

大間原子力発電所  
基準津波の策定について  
(コメント回答)  
(補足説明資料)

2020年6月19日  
電源開発株式会社

○ 「第615回審査会合」及び「第646回審査会合」での資料の誤りに関わる対応を踏まえ、本資料にて過去の審査会合資料を引用する際の注記を下記のとおりとする。

・ 右上の注記

再掲：過去の審査会合資料を、そのまま引用する場合

一部修正：過去の審査会合資料の内容を、一部修正する場合

誤りを修正：過去の審査会合資料の誤りを、正しい記載とする場合

・ 左下の注記

修正した誤りの内容を記載（誤りの修正がある場合）

(余白)

# 指摘事項(1/4)

  本資料でご説明

  次回以降ご説明

  ご説明済み





- ・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。


No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-12	共通事項	第467回会合 (H29.5.12)	津波シミュレーションに用いる海底地形図について、平成8年の深浅測量結果を用いたと記載されているが、その後の地形変化の状況を確認し、最新の地形にするなど、適切に対応すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-1	共通事項	第446回会合 (H29.2.24)	敷地で評価すべきラインに対して最も影響のある波源パラメータを抽出する観点から、評価水位抽出位置をライン状に設定した津波の水位分布も示すこと。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-4	日本海東縁部	第446回会合 (H29.2.24)	日本海東縁部の波源モデルのパラメータスタディについて、アスペリティ位置については、更に細かく移動させたパラメータスタディを行い、最も影響がある位置となっているかを確認したうえで、敷地に最も影響があるパラメータを抽出していることを説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-3	日本海東縁部	第446回会合 (H29.2.24)	日本海東縁部の波源モデル設定において、すべり量を12mと設定した妥当性を確認するため、Moを先に設定してすべり量を算出する等の他の方法による波源モデル設定についても検討し、すべり量の妥当性を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-27	日本海東縁部	第553回会合 (H30.3.2)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関して、説明性向上の観点から、日本海沿岸において、大間地点で最高水位及び最低水位となるケースの計算津波高と、津波痕跡高及び根本ほか(2009)の再現計算津波高とを比較すること。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み
S5-5	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルのパラメータスタディについて、敷地に最も影響があるパラメータを抽出しているかを確認すること。超大すべり域を南端とする等のパラメータスタディを行い、固有周期との関係も分析して、最も影響がある位置となっているかを説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-6	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルの妥当性について確認する必要がある。北東端については、納沙布断裂帯が破壊のバリアとの説明であるが、地震学的知見、測地学的知見等のデータを補強し、検討すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-7	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルのうち、大すべり域と超大すべり域のすべり量について、基本すべり量に対してそれぞれ2倍、4倍とした妥当性を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-8	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖ではM9クラスの地震による津波の知見がないため、波源モデルの妥当性の確認がポイントとなる。ガイドに記載された検討事例や、杉野ほか(2014)のように広域的な津波の再現性が確認された知見を参照し、その妥当性を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-9	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルについて、分岐断層をどのように反映しているのか説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-28	三陸沖から根室沖	第553回会合 (H30.3.2)	三陸沖北部から根室沖に想定されるプレート間地震に伴う津波に関して、事業者が独自に設定した基準波源モデルのパラメータが、東北地方太平洋沖地震の津波痕跡高を再現することを確認する等により、基準波源モデルの設定手順の妥当性を示すこと。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み



# 指摘事項(2/4)

 本資料でご説明

 次回以降ご説明

 ご説明済み


- ・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-29	三陸沖から根室沖	第553回会合 (H30.3.2)	基準波源モデルを“選定する妥当性”を説明すること。例えば、三陸沖北部から根室沖に想定されるプレート間地震に伴う津波の検討の際には、津軽海峡開口部付近の太平洋沿岸において、複数の基準波源モデルによる計算津波高と、過去の津波による痕跡高との比較等を示すこと。なお、その際、大すべり域、超大すべり域の位置関係等が分かるように、波源モデル図を重ねた図も提示すること。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み
S5-30	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の基準波源モデル策定の手順及び考え方のフロー図において、基準波源モデル①及び②の設定にあたり3.11地震による津波の再現性をどのように反映したのかを示し、基準波源モデル③～⑥との関連性を含め基準波源モデル①及び②の妥当性を説明すること。	次回以降ご説明
S5-31	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	基準波源モデル③、④の策定に関わり、「宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル」に対する、3.11地震による津波の再現性確認を、4地点の観測波形等で実施したとしているが、これらによりどのように再現性があると判断したのかを説明すること。	次回以降ご説明
S5-32	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」に関して、津軽海峡開口部付近の沿岸における計算津波高について、基準波源モデル①及び②と、基準波源モデル⑥とを比較できるように提示し、基準波源モデル①及び②が大間独自のモデルとして設定されている位置付けを説明すること。	次回以降ご説明
S5-33	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の基準波源モデル⑥に関して、3.11地震の津波に対して広域の津波特性を考慮した特性化モデルでは1つとなっている大すべり域を、三陸沖から根室沖の波源を設定する際に2つに分割するとした考え方、妥当性について説明すること。また、合わせて面積比率の考え方も説明すること。	次回以降ご説明
S5-34	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の各基準波源モデルの設定のフローについて、以下のとおり記載の充実、修正等を行い説明すること。 ・基本すべり量と、平均すべり量との関係について、より記載を充実させること。 ・すべり量、すべり角の設定のうち、すべり量の補正に関する記載、及びすべり角に関する記載について、適切な記載に修正すること。	次回以降ご説明
S5-35	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の基準波源モデルの妥当性確認のため、計算津波高と既往津波高との比較に関して、本資料で着目すべき太平洋側の沿岸から津軽海峡入口の範囲とそれぞれの津波高を明示すること。また、基準波源モデル①～⑥による計算津波高が、津軽海峡に入る前にどのような傾向を示すのか、津軽海峡内に入り敷地においてどのような傾向を示すのかを示すこと。	次回以降ご説明
S5-10	三陸沖	第446回会合 (H29.2.24)	海洋プレート内地震による津波の方が、プレート間地震による津波よりも、敷地への影響が本当に小さいことを確認したいので、詳細パラスタを実施すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-11	チリ沖	第446回会合 (H29.2.24)	1960年チリ津波の再現モデルについて、K&Cモデルから断層幅とすべり量を修正しているのであれば、修正内容が分かるように追記すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-26	津波堆積物	第467回会合 (H29.5.12)	大間崎東側の後背湿地を、津波堆積物調査対象地点から除く根拠とした調査結果を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-25	津波堆積物	第467回会合 (H29.5.12)	津波堆積物調査のうち、奥戸地点のイベント堆積物を津波堆積物として認定しなかった理由について、どのように層厚を認定したのか等、資料を整理し説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み

# 指摘事項(3/4)



本資料でご説明



次回以降ご説明



ご説明済み



- ・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-24	津波堆積物	第467回会合 (H29.5.12)	加瀬他(2016)が実施した奥尻島の津波堆積物調査の結果など、申請以降の最新文献についても、どのようなツールを用いて調査を行ったかのプロセスも含め説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-13	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	佐井エリアの地すべりブロック⑥、⑦、⑧など、近接していても別々の地すべりと評価するのであれば、根拠を充実させる必要があると考えられる。一塊として評価するか否かも含め、再度検討し説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-15	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	検討対象とする地すべり地形として佐井を選定しているが、敷地からの距離、概算体積だけでなく、地すべり地形の傾斜角、すべりの進行方向、水深なども影響すると考えられる。簡易予測式を用いた評価も実施し説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-14	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	二層流モデルを陸上に適用する妥当性という観点から、Kawamata et al.(2005)における既往津波の再現性を説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-16	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	二層流に用いた佐井の崩壊量が過小評価となっていないか確認したいので、崩壊地形の断面をいくつか提示し、地すべり形状が問題ないことを説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-17	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	P.38の「海底地すべりに起因する津波の検討フロー」において、海底地すべりを一塊として考慮するか否かを判断する際に、崩壊時期が区別できたとしても、必ずしも別々にすべるとは限らない。適切な記載を検討すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-20	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	津軽海峡内の海底地すべり抽出の際、地形の急傾斜部に地すべり地形は無かったことを確認したいので、海保のM7000シリーズ海底地形データ等の資料を整理のうえ説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-18	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	検討対象海底地すべり地形の選定について、「地すべり地形の比高・傾斜」、「水深」、「敷地からの距離」等も比較し整理したうえで、説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-19	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	Ms-2の崩壊量の算出方法について、どのようなプロセスですべり線を設定したのか、また、二層流モデルにおけるモデル化も含めて、より明確なフローを作成し説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-21	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	海底地すべりのすべり面の設定について、「乱れた地層の下限」、「B層下面」及び「地すべり移動体を確認し設定」するとしており、それぞれ設定の仕方が違っているが、どれが支配的で、どれが多かったのか、音波探査記録の反射面等を用いて説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-22	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	ハワイ付近の大規模な海底地すべりの影響について、説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-23	火山現象	第467回会合 (H29.5.12)	渡島大島山体崩壊に関し、kinematic landslideモデルのパラメータである水平移動速度Uと比高変位継続時間Tについて、二層流モデルの解析値を説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み

# 指摘事項(4/4)

  本資料でご説明

  次回以降ご説明

  ご説明済み



・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-36	波源の組合せ	第627回会合 (H30.9.21)	地震による津波と地震以外の要因による津波の組合せに関して、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と、佐井エリアの斜面崩壊に起因する津波とを組み合わせることの妥当性、取水口前面位置において、水位時刻歴波形を線形に足し合わせて算出している妥当性を説明すること。	本編資料 P.355, 356 補足説明資料 P.302～322, 325～330
S5-2	共通事項	第446回会合 (H29.2.24)	津軽海峡内での津波の伝播では、反射による増幅や山体崩壊による津波等の周期特性による影響を検討する必要がある。津軽海峡内の固有周期を含めて、津軽海峡内の津波の伝播について分析すること。	平成30年9月21日第627回 審査会合でご説明済み
S5-37	全般事項	第627回会合 (H30.9.21)	波源パラメータの設定の記載等において、原論文として引用した土木学会(2002)と、土木学会(2016)とが混在している。最新の文献である土木学会(2016)に統一するか、あるいは、土木学会(2002)を引用するのであればその理由を記載すること。	本編資料 P.35, 46, 58, 65, 66, 69, 71, 72, 75～79, 87, 93, 212, 214, 217～219, 221, 238, 244, 247, 260, 267 補足説明資料 P.335
S5-38	全般事項	第627回会合 (H30.9.21)	防波堤等の有無が津波に与える影響に関して、防波堤が有った方が津波が大きくなるという結論について、各ケースの検討結果をまとめたうえで説明すること。	本編資料 P.364～380

・本資料では、現地調査(平成30年11月15～16日)の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-39	津波堆積物	現地調査 (H30.11.15)	津波堆積物ボーリングコアに関して、OM-5のリカバリー孔の深度1.5m付近の砂状の堆積物について、堆積物中の礫の状況など再度確認し、イベント堆積物等であるか否か再度検討し説明すること。また、リカバリー孔についても審査会合資料として説明するとともに、補足説明資料等で該当データを提示すること。	補足説明資料 P.9, 19, 53～77 机上配布資料

(余白)

# 目次



1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について



# 目次



1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）



敷地周辺, 十三湖及び鱈ヶ沢町周辺で実施した津波堆積物に係る現地調査及び現地調査の評価について纏めた。





コメントNo.S5-39

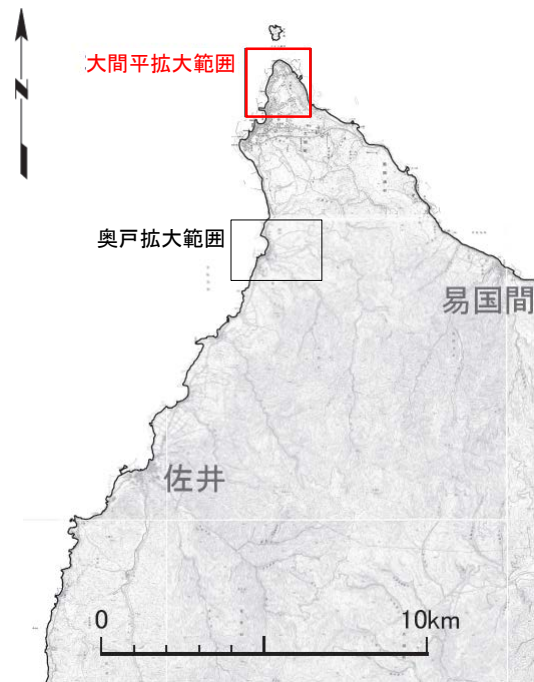
## 現地調査〔大間平地点〕（1 / 7）：ボーリング調査

### ■地点選定理由

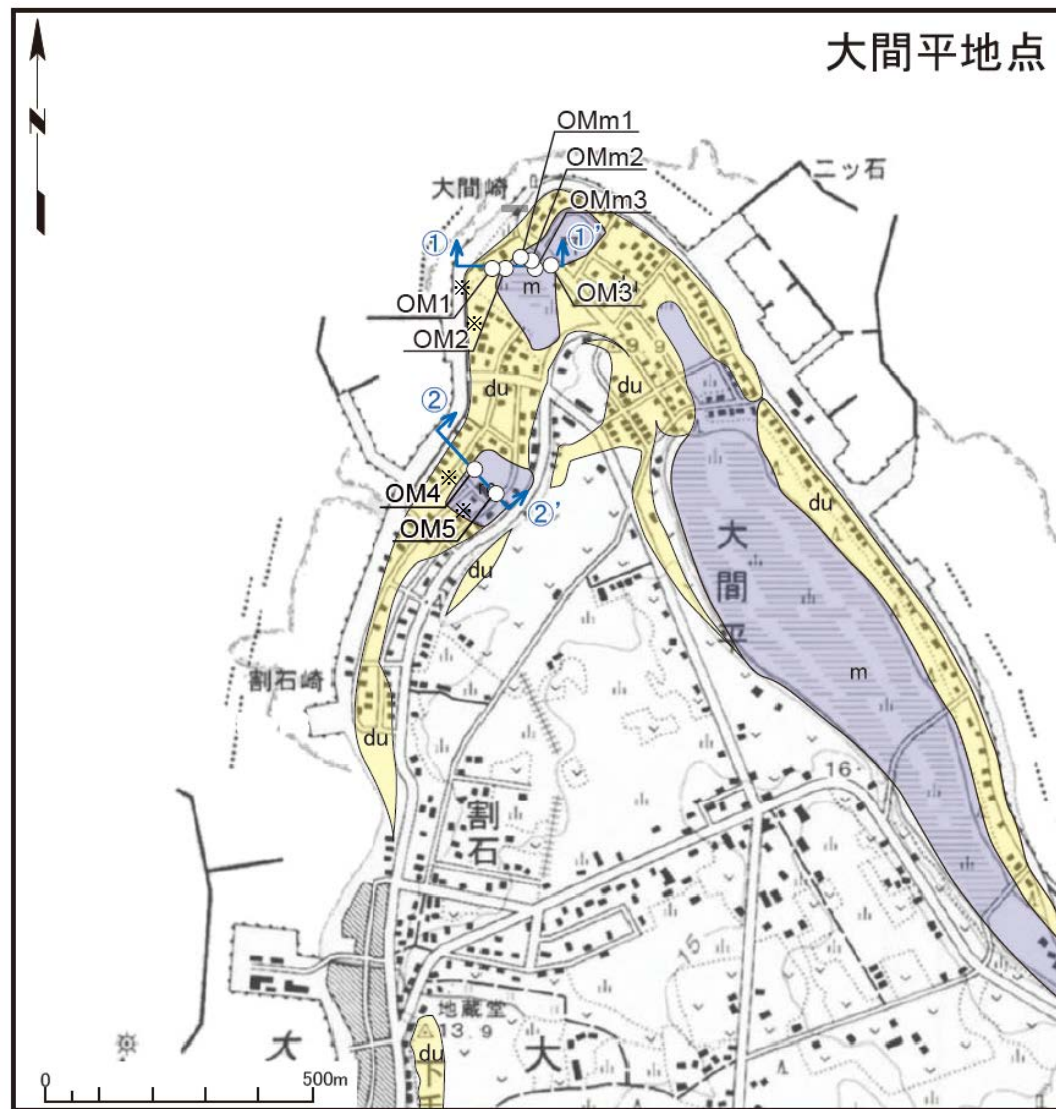
- 砂丘により閉塞された後背湿地が存在しており、泥炭層や細粒層が分布することが期待され、津波堆積物が残存する可能性があるため、調査地点として選定した。
- 大間平東部の後背湿地は、別途実施した海成堆積物調査からイベント堆積物は確認されなかったため調査対象地点としない。（P.16～P.18参照）

### ■調査内容

- ボーリング調査8孔（ロータリー式、孔径86mm）、ボーリングコア観察、X線CTスキャン、放射性炭素年代測定、珪藻化石分析等



凡 例	
記号	面区分
du	砂丘
m	後背湿地
○ OM1	ボーリング位置・孔名
①↔①'	断面線位置



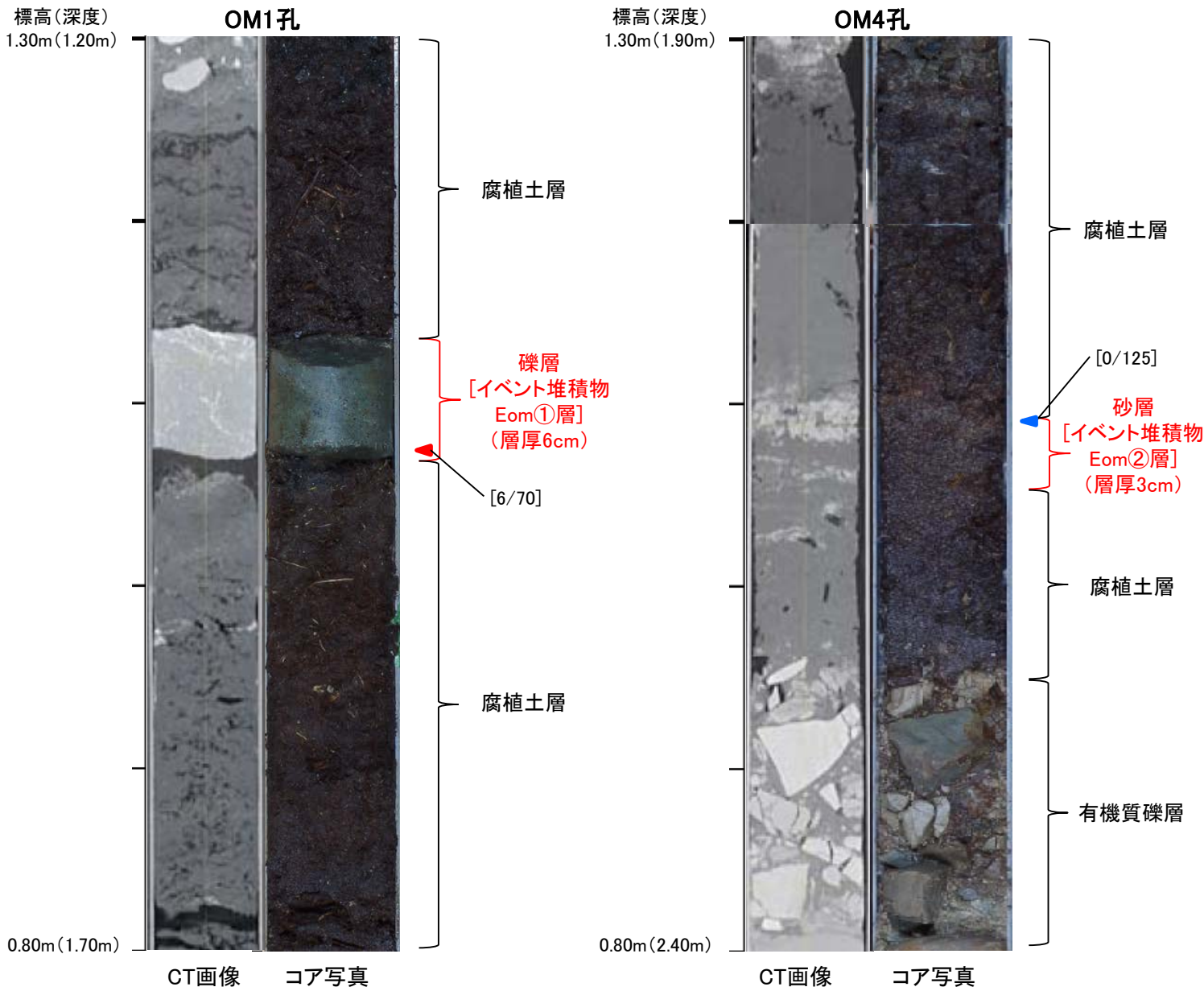
大間平地点の調査位置図

※柱状図の作成に用いたリカバリー孔の詳細については、P.53～P.77 に示す。





## 現地調査〔大間平地点〕（2 / 7）： イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）



- ボーリングコア観察の結果、OM1孔及びOM4孔の2孔でイベント堆積物が認められた。
- OM1孔のイベント堆積物Eom①層は、腐植土層に挟在する1個の中礫であり、下端部には砂粒子を伴う。中礫の下面境界は明瞭であり、下端部の砂粒子中に微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。
- OM4孔のイベント堆積物Eom②層は、腐植土層に挟在する砂層であり、下面境界は不明瞭である。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。

凡例

珪藻化石分析

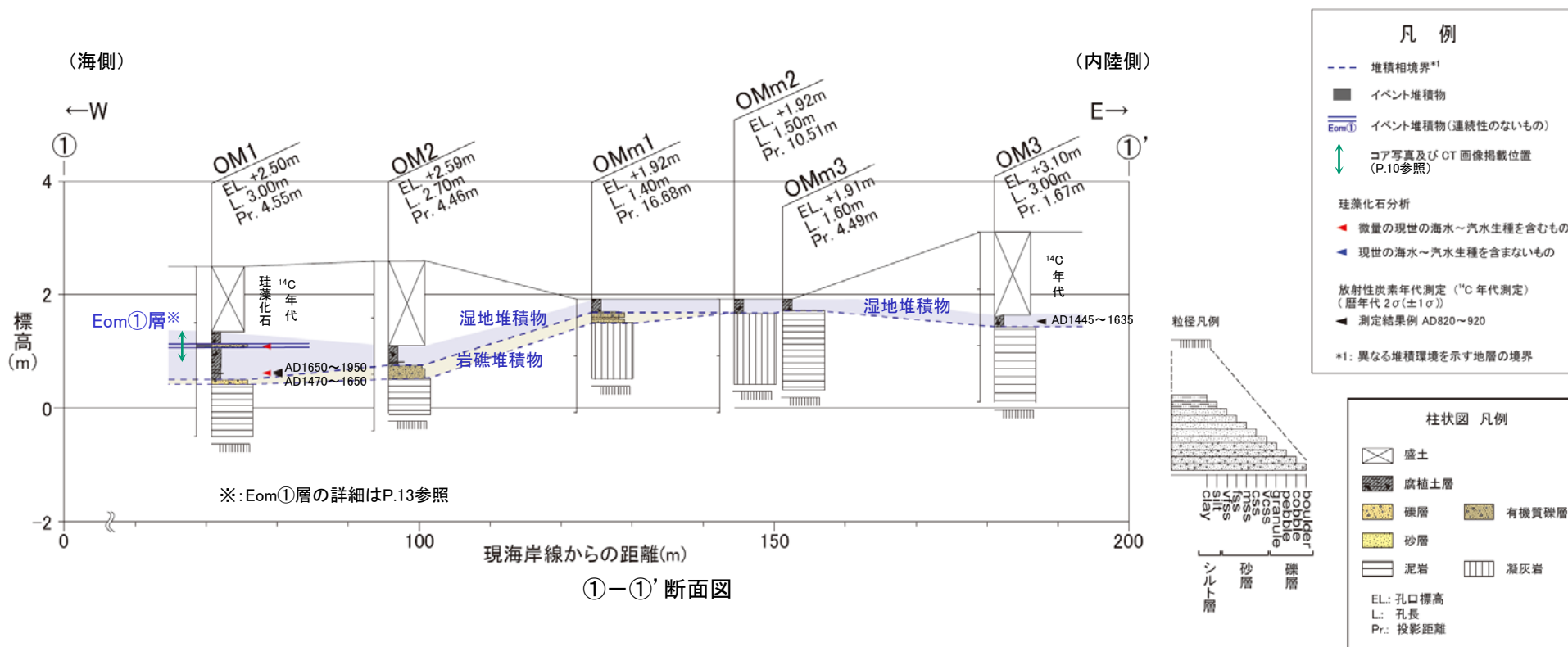
- ◀ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
- ▶ 現世の海水～汽水生種を含まないもの

[1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数



## 現地調査〔大間平地点〕（3 / 7）： イベント堆積物の観察・分析（分布）（1 / 2）

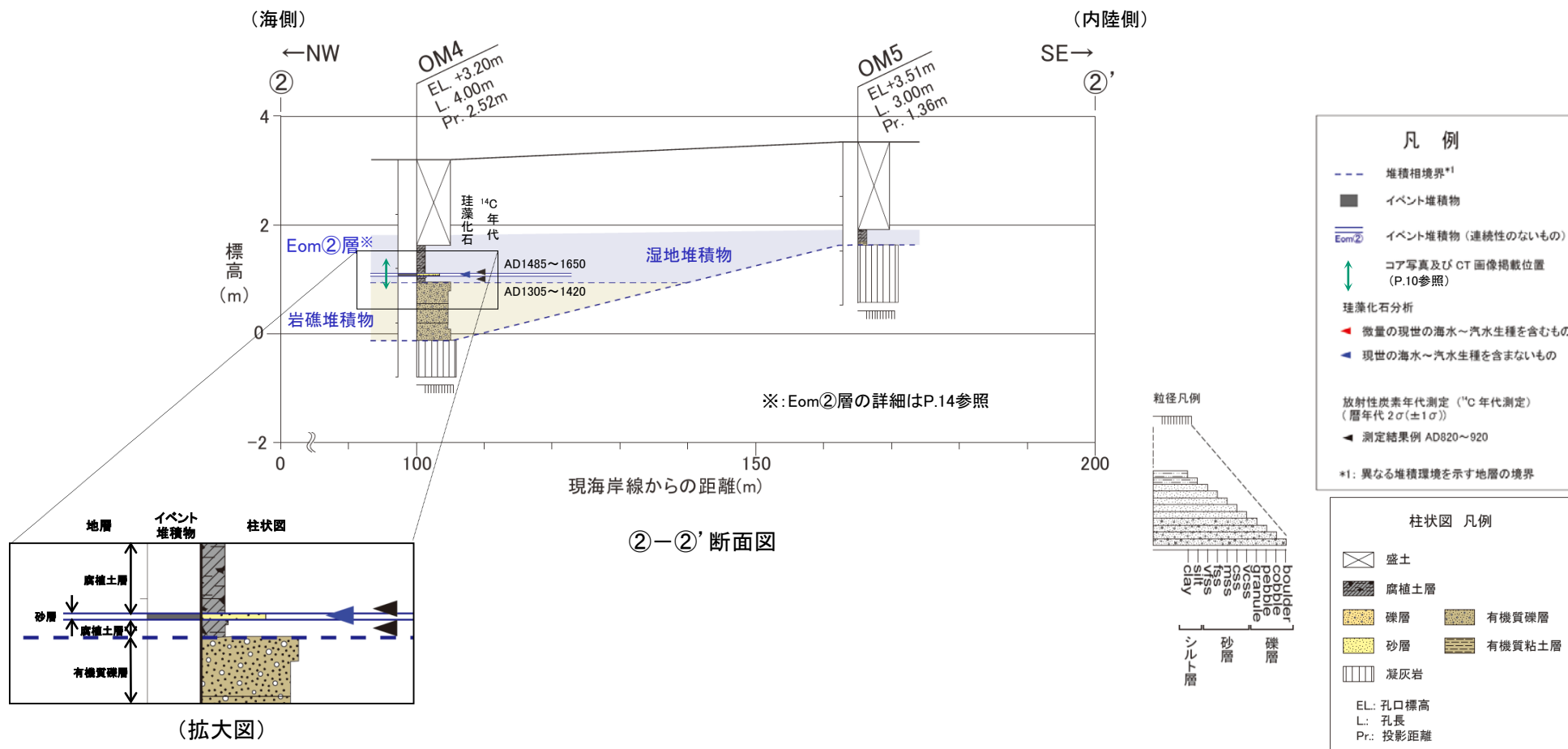
- ボーリングコア観察の結果、イベント堆積物Eom①層は、①-①'断面において最も海側（西側）のOM1孔のみで認められ、その分布標高は約1.1mである。
- イベント堆積物Eom①層の分布範囲は海岸付近に限られ、OM1孔より内陸側の同じ湿地堆積物中の同層準には分布せず、Eom①層の分布範囲は内陸方向には連続しない。





## 現地調査〔大間平地点〕（4 / 7）： イベント堆積物の観察・分析（分布）（2 / 2）

- ボーリングコア観察の結果、イベント堆積物Eom②層は、②-②'断面において海側(西側)のOM4孔のみで認められ、その分布標高は約1.1mである。
- イベント堆積物Eom②層の分布範囲はOM4孔より内陸側の同じ湿地堆積物中の同層準には分布せず、Eom②層の分布範囲は内陸方向には連続しない。
- また、放射性炭素年代測定から、イベント堆積物Eom②層はイベント堆積物Eom①層より下位の層準であり、これらは連続しないと判断される。



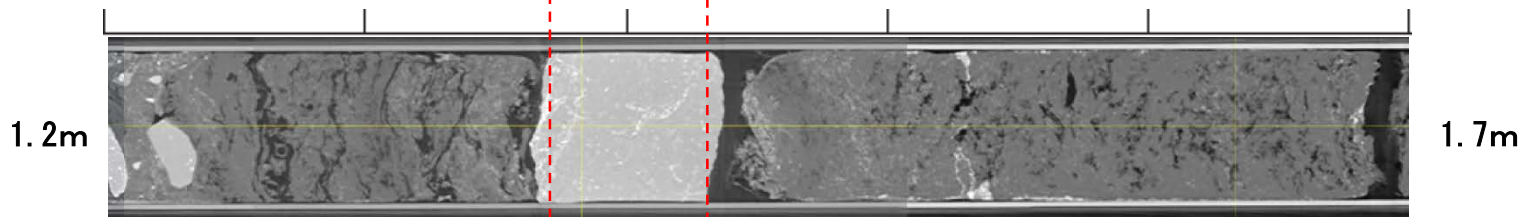


## 現地調査〔大間平地点〕（5 / 7）： イベント堆積物の観察・分析（Eom①層：0M1孔）

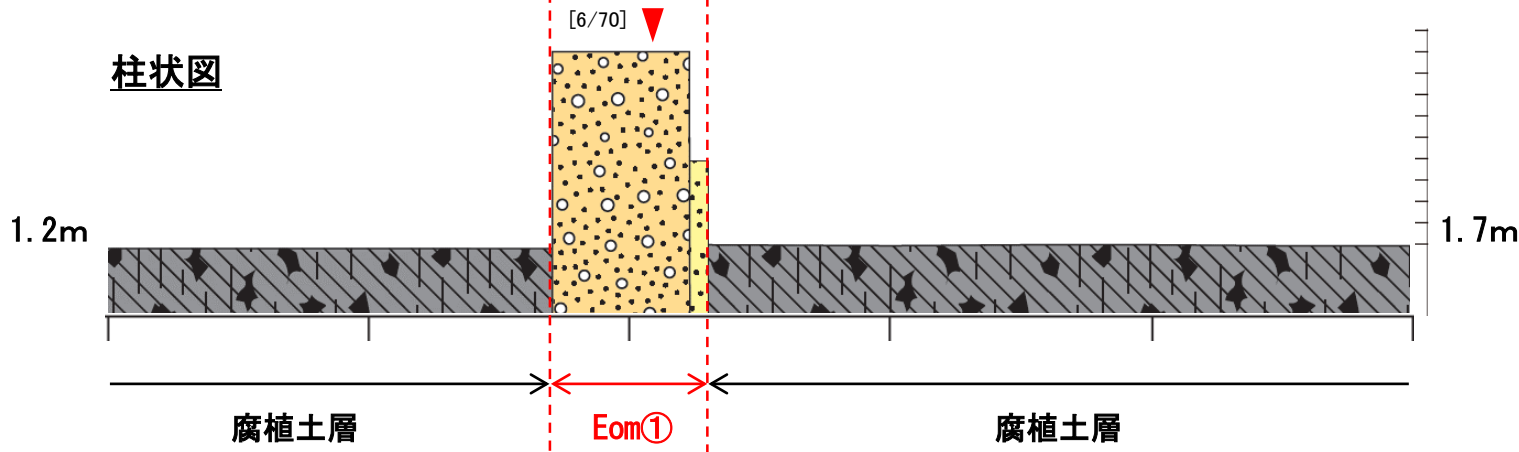
ボーリングコア写真



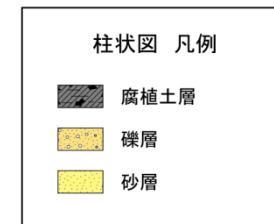
X線CTスキャン画像



柱状図

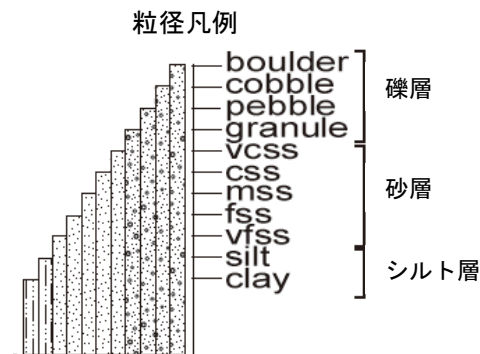


- イベント堆積物Eom①層は、腐植土層に挟在する1個の中礫であり、下端部には砂粒子を伴う。
- コア観察では粒径の違いが、CT画像では密度差が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 中礫の下面境界は明瞭であり、下端部の砂粒子中に微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。



珪藻化石分析

- ▲ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
- [1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数

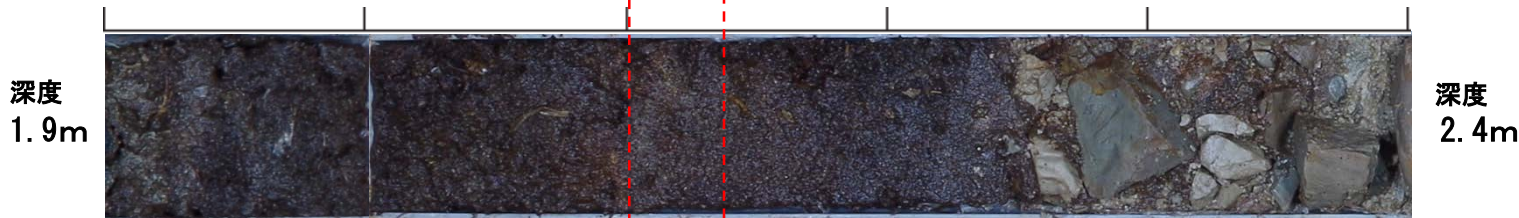




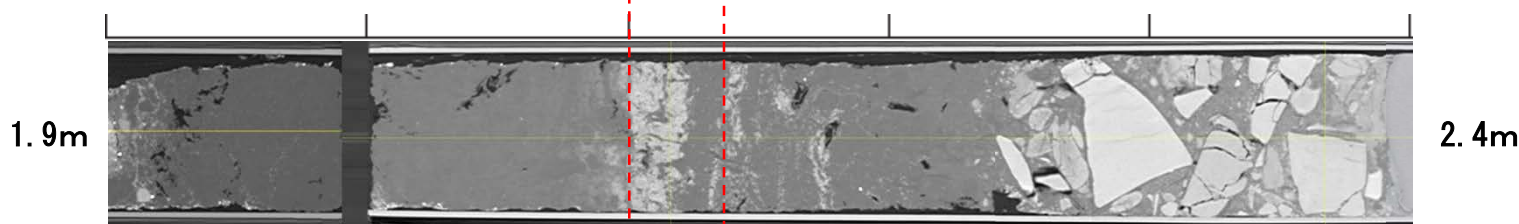


## 現地調査〔大間平地点〕（6 / 7）： イベント堆積物の観察・分析（Eom②層：0M4孔）

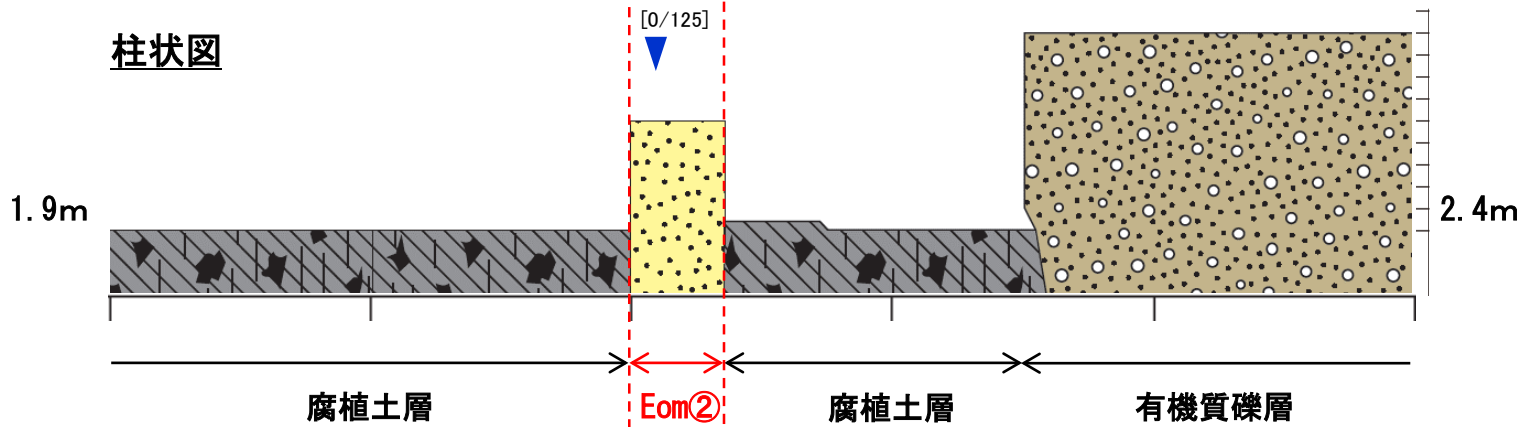
### ボーリングコア写真



### X線CTスキャン画像



### 柱状図

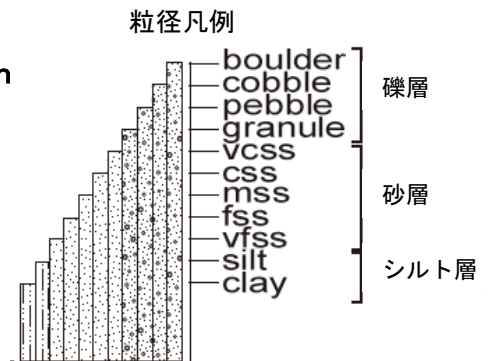


- イベント堆積物Eom②層は、腐植土層に挟在する砂層である。
- コア観察では粒径の違いが、CT画像では密度差が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は不明瞭である。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。

柱状図 凡例

- 腐植土層
- 有機質礫層
- 砂層

珪藻化石分析  
 ▲ 現世の海水～汽水生種を含まないもの  
 [1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数





# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（7 / 40）

## 現地調査〔大間平地点〕（7 / 7）： イベント堆積物の評価

### イベント堆積物の観察・分析結果及び評価

- イベント堆積物Eom①層は、下面境界が明瞭であり、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含むものの、分布範囲が海岸付近の1孔に限られる。Eom①層は、津波によるものであれば分布していると考えられる同じ湿地内の他のボーリング孔の同層準には分布せず、内陸方向に連続しないことから、津波堆積物の特徴を有していないと評価する。
- イベント堆積物Eom②層は、下面境界が不明瞭であり、現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まず、分布範囲が海岸付近の1孔に限られる。Eom②層は、津波によるものであれば分布していると考えられる同じ湿地内の他のボーリング孔の同層準には分布せず、内陸方向に連続しないことから、津波堆積物の特徴を有していないと評価する。



### 津波堆積物の可能性の評価

- 大間平地点のイベント堆積物Eom①層及びEom②層は、いずれも、津波堆積物の可能性が低いと評価する。
- なお、イベント堆積物Eom①層及びEom②層は、その分布範囲は海岸付近の1孔に限られ、津波によるものであれば分布していると考えられる同じ湿地内の他のボーリング孔の同層準には分布せず、内陸方向及び汀線方向に連続しないことから、高潮や高波等による局所的な堆積物と判断される。



大間平地点の調査位置図

凡 例	
記号	面区分
du	砂丘
m	後背湿地
● OM1	ボーリング位置・孔名
○ OM1	イベント堆積物が認められた地点
○ OM1	イベント堆積物が認められなかった地点
① ②	断面線位置



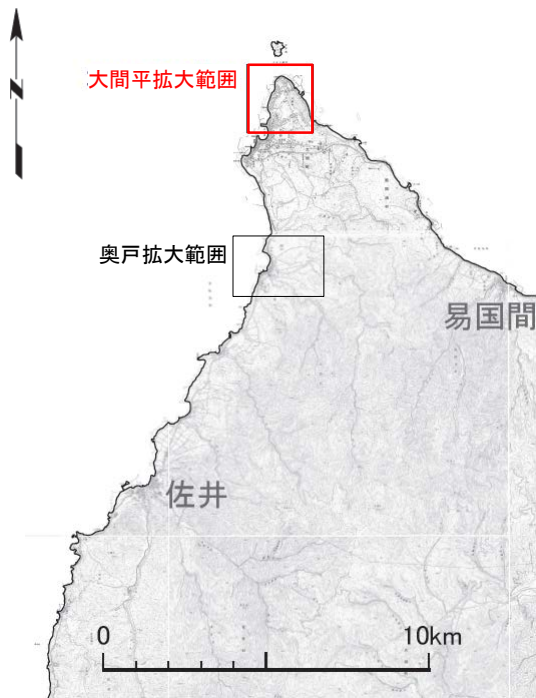
## ボーリング調査

### ■ 地点選定理由

- 砂丘により閉塞された後背湿地が存在しており、泥炭層や細粒層が分布することが期待され、海成堆積物が残存する可能性があるため、調査地点として選定した。

### ■ 調査内容

- ハンディジオスライサー調査6点(電動バイブレーター式、幅100mm)、コア観察、火山灰分析、放射性炭素年代測定、珪藻化石分析等



凡 例	
記号	面区分
du	砂丘
m	後背湿地
○ OM1	ボーリング位置・孔名
①	断面線位置

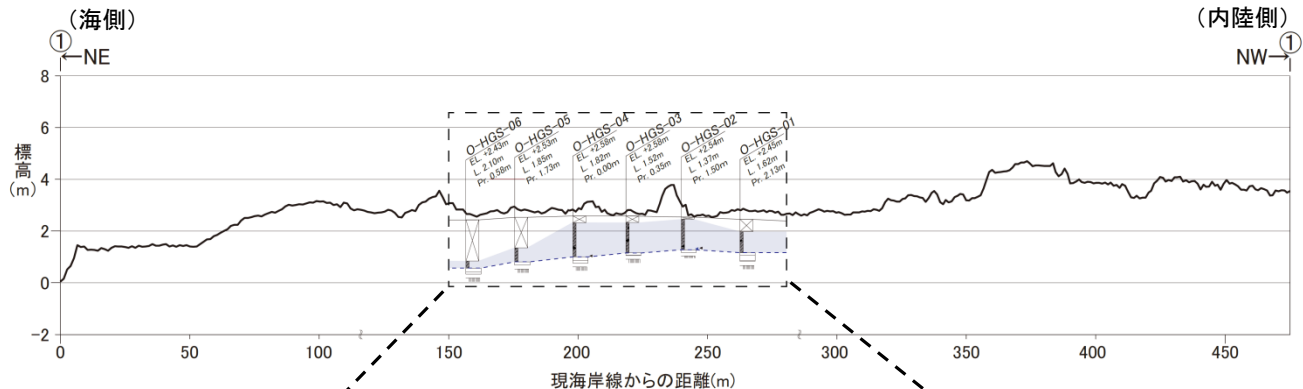


大間平地点の調査位置図

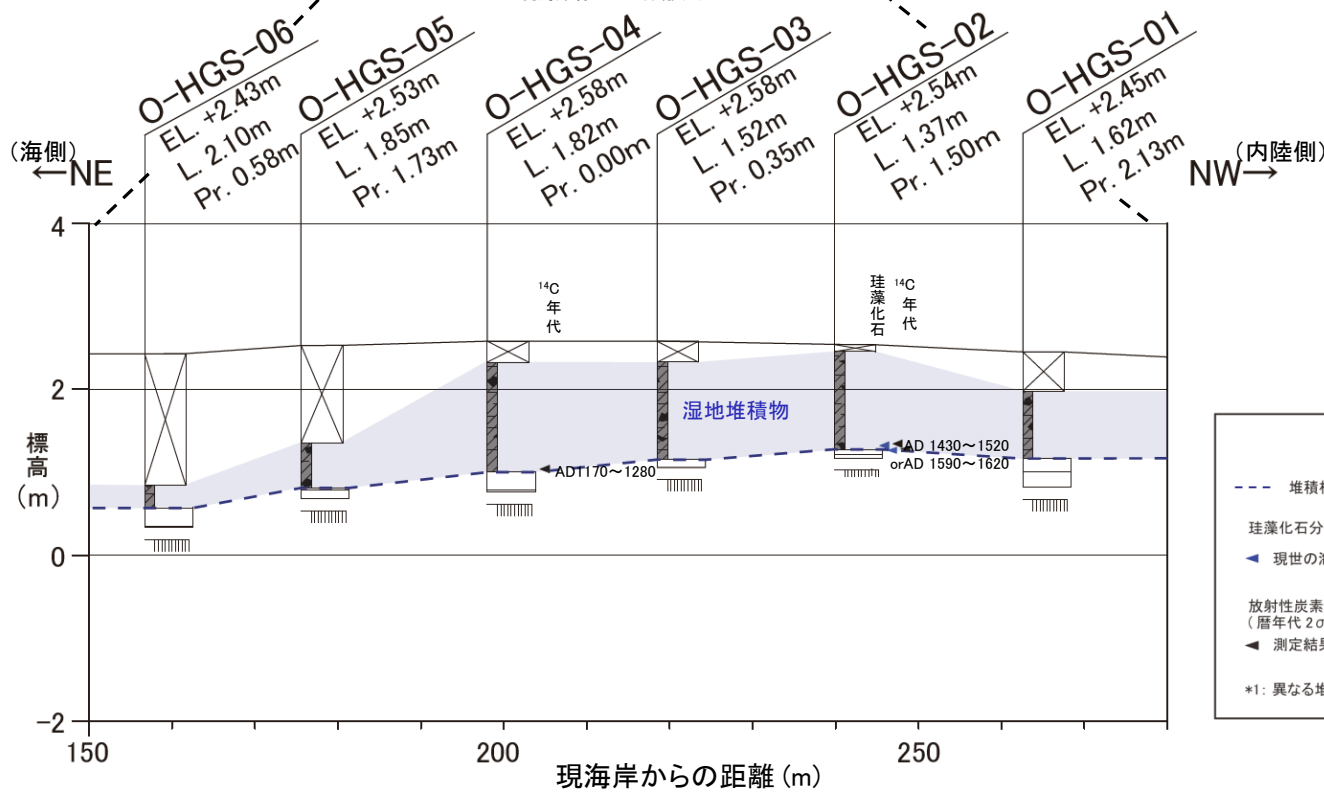




## イベント堆積物の観察・分析 (分布)

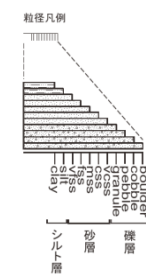


• ハンディジオスライサー調査の結果、基盤岩の上位には腐植土層が分布し、その中には砂層及び礫層の狭在は認められないため、大間平東部後背湿地にイベント堆積物は分布しないと評価する。



**凡例**

- 堆積相境界\*1
- 珩藻化石分析
  - ◀ 現世の海水～汽水生種を含まないもの
  - ▲ 放射性炭素年代測定 (<sup>14</sup>C年代測定) (暦年代 2σ(±1σ))
  - ◀ 測定結果例 AD820~920
- \*1: 異なる堆積環境を示す地層の境界



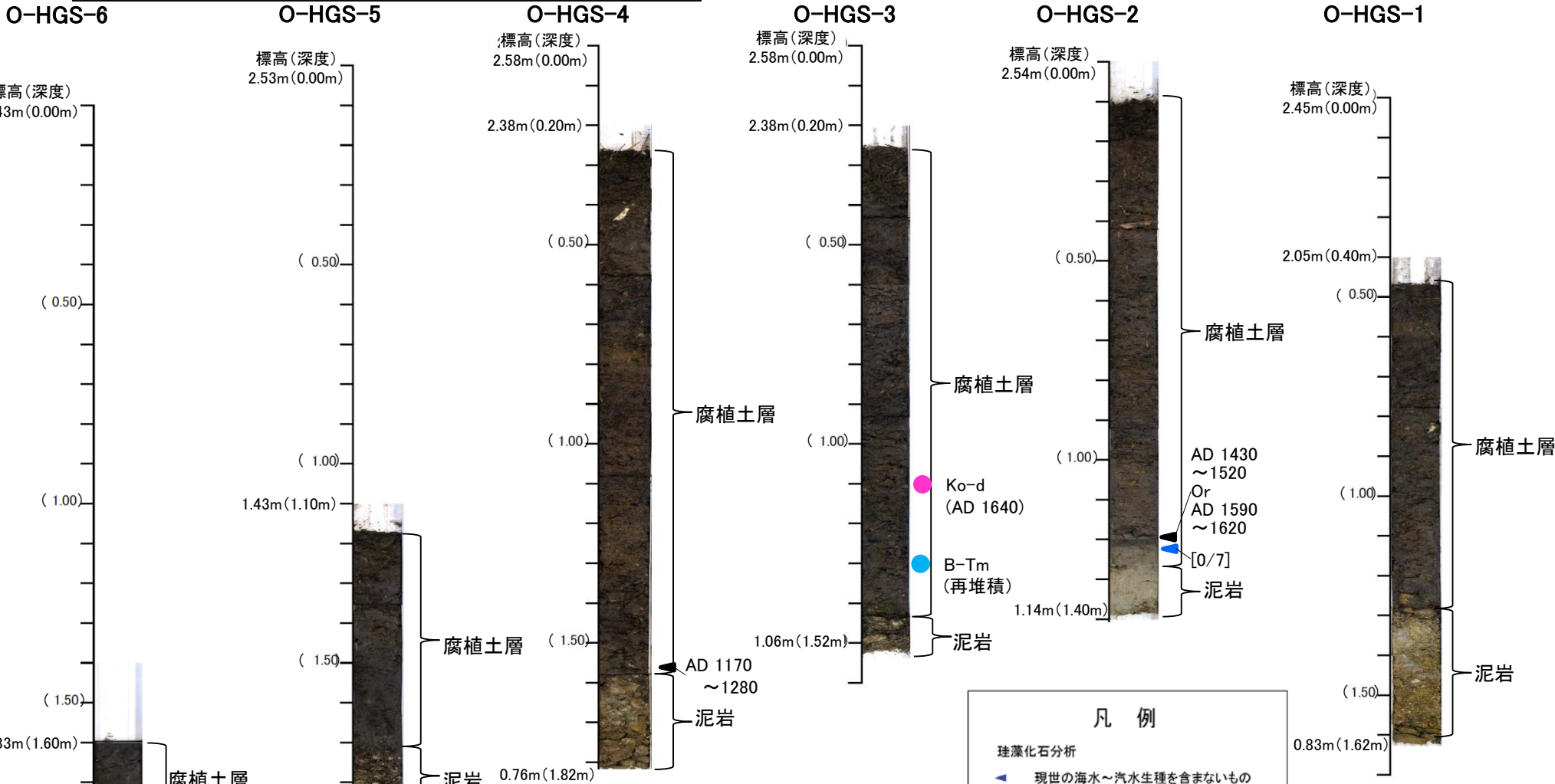
**柱状図 凡例**

- 岩相
  - ◻ コア欠
  - 腐植土層
  - 泥岩
- EL: 孔口標高
- L: 孔長
- Pr: 投影距離





イベント堆積物の観察・分析 (層相・珪藻化石)



•ハンディジオスライサー調査の結果、基盤岩の上位には腐植土層が分布し、その中には砂層及び礫層の狭在は認められないため、大間平東部後背湿地にイベント堆積物は分布しないと評価する。

審査資料の再チェックを行い、「ポーリングコア写真の標高の誤り」を修正(1.17mを1.14mに修正)した。

**凡例**

珪藻化石分析  
 ◀ 現世の海水～汽水生種を含まないもの  
 [1/200] 現世の海水～汽水生種をの個数/総個体数

火山灰分析  
 ● 北海道駒ヶ岳:Ko-d  
 ● 白頭山苫小牧:B-Tm (再堆積)

放射性炭素年代測定 (<sup>14</sup>C年代測定)  
 (暦年代 2σ(±1σ))  
 ◀ 測定結果例 AD 820~920

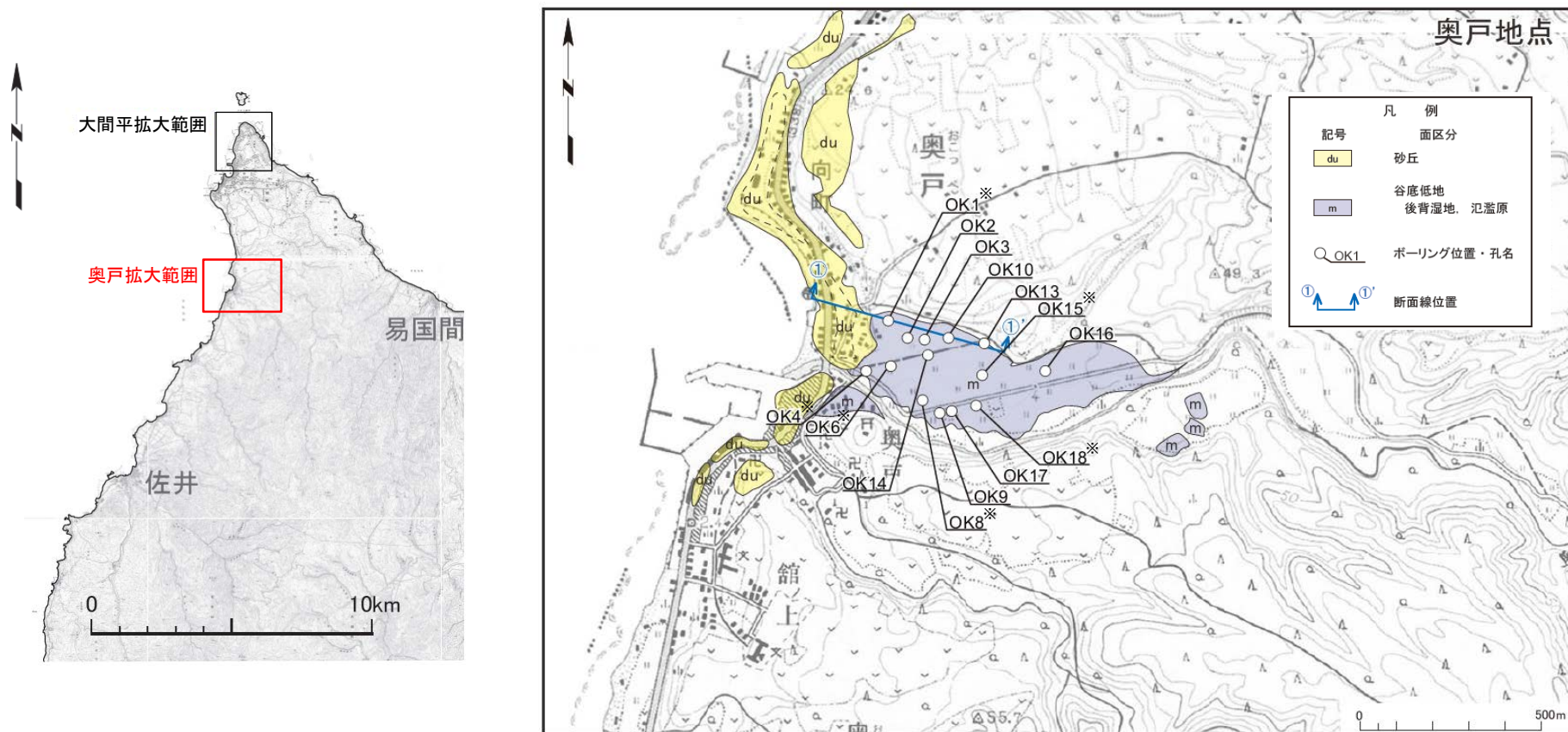
## 現地調査〔奥戸地点〕（1 / 14）：ボーリング調査

### ■ 地点選定理由

- 砂丘により閉塞された谷底低地（後背湿地、氾濫原）が存在しており、泥炭層や細粒層が分布することが期待され、津波堆積物が残存する可能性があるため、調査地点として選定した。

