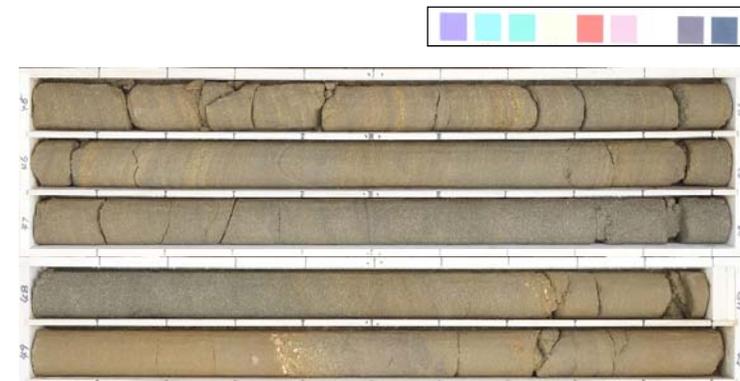
コア写真(余別M-3:深度15～30m)

# 3. 1 段丘分布高度

## 余別地点(海成段丘高度)



コア写真(余別M-3:深度30~45m)



深度4.45m以深に基盤岩(砂岩)を確認した。段丘堆積物は認められない。

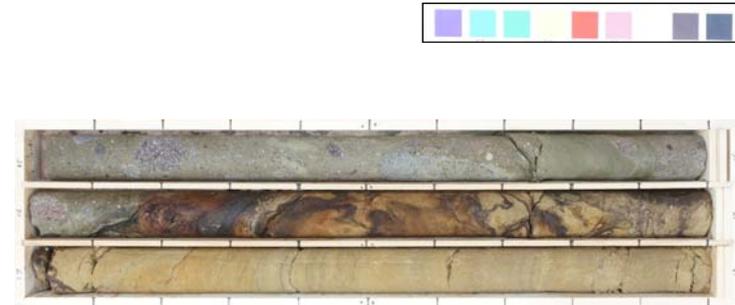
コア写真(余別M-3:深度45~50m)

### 3.1 段丘分布高度

#### 余別地点(海成段丘高度)



コア写真(余別M-5:深度0~15m)



深度約7.65m以深に基盤岩(砂岩)を確認した。段丘堆積物は認められない。

**扇状地性堆積物:** 円~亜角礫を含むシルト~シルト質砂からなる。最下部付近は腐植質である。

**段丘堆積物:** :認められない。

**基盤岩:** :扇状地性堆積物との境界付近は風化しているが、砂岩、礫岩の互層が連続することから、基盤岩とした。なお、礫岩層部分の礫と基質は固結している。

コア写真(余別M-5:深度15~18m)

# 3.1 段丘分布高度

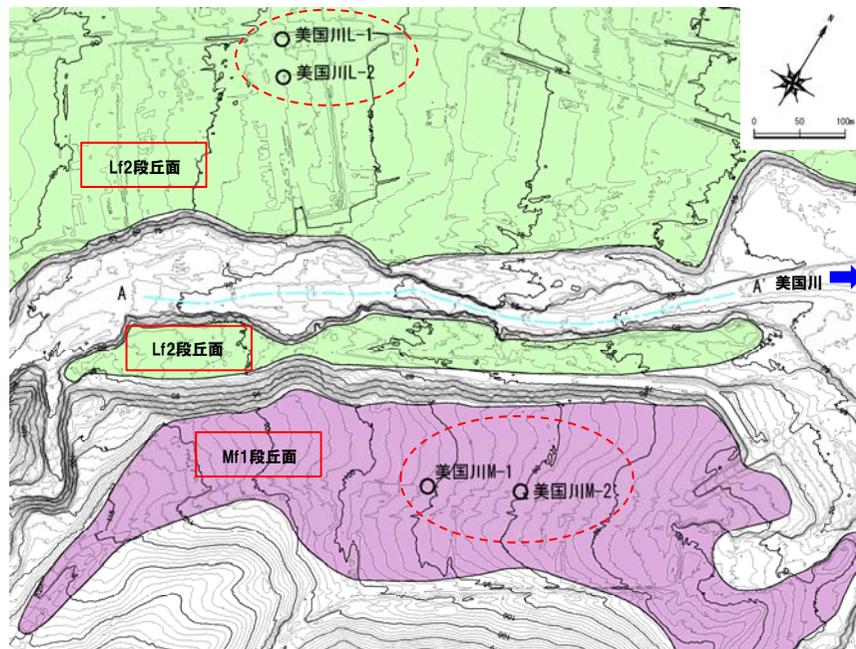
## 美国川地点(河成段丘高度)

- 空中写真判読で抽出したMf1段丘面, Lf2段丘面でボーリング調査を行った。
- ボーリング調査から, Mf1段丘堆積物相当層の上面標高を約87~93m, Lf2段丘堆積物相当層の上面標高を約82~83mで確認している。

