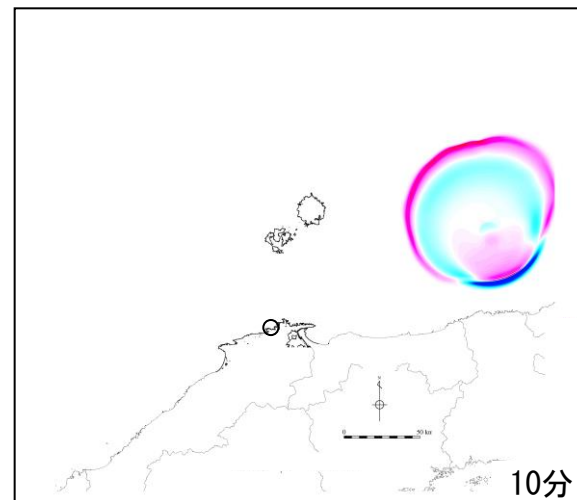
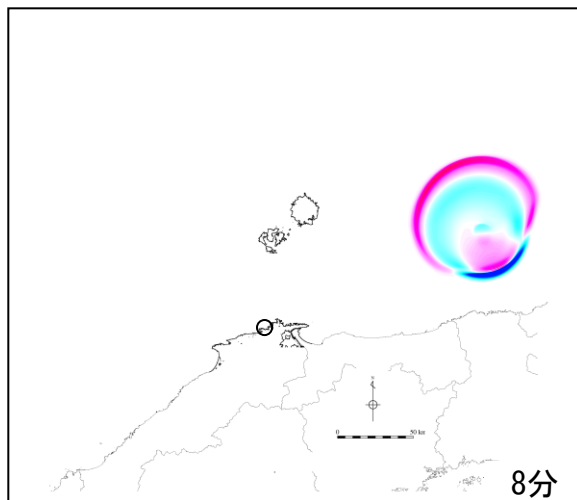
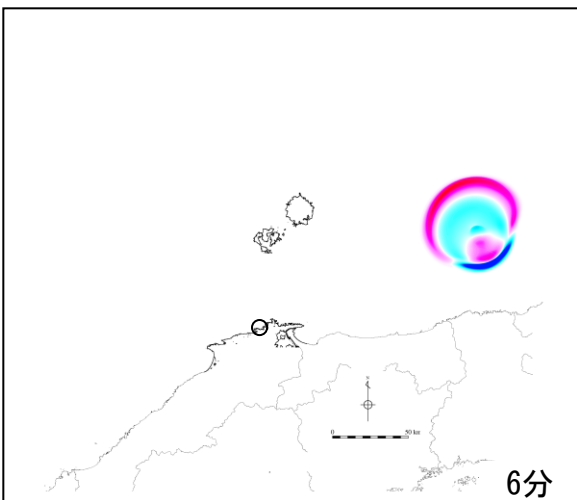
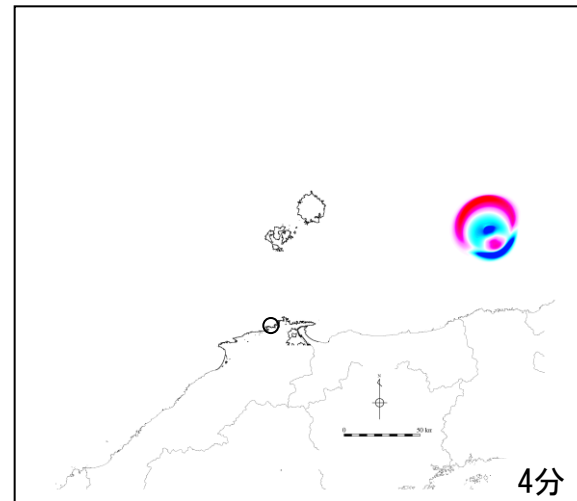
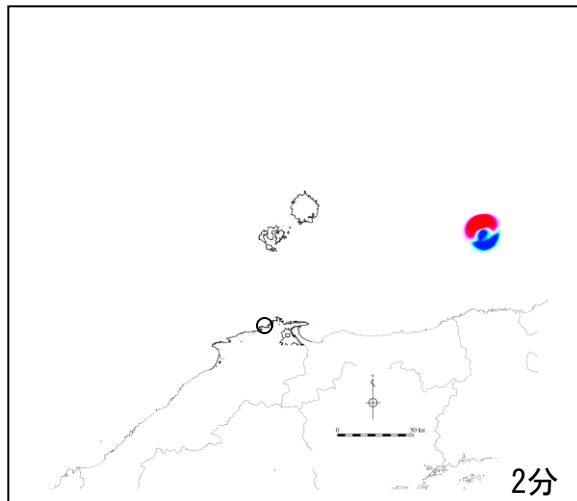
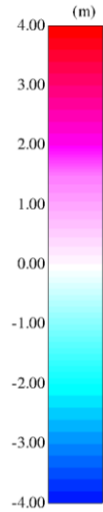
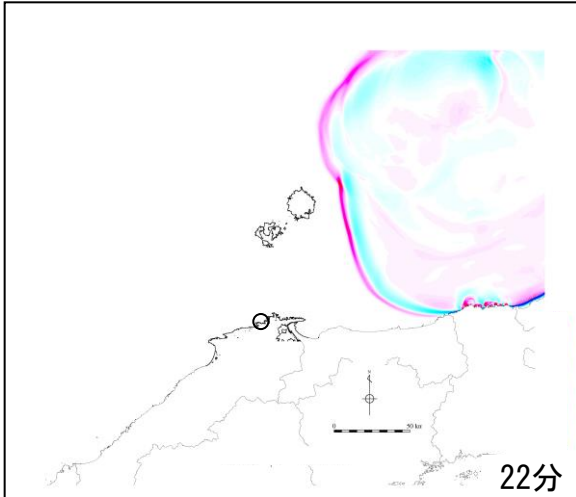
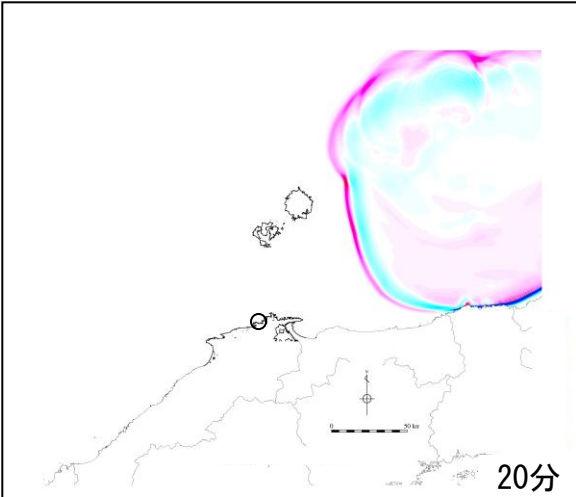
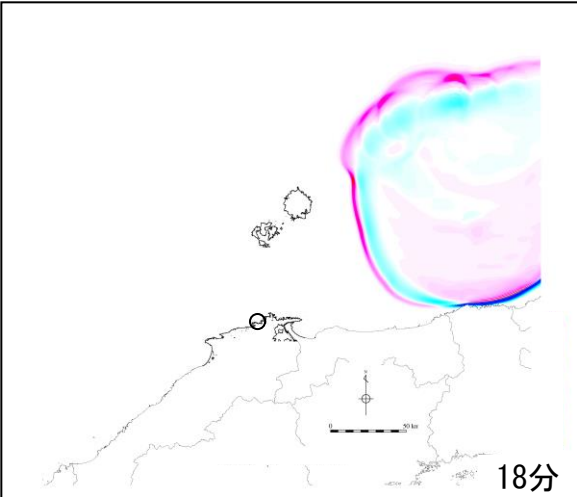
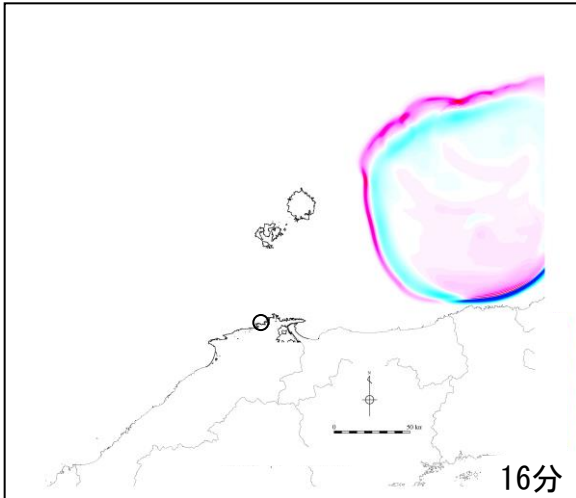
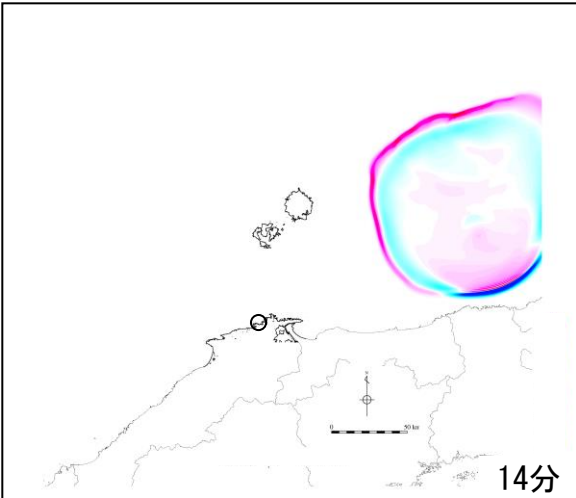
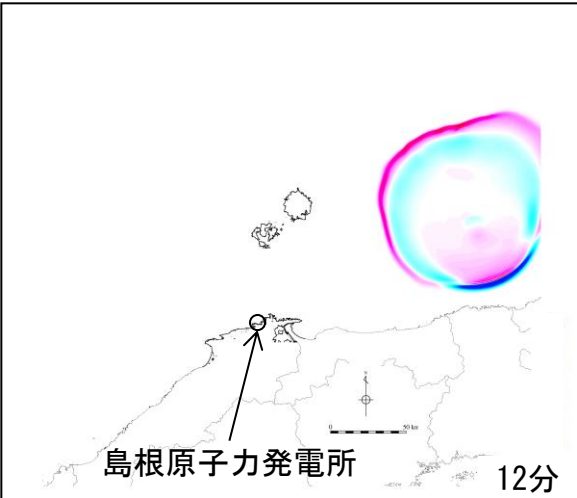
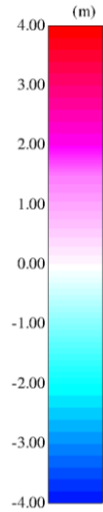


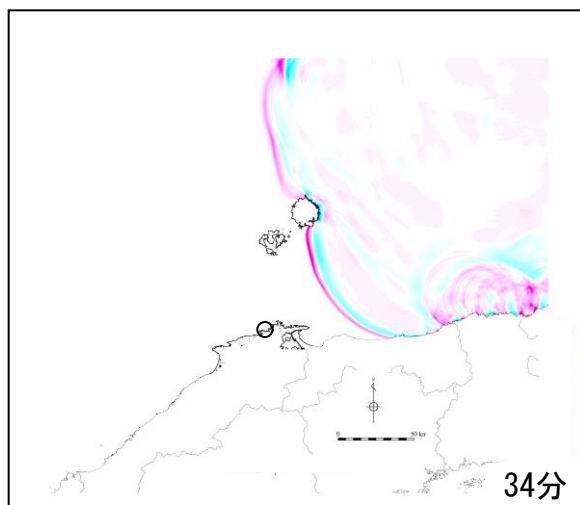
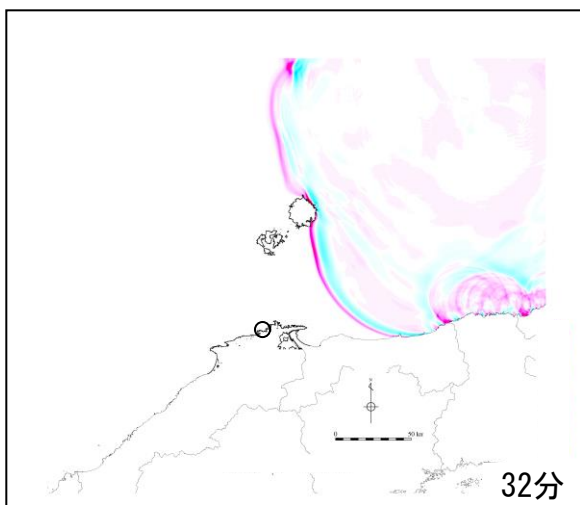
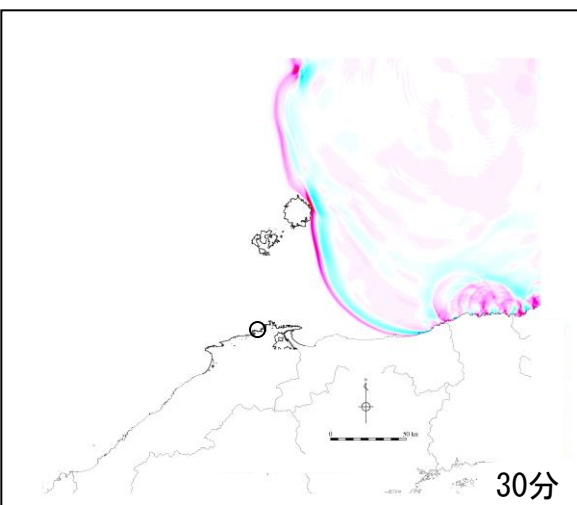
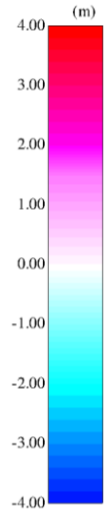
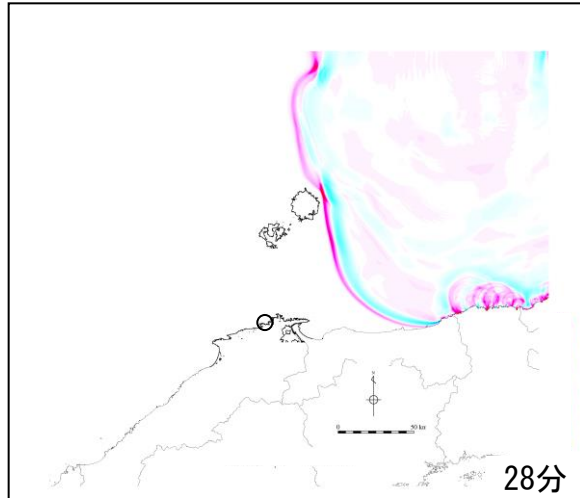
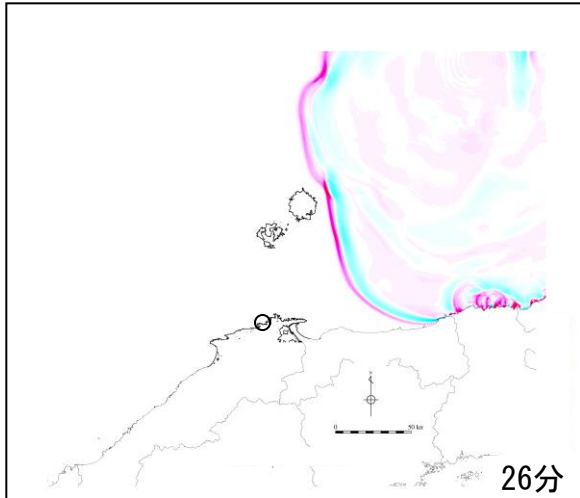
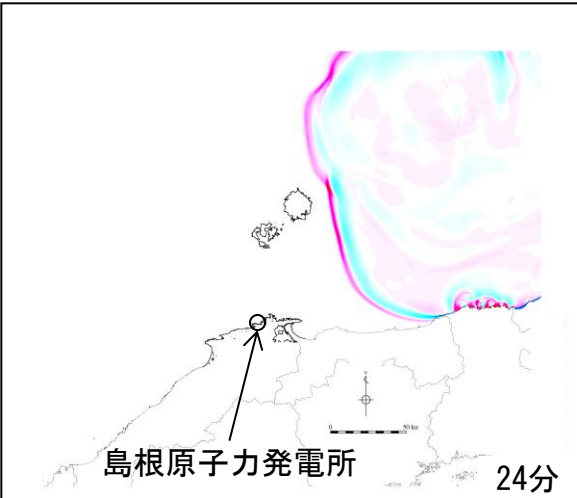
■ 地すべり① (二層流モデル) (0分~10分)



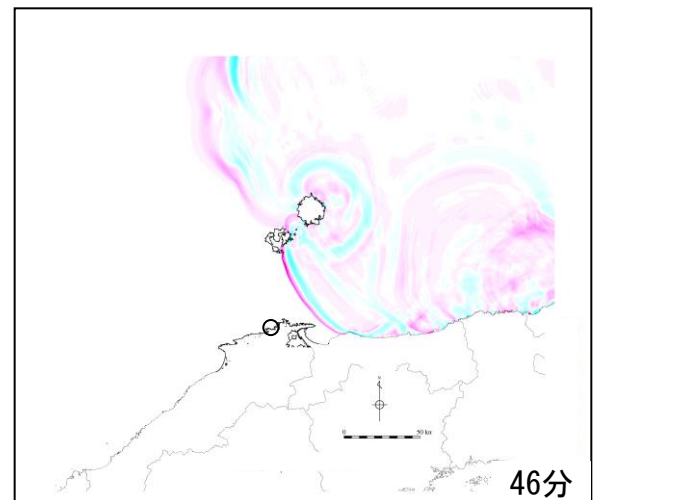
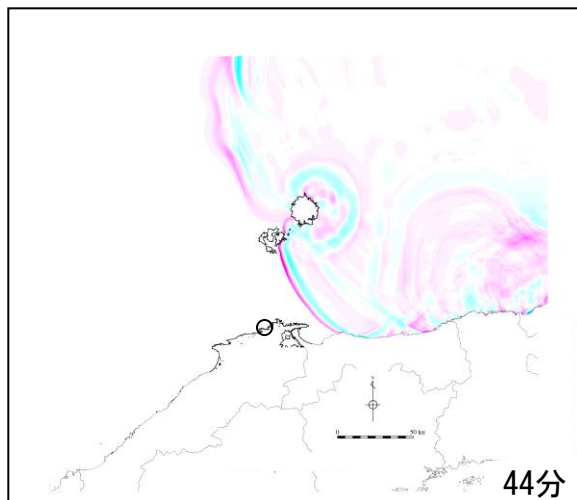
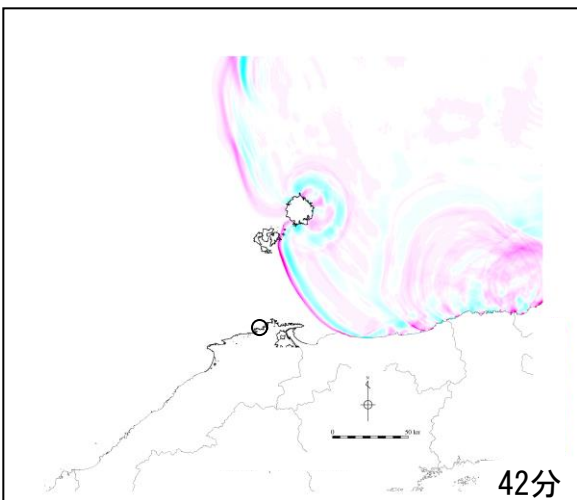
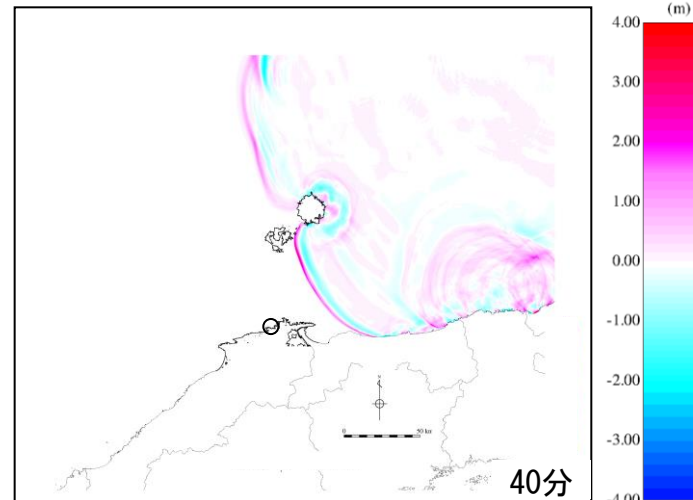
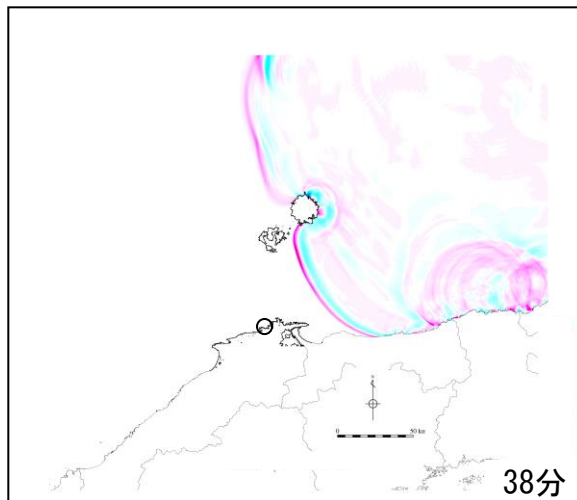
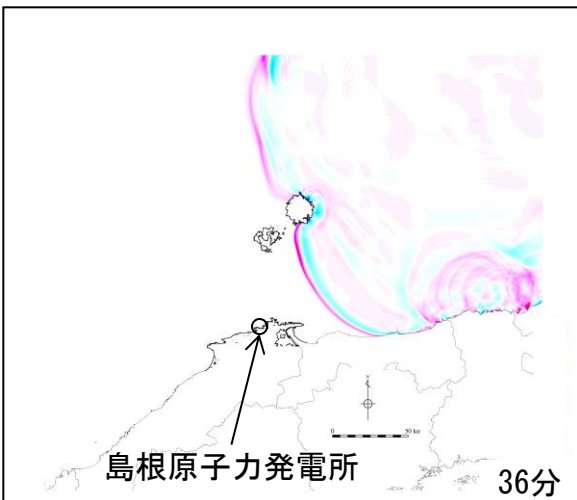
■ 地すべり① (二層流モデル) (12分~22分)