### ■ 調査内容

- ボーリング調査 14孔（ロータリー式、孔径86mm）、ボーリングコア観察、X線CTスキャン、放射性炭素年代測定、珪藻化石分析等

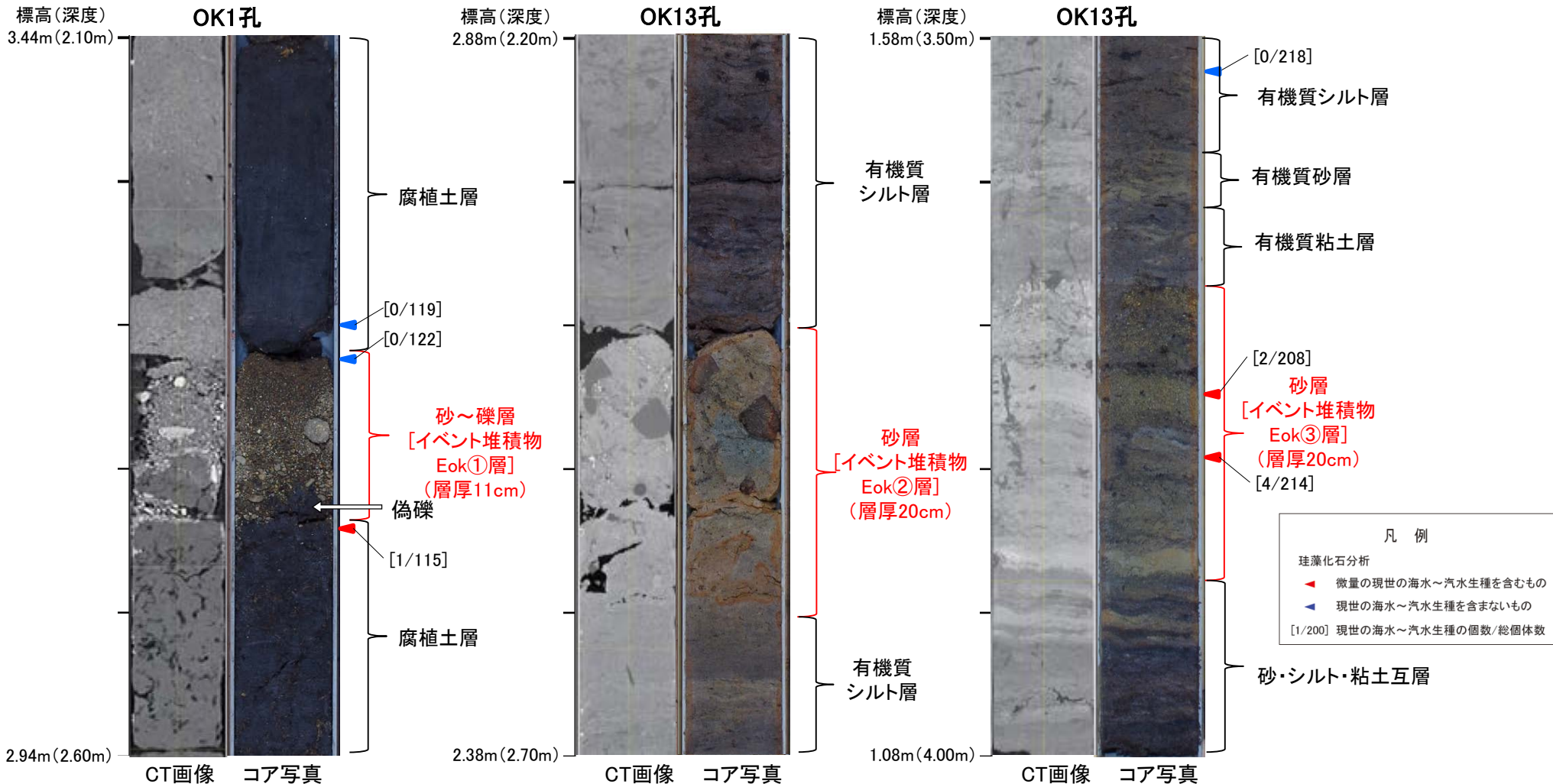


奥戸地点の調査位置図

※柱状図の作成に用いたリカバリー孔の詳細については、P.53～P.77 に示す。



## 現地調査〔奥戸地点〕（2 / 14）：イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）



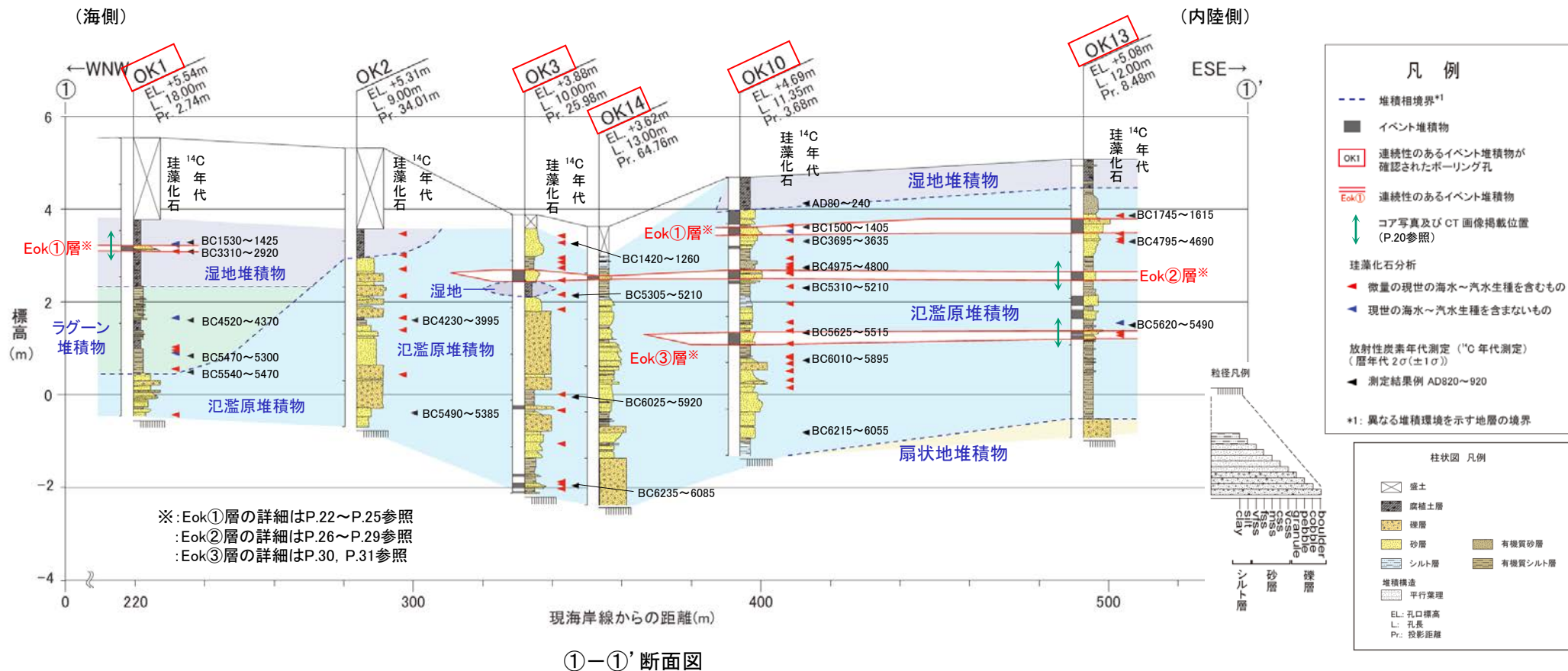
- ボーリングコア観察の結果、全14孔のうち10孔でイベント堆積物が認められた。このうち、主なイベント堆積物の特徴は以下のとおり。
- OK1孔のイベント堆積物Eok①層は、腐植土層に挟在する砂～礫層である。下面境界は明瞭であり、級化構造や腐植質シルトの偽礫が認められる。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。
- OK13孔のイベント堆積物Eok②層は、有機質シルト層に挟在する砂層であり、下面境界は不明瞭である。
- OK13孔のイベント堆積物Eok③層は、有機質粘土層や砂層に挟まれた砂層である。下面境界は明瞭であり、級化構造や葉理が認められる。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。





## 現地調査〔奥戸地点〕（3/14）：イベント堆積物の観察・分析（分布）

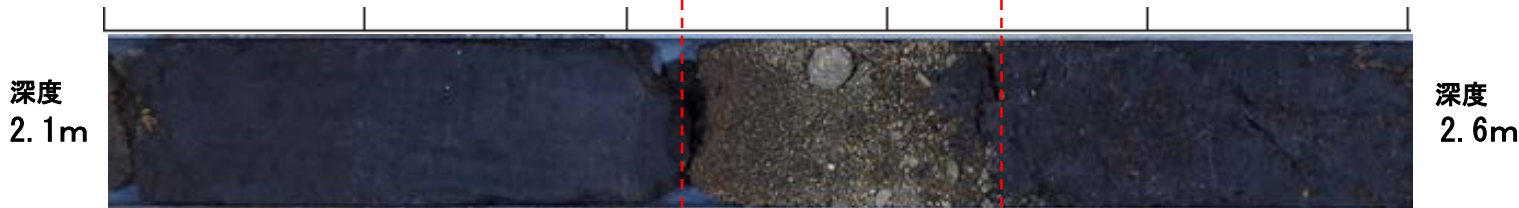
- ボーリングコア観察の結果、同層準で連続性のあるイベント堆積物が3層準(Eok①層, Eok②層及びEok③層)で認められた。連続性のあるイベント堆積物が認められた①-①'断面を以下に示す。このうち分布標高が最も高いものは、Eok①層の約3.8m(OK13孔)である。
- イベント堆積物Eok①層は、海岸付近の湿地堆積物及びその内陸側の氾濫原堆積物の同層準に認められるが、内陸に向かって層厚が厚くなり、粒度が大きくなる傾向が認められる。(P. 25参照)
- イベント堆積物Eok②層及びEok③層は、いずれも氾濫原堆積物中に概ね連続して分布し、海岸付近の湿地堆積物やラグーン堆積物の同層準には分布しない。



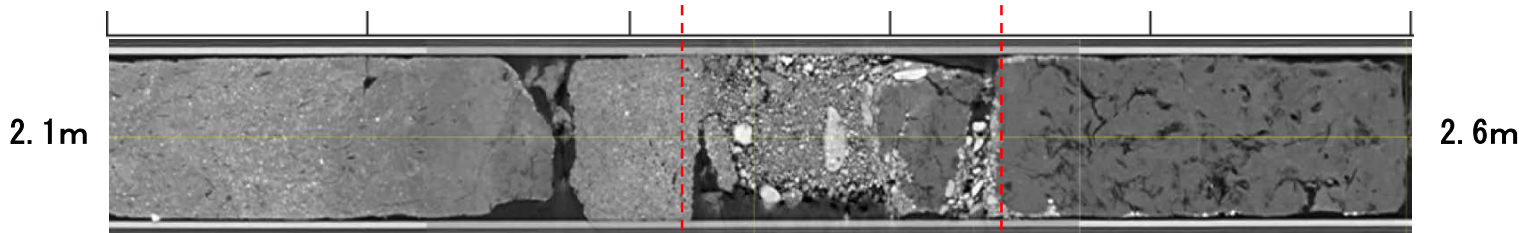


## 現地調査〔奥戸地点〕（4 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok①層（1 / 4）：OK1孔）

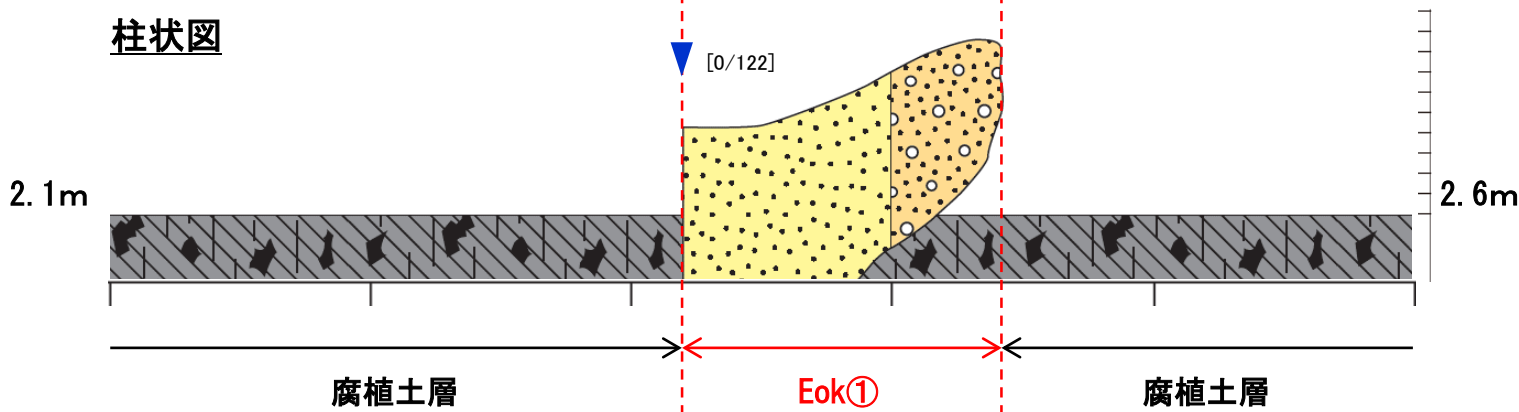
### ボーリングコア写真



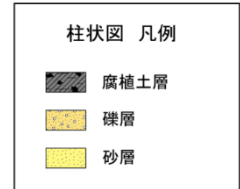
### X線CTスキャン画像



### 柱状図

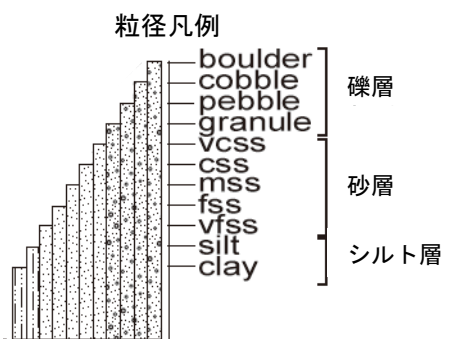


- イベント堆積物Eok①層は、腐植土層に挟在する砂～礫層である。
- コア観察では粒径の違いと腐植質シルトの偽礫が、CT画像では密度差が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。



珪藻化石分析

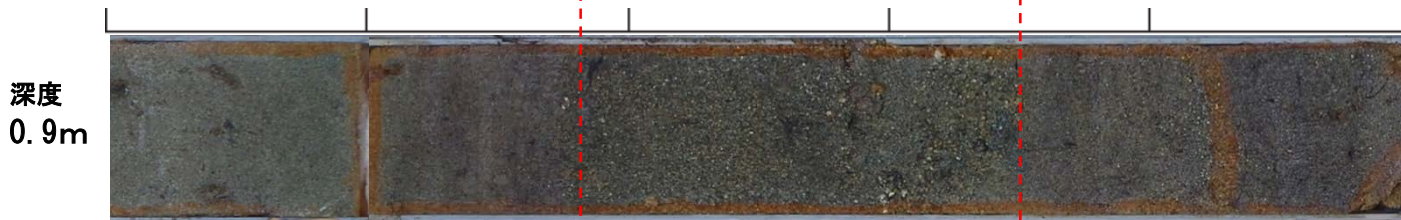
◀ 現世の海水～汽水生種を含まないもの  
[1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数



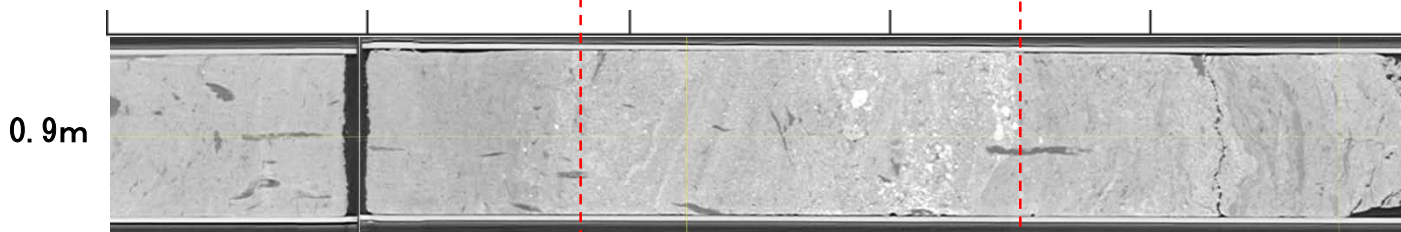


## 現地調査〔奥戸地点〕（5/14）：イベント堆積物の観察・分析（Eok①層（2/4））：OK10孔）

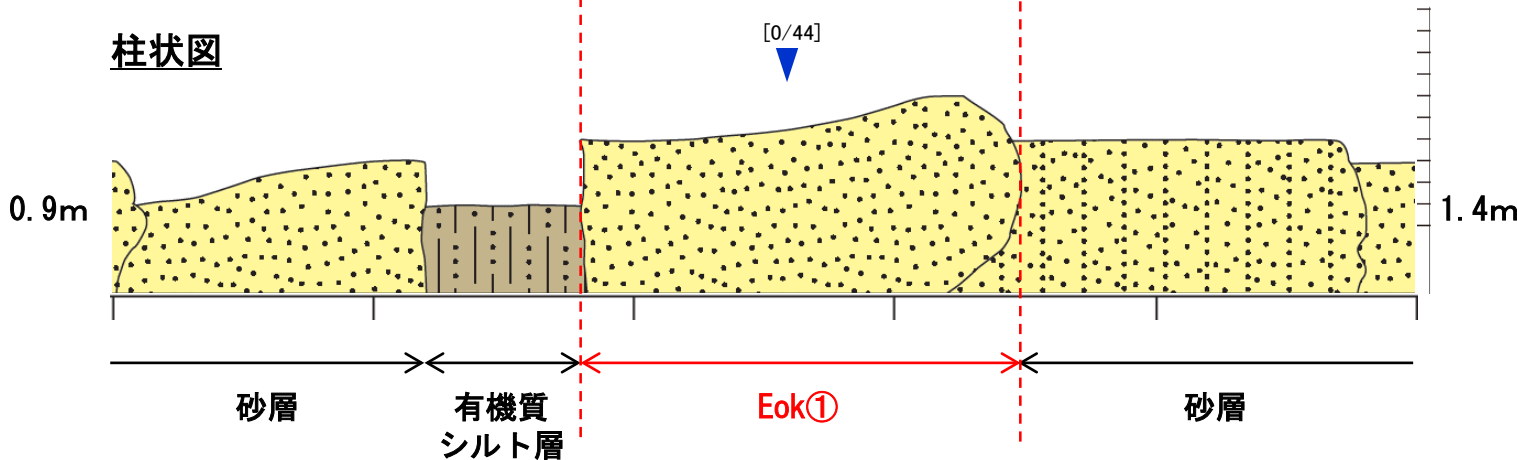
### ボーリングコア写真



### X線CTスキャン画像



### 柱状図



- イベント堆積物Eok①層は、有機質シルト層及び砂層に挟在する砂層である。
- コア観察では粒径の違いと級化構造が、CT画像では密度差が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。





# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（13 / 40）

現地調査〔奥戸地点〕（6 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok①層（3 / 4）： 0K13孔）

## ボーリングコア写真



- イベント堆積物Eok①層は、砂層に挟在する砂～礫層である。
- コア観察では粒径の違いが、CT画像では葉理が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。

## X線CTスキャン画像



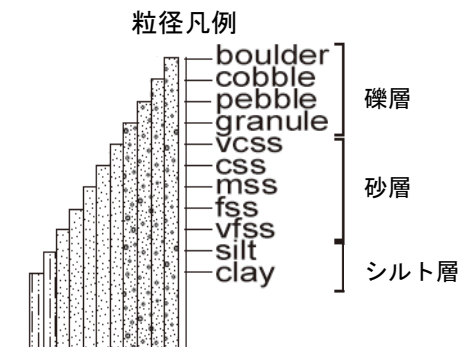
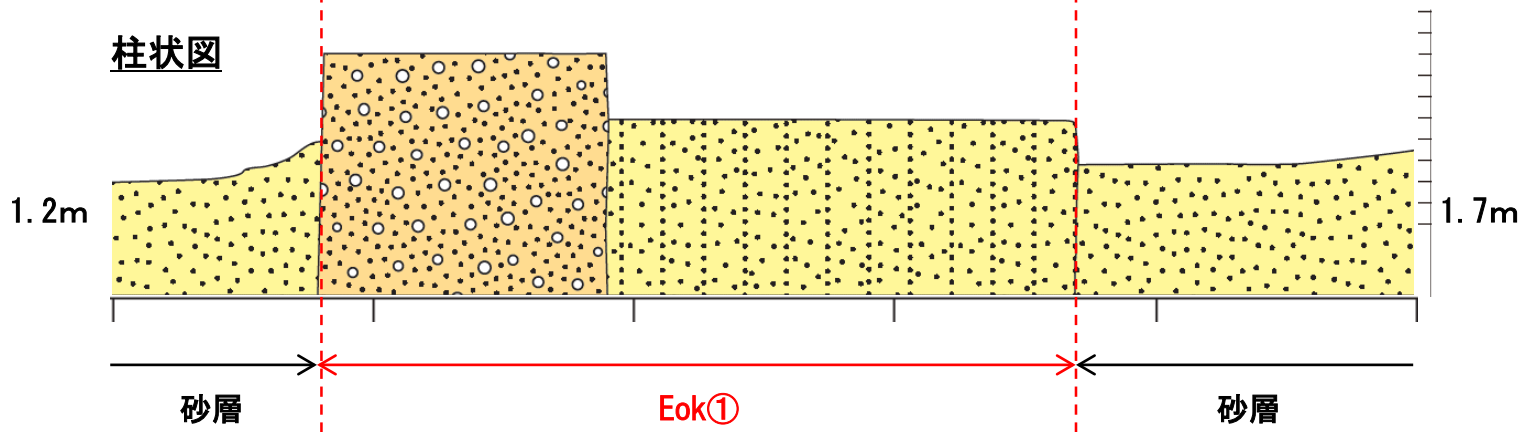
柱状図 凡例

- 礫層
- 砂層

堆積構造

- 平行葉理

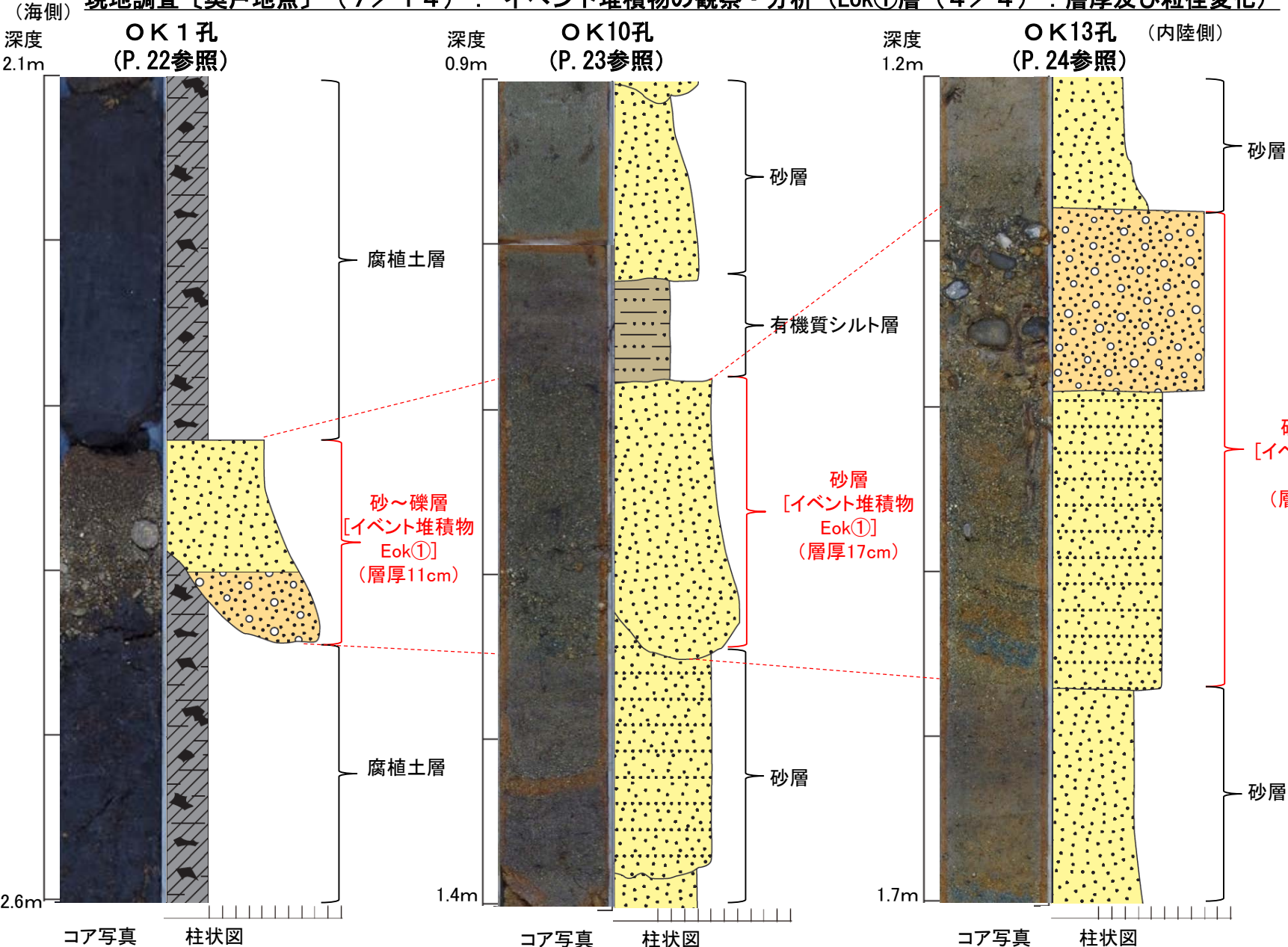
## 柱状図



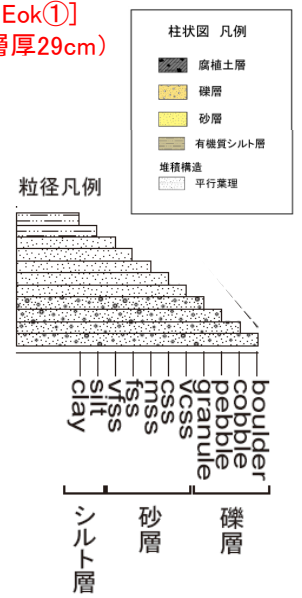


# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（14 / 40）

現地調査〔奥戸地点〕（7 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok①層（4 / 4））： 層厚及び粒径変化



・イベント堆積物Eok①層は、内陸に向かって層厚が厚くなり、粒度が大きくなる傾向が認められるため、津波堆積物の特徴と一致しない。  
→河川の洪水等による堆積物と判断される。





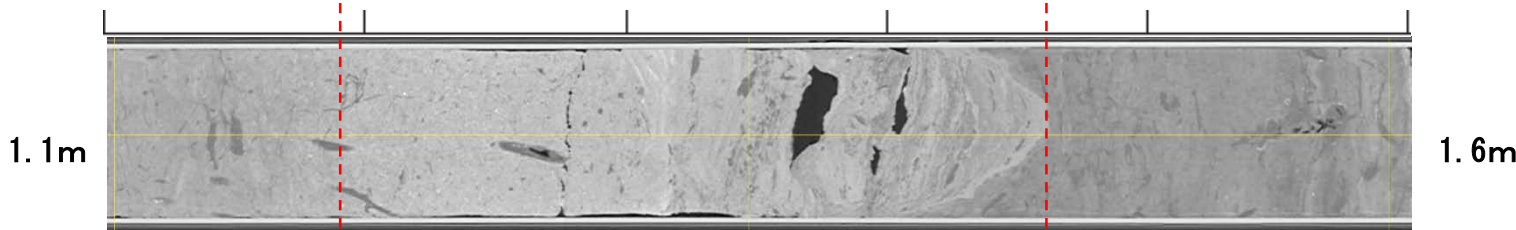


## 現地調査〔奥戸地点〕（8 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok②層（1 / 4）：OK3孔）

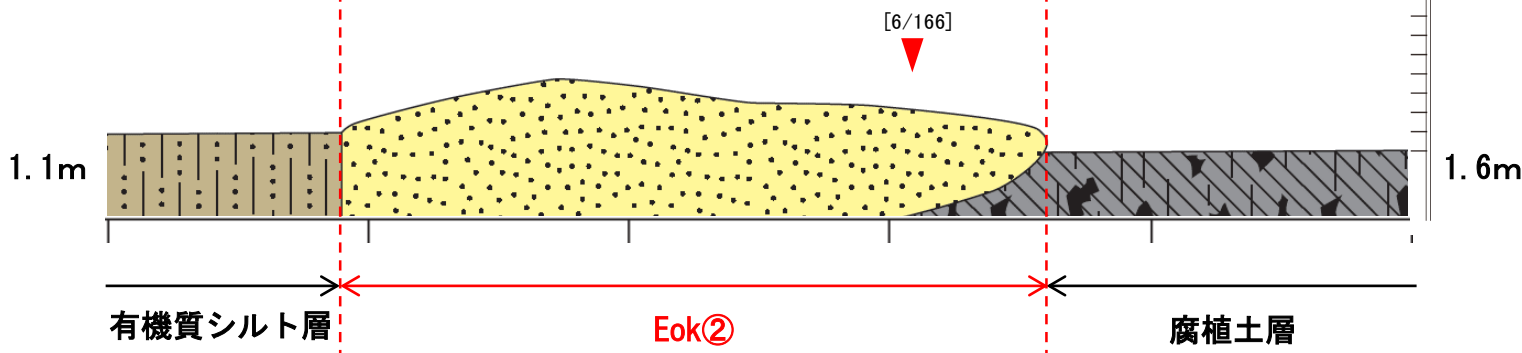
ボーリングコア写真



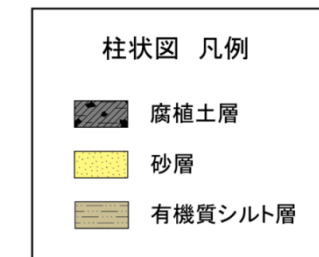
X線CTスキャン画像



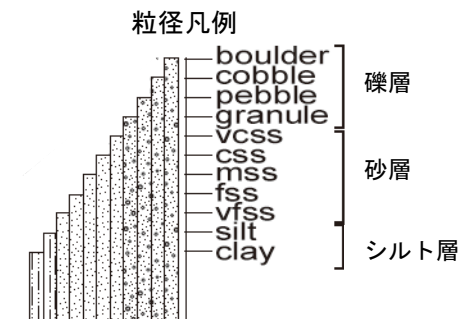
柱状図



- イベント堆積物Eok②層は、有機質シルト層及び腐植土層に挟在する砂層である。
- コア観察による粒径の違いと有機物の有無によりイベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。



珪藻化石分析  
 ▲ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの  
 [1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数



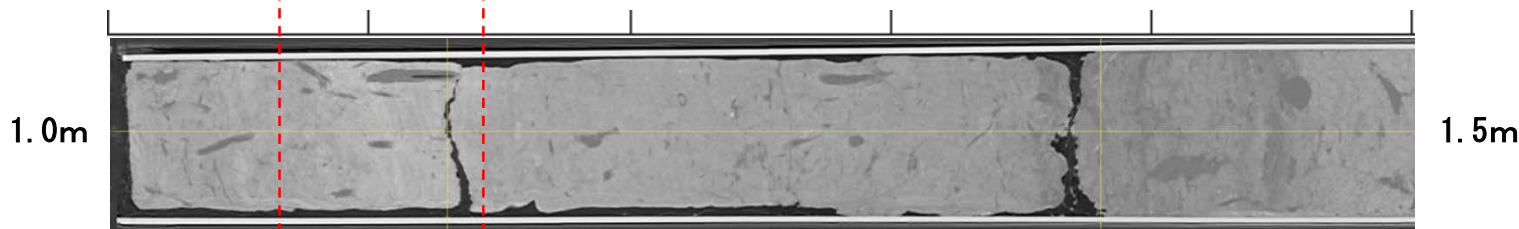


## 現地調査〔奥戸地点〕（9 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok②層（2 / 4））： 0K14孔

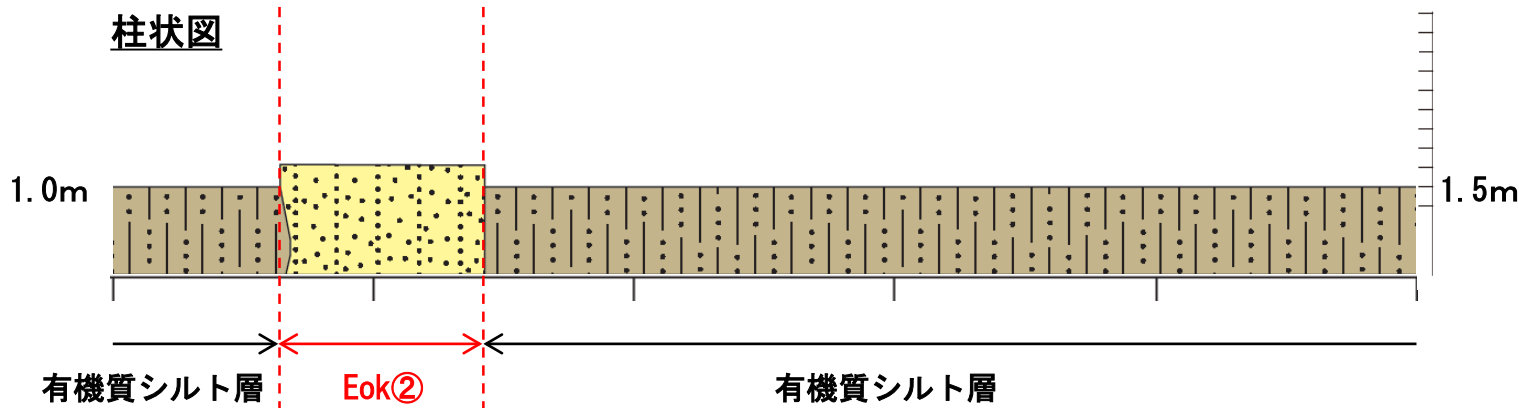
ボーリングコア写真



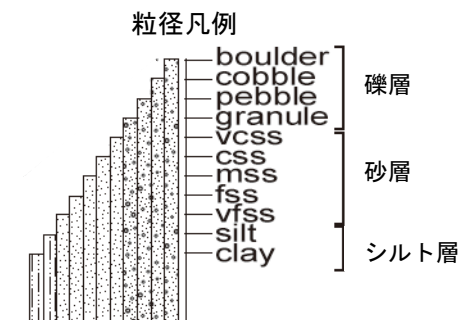
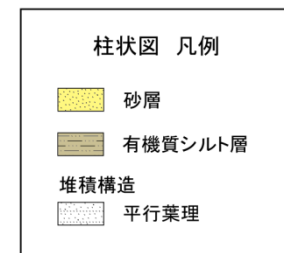
X線CTスキャン画像



柱状図



- イベント堆積物Eok②層は、有機質シルト層に挟在する砂層である。
- コア観察では粒径の違いが、CT画像では葉理が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。



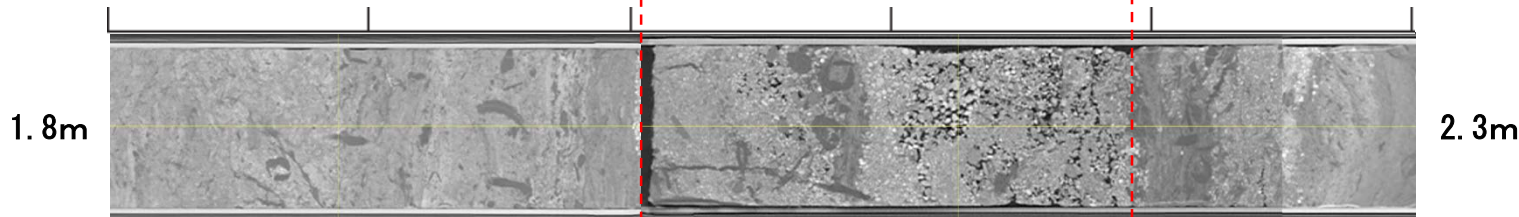


現地調査〔奥戸地点〕（10 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok②層（3 / 4）： 0K10孔）

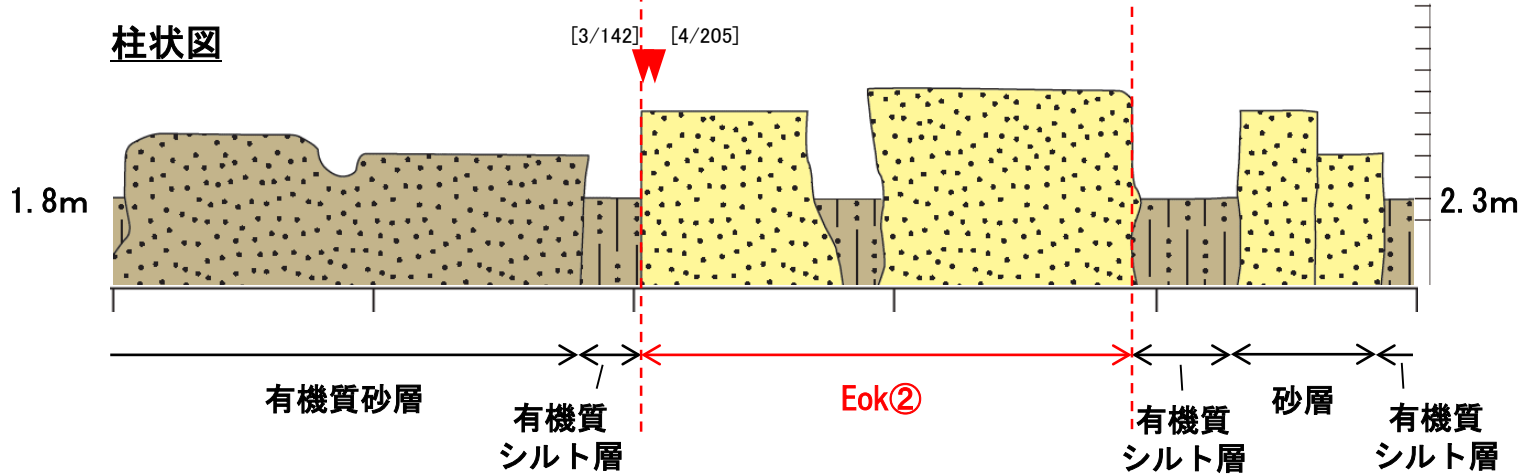
## ボーリングコア写真



## X線CTスキャン画像



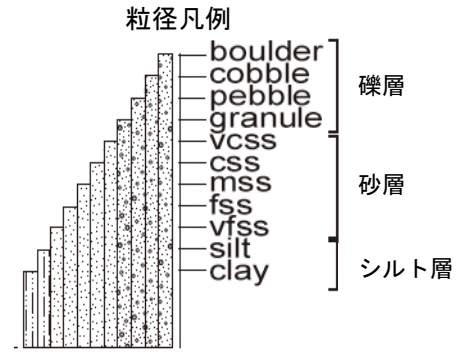
## 柱状図



- イベント堆積物Eok②層は、有機質シルト層に挟在する砂層である。
- コア観察による粒径の違いと級化構造が認められること、CT画像では密度差が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。



珪藻化石分析  
 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの  
 [1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数







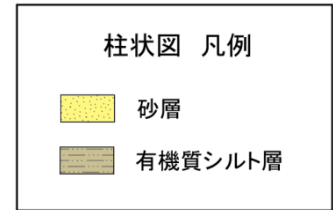
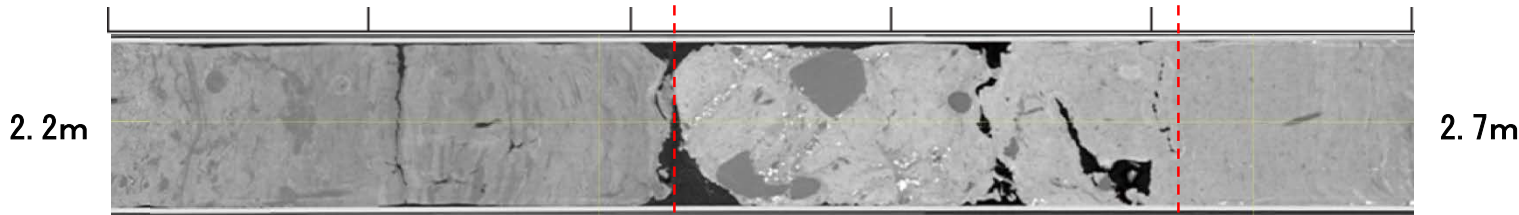
現地調査〔奥戸地点〕（11 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok②層（4 / 4）： 0K13孔）

## ボーリングコア写真

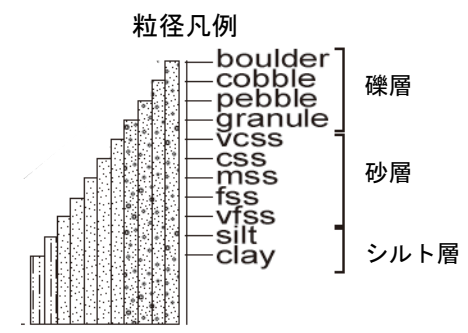
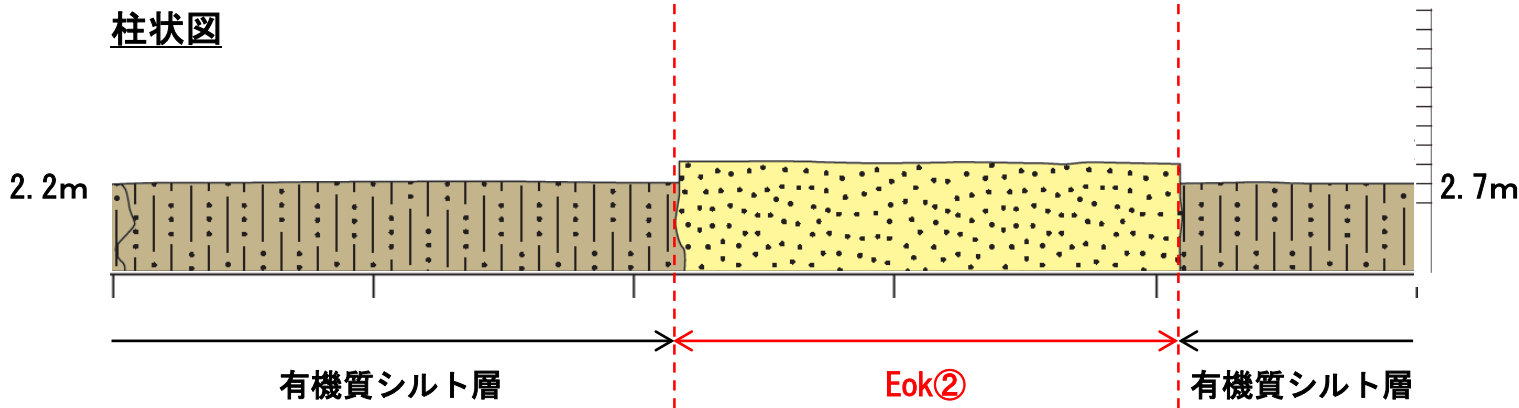


- イベント堆積物Eok②は、有機質シルト層に挟在する砂層である。
- コア観察により粒径の違いと色調の違いが認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は不明瞭である。

## X線CTスキャン画像



## 柱状図



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（19 / 40）

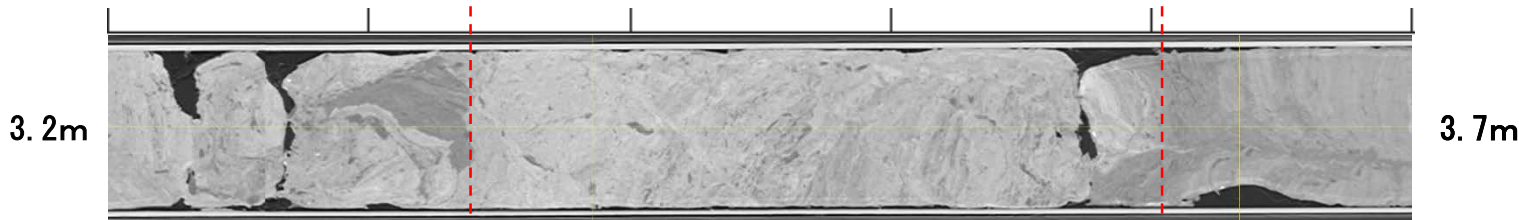


現地調査〔奥戸地点〕（12 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok③層（1 / 2）： 0K10孔）

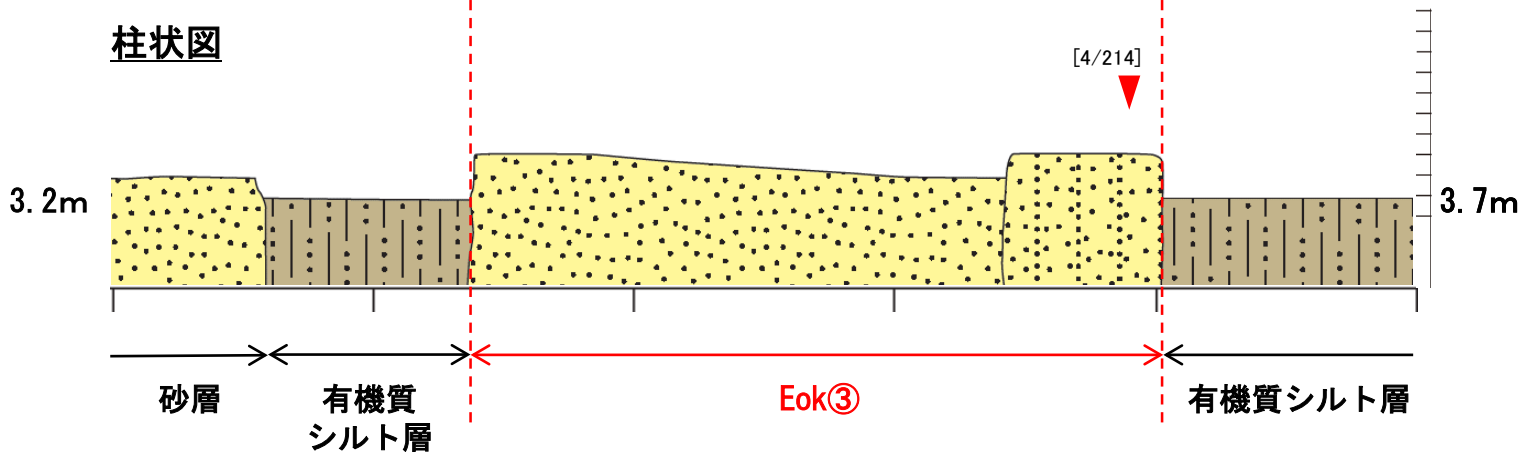
ボーリングコア写真



X線CTスキャン画像



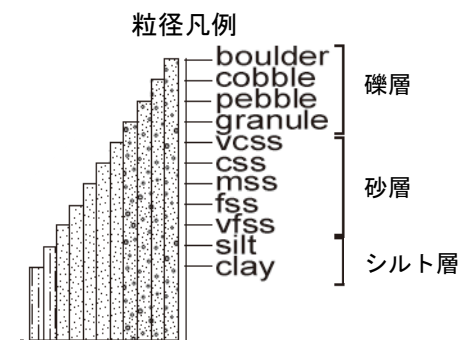
柱状図



- イベント堆積物Eok③層は、有機質シルト層に挟在する砂層である。
- コア観察では粒径の違いと級化構造が、CT画像では密度差や葉理が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。



珪藻化石分析  
 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの  
 [1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数



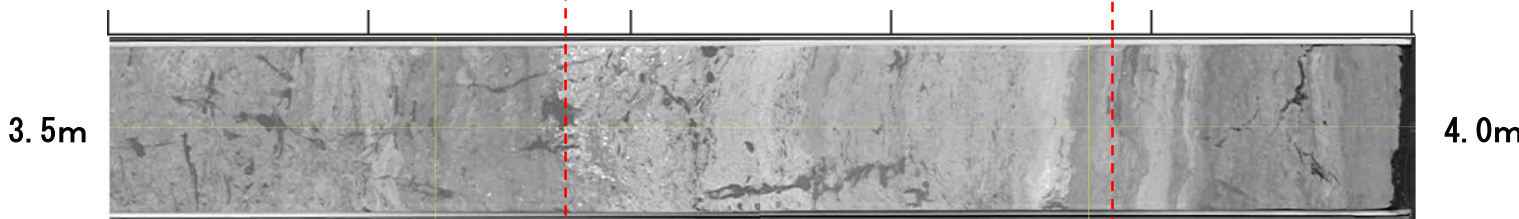


現地調査〔奥戸地点〕（13 / 14）： イベント堆積物の観察・分析（Eok③層（2 / 2）： 0K13孔）

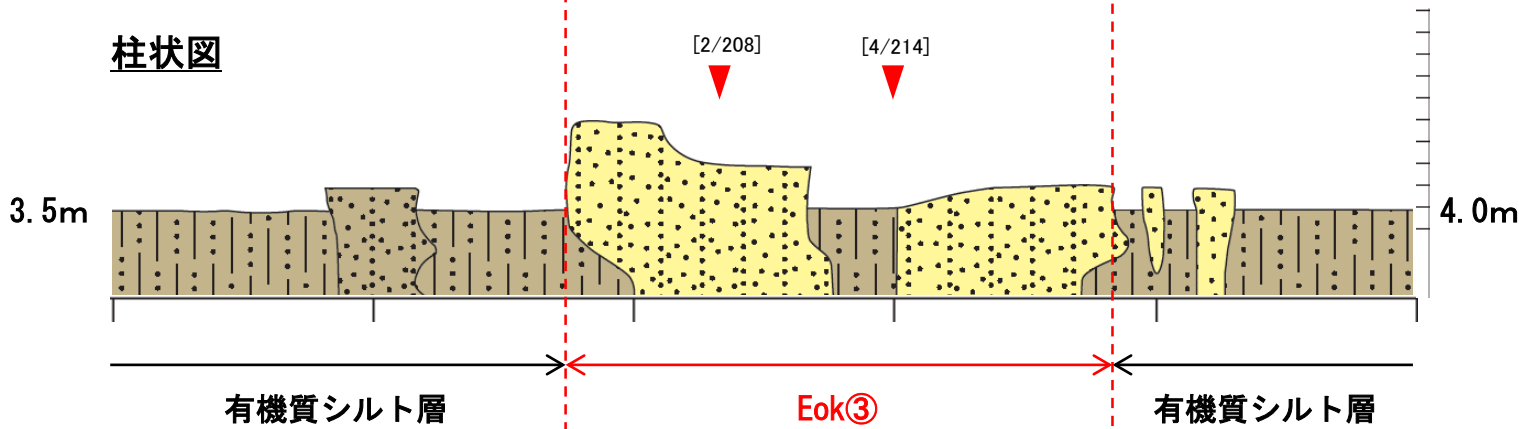
## ボーリングコア写真



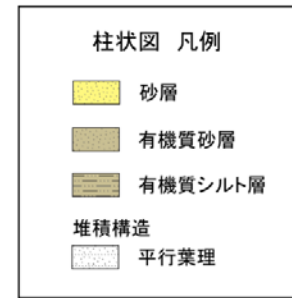
## X線CTスキャン画像



## 柱状図



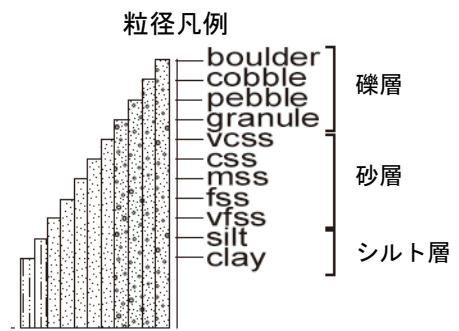
- イベント堆積物Eok③層は、有機質シルト層に挟在する砂層である。
- コア観察では粒径の違いが、CT画像では密度差が認められるため、イベント堆積物と判断した。
- 下面境界は明瞭である。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。



珪藻化石分析

◀ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの

[1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数







# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（21 / 40）

## 現地調査〔奥戸地点〕（14 / 14）： イベント堆積物の評価

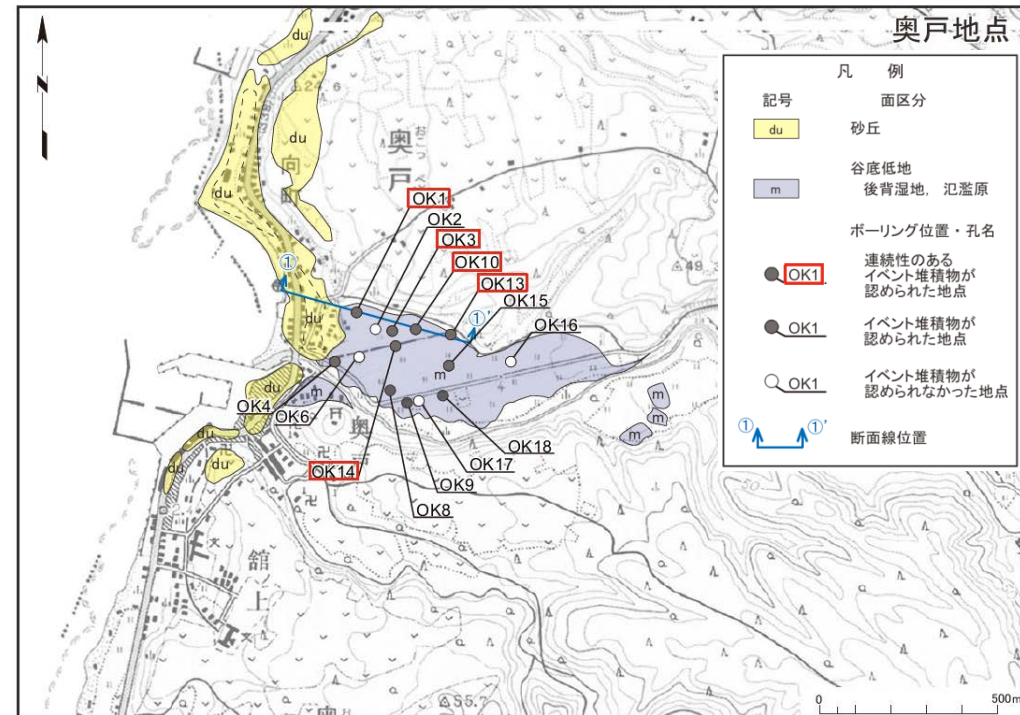
### イベント堆積物の観察・分析結果及び評価

- イベント堆積物Eok①層は、下面境界が明瞭であり、級化構造や偽礫等が認められるものの、現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まず、内陸に向かって層厚が厚くなり、粒度が大きくなる傾向が認められることから、津波堆積物の特徴を有していないと評価する。
- イベント堆積物Eok②層は、下面境界が不明瞭であり、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。Eok②層は、海岸付近の湿地堆積物中またはラグーン堆積物中に分布しないことから、津波堆積物の特徴を有していないと評価する。
- イベント堆積物Eok③層は、下面境界が明瞭であり、級化構造や葉理等が認められ、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。Eok③層は、海岸付近の湿地堆積物中またはラグーン堆積物中に分布しないことから、津波堆積物の特徴を有していないと評価する。