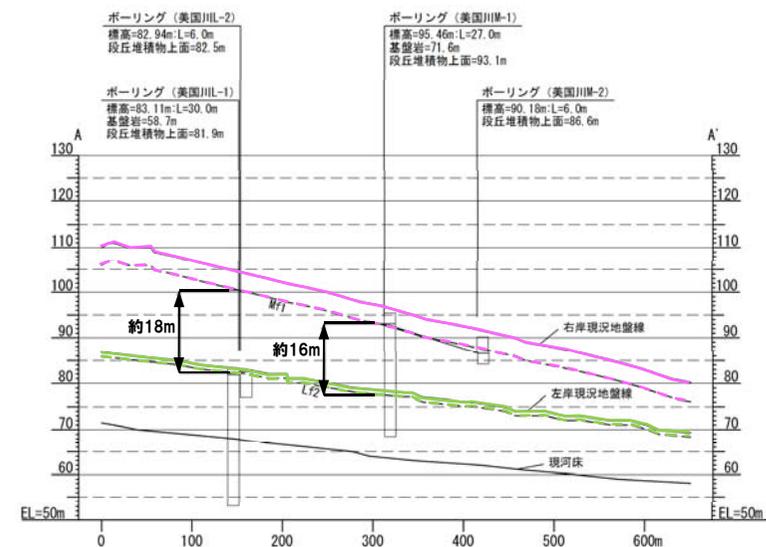


位置図

- 両段丘堆積物相当層の上面の比高(TT値)は約16~18mであり, 積丹半島西岸の調査結果とほぼ整合的である。



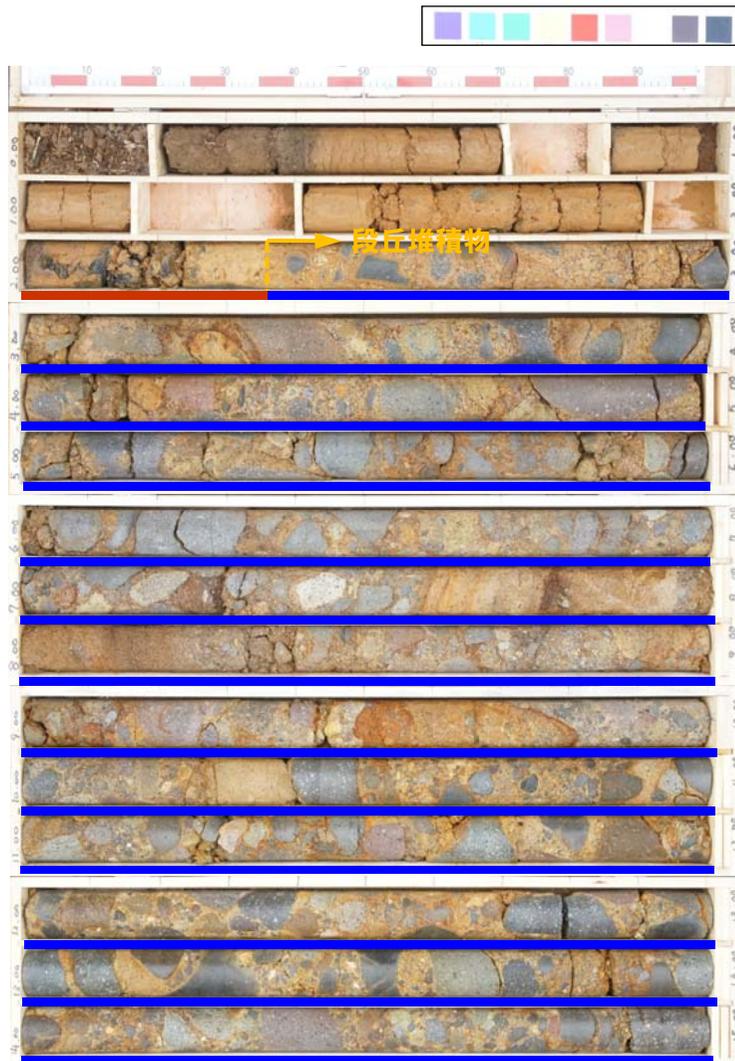
地形分類図



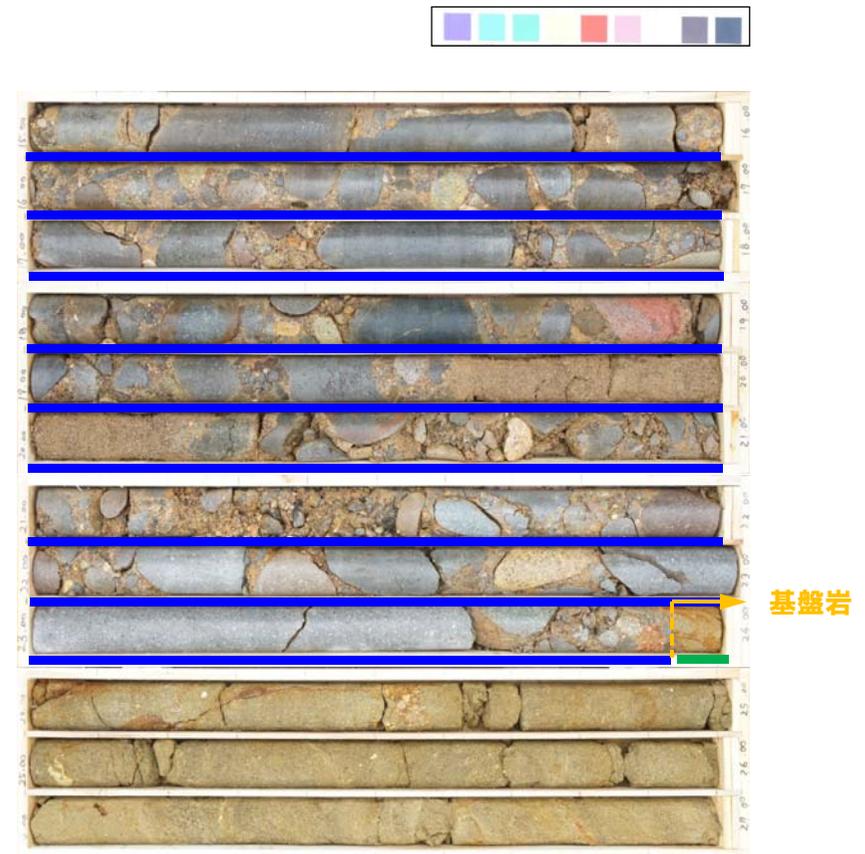
A-A'断面図

# 3.1 段丘分布高度

## 美国川地点(河成段丘高度)



コア写真(美国川M-1:深度0~15m)



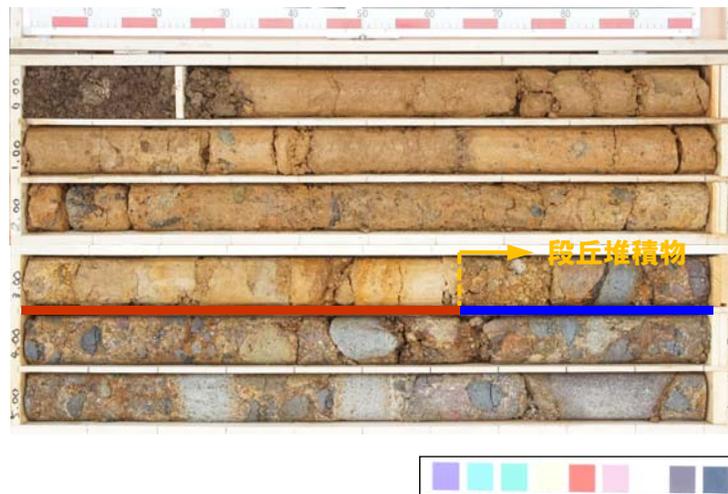
深度2.35~23.95mまで段丘堆積物, 23.95m以深に基盤岩(砂岩)を確認した。

- 被覆層 : シルト~シルト質砂からなり, 垂円~角礫が混じる。
- 段丘堆積物: 垂円礫を主体とする。基質は中粒~粗粒砂からなる。
- 基盤岩 : 健全な砂岩が連続することから, 基盤岩とした。

コア写真(美国川M-1:深度15~27m)