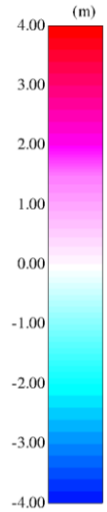
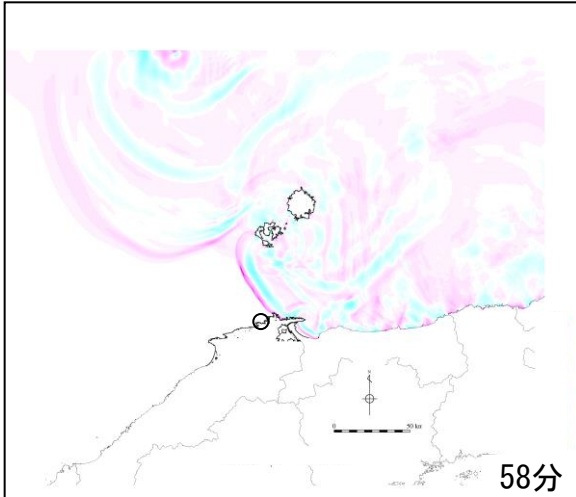
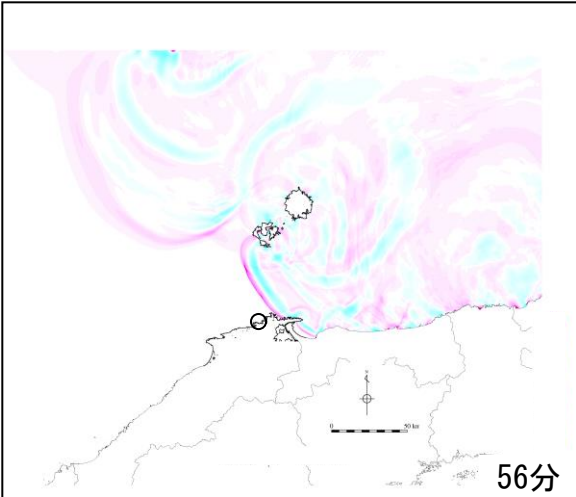
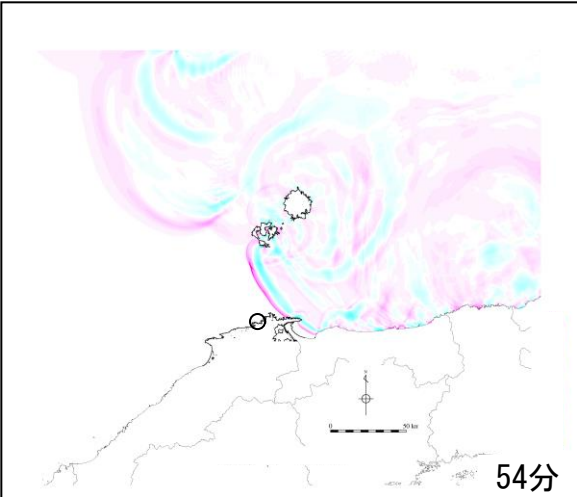
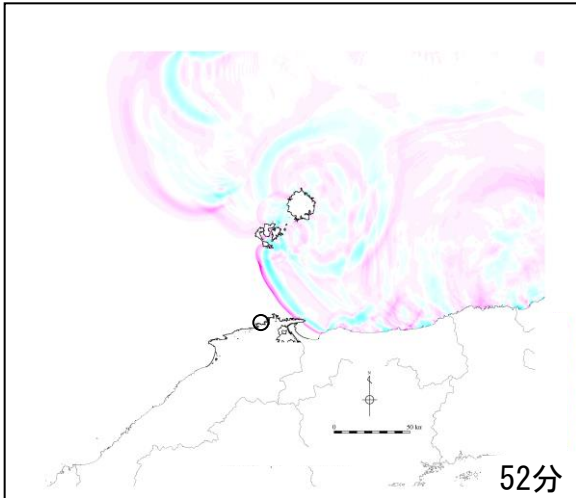
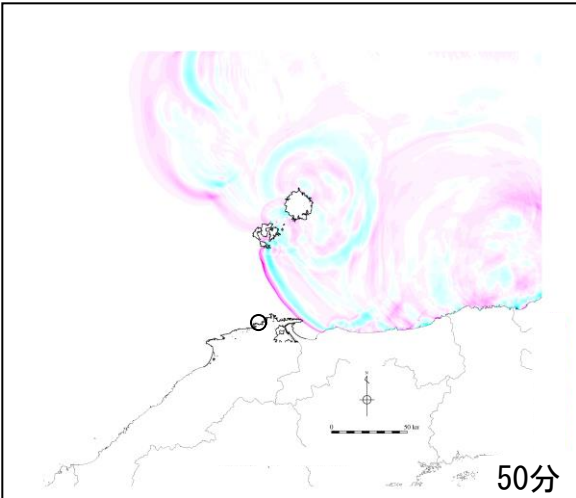
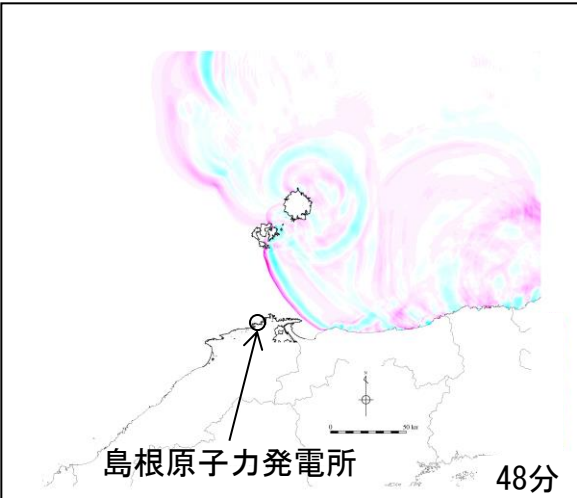
■ 地すべり① (二層流モデル) (24分~34分)



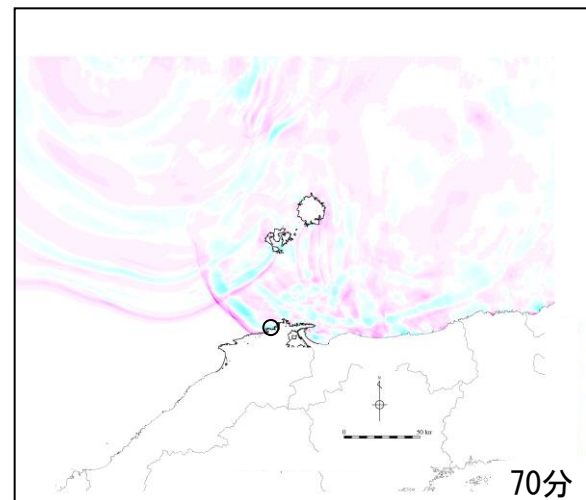
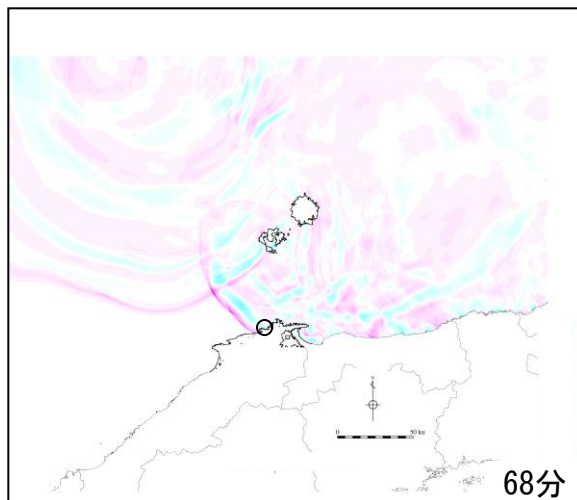
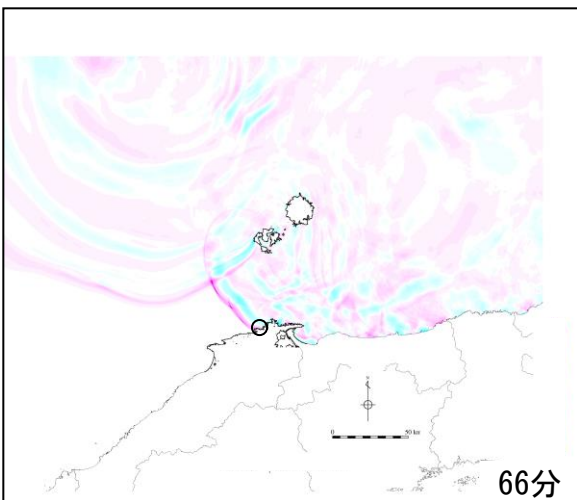
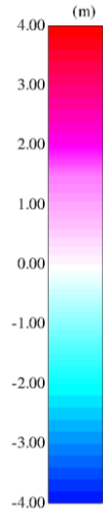
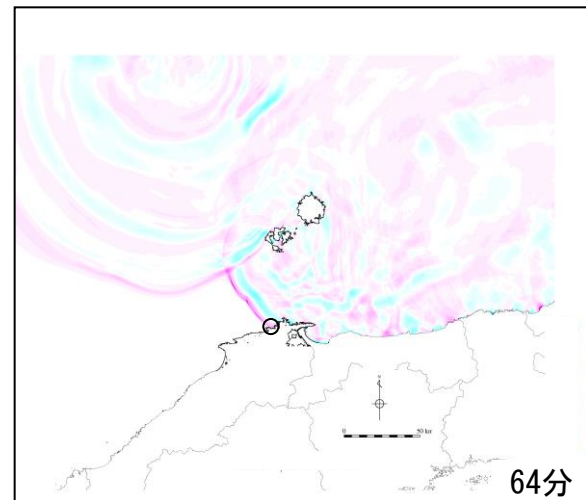
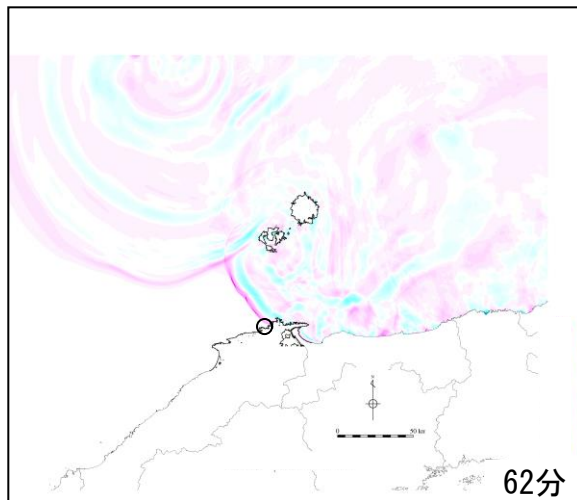
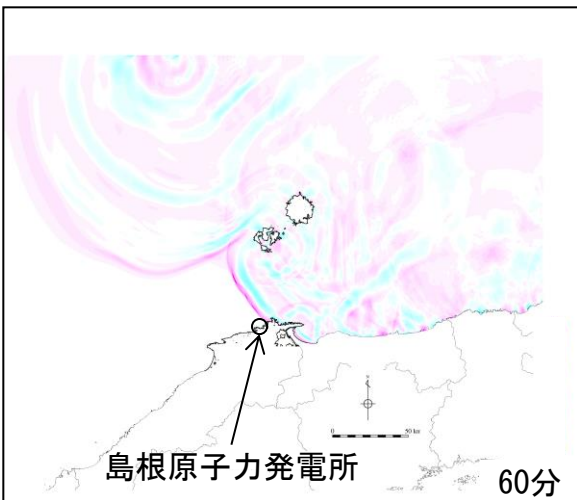
■ 地すべり① (二層流モデル) (36分~46分)



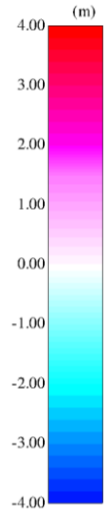
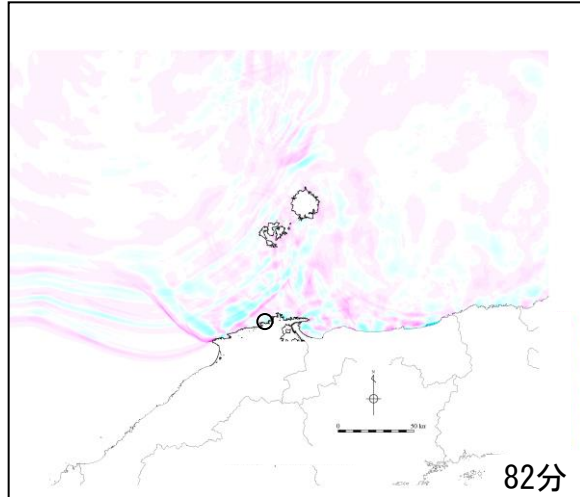
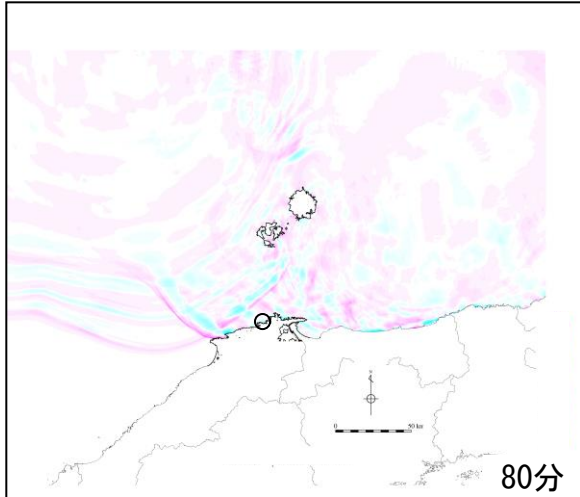
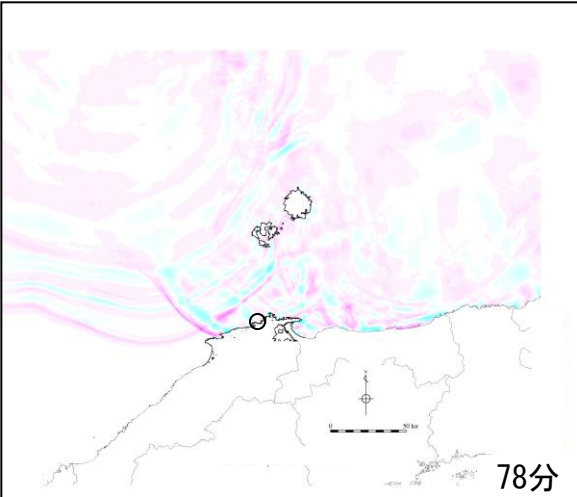
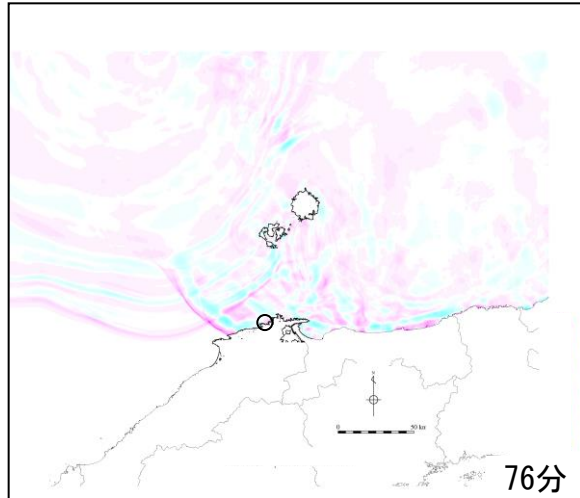
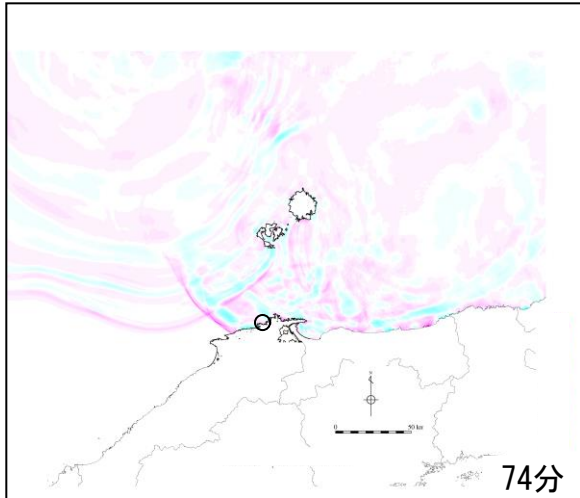
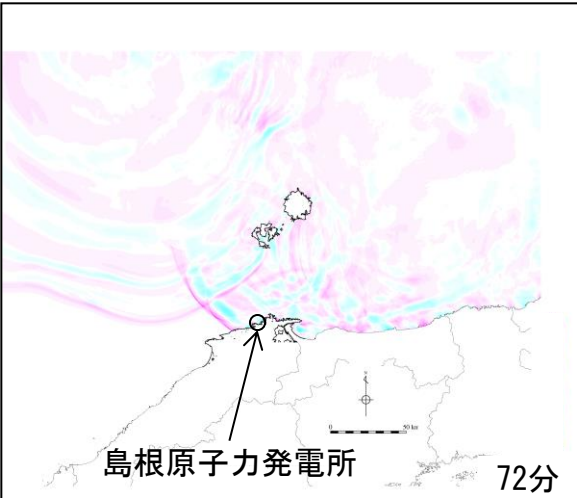
■ 地すべり① (二層流モデル) (48分~58分)



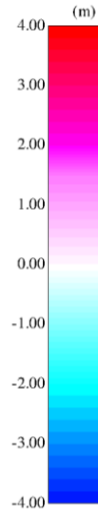
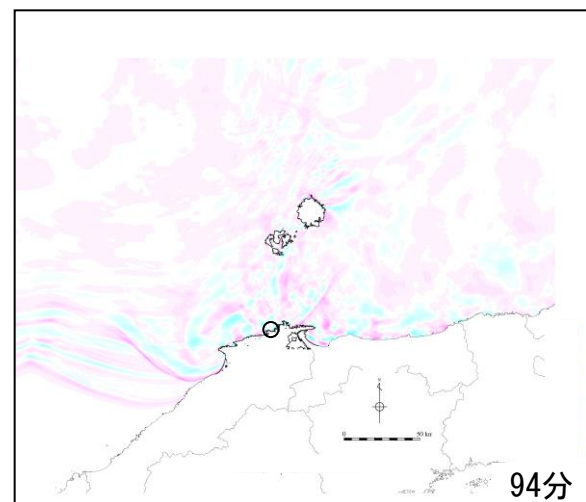
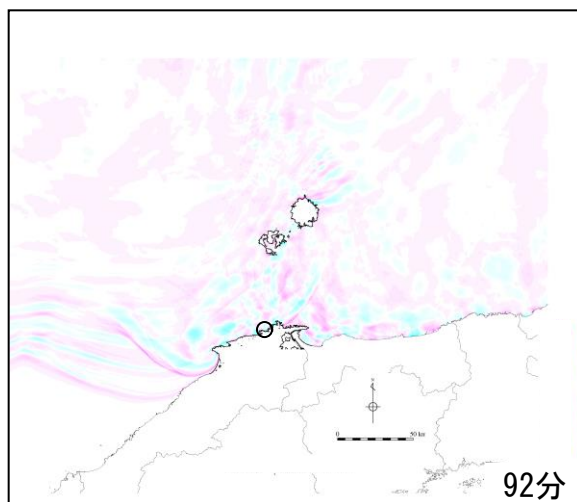
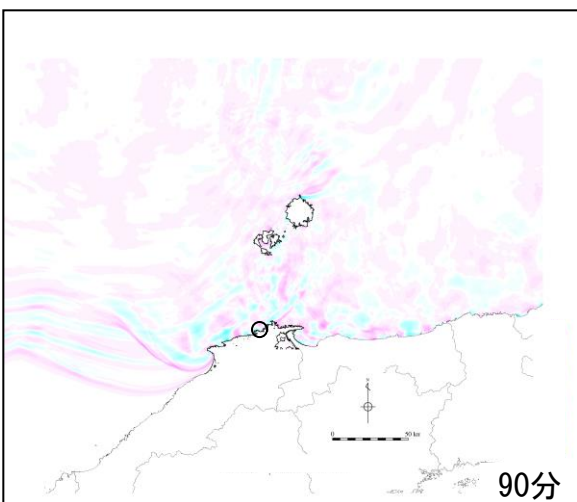
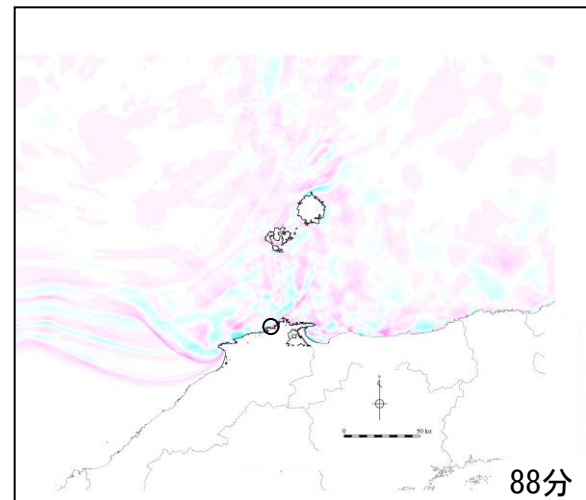
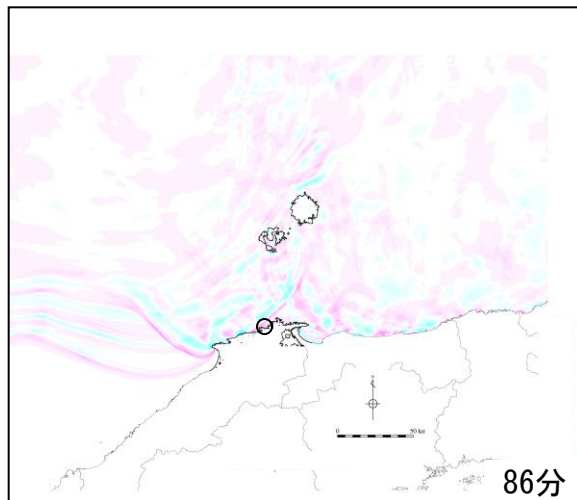
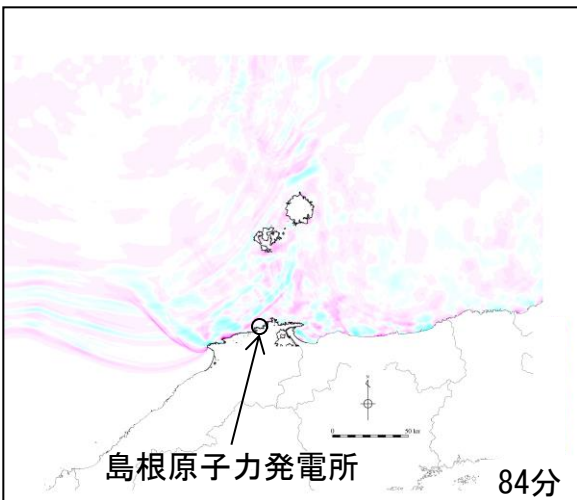
■ 地すべり① (二層流モデル) (60分~70分)



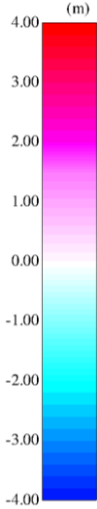
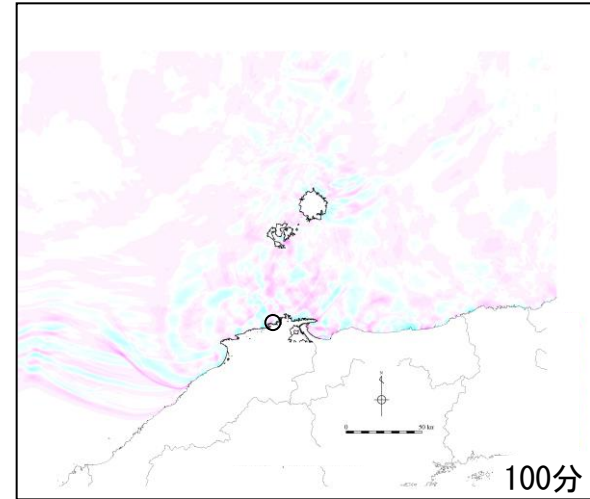
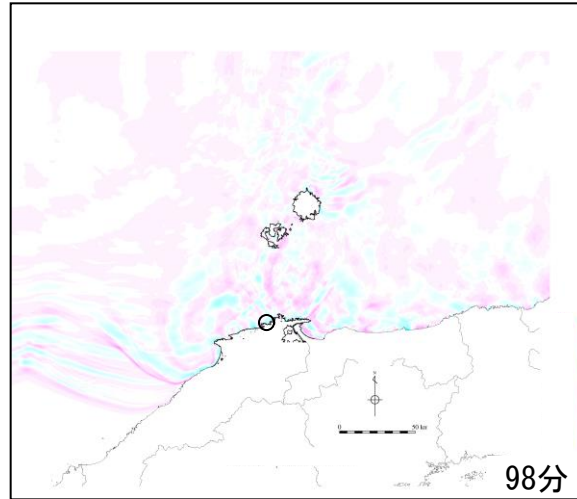
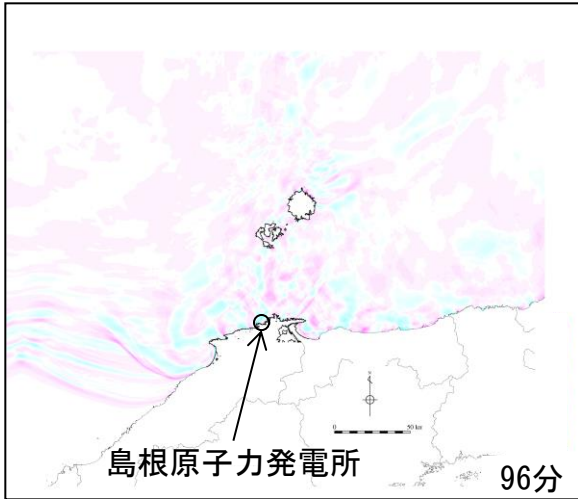
■ 地すべり① (二層流モデル) (72分~82分)



■ 地すべり① (二層流モデル) (84分~94分)



■ 地すべり① (二層流モデル) (96分~100分)



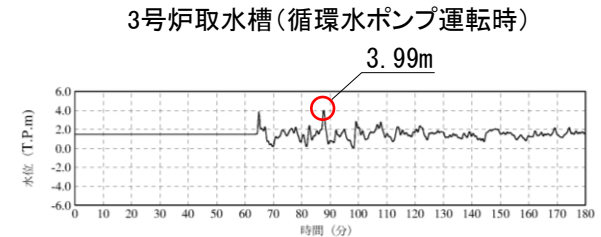
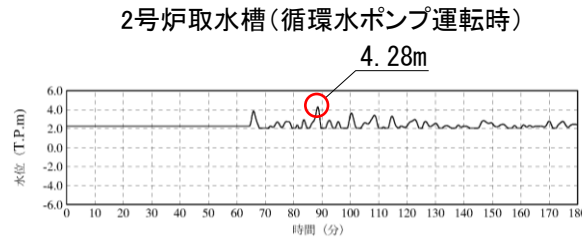
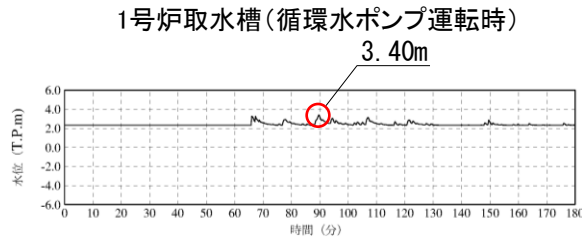
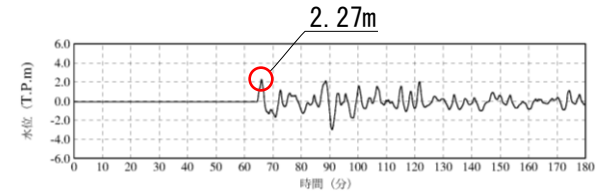
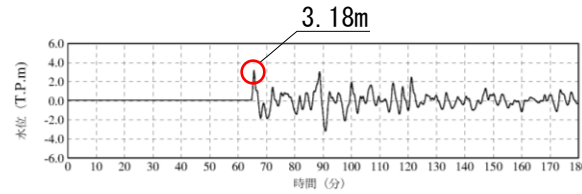
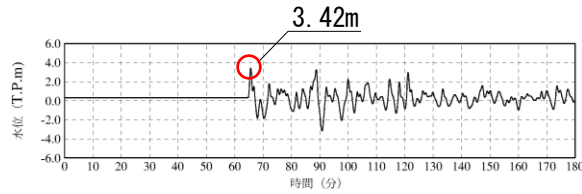
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第575回審査会合 資料1-3
P224 再掲