### 津波堆積物の可能性の評価

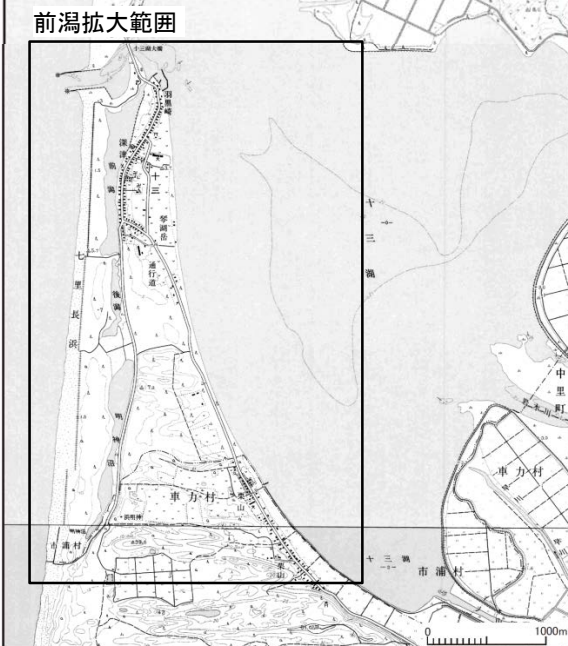
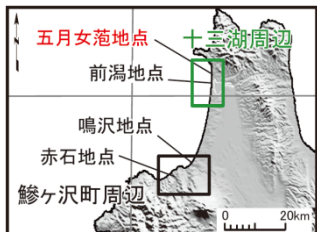
- 奥戸地点のイベント堆積物Eok①層、Eok②層及びEok③層は、いずれも、津波堆積物の可能性が低いと評価する。
- なお、イベント堆積物Eok①層、Eok②層及びEok③層は、主に内陸側の氾濫原堆積物中に分布することから、河川の洪水等による堆積物と判断される。



奥戸地点の調査位置図



## 現地調査〔五月女范地点〕（1 / 5）：ボーリング調査

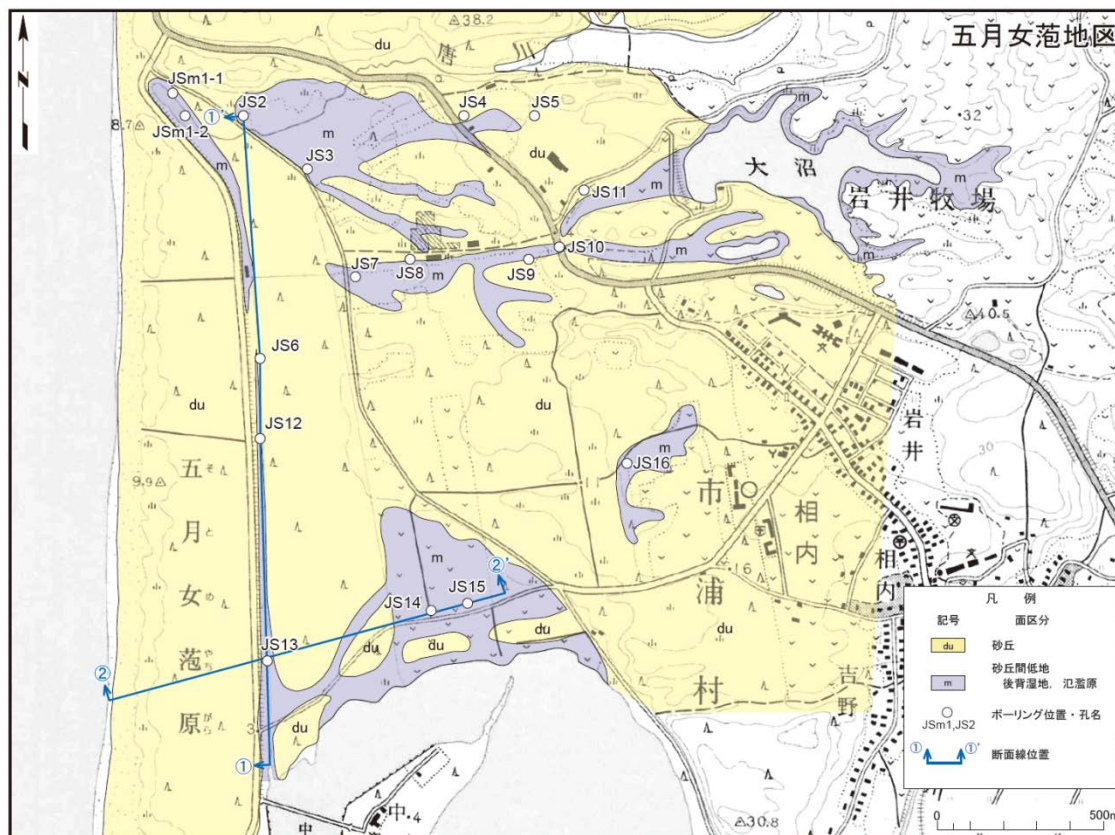


### ■地点選定理由

- 砂丘により閉塞された砂丘間低地（後背湿地，氾濫原）が存在しており，泥炭層や細粒層が分布することが期待され，津波堆積物が残存する可能性があるため，調査地点として選定した。

### ■調査内容

- ボーリング調査17孔（ロータリー式，孔径86mm），ボーリングコア観察，X線CTスキャン，放射性炭素年代測定，珪藻化石分析等



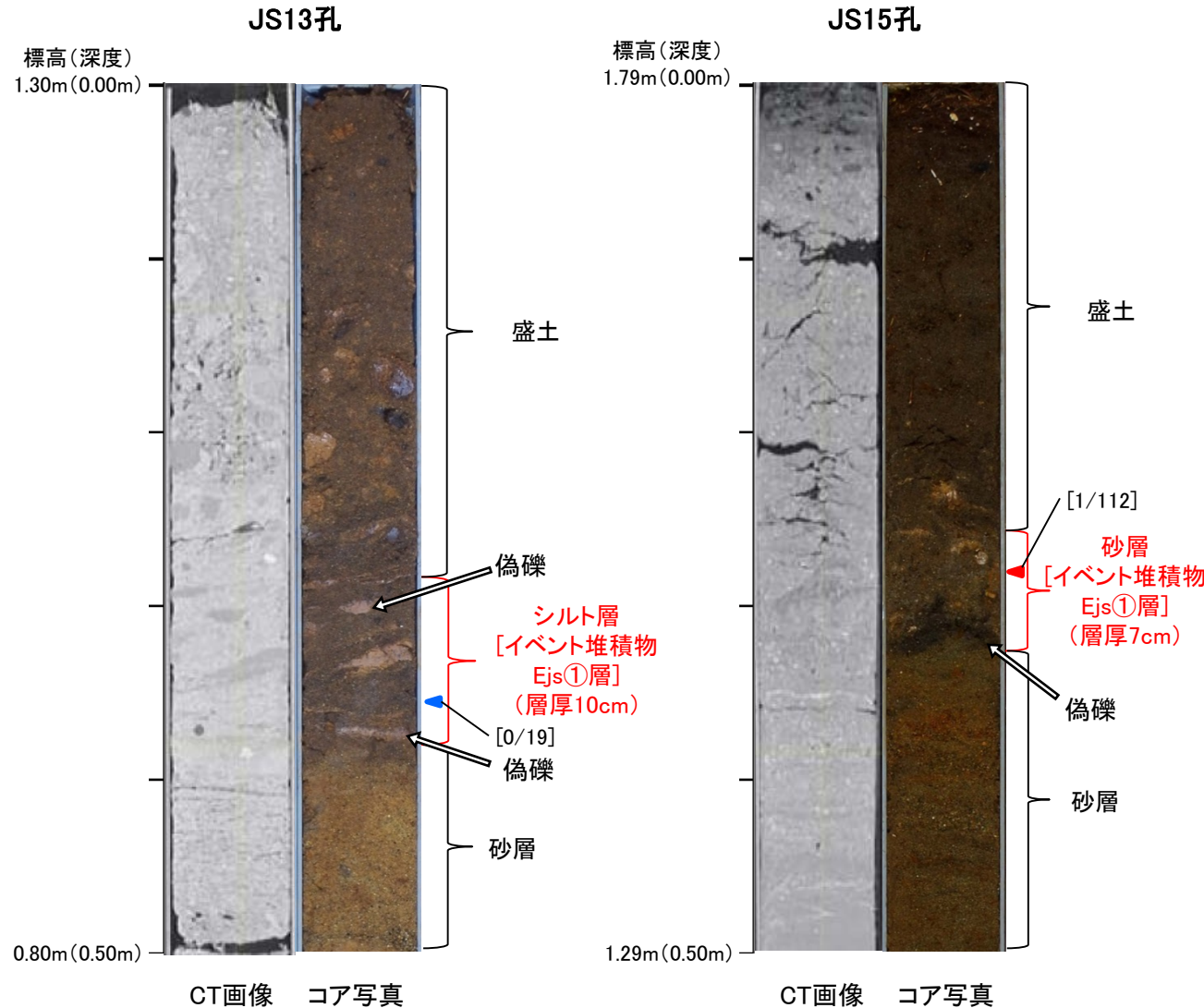
五月女范地点の調査位置図





# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（23 / 40）

## 現地調査〔五月女菟地点〕（2 / 5）： イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）



- ボーリングコア観察の結果, 全17孔のうち11孔でイベント堆積物が認められた。このうち, 主なイベント堆積物の特徴は以下のとおり。
- JS13孔のイベント堆積物Ejs①層は, 砂層を覆うシルト層であり, 下面境界が明瞭である。粘土質～シルト質の偽礫が多く認められ, 一部に葉理を伴う。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。
- JS15孔のイベント堆積物Ejs①層は, 砂層を覆う砂層であり, 下面境界が明瞭である。有機質の偽礫が認められ, 微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。

凡 例

珪藻化石分析

- ◀ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
- ▶ 現世の海水～汽水生種を含まないもの

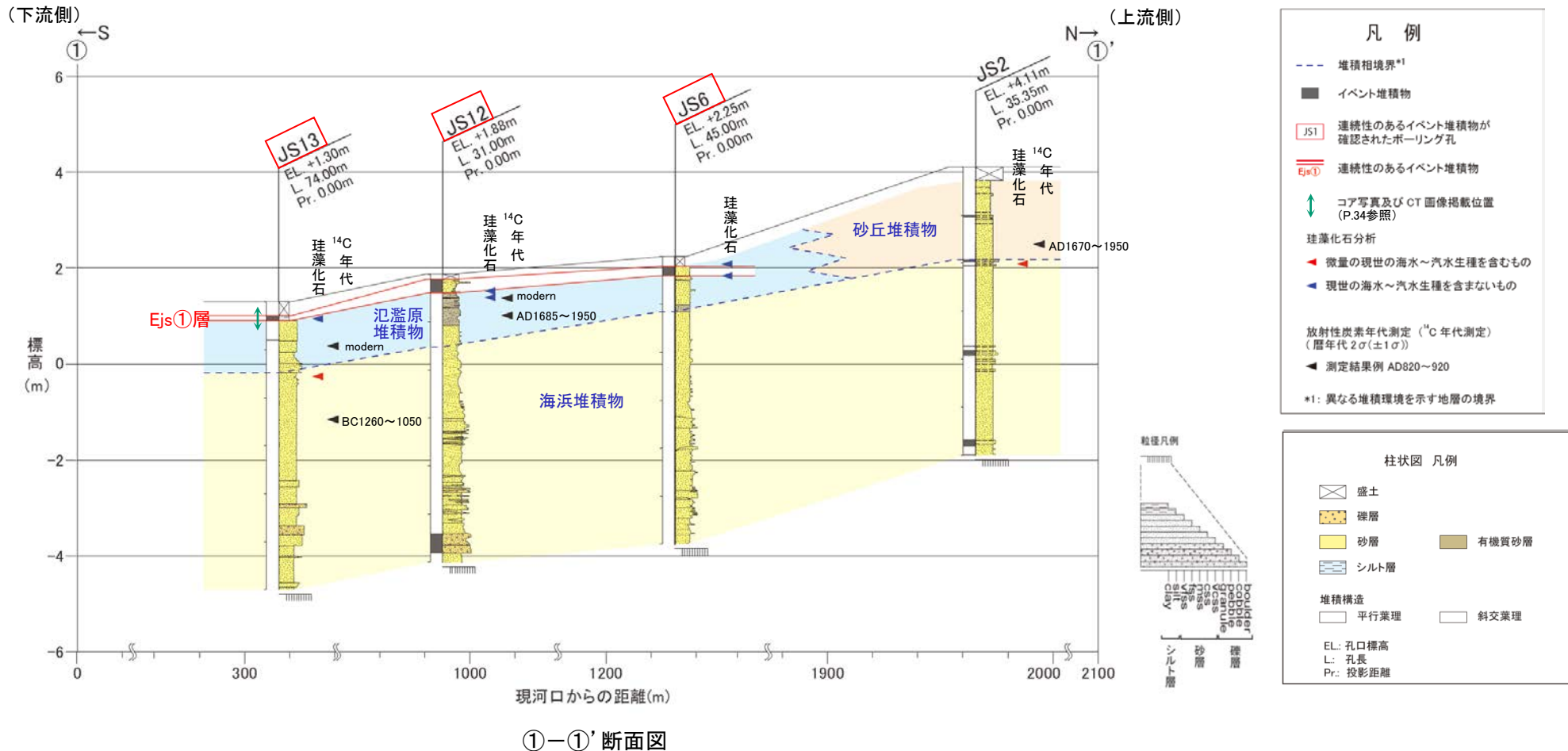
[1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（24 / 40）

## 現地調査〔五月女范地点〕（3 / 5）： イベント堆積物の観察・分析（分布）（1 / 2）

- ボーリングコア観察の結果、汀線方向の①-①'断面では、同層準で連続性のあるイベント堆積物が3孔の1層準(Ejs①層)で認められた。
- イベント堆積物Ejs①層は、汀線方向の河川に沿って(南北方向)に連続するが、Ejs①層の上位は人工改変を受けているため、上流側に向かう層厚や粒度の変化は不明である。
- イベント堆積物Ejs①層の最も高い分布標高は約2.0m(JS6孔)である。

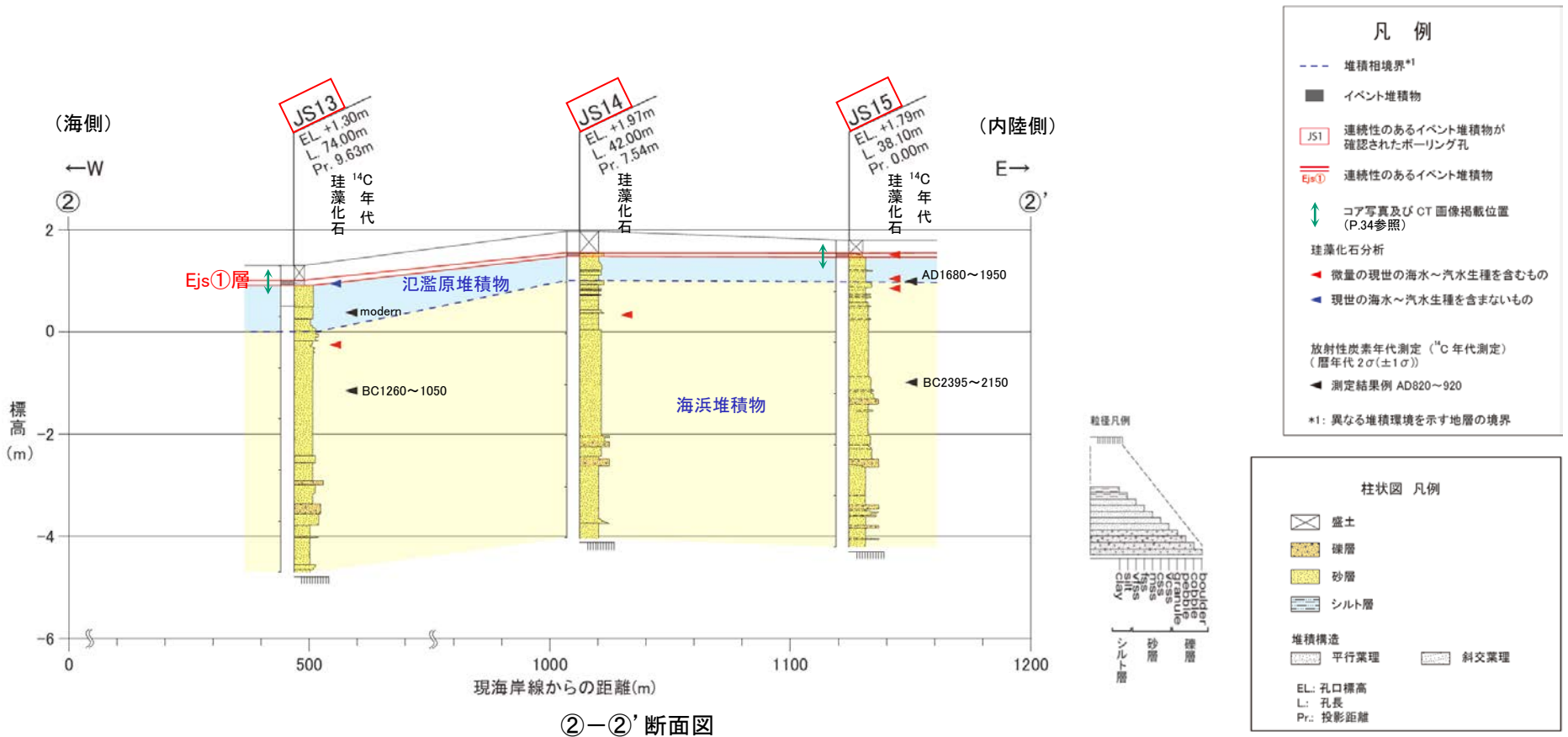




# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（25 / 40）

## 現地調査〔五月女范地点〕（4 / 5）： イベント堆積物の観察・分析（分布）（2 / 2）

- ボーリングコア観察の結果、汀線にほぼ直交する②-②'断面では、同層準で連続性のあるイベント堆積物が3孔の1層準(Ejs①層)で認められた。
- イベント堆積物Ejs①層は、内陸方向（東西方向）に連続するが、Ejs①層の上位は人工改変を受けているため、内陸に向かう層厚や粒度の変化は不明である。





# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（26 / 40）

## 現地調査〔五月女范地点〕（5 / 5）： イベント堆積物の評価

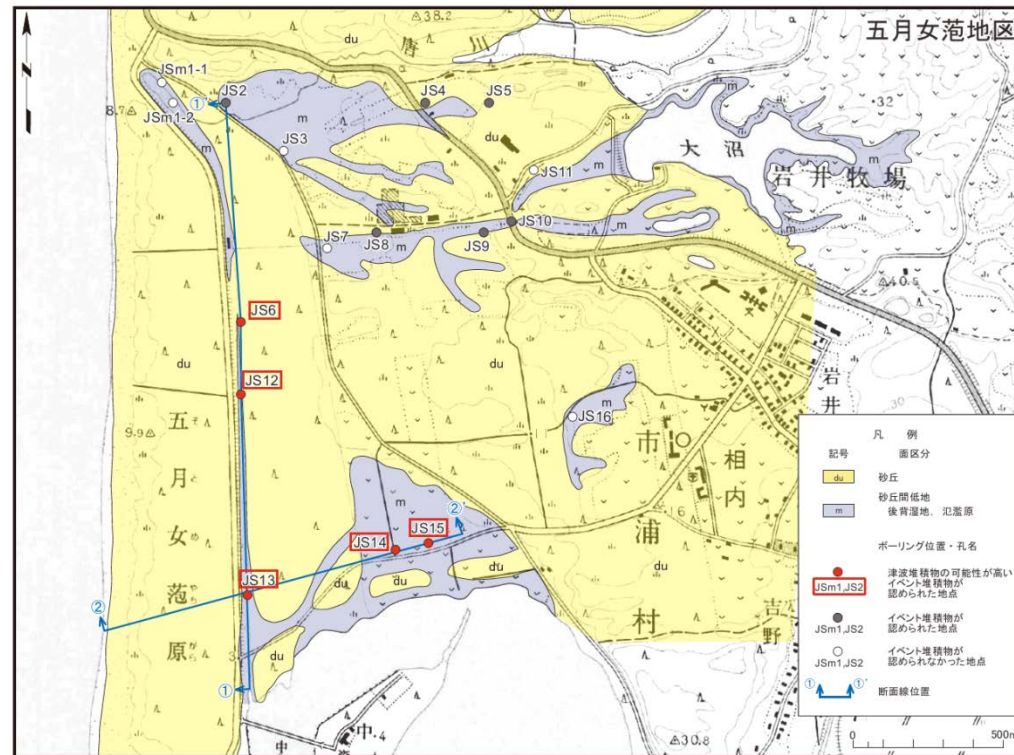
### イベント堆積物の観察・分析結果及び評価

- イベント堆積物Ejs①層は、下面境界が明瞭であり、偽礫や葉理が認められ、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含み、汀線方向及び内陸方向に連続することから、津波堆積物の特徴を有していると評価する。



### 津波堆積物の可能性の評価

- 五月女范地点のイベント堆積物Ejs①層は、津波堆積物の可能性が高いと評価する。
- イベント堆積物Ejs①層の最も高い分布標高は約2.0m(JS6孔)であり、最高標高を約2mと評価する。



五月女范地点の調査位置図





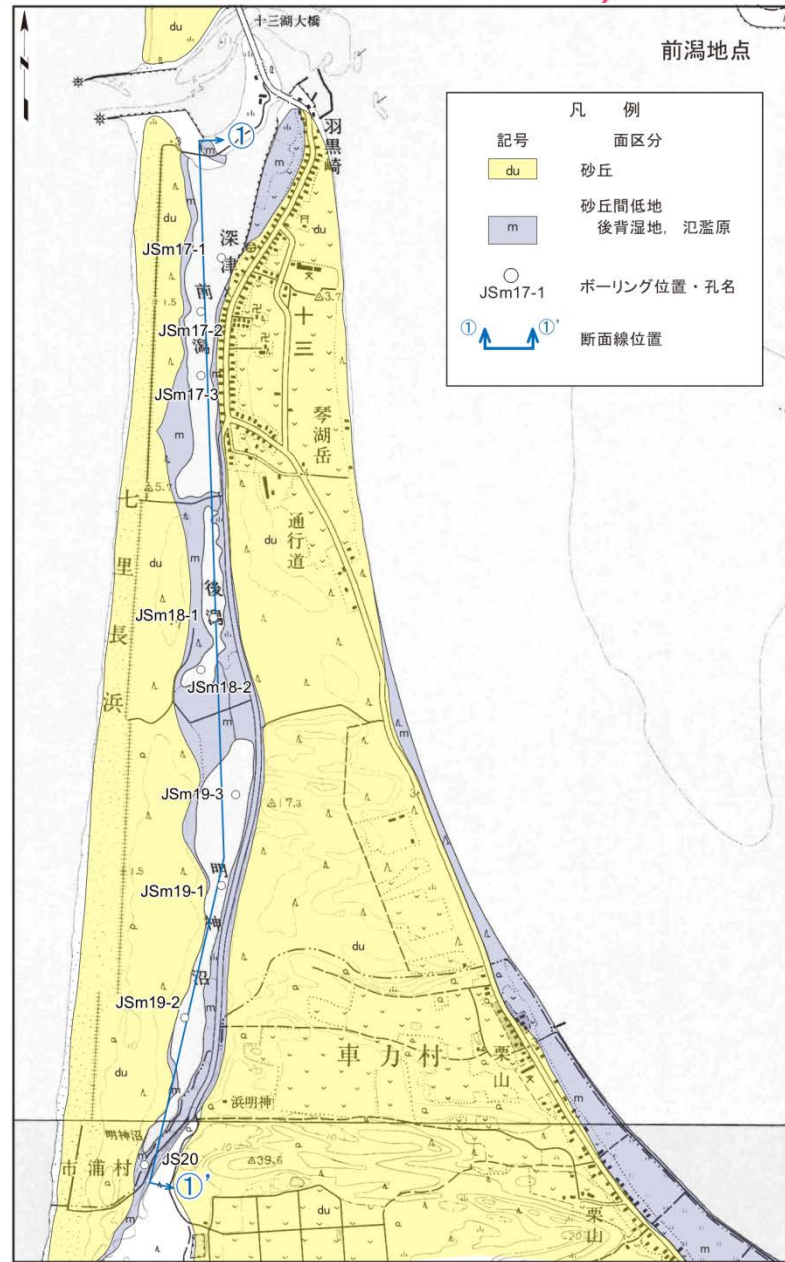
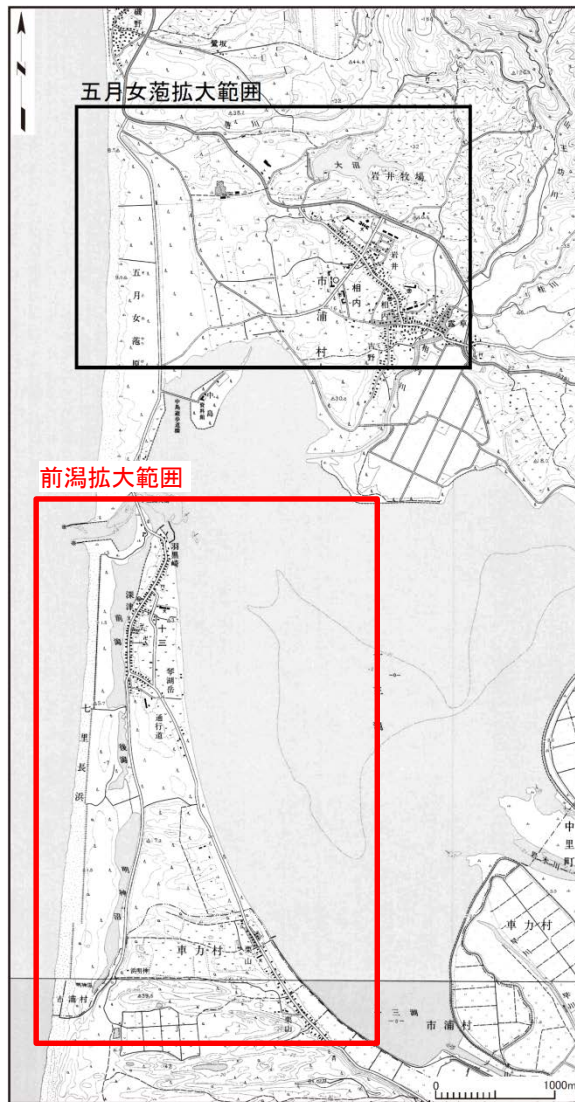
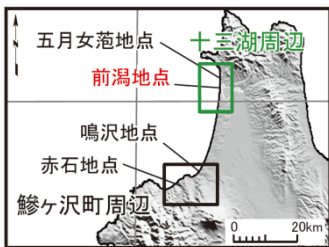
## 現地調査〔前潟地点〕（1 / 5）：ボーリング調査

### ■地点選定理由

- 砂丘により閉塞された砂丘間低地（後背湿地、氾濫原）が存在しており、泥炭層や細粒層が分布することが期待され、津波堆積物が残存する可能性があるため、調査地点として選定した。

### ■調査内容

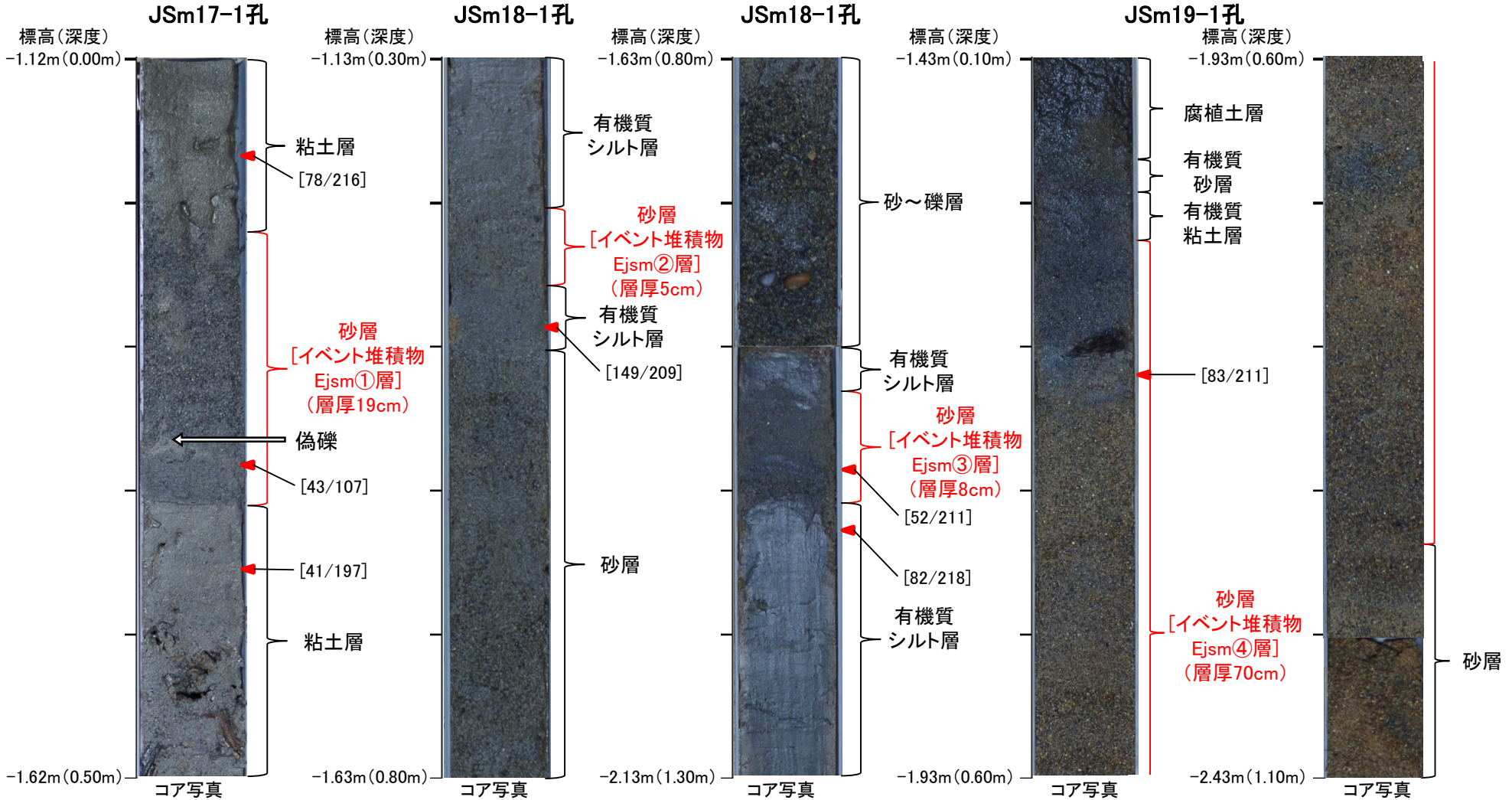
- ボーリング調査9孔（ロータリー式、孔径86mm）、ボーリングコア観察、X線CTスキャン、放射性炭素年代測定、珪藻化石分析等



前潟地点の調査位置図



## 現地調査〔前潟地点〕（2 / 5）：イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）（1 / 2）



- ボーリングコア観察の結果、全9孔のうち8孔でイベント堆積物が認められた。このうち、主なイベント堆積物の特徴は以下のとおり。
- JSm17-1孔のイベント堆積物Ejsm①層は、粘土層に挟在する砂層である。下面境界が明瞭であり、シルト質の偽礫や級化構造が認められる。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。
- JSm18-1孔のイベント堆積物Ejsm②層は、有機質シルト層に挟在する砂層であり、下面境界が明瞭であり、級化構造が認められる。
- JSm18-1孔のイベント堆積物Ejsm③層は、有機質シルト層に挟在する砂層である。下面境界が明瞭であり、級化構造が認められる。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。
- JSm19-1孔のイベント堆積物Ejsm④層は、有機質粘土層及び砂層に挟在する砂層であり、下面境界が不明瞭である。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。

凡例

珪藻化石分析

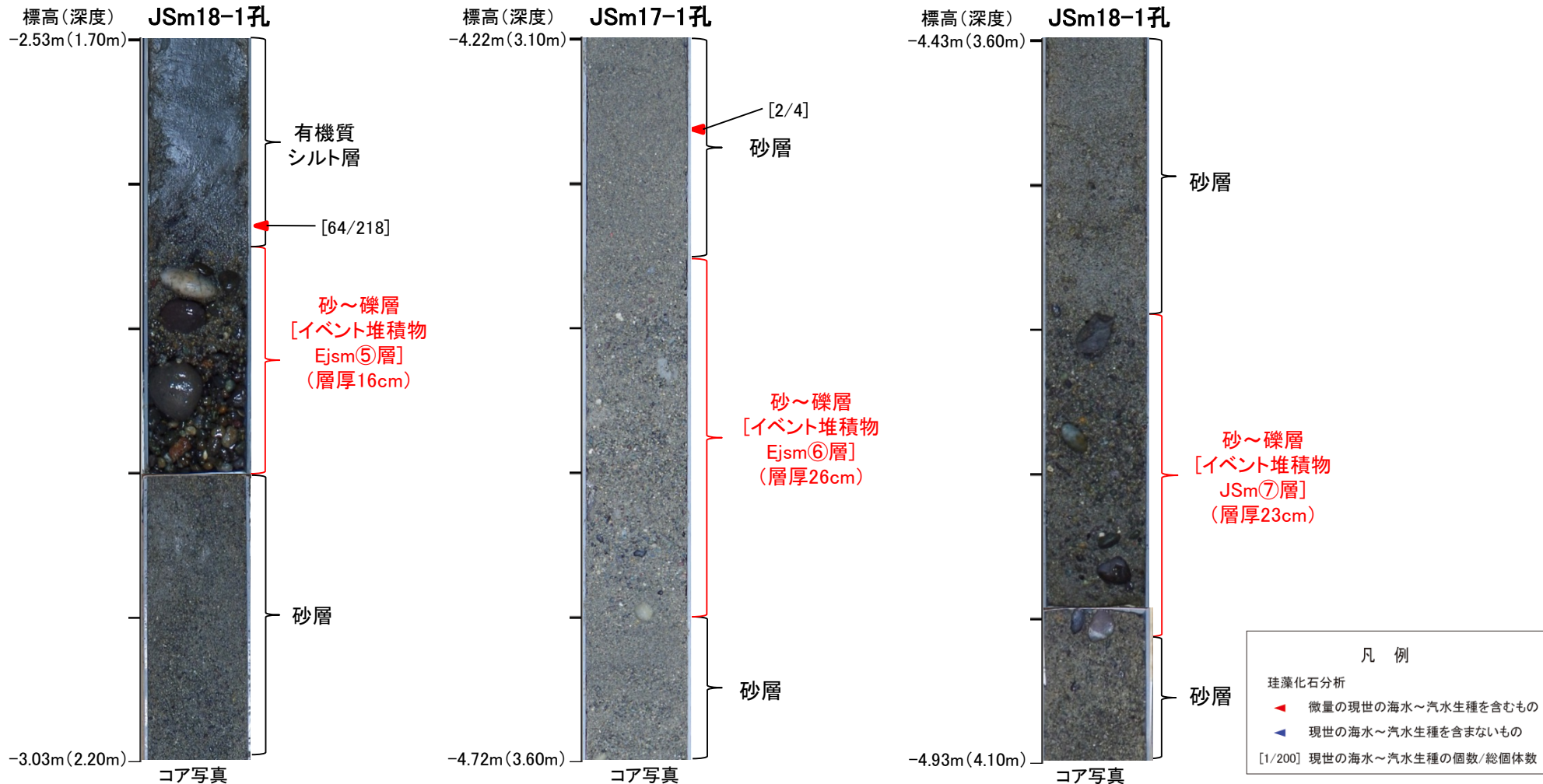
- ◀ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
- ▶ 現世の海水～汽水生種を含まないもの

[1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数





## 現地調査〔前潟地点〕（3 / 5）： イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）（2 / 2）

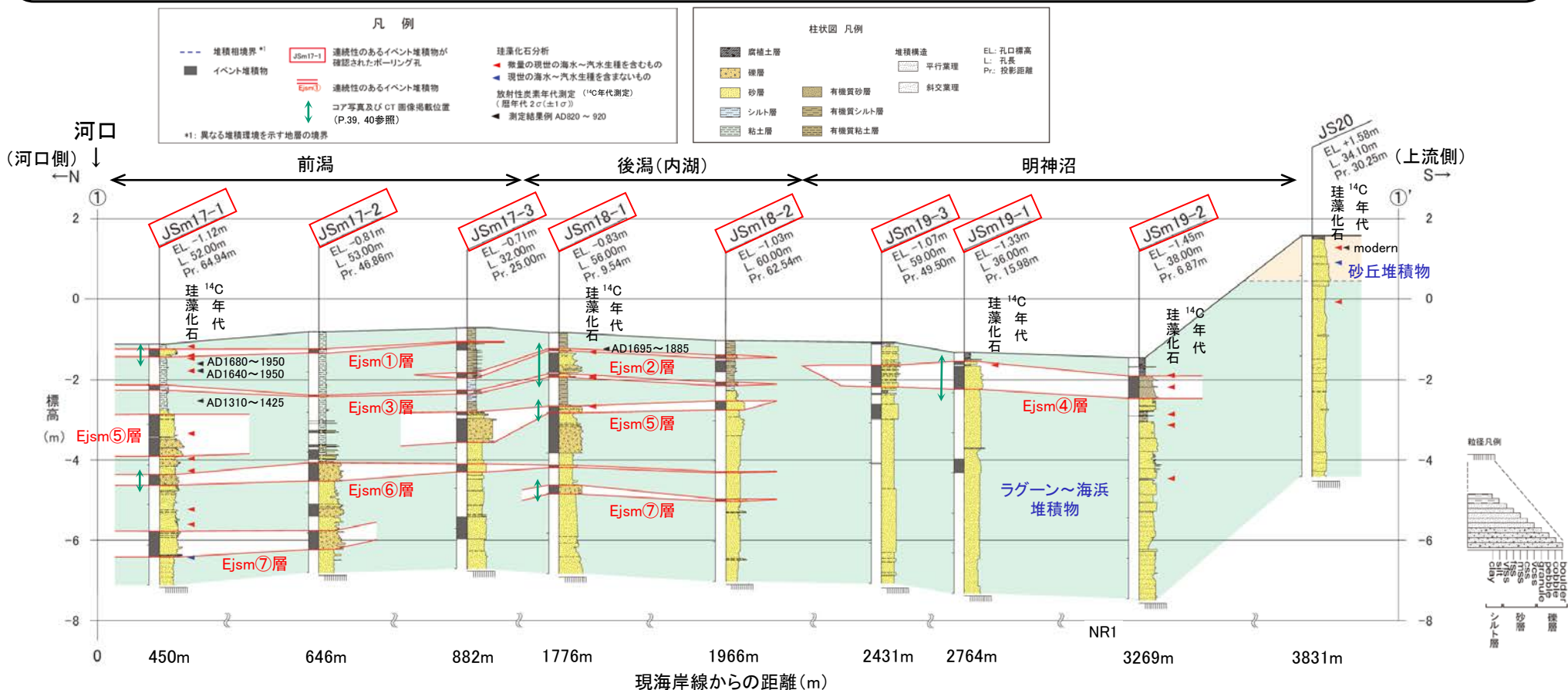


- ボーリングコア観察の結果、全9孔のうち8孔でイベント堆積物が認められた。このうち、主なイベント堆積物の特徴は以下のとおり。
- JSm18-1孔のイベント堆積物Ejism⑤層は、有機質シルト層及び砂層に挟在する砂～礫層であり、下面境界が明瞭である。
- JSm17-1孔のイベント堆積物Ejism⑥層は、砂層に挟在する砂～礫層である。下面境界が明瞭であり、級化構造が認められ、一部に葉理が認められる。
- JSm18-1孔のイベント堆積物Ejism⑦層は、砂層に挟在する砂～礫層である。下面境界が明瞭である。



## 現地調査〔前潟地点〕（4 / 5）：イベント堆積物の観察・分析（分布）

- ボーリングコア観察の結果、同層準で連続性のあるイベント堆積物が7層準(Ejasm①～⑦層)で認められた。このうち分布標高が最も高いものは、Ejasm①層の約-1.1m(Jsm17-3孔)である。
- このうち、5層準のイベント堆積物(Ejasm①層, Ejasm③層, Ejasm⑤層, Ejasm⑥層及びEjasm⑦層)は、上流方向(南方向)へ連続し、上流に向かって層厚が薄くなり、粒度が小さくなる傾向が概ね認められる。
- イベント堆積物Ejasm②層は、河口付近の同層準にイベント堆積物が認められず、連続しない。
- イベント堆積物Ejasm④層は、JSm19-1～3孔の間で厚い砂層として連続して認められるが、河口側のJSm18-2孔の同層準では、層相が大きく異なり、有機質シルト層が卓越し、連続しない。



①-①' 断面図



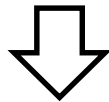


# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（31 / 40）

## 現地調査〔前潟地点〕（5 / 5）：イベント堆積物の評価

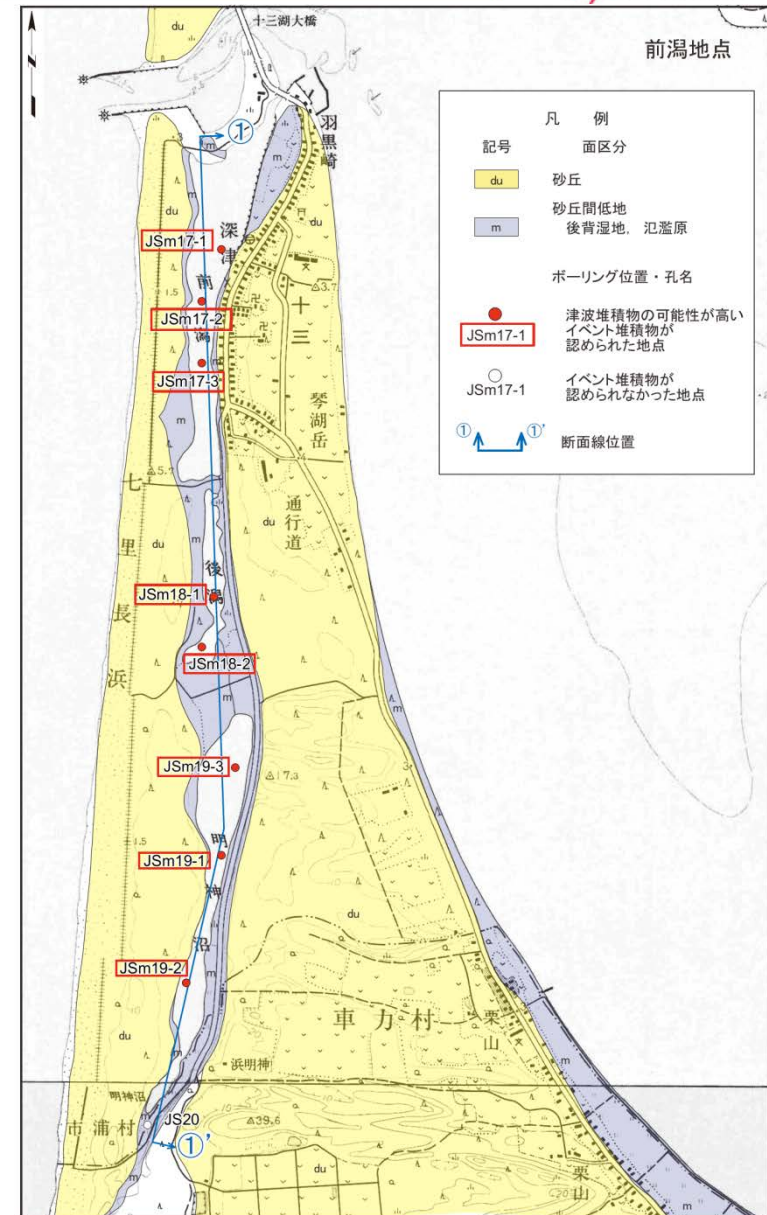
### イベント堆積物の観察・分析結果及び評価

- 連続性を認めた7層準のイベント堆積物のうち、5層準（Ej<sub>sm</sub>①層、Ej<sub>sm</sub>③層、Ej<sub>sm</sub>⑤層、Ej<sub>sm</sub>⑥層及びEj<sub>sm</sub>⑦層）は、下面境界が明瞭であり、上流に向かって層厚が薄くなり、粒度が小さくなる傾向が認められ、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含むことから、津波堆積物の特徴を有していると評価する。
- 残りの2層準のEj<sub>sm</sub>②層及びEj<sub>sm</sub>④層は、下面境界が明瞭であり、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。これらの堆積物は、河口側に連続して分布しないものの、前潟の分布する砂丘間低地は海岸までの距離が約500mと短く、砂丘の高さが5m程度と低いことから、津波が砂丘を越えて堆積した可能性は否定できない。



### 津波堆積物の可能性の評価

- 前潟地点のイベント堆積物Ej<sub>sm</sub>①～⑦層の7層は、いずれも、津波堆積物の可能性が高いと評価する。
- このうち、分布標高が最も高いものは、Ej<sub>sm</sub>①層の約-1.1m（JSm17-3孔）であり、最高標高を約-1mと評価する。
- なお、箕浦（1990）<sup>(1)</sup>でも本調査範囲内で津波堆積物が認められている。



前潟地点の調査位置図



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（32 / 40）

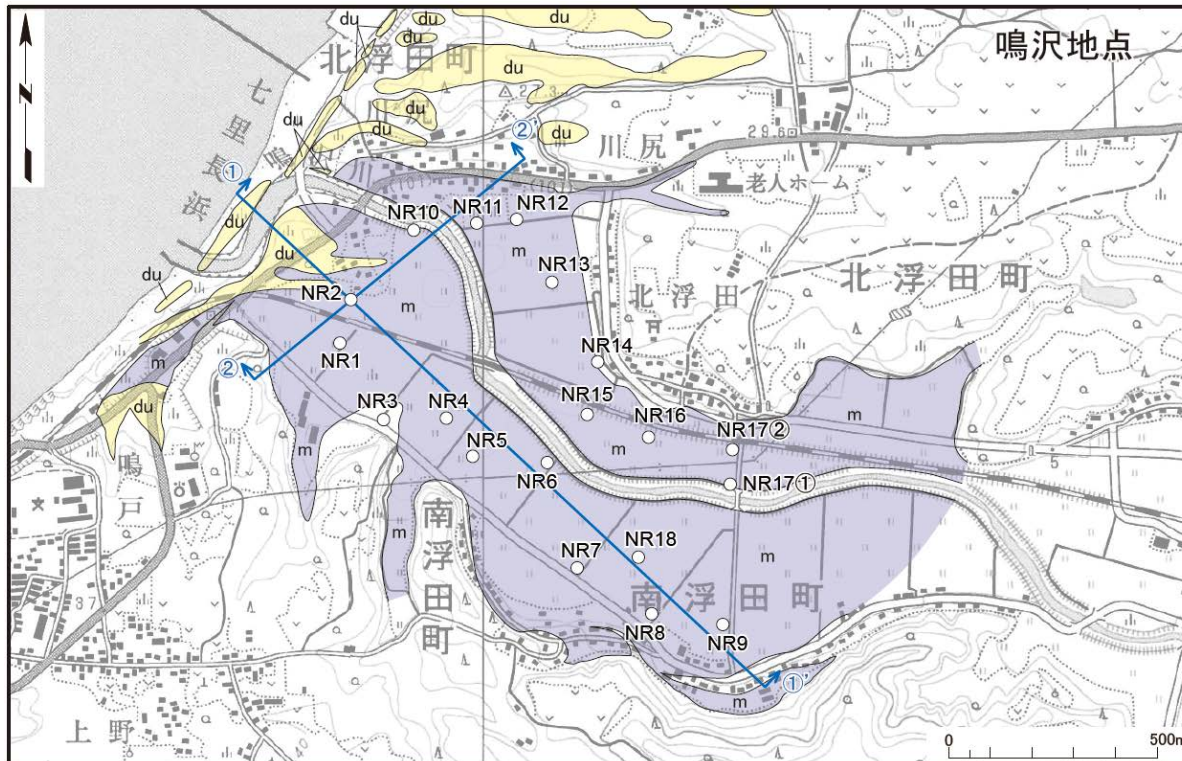
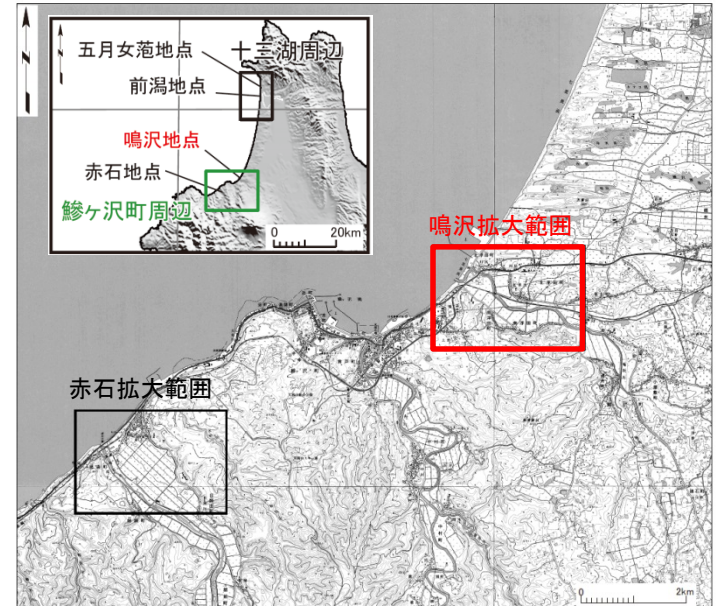
## 現地調査〔鳴沢地点〕（1 / 5）：ボーリング調査

### ■ 地点選定理由

- ・砂丘により閉塞された谷底低地（後背湿地，氾濫原）が存在しており，泥炭層や細粒層が分布することが期待され，津波堆積物が残存する可能性があるため，調査地点として選定した。

### ■ 調査内容

- ・ボーリング調査19孔（ロータリー式，孔径86mm），ボーリングコア観察，X線CTスキャン，放射性炭素年代測定，珪藻化石分析等



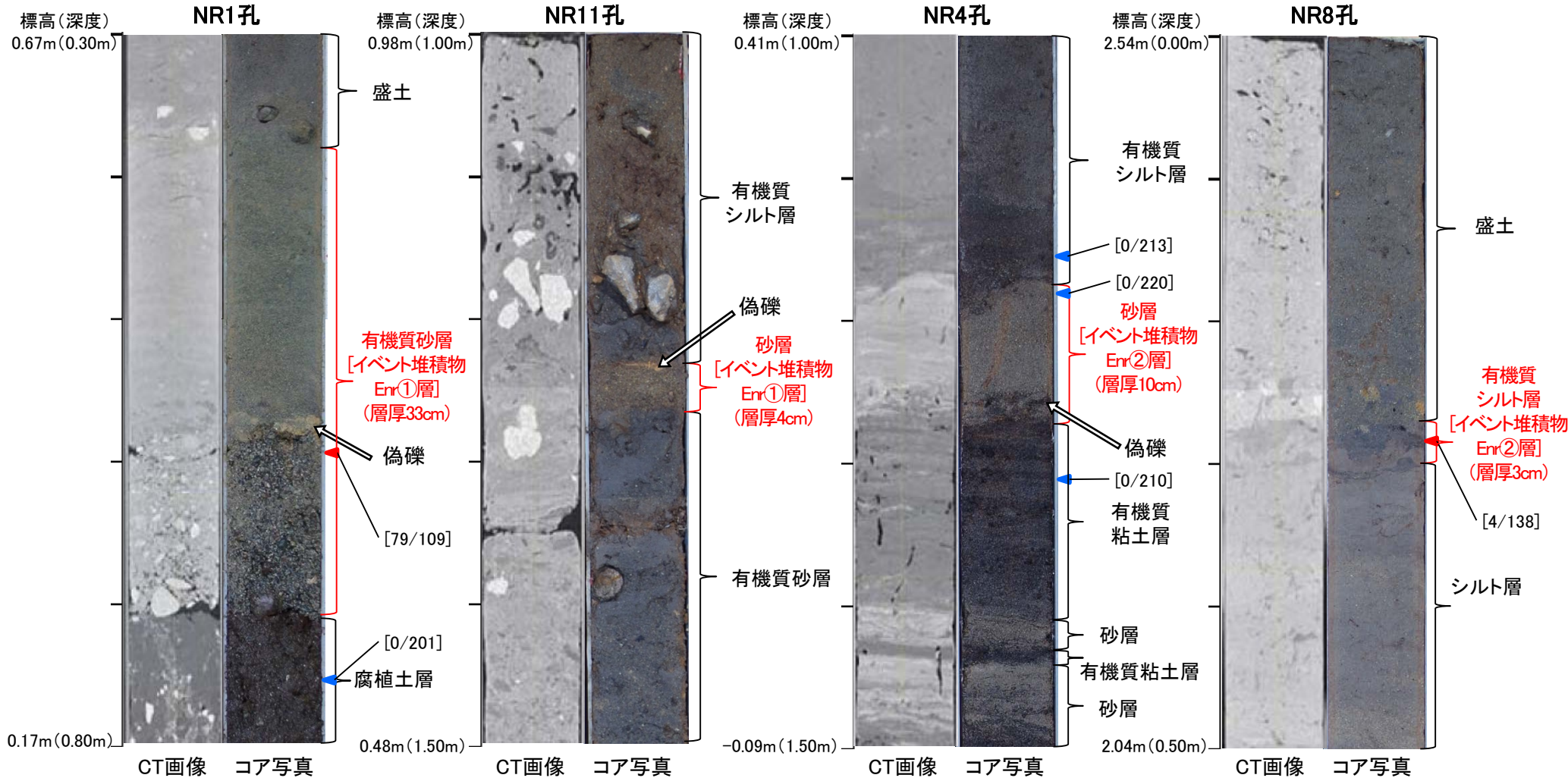
凡 例	
記号	面区分
du	砂丘
m	谷底低地 後背湿地，氾濫原
○	ボーリング位置・孔名
① ①'	断面線位置

鳴沢地点の調査位置図





## 現地調査〔鳴沢地点〕（2 / 5）：イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）



- コア観察の結果、全19孔のうち12孔でイベント堆積物が認められた。このうち、主なイベント堆積物の特徴は以下のとおり。
- NR1孔のイベント堆積物Enr①は、腐植土層を覆う有機質砂層である。下面境界が明瞭であり、シルト質の偽礫及び級化構造が認められる。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。
- NR11孔のイベント堆積物Enr①は、有機質シルト層及び有機質砂層に挟在する砂層である。下面境界が明瞭であり、シルト質の偽礫が認められる。
- NR4孔のイベント堆積物Enr②は、有機質シルト層及び有機質粘土層に挟在する砂層である。下面境界が明瞭であり、有機質の偽礫が認められる。
- NR8孔のイベント堆積物Enr②は、シルト層を覆う有機質シルト層である。下面境界が明瞭であり、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。

### 凡例

#### 珪藻化石分析

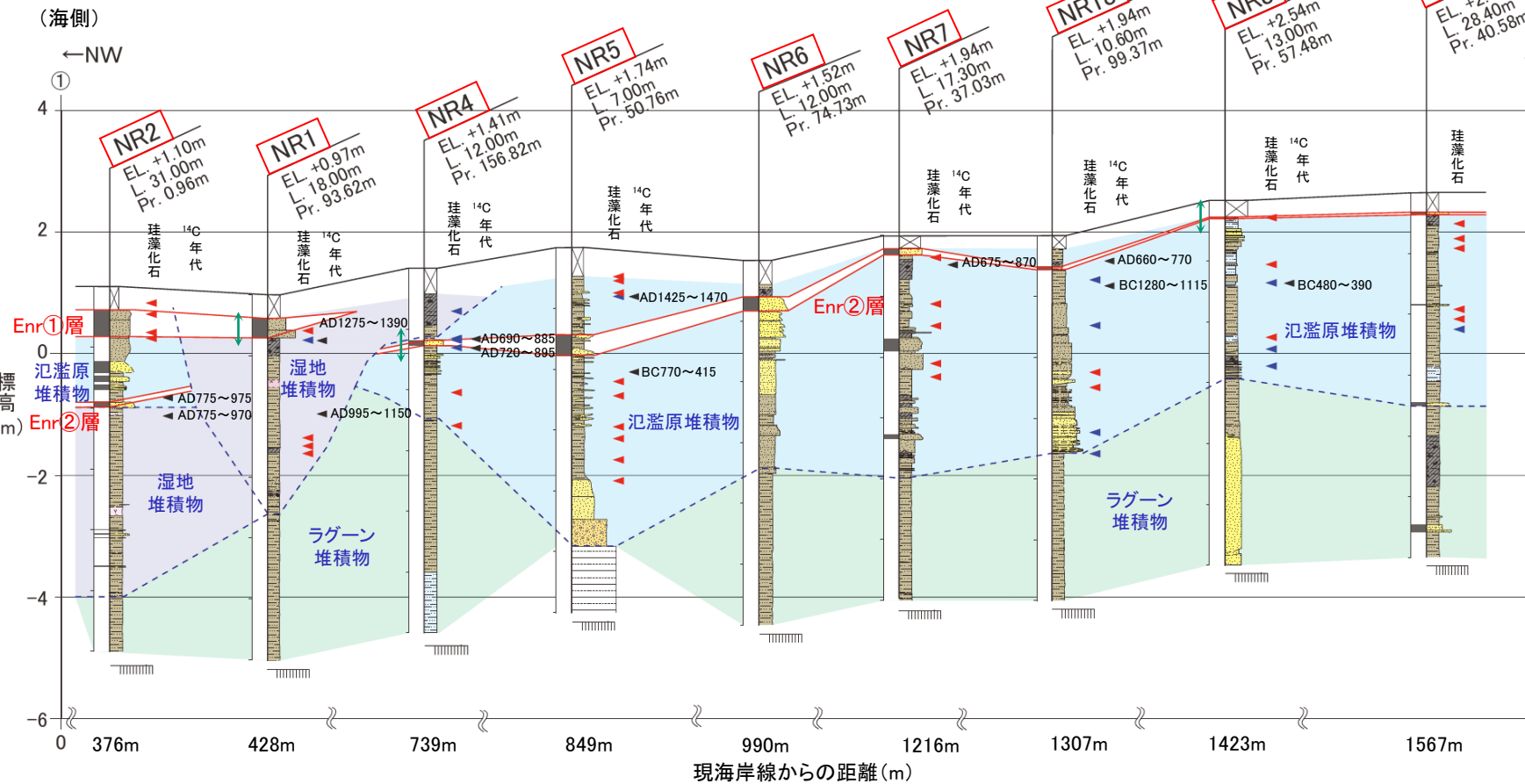
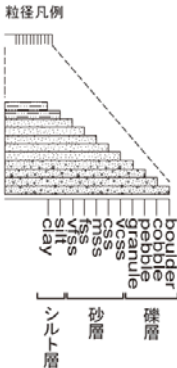
- ◀ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
  - ▶ 現世の海水～汽水生種を含まないもの
- [1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数

# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（34 / 40）



## 現地調査〔鳴沢地点〕（3 / 5）： イベント堆積物の観察・分析（分布）（1 / 2）

- ボーリングコア観察の結果、汀線にほぼ直交する①-①'断面では、同層準で連続性のあるイベント堆積物が2層準(Enr①層及びEnr②層)で認められた。このうち分布標高が最も高いものは、Enr②層の約2.3m(NR9孔)である。
- イベント堆積物Enr①層及びEnr②層は、内陸方向(南東方向)に連続し、概ね、内陸に向かって層厚が薄くなり、粒度が小さくなる傾向が認められる。



### 凡例

- 堆積相境界 \*1
- イベント堆積物
- NR1 連続性のあるイベント堆積物が確認されたボーリング孔
- Enr② 連続性のあるイベント堆積物
- ↑ コア写真及びCT画像掲載位置 (P.44参照)
- 珪藻化石分析
  - ▲ 微量の現世の海水～汽水種を含むもの
  - ▲ 現世の海水～汽水種を含まないもの
- 放射性炭素年代測定 (14C年代測定) (暦年代2σ(±1σ))
- ▲ 測定結果例 AD820～920

\*1: 異なる堆積環境を示す地層の境界

### 柱状図 凡例

- 盛土
- 火山灰層
- 腐植土層
- 礫層
- 砂層
- シルト層
- 粘土層
- シルト岩
- 有機質砂層
- 有機質シルト層
- 有機質粘土層

### 堆積構造

- 平行葉理
- 斜交葉理

EL: 孔口標高  
L: 孔長  
Pr: 投影距離

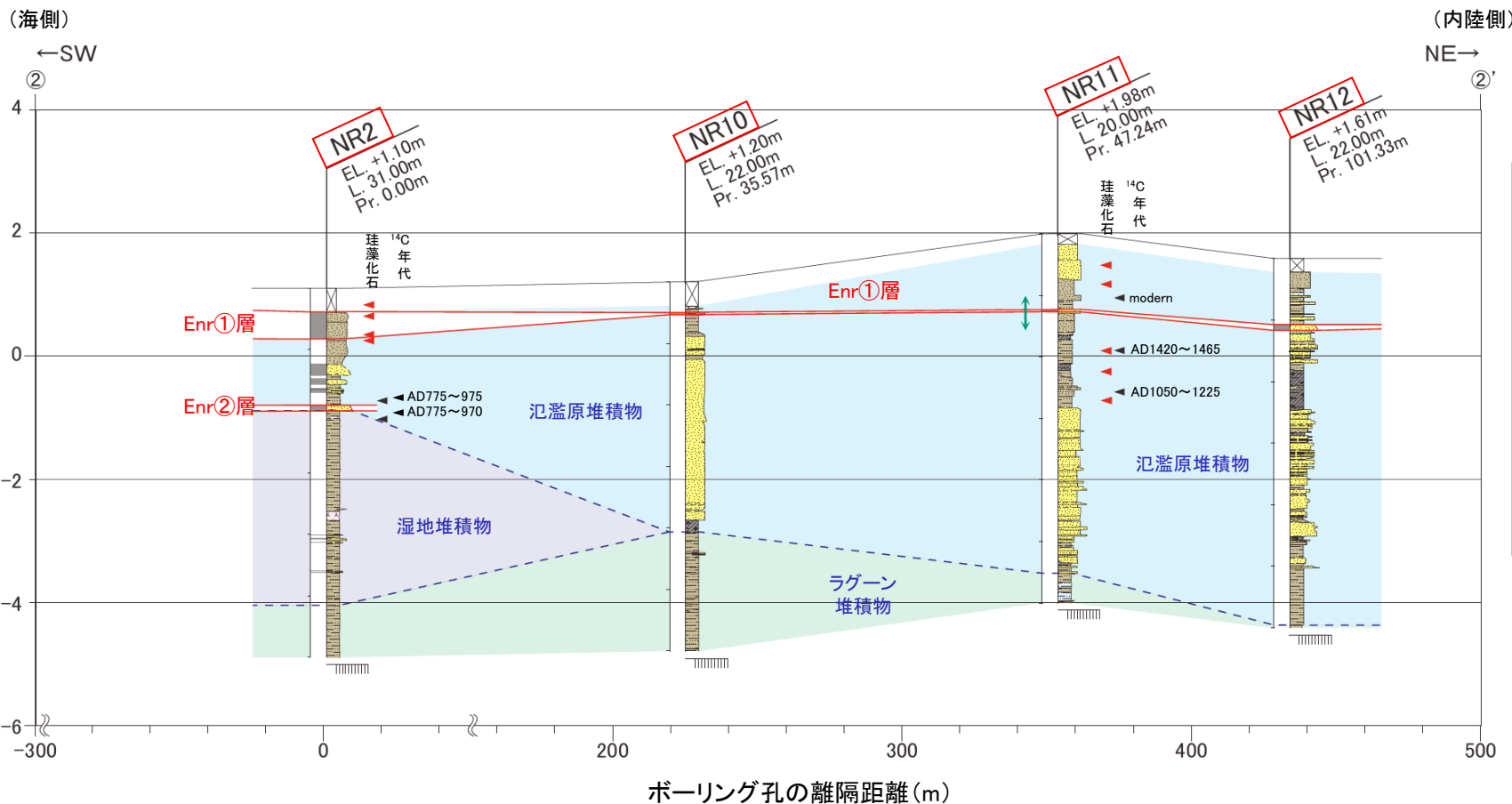
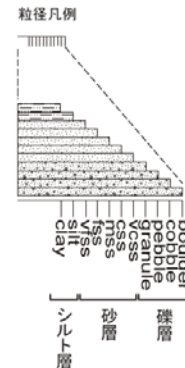
①-①' 断面図





## 現地調査〔鳴沢地点〕（4 / 5）： イベント堆積物の観察・分析（分布）（2 / 2）

- ボーリングコア観察の結果、汀線に斜交する②-②'断面では、同層準で連続性のあるイベント堆積物が2層準(Enr①層及びEnr②層)で認められた。
- イベント堆積物Enr①層は、内陸方向(東方向)に連続し、概ね、内陸に向かって層厚が薄くなり、粒度が小さくなる傾向が認められる。
- イベント堆積物Enr②層は、①-①'断面で連続して認められるが、NR2孔から北東側のNR10孔の同層準では、層相が大きく異なり、厚い砂層が分布し、連続しない。



### 凡例

- 堆積相境界 \*1
- イベント堆積物
- NR1 連続性のあるイベント堆積物が確認されたボーリング孔
- Enr① 連続性のあるイベント堆積物
- ↑ ↓ コア写真及びCT画像掲載位置 (P.44参照)
- 建洋化石分析
  - ▲ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
  - ▲ 現世の海水～汽水生種を含まないもの
- 放射性炭素年代測定 (14C年代測定) (暦年代 2σ(±1σ))
  - ▲ 測定結果例 AD820 ~ 920

\*1: 異なる堆積環境を示す地層の境界

### 柱状図 凡例

岩相	柱状図 凡例
■	耕作土
■	火山灰層
■	腐植土層
■	礫層
■	砂層
■	シルト層
■	有機質砂層
■	有機質シルト層
■	有機質粘土層

堆積構造

- 平行葉理
- 斜交葉理

EL: 孔口標高  
L: 孔長  
Pr: 投影距離

ボーリング孔の離隔距離 (m)

②-②' 断面図



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（36 / 40）

## 現地調査〔鳴沢地点〕（5 / 5）： イベント堆積物の評価

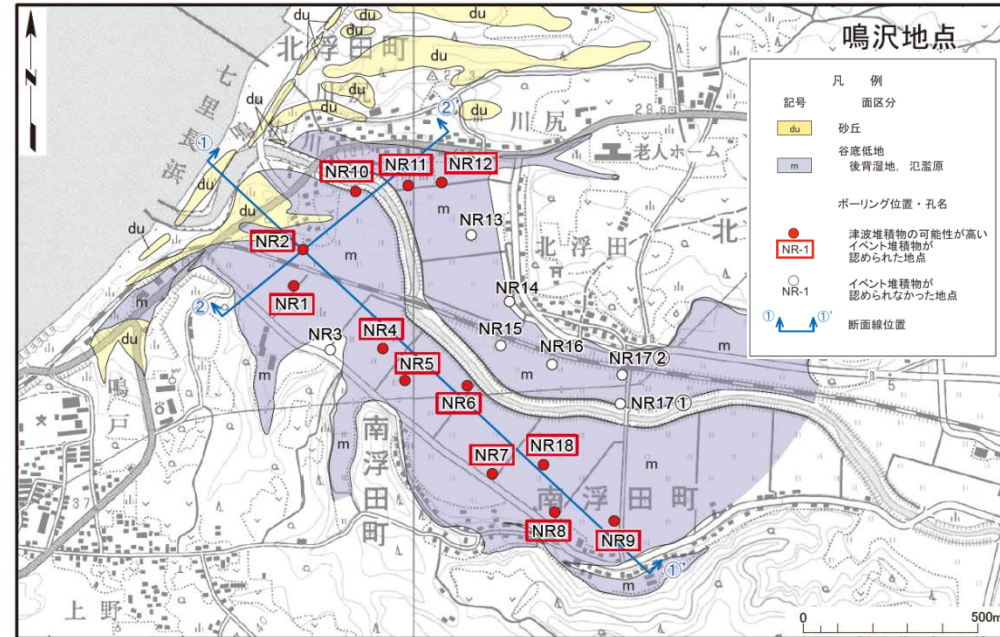
### イベント堆積物の観察・分析結果及び評価

- イベント堆積物Enr①層は、下面境界が明瞭であり、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含み、内陸に向かって層厚が薄くなり、粒度が小さくなる傾向が認められることから、津波堆積物の特徴を有していると評価する。
- イベント堆積物Enr②層は、下面境界が明瞭であり、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含み、内陸に向かって層厚が薄くなり、粒度が小さくなる傾向が認められることから、津波堆積物の特徴を有していると評価する。



### 津波堆積物の可能性の評価

- 鳴沢地点のイベント堆積物Enr①層及びEnr②層は、津波堆積物の可能性が高いと評価する。
- このうち、分布標高が最も高いものは、Enr②層の約2.3m(NR9孔)であり、最高標高を約3mと評価する。
- なお、小岩ほか(2013)<sup>(2)</sup>、熊谷ほか(2017)<sup>(3)</sup>でも本調査範囲内で津波堆積物が認められている。



鳴沢地点の調査位置図

(余白)





# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（37 / 40）

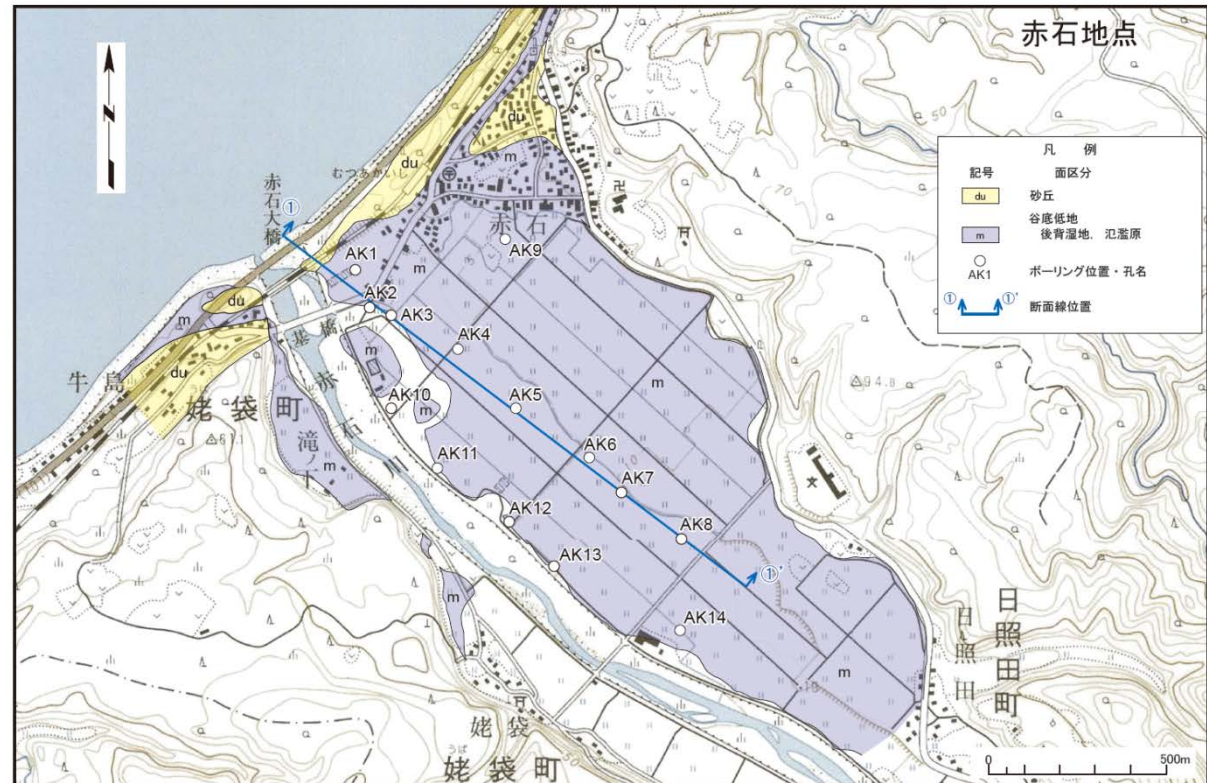
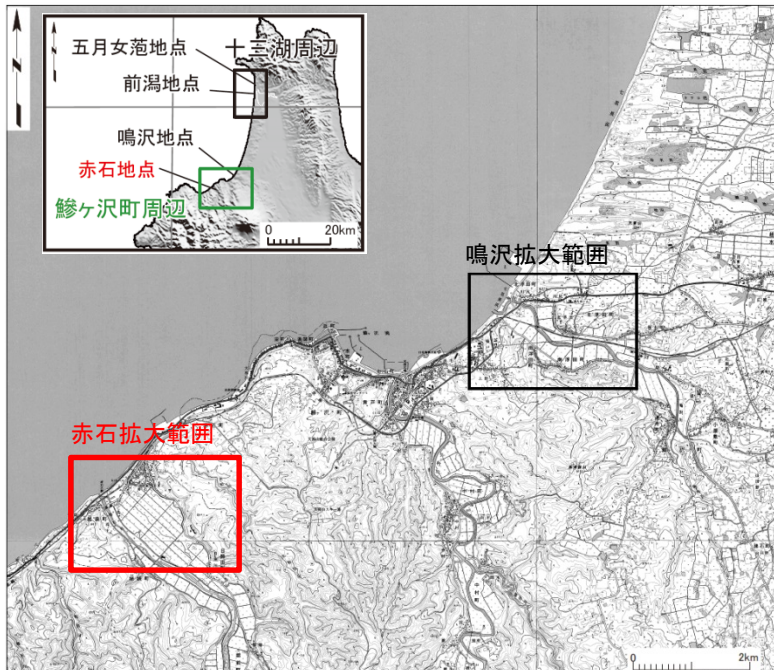
## 現地調査〔赤石地点〕（1 / 4）：ボーリング調査

### ■ 地点選定理由

- 砂丘により閉塞された谷底低地（後背湿地，氾濫原）が存在しており，泥炭層や細粒層が分布することが期待され，津波堆積物が残存する可能性があるため，調査地点として選定した。

### ■ 調査内容

- ボーリング調査 14孔（ロータリー式，孔径86mm），ボーリングコア観察，X線CTスキャン，放射性炭素年代測定，珪藻化石分析等

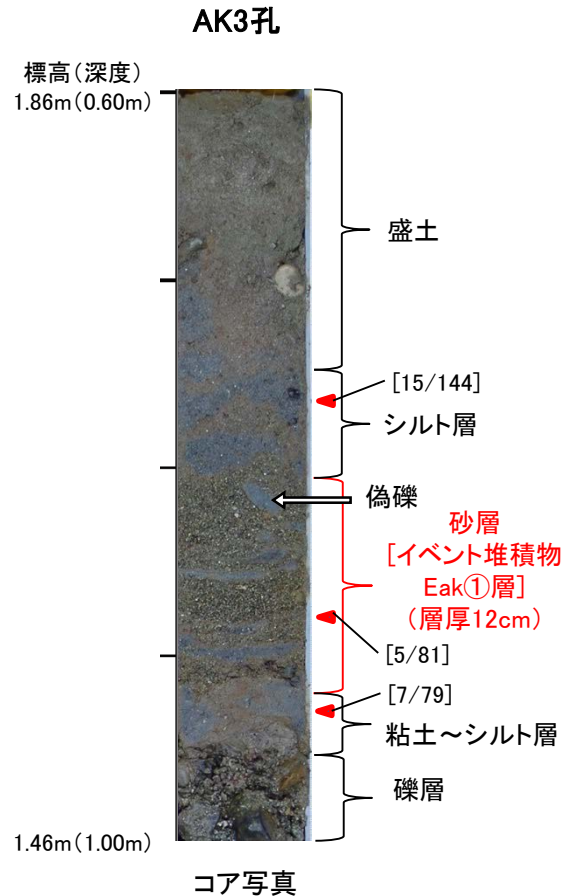


赤石地点の調査位置図





## 現地調査〔赤石地点〕（2 / 4）： イベント堆積物の観察・分析（層相・珪藻化石）



- ボーリングコア観察の結果, 全14孔のうち7孔でイベント堆積物が認められた。このうち, 主なイベント堆積物の特徴は以下のとおり。
- AK3孔のイベント堆積物Eak①層は, シルト層及び礫層に挟在する砂層である。下面境界が明瞭であり, シルト質の偽礫及び級化構造が認められる。微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。

凡 例

珪藻化石分析

- ◀ 微量の現世の海水～汽水生種を含むもの
- ▶ 現世の海水～汽水生種を含まないもの

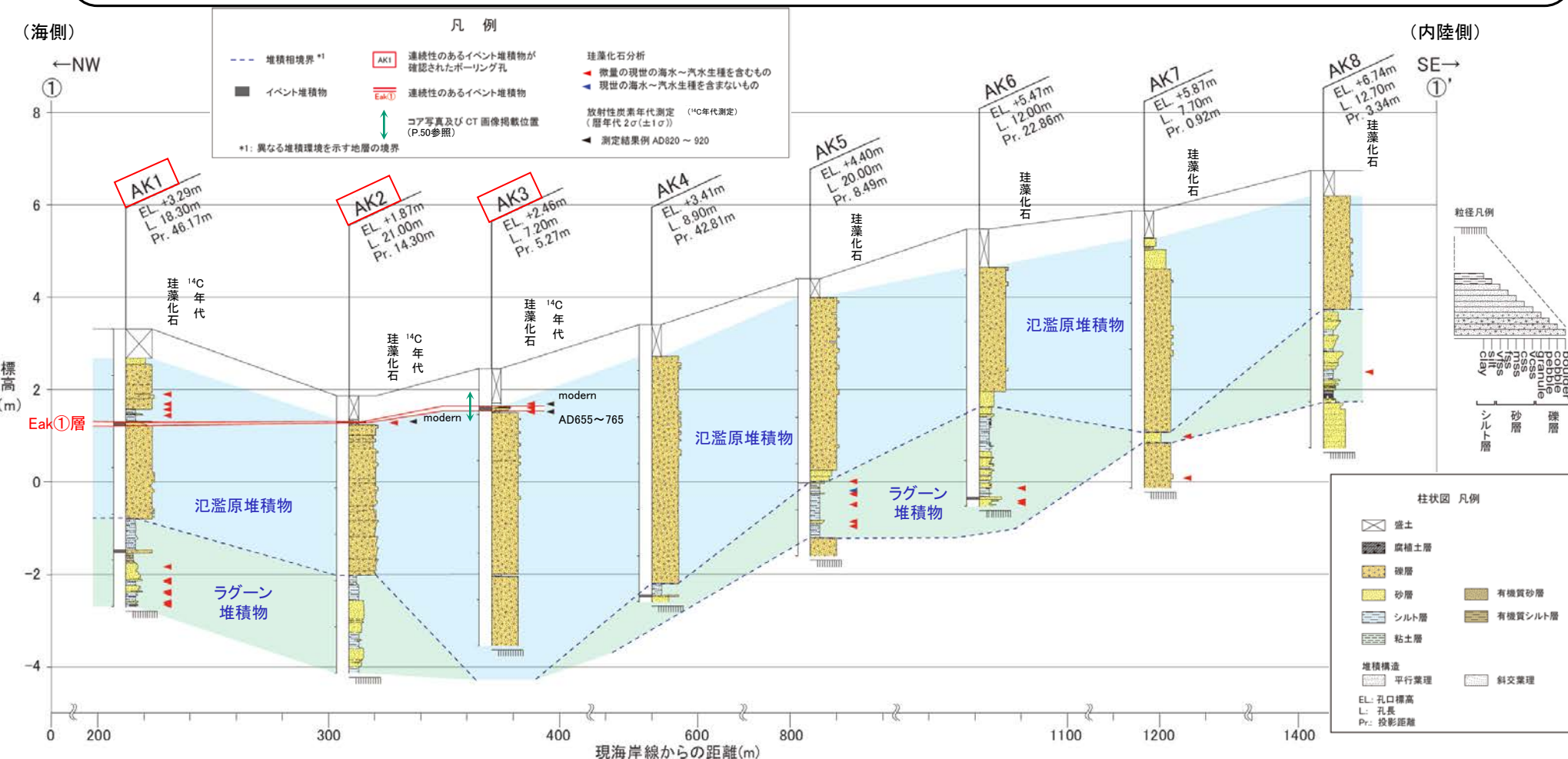
[1/200] 現世の海水～汽水生種の個数/総個体数



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（39 / 40）

## 現地調査〔赤石地点〕（3 / 4）： イベント堆積物の観察・分析（分布）

- ボーリングコア観察の結果、同層準で連続性のあるイベント堆積物が1層準(Eak①層)で認められた。
- イベント堆積物Eak①層の分布範囲は河口付近のAK1孔～AK3孔の氾濫原堆積物中に限られ、それより内陸側のボーリング孔の同層準には分布せず、内陸方向(南東方向)には連続しない。イベント堆積物Eak①層の上位は人工改変を受けているため、内陸に向かう層厚や粒度の変化は不明である。
- イベント堆積物Eak①層の最も高い分布標高は約1.7m(AK3孔)である。



①-①' 断面図



# 1. 津波堆積物調査（現地調査）（40 / 40）

## 現地調査〔赤石地点〕（4 / 4）： イベント堆積物の評価

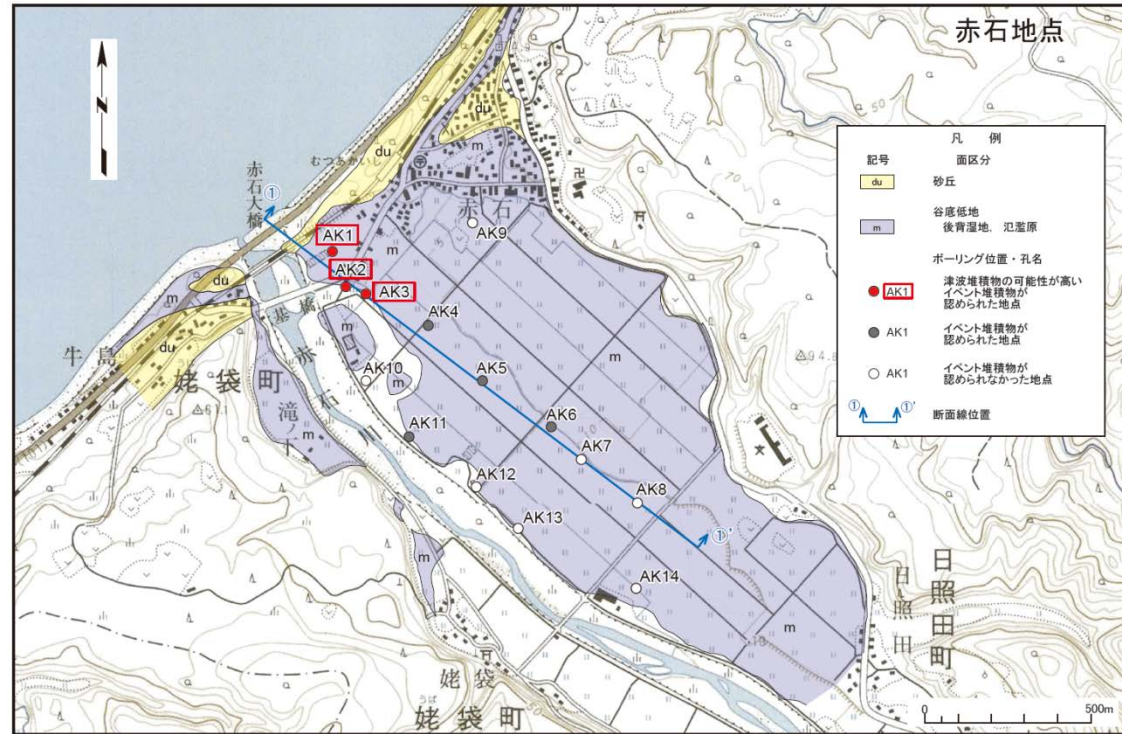
### イベント堆積物の観察・分析結果及び評価

- イベント堆積物Eak①層は、下面境界が明瞭であり、級化構造や偽礫が認められ、微量の現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含む。Eak①層の分布範囲は河口付近の氾濫原堆積物中に限られ、内陸側の他のボーリング孔の同層準に分布せず、内陸方向に連続しないものの、小規模な津波により堆積した可能性は否定できないことから、津波堆積物の特徴を有していると評価する。



### 津波堆積物の可能性の評価

- 赤石地点のイベント堆積物Eak①層は、津波堆積物の可能性が高いと評価する。
- イベント堆積物Eak①層の最も高い分布標高は約1.7m(AK3孔)であり、最高標高を約2mと評価する。



赤石地点の調査位置図



○ 本資料で回答する指摘事項 : 津波堆積物に関わる現地調査における指摘事項

No.	項目	指摘時期	コメント内容	掲載箇所
S5-39	津波堆積物	現地調査 (H30.11.15)	津波堆積物ボーリングコアに関して、OM5のリカバリー孔の深度1.5m付近の砂状の堆積物について、堆積物中の礫の状況など再度確認し、イベント堆積物等であるか否か再度検討し説明すること。 また、リカバリー孔についても審査会合資料として説明するとともに、補足説明資料等で該当データを提示すること。	P.53~P.77 机上配布資料 P.1~P.71

○ 回答内容

上表の指摘事項に対する回答として、OM5-3孔のリカバリー孔の深度1.5m付近の砂状の堆積物について、他のリカバリー孔を含めて統合柱状図を再度確認した結果、盛土であったことを示す(P.61参照)。

また、分布するイベント堆積物が津波堆積物である可能性が低いと判断する大間平地点及び奥戸地点を対象にリカバリー孔掘削を実施した全地点について、リカバリー孔から統合柱状図を作成した考え方とデータを、下表に示すとおり、補足説明資料及び机上配布資料に示す。

リカバリー孔の掲載資料

地点	補足説明資料	机上配布資料	備考
大間平	OM5地点	OM1地点, OM2地点, OM4地点	連続性のあるイベント堆積物は認められないが、コメント回答として現地調査で指摘を受けたOM5地点を補足説明資料に示す。
奥戸	OK1地点	OK4地点, OK6地点, OK8地点, OK15地点, OK18地点	連続性のあるイベント堆積物が認められるOK1地点を補足説明資料に示す。



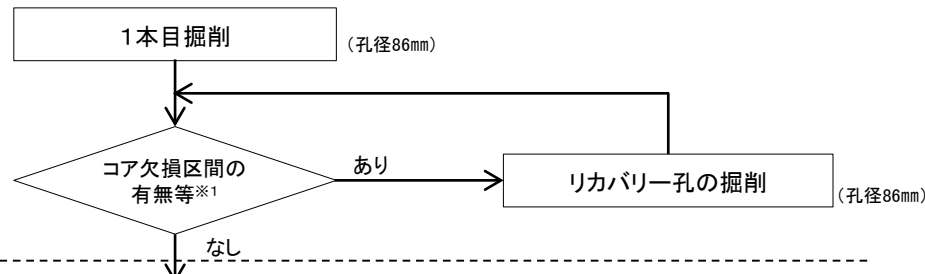


## 現地調査: リカバリー孔の掘削フロー及び重複区間の選定フロー

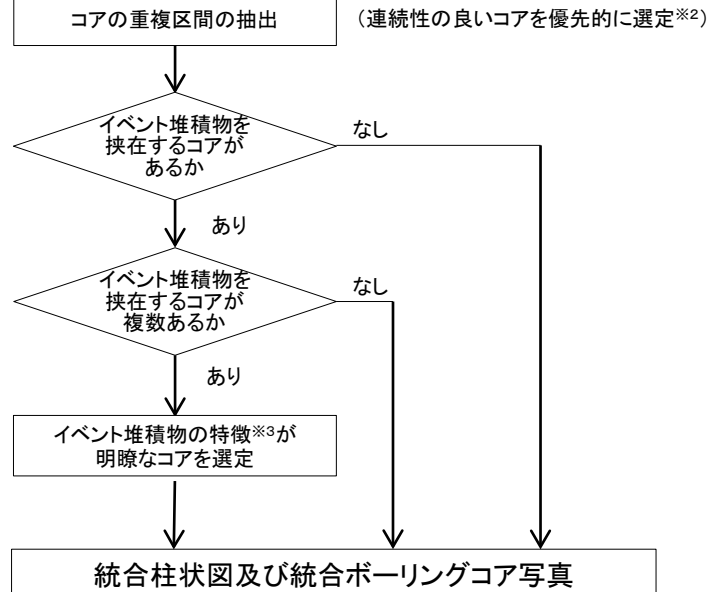
### 津波堆積物調査(ボーリング調査)の基本的な考え方

- リカバリー孔は、コア欠損区間が認められる場合や、イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層を十分確認できない場合に掘削した。
- コアの重複区間における選定は、イベント堆積物及びイベント堆積物の有無を判断し得る細粒層が含まれることを考慮した。
- ボーリング孔の掘止めは、おおむね現海水準と同じ海水準であった時代の堆積物に達するか、基盤に達する場合とした。

(リカバリー孔の掘削フロー)



(重複区間の選定フロー)



※1 イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層を見落とさないことに留意。

※2 イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層が含まれることを考慮。

※3 静穏な環境で堆積した腐植土層やシルト層等の細粒層中の砂層や礫層等の境界が明瞭であること。

リカバリー孔の掘削及び統合柱状図等の作成は基本的に以下のとおり実施した。

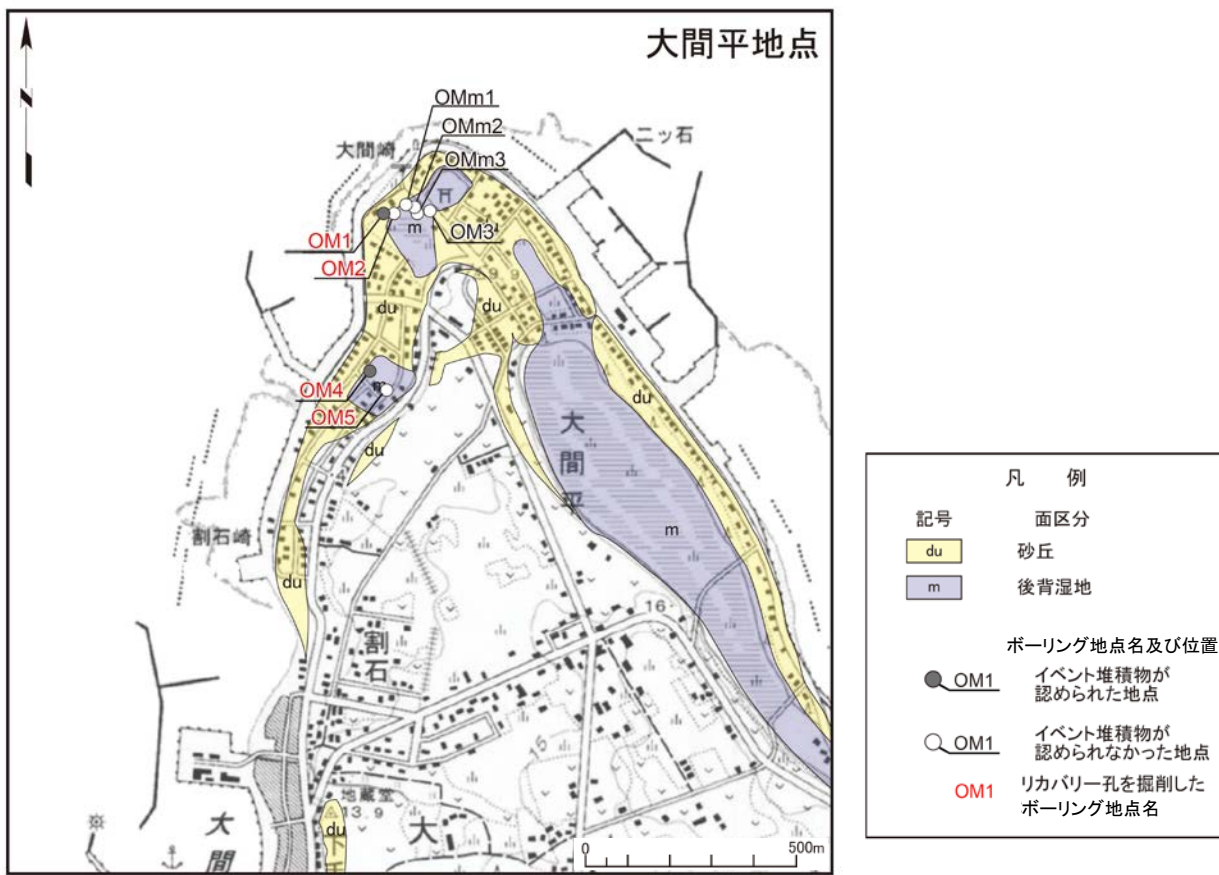
- ✓ イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層を見落とさないことに留意して、コアに欠損区間が生じた場合に掘削し、欠損区間がなくなるまで掘削を繰り返す。
- ✓ コアの重複区間がある場合は、フローに示すとおり、イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層が含まれることを考慮しつつ、連続性の良いコアを優先的に選定した上で、イベント堆積物の特徴が明瞭なコアを選定し、統合柱状図及び統合ボーリングコア写真を作成する。
- ✓ ここで、大間平地点及び奥戸地点においては、イベント堆積物を検討する場合には、平常時に静穏な環境で堆積したと考えられる腐植土層、シルト層等の細粒層中に挟む砂層や礫層等に注目する。



### 現地調査[大間平地点]: ボーリング調査位置

- ボーリング調査において、ボーリングコアに欠損区間等が生じた場合、リカバリー孔を掘削しリカバリー孔の観察結果を含めて、統合柱状図を作成した。
- 大間平地点では、下図に赤字で示す4地点でリカバリー孔を掘削した。
- ここでは、当該4地点のうち現地調査(H30.11.15)でコメントのあったOM5地点を対象にリカバリー孔に係る検討・評価について示す※1。

※1 その他のOM1地点, OM2地点及びOM4地点については、机上配布資料を参照。



大間平地点の調査位置図



2-1. OM5地点(1/10): ボーリング調査位置



凡 例	
記号	面区分
du	砂丘
m	後背湿地
ボーリング地点名及び位置	
● OM1	イベント堆積物が認められた地点
○ OM1	イベント堆積物が認められなかった地点
OM1	リカバリー孔を掘削したボーリング地点名

- OM5地点ではボーリング孔を4孔掘削した。
- OM5地点の統合柱状図, 統合ボーリングコア写真, ボーリングコアリスト及び重複区間の選定フロー, 並びに, 元となった各ボーリング孔の柱状図, ボーリングコア写真等のデータをP.57~P.65に示す。

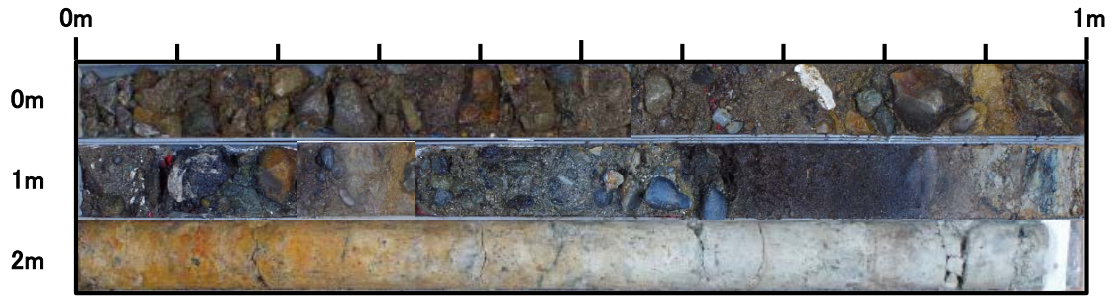
大間平地点の調査位置図



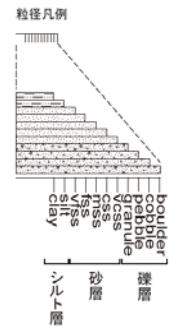
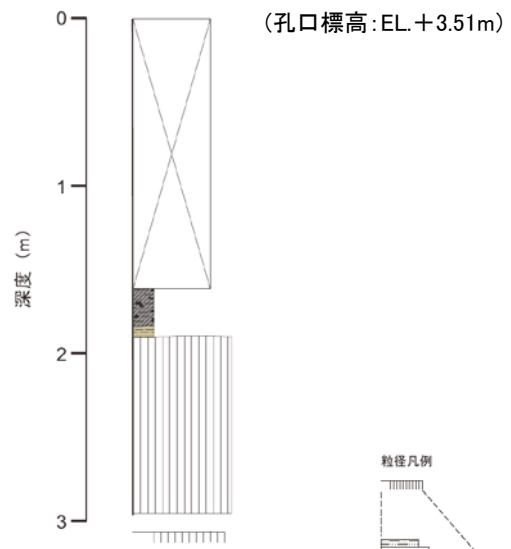


コメントNo.S5-39

2-1. OM5地点(2/10): 統合柱状図及び統合ボーリングコア写真  
統合ボーリングコア写真



統合柱状図



柱状図 凡例

- 盛土
- 腐植土層
- 有機質粘土層
- 凝灰岩

- 主に、盛土、腐植土層及び有機質粘土層からなり、イベント堆積物は認められない。
- ボーリング孔の掘止めは、基盤の凝灰岩に達するまでとした。

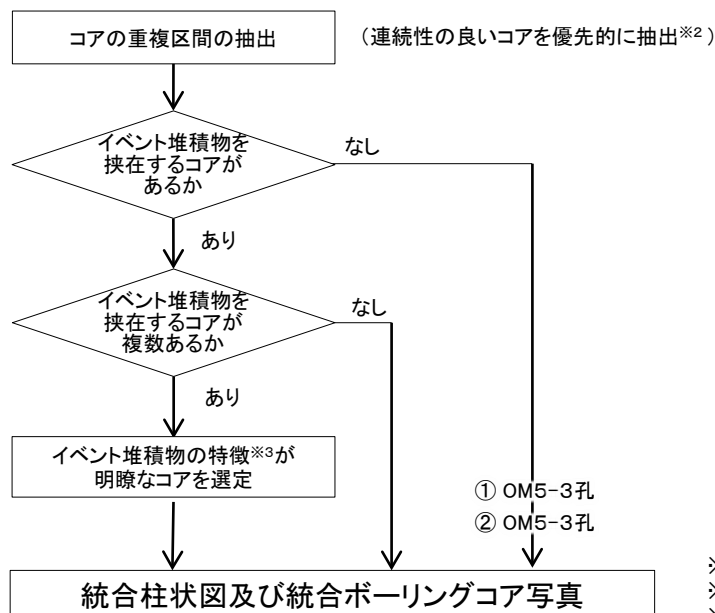


2-1. OM5地点(3/10): ボーリングコアリスト及び重複区間の選定フロー

統合したボーリングコア		元となったボーリングコア						備考		
地点名	深度区間 (m)	枝番孔名 <sup>※1</sup>	深度区間 (m)							
			0	1	2	3	4		5	6
OM5	0 ~ 3	OM5-1	■		■	■				P.62を参照。
		OM5-2		■		■				P.63を参照。
		OM5-3		■②		■①				P.64を参照。
		OM5-4			■	■				P.65を参照。

■ 統合ボーリングコア選定区間  
■ 重複区間

重複区間の選定フロー

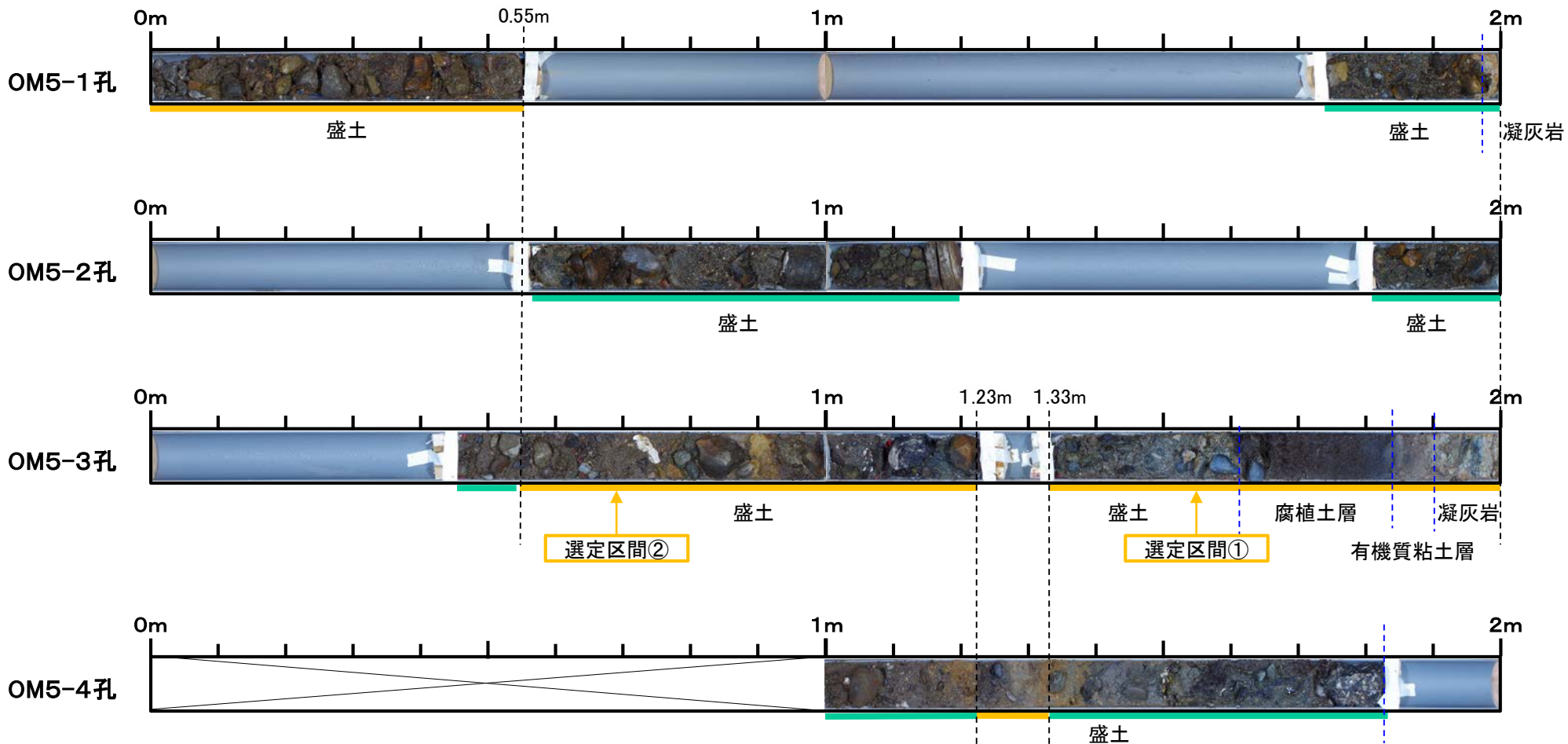


• OM5地点の元となったボーリングコアの選定区間を示すとともに、コアの重複区間での選定方法を示す。  
 • 選定区間①の深度1.33m~2.00mについては、唯一、細粒層(腐植土層)を挟むOM5-3孔を選定した。  
 • 選定区間②の深度0.55m~1.23mについては、いずれも盛土のため、選定区間①と同じOM5-3孔を優先して選定した。

※1 OM5地点の4孔の掘削は、おおむね半径1m以内で実施した。  
 ※2 イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層が含まれることを考慮。  
 ※3 静穏な環境で堆積した腐植土層やシルト層等の細粒層中の砂層や礫層等の境界が明瞭であること。



2-1. OM5地点(4/10): OM5-1~OM5-4孔のボーリングコア対比写真(1/2): 深度0m~2m



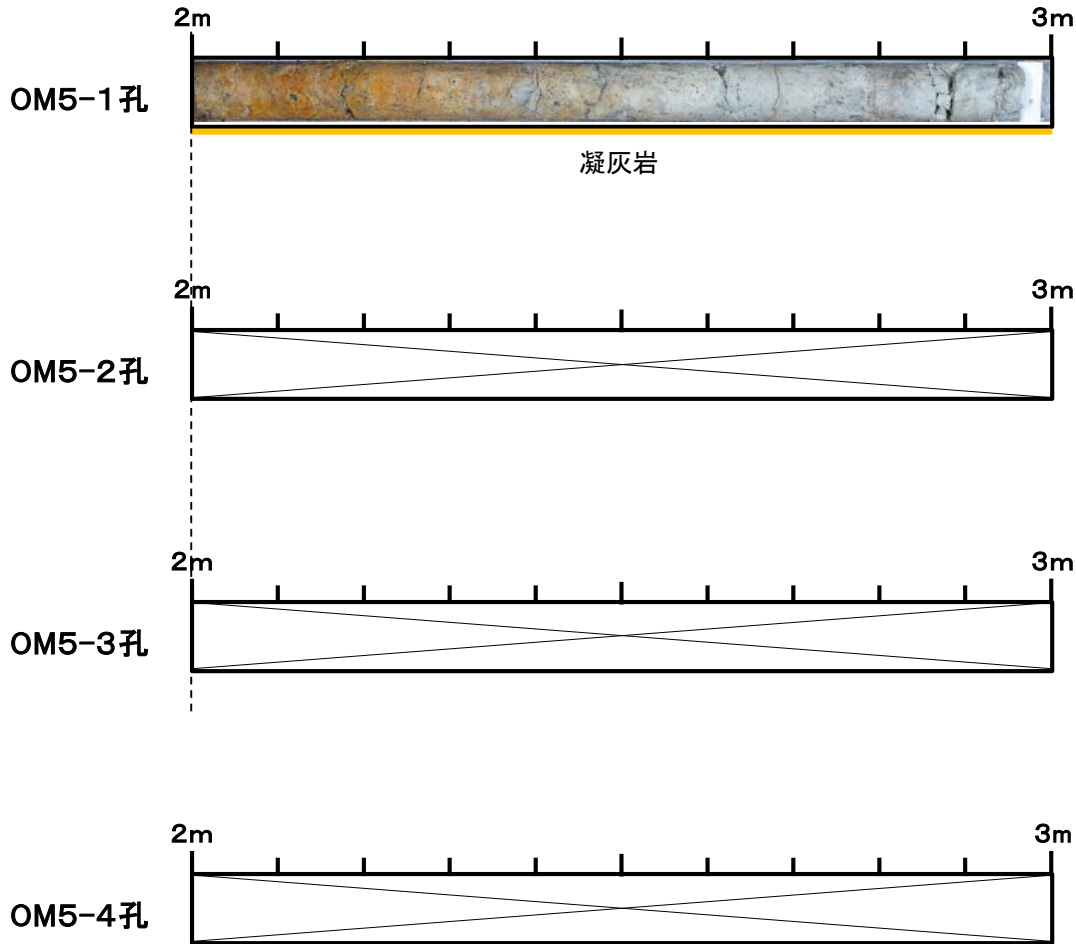
- 選定区間①の深度1.33m~2.00mについては、唯一、細粒層(腐植土層)を挟するOM5-3孔を選定した。
- 選定区間②の深度0.55m~1.23mについては、いずれも盛土のため、選定区間①と同じOM5-3孔を優先して選定した。
- 深度0.00m~0.55mについては、欠損区間がなく、ほとんど重複区間がないため、OM5-1孔を選定した。
- 深度1.23m~1.33mについては、欠損区間がなく、重複区間がないため、OM5-4孔を選定した。

— 統合ボーリングコア選定区間  
— 重複区間





2-1. OM5地点(5/10): OM5-1~OM5-4孔のボーリングコア対比写真(2/2): 深度2m~3m

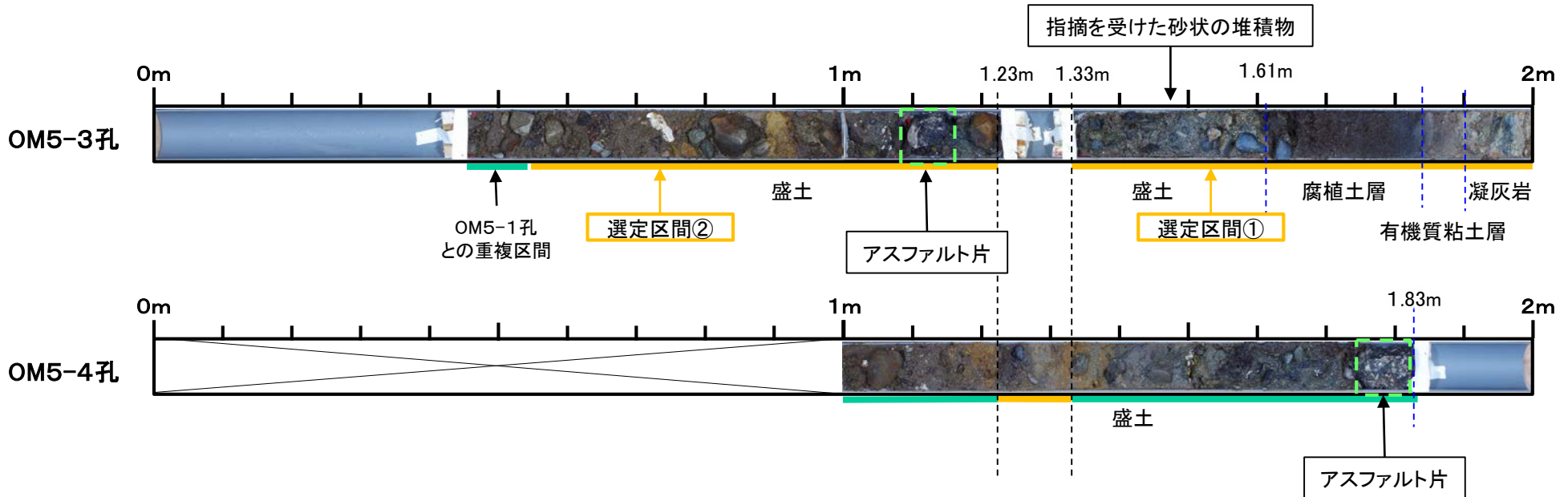


■ 統合ボーリングコア選定区間  
■ 重複区間

• 深度2.00m~3.00mについては、欠損区間がなく、重複区間がないため、OM5-1孔を選定した。

2-1. OM5地点(6/10): OM5-3孔及びOM5-4孔のボーリングコア対比写真

【現地調査での指摘について】



— 統合ボーリングコア選定区間  
— 重複区間

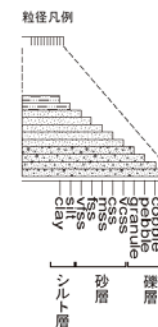
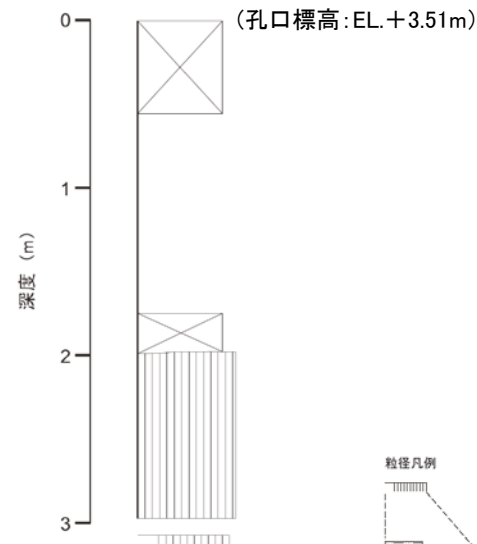
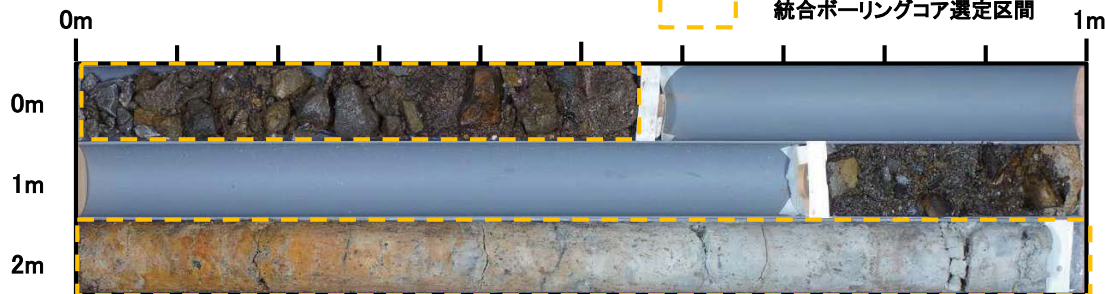
- 指摘を受けたOM5-3孔の「砂状の堆積物」(深度1.33m~1.61m)は、細~中粒の角~円礫を含み、マトリクスはシルト質細粒砂からなる砂礫である。
- この「砂状の堆積物」は、(i)下端境界が明確であり、(ii)淘汰が悪く、(iii)層理構造が認められず、(iv)同様な層相を示す上位区間にはアスファルト片が混入することから、イベント堆積物でなく、盛土と判断される。
- なお、OM5-3孔から0.5m~1m程度位置をずらして掘削したOM5-4孔では、「砂状の堆積物」より深い深度1.83mまで同様な層相を示す盛土であり、アスファルト片が混入する。



2-1. OM5地点(7/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OM5-1孔)