## 3.1 段丘分布高度

### 美国川地点(河成段丘高度)



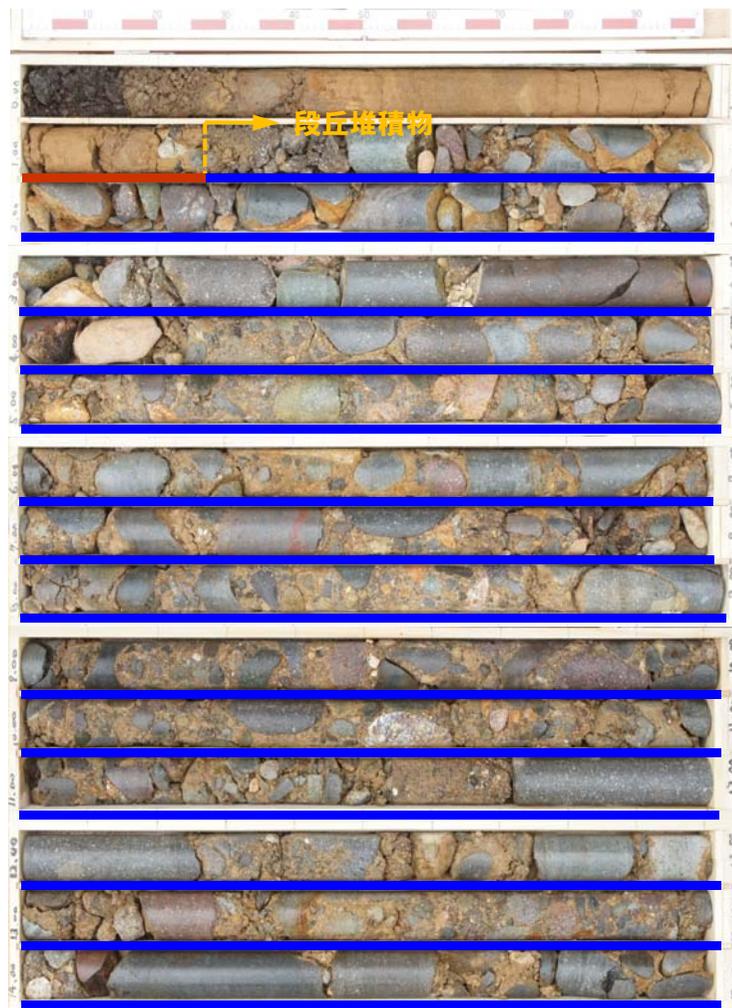
深度3.65m以深に段丘堆積物を確認した。

**被覆層** :シルト～シルト質砂からなり、垂円～角礫が混じる。  
**段丘堆積物**:垂円礫を主体とする。基質は中粒～粗粒砂からなる。

コア写真(美国川M-2:深度0～6m)

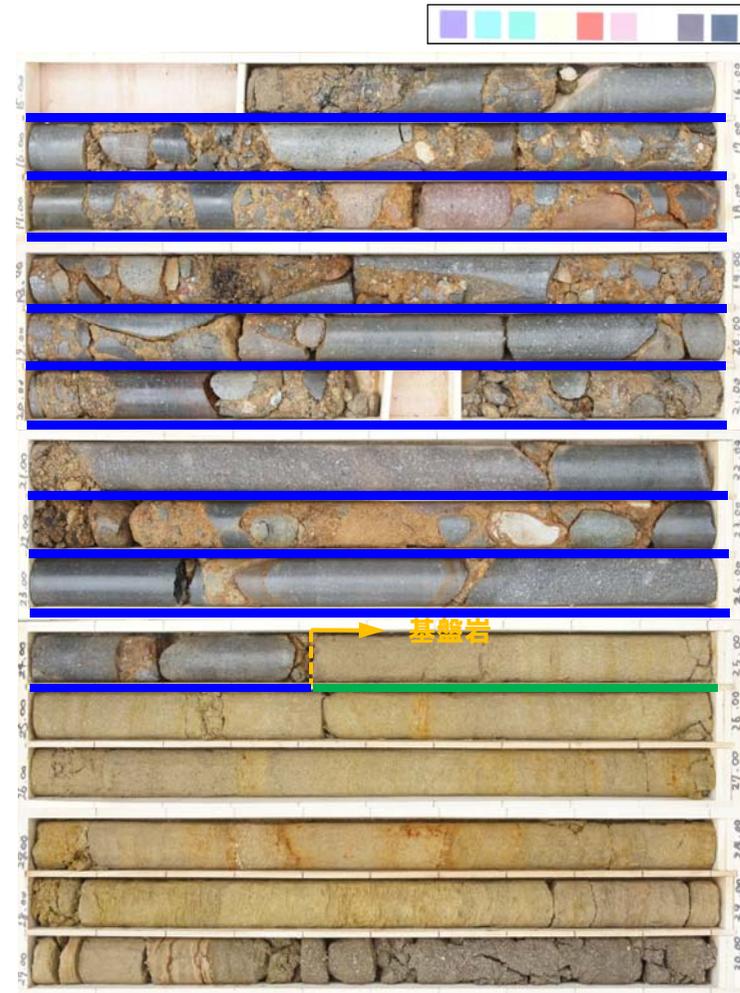
# 3.1 段丘分布高度

## 美国川地点(河成段丘高度)



**被覆層** : 亜円礫を含むシルト質砂からなる。  
**段丘堆積物**: 亜円礫を主体とする。基質は中粒～粗粒砂からなる。  
**基盤岩** : 健全な砂岩が連続することから、基盤岩とした。

コア写真(美国川L-1:深度0~15m)

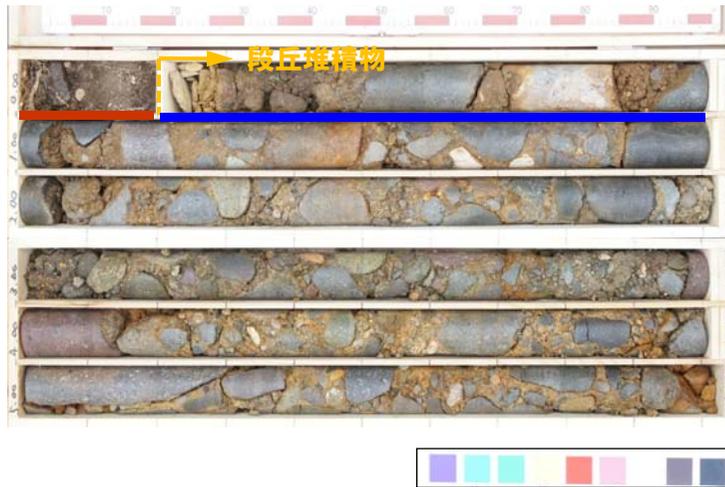


深度約1.3~24.4mまで段丘堆積物, 24.4m以深に基盤岩(砂岩)を確認した。

コア写真(美国川L-1:深度15~30m)

### 3.1 段丘分布高度

#### 美国川地点(河成段丘高度)



深度0.20m以深に段丘堆積物を確認した。

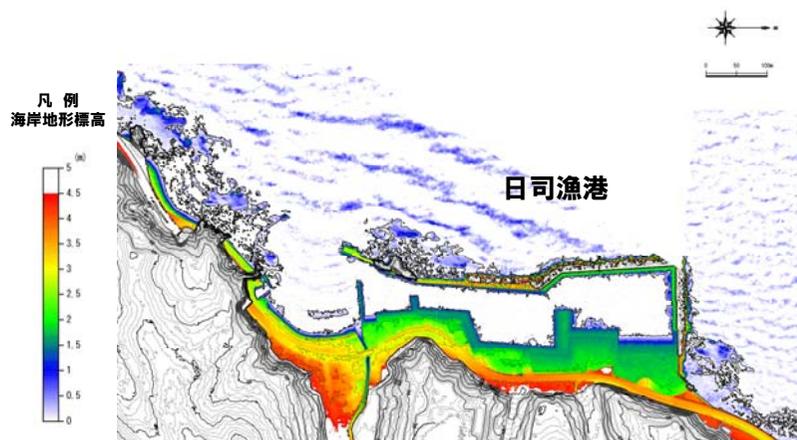
**被覆層** : 礫層直上は表土のため、欠層と判断した。  
**段丘堆積物**: 亜円礫を主体とする。基質は中粒～粗粒砂からなる。