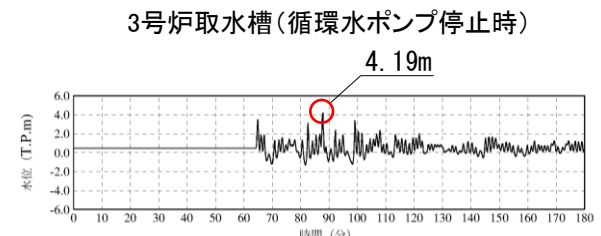
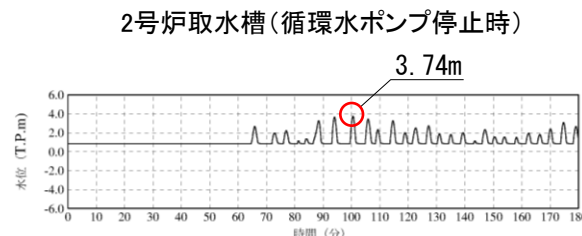
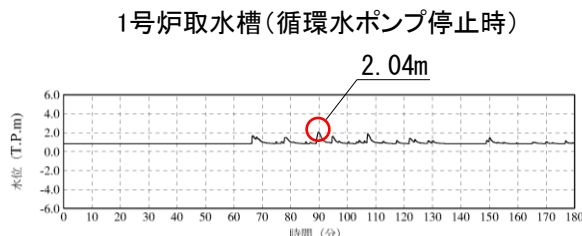
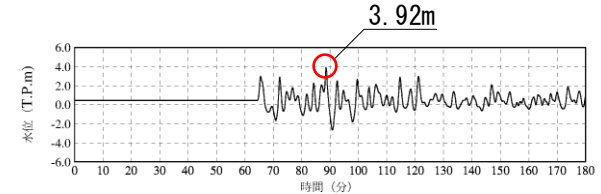
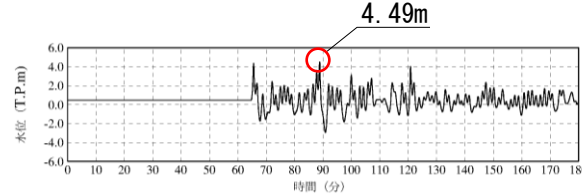
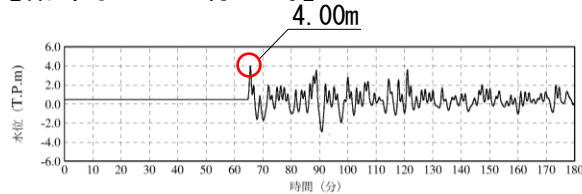
■ 地すべり① (二層流モデル)

上昇側評価

【循環水ポンプ運転時】



【循環水ポンプ停止時】

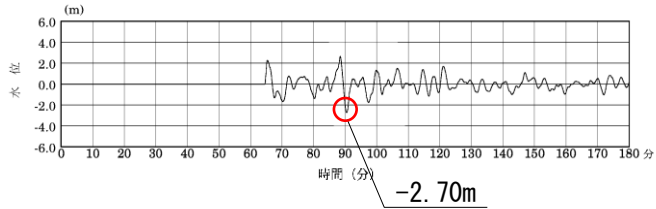


※初期水位は、潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

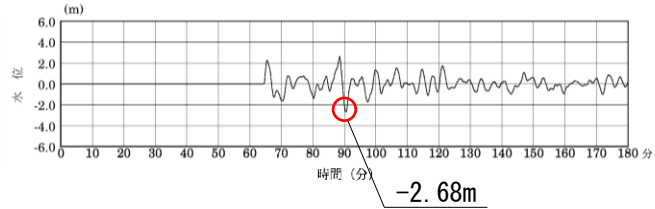
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第575回審査会合 資料1-3
P225 再掲

下降側評価



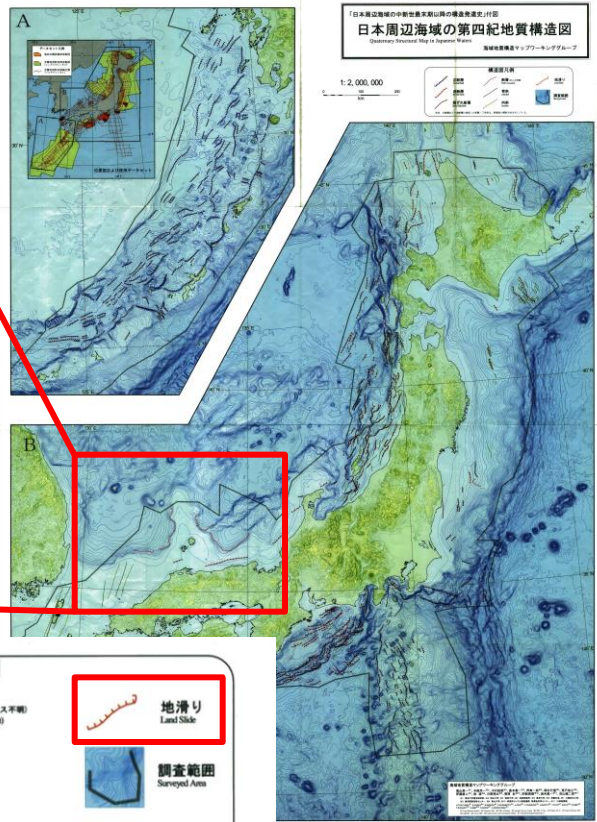
2号炉取水口(東)



2号炉取水口(西)

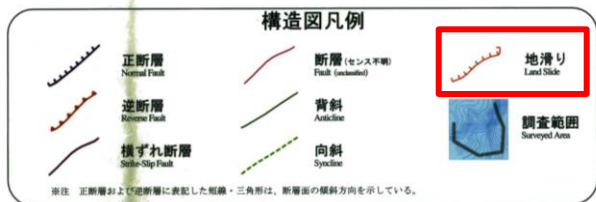
万寿津波の検討 海底地すべり地形の抽出(1)

・過去に万寿津波を引き起こしたとされる文献もあることから、念のため、当海域で海底地すべり地形を想定するとともに、数値シミュレーションにより津波の敷地への影響を検討する。



凡例

箕浦ほか(2014)に基づき当社が海底地すべり地形を想定した範囲



徳山ほか(2001)より引用・加筆

万寿津波の検討 海底地すべり地形の抽出(2)

【海底地すべりの想定方法】

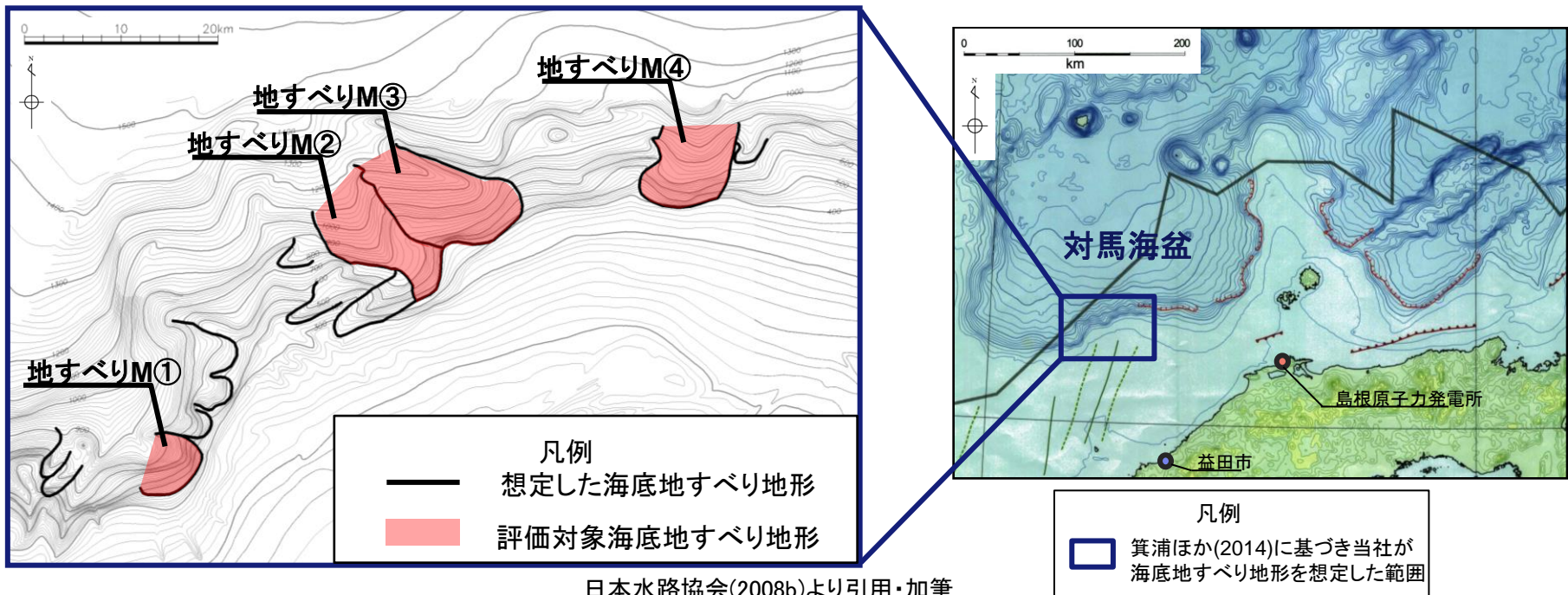
・箕浦ほか(2014)に基づき当社が海底地すべりを想定した範囲を対象として、以下に示す海底地すべり地形の特徴に着目し、地すべり地形を想定する。想定に当たっては、日本水路協会(2008b)⁽⁵⁸⁾を用いた。

(海底地すべり地形の特徴)

- ①地すべり土塊が認定しにくいので滑落崖に着目する。
- ②平面図上において、斜面下方へ開く馬蹄形、半円形、コの字型を示している。
- ③地すべりの境界部は平面的に連続しており、滑らかな形状を示している。

【海底地すべり地形の抽出】

・箕浦ほか(2014)に「800m近い落差を有する海底地すべり」と記載されていることを踏まえ、想定した海底地すべり地形から、500m以上の落差を有し比較的規模の大きい評価対象海底地すべり地形M①～M④を抽出した。



日本水路協会(2008b)より引用・加筆

万寿津波の検討 海底地すべり規模の算定(1)

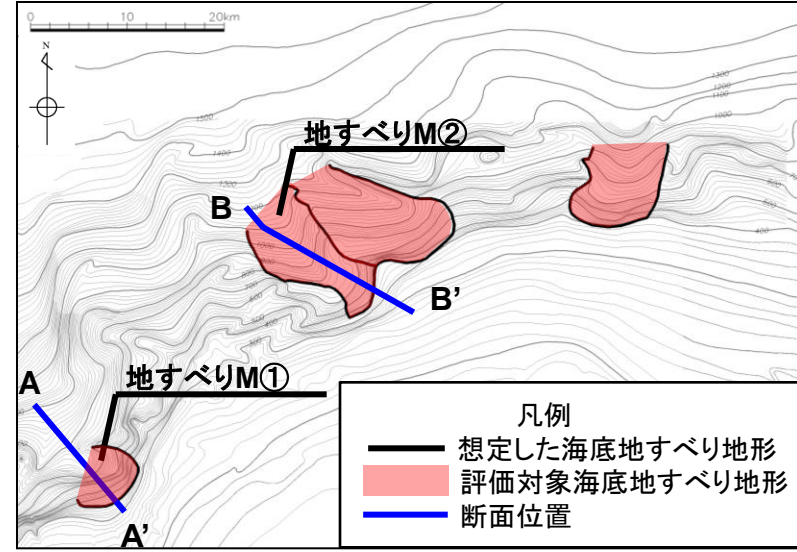
- ・評価対象海底地すべり地形M①～M④の地すべりの規模(体積)を算定し, 最大となる地すべり地形を選定する。
- ・体積は, 「投影面積」と「厚さ」を乗じることで算定する。

【投影面積の算定】

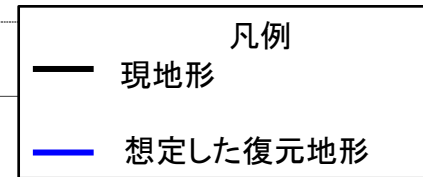
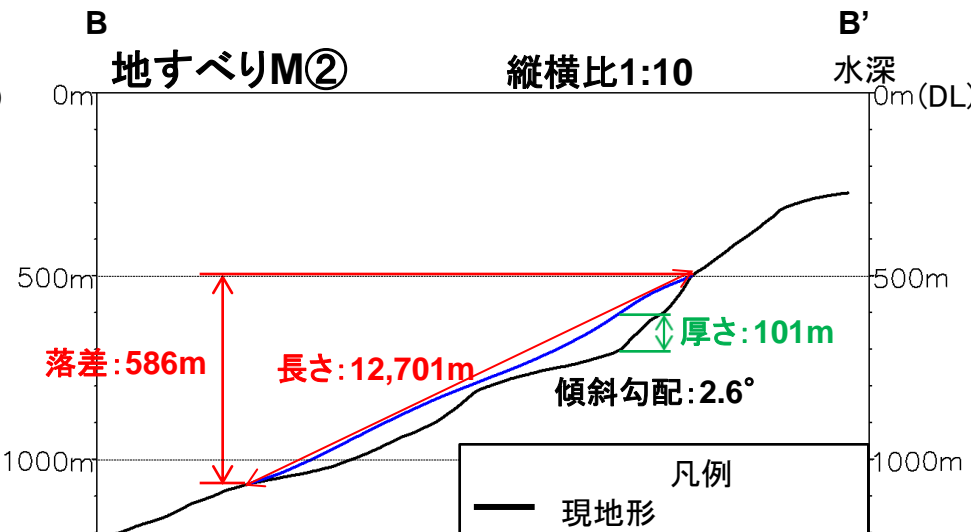
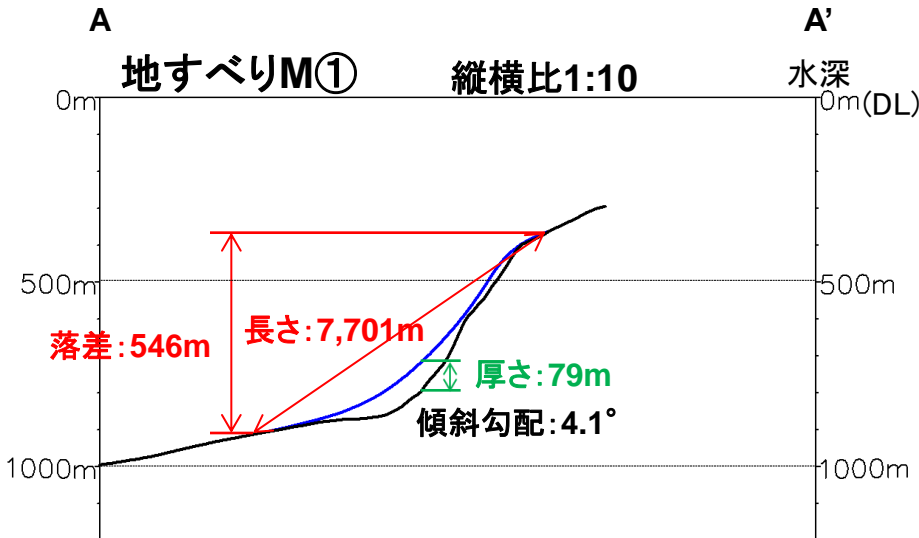
- ・海底地形図に基づき想定した地すべり地形の両端を直線で結んだ範囲の面積を投影面積とする。

【厚さの算定】

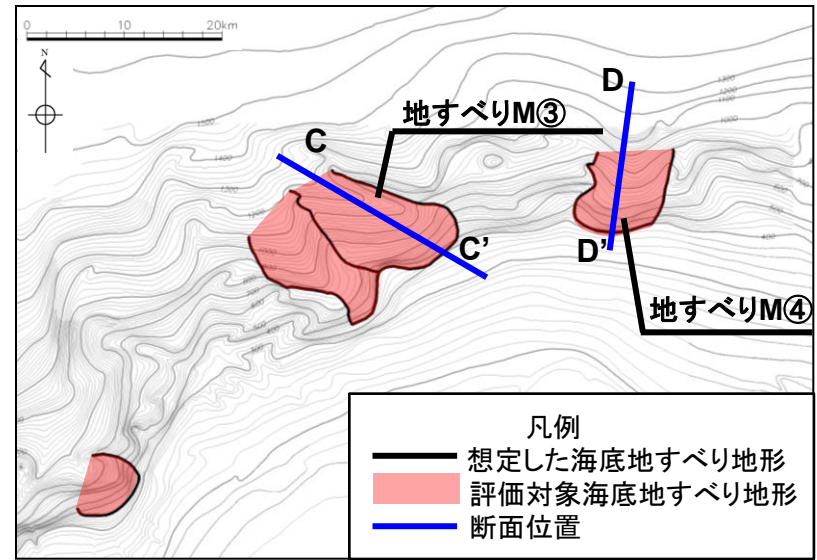
- ・海底地形図から作成した断面図から, 地すべり発生前の地形を復元し, 復元地形と現在の海底面との距離が最も厚い箇所を地すべり厚さとする。



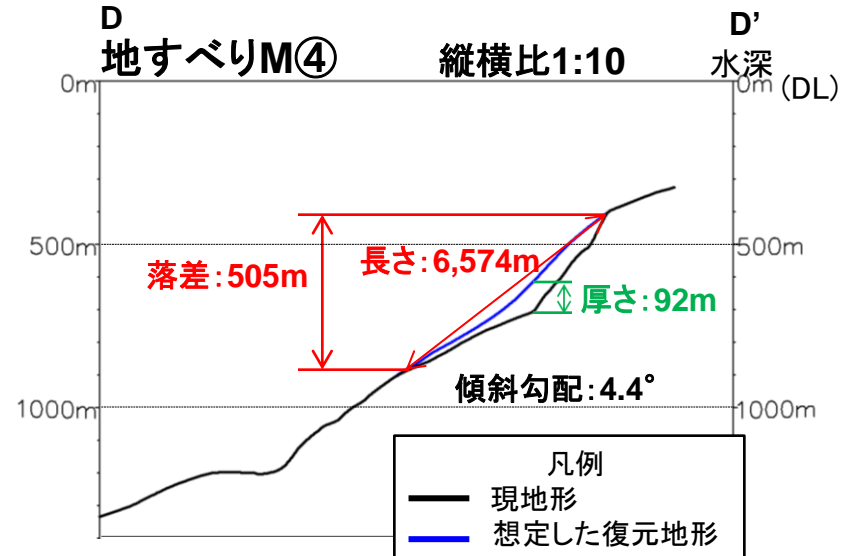
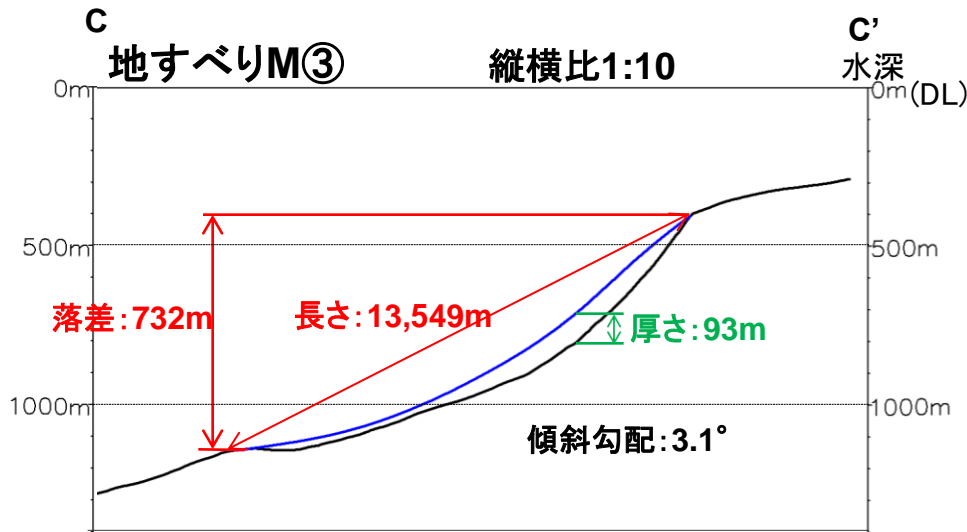
日本水路協会(2008b)より引用・加筆



万寿津波の検討 海底地すべり規模の算定(2)



日本水路協会(2008b)より引用・加筆

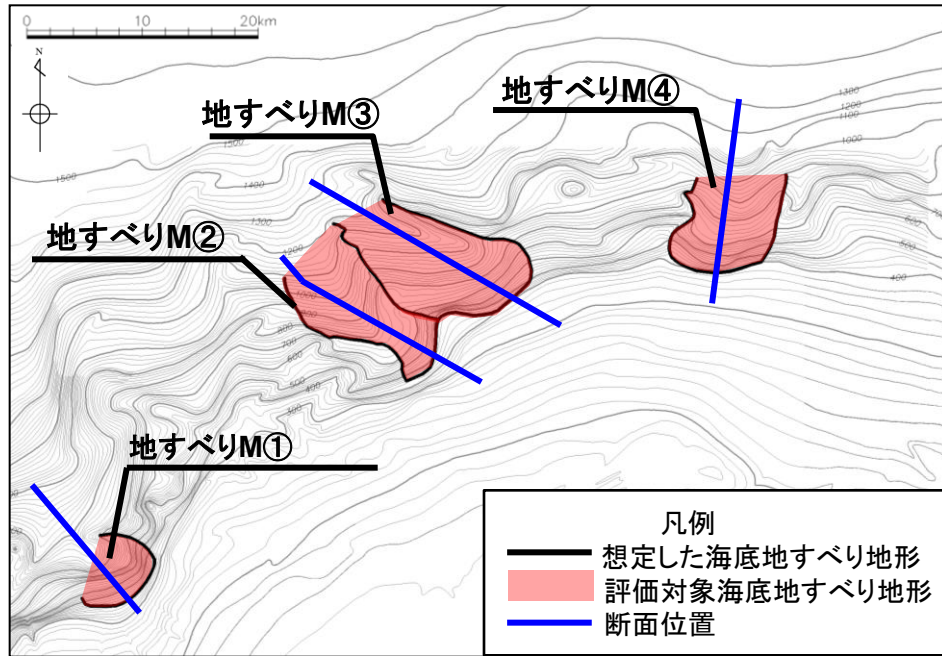
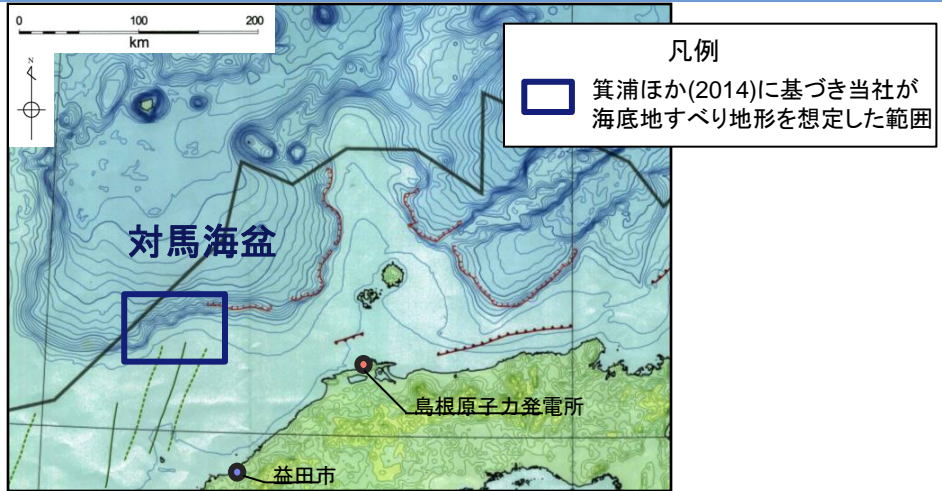


万寿津波の検討 海底地すべり規模の算定(3)

地すべり 番号	投影面積 (km ²)	厚さ (m)	体積 (km ³)
M①	27.97	79	2.21
M②	79.80	101	8.06
M③	105.55	93	9.82
M④	63.86	92	5.88