柱状図

ボーリングコア写真



•OM5-1孔では, 盛土及び基盤の凝灰岩層が確認され, 細粒層は認められない。

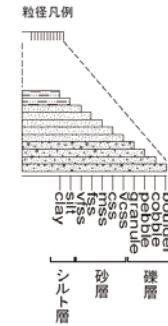
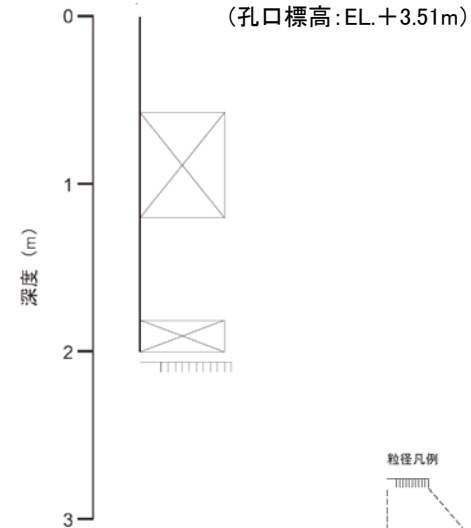
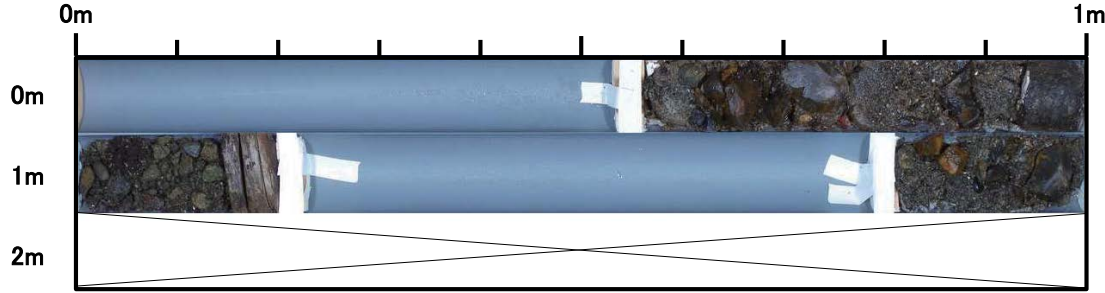




2-1. OM5地点(8/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OM5-2孔)

柱状図

ボーリングコア写真



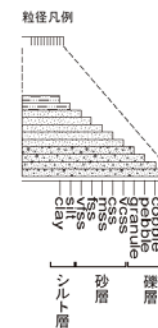
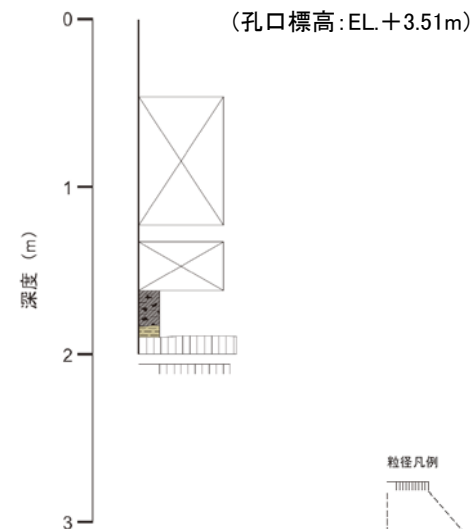
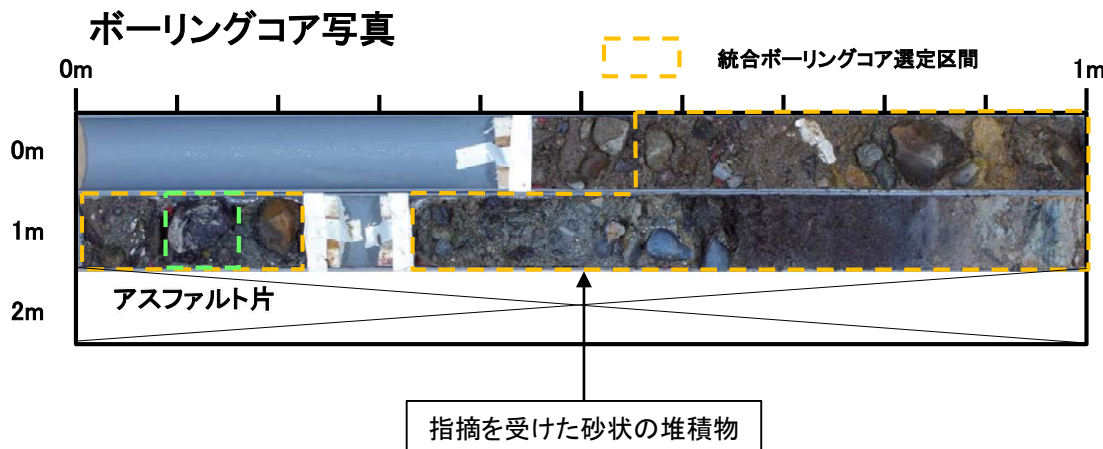
•OM5-2孔※1では、盛土が確認され、細粒層は認められない。

※1 OM5-2孔は、OM5-1孔のコア欠損区間(深度0.55m~1.74m)のコアを採取するため掘削した。



2-1. OM5地点(9/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OM5-3孔)

柱状図

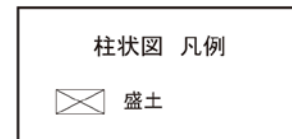
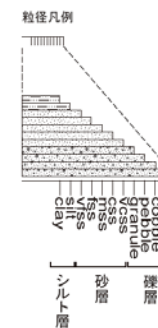
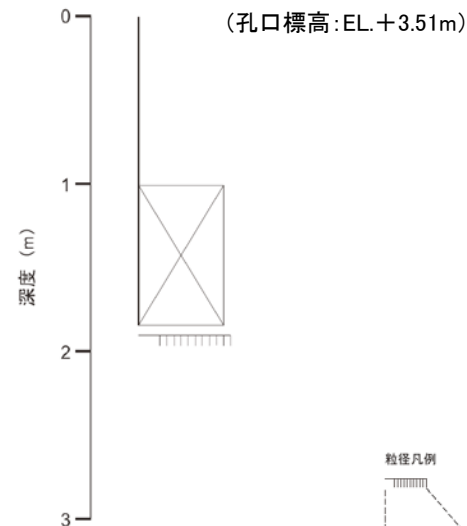
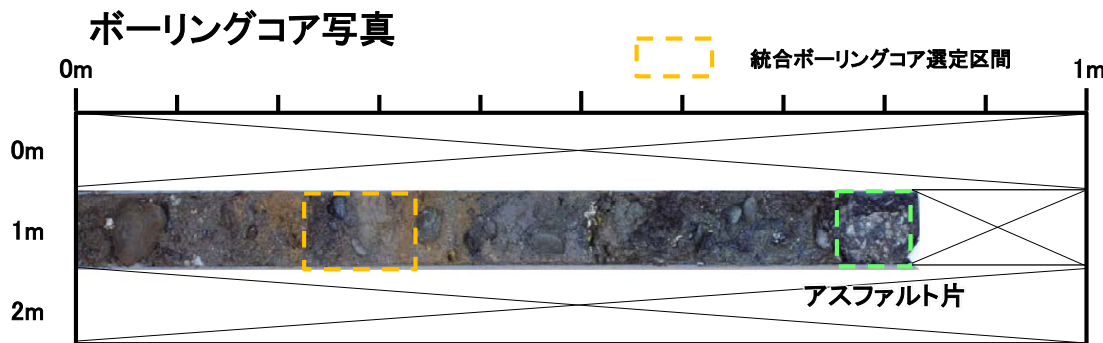


- OM5-3孔※1では、深度1.61m～1.84mに細粒層(腐植土層)の一部を確認しているが、イベント堆積物は認められない。

※1 OM5-3孔は、OM5-1孔及びOM5-2孔のコア欠損区間(深度1.20m～1.74m)のコアを採取するため掘削した。



2-1. OM5地点(10/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OM5-4孔) 柱状図



•OM5-4孔※1では、盛土が確認され、細粒層は認められない。

※1 OM5-4孔は、OM5-1孔～OM5-3孔のコア欠損区間(深度1.23m～1.33m)のコアを採取するため掘削した。

(余白)

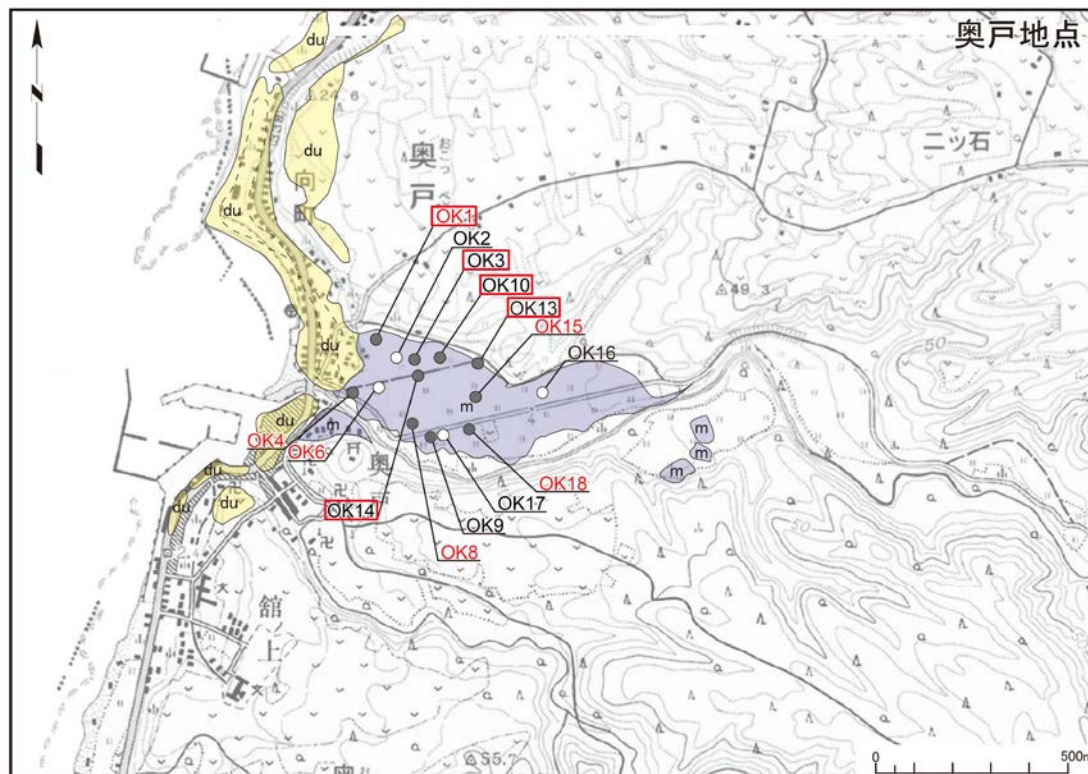




## 現地調査〔奥戸地点〕: ボーリング調査位置

- ボーリング調査において、ボーリングコアに欠損区間等が生じた場合、リカバリー孔を掘削しリカバリー孔の観察結果を含めて、統合柱状図を作成した。
- 奥戸地点では、下図に赤字で示す6地点でリカバリー孔を掘削した。
- ここでは、当該6地点のうち連続性のあるイベント堆積物を確認した1地点(OK1地点)を対象にリカバリー孔に係る検討・評価について示す※1。

※1 連続性のあるイベント堆積物が確認されなかったその他のOK4地点、OK6地点、OK8地点、OK15地点及びOK18地点については、机上配布資料を参照。



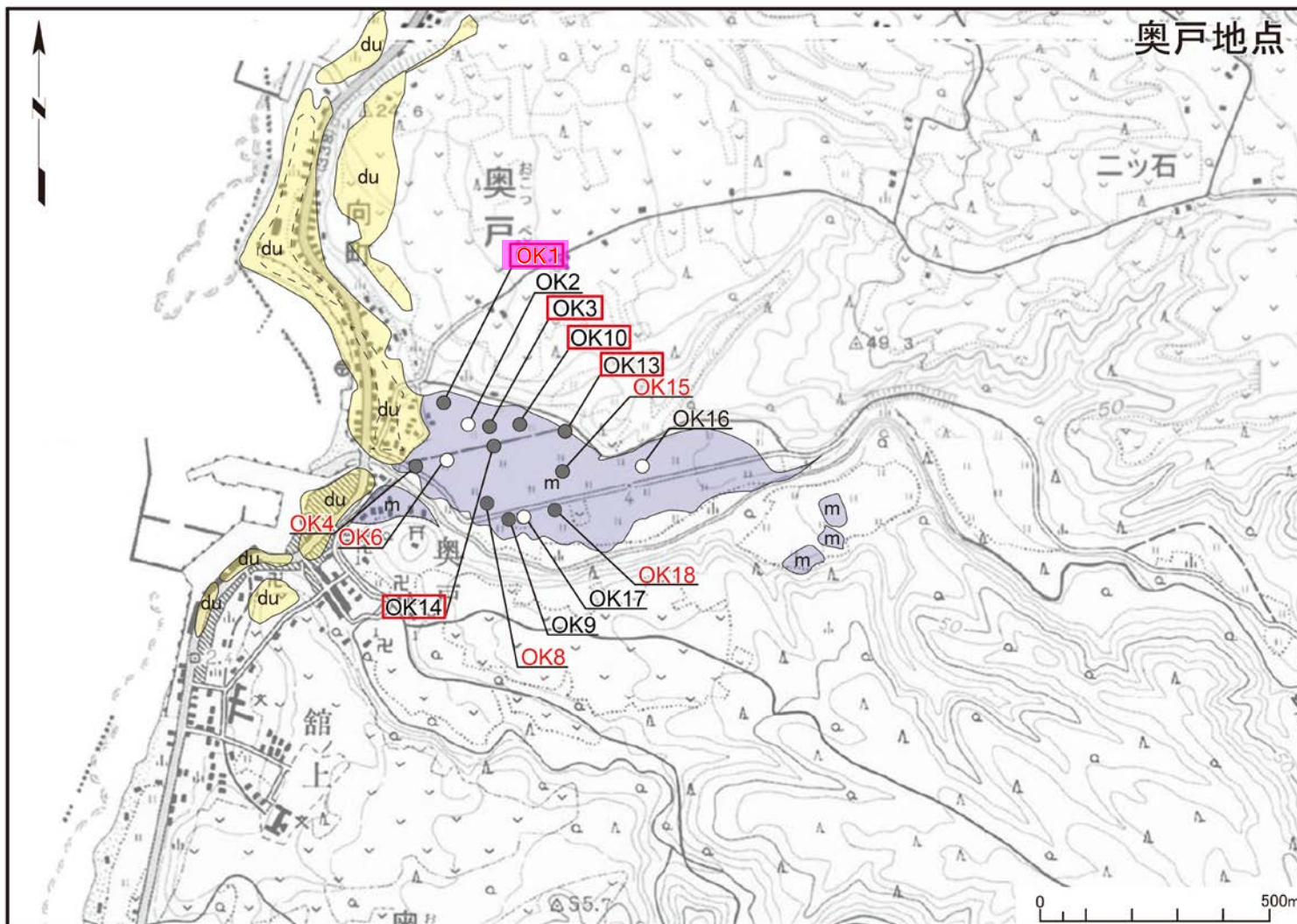
記号	凡例
du	面区分 砂丘
m	谷底低地 後背湿地、氾濫原
● OK1	ボーリング地点名及び位置 連続性のある イベント堆積物が 認められた地点
● OK1	イベント堆積物が 認められた地点
○ OK1	イベント堆積物が 認められなかった地点
OK1	リカバリー孔を掘削した ボーリング地点名

奥戸地点の調査位置図※2

※2 調査地点名のOK5, OK7, OK11及びOK12は欠番である。



3-1. OK1地点(1/10): ボーリング調査位置



凡 例	
記号	面区分
du	砂丘
m	谷底低地 後背湿地、氾濫原
ボーリング地点名及び位置	
● OK1	連続性のある イベント堆積物が 認められた地点
● OK1	イベント堆積物が 認められた地点
○ OK1	イベント堆積物が 認められなかった地点
OK1	リカバリー孔を掘削した ボーリング地点名

奥戸地点の調査位置図

- OK1地点ではボーリング孔を4孔掘削した。
- OK1地点の統合柱状図, 統合ボーリングコア写真, ボーリングコアリスト及び重複区間の選定フロー, 並びに, 元となった各ボーリング孔の柱状図, ボーリングコア写真等のデータをP.69~P.77に示す。

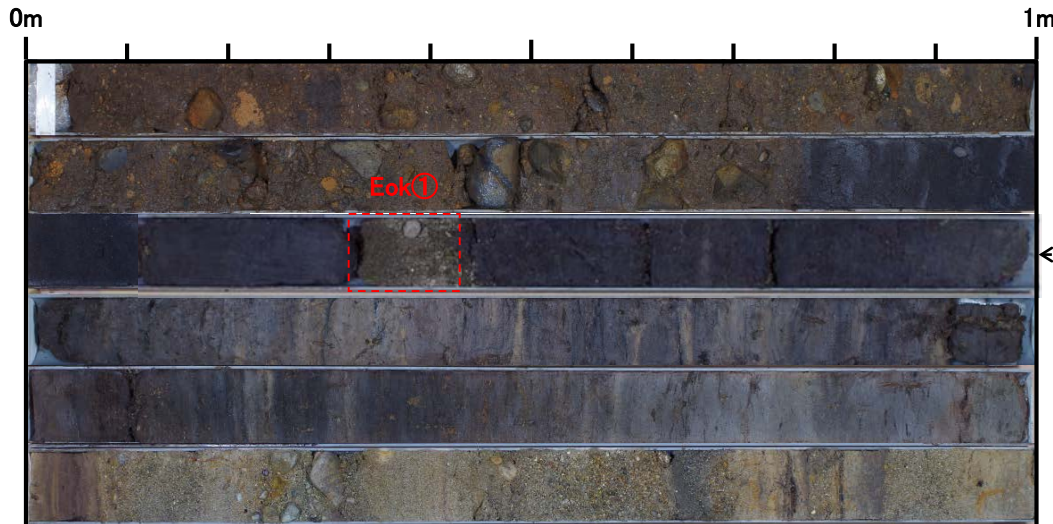




コメントNo.S5-39

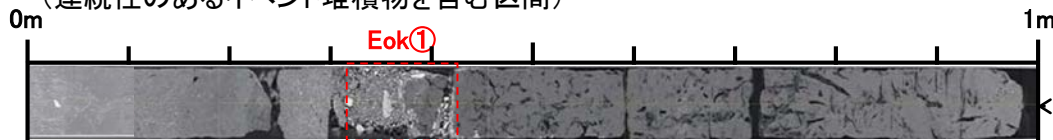
3-1. OK1地点(2/10): 統合柱状図及び統合ボーリングコア写真

統合ボーリングコア写真



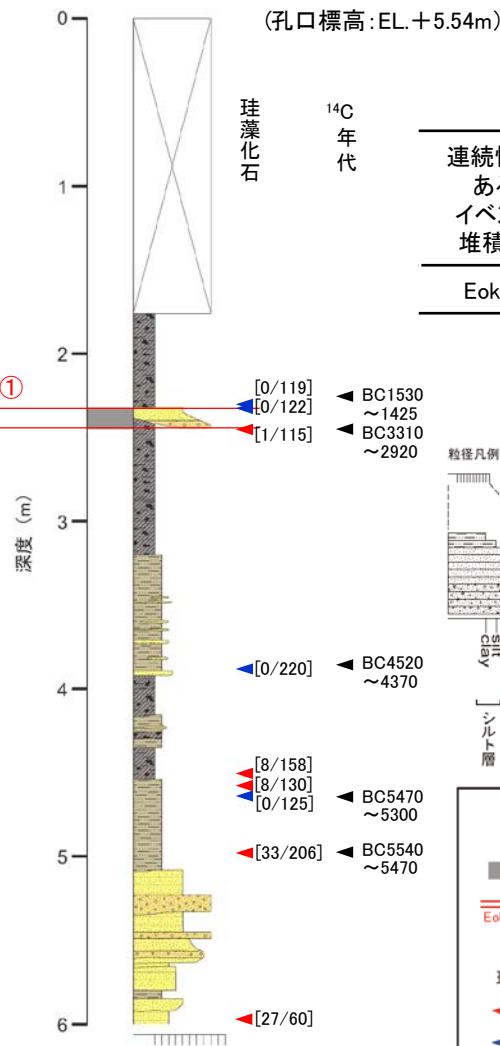
統合X線CTスキャン画像

(連続性のあるイベント堆積物を含む区間)

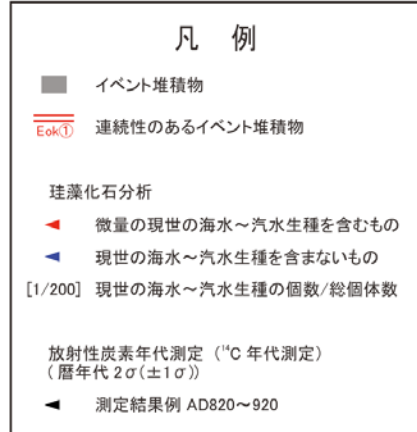
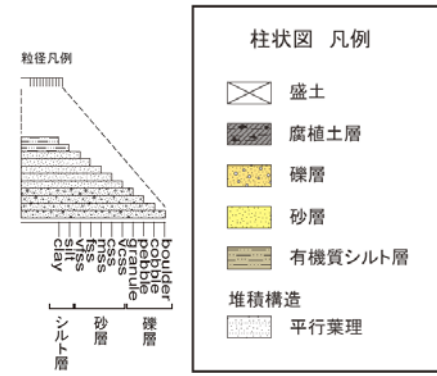


- 主に、腐植土層、有機質シルト層及び砂礫層からなり、深度2.4m付近の細粒層(腐植土層)中に1層準のイベント堆積物(Eok①層)が認められる。
- イベント堆積物Eok①層は、細粒層(腐植土層)に挟在する砂～礫層である。下面境界は明瞭であり、級化構造や腐植質シルトの偽礫が認められる。現世の海水～汽水生種の珪藻化石を含まない。
- ボーリング孔の掘止めは、おおむね現海水準と同じ海水準であった時代の堆積物が分布すると想定される深度6mとした。

統合柱状図



連続性のあるイベント堆積物	層厚(cm)	層相
Eok①	11	砂～礫層



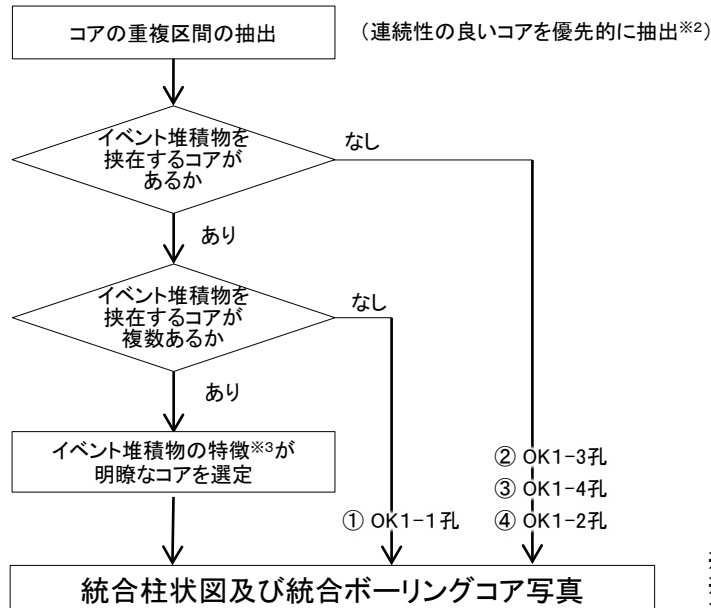


3-1. OK1地点(3/10): ボーリングコアリスト及び重複区間の選定フロー

統合したボーリングコア		元となったボーリングコア						備考	
地点名	深度区間 (m)	枝番孔名 <sup>※1</sup>	深度区間 (m)						
			0	1	2	3	4		5
OK1	0 ~ 6	OK1-1	■	■	■	■	■	■	P.74を参照。
		OK1-2	■	■	■	■	■	■	P.75を参照。
		OK1-3	■	■	■	■	■	■	P.76を参照。
		OK1-4	■	■	■	■	■	■	P.77を参照。

統合ボーリングコア選定区間  
 重複区間  
 イベント堆積物

重複区間の選定フロー



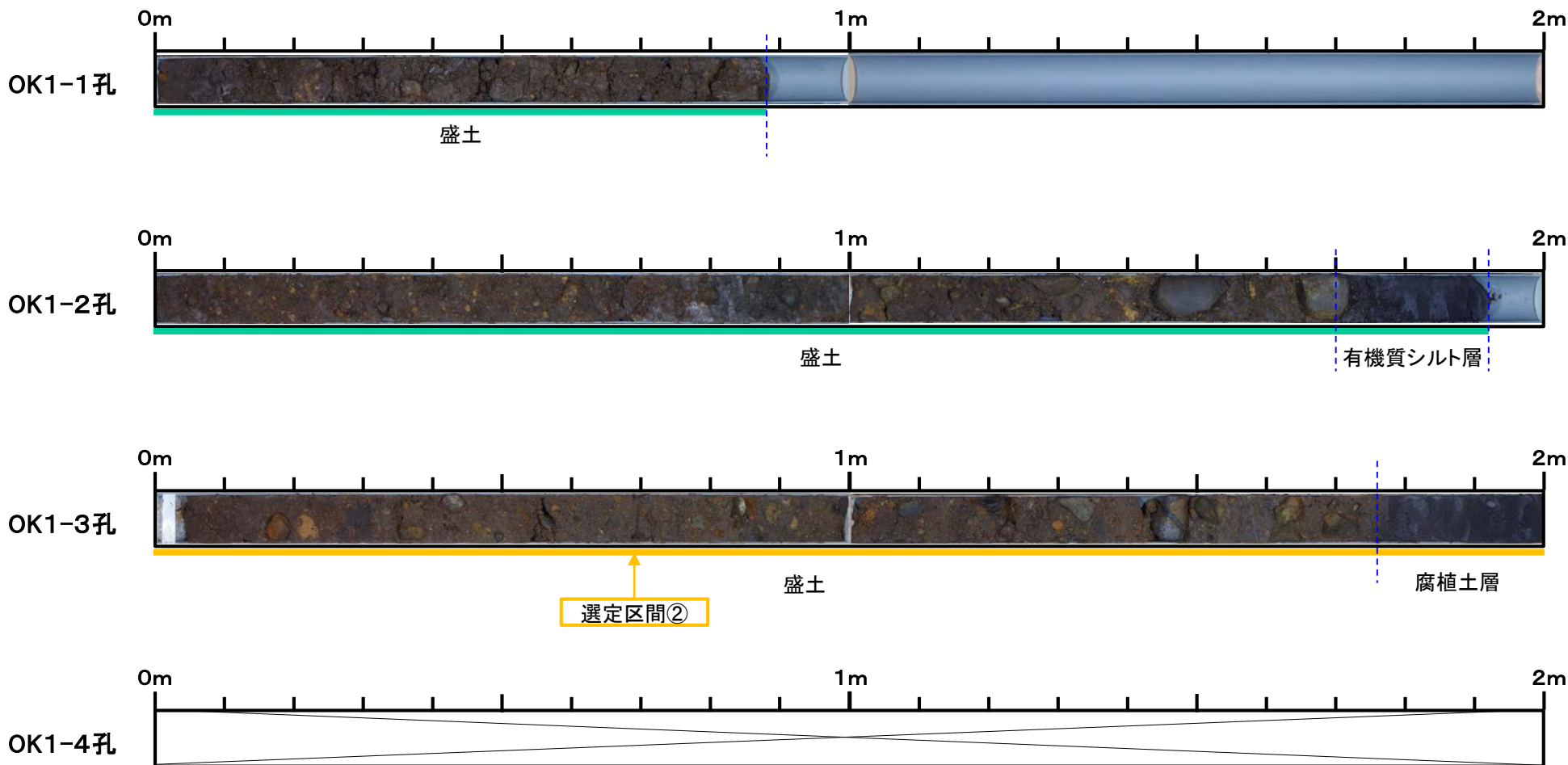
• OK1地点の元となったボーリングコアの選定区間を示すとともに、コアの重複区間での選定方法を示す。  
 • 選定区間①の深度2.11m～4.00mについては、唯一、イベント堆積物Eok①層を挟むOK1-1孔を選定した。  
 • 選定区間②の深度0.00m～2.11mについては、他孔と同様の層相であることから、欠損なくコアが採取されているOK1-3孔を選定した。  
 • 選定区間③の深度4.00m～5.00mについては、唯一、コアが採取されているOK1-4孔を選定した。  
 • 選定区間④の深度5.00m～6.00mについては、他孔と同様の層相であることから、一部で細粒層(有機質シルト層)のコアの連続性が良いOK1-2孔を選定した。

※1 OK1地点の4孔の掘削は、おおむね半径1m以内で実施した。  
 ※2 イベント堆積物の有無を判断し得る細粒層が含まれることを考慮。  
 ※3 静穏な環境で堆積した腐植土層やシルト層等の細粒層中の砂層や礫層等の境界が明瞭であること。





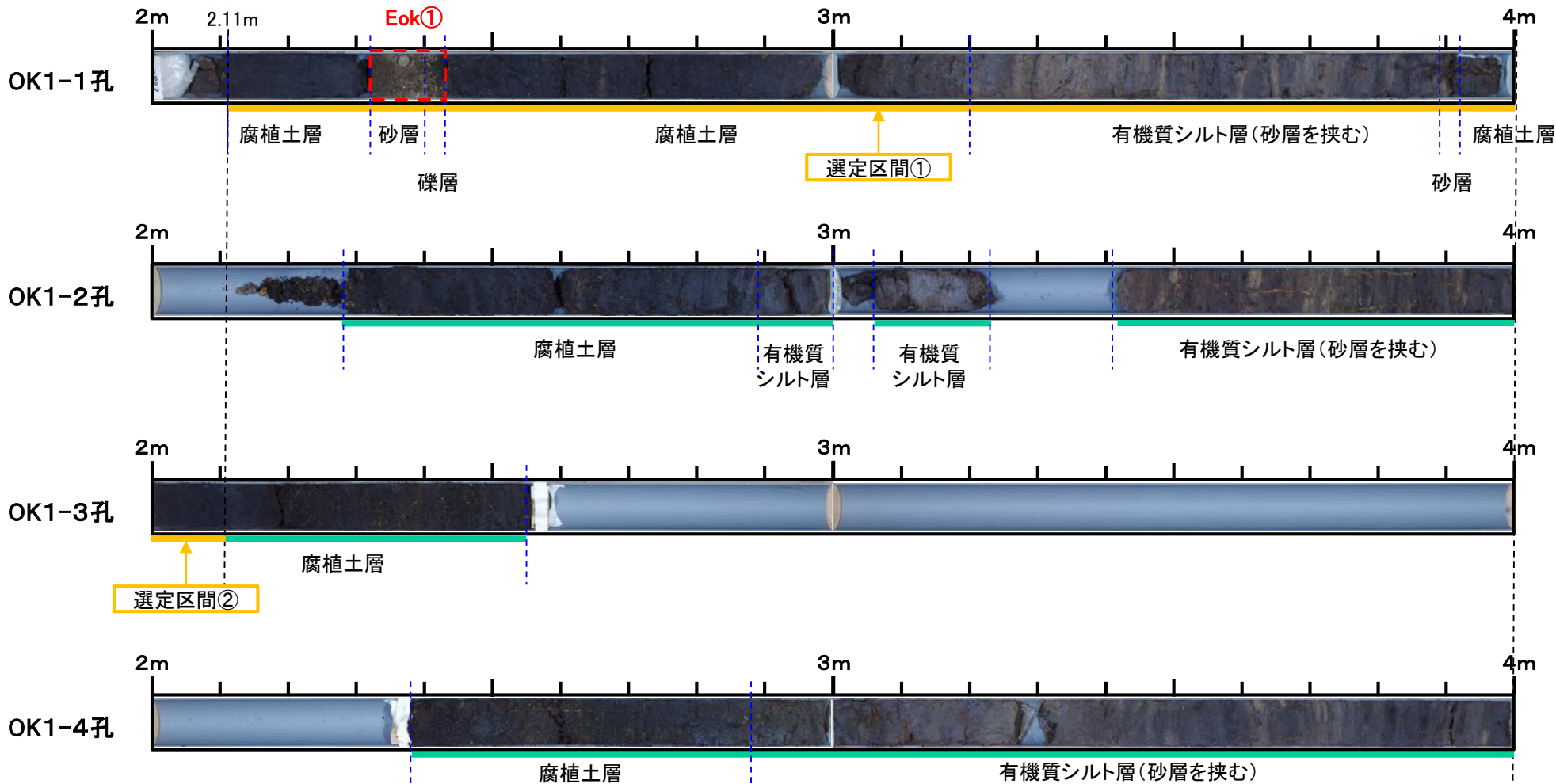
3-1. OK1地点(4/10): OK1-1~OK1-4孔のボーリングコア対比写真(1/3): 深度0m~2m



• 選定区間②の深度0.00m~2.00mについては、他孔と同様の層相であることから、欠損なくコアが採取されているOK1-3孔を選定した。



3-1. OK1地点(5/10): OK1-1~OK1-4孔のボーリングコア対比写真(2/3): 深度2m~4m

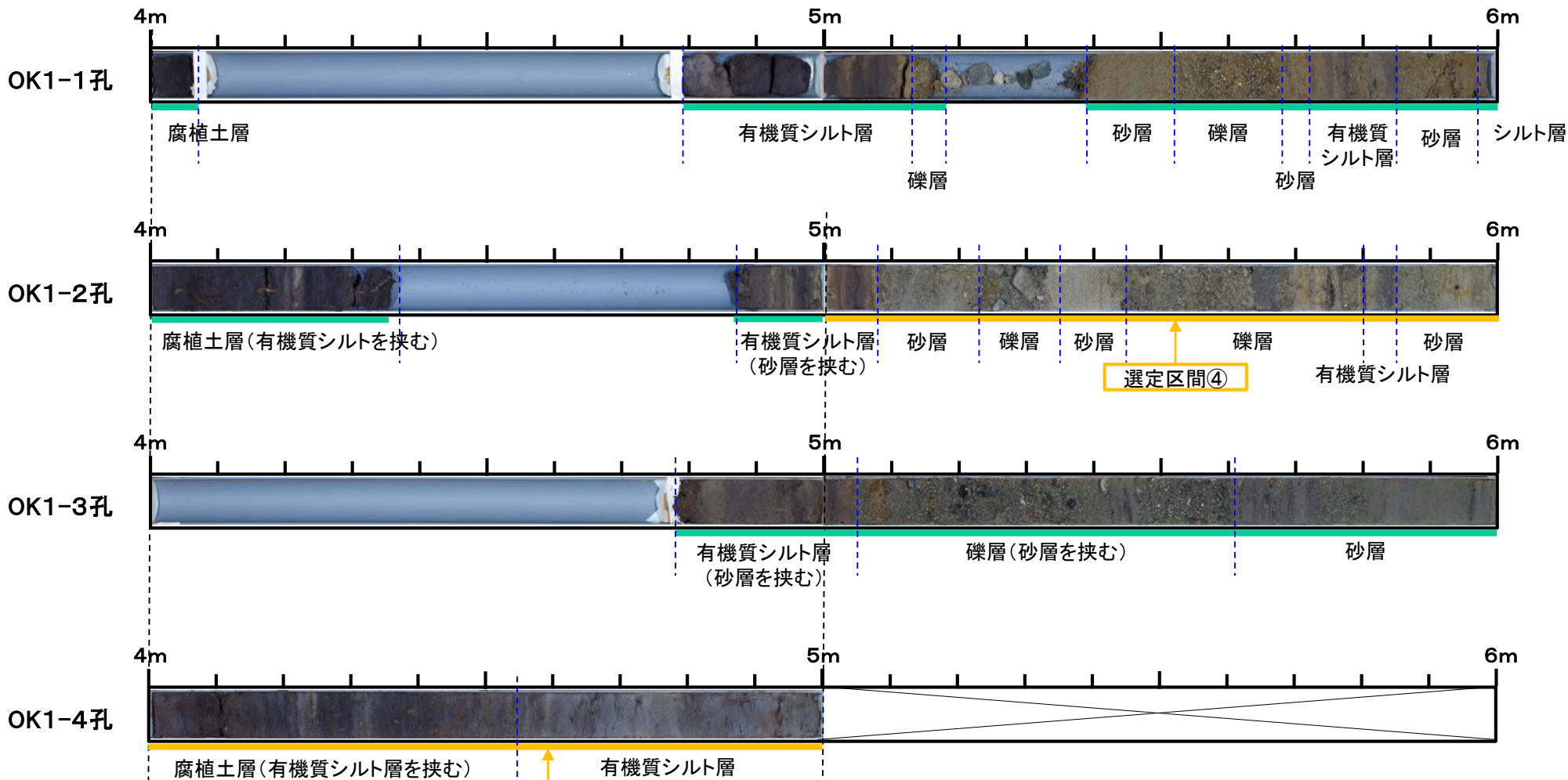


— 統合ボーリングコア選定区間  
— 重複区間

- 選定区間①の深度2.11m~4.00mについては、細粒層(腐植土層)中にイベント堆積物Eok①層の砂層及び礫層を唯一挟在するOK1-1孔を選定した。
- 選定区間②の深度2.00m~2.11mについては、他孔と同様の層相であることから、欠損なくコアが採取されているOK1-3孔を選定した。



3-1. OK1地点(6/10): OK1-1~OK1-4孔のボーリングコア対比写真(3/3): 深度4m~6m



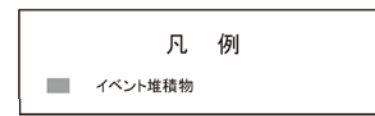
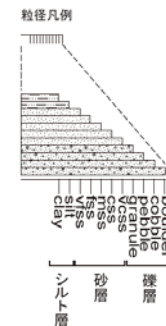
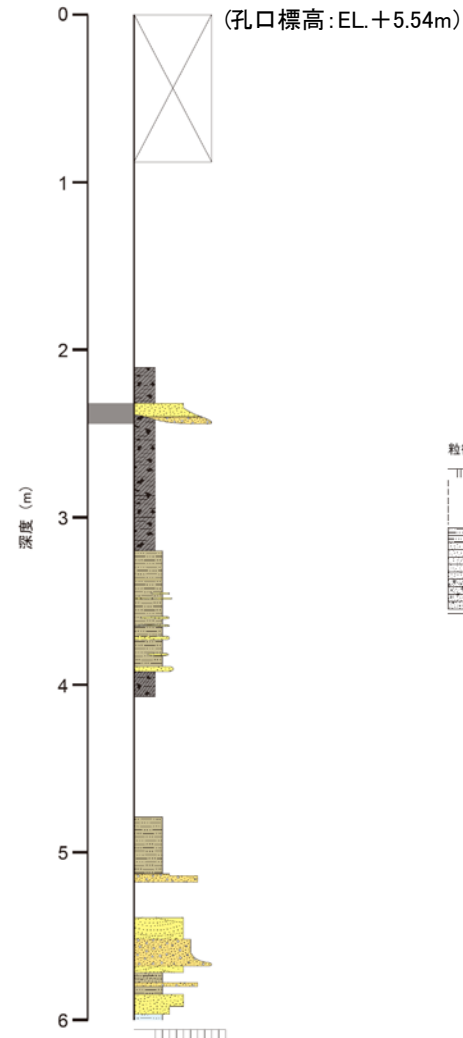
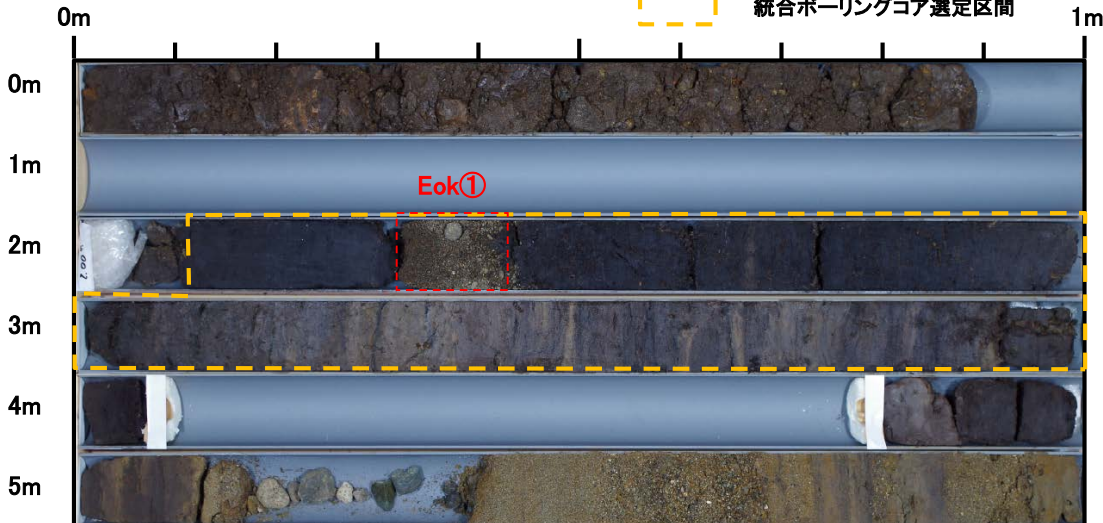
- 選定区間③の深度4.00m~5.00mについては、唯一、コアが採取されているOK1-4孔を選定した。
- 選定区間④の深度5.00m~6.00mについては、他孔と同様の層相であることから、一部で細粒層(有機質シルト層)のコアの連続性が良いOK1-2孔を選定した。



3-1. OK1地点(7/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OK1-1孔)

柱状図

ボーリングコア写真



•OK1-1孔では、深度2.11m～4.07m、4.79m～5.13m、5.72m～5.85mに細粒層(腐植土層及び有機質シルト層)の一部が確認され、このうち上部の細粒層中にイベント堆積物の砂層及び礫層が認められる。

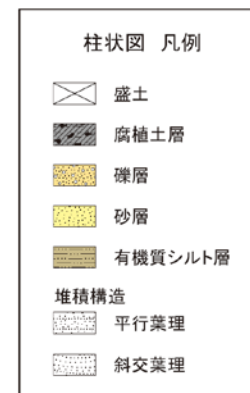
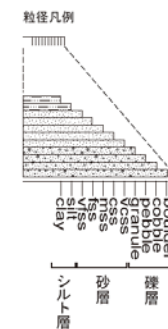
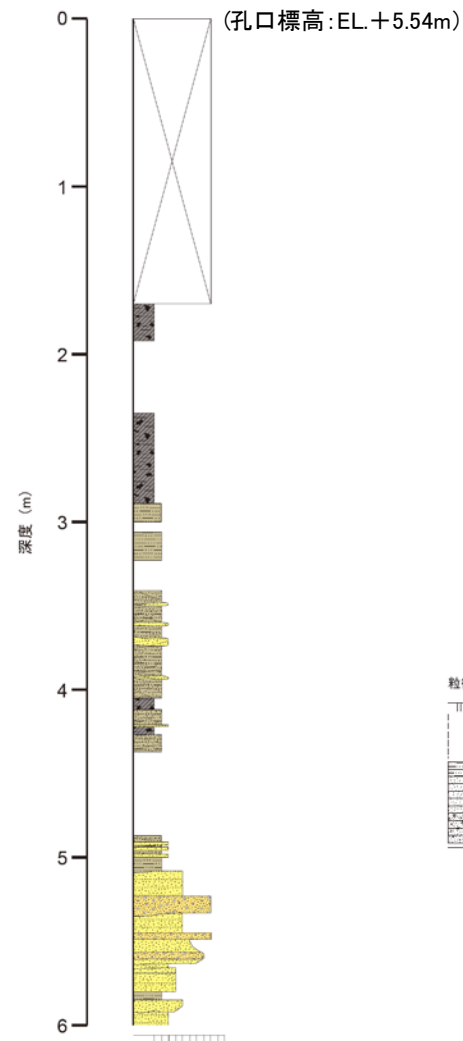
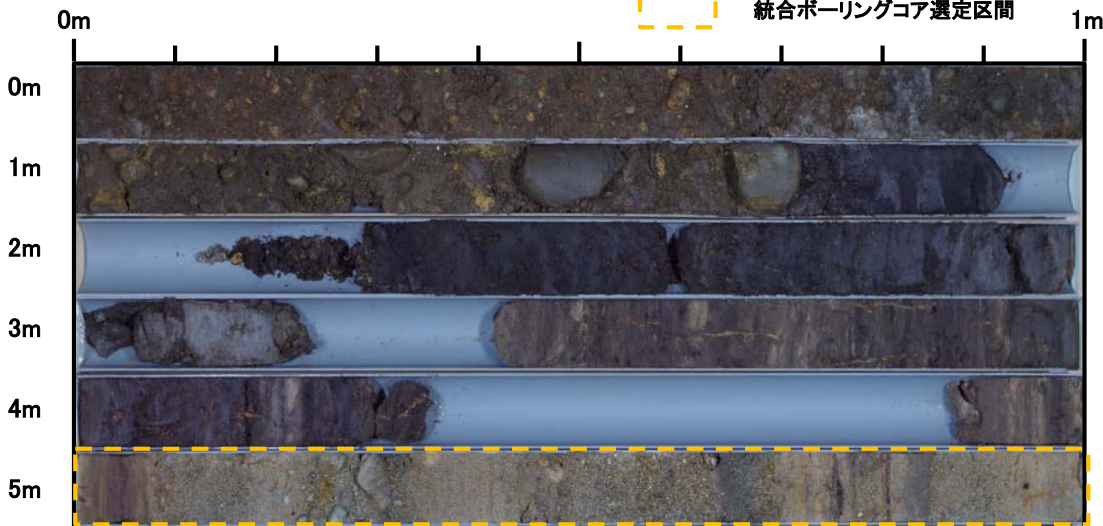




3-1. OK1地点(8/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OK1-2孔)

柱状図

ボーリングコア写真



• OK1-2孔※1では、深度1.70m~1.92m, 2.28m~3.23m, 3.42m~4.37m, 4.87m~5.08mに細粒層(腐植土層及び有機質シルト層)の一部を確認しているが、イベント堆積物は認められない。

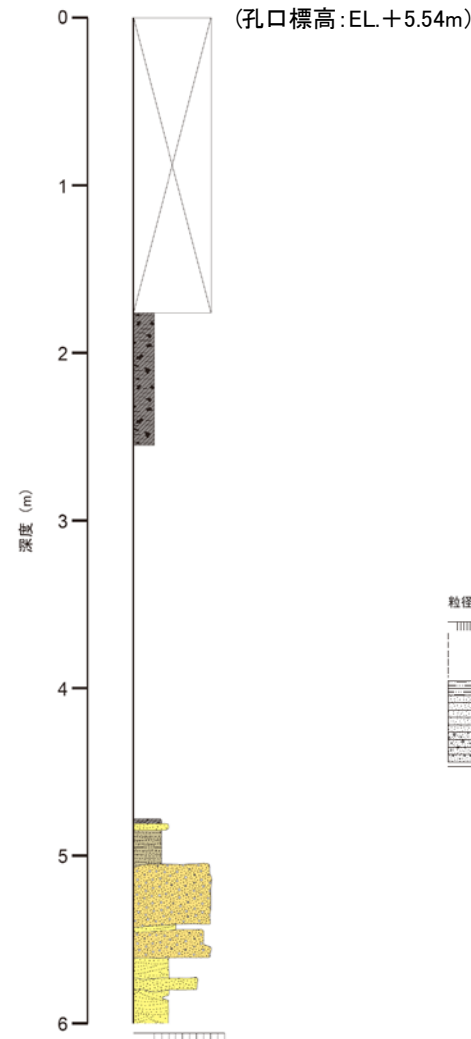
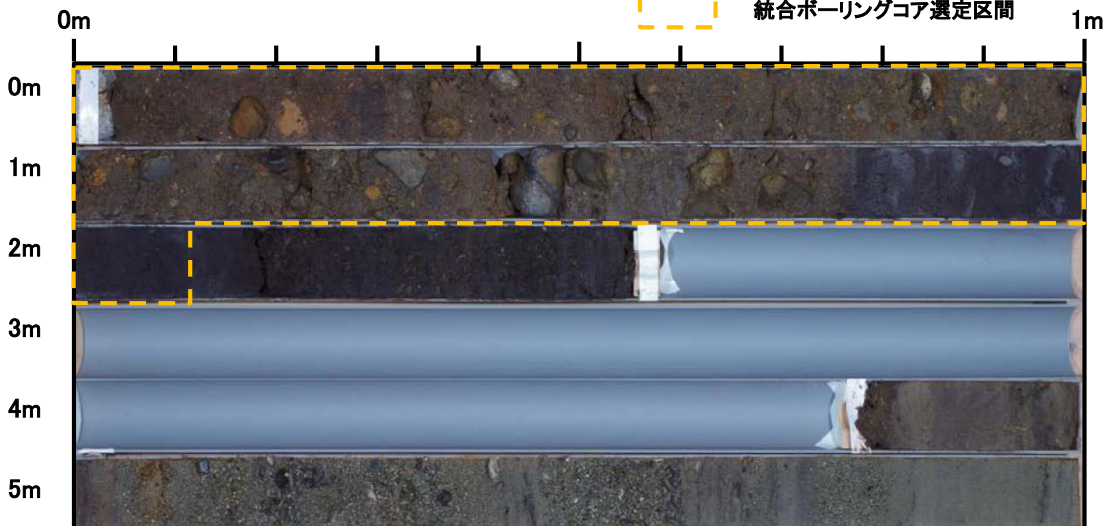
※1 OK1-2孔は、OK1-1孔のコア欠損区間(深度0.89m~2.05m, 4.07m~4.79m, 5.18m~5.39m)のコアを採取するため掘削した。



3-1. OK1地点(9/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OK1-3孔)

柱状図

ボーリングコア写真



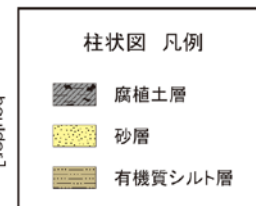
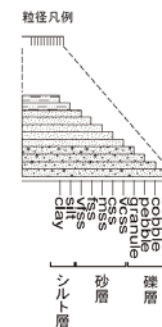
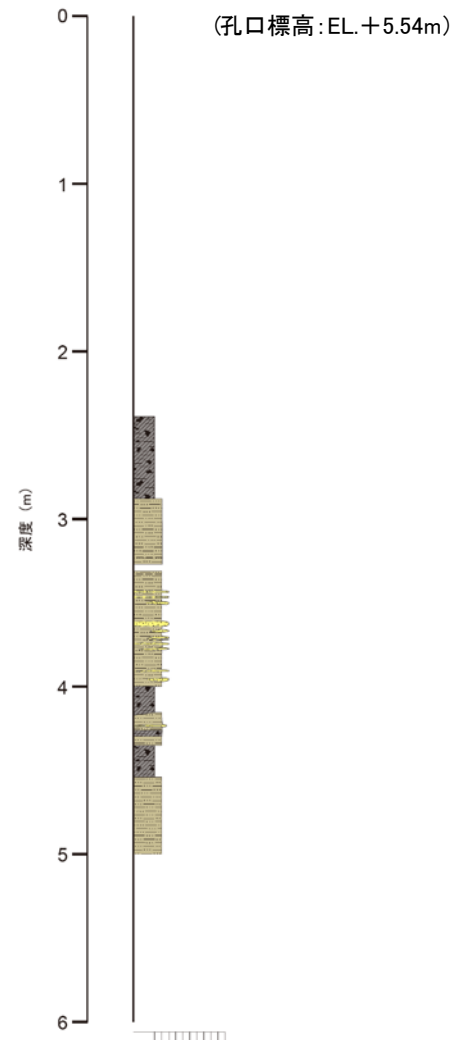
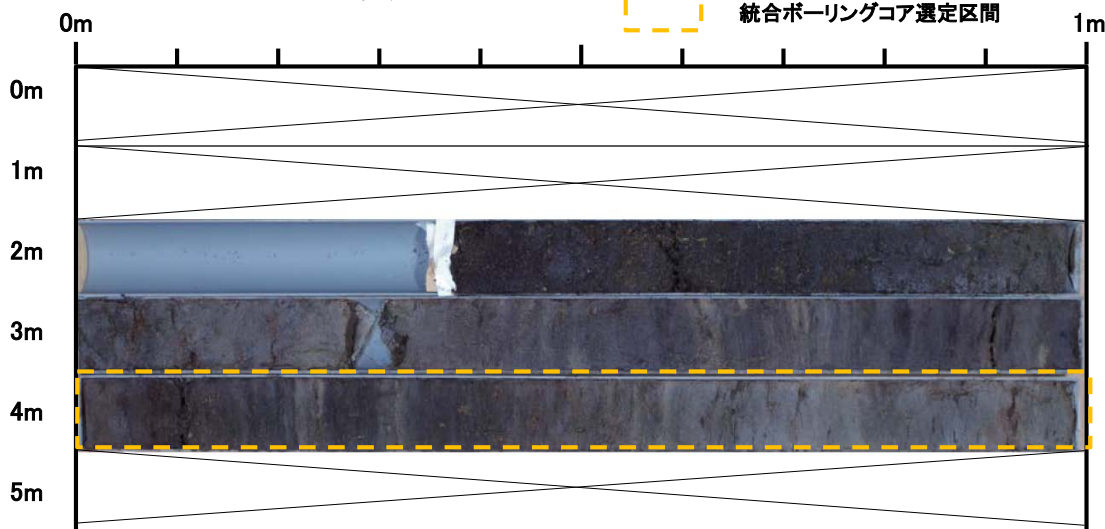
•OK1-3孔※1では、深度1.76m～2.55m、4.78m～5.05mに細粒層（腐植土層及び有機質シルト層）の一部を確認しているが、イベント堆積物は認められない。

※1 OK1-3孔は、OK1-1孔及びOK1-2孔のコア欠損区間(深度1.92m～2.28m、4.37m～4.79m)のコアを採取するため掘削した。



3-1. OK1地点(10/10): 柱状図及びボーリングコア写真(OK1-4孔) 柱状図

ボーリングコア写真



• OK1-4孔※1では、深度2.39m～5.00mに細粒層(腐植土層及び有機質シルト層)の一部を確認しているが、イベント堆積物は認められない。

※1 OK1-4孔は、OK1-1孔～OK1-3孔のコア欠損区間(深度4.37m～4.78m)のコアを採取するため掘削した。

(余白)



# 目次

1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について

## 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル



日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源設定に関わり，地方自治体による波源モデル等について情報を整理し，それらの津波による敷地への影響について検討した。

## 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル（1／10）



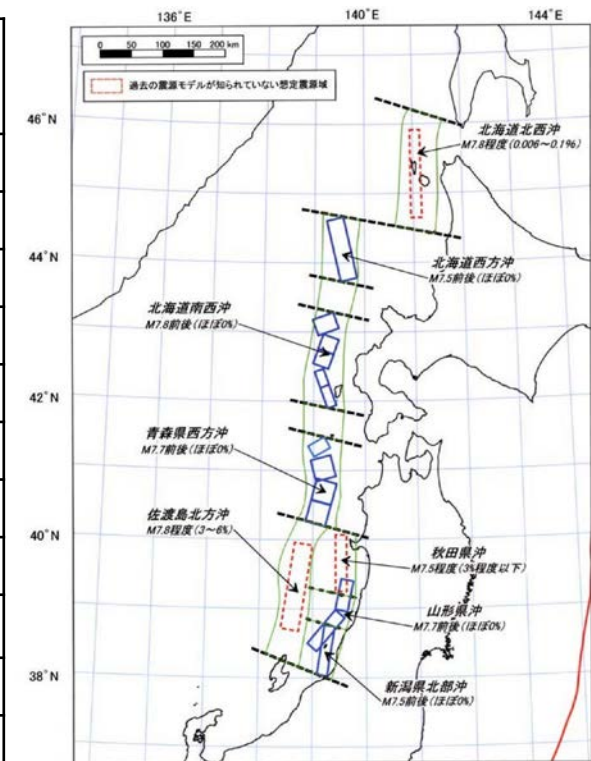
第627回審査会合

資料1-2 P. 53再掲

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源設定に関わり、地方自治体による波源モデル等について情報を整理した。
  - ✓ 日本海東縁部における既往最大の地震は、1993年北海道南西沖地震（断層長さ131km, Mw7.84）である。
  - ✓ 既往最大規模相当を想定した自治体は、北海道・青森県。
  - ✓ 既往最大を上回る地震規模を想定した自治体は、秋田県・山形県・新潟県・石川県・福井県・鳥取県・島根県である。
  - ✓ 最も地震規模が大きいモデルは、秋田県の断層長さ350km, Mw8.69である。

地方自治体の想定地震

自治体名	最大規模の地震		想定位置
	断層長さ	マグニチュード	
北海道（2013）（5）	—	(M7.8)	北海道南西沖など
青森県（2015）（6）	—	Mw7.9	青森県西方沖
秋田県（2013）（7）	350km	Mw8.69	青森県西方沖～佐渡島北方沖
山形県（2012）（8）	—	マグニチュード8.5	佐渡島北方沖
新潟県（2016）（9）	—	Mw8.09	秋田県沖～新潟県北部沖
富山県（2012）（10）	—	—	—
石川県（2012）（11）	167km	Mw7.99	佐渡島北方沖
福井県（2012）（12）	167km	Mw7.99	佐渡島北方沖
鳥取県（2012）（13）	222km	Mw8.16	佐渡島北方沖
島根県（2012）（14）	223km	Mw8.01	佐渡島北方沖
山口県（2015）（15）	—	—	—
（参考） 既往最大の地震	131km	Mw7.84	1993年北海道南西沖地震