コア写真(美国川L-2:深度0～6m)

## 3.2 海岸地形

### 概要【日司(ひづか)地区】

- 日司地区では、日司漁港周辺に海岸地形が分布する。
- 海岸地形を形成する地質は火砕岩(Tb~Lt)及び砂岩で、火砕岩はやや変質しており、ほぼ潮間帯に海岸地形を形成しているが、一部礫率の大きい範囲で潮間帯以上に海岸地形を形成している。



段彩図



オルソフォトマップ

→:写真撮影方向



位置図



写真1:凝灰角礫岩(Tb)~火山礫凝灰岩(Lt)で形成される海岸地形、ほぼ潮間帯に分布し、礫径・礫率の違いで高い凹凸のある地形を形成する。前面はランパート。

## 3.2 海岸地形

### 概要【女郎子岩(じょろこいわ)西方】

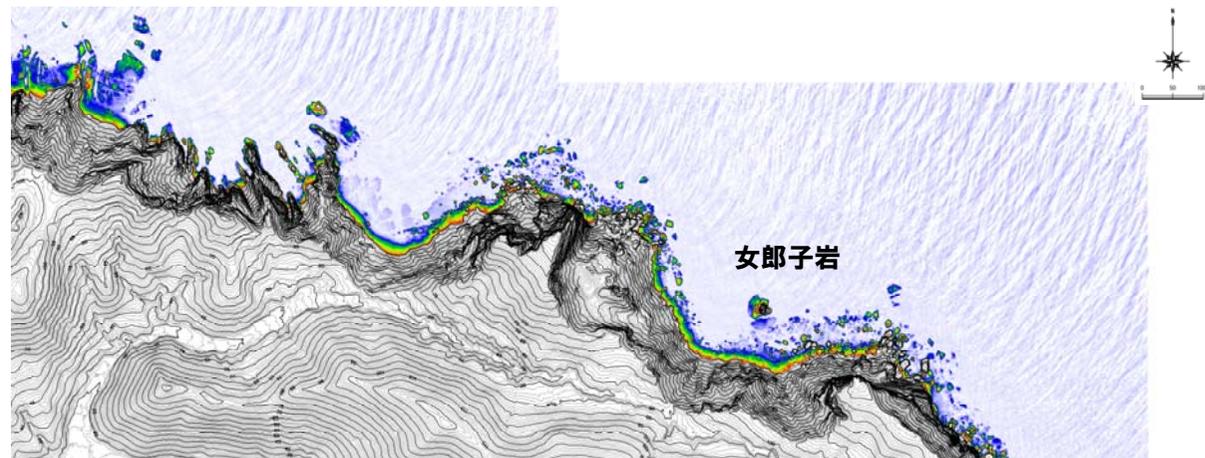
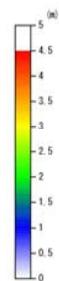
- 女郎子岩西方から出岬(でさき)にかけて海岸地形が分布する。
- 海岸地形を形成する地質は強変質An及び変質Vbが分布し、ほぼ潮間帯に海岸地形を形成しているが、一部変質の弱い範囲で潮間帯以上に海岸地形を形成している。



位置図

至 出岬

凡例  
海岸地形標高



段彩図



写真1

→ : 次頁写真撮影方向

オルソフォトマップ

## 3.2 海岸地形

### 概要【女郎子岩(じょろこいわ)西方】



写真1：全景(強変質のAn, 変質したVbで形成される。変質の弱い部分で潮間帯以上に海岸地形を形成する)



変質の少ないAn, Vbがやや高い地形を形成する



強変質のAnで形成される平滑な海食崖

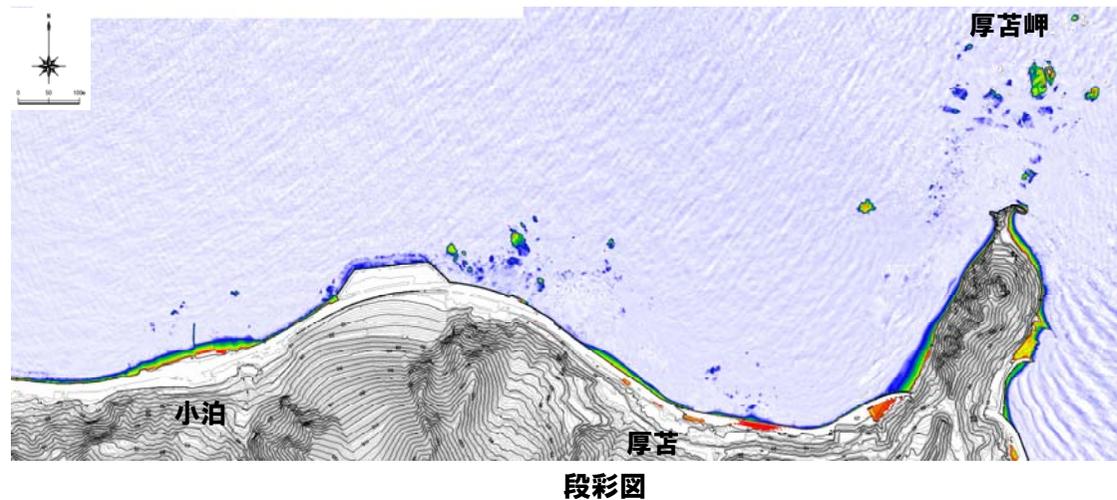
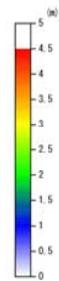
## 3.2 海岸地形

### 概要【厚苦(あつとま)地区】

- 厚苦地区では、古平町小泊(こどもり)から厚苦(あつとま)岬にかけて海岸地形が分布する。
- 海岸地形を形成する地質は流紋岩及び砂岩で変質しており、ほぼ潮間帯に海岸地形を形成しているが、一部変質の弱い範囲で潮間帯以上に海岸地形を形成している。