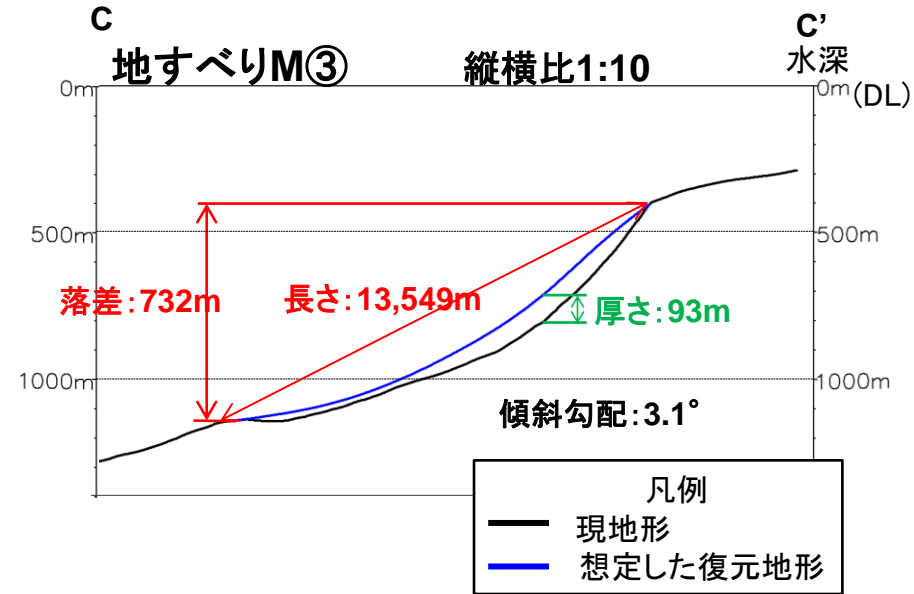
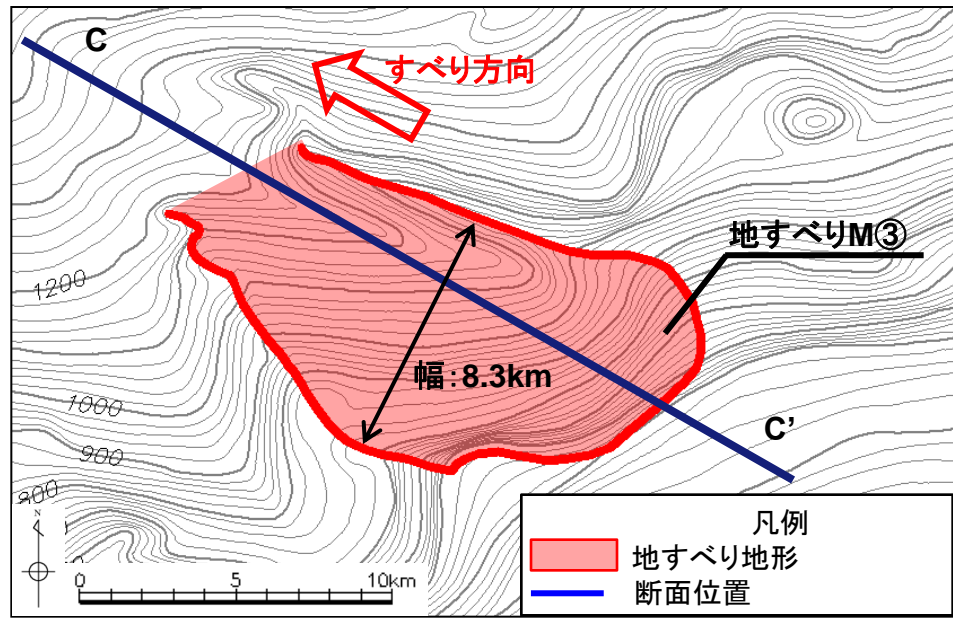


・体積が最大となる地すべり地形は、地すべりM③である。
 ・地すべりM③を対象に、Watts et al.(2005))⁽⁵⁹⁾の方法を用いた数値シミュレーションを実施する。



万寿津波の検討 海底地すべり地形の形状設定

Watts et al.(2005)の方法を用いた数値シミュレーションの実施にあたっては、地すべりM③の中心付近の幅を平面図から、長さ及び厚さは海底地形図より作成した断面図から読み取った。



地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)
地すべり M③	13,549	93	8,300

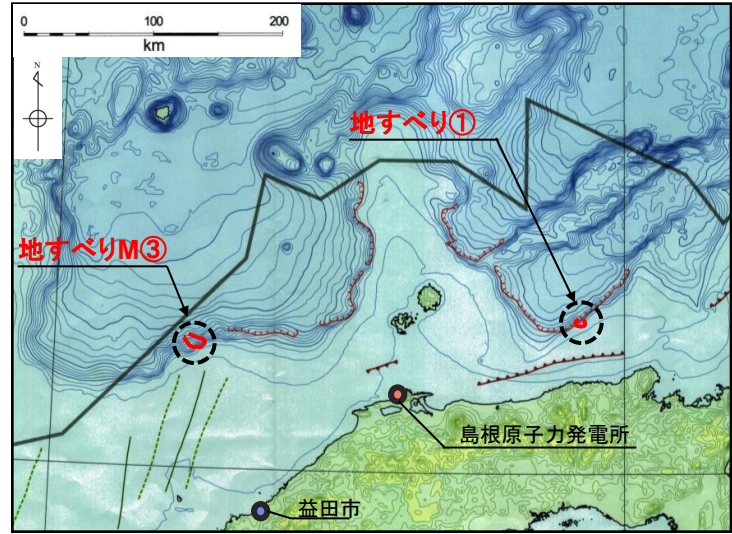
4.地震以外の要因による津波の想定 4-1 海底地すべりに起因する津波の検討 (2)数値シミュレーションの実施

万寿津波の検討 Watts et al.(2005)の方法による検討結果

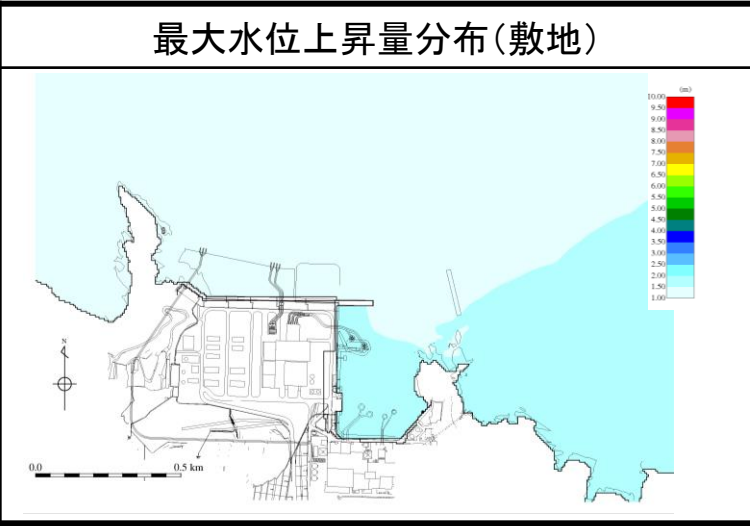
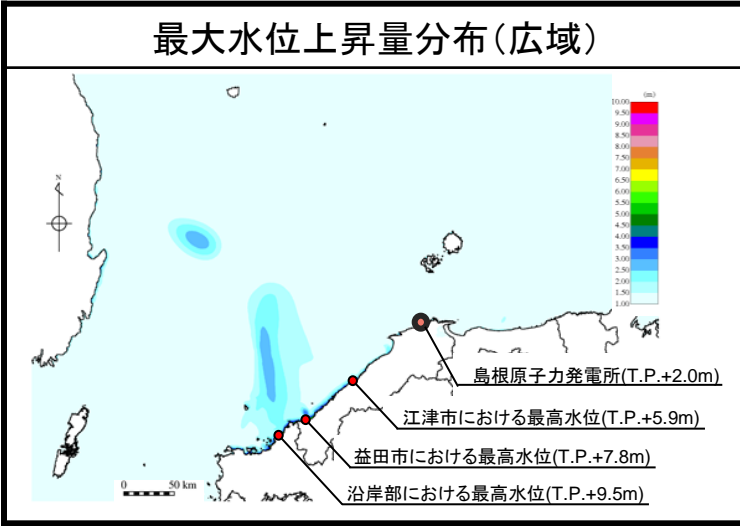
第575回審査会合 資料1-3 P232 加筆・修正

・Watts et al.(2005)の方法を用いた数値シミュレーションにより、敷地における津波高さを検討した。

地すべり	評価水位(T.P. m)		
	上昇側	下降側	
	施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)
地すべりM③	+2.0	-1.3	-1.3
(参考)海底地すべりに起因する津波 (地すべり①) (Watts et al.(2005)の方法)	+2.7	-2.6	-2.6



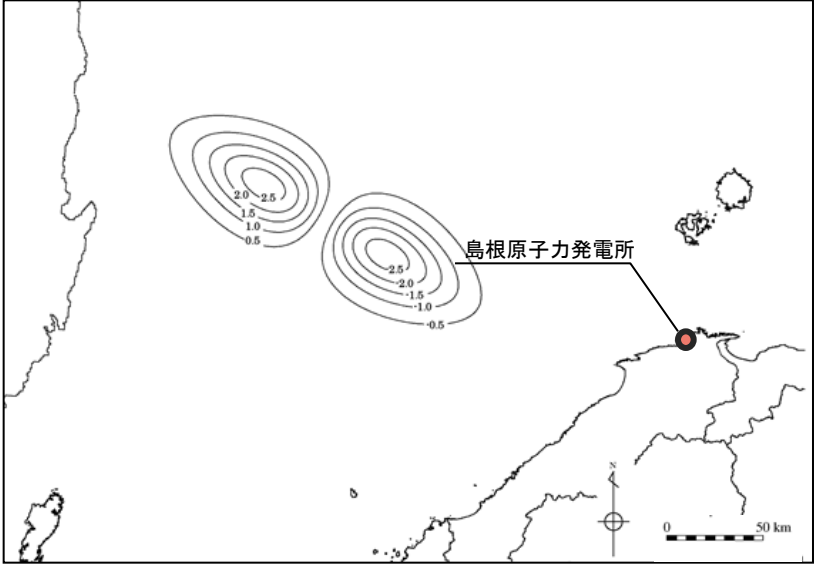
地すべりM③の数値シミュレーション結果



・地すべりM③による津波の敷地への影響は、海底地すべりに起因する津波の検討(地すべり①)と比較して小さいことを確認した。また、益田市以西で津波水位が比較的大きくなっており、文献の記載内容と整合することを確認した。

パラメータ設定

		設定値	設定根拠
		地すべり M③	
γ	崩壊部比重	1.85	Watts et al.(2005)に示される値
$b(m)$	崩壊部長さ	13,549	復元地形から判読
$T(m)$	崩壊部厚さ	93	復元地形から判読
$w(m)$	崩壊部幅	8,300	地すべりブロック
$d(m)$	初期の崩壊部水深	707	崩壊部頂点の水深
θ (deg)	斜面勾配	3.1	崩壊部の傾斜勾配
C_d	抗力係数	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
C_m	付加質量係数	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
ψ	底面摩擦係数	0.0	Watts et al.(2005)に示される値
$u_t(m/s)$	最終速度	97.915	$u_t = \sqrt{gd} \sqrt{\frac{B \sin \theta}{d} \frac{\pi(\gamma-1)}{2C_d} \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \theta}\right)}$
$a_0(m^2/s)$	初期加速度	0.158	$a_0 = g \sin \theta \left(\frac{\gamma-1}{\gamma+C_m}\right) \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \theta}\right)$
$t_0(sec)$	特性時間	619.5	$t_0 = \frac{u_t}{a_0}$
$S_0(m)$	特性距離	60,655.8	$s_0 = \frac{u_t^2}{a_0}$
$\lambda_0(m)$	特性津波波長	51,563.8	$\lambda_0 = t_0 \sqrt{gd}$



初期水位分布(地すべりM③)

波源振幅の推定値

	地すべりM③
$\eta_{0.2D}(m)$	20.28
$\eta_{0.3D}(m)$	2.81

4.地震以外の要因による津波の想定 4-1 海底地すべりに起因する津波の検討 (2)数値シミュレーションの実施

第575回審査会合 資料1-3 P234 再掲

万寿津波の検討 当社の想定した津波高さとの比較

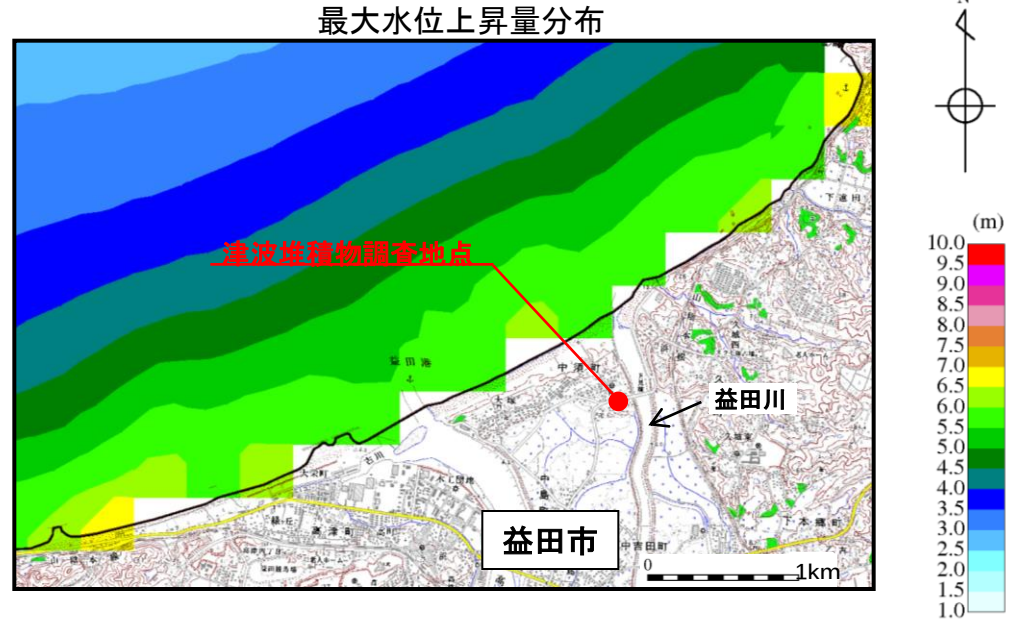
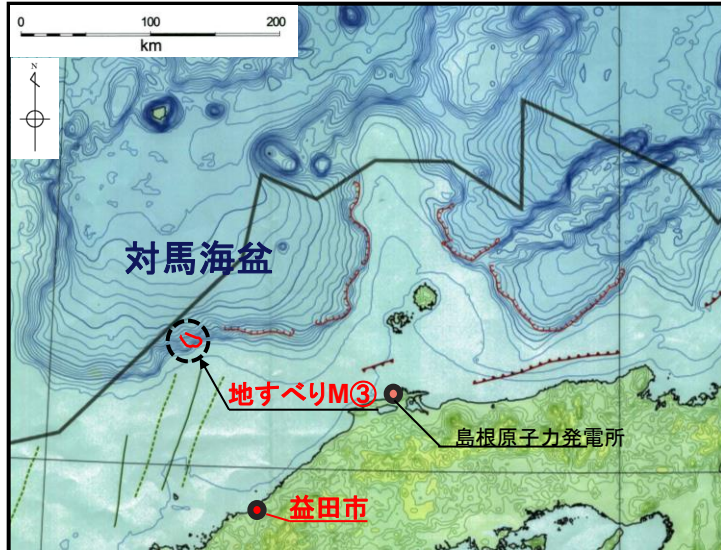
- ・箕浦ほか(2014)においては、試算により津波堆積物の分布を説明できたとされていることから、その津波堆積物の調査結果と当社が益田沖に想定した海底地すべり(地すべりM③)に対する数値シミュレーション結果を比較する。
- ・なお、比較にあたっては、箕浦ほか(2014)において試算結果の詳細が記載されていないことから、津波堆積物について記載されているMinoura and Nakata(1994)⁽⁶⁰⁾※による津波堆積物の調査結果を採用する。

※次頁にMinoura and Nakata(1994)における津波堆積物調査の概要を記載する。

【津波堆積物調査結果 (Minoura and Nakata(1994)による)】

- ・益田川沿いの海岸から約500mの地点：標高 約0~0.5m

【地すべりM③の数値シミュレーション結果(益田市沿岸)】



- ・地すべりM③の数値シミュレーションの結果、益田市沿岸での津波高さは標高5~6.5m程度であり、Minoura and Nakata(1994)による津波堆積物調査結果(標高 約0~0.5m)を上回ると考えられる。

・ Minoura and Nakata(1994)によると、益田川沿いで実施したボーリング及びトレンチ調査結果より、海岸から約500mの地点でのみ、津波堆積物が確認されており、津波堆積物が確認されたのは標高0~0.5mとされている。

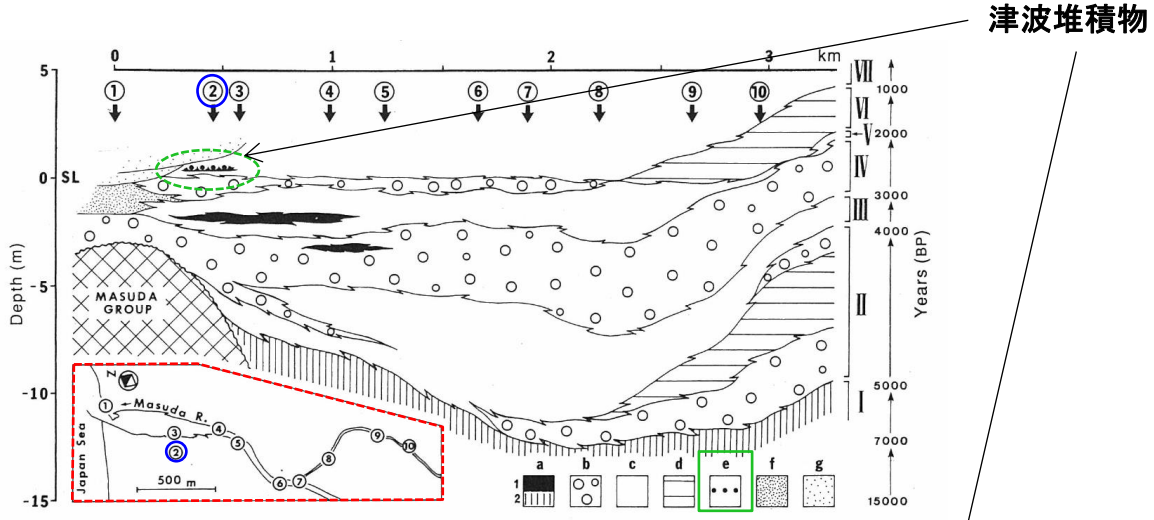


Fig. 2 Lateral and vertical distribution of sedimentary sequences of the Masuda Plain (Fig. 1). The section is based on numerous borehole data. 1-10: Borehole sites, a-g: sedimentary environments (a-1: fresh-water lagoon, a-2: brackish lagoon, b: fluvial channel, c: flood plain, d: abandoned river, e: tsunami deposit, f: beach, g: dune), I-VII: transgressive-regressive facies (I, III, V and VII: transgressive facies; II, IV and VI: regressive facies). SL: Present high water mark.

堆積層分布断面図

○: トレンチ調査実施箇所

津波堆積物

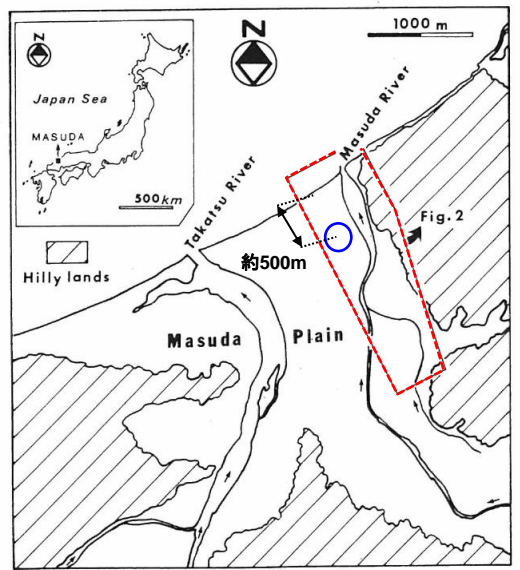
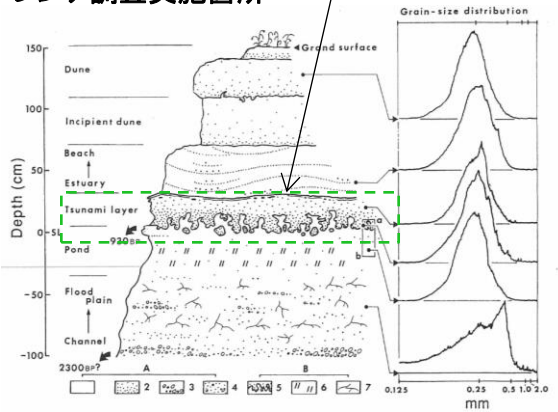


Fig. 1 Index map of the study area.

調査位置図



トレンチ壁面スケッチ及び粒度分布図

Minoura and Nakata(1994)より引用・加筆

陸上地すべりの判読及び地表地質踏査の方法

第575回審査会合 資料1-3 P236 再掲

【空中写真判読】

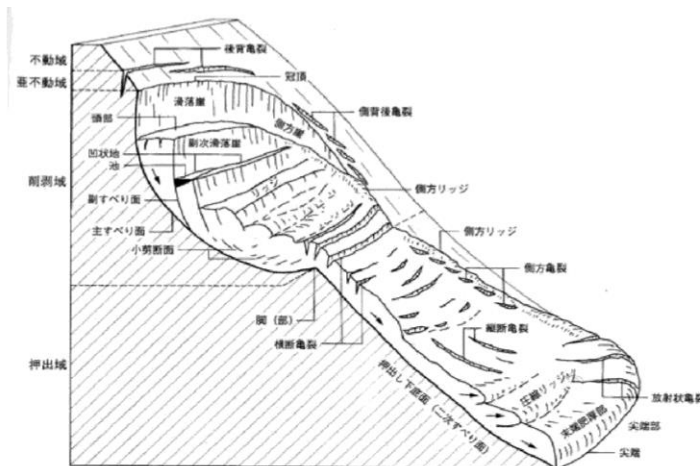
・地すべり地形は、鈴木(2000)⁽⁶¹⁾に示すような滑落崖、押し出し下底面(二次すべり面)等の特徴的な地形が発達する。そのため、地形図上では、渡・小橋(1987)⁽⁶²⁾に示されるような等高線の乱れ等が認められ、特徴的な分布を示すことが多い。これらの等高線の分布は、滑落崖、地表面逆傾斜、先端部の押し出し、台地状地形等を意味するため、地すべり地形判読としての基準とする。

【地表地質踏査】

・地表地質踏査は、地形、地質、水文学的な観点から、下表に示す留意点に着目し、地表地質踏査結果を1/5,000程度のルートマップにまとめた。

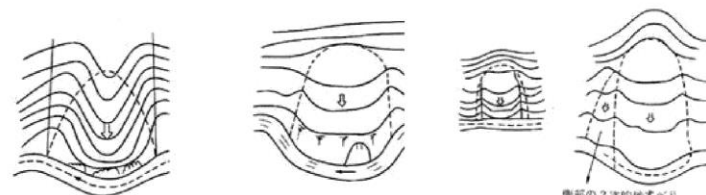
地表地質踏査における主な留意点, 着目点

項目	留意点・着目点
地形	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂, 段差等の微地形の有無 ・遷緩線, 遷急線の有無 ・支沢の発達状況 ・旧地形
地質	<ul style="list-style-type: none"> ・岩種及び岩相 ・地質構造(流れ盤, 破碎帯の有無等) ・風化の程度 ・節理間隔, ゆるみの有無
水文	<ul style="list-style-type: none"> ・表流水及び表流跡の有無 ・湧水地点の位置及び状況
構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・クラックの有無