地震調査研究推進本部（2003）（4）  
想定地震の震源域・規模

# 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (2 / 10)



## 北海道 (2013) (5)

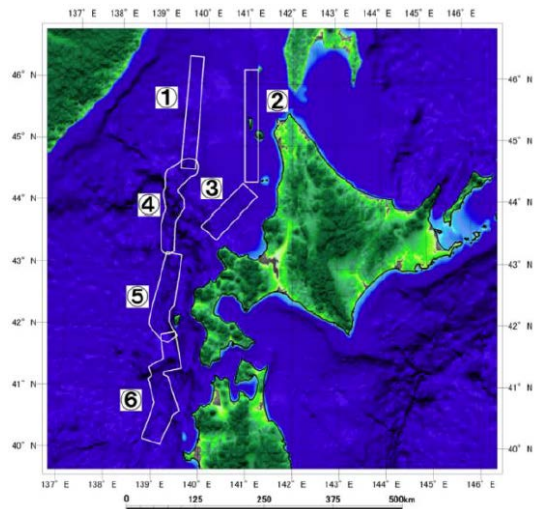
第627回審査会合  
資料1-2 P.54再掲

- 地震調査研究推進本部 (2003) (4) 等を活用して最大M7.8の地震を想定している。

想定地震一覧

地震モデル	位置づけ	
①北海道北西沖の地震(沖側)	地震空白域で今後発生する危険性のあるモデル	M7.8
②北海道北西沖の地震(沿岸側)	地震空白域で今後発生する危険性のあるモデル	M7.8
③留萌沖の地震	地震空白域で今後発生する危険性のあるモデル	M7.4
④神威岬沖の地震	既往の地震津波を再現するモデルおよび地震空白域で今後発生する危険性のあるモデル	M7.5
⑤北海道南西沖地震	既往の地震津波を再現するモデル	M7.8
⑥青森県西方沖の地震	既往の地震津波を再現するモデルおよび地震空白域で今後発生する危険性のあるモデル	M7.7

北海道(2013) (5) に一部加筆



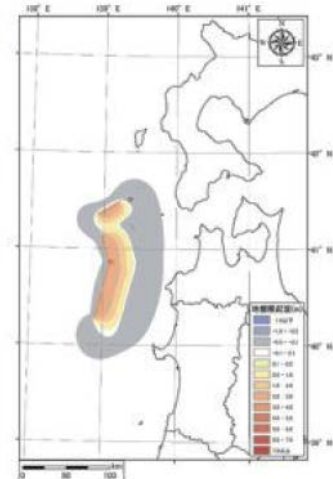
想定地震位置図 北海道(2013) (5)

## 青森県 (2015) (6)

- 地震調査研究推進本部 (2003) (4) が示す青森県西方沖にMw7.9の地震を想定している。



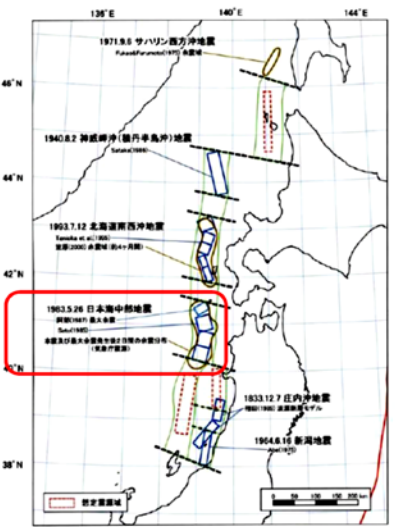
震源域



地盤変動量

■ 青森県想定  
青森県西方沖Mw=7.9

想定モデル 青森県(2015) (6)



想定波源域 青森県(2015) (6)



## 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (3 / 10)



第627回審査会合  
資料1-2 P.55再掲

### 秋田県 (2013) (7)

- 単独地震として3領域を設定した上で、さらに連動地震として3領域同時破壊を想定した断層長さ350km, Mw8.69の地震を想定している。

秋田県の波源モデルのパラメータ

区分	ID	震源、想定地震	関連震源	想定した地震規模		傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	断層モデル 上端深さ Hs (km)	断層 モデル長さ Lsander (km)	断層 モデル幅 Wmodel (km)	断層 モデル面積 Smodel (km <sup>2</sup> )	断層モデル 下端深さ Hd (km)	地震モーメント M <sub>0</sub> (Nm)	モーメント 係数 Mw	平均 すべり量 Dmodel (m)	備考	
				断層長さL (km)	Mw												
単独地震	1	海域A	日本海中部	130	7.9	東傾斜	35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0	
	2	海域B	佐渡島北方沖、秋田県沖、山形県沖	140	7.9	東傾斜	35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2	小断層を2km×2kmでモデル化
	3	海域C	新潟県北部沖、山形県沖	80	7.5	西傾斜	55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9	
連動地震	4	海域A+海域B	新潟県北部沖、山形県沖	270	8.5	東傾斜	20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3	
	5	海域B+海域C	佐渡島北方沖、秋田県沖、山形県沖	220	8.3	東傾斜	20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1	小断層を5km×5kmでモデル化
	6	海域A+海域B+海域C	新潟県北部沖、山形県沖	350	8.7	東傾斜	20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1	

秋田県 (2013) (7) に一部加筆

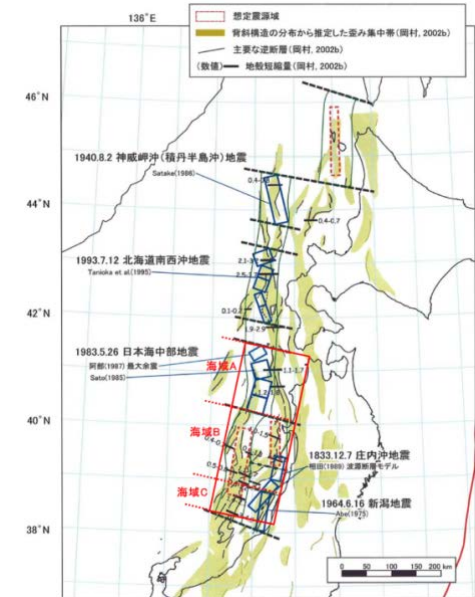
### 山形県 (2012) (8)

- 地震調査研究推進本部 (2003) (4) が示す佐渡島北方沖の空白域にマグニチュード8.5の地震を想定している。

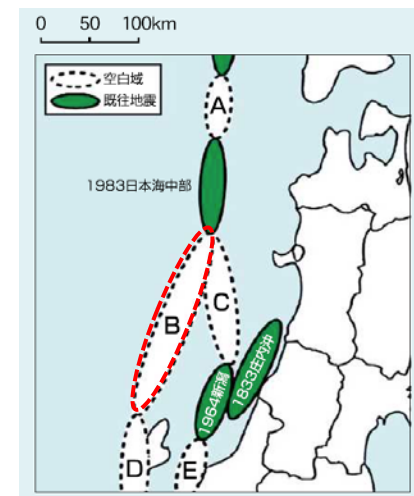
想定震源域および地震規模

想定震源域	想定地震規模
「長期評価佐渡島北方沖」の空白域 (下図「B」)	マグニチュード8.5
「長期評価秋田県沖」の空白域 (下図「C」)	マグニチュード8.0

山形県 (2012) (8) に一部加筆



波源モデル位置図 秋田県 (2013) (7)



波源位置図 山形県 (2012) (8) に一部加筆

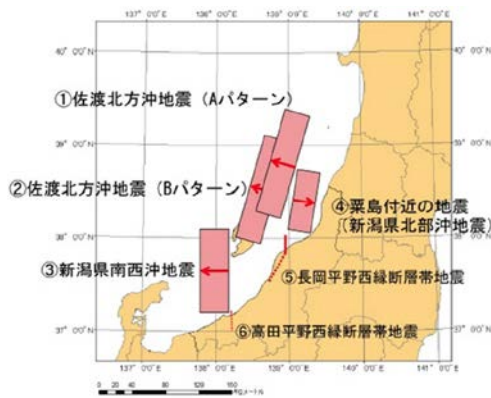
# 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (4 / 10)



第627回審査会合  
資料1-2 P.56再掲

## 新潟県 (2016) (9)

- 地震調査研究推進本部(2003) (4) を参照し、佐渡島北方沖地震として最大Mw7.80を設定し、さらに3連動地震として Mw8.09の地震を想定している。



- ①佐渡北方沖地震(Aパターン) Mw 7.80
- ②佐渡北方沖地震(Bパターン) Mw 7.80
- ③新潟県南西沖地震 Mw 7.75
- ④新潟県北部沖地震 (粟島付近の地震) Mw 7.56
- ⑤長岡平野西縁断層帯地震 (弥彦-角田断層) Mw 7.63
- ⑥高田平野西縁断層帯地震 Mw 7.10

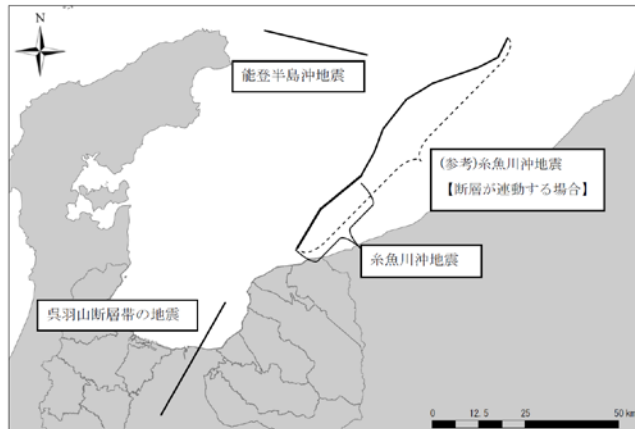
- ⑦連動発生地震 (同時) (秋田、山形、新潟県北部沖) Mw 8.09
- ⑧連動発生地震 (時間差) (秋田、山形、新潟県北部沖)

新潟県(2016) (9) に一部加筆

新潟県(2016) (9) に一部加筆

## 富山県 (2012) (10)

- 海域活断層による津波のみ想定しており、日本海東縁部の地震による津波は想定していない。



想定地震位置図 富山県 (2012) (10)

想定地震パラメータ

名称	規模 (M)	原点	走向 (度)	傾斜角 (度)	滑り角 (度)	断層上端 深さ (km)	長さ (km)	幅 (km)	滑り量 (m)
奥羽山断層帯の地震	7.4	北緯 36.872° 東経 137.343°	210	45	90	0.1	35	22	2.9m (実測値)
糸魚川沖地震	7.2	北緯 37.002° 東経 137.556°	約 41 度 (平均走向)	30	90	0.1	28	44	2.2m (標準算式)
能登半島沖地震	7.2	北緯 37.531° 東経 137.463°	約 103 度 (平均走向)	30	90	0.1	28	44	2.2m (標準算式)
(参考) 糸魚川沖地震 【断層が運動する場合】	8.0	北緯 37.002° 東経 137.556°	約 58 度 (平均走向)	30	90	0.1	84	44	6.6m (標準算式)
(参考) 奥羽山断層帯 の地震 【滑り量標準算式】	7.4	北緯 36.872° 東経 137.343°	210	45	90	0.1	35	22	1.4m (標準算式)

注1: 滑り量の「標準算式」は、地震調査研究推進本部等で使用されている方法で、地震のモーメント (規模) と断層面積から求めるものである。

注2: 奥羽山断層帯の滑り量の「実測値」は、平成7、8年度に実施した富山県の活断層調査結果より設定した。

富山県 (2012) (10)

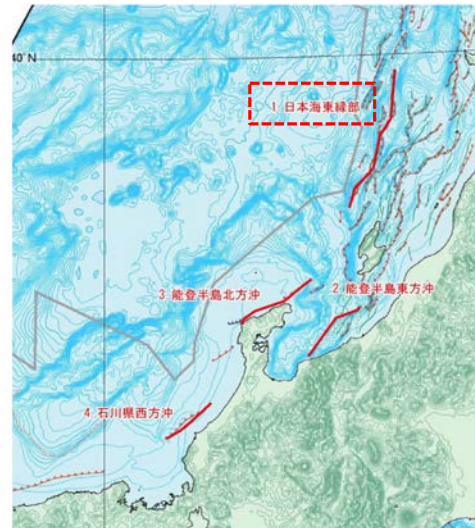
## 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (5 / 10)



### 石川県 (2012) (11)

第627回審査会合  
資料1-2 P.57再掲

- 徳山ほか (2001) (16) 「日本周辺海域の第四紀地質構造図」が示す活断層を基に、Mw7.99の地震を想定している。



想定地震パラメータ

断層名		1 日本海東縁部	2 能登半島東方沖	3 能登半島北方沖	4 石川県西方沖
想定マグニチュード	M <sub>w</sub>	7.99	7.58	7.66	7.44
気象庁マグニチュード	M <sub>J</sub>	8.54	8.03	8.13	7.85
断層長 (km)	L	167	82	95	65
幅 (km)	W	17.32	17.32	17.32	17.32
地震モーメント (N・m)	M <sub>0</sub>	1.22E+21	2.95E+20	3.89E+20	1.82E+20
すべり量 (m)	D	12.01	5.94	6.76	4.62
上縁深さ (km)	d	0	0	0	0
傾斜角	δ	60	60	60	60
すべり角	λ	90	90	90	90

石川県 (2012) (11) に一部加筆

想定地震位置図 石川県 (2012) (11) に一部加筆

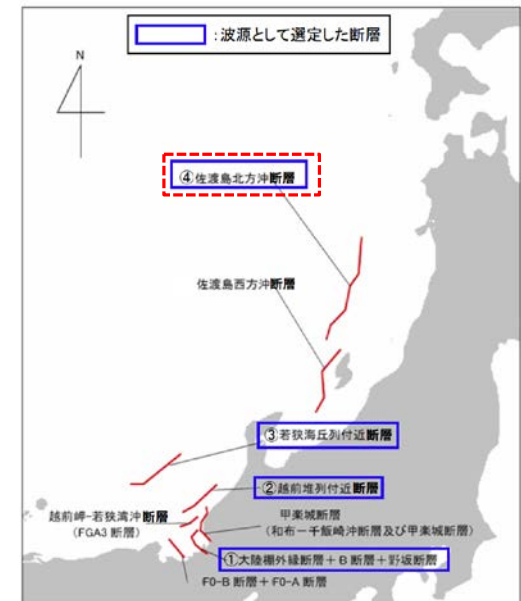
### 福井県 (2012) (12)

- 徳山ほか (2001) (16) 「日本周辺海域の第四紀地質構造図」が示す活断層を基に、Mw7.99の地震を想定している。

想定地震パラメータ

選定波源	マグニチュード Mw	地震により隆起する地盤	
		すべり量	長さ、幅
①野坂,B 及び大陸棚外縁断層	7.28	3.73m	長さ 49 km 幅 17.32 km
②越前堆列付近断層	7.44	4.62m	長さ 65 km 幅 17.32 km
③若狭海丘列付近断層	7.63	6.43m	長さ 90 km 幅 17.32 km
④佐渡島北方沖断層	7.99	12.01m	長さ 167 km 幅 17.32 km

福井県 (2012) (12) に一部加筆



想定地震位置図 福井県 (2012) (12) に一部加筆



# 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (6/10)

第627回審査会合  
資料1-2 P. 58再掲



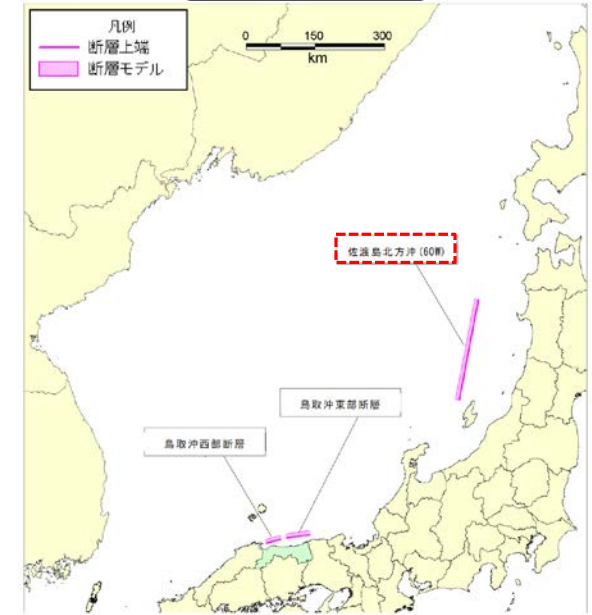
## 鳥取県 (2012) (13)

- 地震調査研究推進本部(2003) (4) を参照し、佐渡島北方沖の領域に最大 Mw8.16の地震を想定している。

想定地震パラメータ

想定断層	Mw	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり角 (度)	長さ(運動) (km)	幅 (km)	すべり量 (m)	
鳥取沖東部断層 (北上がり)	7.30	35.75	134.46	0	262	90	40	51.0	15.00	4.24	
鳥取沖東部断層 (南上がり)	7.30	35.69	133.89	0	82	90	40	51.0	15.00	4.24	
鳥取沖西部断層 (北上がり)	7.05	35.65	133.75	0	255	90	40	33.0	15.00	2.74	
鳥取沖西部断層 (南上がり)	7.05	35.58	133.39	0	75	90	40	33.0	15.00	2.74	
隠岐東方断層	7.38	36.55	134.03	0	78	60	90	58.2	17.32	4.19	
隠岐北西方の断層	7.77	36.40	132.67	0	11	60	90	31.0	17.32	8.23	
		36.68	132.74	0	334	60	90	35.9 (114)	17.32	8.23	
		36.97	132.57	0	4	60	90	46.8	17.32	8.23	
佐渡島北方沖 (パターン1)	E(東落ち)	7.85	38.95	138.41	0	20	45	90	131.1	21.21	7.71
		7.85	38.95	138.41	0	20	60	90	131.1	17.32	9.44
	W(西落ち)	7.85	40.06	138.93	0	200	45	90	131.1	21.21	7.71
		7.85	40.06	138.93	0	200	60	90	131.1	17.32	9.44
佐渡島北方沖 (パターン2)	E(東落ち)	8.16	38.36	138.15	0	12.9	45	90	222.2	21.21	13.06
		8.16	38.36	138.15	0	12.9	60	90	222.2	17.32	16.00
	W(西落ち)	8.16	40.31	138.73	0	193.3	45	90	222.2	21.21	13.06
		8.16	40.31	138.73	0	193.3	60	90	222.2	17.32	16.00

鳥取県(2012) (13) に一部加筆



想定地震位置図  
鳥取県(2012) (13) に一部加筆

## 島根県 (2012) (14)

- 地震調査研究推進本部(2003) (4) を参照し、佐渡島北方沖の領域に最大 Mw8.01の地震を想定している。

想定地震パラメータ

想定断層	M <sub>j</sub>	M <sub>0</sub> ※4	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり角 (度)	長さ (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
佐渡島北方沖の地震※2	7.85	7.85	38.9498	138.4131	0.0	20	60	90	131.1	17.3	9.4
【参考】佐渡島北方沖の地震 (M8.01) ※3	8.01	8.01	38.3584	138.1383	0.0	20	60	90	222.7	17.3	9.5
出雲市沖合の地震 (断層北傾斜)	7.5	6.9	35.5879	132.8784	3.0	267	45	90	38.4	17.0	3.2※1
出雲市沖合の地震 (断層南傾斜)	7.5	6.9	35.5690	132.4544	3.0	87	45	90	38.4	17.0	3.2※1
浜田市沖合の地震	7.3	6.8	35.1888	132.2491	3.0	232	45	90	27.0	17.0	2.4※1
隠岐北西沖の地震	7.4	6.9	36.9606	132.5336	3.0	154	45	-90	36.0	17.0	2.8※1

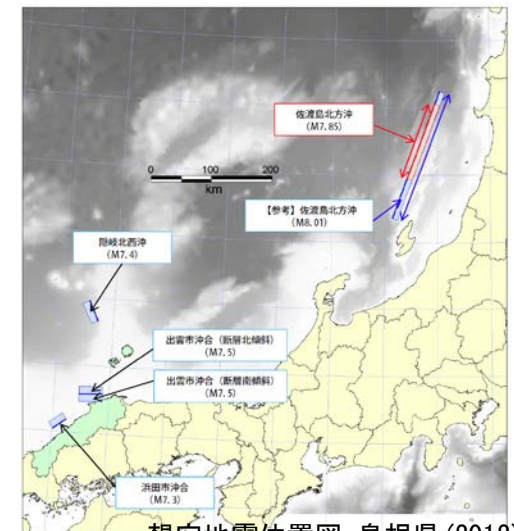
※1: すべり量は、Mから松田式により算出 (log D=0.6M-4.0)

※2: 中国電力想定モデル(2008)<sup>1)</sup>に基づき設定

※3: 佐渡北方沖の最大規模の地震として設定

※4: 津波震源としてのMw (武村式Mw=0.78+Mj+1.08により算出)

島根県 (2012) (14) に一部加筆



想定地震位置図 島根県(2012) (14)



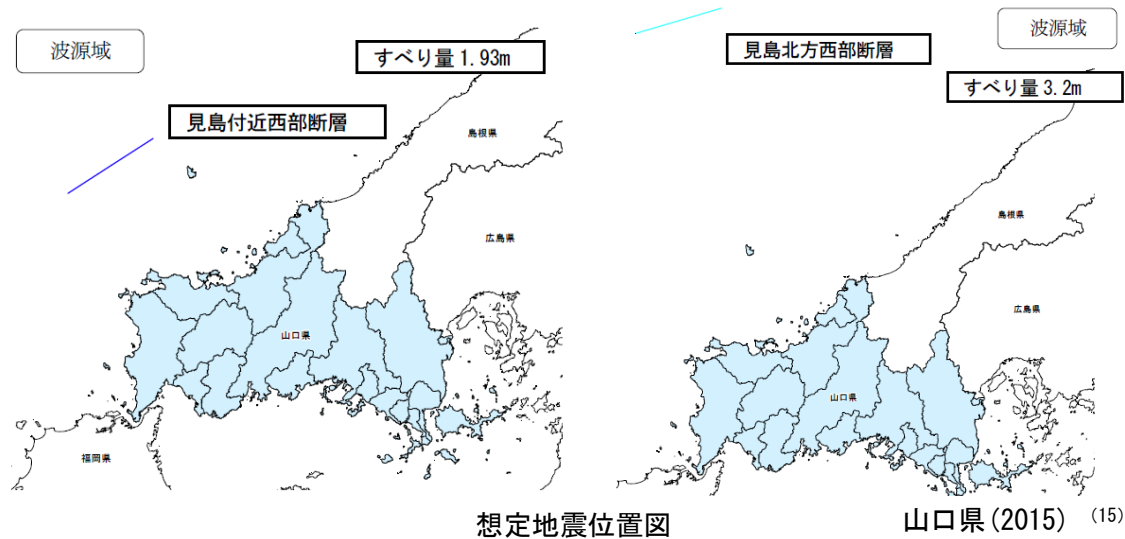
## 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル（7 / 10）



山口県 (2015) (15)

第627回審査会合  
資料1-2 P.59再掲

- 海域活断層による津波のみ想定しており，日本海東縁部の地震による津波は想定していない。



- ① 山口県独自モデル 見島付近西部断層
- ② 山口県独自モデル 見島北方沖西部断層

# 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (8 / 10)

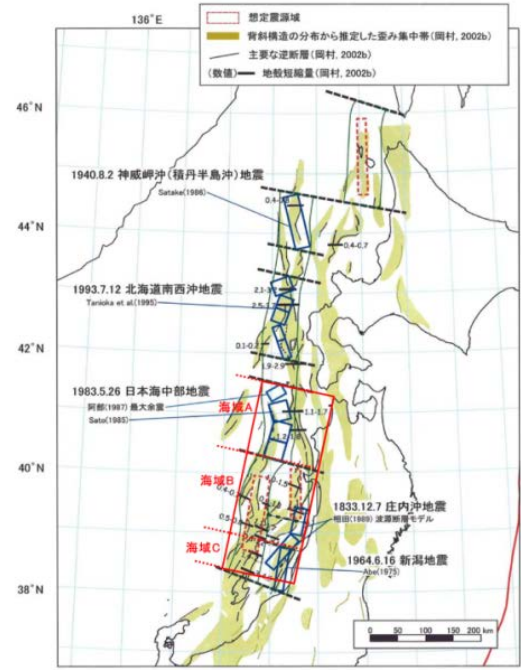


## 秋田県の波源モデルによる影響検討

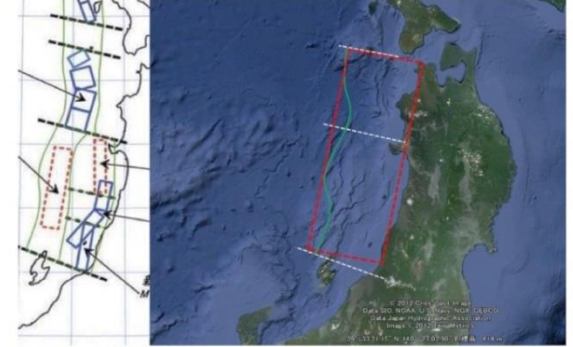
第627回審査会合  
資料1-2 P. 60再掲

- 日本海東縁部の地震に関する地方自治体の津波想定モデルのうち、津軽海峡前面海域を含み、既往最大規模に比べ大きい規模の波源を想定したものは秋田県の波源モデルである。
- 当該モデルを用いて数値シミュレーションを行い、敷地における津波水位を評価した。
- その結果、想定している日本海東縁部の地震による津波水位が、秋田県の波源モデルによる津波水位を上回ることを確認した。

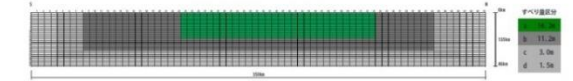
巨視的波源パラメータ	設定方法		
断層モデル座点	地中の上端における座標	38° 37' 36.8" N	
走向θ		138° 5' 14.9" E	
傾斜角δ		14°	
すべり角φ	東傾斜	20°	
断層	逆断層	90°	
断層モデル上端深さ		0 km	
断層モデル長さLmodel	海域A、海域B、海域Cの運動	350 km	
断層モデル幅Wmodel	W/L=0.38を調整し、5kmメッシュでモデル化	135 km	
断層モデル面積Smodel	Smodel=Lmodel×Wmodel	47,250 km <sup>2</sup>	
断層モデル断層積Msmodel		4.73E+14 (cm <sup>3</sup> )	B=122.6km
マグニチュードM	log5M=4.07	5.8	
断層率μ	3.50×10 <sup>-3</sup> dyne-cmと仮定	3.50E+11 dyne/cm <sup>2</sup>	
平均すべり量Dmodel	logDmodel=10 <sup>-0.2</sup> ×(μ/5) <sup>0.5</sup>	811 cm	
地震モーメントM0	M0=μ×D×S	1.34E+29 dyne-cm	
モーメントマグニチュードMw	Mw=(logM0-16.1)/1.5	8.69	



波源モデル位置図



【海域A+B+C、大すべり域(面積比20%)を断層中央から15km北側に配置】



### 秋田県の波源モデルによる最大水位変動量

波源	敷地における最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面における最大水位下降量
秋田県の波源モデル	2.27m	-2.22m
日本海東縁部に想定される地震	5.85m	-3.78m

### 秋田県の波源モデルのパラメータ

区分	ID	震源、想定地震	断層深さL(km)		傾斜角δ(°)	すべり角φ(°)	断層モデル上端深さHs(km)	断層モデル長さLmodel(km)	断層モデル幅Wmodel(km)	断層モデル面積Smodel(km <sup>2</sup> )	断層モデル下層深さHd(km)	地震モーメントM0(Nm)	モーメントマグニチュードMw	平均すべり量Dmodel(m)	備考	
			19°	21°												
単独地震	1	海域A	130	7.9	東傾斜	35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0	
	2	海域B	140	7.9	東傾斜	35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2	小断層を2km×2kmでモデル化
	3	海域C	80	7.5	西傾斜	55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9	
運動地震	4	海域A+海域B	270	8.5	東傾斜	20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3	
	5	海域B+海域C	220	8.3	東傾斜	20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1	小断層を5km×5kmでモデル化
	6	海域A+海域B+海域C	350	8.7	東傾斜	20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1	

□ : 対象波源モデル

### 秋田県の波源モデル

秋田県 (2013) (7) に一部加筆

# 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (9/10)



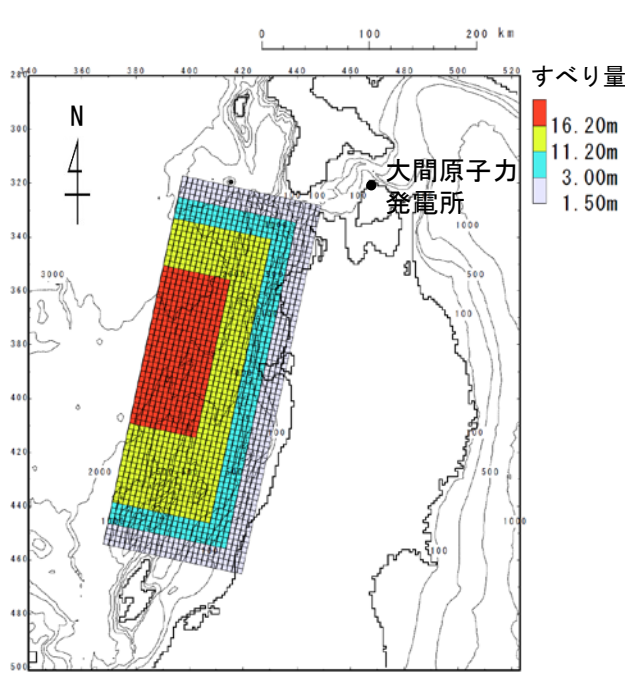
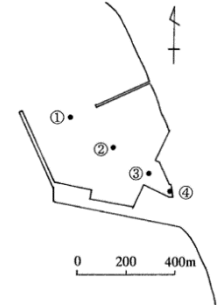
第627回審査会合  
資料1-2 P.61再掲

## 秋田県の波源モデルによる検討結果 (上昇側)

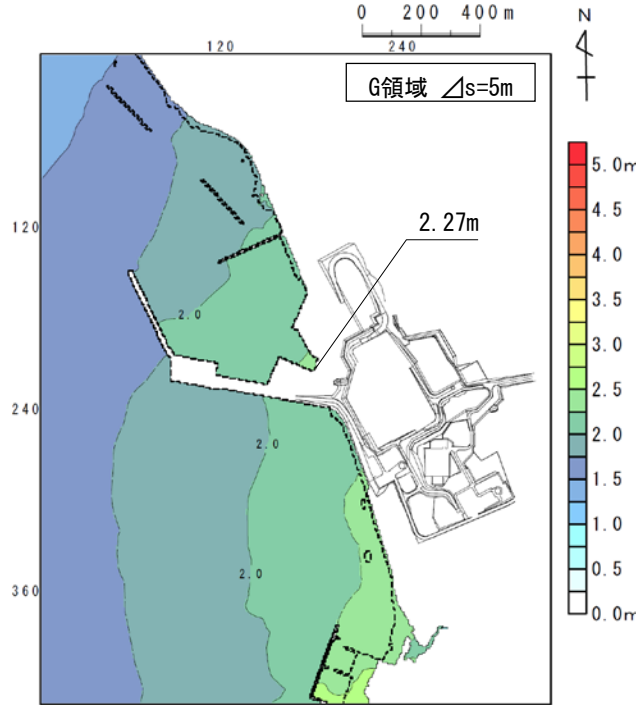
- 秋田県の波源モデルによる検討結果 (上昇側) は下表のとおりである。

秋田県の波源モデルによる最大水位上昇量

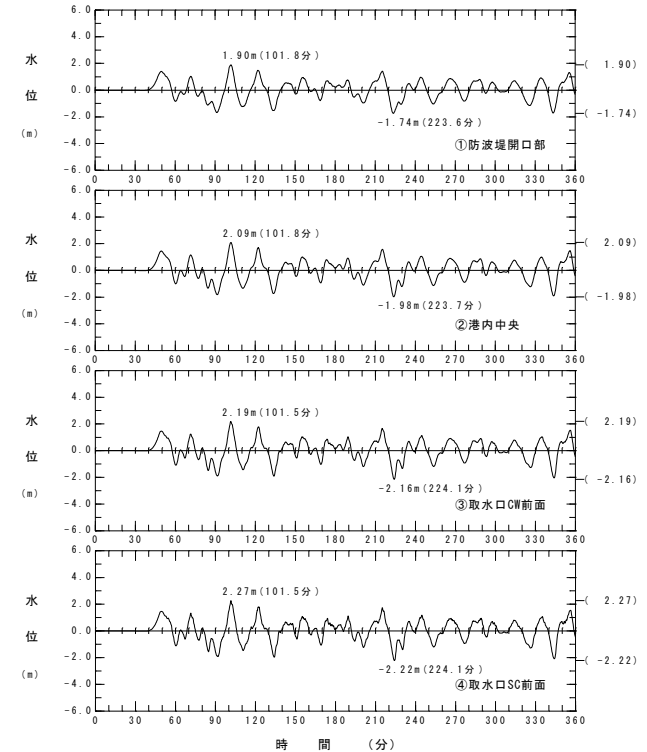
波源	敷地における最大水位上昇量
秋田県の波源モデル	2.27m



秋田県の波源モデル



最大水位上昇量分布



水位時刻歴波形

# 2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル (10/10)



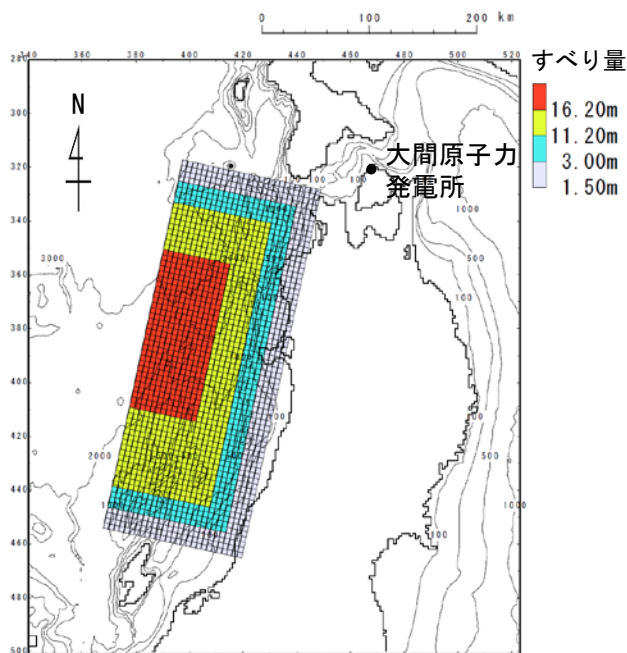
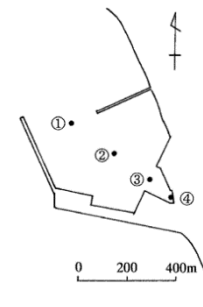
第627回審査会合  
資料1-2 P.62再掲

## 秋田県の波源モデルによる検討結果 (下降側)

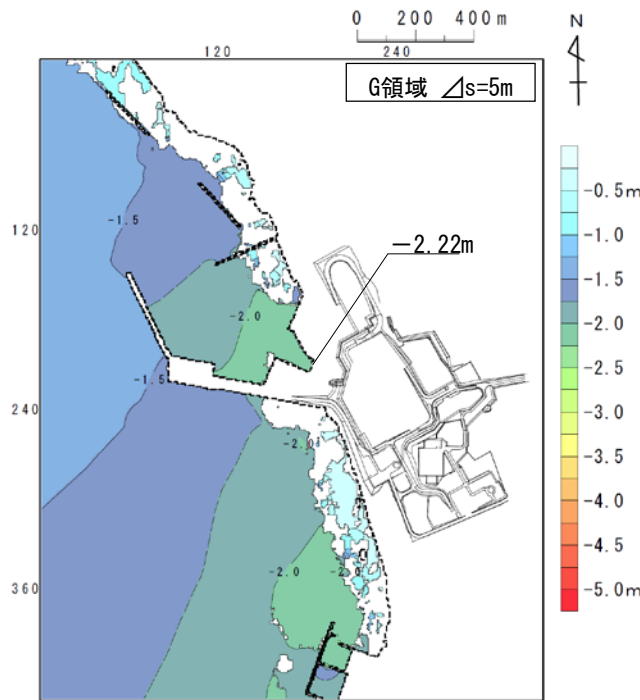
- 秋田県の波源モデルによる検討結果 (下降側) は下表のとおりである。

秋田県の波源モデルによる最大水位下降量

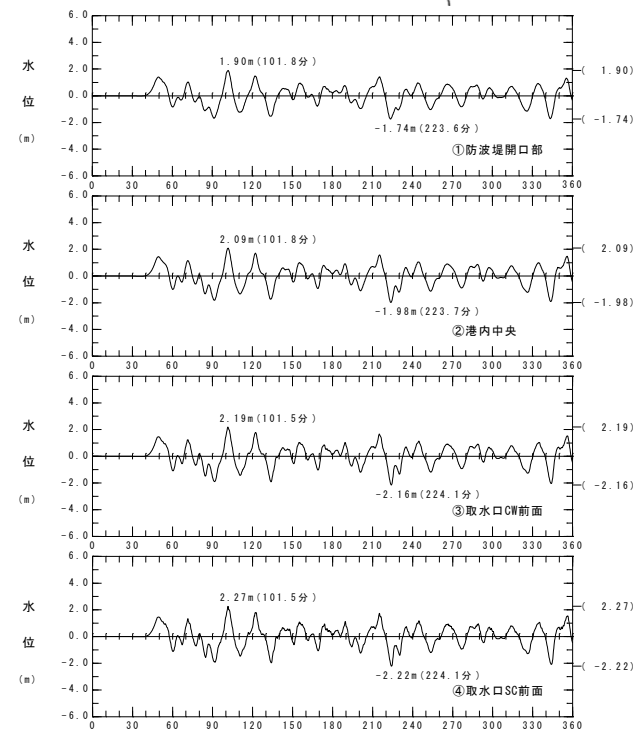
波源	取水口スクリーン室前面における最大水位下降量
秋田県の波源モデル	-2.22m



秋田県の波源モデル



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形



- 「3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見 (P. 91~P. 133)」 ,  
「4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (P. 134~P. 172)」は次回以降ご説明予定

(余白)

# 目次

1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について



## 5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討（1 / 5）



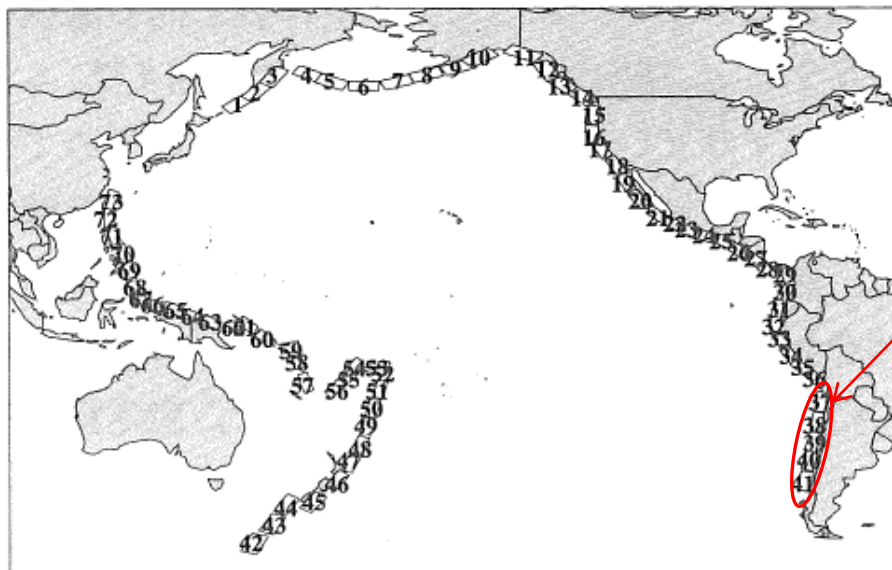
チリ沖の波源位置に関する敷地への津波の影響を把握するため、チリ沖に複数の波源モデルを設定して、チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討を実施した。



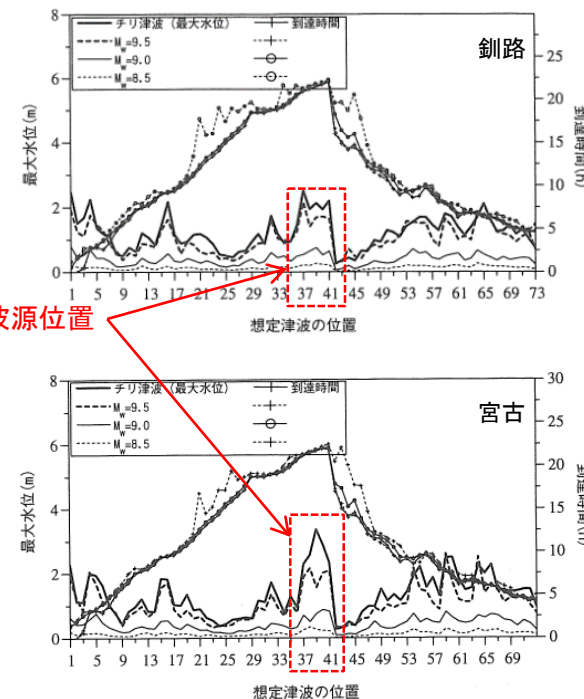
# 5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討 (2 / 5)



## チリ沖の波源位置に関する敷地への影響検討 : 既往研究



チリ沖の波源位置  
No. 37~41



日本沿岸部における遠地津波の到達時間と最大水位  
河田ほか (1998) <sup>(64)</sup> に一部加筆

河田ほか (1998) <sup>(64)</sup> によると環太平洋地震帯上に1960年チリ地震をベースとした想定津波モデルを配置※し、数値計算により到達時間・最大水位を評価した結果、北海道・東北地方 (釧路・宮古) ではチリからの津波が最も大きくなる傾向にあるとされている。

※ : 対象とするNo. 1~No. 73の地域で実際に大地震が発生するかは別にして、初期波形のみを想定して、それによるわが国沿岸部への影響を調べたとされている。

河田ほか (1998) <sup>(64)</sup> による

# 5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討 (3 / 5)



## チリ沖の波源位置に関する敷地への影響検討 : 波源モデル

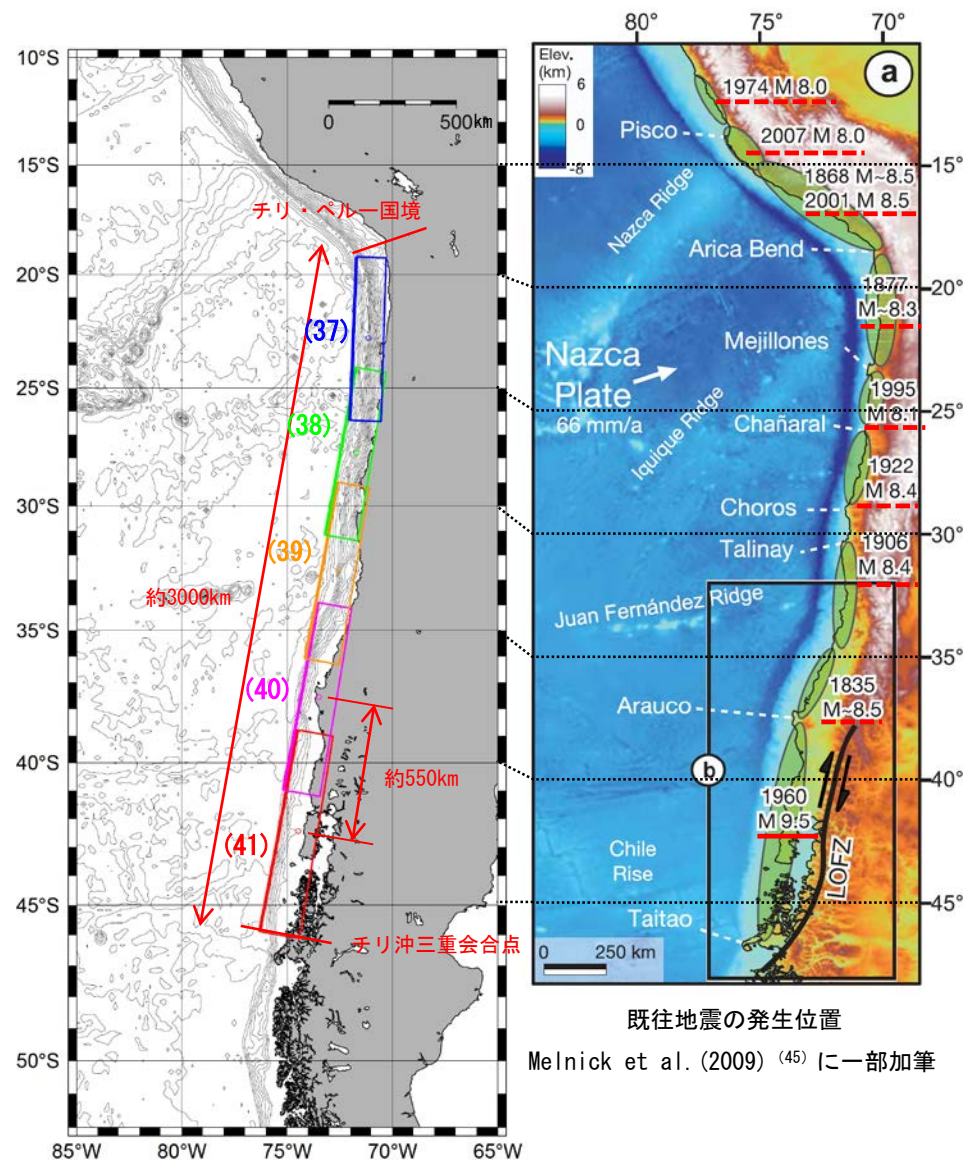
- チリ沖では、プレート境界約3000kmのうちM9.5規模の地震はその南端に位置する1960年チリ地震の発生域で発生している。
- チリ沖の約3000kmのプレート境界のうち、敷地へ及ぼす影響の大きな波源位置を確認するため、河田ほか(1998)<sup>(64)</sup>と同様の位置に波源モデルを設定して検討を実施した。

波源モデルのパラメータ

項目	諸元				
位置 (右図に対応)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)※1
モーメントマグニチュード $M_w$	9.4				
長さ $L$ (km)	800				
幅 $W$ (km)	150				
すべり量 $D$ (m)	28.8				
剛性率 $\mu$ ( $N/m^2$ )	$5.0 \times 10^{10}$				
地震モーメント $M_0$ ( $N \cdot m$ )	$1.73 \times 10^{23}$				
走向 $\theta$ ( $^\circ$ ) ※2	2	10			
上縁深さ $d$ (km)	1				
傾斜角 $\delta$ ( $^\circ$ )	10				
すべり角 $\lambda$ ( $^\circ$ )	90				
ライズタイム $\tau$ (s)	0				

※1: 基準波源モデルとして採用した1960年チリ地震津波の再現モデル (修正K&Cモデル)

※2: (37) のケースのみ海溝軸に合わせて走向を変化させた



既往地震の発生位置

Melnick et al. (2009)<sup>(45)</sup> に一部加筆

波源モデル位置

( ): 河田ほか (1998)<sup>(64)</sup> の波源位置

# 5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討 (4 / 5)

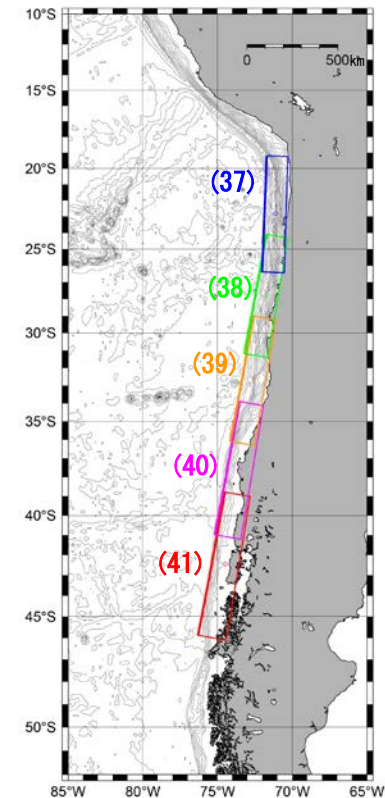
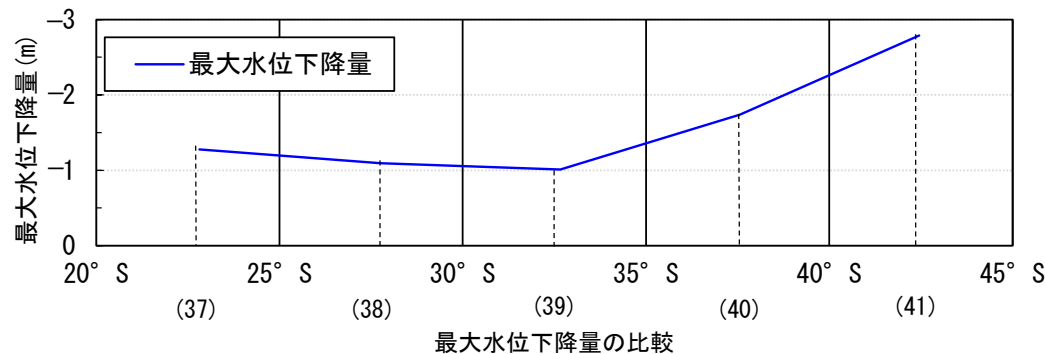
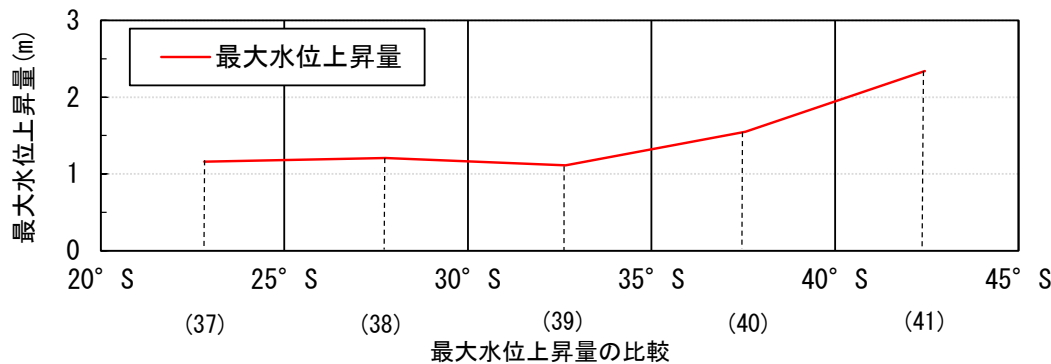


## 波源位置に関する影響検討：敷地における影響評価結果 (1 / 2)

- 敷地においては1960年チリ地震位置 (41) のケースが水位上昇量、水位下降量ともに最大となり、基準波源モデルの配置箇所である1960年チリ地震の発生位置に波源を設定する場合の影響が最も大きいことが確認された。
- よって、基準津波策定に係りチリ沖に想定される地震に伴う津波に関し実施した位置の検討範囲は妥当と考えられる。

敷地における最大水位変動量

波源位置	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)
最大水位上昇量 (m)	1.16	1.21	1.11	1.55	2.34
最大水位下降量 (m)	-1.28	-1.09	-1.01	-1.74	-2.79

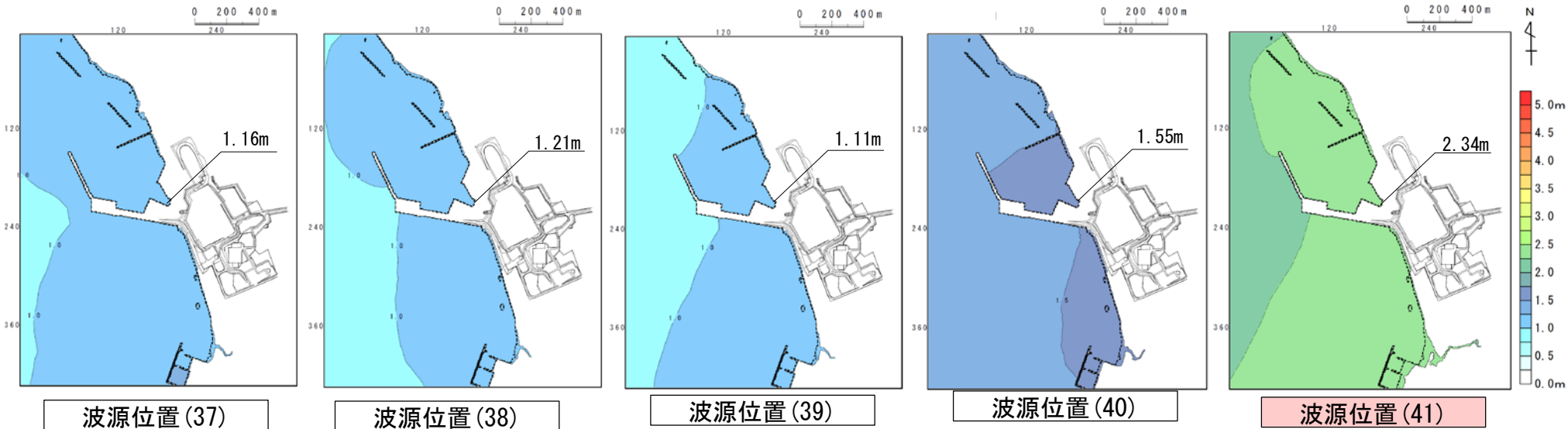


波源モデル位置 (修正K&CモデルMw=9.4)