凡例  
海岸地形標高



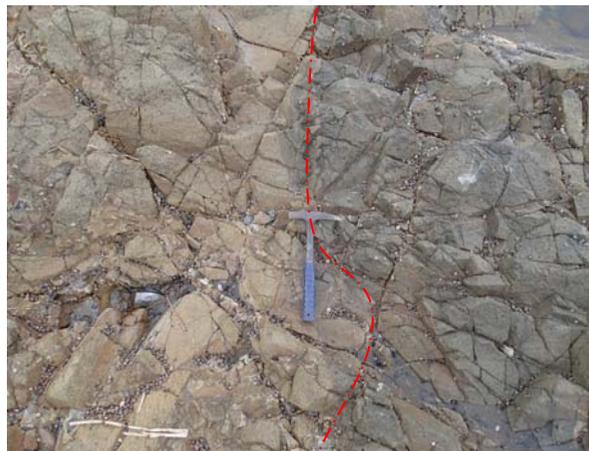
➡ : 次頁写真撮影方向

オルソフォトマップ

## 概要【厚苔(あつとま)地区】



写真1: 全景(変質した流紋岩, 砂岩から形成される海岸地形, 潮間帯付近に波食棚を形成するが, 変質の弱い部分では潮間帯以上に地形を形成する。)



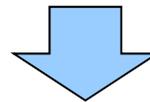
砂岩と流紋岩の境界  
(変質により侵食抵抗は同程度と推定され, L~M)

**【3.1 (積丹半島北部及び東部の)段丘分布高度】**

- 積丹半島全体の隆起傾向を把握するため、積丹半島北部及び東部でボーリング調査、地表地質踏査を実施した。
- 余別地点(海成段丘高度)の基盤岩上面(約25~27m)及び段丘堆積物相当層の上面標高(約26~28m)は、積丹半島西岸の調査結果とほぼ整合的である。
- 美国川地点(河成段丘高度)の比高(TT値)は約16~18mであり、積丹半島西岸の調査結果とほぼ整合的である。

**【3.2 (積丹半島北部及び東部)の海岸地形】**

- 積丹半島北部及び東部の海岸地形について、代表地区の概要を、地表地質踏査結果、段彩図及びオルソフォトマップを用いて取りまとめた。
- 積丹半島北部及び東部についても、積丹半島西部と同様に、岩種・岩相に応じた海岸地形を形成している。



- 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。
- 積丹半島の海岸地形の形成は、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. 全体のまとめ

## 4. 全体のまとめ

一部修正(6/6審査会合)

### 【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。
- 積丹半島北部及び東部についても、地表地質踏査結果等から、上記と同様な状況が確認されている。
- 海岸地形の形成に関して地質構造から検討した結果、沿岸部を一様に隆起させるような活構造の存在を示唆する特徴は認められない。
- 海岸地形高度の定量的評価の結果、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】

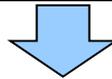
- 海上音波探査結果等より、積丹半島西岸付近の沿岸部には、少なくとも後期更新世以降の活動を考慮する東傾斜の活断層は認められない。

### 【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。

### 【段丘分布高度等】

- 積丹半島北部及び東部でボーリング調査等を実施した結果、積丹半島西岸の調査結果と整合的であり、積丹半島の東西で隆起量が大きく異なるような傾向は認められない。
- また、敷地南方に位置する寿都湾周辺で実施した調査結果から、段丘堆積物上面標高は、積丹半島西岸の調査結果とほぼ整合的である。
- 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。

## 4. 全体のまとめ

一部修正(6/6審査会合)

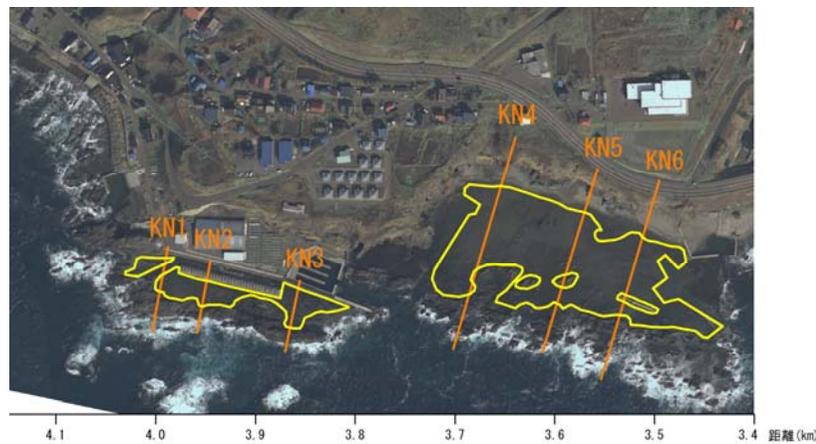
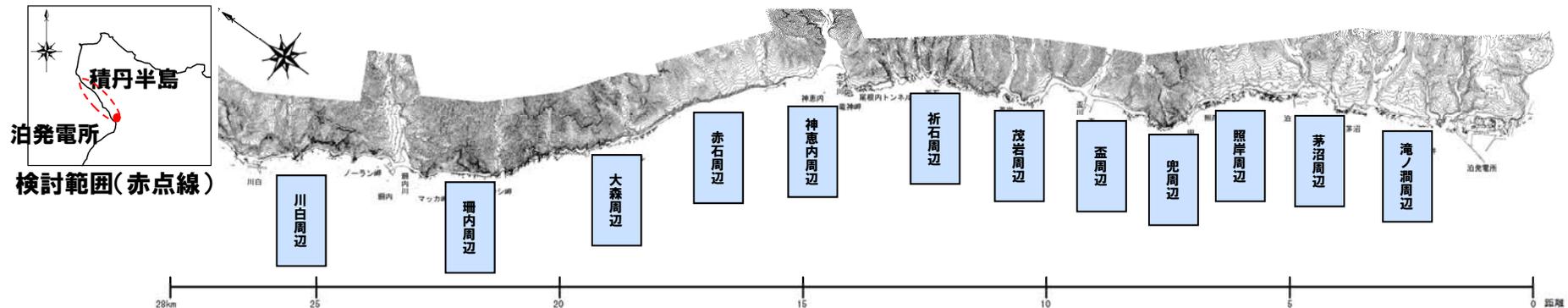
| 項目          | 地形的特徴                                                                                                                                                        | 地質・地質構造的特徴                                                                                                                                                                           |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 海岸地形        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○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。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○左記地形の分布は、地質分布と調和的。</li> <li>○「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。</li> <li>○積丹半島西岸の地質構造からは、沿岸部を一様に隆起させるような活構造の存在を示唆する特徴は認められない。</li> </ul> |
| 沿岸部の地質構造    | —                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> </ul>                                                                        |
| 海成段丘と波食棚の関係 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○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。</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> </ul>                                                                         |
| 段丘分布高度等     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○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。</li> </ul>                        | —                                                                                                                                                                                    |