地すべりに伴って生じる各種の微地形

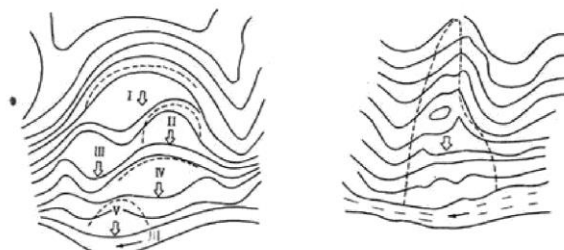
鈴木(2000)より引用



凸状尾根形地形

凸状台地状地形

単丘状凸状台地状地形



多丘形凸状台地状地形

凹状緩斜面地形

地すべり地形の微地形

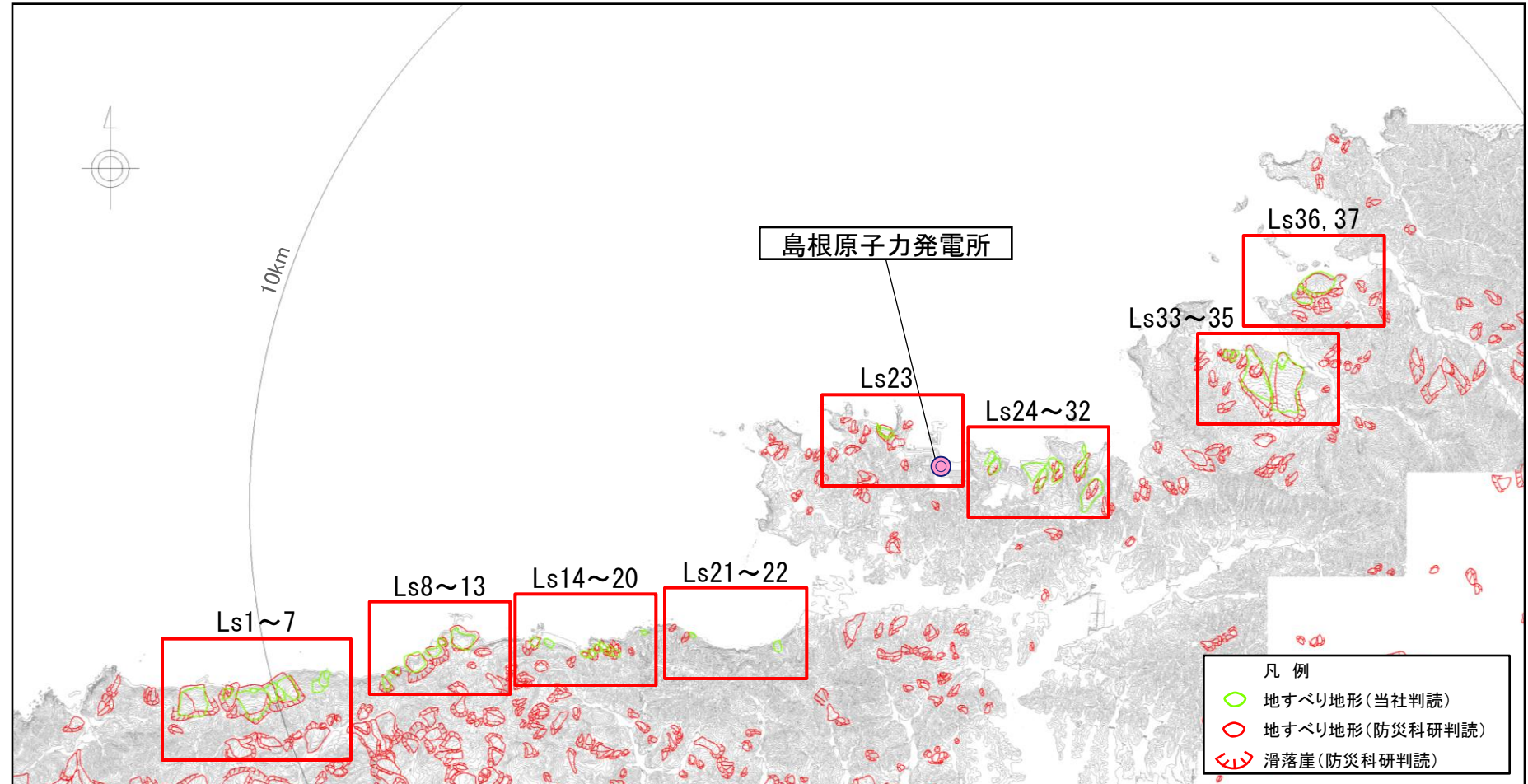
渡・小橋(1987)より引用

当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形の比較

第575回審査会合 資料1-3 P237 再掲

■ 空中写真判読

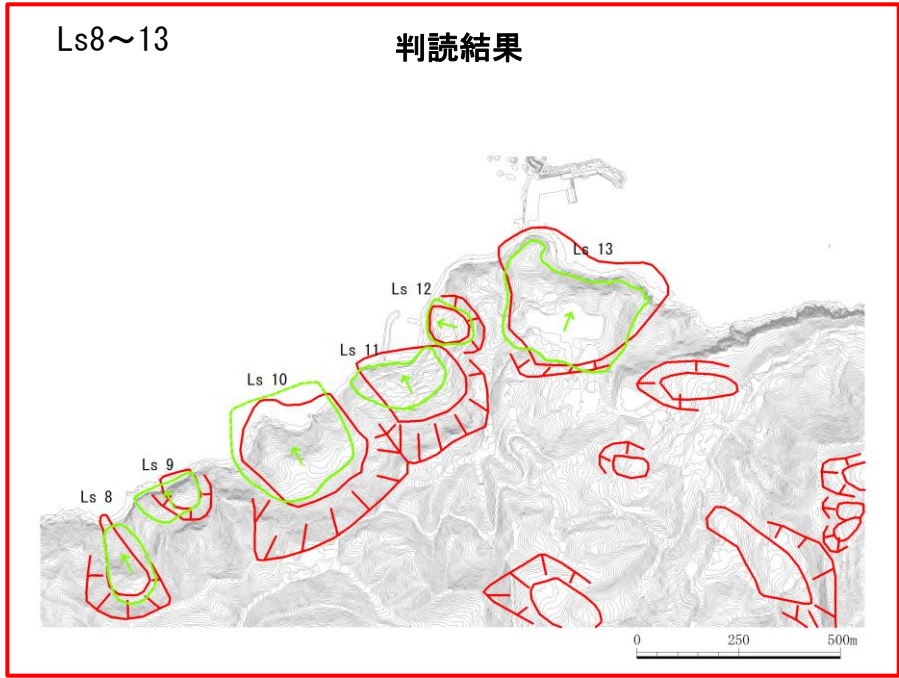
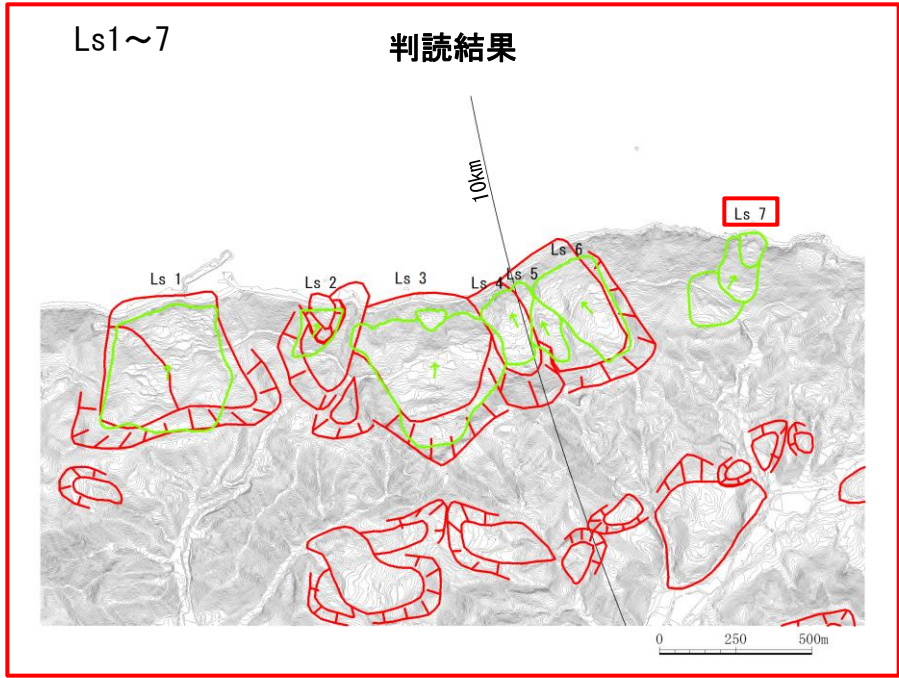
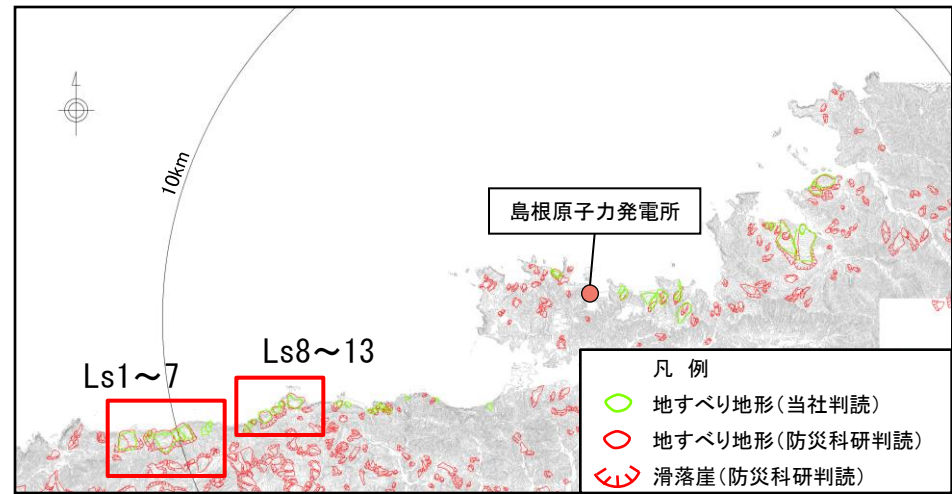
・当社による空中写真判読結果は、防災科学技術研究所(2005⁽⁶³⁾, 2006⁽⁶⁴⁾)に示されている地すべり地形と概ね整合している。



当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形の比較

第575回審査会合 資料1-3
P238 再掲

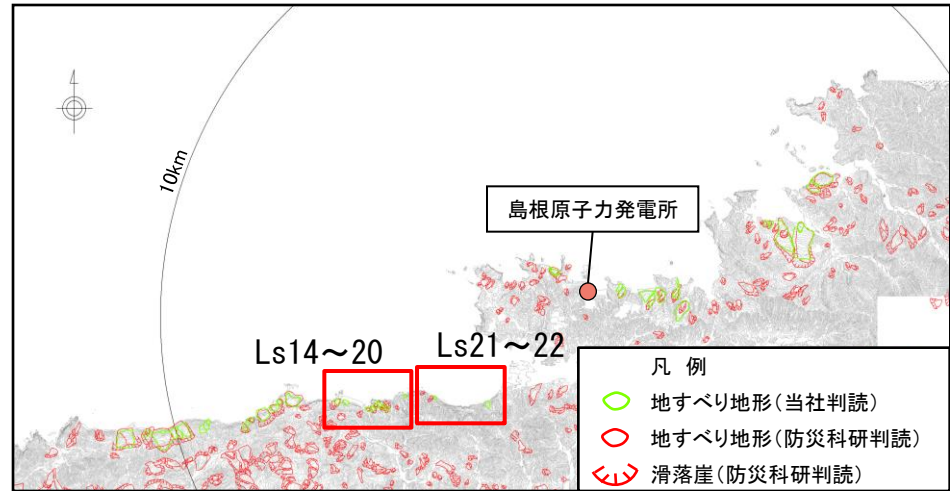
■ 空中写真判読 (Ls1~Ls13)



当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形の比較

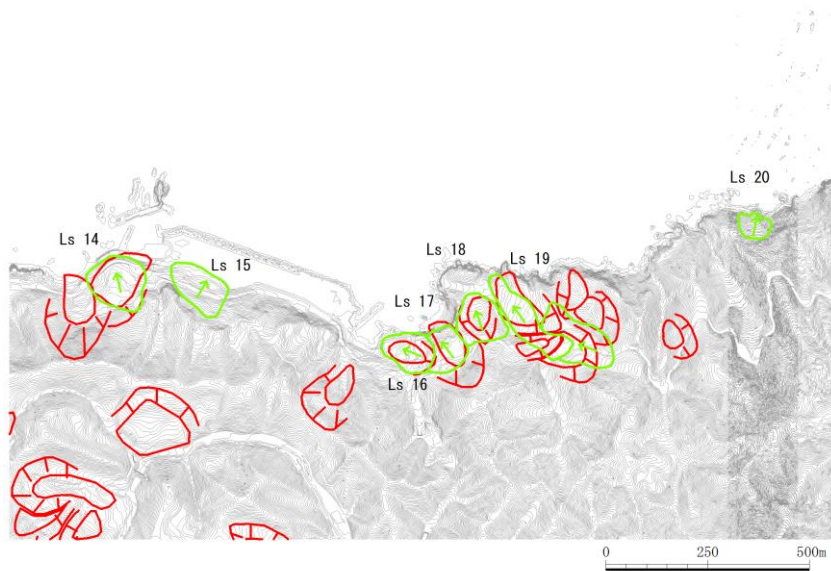
第575回審査会合 資料1-3
P239 再掲

■ 空中写真判読 (Ls14~Ls22)



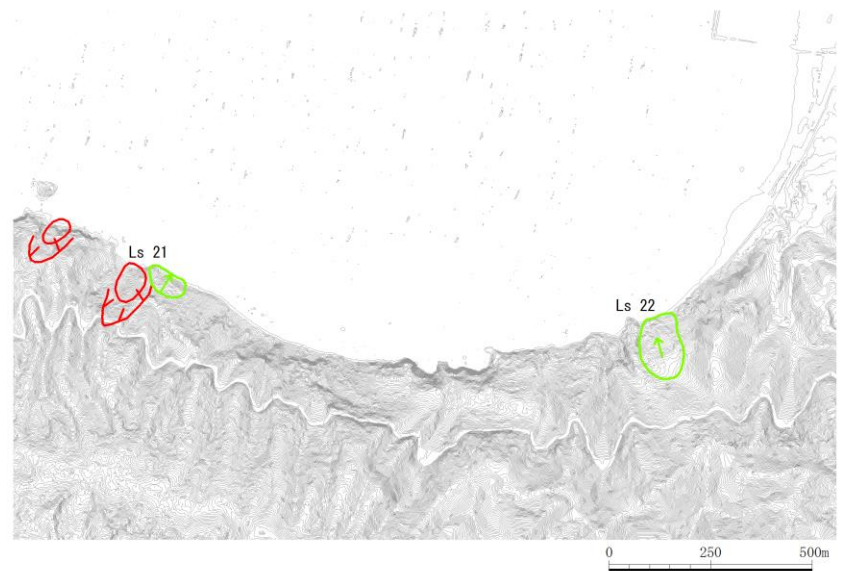
Ls14~20

判読結果



Ls21~22

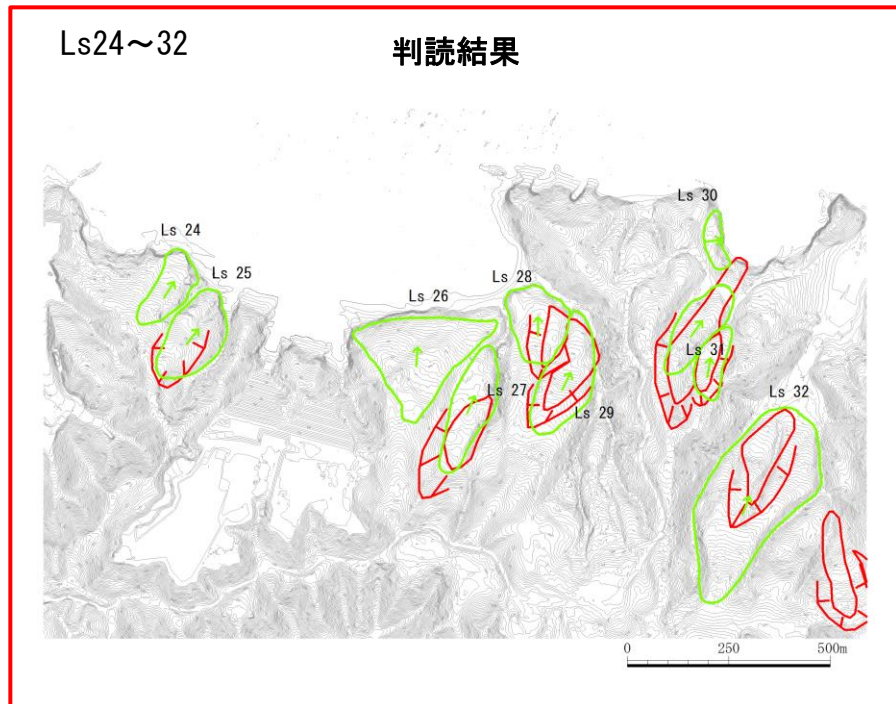
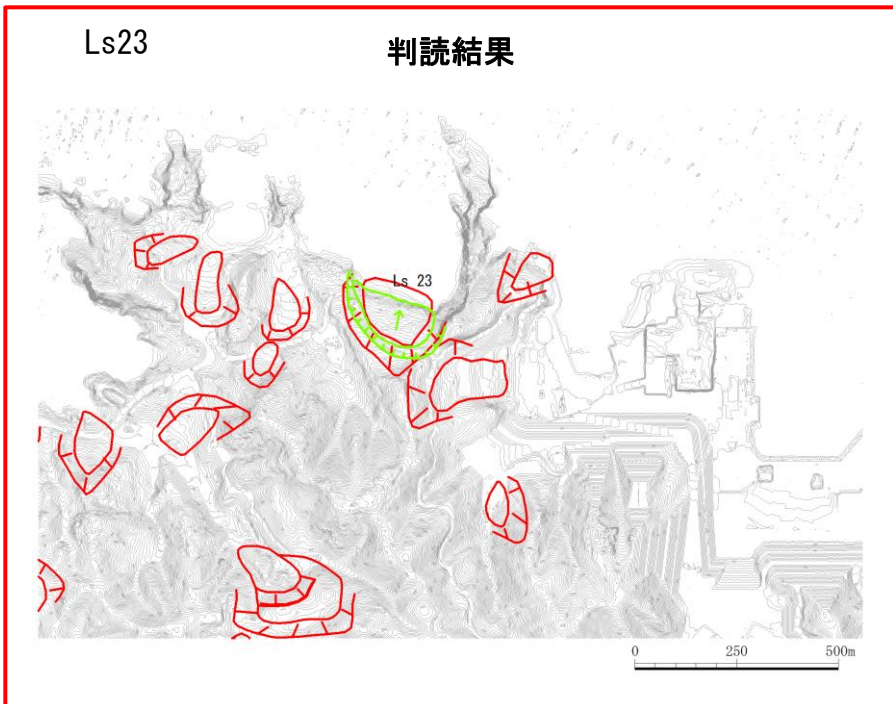
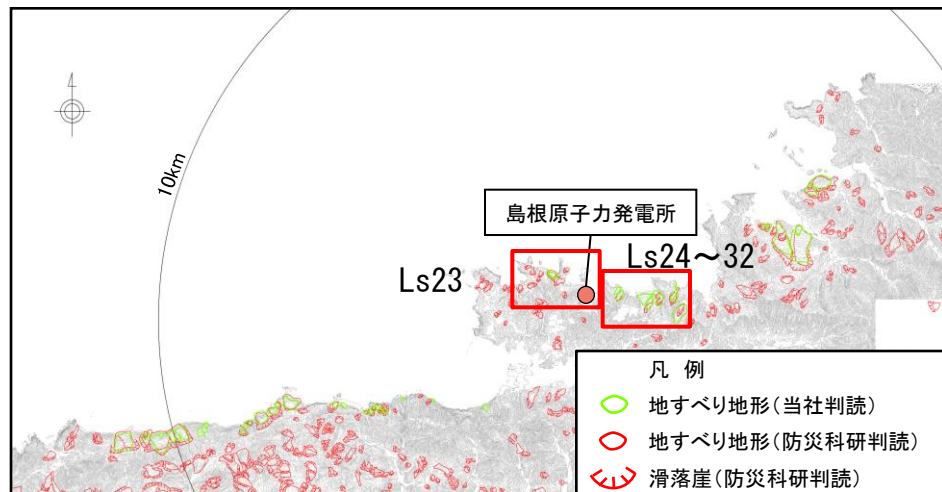
判読結果



当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形の比較

第575回審査会合 資料1-3
P240 再掲

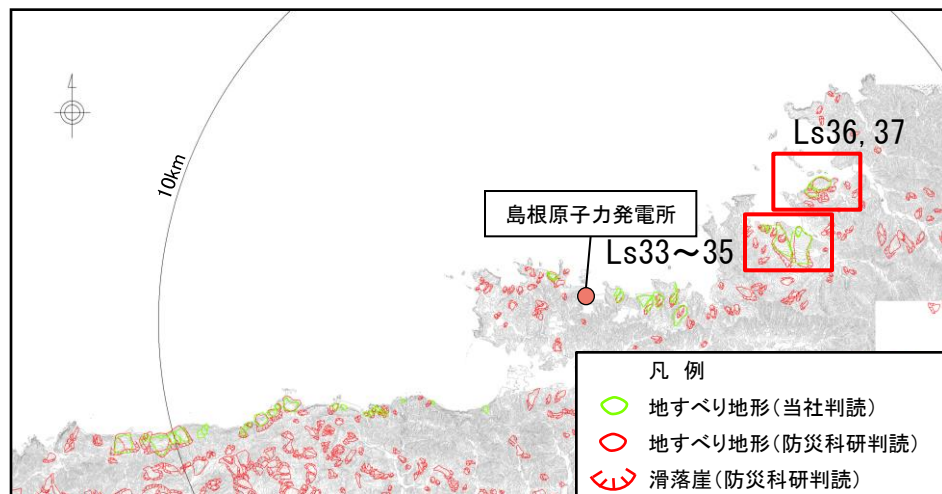
空中写真判読 (Ls23~Ls32)



当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形の比較

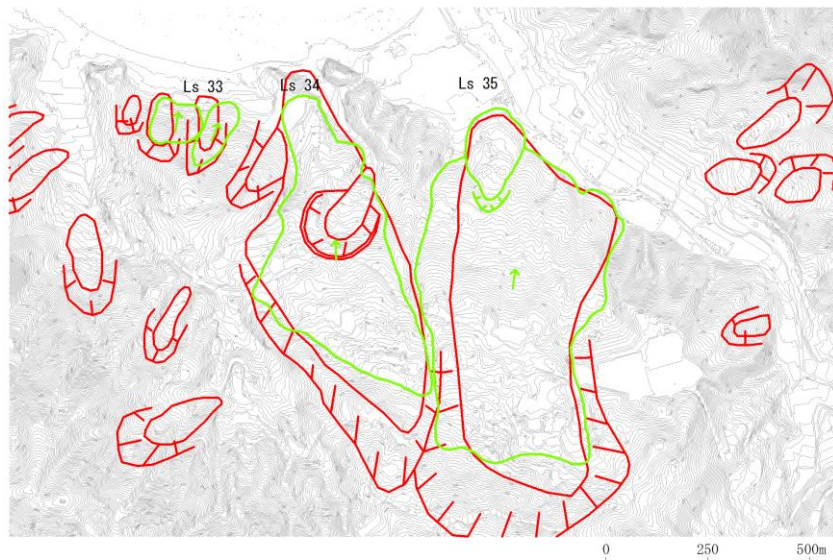
第575回審査会合 資料1-3
P241 再掲

空中写真判読 (Ls33~Ls37)