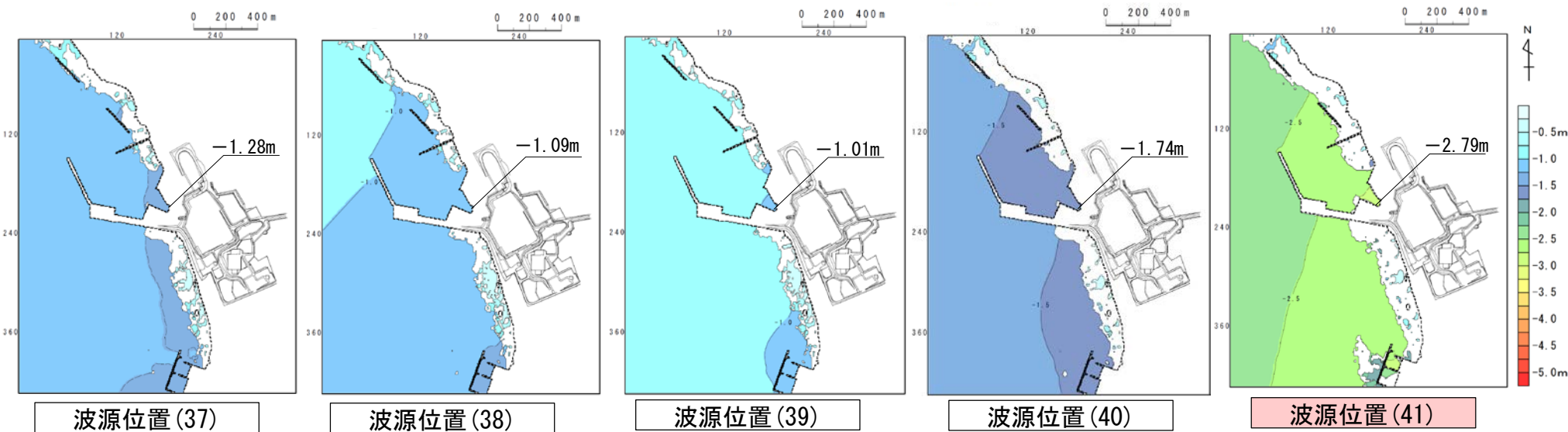
( ) : 河田ほか(1998) (64) の波源位置



## 波源位置に関する影響検討：敷地における影響評価結果 (2 / 2)



最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布

( ) : 河田ほか(1998) (64) の波源位置



# 目次

1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について



## 6-1. 地すべり地形分布図（1 / 15）

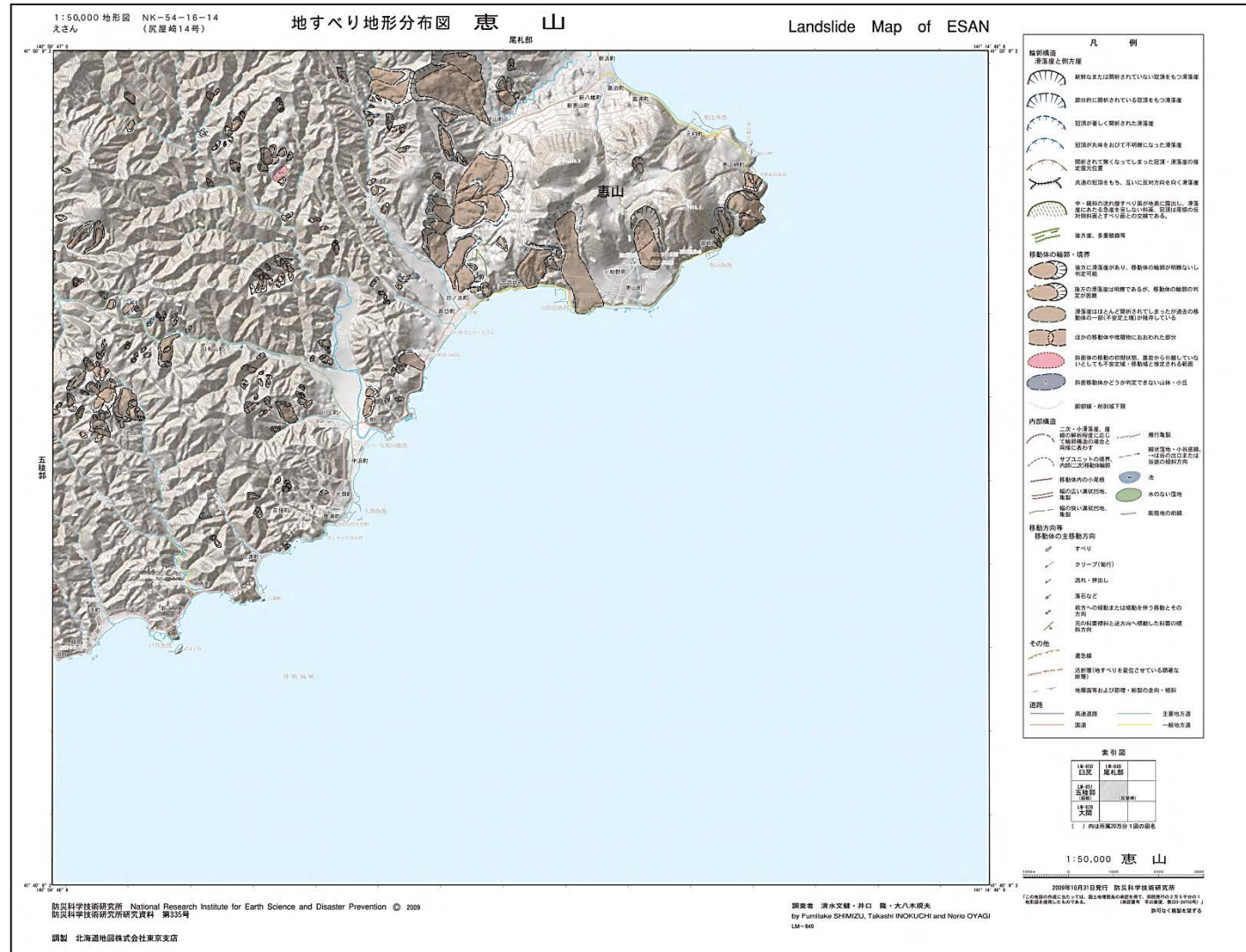
津軽海峡内を対象として，防災科学研究所による地すべり地形分布図を整理した。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (2 / 15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (1 / 14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・恵山)

江差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKOEN LM-852	臼尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUBE LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	木古内 KIKONAI LM-855	函館 HAKODATE LM-853	五稜郭 GORYOAKU LM-851	<b>恵山 ESAN LM-849</b>
大千軒岳 DAISENGENDOME LM-860	知内 SHIRIUCHI LM-856		大間 OMA (第42集刊行済)	
松前 MATSUMAE LM-861	渡島福島 OSHIMA- FUKUSHIMA LM-857	<b>【函館】</b>	佐井 SAI (第42集刊行済)	



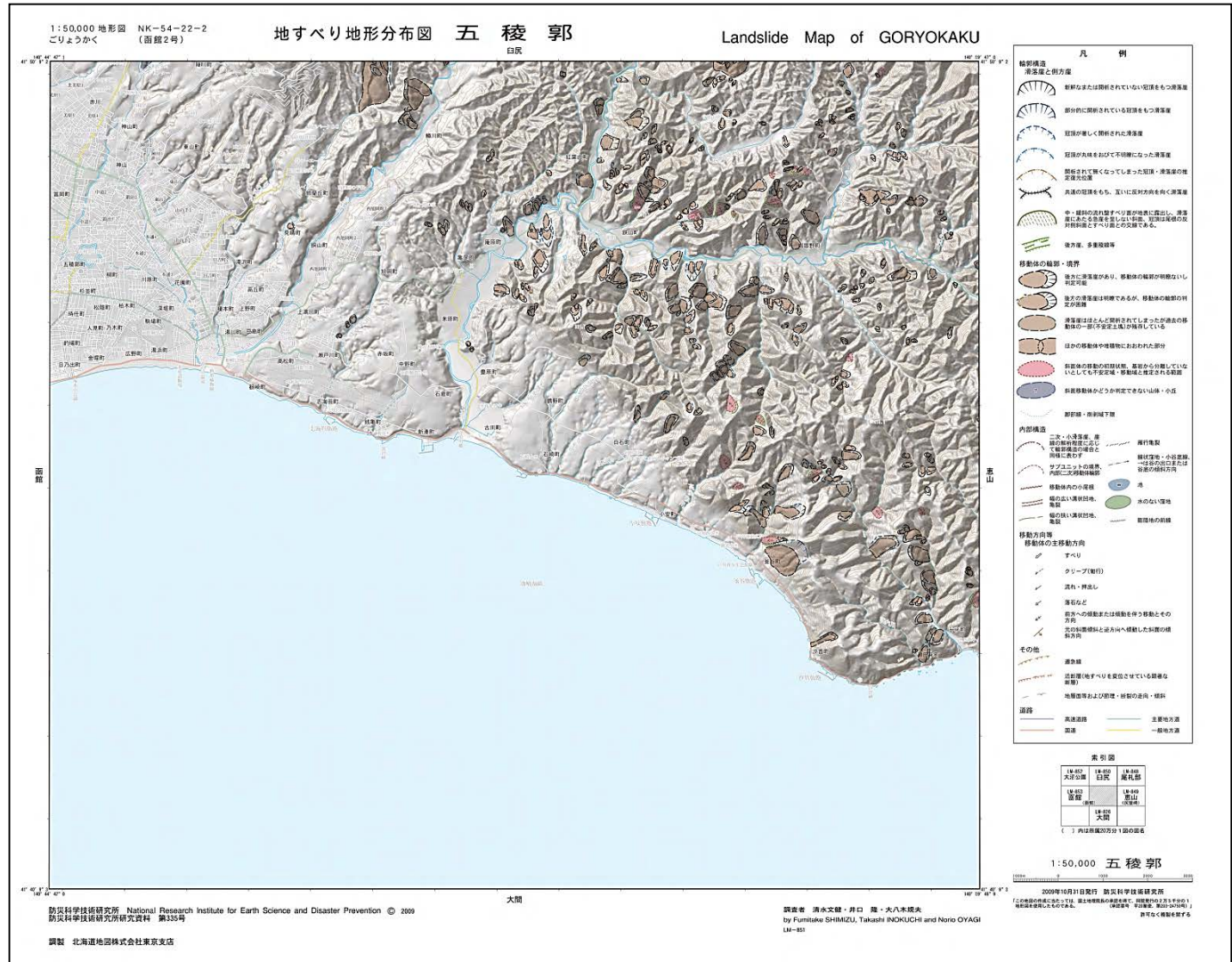
・ 恵山周辺の海沿いに大きな地すべり地形が複数ある。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (3 / 15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (2 / 14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・五稜郭)

江差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKOEN LM-852	臼尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUBI LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	木古内 KIKONAI LM-855	函館 HAKODATE LM-853	<b>五稜郭 GORYOKAKU LM-851</b>	恵山 ESAN LM-849
大千軒岳 DAISENKENDE LM-860	知内 SHIRIUCHI LM-856	大間 OMA (第42集刊行済)		
松前 MATSUMAE LM-861	渡島福島 OSHIMA- FUKUSHIMA LM-857	【函館】		佐井 SAI (第42集刊行済)



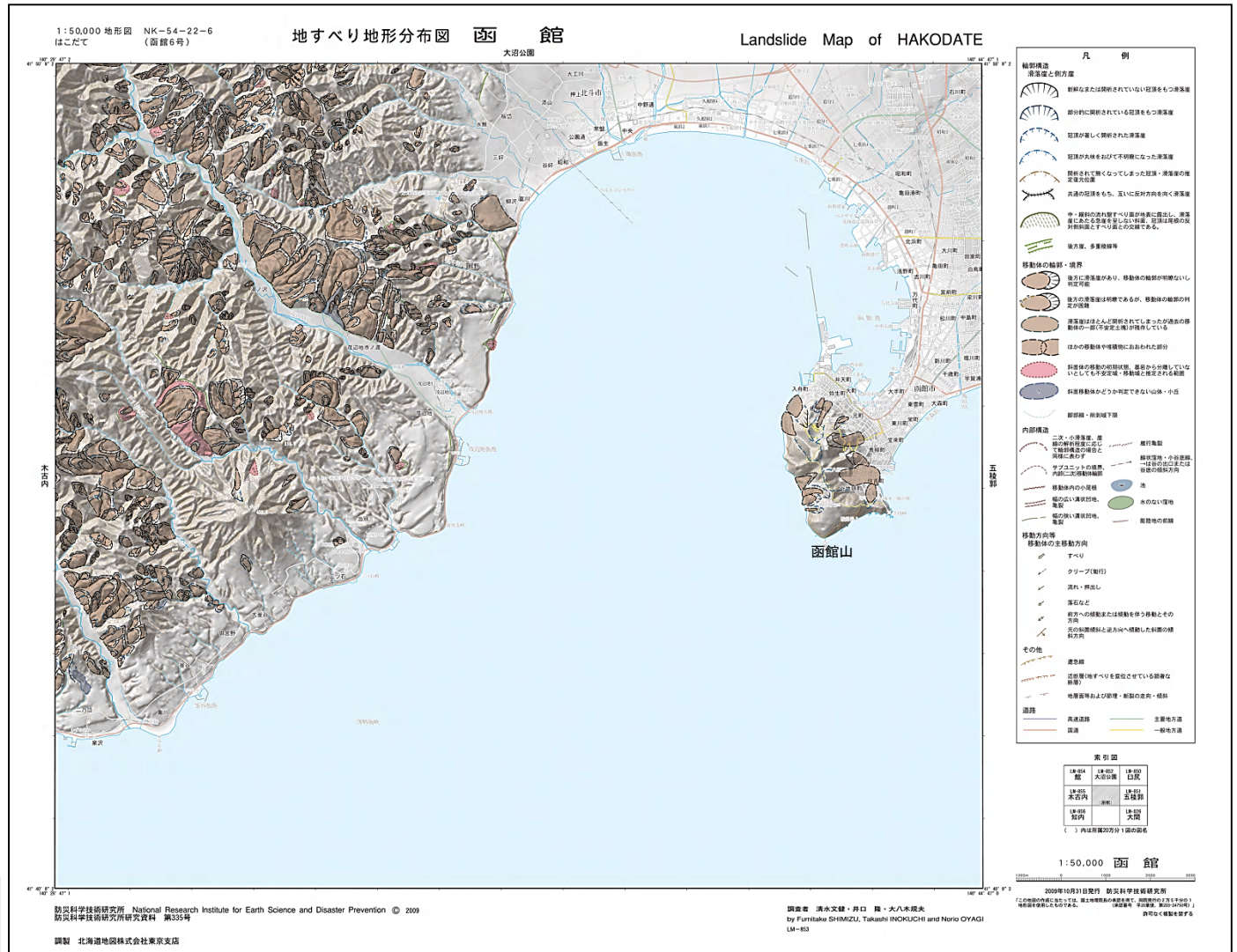
・海沿いに大きな地すべり地形はない。





## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (3/14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・函館)

江差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKEN LM-852	臼尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUBE LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	木古内 KIKONAI LM-855	<b>函館 HAKODATE LM-853</b>	五稜郭 GORIYOKAKU LM-851	恵山 ESAN LM-849
大千軒岳 DAISENENDOME LM-860	知内 SHIRIUCHI LM-856	<b>【函館】</b>	大間 OMA (第42集刊行済)	
松前 MATSUMAE LM-861	渡島福島 OSHIMA- FUKUSHIMA LM-857		佐井 SAI (第42集刊行済)	



・函館山の海沿いに大きな地すべり地形が複数ある。

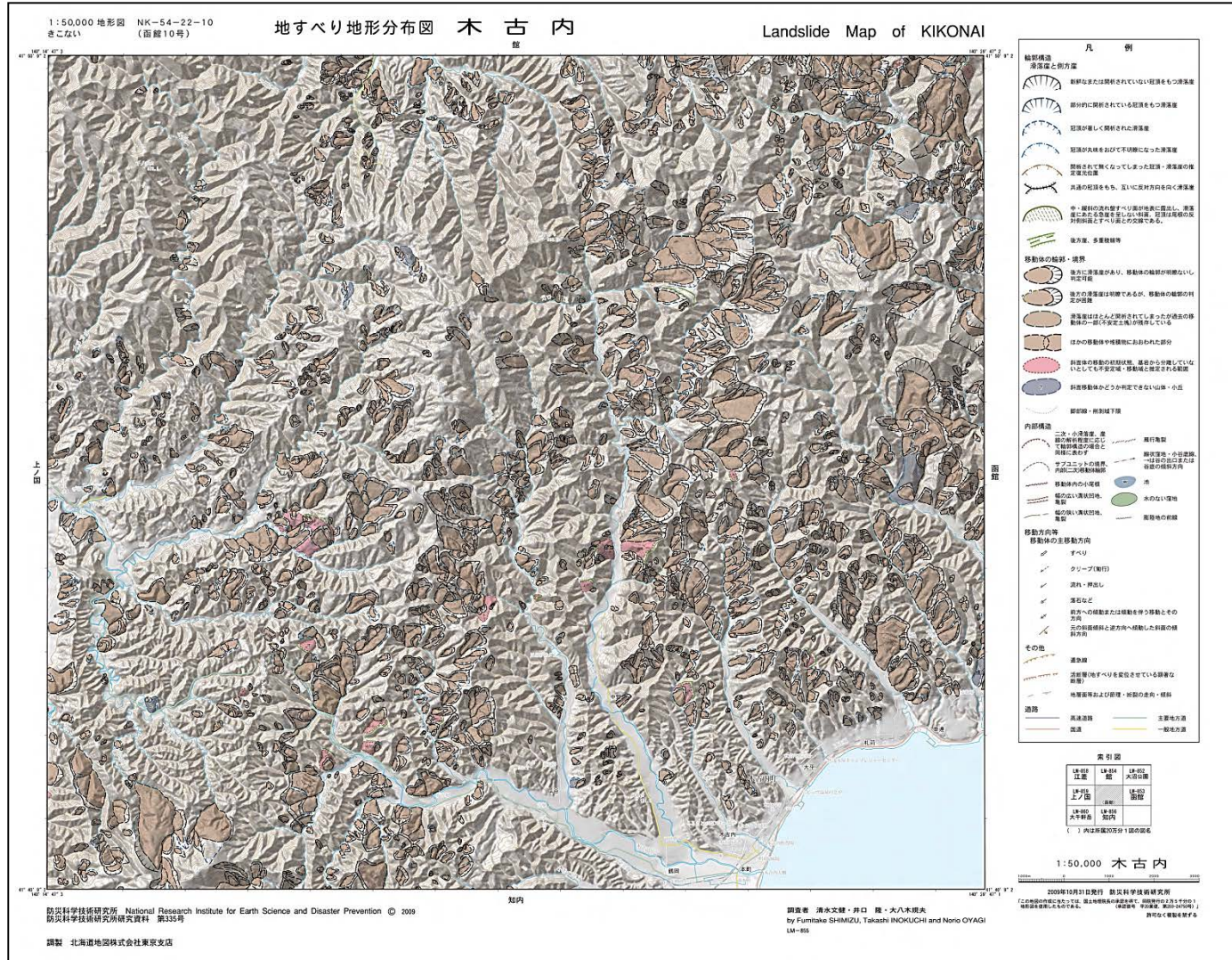




# 6-1. 地すべり地形分布図 (5/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (4/14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・木古内)

江差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKOEN LM-852	臼尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUBE LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	<b>木古内 KIKONAI LM-855</b>	函館 HAKODATE LM-853	五稜郭 GORIYOKAKU LM-851	恵山 ESAN LM-849
大千軒岳 DAISENKENDE LM-860	知内 SHIRIUCHI LM-856	【函館】	大間 OMA (第42集刊行済)	
松前 MATSUMAE LM-861	渡島福島 OSHIMA- FUKUSHIMA LM-857		佐井 SAI (第42集刊行済)	



・海沿いに大きな地すべり地形はない。

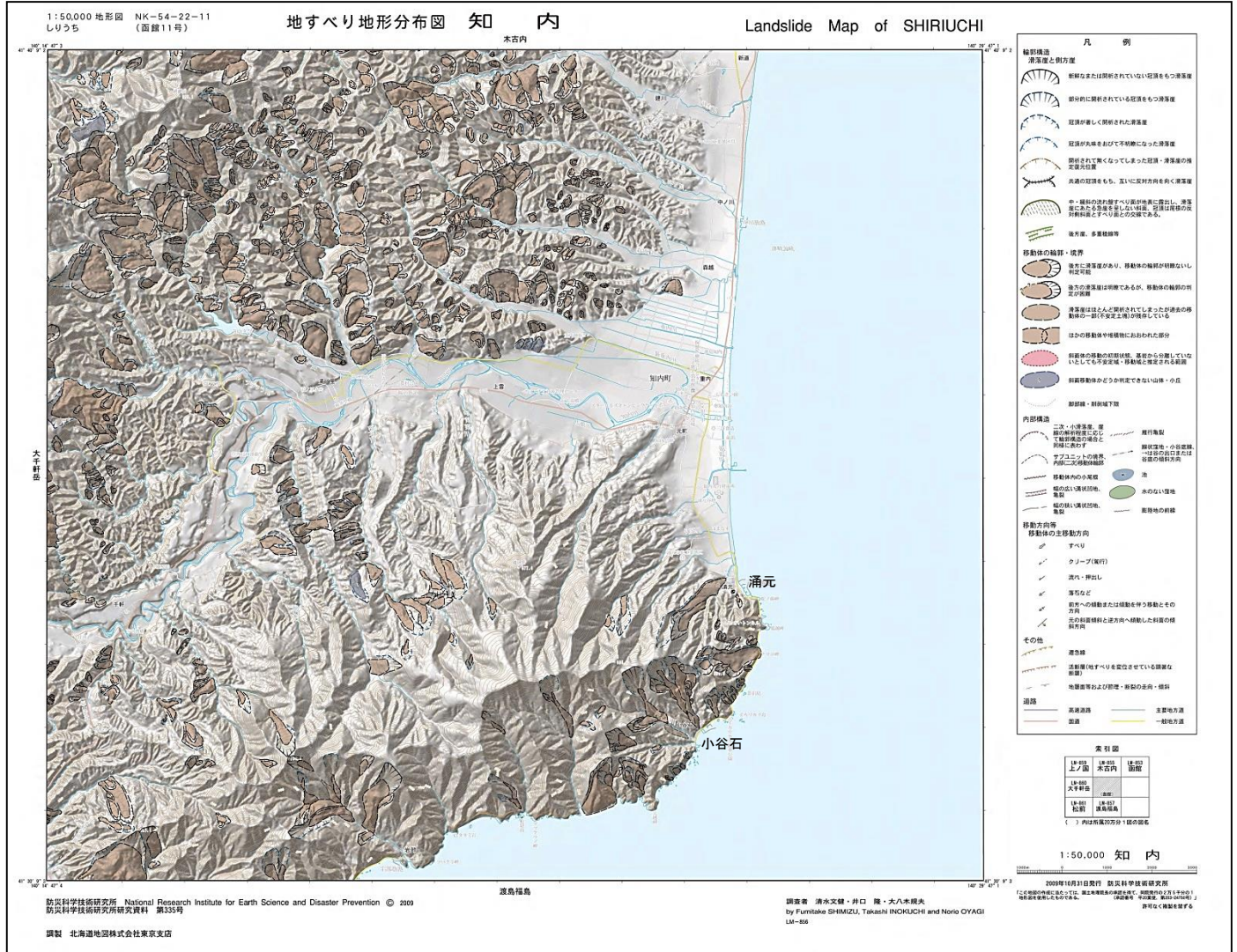




# 6-1. 地すべり地形分布図 (6 / 15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (5 / 14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・知内)

江 差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKOEN LM-852	臼 尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUBE LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	木古内 KIKONAI LM-855	函 館 HAKODATE LM-853	五稜郭 GORYOAKU LM-851	恵 山 ESAN LM-849
大千軒岳 DAISENENDOME LM-860	<b>知 内</b> SHIRIUCHI LM-856		大 間 OMA (第42集刊行済)	
松 前 MATSUMAE LM-861	渡島福島 OSHIMA- FUKUSHIMA LM-857	<b>【函館】</b>	佐 井 SAI (第42集刊行済)	



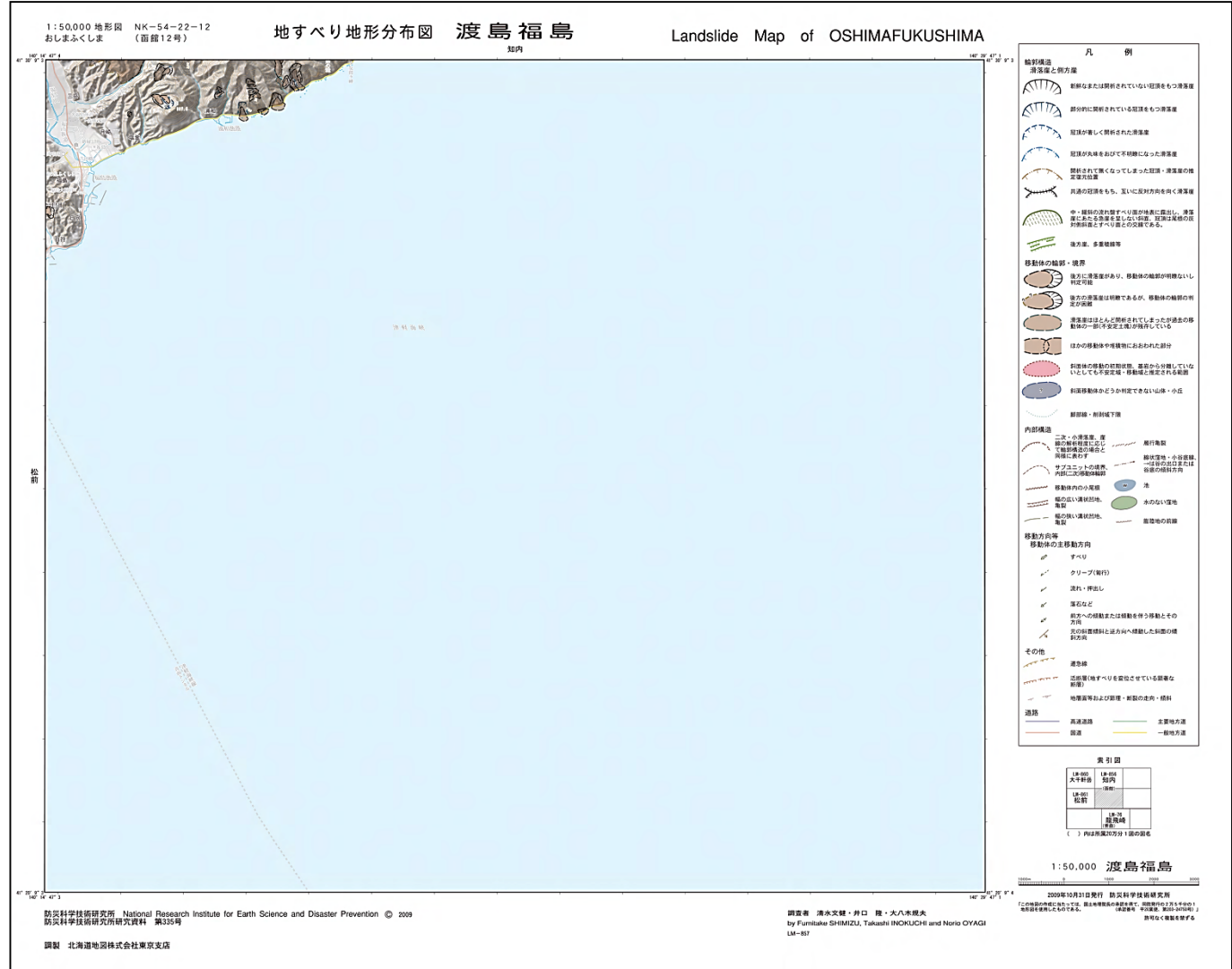
・ 涌元から小谷石周辺の海沿いに大きな地すべり地形が複数ある。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (7 / 15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (6 / 14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・渡島福島)

江 差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKOEN LM-852	臼 尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUJIBE LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	木古内 KIKONAI LM-855	函 館 HAKODATE LM-853	五稜郭 GORYOAKAKU LM-851	恵 山 ESAN LM-849
大千軒岳 DAISENGENDOME LM-860	知 内 SHIRIUCHI LM-856		大 間 OMA (第42集刊行済)	
松 前 MATSUMAE LM-861	<b>渡島福島</b> OSHIMAFUKUSHIMA LM-857	<b>【函館】</b>	佐 井 SAI (第42集刊行済)	



・海沿いに大きな地すべり地形はない。

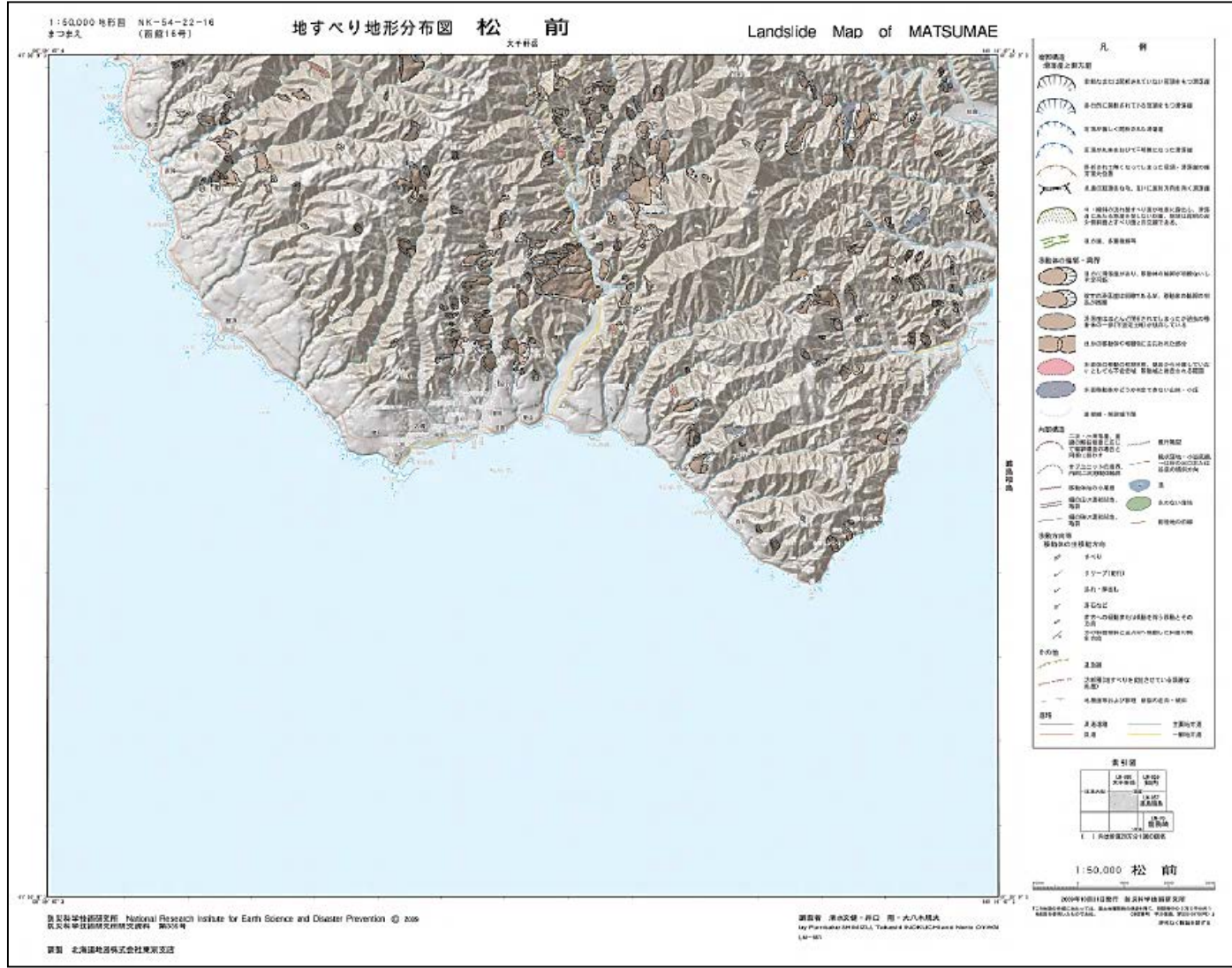




# 6-1. 地すべり地形分布図 (8/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (7/14) : 地すべり地形分布図 (北海道側・松前)

江 差 ESASHI LM-858	館 TATE LM-854	大沼公園 ONUMAKOEN LM-852	臼 尻 USUJIRI LM-850	尾札部 OSATSUBE LM-848
上ノ国 KAMINOKUNI LM-859	木古内 KIKONAI LM-855	函 館 HAKODATE LM-853	五稜郭 GORYOAKU LM-851	恵 山 ESAN LM-849
大千軒岳 DAISENENDAME LM-860	知 内 SHIRIUCHI LM-856	【函館】	大 間 OMA (第42集刊行済)	
松 前 MATSUMAE LM-861	渡島福島 OOSHIMA- FUKUSHIMA LM-857		佐 井 SAI (第42集刊行済)	



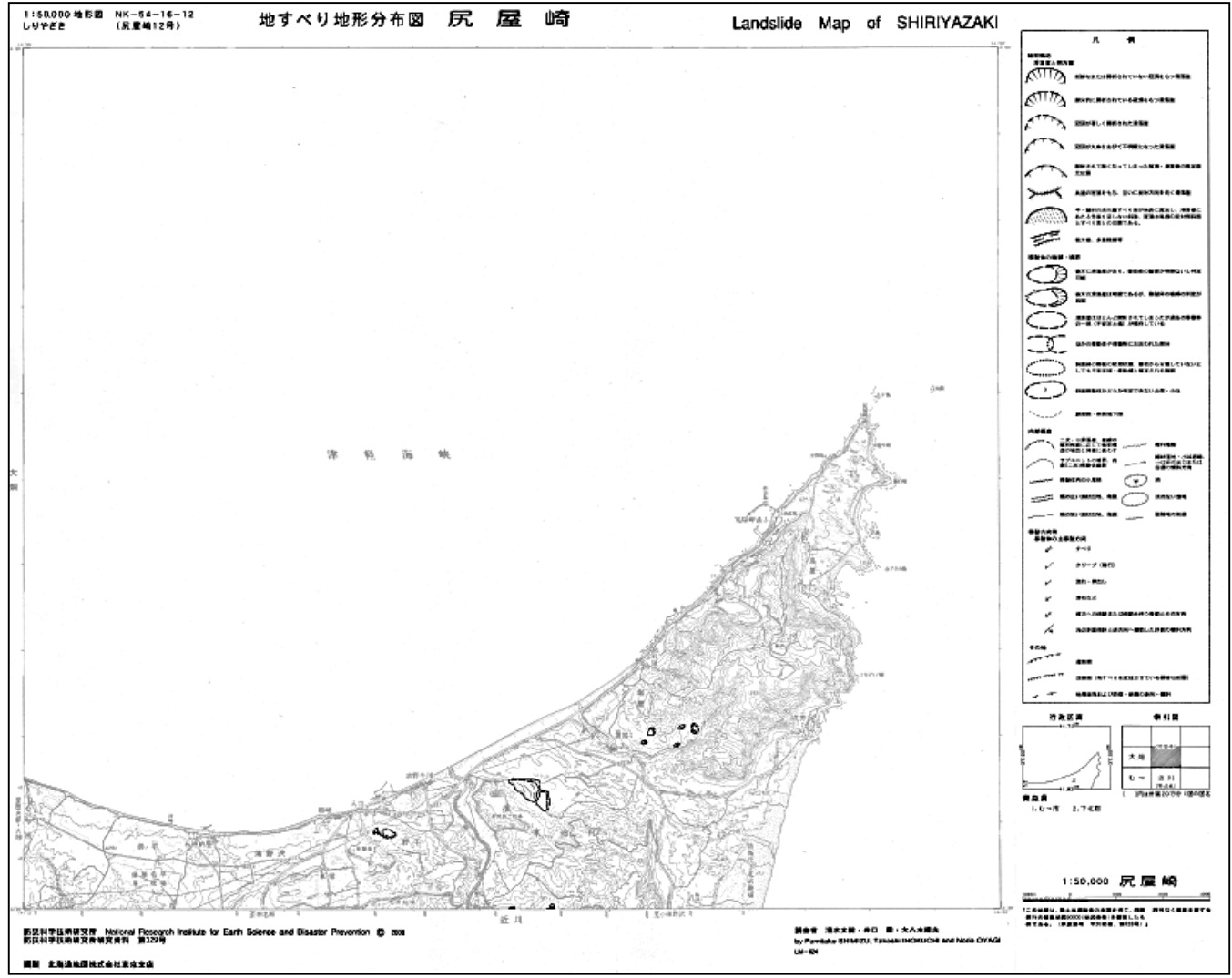
・海沿いに大きな地すべり地形はない。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (9/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (8/14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・尻屋崎)

【函館】	大間 OMA LM-826	【尻屋崎】		
	佐井 SAI LM-827	大畑 OHATA LM-825	尻屋崎 SHIRIYAZAKI LM-824	
【野辺地】	むつ MUTSU LM-832	近川 CHIKAGAWA LM-828	陸奥横浜 MUTSUYOKOHAMA LM-829	
	野辺地 NOHEJI LM-833	平沼 HIRANUMA LM-830		
	七戸 SHICHINOHE LM-834	三沢 MISAWA LM-831		
【八戸】	十和田 TOWADA LM-844	八戸 HACHINOHE LM-840	八戸東部 HACHINOHETOBU (地すべり地形なし)	
	田子 TAKKO LM-845	三戸 SANNOHE LM-841	権上岳 HASHIKAMIDAKE LM-837	
	浄法寺 JOBOJI LM-846	一戸 ICHINOHE LM-842	陸中大野 RIKUCHUONO LM-838	久慈 KUJI LM-835
	荒屋 ARAYA LM-847	葛巻 KUZUMAKI LM-843	陸中間 RIKUCHUSEKI LM-839	陸中野田 RIKUCHUNODA LM-836



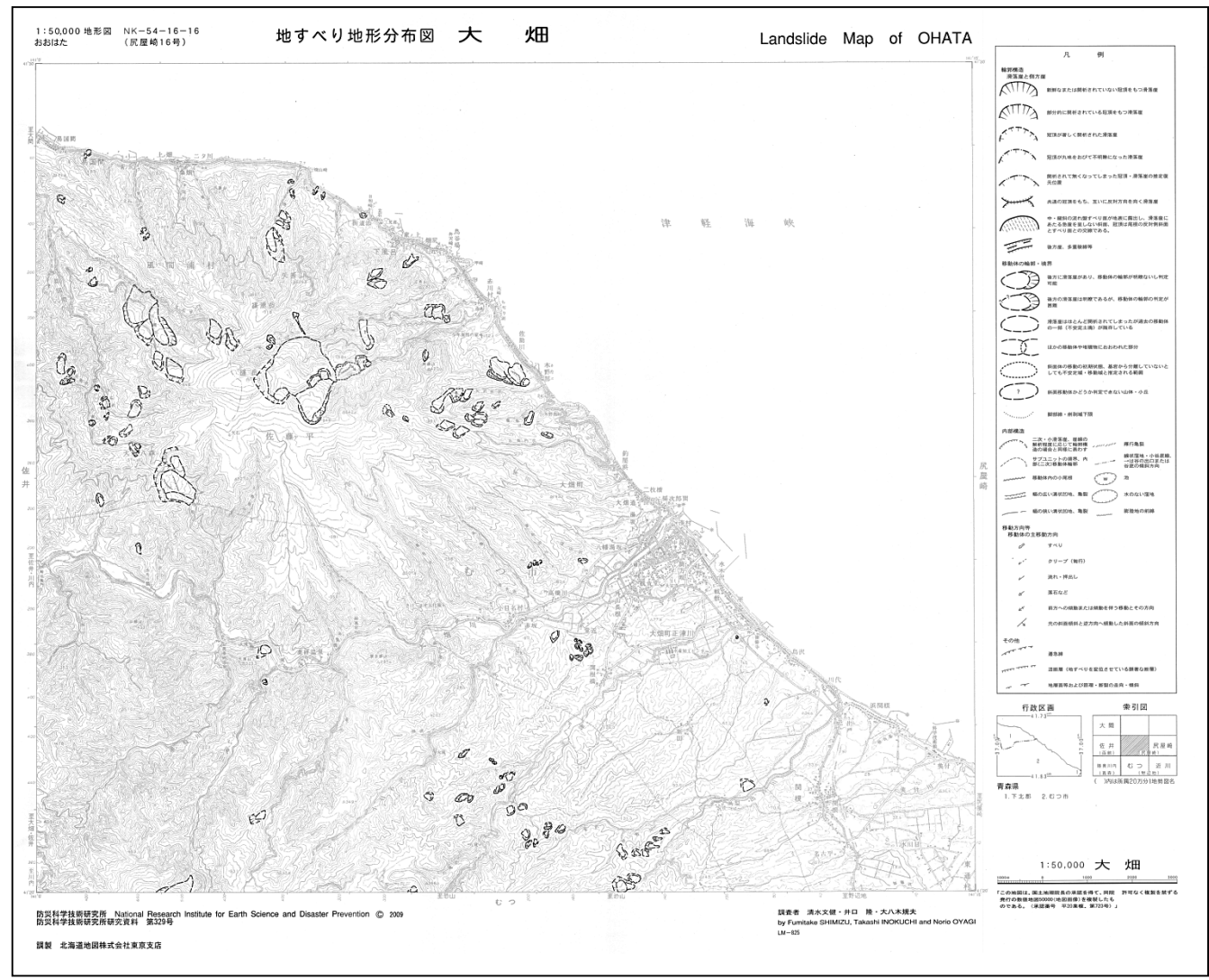
・海沿いに大きな地すべり地形はない。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (10/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (9/14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・大畑)

【函館】	大間 OMA LM-826	【尻屋崎】		
	佐井 SAI LM-827	大畑 OHATA LM-825	尻屋崎 SHIRIYAZAKI LM-824	
【野辺地】	むつ MUTSU LM-832	近川 CHIKAGAWA LM-828	陸奥横浜 MITSUYOKOHAMA LM-829	
	野辺地 NOHEJI LM-833	平沼 HIRANUMA LM-830		
	七戸 SHICHINOHE LM-834	三沢 MISAWA LM-831		
【八戸】	十和田 TOWADA LM-844	八戸 HACHINOHE LM-840	八戸東部 HACHINOHETOBU (地すべり地形なし)	
	田子 TAKKO LM-845	三戸 SANNHOE LM-841	雁上岳 HASHIKAMIDAKE LM-837	
	浄法寺 JOBOJI LM-846	一戸 ICHINOHE LM-842	陸中大野 RIKUCHUONO LM-838	久慈 KUJI LM-835
	荒屋 ARAYA LM-847	葛巻 KUZUMAKI LM-843	陸中間 RIKUCHUSEKI LM-839	陸中野田 RIKUCHUNODA LM-836



・海沿いに大きな地すべり地形はない。

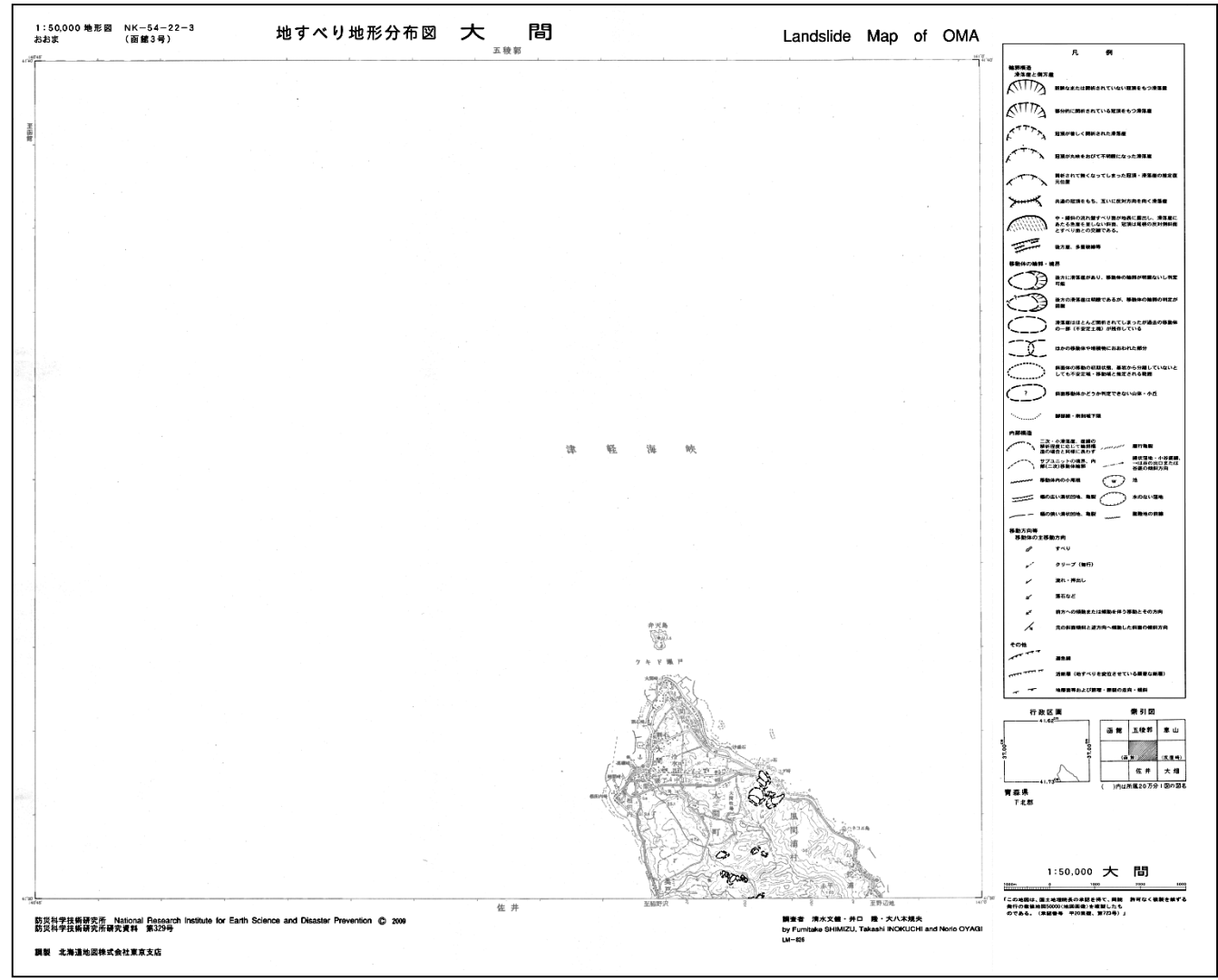




# 6-1. 地すべり地形分布図 (11/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (10/14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・大間)

【函館】	大間 OMA LM-826	【尻屋崎】		
	佐井 SAI LM-827	大畑 OHATA LM-825	尻屋崎 SHIRIYAZAKI LM-824	
【野辺地】		むつ MUTSU LM-832	近川 CHIKAGAWA LM-828	
			陸奥横浜 MITSUYOKOHAMA LM-829	
	野辺地 NOHEJI LM-833	平沼 HIRANUMA LM-830		
【八戸】	七戸 SHICHINOHE LM-834	三沢 MISAWA LM-831		
	十和田 TOWADA LM-844	八戸 HACHINOHE LM-840	八戸東部 HACHINOHETOBU (地すべり地形なし)	
	田子 TAKKO LM-845	三戸 SANNOHE LM-841	権上岳 HASHIKAMIDAKE LM-837	
	浄法寺 JOBOSHI LM-846	一戸 ICHINOHE LM-842	陸中大野 RIKUCHUONO LM-838	久慈 KUJI LM-835
	荒屋 ARAYA LM-847	葛巻 KUZUMAKI LM-843	陸中間 RIKUCHUSEKI LM-839	陸中野田 RIKUCHUNODA LM-836



・海沿いに大きな地すべり地形はない。

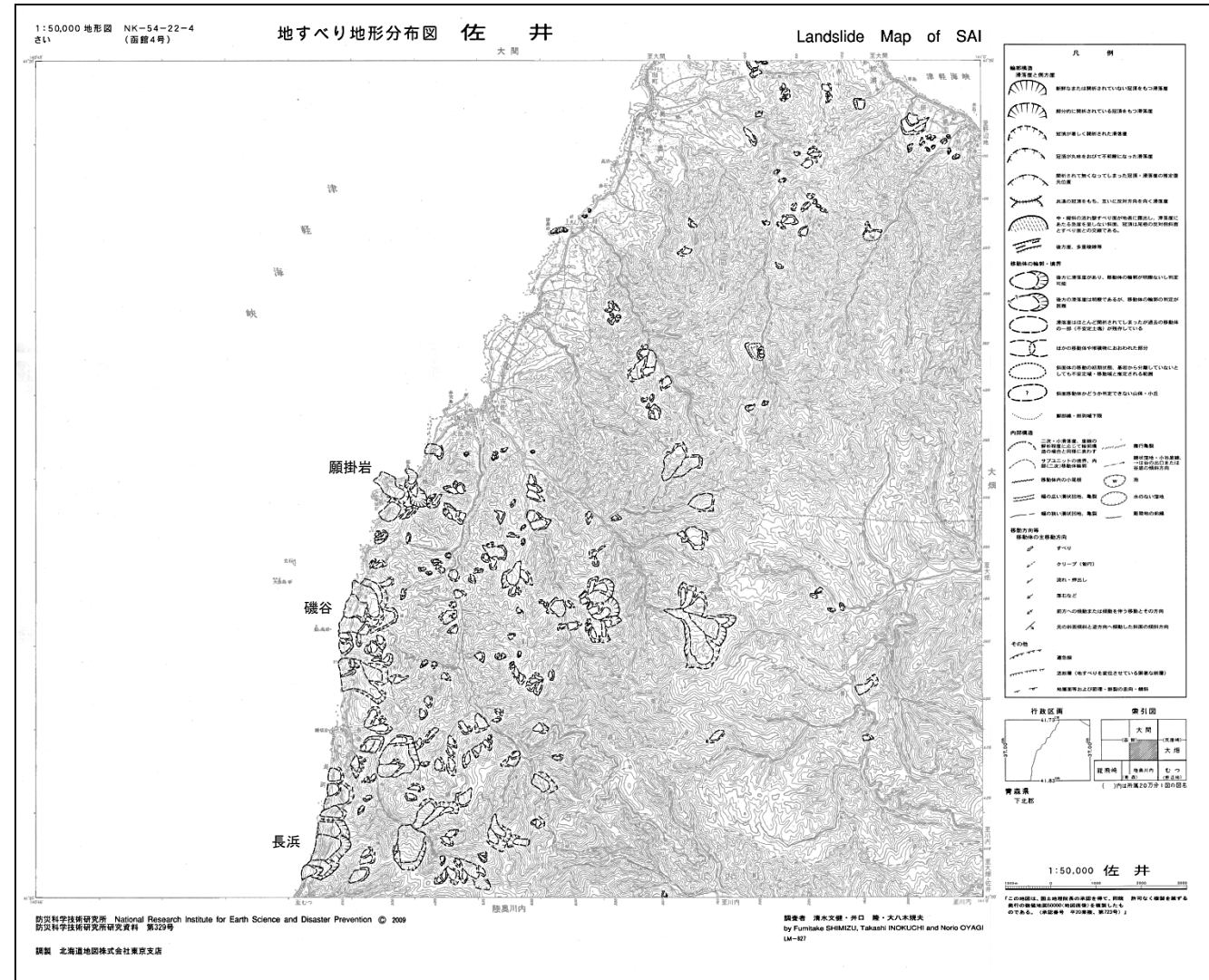




# 6-1. 地すべり地形分布図 (12/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (11/14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・佐井)

【函館】	大間 OMA LM-826	【尻屋崎】		
	佐井 SAI LM-827	大畑 OHATA LM-825	尻屋崎 SHIRIYAZAKI LM-824	
【野辺地】	むつ MUTSU LM-832	近川 CHIKAGAWA LM-828	陸奥横浜 MUTSUYOKOHAMA LM-829	
	野辺地 NOHEJI LM-833	平沼 HIRANUMA LM-830		
	七戸 SHICHINOHE LM-834	三沢 MISAWA LM-831		
【八戸】	十和田 TOWADA LM-844	八戸 HACHINOHE LM-840	八戸東部 HACHINOHETOBU (地すべり地形なし)	
	田子 TAKKO LM-845	三戸 SANNOHE LM-841	権上岳 HASHIKAMIDAKE LM-837	
	浄法寺 JOBOJI LM-846	一戸 ICHINOHE LM-842	陸中大野 RIKUCHUONO LM-838	久慈 KUJI LM-835
	荒屋 ARAYA LM-847	葛巻 KUZUMAKI LM-843	陸中間 RIKUCHUSEKI LM-839	陸中野田 RIKUCHUNODA LM-836



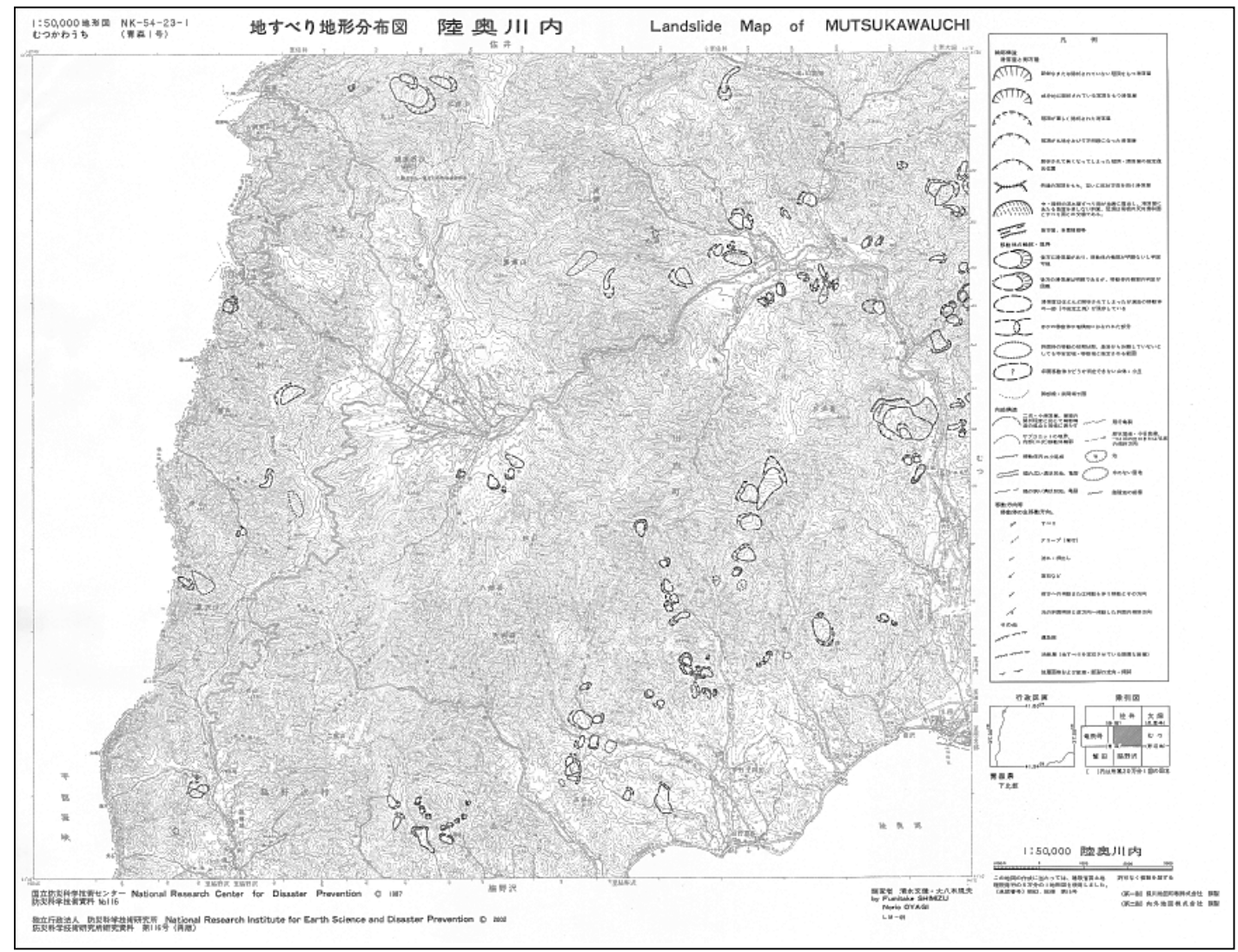
・願掛岩から長浜に至る海沿いに大きな地すべり地形が複数ある。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (13/15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (12/14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・陸奥川内)

	竜飛崎 TAPPIZAKI LM-76		陸奥川内 MUTSUKAWAUCHI LM-69
	小泊 KODOMARI LM-77	蟹田 KANITA LM-73	船野沢 WAKINOSAWA LM-70
	金木 KANAGI LM-78	油川 ABURAKAWA LM-74	浅虫 ASAMUSHI LM-71
藤ヶ沢 AJIGASAWA LM-80	五所川原 GOSHOGAWARA LM-79	青森西部 AOMORISEIBU LM-75	青森東部 AOMORITOBU LM-72



・海沿いに大きな地すべり地形はない。

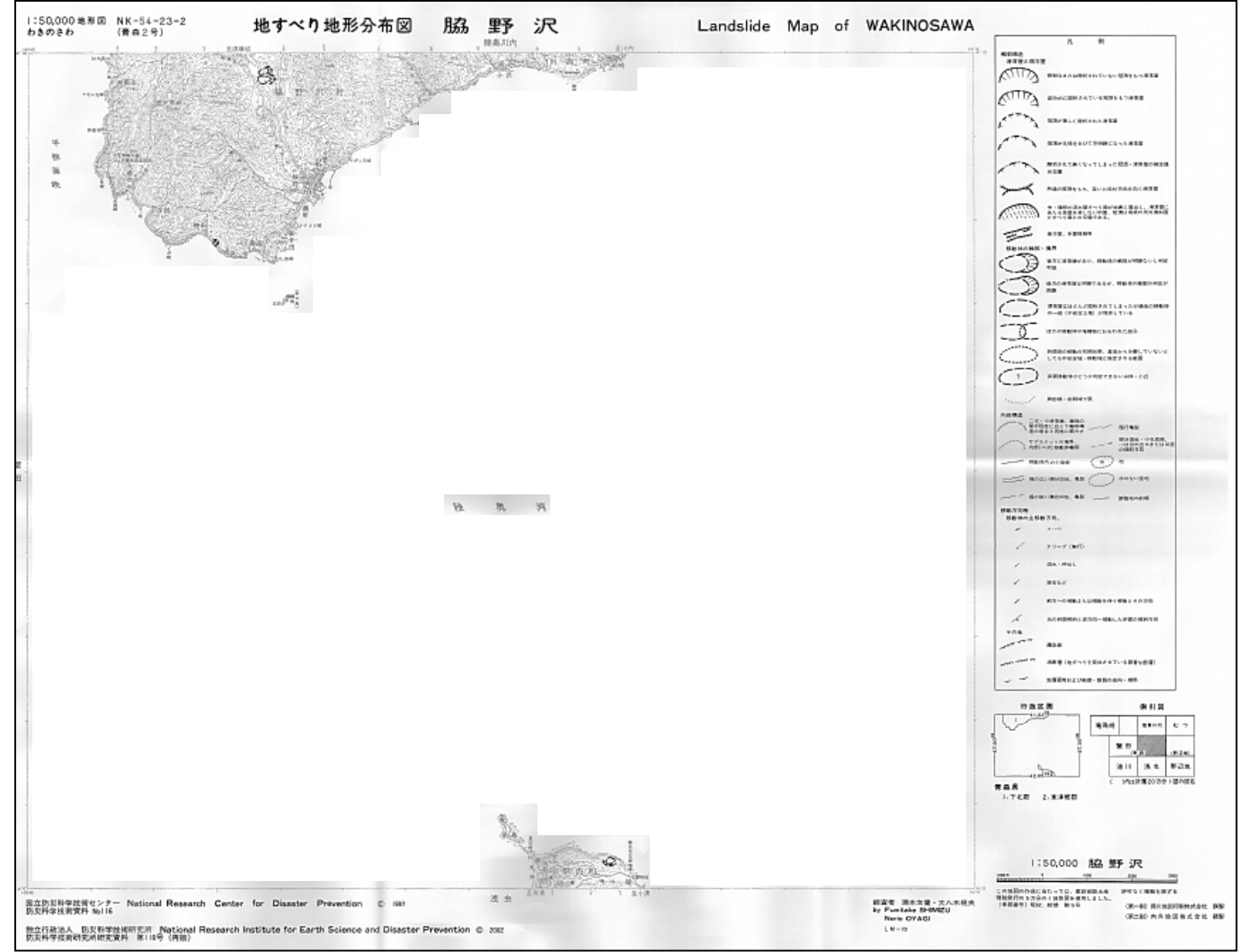




# 6-1. 地すべり地形分布図 (14 / 15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (13 / 14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・脇野沢)