# (参考)海岸地形高度の定量化

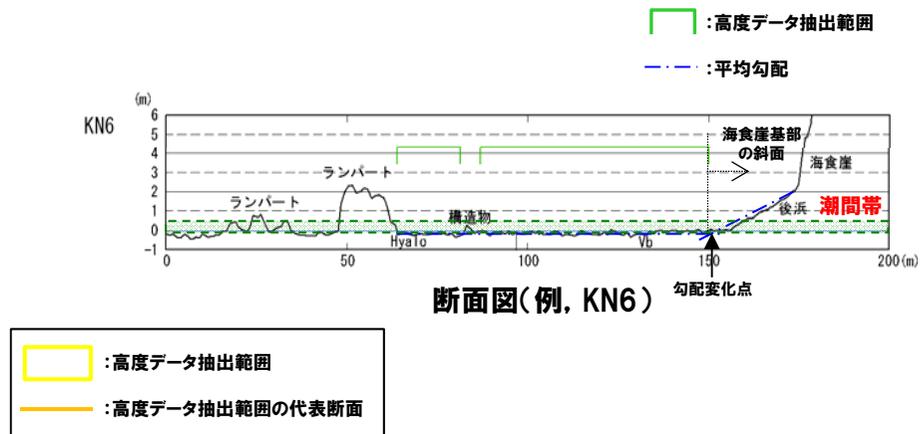
## 方法

一部修正(6/6審査会合)

- 「滝ノ澗周辺」～「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、「ランパート」、「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。



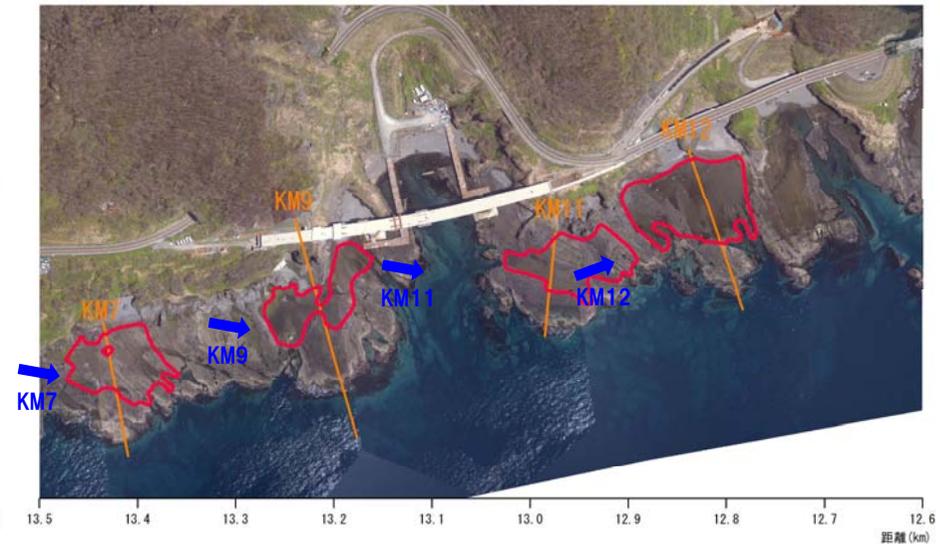
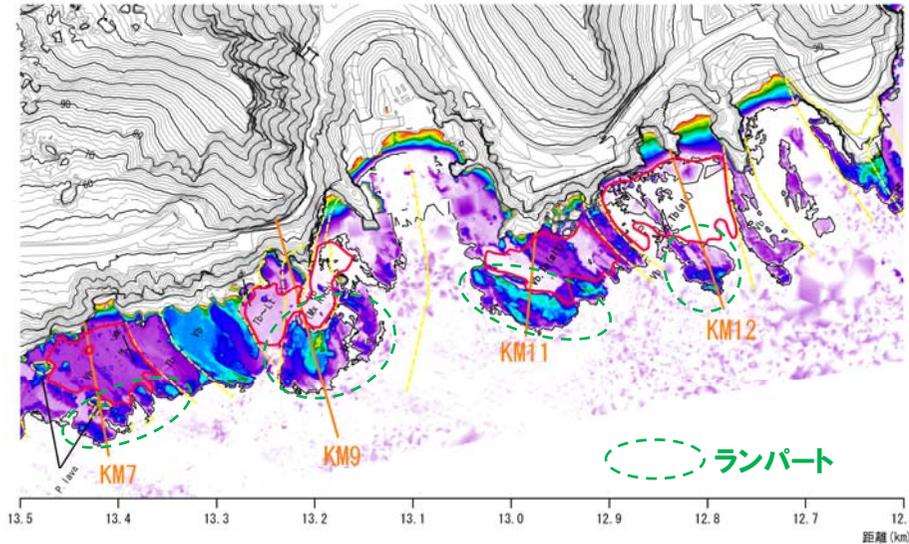
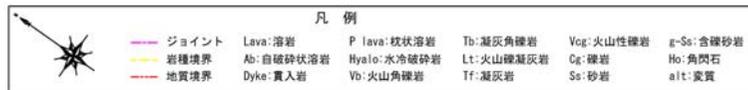
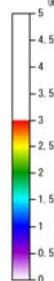
抽出範囲(例)



断面図(例, KN6)

## 高度データ抽出範囲外の例【ランパート(神恵内周辺)】

- ランパートは、高度データ抽出範囲外である。
- ランパート内にもやや平坦な地形は認められるが、範囲が小さく、かつ、その周囲とは1m程度以上の高度差があることから、当該範囲についても、高度データ抽出範囲外としている。

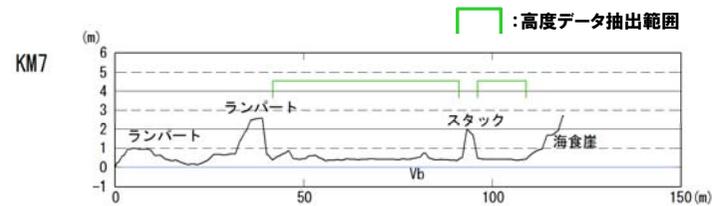
凡例  
海岸地形標高

- : 高度データ抽出範囲
- : 高度データ抽出範囲の代表断面

→ : 写真撮影方向

## 高度データ抽出範囲外の例【ランパート(神恵内周辺)】

【KM7】



神恵内周辺海岸地形断面(Vb)



KM7全景

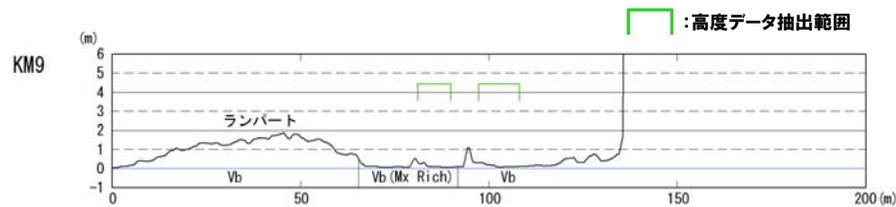


高度データ抽出範囲外(ランパート)近景

○ランパート内にもやや平坦な地形は認められるが、範囲が狭く、かつ、礫径・礫率等の影響により、その周囲とは1m程度以上の高度差がある。

## 高度データ抽出範囲外の例【ランパート(神恵内周辺)】

【KM9】



神恵内周辺海岸地形断面(Vb)