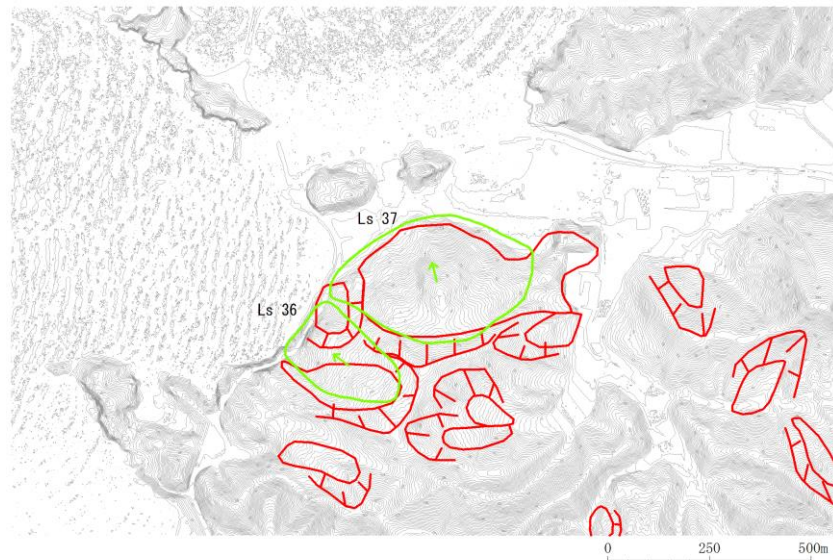
Ls33~35

判読結果



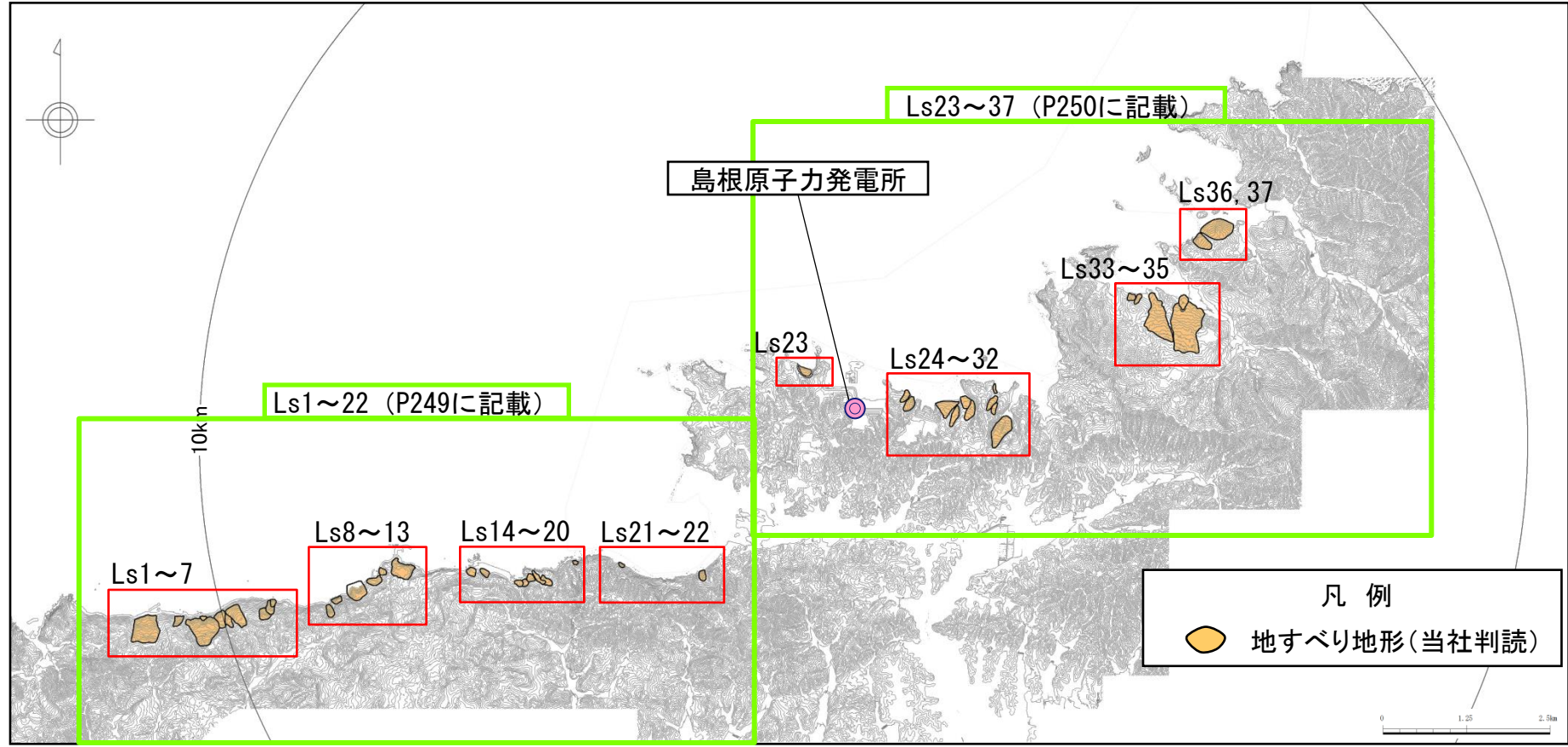
Ls36, 37

判読結果



地方自治体が公開しているハザードマップ^{(65),(66)}により、以下の点を確認した。

- ・敷地に与える影響が大きいと推定される地すべりは記載されていない。
- ・岩盤崩壊箇所についての記載が無い。

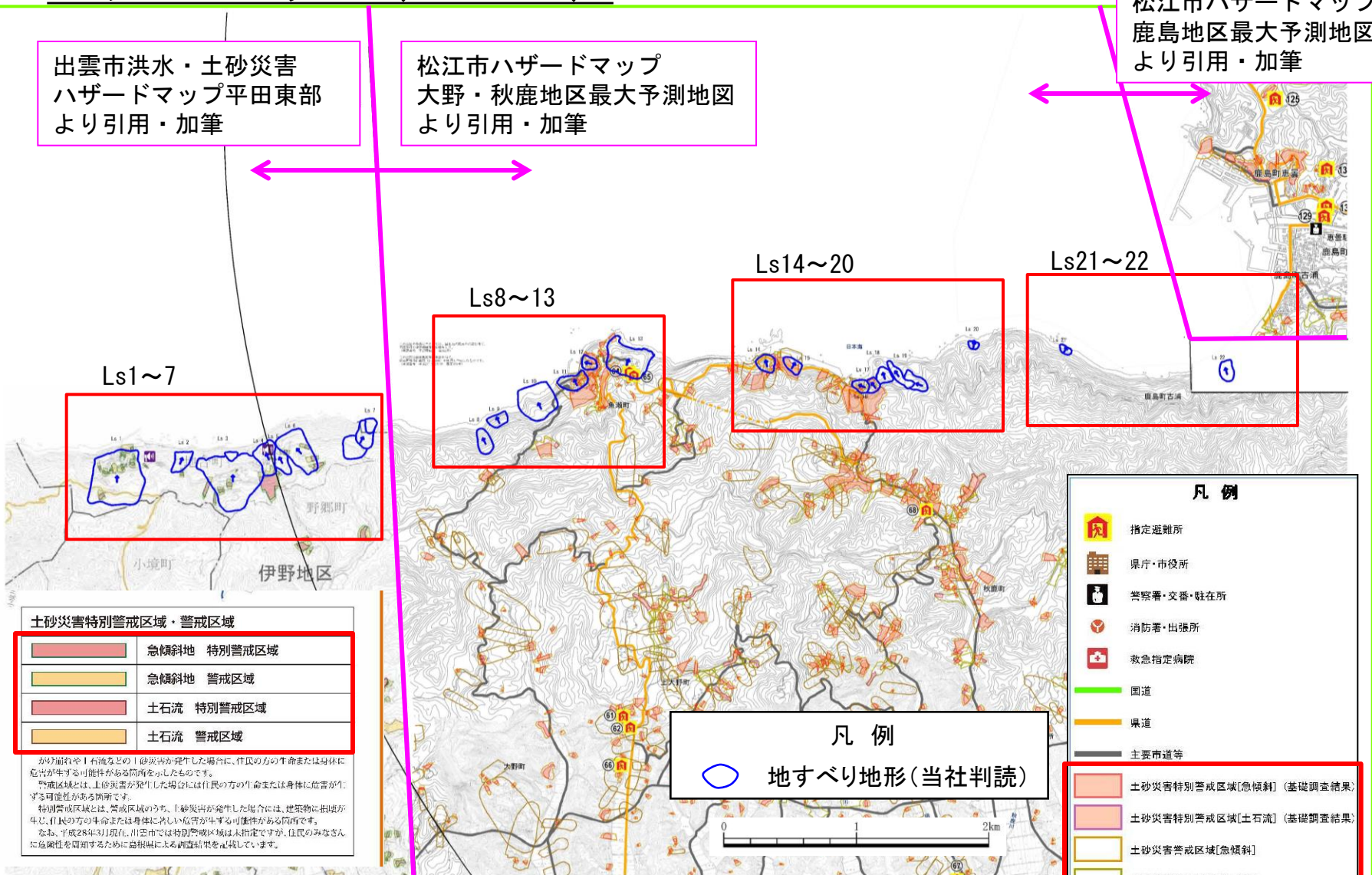


■ ハザードマップ (Ls1~22)

出雲市洪水・土砂災害
ハザードマップ平田東部
より引用・加筆

松江市ハザードマップ
大野・秋鹿地区最大予測地図
より引用・加筆

松江市ハザードマップ
鹿島地区最大予測地図
より引用・加筆



土砂災害特別警戒区域・警戒区域

	急傾斜地 特別警戒区域
	急傾斜地 警戒区域
	土石流 特別警戒区域
	土石流 警戒区域

がけ崩れや土石流などの土砂災害が発生した場合、住民の方の生命または身体に危害が生ずる可能性がある箇所を示したものです。
警戒区域とは、土砂災害が発生した場合には住民の方の生命または身体に危害が生ずる可能性がある箇所です。
特別警戒区域とは、警戒区域のうち、土砂災害が発生した場合には、建築物に損傷が生じ、住民の方の生命または身体に著しい危害が生ずる可能性がある箇所です。
なお、平成28年3月現在、川辺市では特別警戒区域は未指定ですが、住民のみならずに危険性を周知するために自治体による調査結果を記載しています。

凡例

- 指定避難所
- 県庁・市役所
- 警察署・交番・駐在所
- 消防署・出張所
- 救急指定病院
- 国道
- 県道
- 主要市道等

凡例

- 地すべり地形(当社判読)

凡例

- 土砂災害特別警戒区域[急傾斜] (基礎調査結果)
- 土砂災害特別警戒区域[土石流] (基礎調査結果)
- 土砂災害警戒区域[急傾斜]
- 土砂災害警戒区域[土石流]
- 土砂災害警戒区域[地すべり]

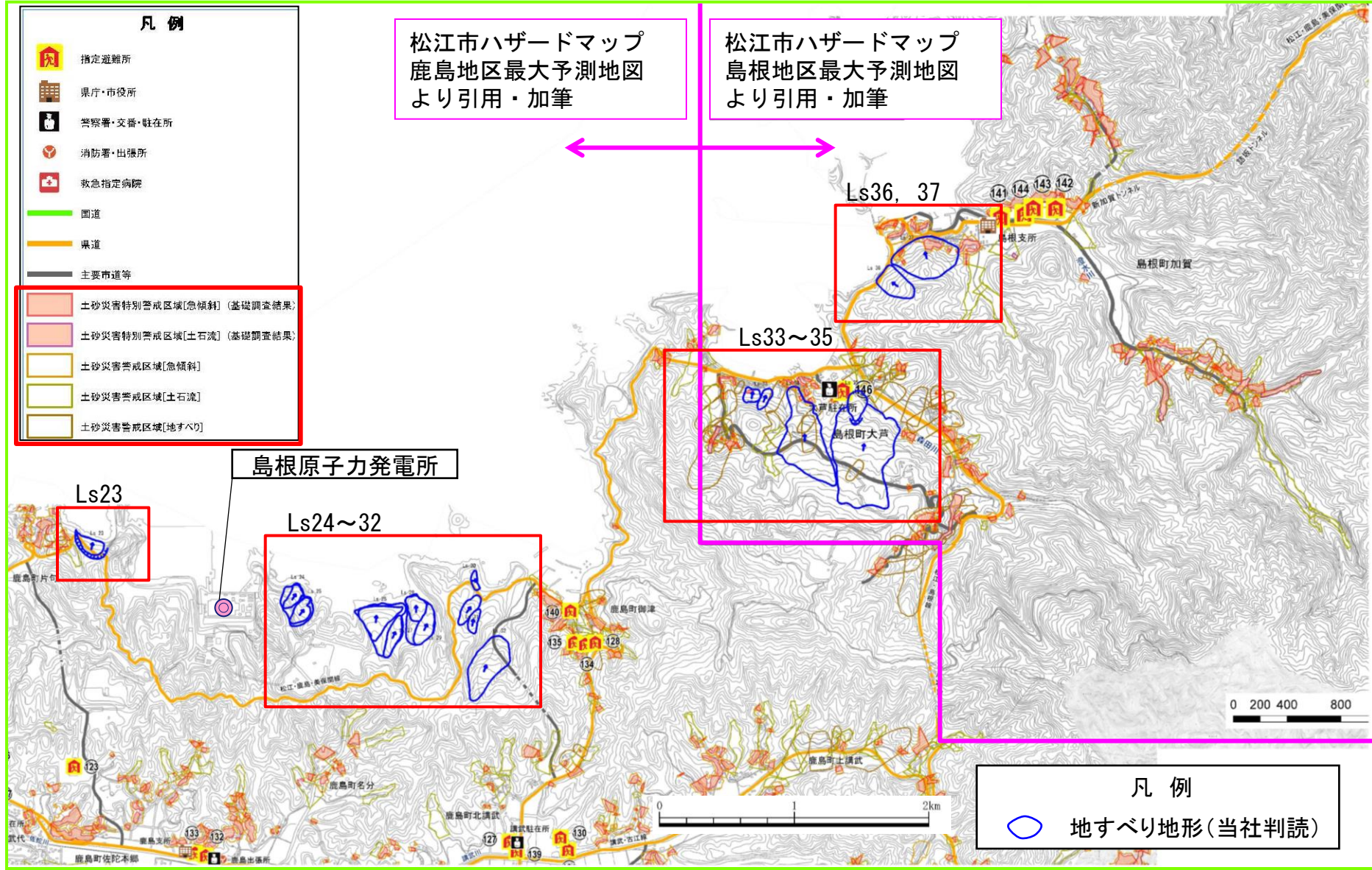
■ ハザードマップ (Ls23~37)

松江市ハザードマップ
鹿島地区最大予測地図
より引用・加筆

松江市ハザードマップ
島根地区最大予測地図
より引用・加筆

凡例

- 指定避難所
- 県庁・市役所
- 警察署・交番・駐在所
- 消防署・出張所
- 救急指定病院
- 国道
- 県道
- 主要市道等
- 土砂災害特別警戒区域[急傾斜] (基礎調査結果)
- 土砂災害特別警戒区域[土石流] (基礎調査結果)
- 土砂災害警戒区域[急傾斜]
- 土砂災害警戒区域[土石流]
- 土砂災害警戒区域[地すべり]



凡例

- 地すべり地形(当社判読)

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠

第575回審査会合 資料1-3
P245 再掲

・Huber and Hager(1997)⁽⁶⁷⁾のパラメータの設定根拠について以下に記す。

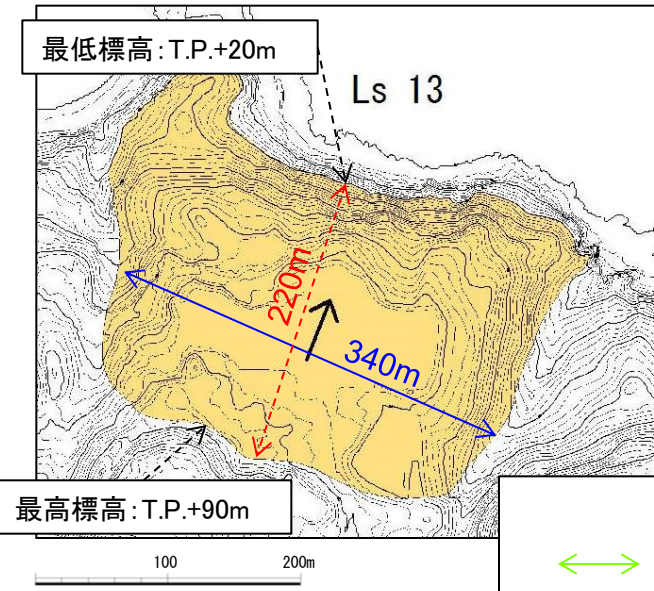
パラメータ	設定根拠	説明頁
長さ	平面図より読み取った平面長さ, 及び最高標高・最低標高より算出した高さから, 幾何学的に算出した斜距離を設定※	P252
幅	平面図より平均的な幅を設定	P252
厚さ	高速道路調査会(1985) ⁽⁶⁸⁾ に示される幅と厚さの関係より, 安全側の評価となるように設定※	P252
すべり面の傾斜角	平面長さ及び高さから幾何学的にすべり面の傾斜角を設定※	P252
進行角	すべり方向と地すべり地点から見た発電所の方向がなす角度で, すべり方向を起点とし時計回りが正	—
突入水深	臼杵ほか(2005) ⁽⁶⁹⁾ を参考に, 平面長さの半分の距離を地すべり到達位置とし, その位置における水深を設定	P253~260
発電所水深	発電所海底地形図より, 島根原子力発電所2号炉前面に位置する輪谷湾中心付近の水深20mと設定	P261
発電所までの距離	平面図より直線距離で設定	—

※ 隠岐諸島における陸上地すべりのうち地表地質踏査を実施した箇所については, 断面図より設定した。

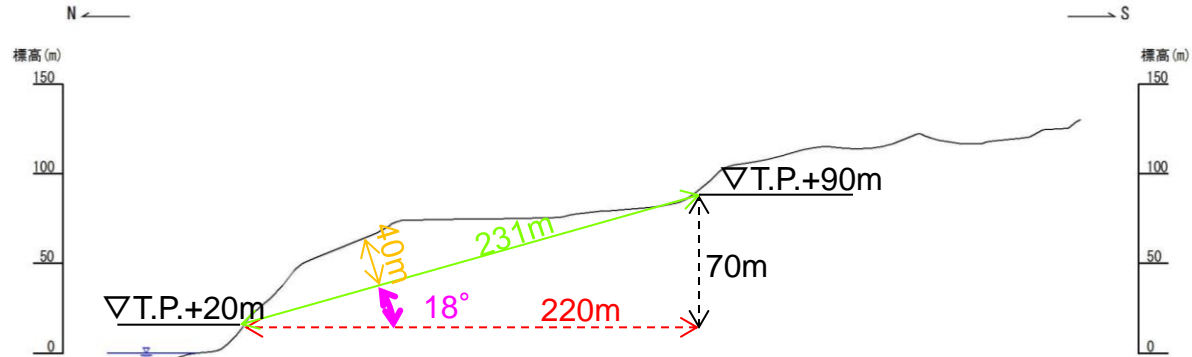
Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(長さ・幅・厚さ・すべり面の傾斜角)

第575回審査会合 資料1-3
P246 再掲

- 【長さ】
 - ・平面図より読み取った平面長さ, 及び最高標高・最低標高より算出した高さから, 幾何学的に算出した斜距離を設定した。
- 【幅】
 - ・平面図より地すべりの平均的な幅を設定した。
- 【厚さ】
 - ・高速道路調査会(1985)に示される幅と厚さの関係より, 安全側の評価となるように設定した。
- 【すべり面の傾斜角】
 - ・平面長さ及び高さから幾何学的にすべり面の傾斜角を設定した。



平面長さ・幅の設定



長さ, 厚さ及びすべり面の傾斜角の設定(概念図)

凡例

	長さ		崩落方向
	幅		平面長さ
	厚さ		高さ
	すべり面の傾斜角		

■ 臼杵ほか(2005)

- ・臼杵ほか(2005)では、地すべり土塊の移動距離の指標として、移動距離(L2)と地すべり長さ(L1)の比を移動係数 T_r ($L2/L1$)と定義し、完全流動(地すべり土塊全体が著しく攪乱され元地形のほとんどをとどめていない地すべり)の地すべりの場合 $T_r \geq 0.5$ であること、及び不完全流動の移動係数 T_r は完全流動の移動係数より小さいとしている。
- ・本調査で確認した地すべりは、地形判読等で確認できる地形の形状から、地すべり地形の多くは、比較的原地形をとどめていることから、臼杵ほか(2005)に示されるような完全流動を示す地すべりでないと判断されるため、地すべりの到達位置を地すべり先端から平面長さの半分($T_r=0.5$)の距離とする。
- ・地すべりの到達位置における水深を突入水深とする。*1, 2

*1 突入水深の設定結果をP254, 255に示す。
*2 突入水深の妥当性の確認をP256~258に示す。

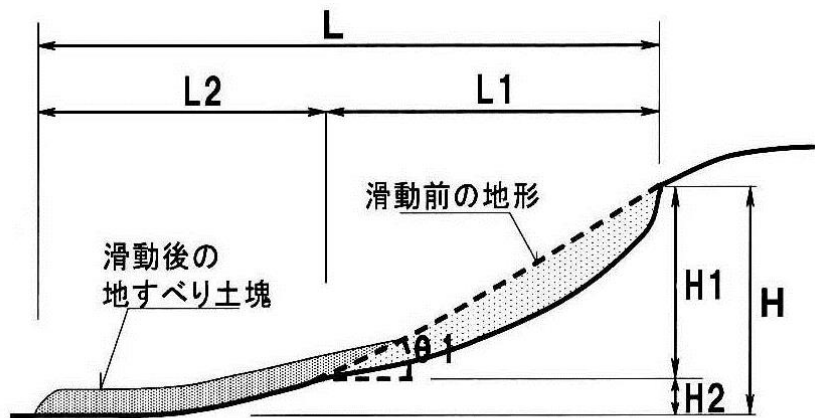


図-1 地すべり土塊の移動距離の計測方法
Fig.1 Definition of factors on landslide movement

地すべりの模式図
臼杵ほか(2005)より引用

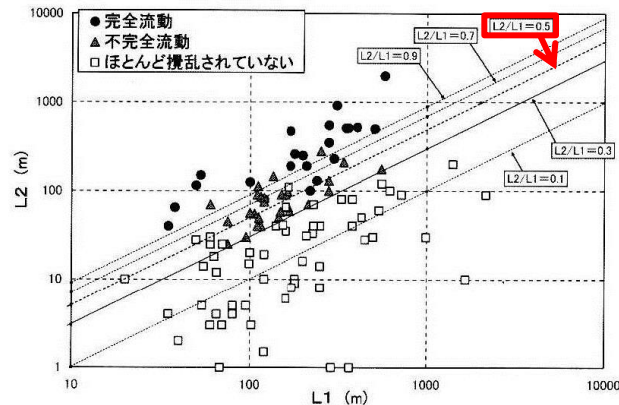


図-10 移動距離と地すべり長さの関係
Fig.10 Relationship between the length of landslide (L1) and travel distance (L2)

土塊の状態と移動距離の関係
臼杵ほか(2005)より引用

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P248 再掲

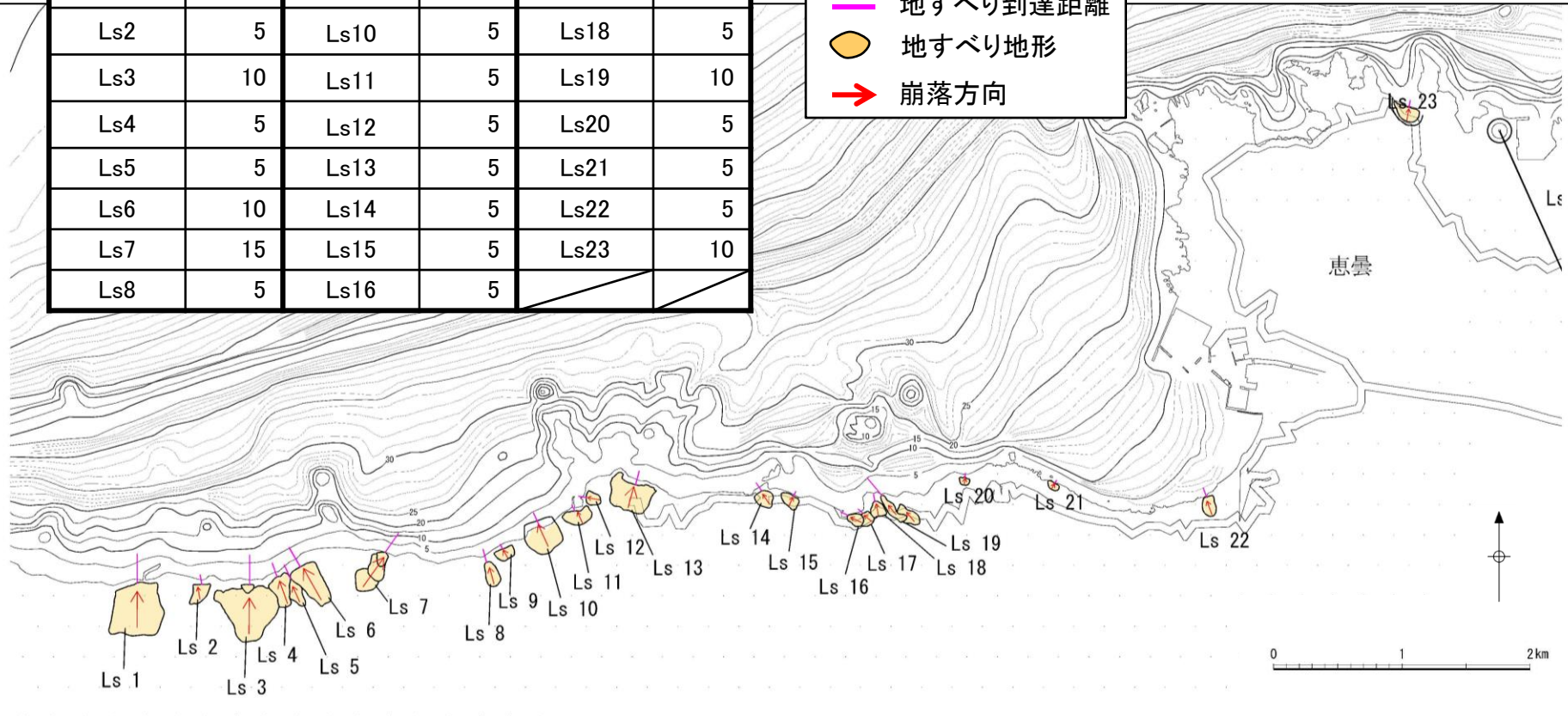
■ 突入水深の設定結果

・敷地周辺の陸上地すべりについては、以下に示す海底地形図を基に突入水深を設定した。

地すべり (図中の 番号)	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の 番号)	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の 番号)	突入 水深 d_1 (m)
Ls1	10	Ls9	5	Ls17	5
Ls2	5	Ls10	5	Ls18	5
Ls3	10	Ls11	5	Ls19	10
Ls4	5	Ls12	5	Ls20	5
Ls5	5	Ls13	5	Ls21	5
Ls6	10	Ls14	5	Ls22	5
Ls7	15	Ls15	5	Ls23	10
Ls8	5	Ls16	5		