	竜飛崎 TAPPIZAKI LM-76		陸奥川内 MUTSUKAWAUCHI LM-69
	小泊 KODOMARI LM-77	蟹田 KANITA LM-73	<b>脇野沢 WAKINOSAWA LM-70</b>
	金木 KANAGI LM-78	油川 ABURAKAWA LM-74	浅虫 ASAMUSHI LM-71
髭ヶ沢 AJIGASAWA LM-80	五所川原 GOSHOGAWARA LM-79	青森西部 AOMORISEIBU LM-75	青森東部 AOMORITOBU LM-72



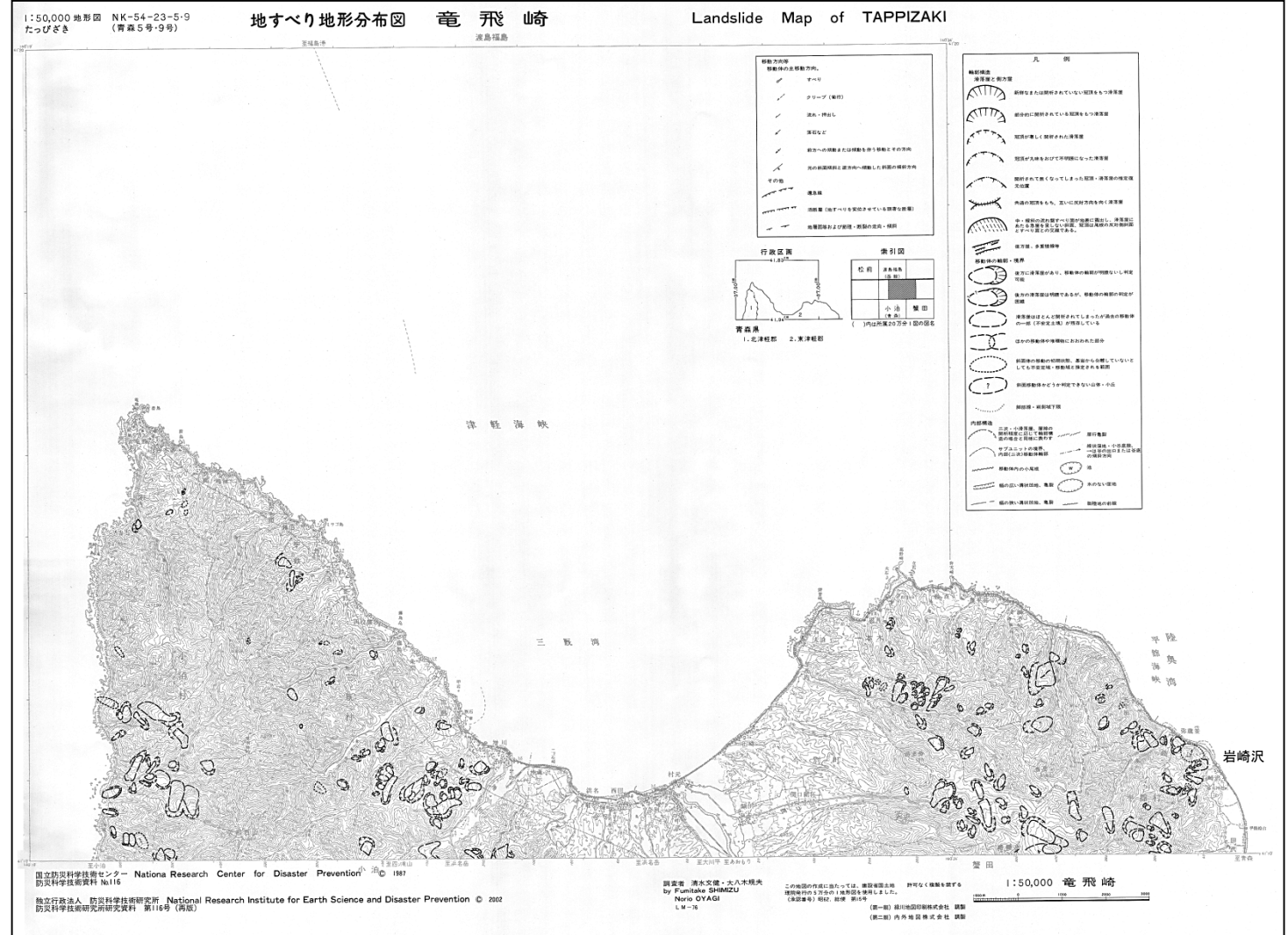
・海沿いに大きな地すべり地形はない。



# 6-1. 地すべり地形分布図 (15 / 15)

## 津軽海峡内地すべり地形の抽出 (14 / 14) : 地すべり地形分布図 (青森県側・竜飛崎)

	竜飛崎 TAPPIZAKI LM-76		陸奥川内 MUTSUKAWAUCHI LM-69
	小泊 KODOMARI LM-77	蟹田 KANITA LM-73	脇野沢 WAKINOSAWA LM-70
	金木 KANAGI LM-78	油川 ABURAKAWA LM-74	浅虫 ASAMUSHI LM-71
藤ヶ沢 AJIGASAWA LM-80	五所川原 GOSHOGAWARA LM-79	青森西部 AOMORISEIBU LM-75	青森東部 AOMORITOBU LM-72



・岩崎沢周辺の海沿いに大きな地すべり地形がある。



# 目次

1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について



## 6-2. 二層流モデルの適用性について (1 / 1 1)

### 検討方針

陸上の斜面崩壊に起因する津波の評価手法として、二層流モデルが適用可能であることを示すことを目的として、Kawamata et al. (2005)<sup>(68)</sup>による二層流モデルを用いた津波の再現性評価の状況をまとめる。



# 6-2. 二層流モデルの適用性について (2 / 1 1)

## Kawamata et al. (2005) (1 / 3)

• Kawamata et al. (2005) (68) による二層流モデルの基礎方程式は以下のとおりである。

### 【基礎方程式：連続式及び運動方程式】

#### 【上層】

$$\frac{\partial(\eta_1 - \eta_2)}{\partial t} + \frac{\partial M_1}{\partial x} + \frac{\partial N_1}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_1^2}{D_1} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{M_1 N_1}{D_1} \right) + g D_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial x} - F D_x - INTF_x = 0$$

$$\frac{\partial N_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_1 N_1}{D_1} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N_1^2}{D_1} \right) + g D_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial y} - F D_y - INTF_y = 0$$

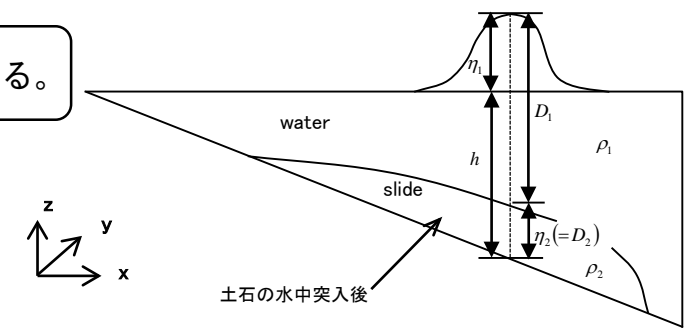
#### 【下層】

$$\frac{\partial \eta_2}{\partial t} + \frac{\partial M_2}{\partial x} + \frac{\partial N_2}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_2^2}{D_2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{M_2 N_2}{D_2} \right) + g D_2 \left( \alpha \frac{\partial D_1}{\partial x} + \frac{\partial \eta_2}{\partial x} - \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\tau_x}{\rho_2} + \alpha F D_x + \alpha INTF_x = DIFF_x$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_2 N_2}{D_2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N_2^2}{D_2} \right) + g D_2 \left( \alpha \frac{\partial D_1}{\partial y} + \frac{\partial \eta_2}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\tau_y}{\rho_2} + \alpha F D_y + \alpha INTF_y = DIFF_y$$

ここに、添え字の1, 2: それぞれ上層, 下層を示す。  
 $\eta$ : 水位変動 ( $\eta_1$ : 静水面からの水位変化量,  $\eta_2$ : 土石の厚さ),  
 $h$ : 水深,  $D$ : 全水深,  $M, N$ :  $x, y$ 方向の線流量,  
 $g$ : 重力加速度,  $\rho$ : 密度 ( $\rho_1$ : 海水1.03g/cm<sup>3</sup>,  $\rho_2$ : 土石2.0g/cm<sup>3</sup>)  
 $\alpha$ : 密度比 ( $=\rho_1/\rho_2$ ),  
 $\tau_x/\rho, \tau_y/\rho$ :  $x, y$ 方向の底面摩擦力



二層流モデル中の変数の定義

$$\frac{\tau_x}{\rho} = \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} \quad \frac{\tau_y}{\rho} = \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2}$$

$n$ : Manningの粗度係数

$F D_x, F D_y$ :  $x, y$ 方向の形状抵抗,

$$F D_x = \frac{1}{2} C_D \rho_1 \bar{u} \sqrt{u^2 + v^2} \delta_m \quad F D_y = \frac{1}{2} C_D \rho_1 \bar{v} \sqrt{u^2 + v^2} \delta_m$$

$C_D$ : 抗力係数  
 $\delta_m$ : 土石先端部での最大高さ (投影面積に相当)  
 $u, v$ : 土石先端部の海水に対する相対速度

$INTF_x, INTF_y$ : 界面抵抗力

$$INTF_x = f_{inter} \bar{u} \sqrt{u^2 + v^2} \quad INTF_y = f_{inter} \bar{v} \sqrt{u^2 + v^2}$$

$f_{inter}$ : 界面抵抗係数

$DIFF_x, DIFF_y$ :  $x, y$ 方向の水平拡散項

$$DIFF_x = \nu \left( \frac{\partial^2 M_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_2}{\partial y^2} \right) \quad DIFF_y = \nu \left( \frac{\partial^2 N_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_2}{\partial y^2} \right)$$

$\nu$ : 水平拡散係数

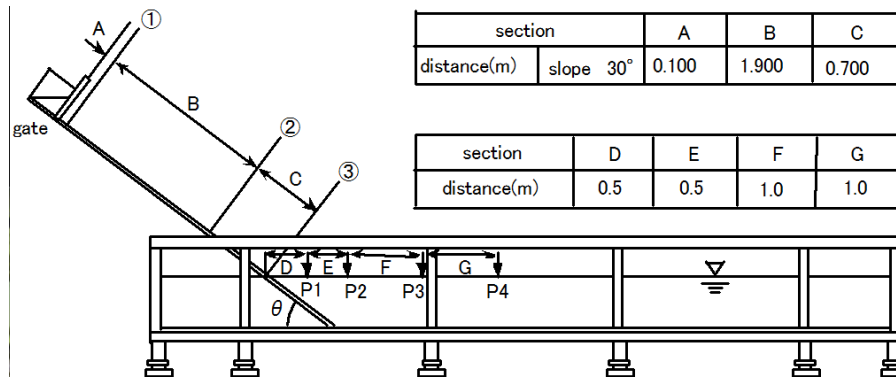


# 6-2. 二層流モデルの適用性について (3 / 1 1)

## Kawamata et al. (2005) (2 / 3)

- Kawamata et al. (2005) (68) では、二層流モデルを用いて陸上部から水中への土砂突入による津波実験を再現しており、水中への突入前の土砂形状及び第一波の発生状況について良好に再現できたとされている。

【計測器の配置】



水理模型実験施設

section	A	B	C
distance(m)	0.100	1.900	0.700

section	D	E	F	G
distance(m)	0.5	0.5	1.0	1.0

【模型の諸元】

- 水路長 : 8.0m
- 水路幅 : 0.4m
- 水深 : 0.6m
- 傾斜  $\theta = 30^\circ, 37^\circ, 45^\circ$  の3ケース
- 実験砂 : 粒径0.6mm,  
密度2,600kg/m<sup>3</sup>, 重量30kg

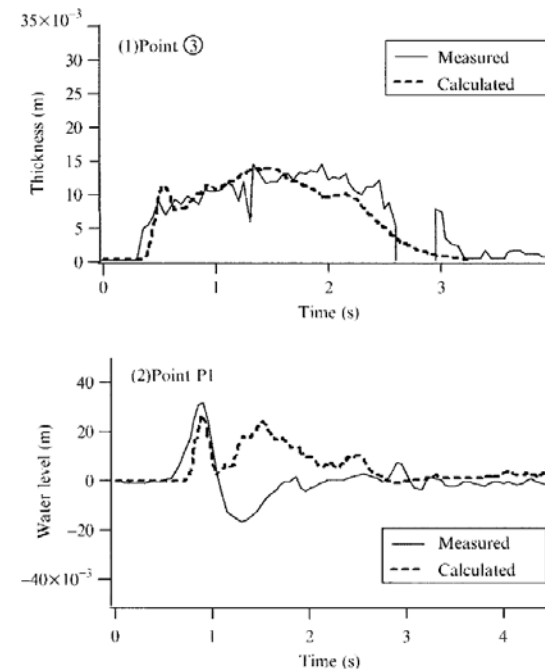


Fig. 5. Comparison between water level and thickness calculated by the revised model and measured values from the hydraulic experiments.

上 : 土砂厚の時間変化 (③地点)  
下 : 水位の時間変化 (P1地点)

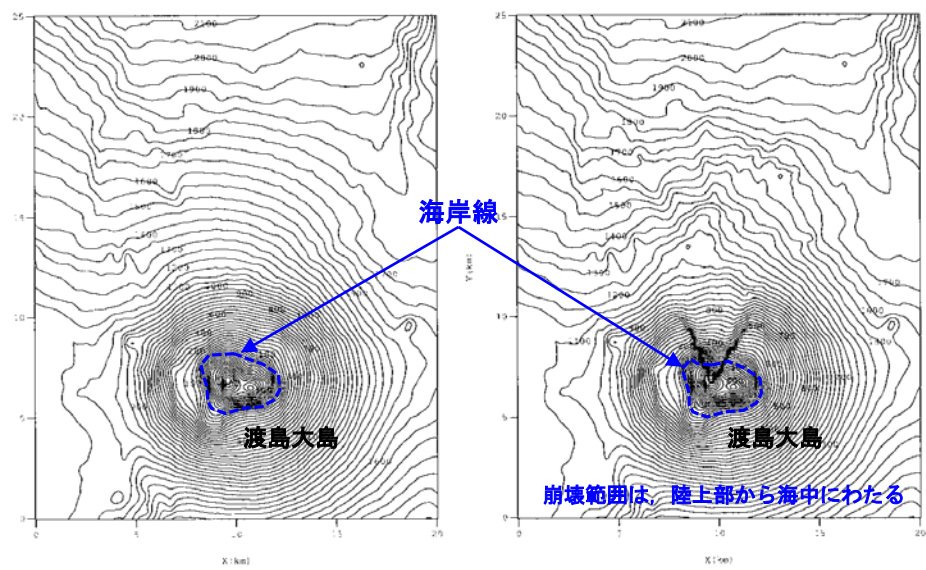




# 6-2. 二層流モデルの適用性について (4 / 1 1)

## Kawamata et al. (2005) (3 / 3)

- Kawamata et al. (2005) <sup>(68)</sup> では、二層流モデルを用いて、陸上から海域への連続した山体崩壊による1741年渡島大島火山津波についてパラメータスタディによる再現計算を実施しており、中国地方から北海道にわたる既往津波高を良好に再現するマンングの粗度係数は0.4であるとされている。



(1) Reconstructed topography (2) Current topography

Fig. 6. Topographic data before and after the sector collapse.

崩壊前後の地形データ  
左：復元地形，右：崩壊後地形

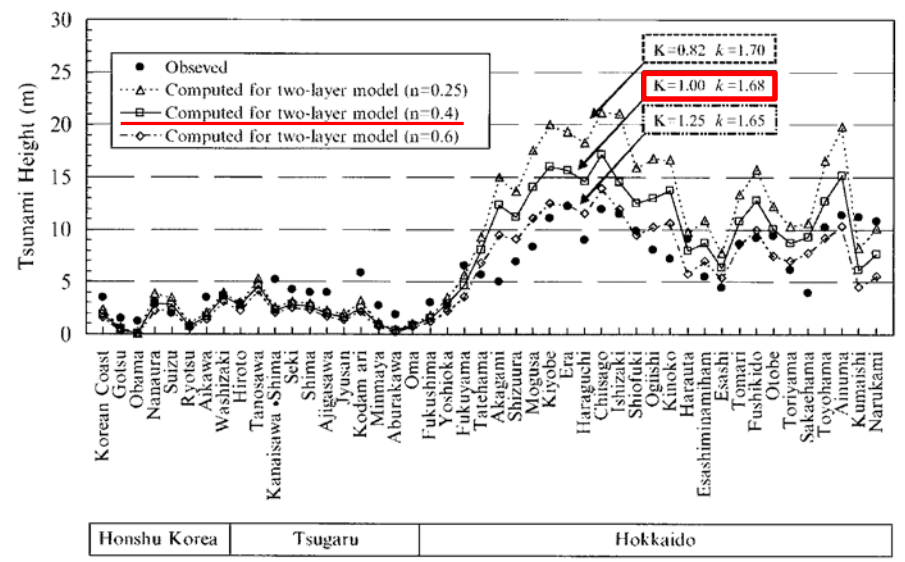


Fig. 10. Distribution of tsunami heights along the Japan Sea for different  $n$  values.

日本海側沿岸部の最高津波水位分布と $n$ の関係  
Kawamata et al. (2005) <sup>(68)</sup> に一部加筆

## 6-2. 二層流モデルの適用性について (5 / 1 1)

### まとめ

- Kawamata et al. (2005) <sup>(68)</sup> では二層流モデルを用いて、陸上部から水中への土砂突入に関する津波実験及び既往津波（1741年渡島大島津波）の再現性検証が行われている。
- したがって、同様の現象である陸上の斜面崩壊に起因する津波の評価手法としてKawamata et al. (2005) <sup>(68)</sup> を参照した二層流モデルを適用することは妥当であると考えられる。



## 6-2. 二層流モデルの適用性について (6 / 1 1)

### (参考) その他の検討事例 (1 / 6)

- Kawamata et al. (2005) <sup>(68)</sup> のほかに、陸上の斜面崩壊、山体崩壊及び火山噴火に伴う火砕流に起因する津波評価に二層流モデルを適用した検討事例を下表のとおり整理した。
- これらの文献について二層流モデルの適用に関する概要をまとめた (P. 202~P. 206)。

二層流モデルの適用事例

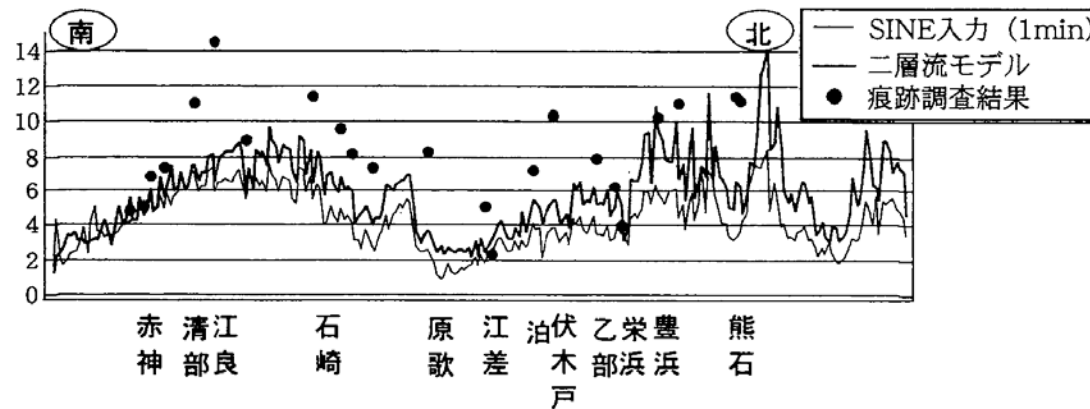
事例 (文献)	二層流モデル適用現象の分類
1741年渡島大島山体崩壊 (松本ほか, 1998) <sup>(69)</sup>	陸上から海中への山体崩壊に伴う津波 (P. 202参照)
水理模型実験 (今村ほか, 2001) <sup>(70)</sup>	陸上から水中への土砂突入に伴う津波 (P. 203参照)
鬼界カルデラ噴火 (Maeno and Imamura, 2007) <sup>(71)</sup>	陸上から海中への火砕流突入に伴う津波 (P. 204参照)
1883年クラカタウ火山噴火 (Maeno and Imamura, 2011) <sup>(72)</sup>	陸上から海中への火砕流突入に伴う津波 (P. 205参照)
1792年島原眉山崩壊 (柳澤ほか, 2014) <sup>(73)</sup>	陸上から海中への山体崩壊に伴う津波 (P. 206参照)



## 6-2. 二層流モデルの適用性について (7 / 1 1)

### (参考) その他の検討事例 (2 / 6) : 松本ほか (1998)

- 松本ほか(1998)<sup>(69)</sup>は、二層流モデルを用いた津波発生モデルを開発し、1741年渡島大島火山津波の再現計算に二層流モデルを適用している。
- この際、現在の崩壊地形の中央火口丘(寛保岳)から北側の海岸線までを崩壊箇所と推定し、すべての崩壊物が海域へ流れ込んだものと仮定して検討を行っている。
- また、二層流モデル及び既往モデル(土石流の流入時間変化をSINE関数で与えるモデル)による検討結果と痕跡調査結果とを比較し、二層流モデルは、既往モデルに比べ良く波高分布を再現しているとしている。



北海道南西海岸での計算値と実測値の比較

松本ほか (1998)<sup>(69)</sup> より

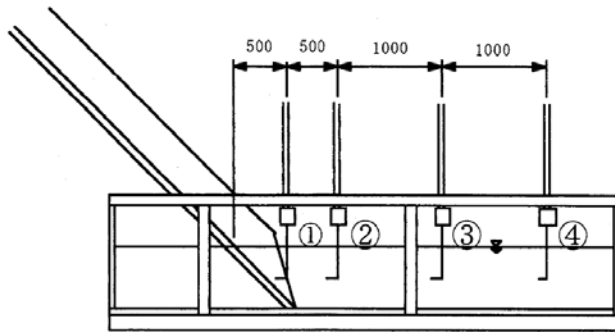




# 6-2. 二層流モデルの適用性について (8 / 11)

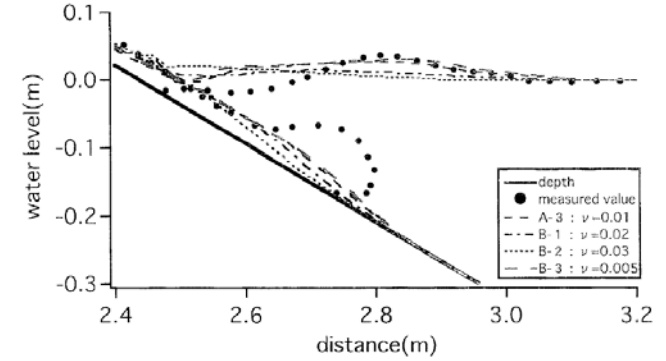
## (参考) その他の検討事例 (3 / 6) : 今村ほか (2001)

- 今村ほか (2001) <sup>(70)</sup> は、土砂突入による津波発生機構を解明することを目的として、陸上部から水中への土砂突入による水理実験を実施して津波の発生過程を整理の上、二層流モデルの適用性について検討を実施している。
- 二層流モデルの適用性検討では、底面粗度係数  $n$ 、水平拡散係数  $\nu$ 、界面抵抗係数  $f_{inter}$  に対してパラメータスタディを実施し、妥当な係数値を推定している。



1次元水路実験装置

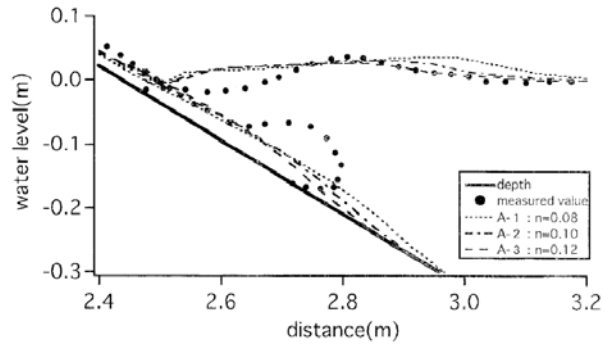
【模型の諸元】  
 水路長 : 8.0m  
 水路幅 : 0.4m  
 水深 : 0.6m  
 傾斜  $\theta = 30^\circ, 37^\circ, 45^\circ$  の3ケース  
 実験砂 : 密度  $2,600 \text{ kg/m}^3$ , 重量  $30 \text{ kg}$



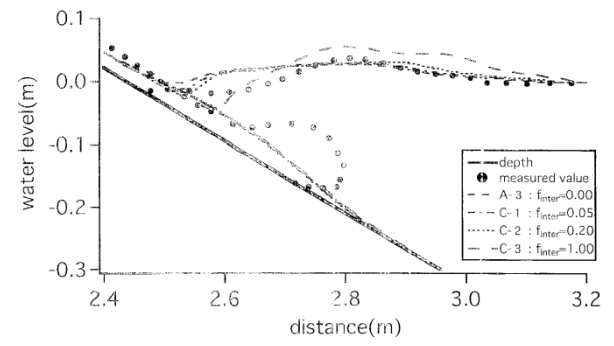
水平拡散係数の変化の影響 (勾配30度, 0.5s)

### パラメータスタディの係数比較ケース

ケース名	底面粗度 $n(\text{s/m}^{1/2})$	水面拡散 $\nu(\text{m}^2/\text{s})$	界面抵抗 $f_{inter}$	突入時間 $t(\text{s})$		
				斜面 $30^\circ$	斜面 $37^\circ$	斜面 $45^\circ$
A-1	0.08	0.01	0.0	1.59	1.21	1.03
A-2	0.10	0.01	0.0	1.86	1.41	1.18
A-3	0.12	0.01	0.0	2.14	1.61	1.35
B-1	0.12	0.02	0.0	2.28	1.74	1.45
B-2	0.12	0.03	0.0	2.34	1.81	1.53
B-3	0.12	0.005	0.0	2.01	1.54	1.28
C-1	0.12	0.01	0.05	2.14	1.61	1.35
C-2	0.12	0.01	0.20	2.14	1.61	1.35
C-3	0.12	0.01	1.00	2.14	-	-
実験	-	-	-	1.85	1.45	1.25



底面粗度係数の変化の影響 (勾配30度, 0.5s)



界面抵抗係数の変化の影響 (勾配30度, 0.5s)



# 6-2. 二層流モデルの適用性について (9 / 11)

## (参考) その他の検討事例 (4 / 6) : Maeno and Imamura (2007)

- Maeno and Imamura (2007) <sup>(71)</sup> は、約7,300年前の鬼界カルデラ形成噴火時の火砕流の海域突入に伴う津波について、二層流モデルにより数値計算を行っている。
- 火砕流の体積及び崩壊の継続時間を変化させた計算を実施し、周辺への津波の影響について比較・検討を行っている。

火砕流の計算パラメータ

Table 1. Parameters for Numerical Calculations of a Pyroclastic Flow Entering the Sea<sup>a</sup>

Models	Pyroclastic Flow			Tsunami			
	V, km <sup>3</sup>	Q <sub>max</sub> , m <sup>3</sup> /s	T, s	Location 1		Location 4	
				η <sub>max</sub> , m	η <sub>max</sub> , m	U <sub>0</sub> , m/s	U <sub>s</sub> , m/s
Model 1a	10	1.0E+08	157	23	2.0	0.8	0.033
Model 1b	10	5.0E+07	314	15	1.7	0.7	0.029
Model 1c	10	2.0E+07	785	15	0.8	0.4	0.016
Model 1d	10	1.0E+07	1571	8	0.5	0.2	0.008
Model 2a	5	1.0E+08	79	17	1.5	0.7	0.029
Model 2b	5	5.0E+07	157	13	1.3	0.6	0.024
Model 2c	5	2.0E+07	393	11	0.8	0.4	0.016
Model 2d	5	1.0E+07	785	10	0.5	0.2	0.008
Model 3b	3	5.0E+07	94	11	0.9	0.4	0.016
Model 3c	3	2.0E+07	236	9	0.7	0.3	0.012
Model 3d	3	1.0E+07	471	8	0.5	0.2	0.008

<sup>a</sup>Q<sub>max</sub>, maximum volume flux; V, volume; T, duration; η<sub>max</sub>, maximum wave height; U<sub>0</sub>, depth-averaged velocity; U<sub>s</sub>, shear velocity. Duration of calculations is set to be 2.3 hours for all models.

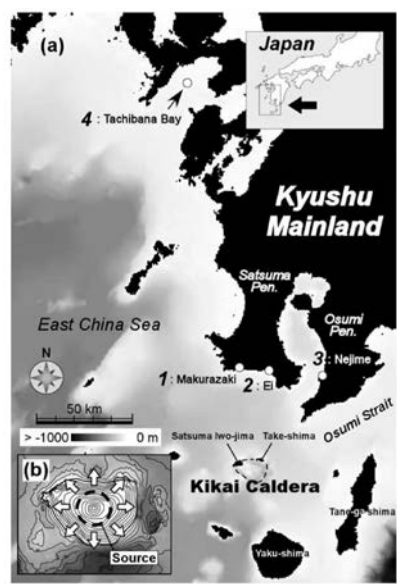


Figure 1. (a) Location of the Kikai caldera, south of Kyushu, Japan. This map also shows the computed area used for the numerical simulations. Tsunami data were collected at four points (1: Makurazaki, 2: Ei, 3: Nejime, 4: Tachibana Bay). (b) In the numerical simulations, pyroclastic flows are generated from a circular source of 4 km radius in the center of the pre-caldera island.

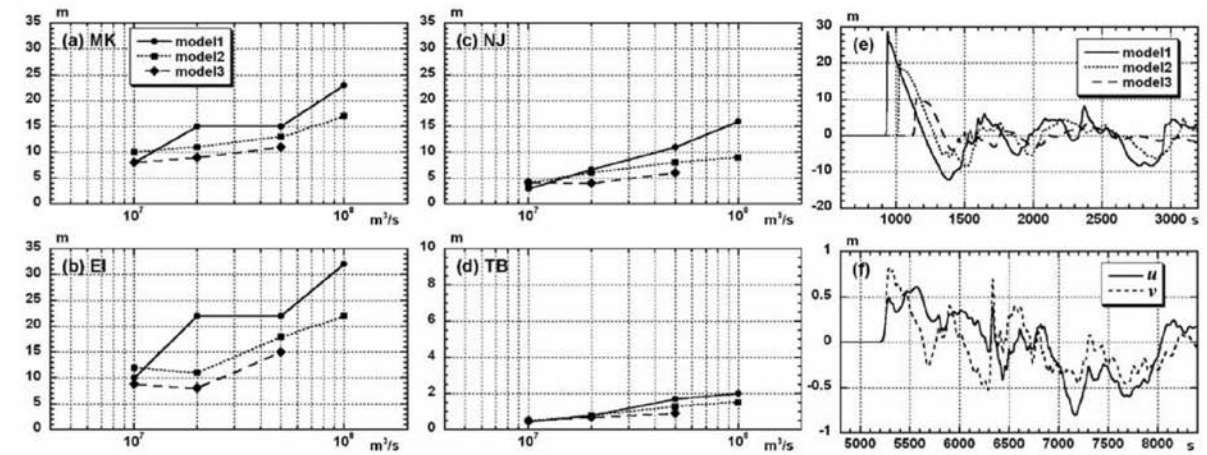


Figure 2. Computed maximum heights of the tsunami with all models at (a) Makurazaki, (b) Ei, (c) Nejime, and (d) Tachibana Bay. (e) Comparison of tsunami waveforms with different volume flux (models 1a, 1b, and 1c). Time in the abscissa is in seconds. The waveforms are computed at the Osumi Strait (See Figure 1). (f) Depth-averaged velocity of tsunami at Tachibana Bay. (u: x-direction; v: y-direction)

鬼界カルデラの位置と火砕流発生源

各モデルの火砕流の流量と最高津波高の関係 (a, b, c, d)  
大隅海峡における波形時刻歴の比較 (e)  
橘湾での水深平均流速の比較 (f)



# 6-2. 二層流モデルの適用性について (10/11)

## (参考) その他の検討事例 (5/6) : Maeno and Imamura (2011)

- Maeno and Imamura (2011) <sup>(72)</sup> は, 1883年のクラカタウ火山噴火に伴う津波の発生メカニズムについて, カルデラ崩壊・マグマ爆発・火砕流の3ケースを仮定し, それぞれ数値計算を実施しており, そのうち火砕流に伴う数値計算に二層流モデルを使用している。
- 数値計算結果とスンダ海峡沿岸にて噴火直後に得られた津波観測データとを比較した結果, 上記のうち火砕流による津波計算結果が観測データを良好に再現しており, 同津波発生のもっとも合理的メカニズムとしては5km<sup>3</sup>以上の火砕流の海域突入と考えられるとしている。

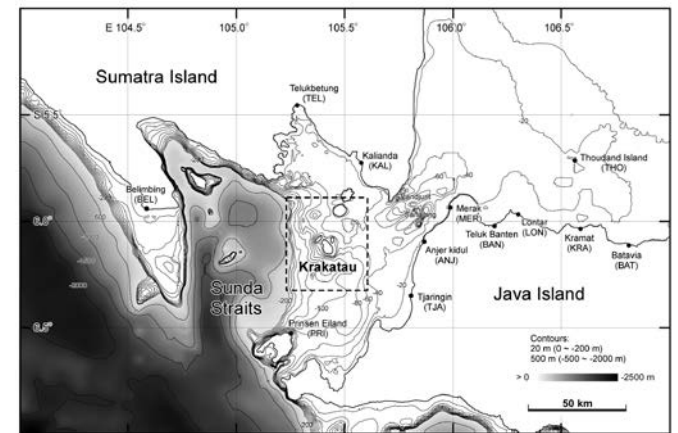


Figure 1. A map of Sunda Strait, Indonesia, and the location of the Krakatau Islands. Numerical tsunami simulation data were compared with observations at 12 locations (circles). The proximal area surrounded by a dashed line has an 83.33 m mesh (Zone A). This is combined with a distal area with a 250 m mesh (Zone B).

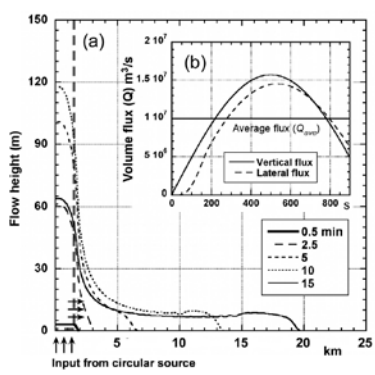


Figure 4. A representative initial condition of pyroclastic flow generation from a circular source. (a) Time profiles of a dense flow layer on a horizontal plane under the condition of the density of 1100 kg/m<sup>3</sup> with the volume of 10 km<sup>3</sup> and the average flux of 10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>/s (model DPF10-7La in Table 1). Input flux is controlled following a sine function. Duration of the eruption (*T*) is 1000 s. (b) Initial lateral flux balances with vertical flux where an *x*-axis is seconds. (c) A schematic representation of a flow.

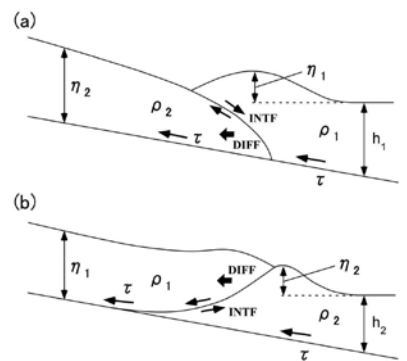


Figure 3. Two-types of two-layer shallow water models, describing pyroclastic flows entering the sea. (a) Dense-type model (DPF), where  $\eta_1$  is the water surface elevation,  $h_1$  is the thickness of a dense flow, and  $\rho_2$  is the density of pyroclastic flow; (b) light-type model (LPF), where  $\eta_1$  is the thickness of a light flow,  $h_2$  is the water surface elevation, and  $h_2$  is the still water depth. For both models,  $\rho$  is the density of flow or water,  $\tau$  is the bottom friction, *INTF* is the interfacial shear stress, and *DIFF* is the turbulent diffusion force.

### 二層流モデル

- (a) 火砕流密度が水よりも大きい場合 (DPF)
- (b) 火砕流密度が水よりも小さい場合 (LPF)

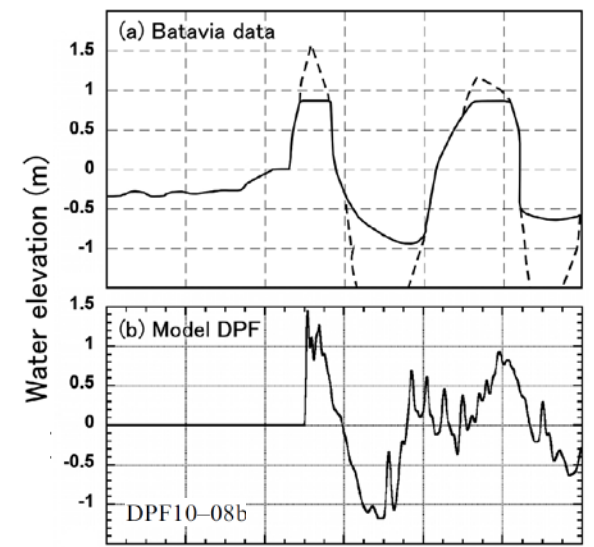
### 火砕流発生源モデル

### 火砕流の計算パラメータ

Table 1. Initial Conditions of Numerical Simulations of Tsunamis Generated by Pyroclastic Flows Entering the Sea<sup>a</sup>

Model	<i>V</i>	<i>Q<sub>ave</sub></i>	$\rho$	<i>d</i>	<i>n<sub>o</sub></i>	<i>n<sub>w</sub></i>	<i>f</i>
DPF05-6L	5	1.E+06	1100	3	0.01	0.08	0.20
DPF05-6H	5	1.E+06	1500	3	0.01	0.08	0.20
DPF05-7L	5	1.E+07	1100	3	0.01	0.08	0.20
DPF05-7H	5	1.E+07	1500	3	0.01	0.08	0.20
DPF05-8L	5	1.E+08	1100	3	0.01	0.08	0.20
DPF05-8H	5	1.E+08	1500	3	0.01	0.08	0.20
DPF10-6L	10	1.E+06	1100	3	0.01	0.08	0.20
DPF10-6H	10	1.E+06	1500	3	0.01	0.08	0.20
LPF10-7	10	1.E+07	900	3	0.06	0.06	0.18
DPF10-7La	10	1.E+07	1100	3	0.01	0.08	0.20
DPF10-7Lb	10	1.E+07	1100	3	0.06	0.06	0.06
DPF10-7H	10	1.E+07	1500	3	0.01	0.08	0.20
LPF10-8a	10	1.E+08	900	3	0.01	0.06	0.18
LPF10-8b	10	1.E+08	900	3	0.06	0.06	0.18
DPF10-8a	10	1.E+08	1100	3	0.01	0.08	0.06
DPF10-8b	10	1.E+08	1100	3	0.06	0.06	0.18
DPF20-7	20	1.E+07	1100	3	0.01	0.08	0.20
LPF20-8a	20	1.E+08	900	3	0.06	0.06	0.06
LPF20-8b	20	1.E+08	900	2	0.06	0.06	0.18
LPF20-8M	20	1.E+08	1000	2	0.06	0.06	0.18
DPF20-8a	20	1.E+08	1100	3	0.06	0.06	0.06
DPF20-8b	20	1.E+08	1100	2	0.06	0.06	0.18

<sup>a</sup>*V*, volume of pyroclastic flow (km<sup>3</sup>); *Q<sub>ave</sub>*, average volume flux of pyroclastic flow (m<sup>3</sup>/s);  $\rho$ , density of pyroclastic flow (kg/m<sup>3</sup>); *d*, vent diameter (km); *n<sub>o</sub>* and *n<sub>w</sub>*, bottom drag coefficients for on-land and sea, respectively; *f*, interfacial drag coefficient.



観測記録(a)と計算結果(b)の比較  
(a)の破線は既往研究で推定されたもの  
Maeno and Imamura (2011) <sup>(72)</sup> より

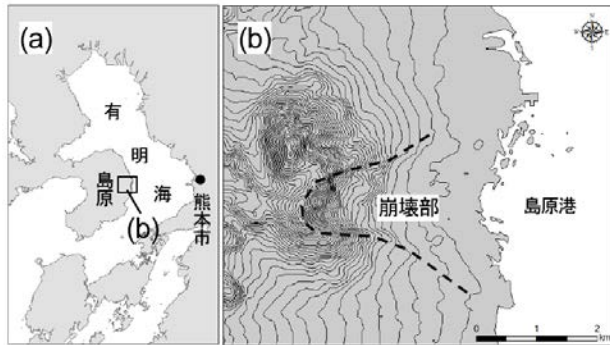




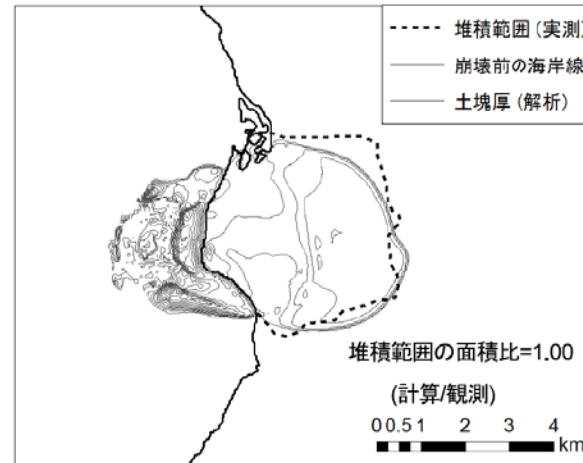
## 6-2. 二層流モデルの適用性について (11 / 11)

### (参考) その他の検討事例 (6 / 6) : 柳澤ほか (2014)

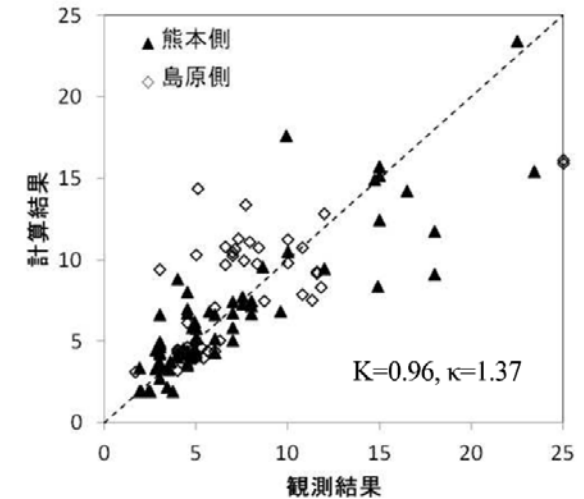
- 柳澤ほか (2014) <sup>(73)</sup> は、二層流モデルの土塊層に土質パラメータを考慮したモデルを構築し、同モデルの妥当性検証として1792年の眉山崩壊による有明海津波の再現計算を実施している。
- まず、津波の発生と伝播に大きく寄与すると考えられる海域における定常状態のせん断強さ  $\tau_{ss}$  及び界面抵抗係数  $f_{inter}$  についてパラメータスタディを実施して崩壊範囲の比較を実施している。
- その後、崩壊範囲の再現性が確認できたケースを対象に、津波解析を実施し、シミュレーション結果は津波痕跡高の分布傾向をよく再現できたとしている。



眉山の地形図



眉山崩壊による堆積範囲とシミュレーションの比較



津波痕跡高とシミュレーションの比較



# 目次

1. 津波堆積物調査（現地調査）
2. 日本海東縁部に設定された地方自治体による波源モデル
3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見
  - 3-1. 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見
  - 3-2. 世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見の整理
  - 3-3. まとめ
4. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
  - 4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認
  - 4-2. 分岐断層に関する検討
  - 4-3. ライズタイムの影響検討
5. チリ沖に想定される地震に伴う津波の影響検討
6. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 6-1. 地すべり地形分布図
  - 6-2. 二層流モデルの適用性について
7. 海底地すべりに起因する津波
  - 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読
  - 7-2. 海底地すべり海上音波探査記録
  - 7-3. 海底地すべり地形崩壊量算定
  - 7-4. ハワイ付近の海底地すべりの影響について
8. 火山現象に起因する津波
  - 8-1. kinematic landslideモデルによる追加検討
9. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 9-1. 組合せ対象地すべりエリアの選定
  - 9-2. 線形足し合せ評価位置の検討
10. 津軽海峡・発電所専用港湾及び津波の周期特性
  - 10-1. 検討方法
  - 10-2. 日本海側からの津波に対する検討
  - 10-3. 太平洋側からの津波に対する検討
  - 10-4. まとめ
11. 津波の伝播特性について





## 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読（1 / 3）

津軽海峡内の海底地形の内、急傾斜部における海底地すべりの有無を確認することを目的とし、急傾斜部を対象とした地形判読を実施した。

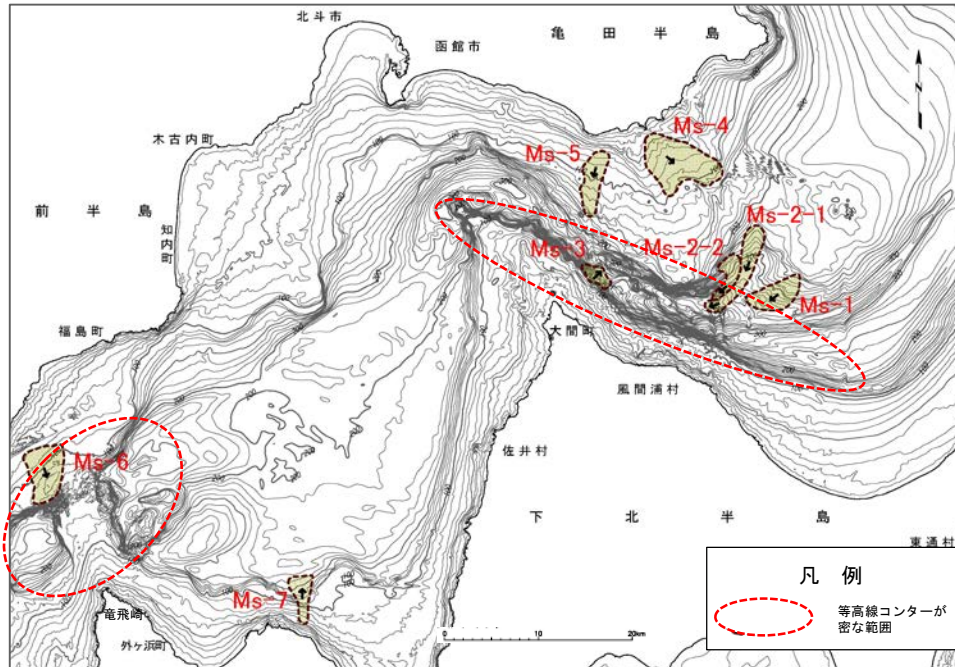


# 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読 (2 / 3)

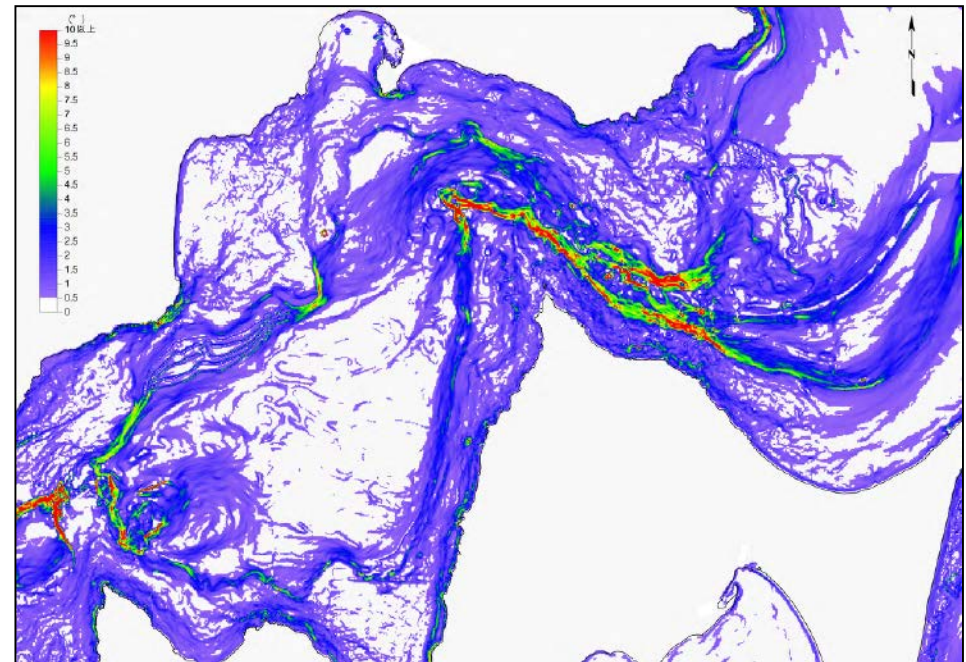
## 津軽海峡内海底地すべり地形の抽出【ステップ1】：急傾斜部の海底地形判読 (1 / 2)

- ・津軽海峡内の海底地形の内、急傾斜部※を対象とし、海底地すべり地形の有無を確認した。
- ・津軽海峡内の海底地形図及び海底地形勾配図より、急傾斜部が分布する範囲は、大間崎北方沖から風間浦村沖にわたる海域及び竜飛崎の北方沖である。

※津軽海峡内に比較的局所的に分布する海底勾配 $10^{\circ}$ 以上の箇所を急傾斜部とみなした。



津軽海峡内海底地形図  
(海底地形データM7000シリーズ)



津軽海峡内海底地形勾配図  
(海底地形データM7000シリーズ)

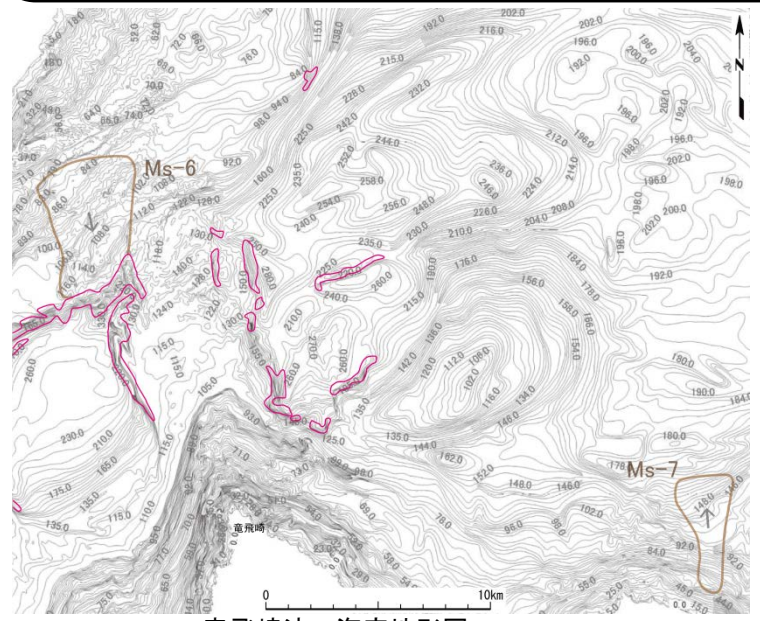




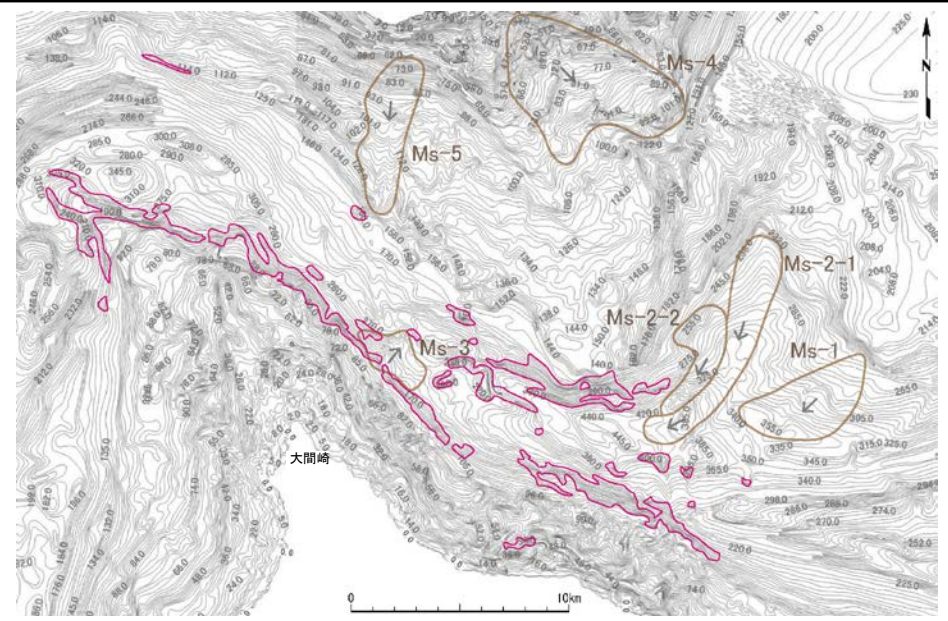
# 7-1. 急傾斜部を対象とした地形判読 (3 / 3)

## 津軽海峡内海底地すべり地形の抽出【ステップ1】：急傾斜部の海底地形判読 (2 / 2)

- ・津軽海峡内の海底地形の急傾斜部に対して、海底地すべりの可能性がある地形判読基準に基づき、詳細に地形判読を実施し、地すべり地形の有無を確認した。
  - ・その結果、急傾斜部にMs-3は重なるが、それ以外の海底地すべりの可能性がある地形は認められなかった。
- 【Ms-3を除いた確認結果】
- (滑落崖)：急傾斜部には、滑落崖の可能性がある馬蹄形の崖などの地形はない。
  - (地すべり土塊)：急傾斜部の下部周辺は、相対的に緩斜面であり、そこには扇状地状、舌状の高まり、及び台地状の地形はない。  
急傾斜部の下部周辺には、不規則な凹凸、低崖及び凹地が認められる斜面はない。



竜飛崎沖 海底地形図



大間崎北方沖から風間浦村沖 海底地形図

### 海底地すべりの可能性がある地形判読基準

ポイント	典型的特徴
地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地すべり地形としては滑落崖とその下部にある地すべり土塊(滑落土塊)が対をなす。</li> <li>・陸上の地すべりに比べて、大規模、薄く広がる傾向がある。薄く広がるケースでは土塊は認定しにくいので滑落崖だけを認定する。</li> </ul>
滑落崖	<ul style="list-style-type: none"> <li>・馬蹄形、半円形、コの字形の平面形で、斜面下方へ開く急斜面。</li> <li>・急斜面は平面的に出入りがなくスムーズな形状で、傾斜も一定傾向。</li> <li>・下方に地すべり土塊が対をなして存在すると確実度が上がる。</li> </ul>
地すべり土塊	<ul style="list-style-type: none"> <li>・滑落崖の下部にある扇状地状、舌状の高まり及び台地状を呈す。</li> <li>・典型的な場合には、土塊の表面に不規則な凹凸、低崖、凹地があり、全体として上に凸形の斜面を呈す。</li> </ul>

○：海底勾配10°以上の箇所