KM9全景

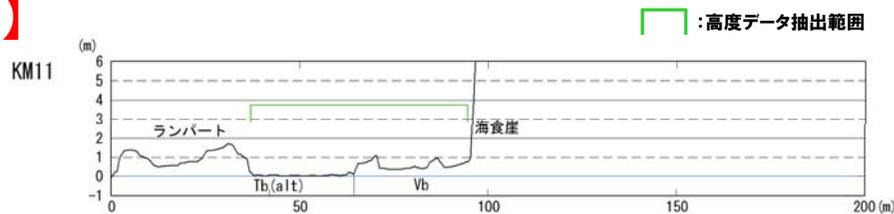


高度データ抽出範囲外(ランパート)近景

○ランパート内にもやや平坦な地形は認められるが、範囲が狭く、かつ、礫径・礫率等の影響により、その周囲とは1m程度以上の高度差がある。

## 高度データ抽出範囲外の例【ランパート(神恵内周辺)】

【KM11】



神恵内周辺海岸地形断面(Vb, Tb\_alt)



KM11全景

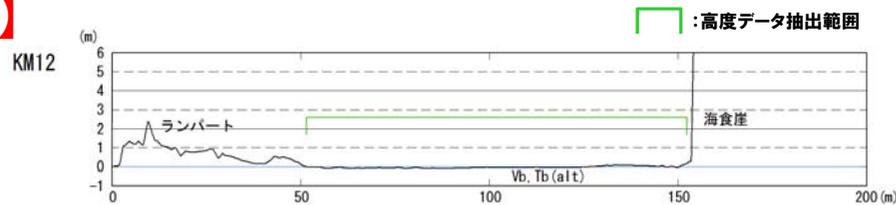


高度データ抽出範囲外(ランパート)近景

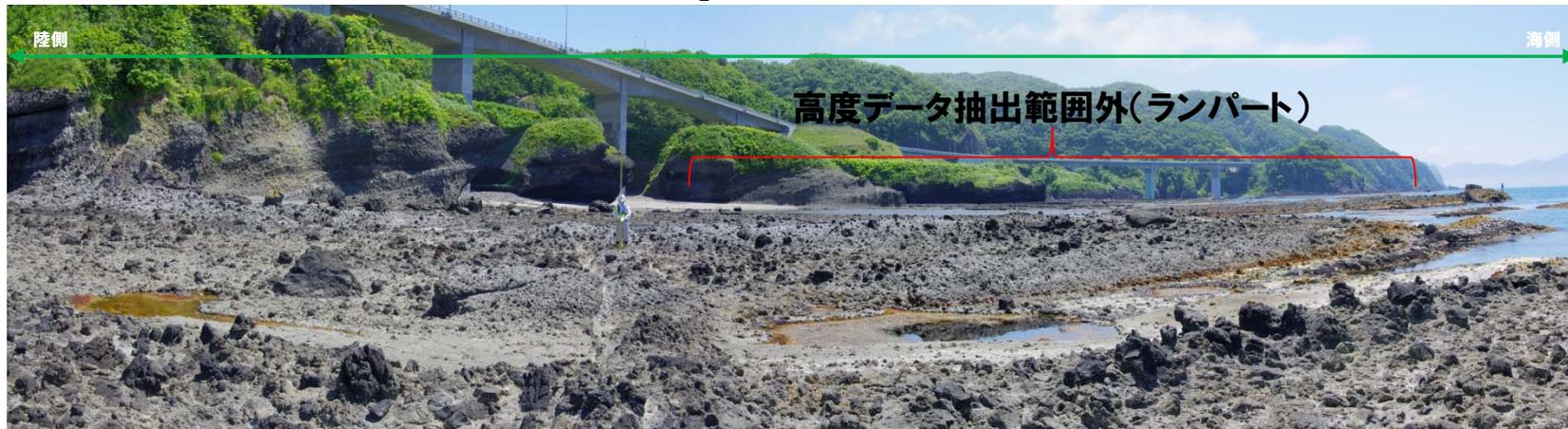
○ランパート内にもやや平坦な地形は認められるが、範囲が狭く、かつ、礫径・礫率等の影響により、その周囲とは1m程度以上の高度差がある。

## 高度データ抽出範囲外の例【ランパート(神恵内周辺)】

【KM12】



神恵内周辺海岸地形断面(Vb, Tb\_alt)



KM12全景



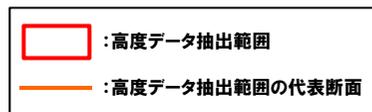
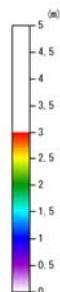
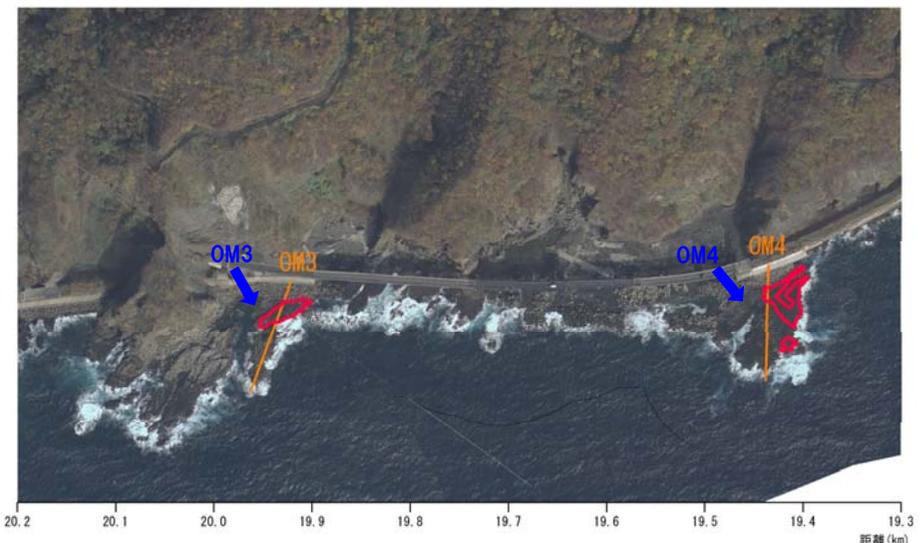
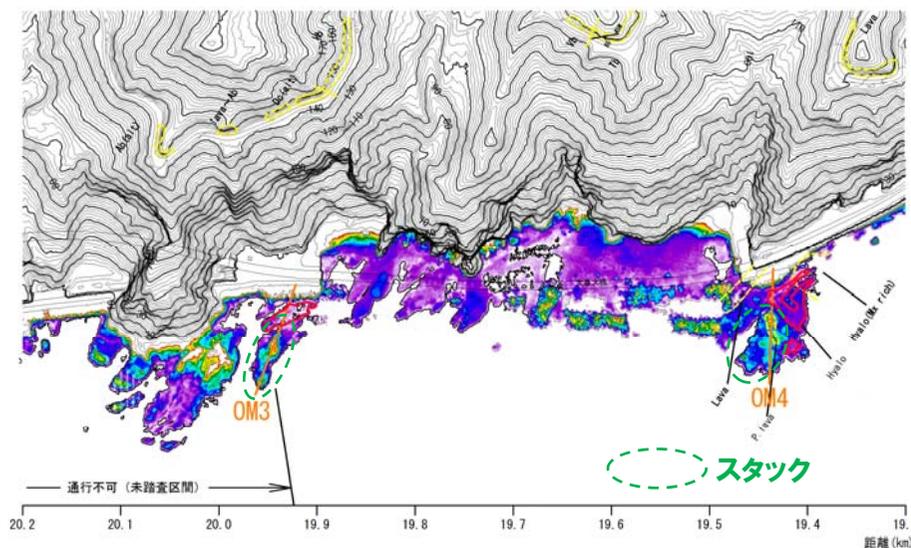
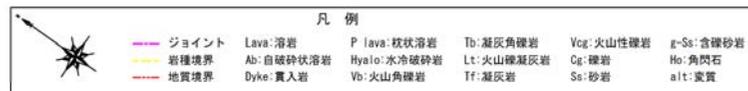
高度データ抽出範囲外(ランパート)近景