凡例

- 地すべり到達距離
- 地すべり地形
- 崩落方向



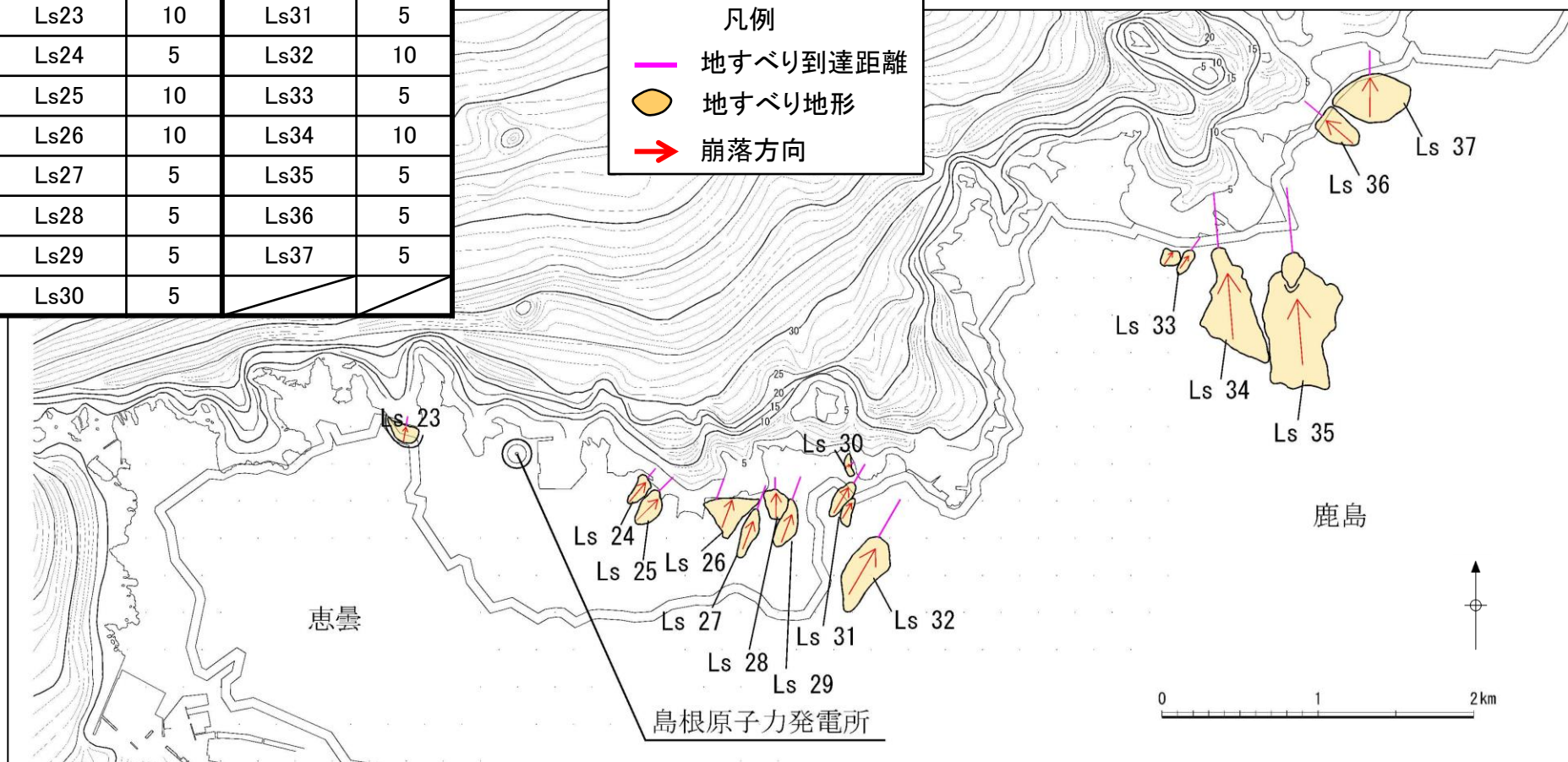
Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P249 再掲

地すべり (図中の 番号)	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の 番号)	突入 水深 d_1 (m)
Ls23	10	Ls31	5
Ls24	5	Ls32	10
Ls25	10	Ls33	5
Ls26	10	Ls34	10
Ls27	5	Ls35	5
Ls28	5	Ls36	5
Ls29	5	Ls37	5
Ls30	5		

凡例

- 地すべり到達距離
- 地すべり地形
- 崩落方向



Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P250 再掲

■ 突入水深の妥当性の確認

- ・以下のとおり突入水深の妥当性を確認した。
 - ・ Huber and Hager(1997)の予測式による津波高が比較的高い地点において地表地質踏査を実施し、地すべり形態を確認した結果、一部の地すべりは崖錐すべりであるが、地すべりの多くは岩盤すべりであり、臼杵ほか(2005)に示されるような完全流動を示す地すべりでない。*
 - ・仮に、崖錐すべり及び地すべり形態が不明な地すべりについて、移動係数 $T_r=1.0$ としてHuber and Hager(1997)の予測式により津波高を検討しても、敷地周辺の陸上地すべり $Ls7 \sim Ls26$ の津波高を下回ることを確認している。

※ 地表地質踏査結果の一例をP259, 260に示す。

地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)	地すべり 形態	(参考) 発電所での 津波高さ (全振幅) ($T_r=1.0$ とした 場合) H_2 (m)
Ls1	478	430	43	8,838,220	20	+75	10	20	11	0.37	岩盤すべり	
Ls2	180	140	20	504,000	34	+80	5	20	11	0.12	—	0.12
Ls3	490	400	40	7,840,000	20	+70	10	20	10	0.43	岩盤すべり	
Ls4	240	160	23	883,200	17	+90	5	20	10	0.06	—	0.11
Ls5	250	110	16	440,000	16	+95	5	20	10	0.04	—	0.07
Ls6	370	160	23	1,361,600	19	+100	10	20	10	0.09	—	0.13
Ls7	402	190	28	2,138,640	27	+35	15	20	9	1.20	岩盤すべり	
Ls8	242	100	20	484,000	30	+85	5	20	9	0.12	—	0.22
Ls9	106	120	18	228,960	41	+100	5	20	8	0.06	—	0.06
Ls10	272	260	38	2,687,360	23	+95	5	20	8	0.10	—	0.26
Ls11	112	190	28	595,840	27	+95	5	20	8	0.06	—	0.06
Ls12	130	100	20	260,000	23	+150	5	20	8	0.01	—	0.01

：現地踏査実施箇所

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P251 再掲

地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α ($^{\circ}$)	進行角 γ ($^{\circ}$)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)	地すべり 形態	(参考) 発電所での 津波高さ (全振幅) ($Tr=1.0$ とした 場合) H_2 (m)
Ls13	231	340	34	2,670,360	18	+55	5	20	7	0.23	岩盤すべり	
Ls14	158	140	20	442,400	18	+105	5	20	6	0.03	—	0.03
Ls15	100	150	22	330,000	37	+40	5	20	6	0.32	崖錐すべり	0.32
Ls16	136	90	18	220,320	17	+135	5	20	5	0.00	—	0.00
Ls17	112	110	16	197,120	27	+120	5	20	5	0.01	—	0.01
Ls18	121	120	18	261,360	24	+80	5	20	5	0.11	—	0.11
Ls19	371	120	18	801,360	14	+110	10	20	5	0.05	—	0.08
Ls20	72	80	16	92,160	34	+50	5	20	5	0.22	岩盤すべり	
Ls21	71	90	18	115,020	45	+25	5	20	5	0.38	崖錐すべり	0.38
Ls22	170	100	20	340,000	28	+65	5	20	4	0.27	崖錐すべり	0.27
Ls23	125	170	25	531,250	29	+110	10	20	1	0.20	岩盤すべり	
Ls24	172	80	16	220,160	22	-130	5	20	0.5	0.01	岩盤すべり	

 : 現地踏査実施箇所

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P252 再掲

258

地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	高さ t (m)	土量 V _s (m ³)	すべり面 の傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入 水深 d ₁ (m)	発電所 水深 d ₂ (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H ₂ (m)	地すべり 形態	(参考) 発電所での 津波高さ (全振幅) (Tr=1.0とした 場合)H ₂ (m)
Ls25	265	140	20	742,000	19	-125	10	20	0.5	0.05	岩盤すべり	
Ls26	289	290	42	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44	岩盤すべり	
Ls27	328	110	16	577,280	12	-90	5	20	1	0.18	崖錐すべり	0.18
Ls28	155	140	20	434,000	15	-85	5	20	1	0.21	岩盤すべり	
Ls29	318	130	19	785,460	13	-105	5	20	1	0.10	—	0.10
Ls30	47	140	20	131,600	32	-170	5	20	2	0.08	—	0.08
Ls31	286	150	22	943,800	12	-115	5	20	1	0.05	—	0.08
Ls32	573	220	32	4,033,920	12	-110	10	20	2	0.13	—	0.13
Ls33	196	200	29	1,136,800	15	-145	5	20	4	0.01	—	0.01
Ls34	724	400	40	11,584,000	11	-100	10	20	4	0.18	—	0.26
Ls35	843	470	47	18,621,870	10	-100	5	20	5	0.09	—	0.09
Ls36	310	170	25	1,317,500	21	-65	5	20	6	0.24	岩盤すべり	
Ls37	313	500	50	7,825,000	17	-115	5	20	6	0.03	—	0.06

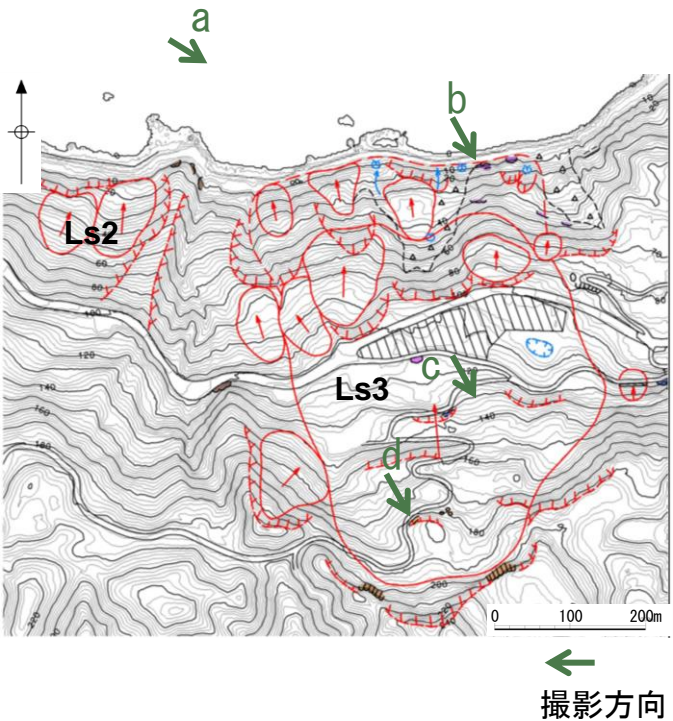
:現地踏査実施箇所

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P253 再掲

■ 地すべり形態の確認結果 (Ls3)

・地表地質踏査結果により地すべり形態を岩盤すべりとした地すべりのうち、Ls3の地表地質踏査結果を以下に示す。



a. 地すべり遠景



ブロック中央部～下部の全景

b. 末端部に分布する玄武岩



ブロック末端東側の玄武岩の露頭

c. 地すべり東方



ブロック東方の砂岩の露頭

d. 地すべり上部



ブロック上部の流紋岩質火砕岩の露頭

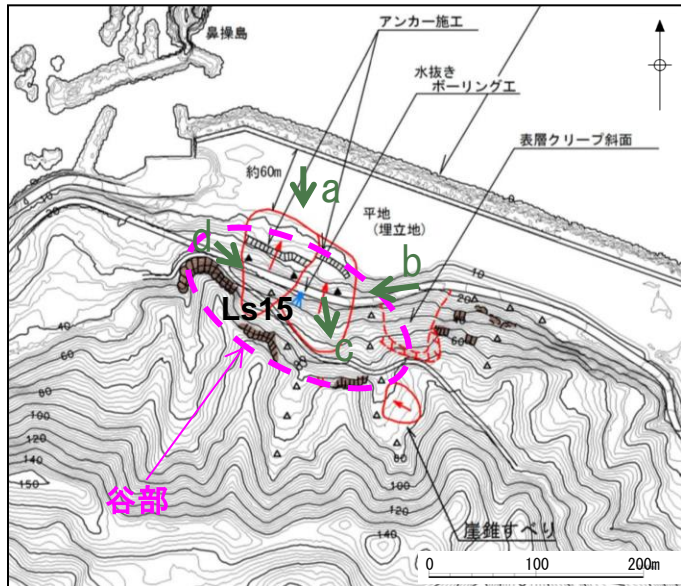
・Ls3は、地すべり範囲が広いいため、深い地すべりと考えられること、地すべりブロック内の露頭において岩盤が露出していることから、風化岩を移動体とした岩盤すべりと考えられる。

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

第575回審査会合 資料1-3
P254 再掲

■ 地すべり形態の確認結果 (Ls15)

・地表地質踏査結果により地すべり形態を崖錐すべりとした地すべりのうち、Ls15の地表地質踏査結果を以下に示す。



←
撮影方向

・Ls15は、地すべり範囲が狭いため、浅い地すべりと考えられること、地すべりブロックは谷部に位置し、崖錐が堆積していると考えられること、及び地すべりブロック内に岩盤の露頭が認められないこと等から、崖錐を移動体とした、クリーブ性の浅い地すべりと考えられる。

a. 地すべり遠景



地すべりブロック全景

b. 末端部に分布する玄武岩



ブロック上部～中央部の斜面状況

c. 地すべり東方



ブロック内に岩盤の露頭は認められない

d. 地すべり上部

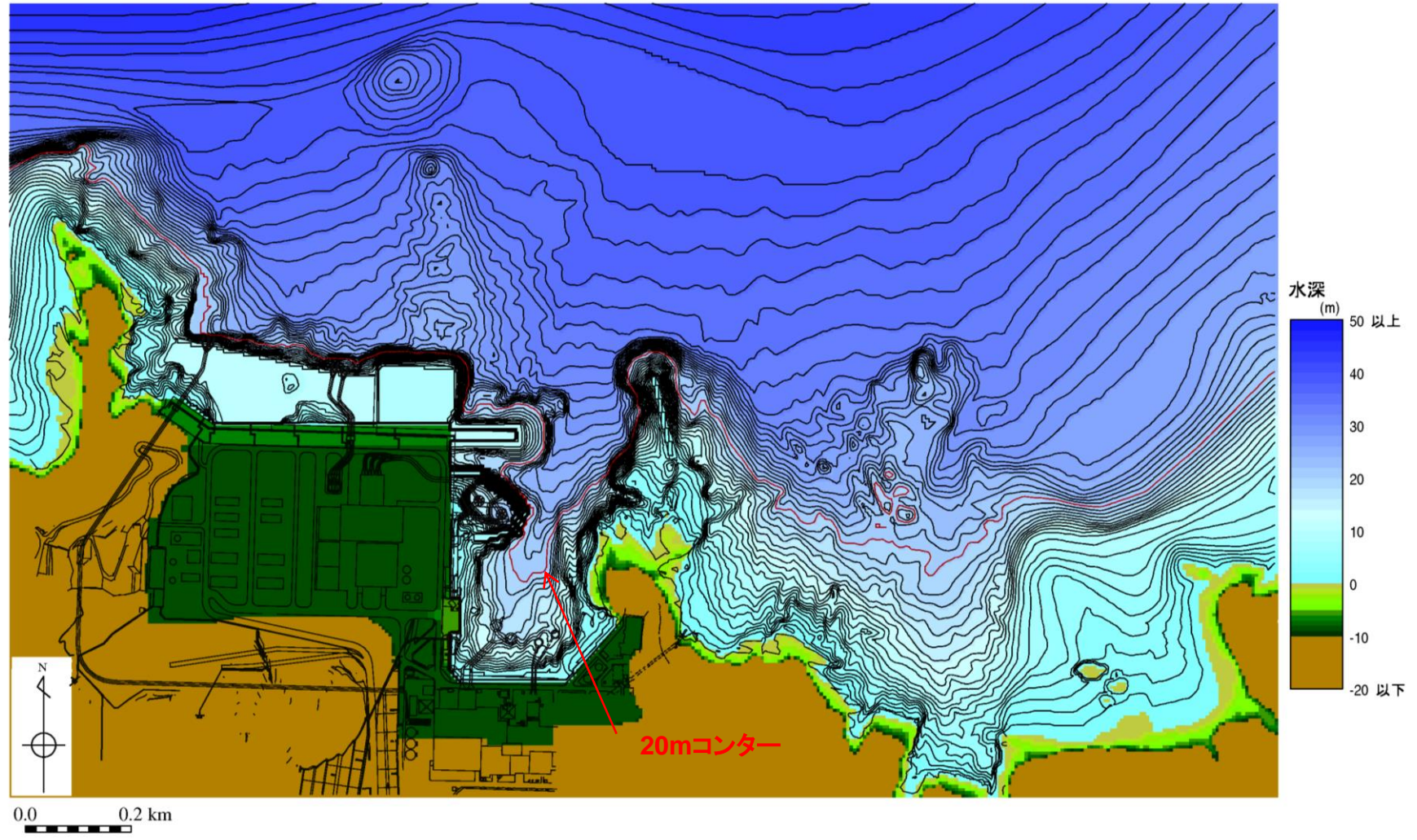


ブロック中央部における路面の変状

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(発電所水深)

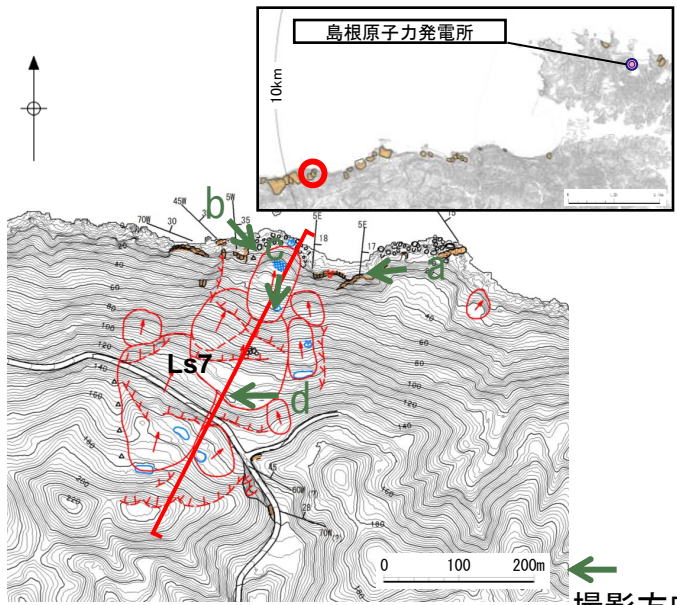
第575回審査会合 資料1-3
P255 再掲

・発電所海底地形図より、島根原子力発電所2号炉前面に位置する輪谷湾中心付近の水深が約20mであることから、発電所水深を20mと設定した。



地形及び地質・地質構造(Ls7)

・Ls7の地表地質踏査結果を以下に示す。



a. 地すべり遠景



北北東に傾斜する斜面を東側から望む

b. 地すべり末端部付近



基盤岩である流紋岩質火砕岩が堅硬な転石として分布する

c. 末端ブロックの滑落崖



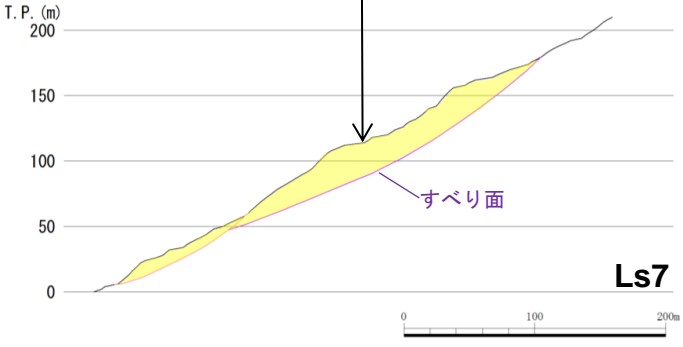
低標高部のブロックには明瞭な滑落崖が存在する

d. 地すべり中央部付近



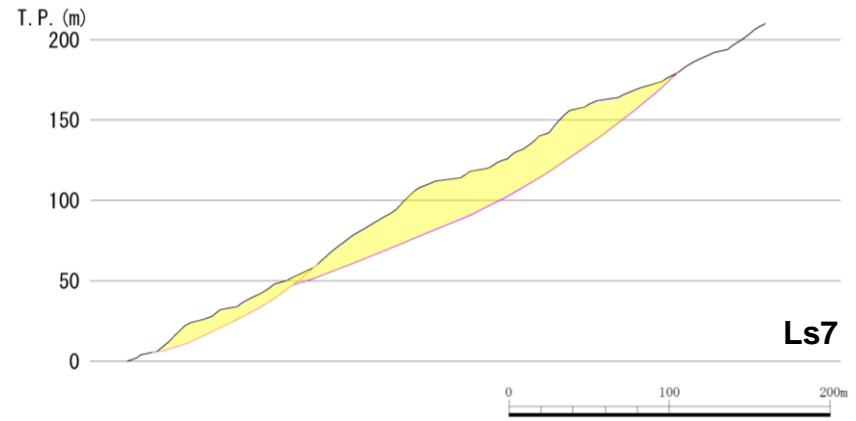
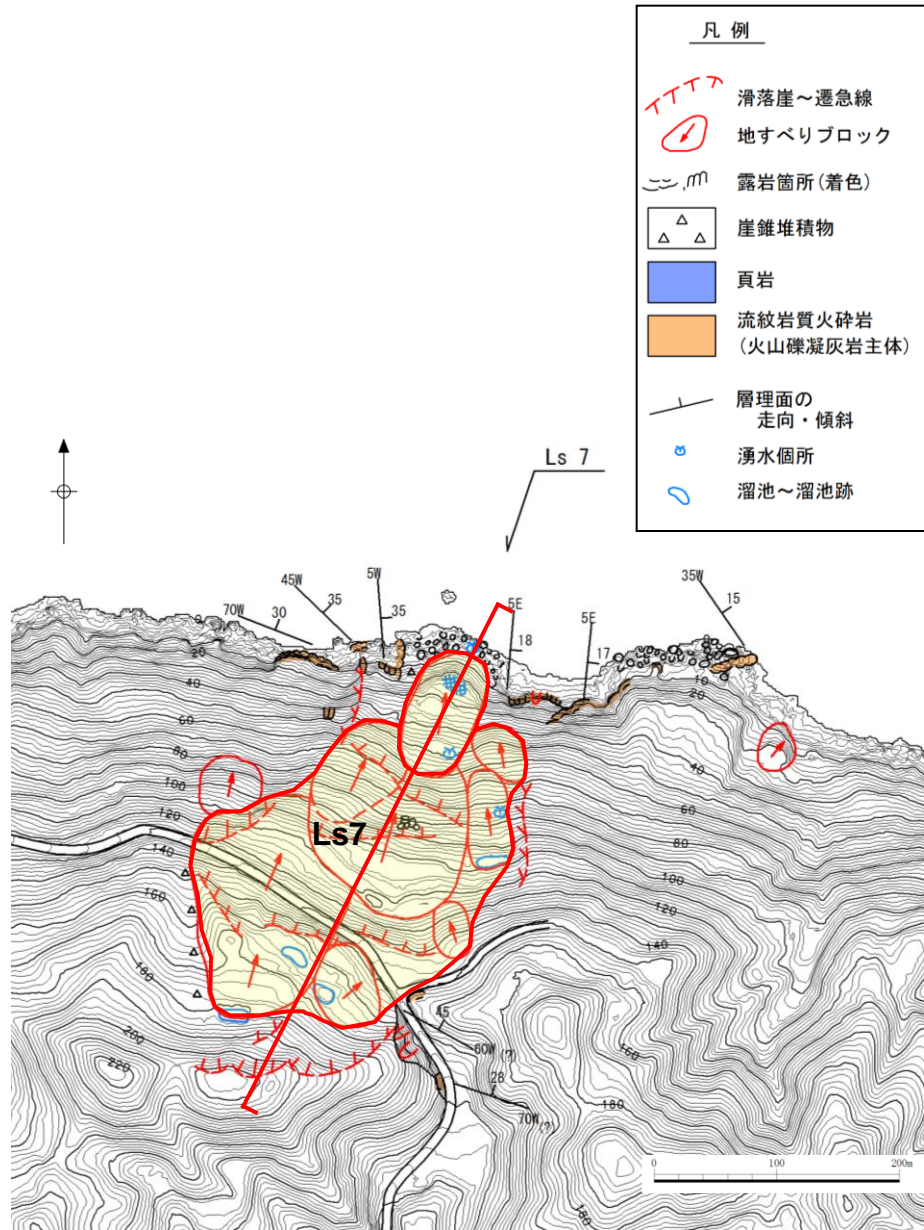
中～高標高部も凹凸のある不規則な地形が存在する

地表地質踏査の結果想定される地すべり土塊 (Ls7)



地形及び地質・地質構造(Ls7)

第771回審査会合 資料1-2 P195 再掲

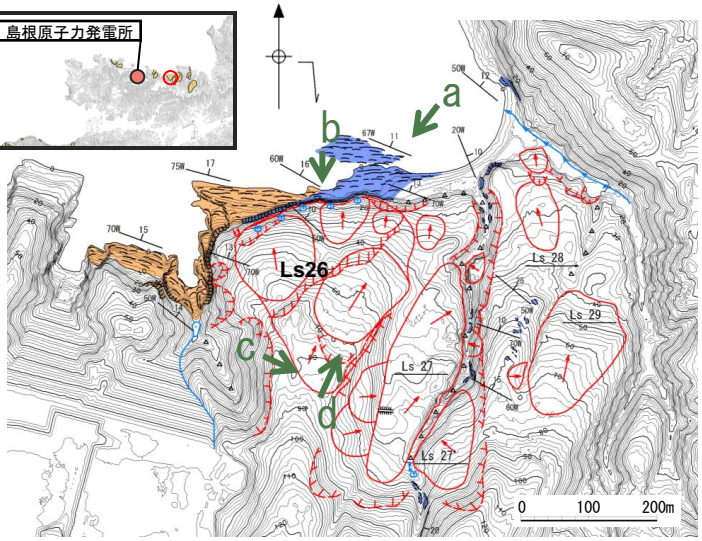


- ・Ls7の地形は北北東に向かって傾斜する斜面である。
- ・地すべり付近の地質は新第三紀中新世の堆積岩である成相寺層のうち流紋岩質火砕岩を主体とし、北東～東に15°～35°程度傾斜している。
- ・Ls7は、低標高部のブロックが滑った場合、中～高標高部のブロックもすべる可能性が否定できないことから、低～高標高部及び隣接する小規模のブロックを一つの地すべりとして取り扱った。