○ランパート内にもやや平坦な地形は認められるが、範囲が狭く、かつ、礫径・礫率等の影響により、その周囲とは1m程度以上の高度差がある。

# (参考)海岸地形高度の定量化

## 高度データ抽出範囲外の例【スタック(大森周辺)】

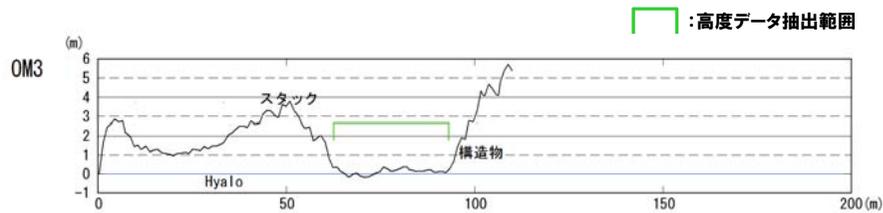
- スタックは、高度データ抽出範囲外である。
- スタック基部の緩傾斜部についても、高度データ抽出範囲外としている。
- また、大森周辺は、全範囲において凹凸の認められる海岸地形であることから、凹凸が50cm程度(膝下程度)以下を閾値として、高度データ抽出を行っている。



➡ : 写真撮影方向

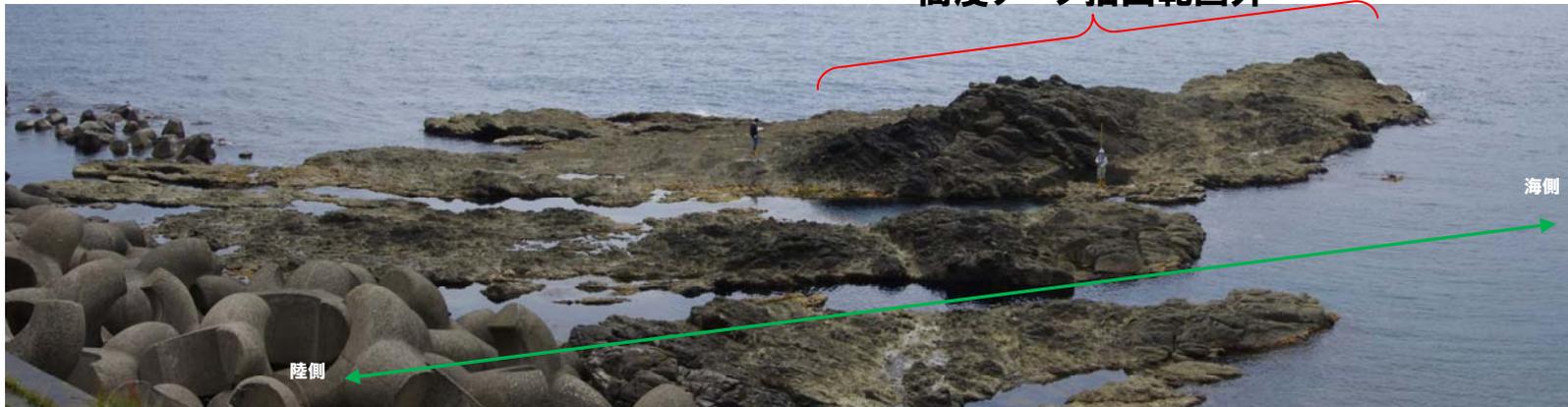
## 高度データ抽出範囲外の例【スタック(大森周辺)】

【OM3】

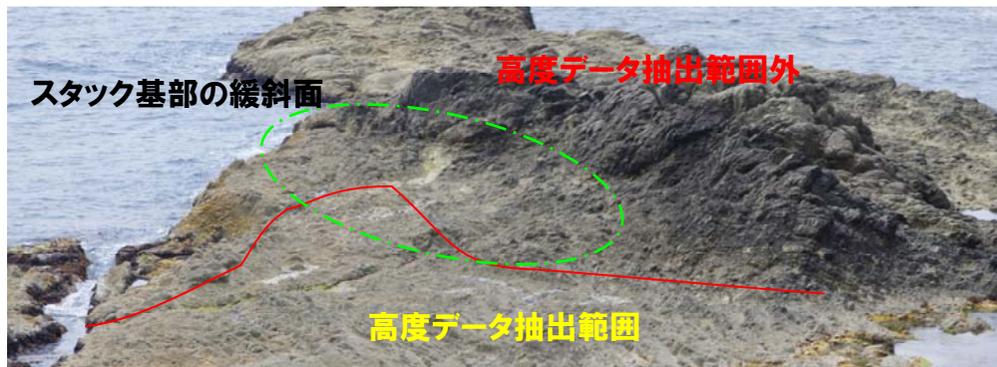


大森周辺海岸地形断面(Hyalo)

高度データ抽出範囲外



OM3全景



高度データ抽出範囲外(スタック)近景

○スタック基部の緩傾斜部についても、高度データ抽出範囲外としている。

## 高度データ抽出範囲外の例【大森周辺】

【OM4】



○大森周辺は、全範囲において凹凸の認められる海岸地形であることから、凹凸が50cm程度(膝下程度)以下を閾値として、高度データ抽出を行っている。

高度データ抽出範囲外



OM4全景



高度データ抽出範囲近景



高度データ抽出範囲外近景

- (1) Hiromitsu Yamagishi(1981):Geology of Shakotan Peninsula, Hokkaido, Japan, REPORT OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF HOKKAIDO No.52, REPOY P.1~29, 1981.
- (2) 小池一之・田村俊和・鎮西清高ほか編(2005):日本の地形3 東北, pp.10-11, 東京大学出版会.
- (3) 小疇尚・野上道男・小野有五・平川一臣編(2003):日本の地形2 北海道, pp.32-33, 東京大学出版会.