地形及び地質・地質構造(Ls26)

第771回審査会合 資料1-2 P196 再掲

・Ls26の地表地質踏査結果を以下に示す。なお、地すべりLs26の近傍に地すべり地形Ls27が認められるため、これらについて同時に崩壊しないことについても検討を行った。



←
撮影方向

a. 地すべり遠景



北に傾斜する斜面を北東側から望む

c. 地すべり頭部付近



地すべり頭部付近では滑落崖が不明瞭となる

b. 下方に分布する頁岩



下方には堅硬な頁岩が分布する

d. 東側の地形

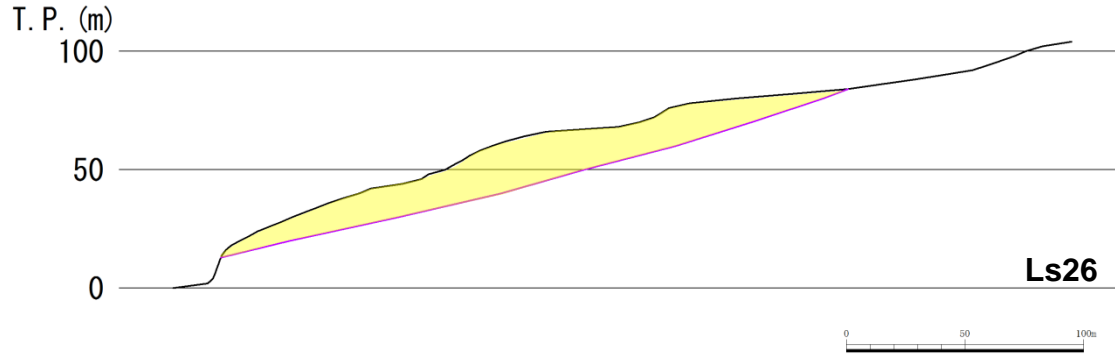


東側(写真右側)は急斜面でLs27は下方に位置し高度差がある

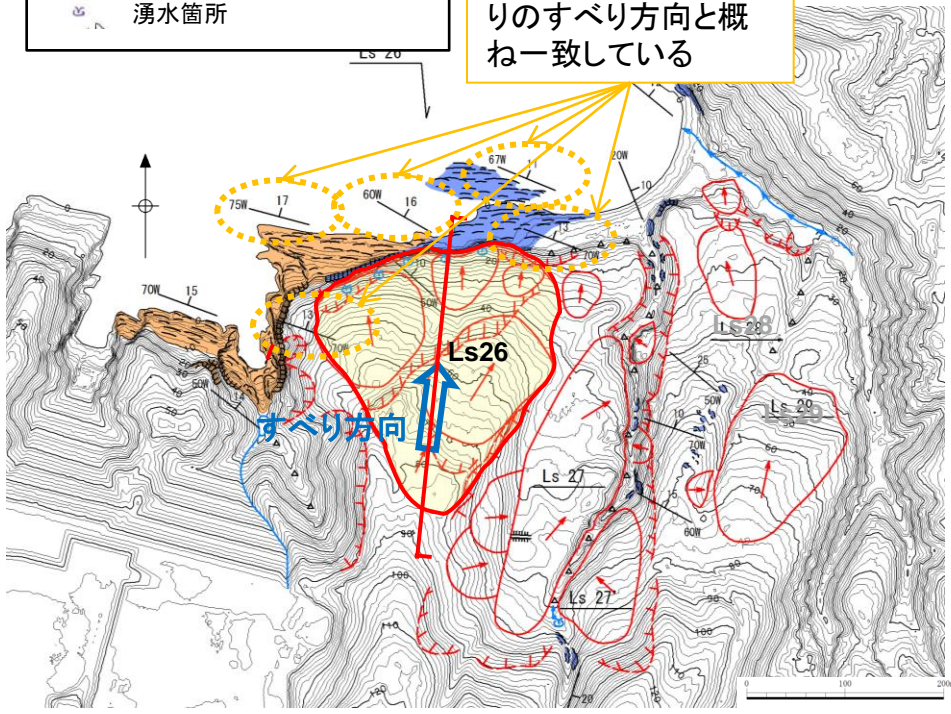
地形及び地質・地質構造(Ls26)

第771回審査会合 資料1-2 P197 再掲

- 【凡例】
- 滑落崖～遷急線
 - 地すべりブロック
 - 露岩箇所
 - 崖錐堆積物
 - 頁岩（砂岩・凝灰岩を介在）
 - 流紋岩質火砕岩（火山礫凝灰岩主体）
 - 層理面の走向傾斜
 - 湧水箇所



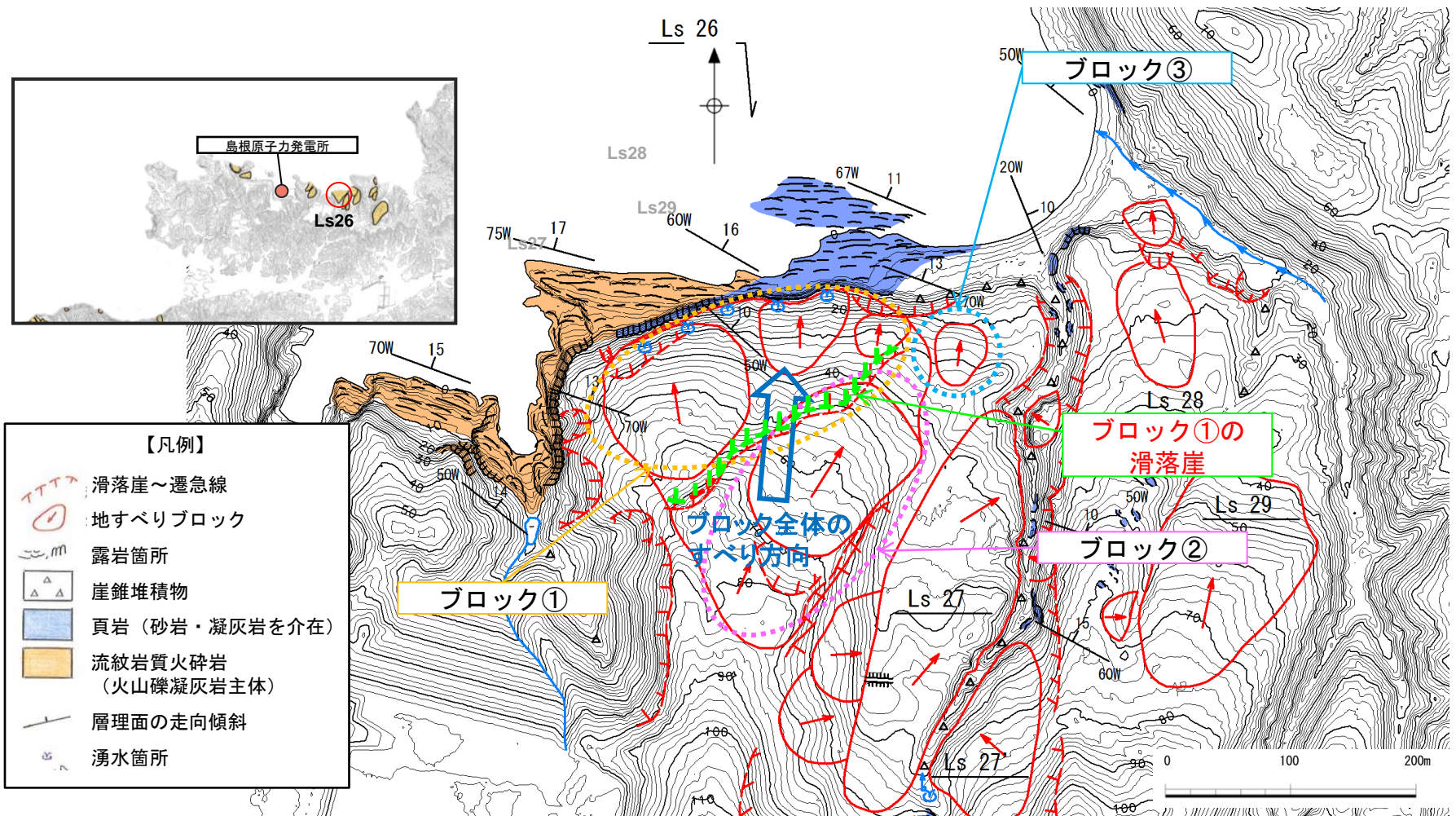
層理の方向が地すべりのすべり方向と概ね一致している



- ・Ls26の地形は北に向かって緩やかに傾斜する斜面である。
- ・地すべり付近の地質は新第三紀中新世の堆積岩である成相寺層のうち頁岩を主体とし、北へ緩やかに(10~20°程度)傾斜している。
- ・Ls26は、地すべり範囲が広いため、深い地すべりと考えられること、地すべりのすべり方向と層理の方向が概ね一致していること、地すべりの下方には堅硬な頁岩が分布していること、及び尾根部に位置する滑落崖が不明瞭であることから、風化岩を移動体とした流れ盤型の層すべりと考えられる。

地形及び地質・地質構造(Ls26)

第771回審査会合 資料1-2 P198 再掲



・共通の滑落崖を有するブロック①において浸食による海食崖の崩落や斜面崩壊が発生した場合、その上方に位置するブロック②が同時に崩壊することは否定できないため、ブロック①とブロック②をLs26と評価した。
 ・なお、ブロック③については、ブロック①の滑落崖を含まないこと、及びブロック①と距離が離れていることからブロック①とブロック③は個別のブロックと判断したため、Ls26には含めずに評価した。

地形及び地質・地質構造(Ls27)

・Ls27の地表地質踏査結果を以下に示す。

a. 下方に分布する土砂



地すべり末端部には土砂が露出している

b. 地すべり頭部付近



地すべり頭部では明瞭な滑落崖が存在する

c. 西側の地形

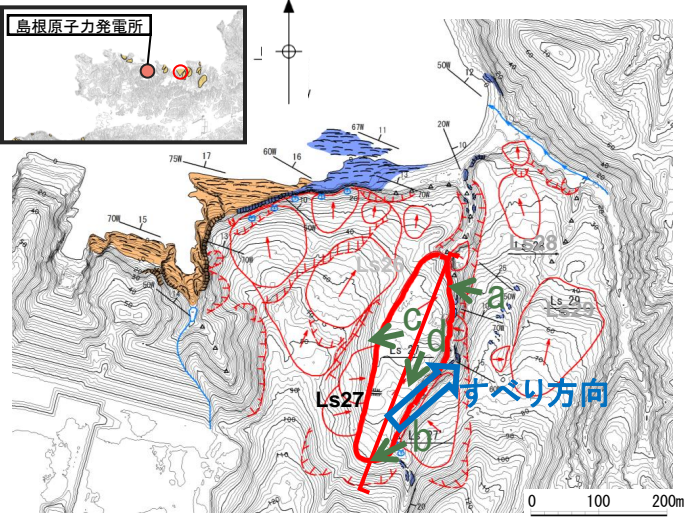


西側（写真右側）は急斜面でLs26は上方に位置し高度差がある

d. 地すべり中央部の平坦部



地すべりの中央部には平坦面が形成され、岩盤の露頭は認められない



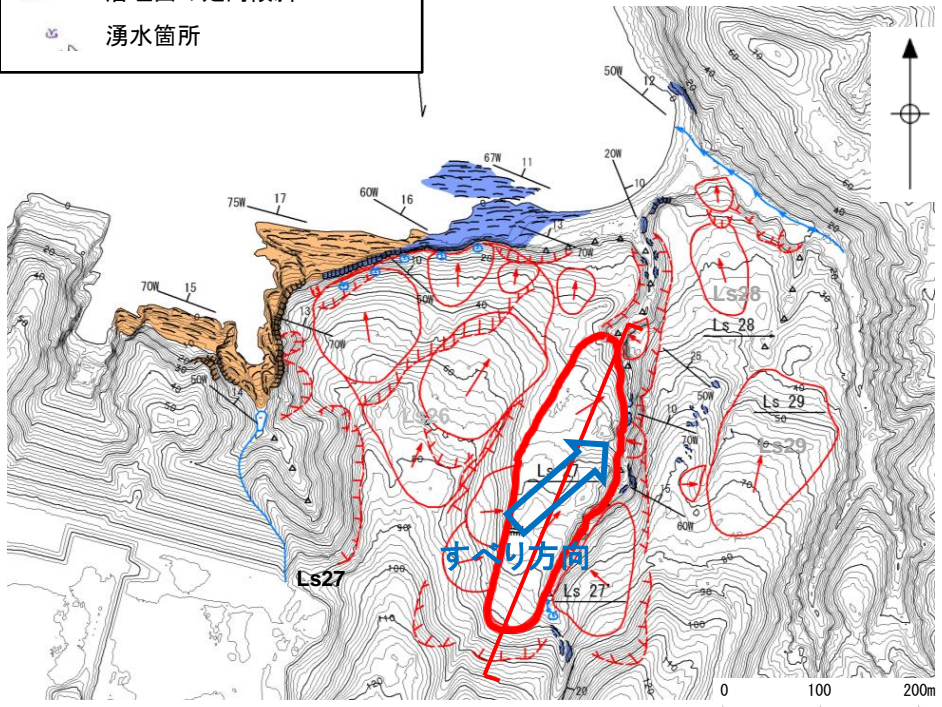
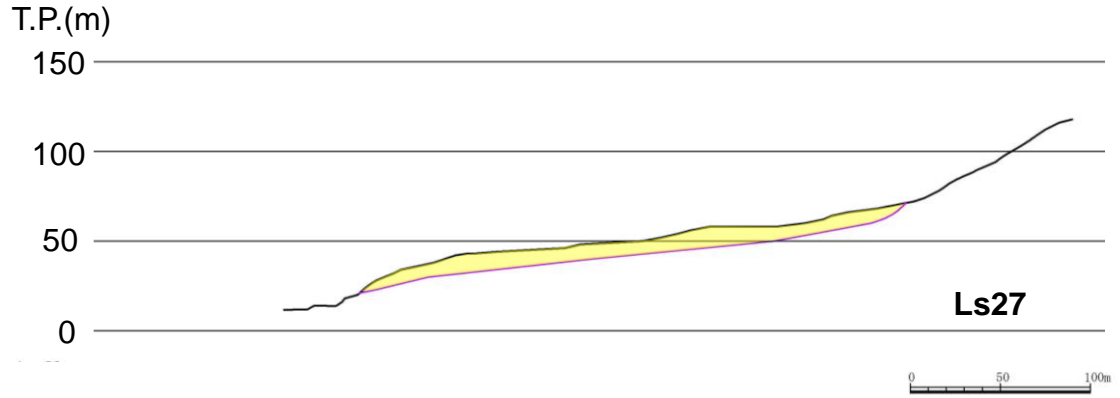
←
撮影方向

地形及び地質・地質構造(Ls27)

第771回審査会合 資料1-2 P200 再掲

【凡例】

- 滑落崖～遷急線
- 地すべりブロック
- 露岩箇所
- 崖錐堆積物
- 頁岩（砂岩・凝灰岩を介在）
- 流紋岩質火砕岩（火山礫凝灰岩主体）
- 層理面の走向傾斜
- 湧水箇所

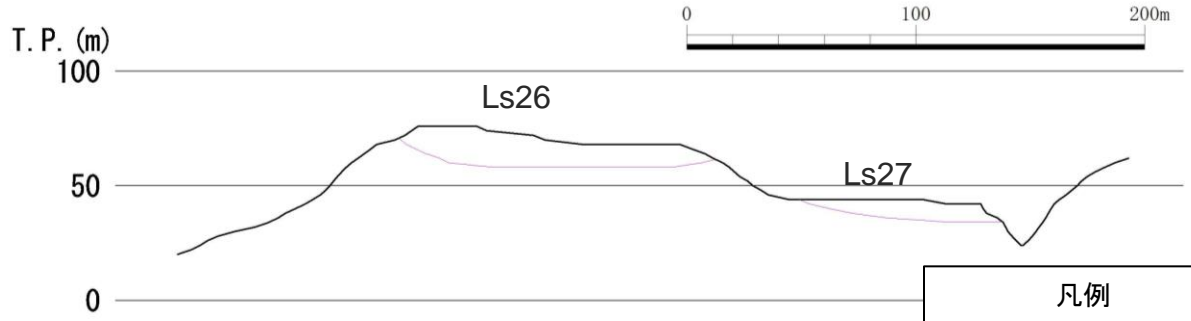


- ・Ls27の地形は北北東に向かって傾斜する斜面である。
- ・地すべり付近の地質は新第三紀中新世の堆積岩である成相寺層のうち黒色頁岩を主体とし、北東～東に10°～25°程度傾斜している。
- ・Ls27は、地すべり末端部に土砂が露出すること及び斜面勾配が緩く崖錐が多く堆積していると考えられることから、土砂を移動体とした浅い流動型の崖錐すべりと考えられる。

地形及び地質・地質構造(Ls26及びLs27)

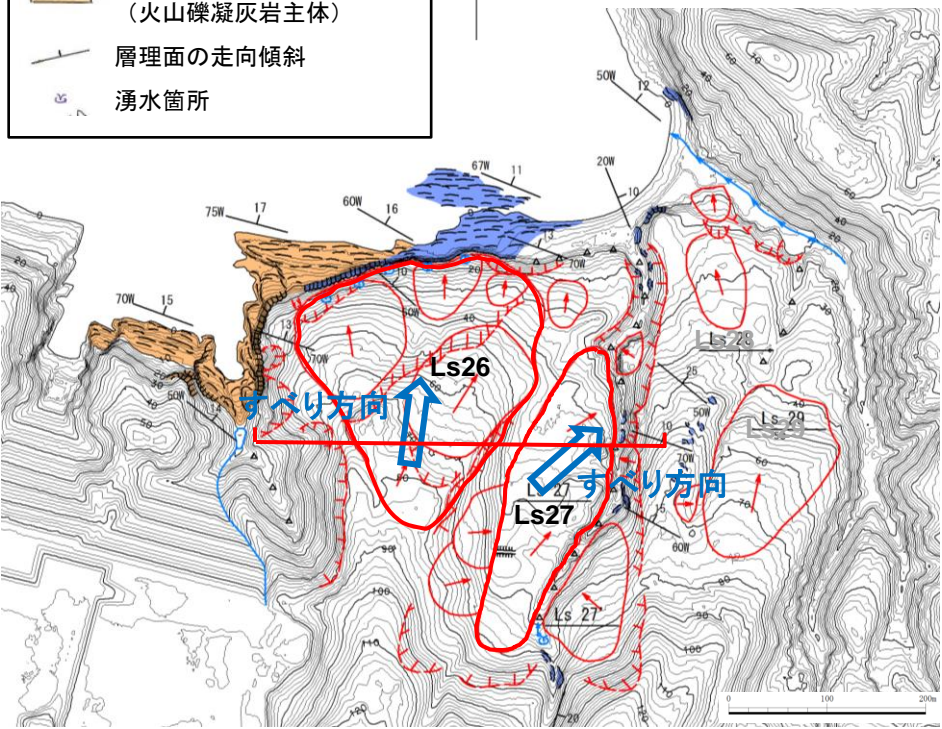
第771回審査会合 資料1-2 P201 再掲

- 【凡例】
- 滑落崖～遷急線
 - 地すべりブロック
 - 露岩箇所
 - 崖錐堆積物
 - 頁岩(砂岩・凝灰岩を介在)
 - 流紋岩質火砕岩(火山礫凝灰岩主体)
 - 層理面の走向傾斜
 - 湧水箇所



断面図 (Ls26及びLs27の横断方向)

- 凡例
- 現地形
 - すべり面



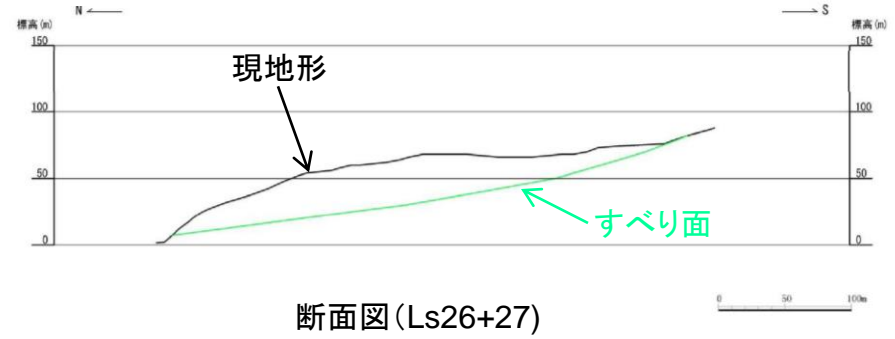
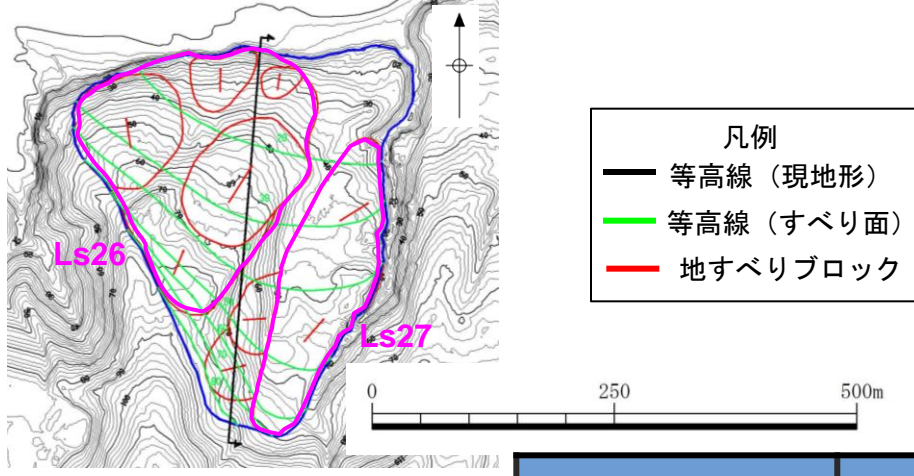
・Ls26とLs27は、急斜面で境しており、相対的な高低差があること、Ls26のすべり方向にLs27が位置しないこと(Ls27のすべり方向にLs26が位置しないこと)及び地すべりの性状が異なること(Ls26: 風化岩を移動体とした流れ盤型の層すべり, Ls27: 土砂を移動体とした浅い崖錐すべり)から、個別の地すべりとして取り扱った。*

※ 陸上地すべりLs26・Ls27の同時崩壊、及びLs28・Ls29の同時崩壊に係る検討をP270～272に示す。

LS26及びLS27の同時崩壊に係る検討

第575回審査会合 資料1-3
P256 加筆・修正

- ・ LS26とLS27は、急斜面で境しており、相対的な高低差があること、すべり方向が異なること及び地すべりの性状が異なる(Ls26: 風化岩を移動体とした流れ盤型の層すべり, Ls27: 土砂を移動体とした浅い崖錐すべり)ことから、個別の地すべりとしている。
- ・ しかし、同じ尾根沿いに位置する等、地形的に近接していることから、仮にこれらが同時に崩壊すると想定し、二層流モデルによる数値シミュレーションを実施した。



すべり面 (Ls26+27)

断面図 (Ls26+27)

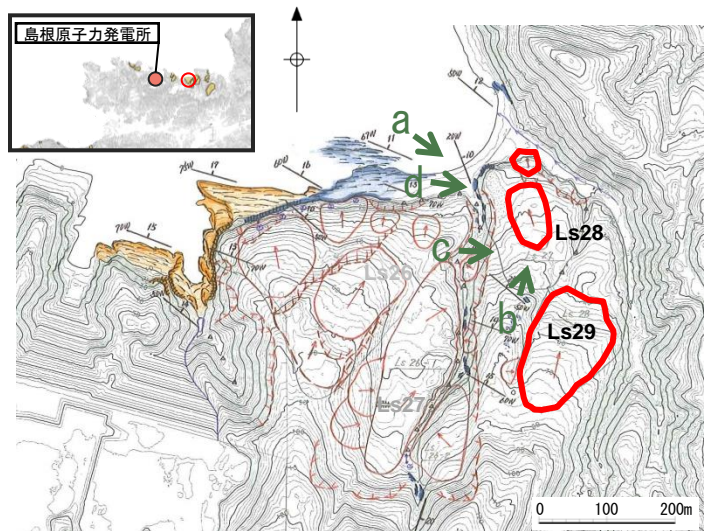
検討ケース	評価水位 (T. P. m)		
	上昇側	下降側	
	施設護岸 又は防波壁	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)
Ls26+27	+1.6	-0.7	-0.7
(参考)Ls26	+1.2	-0.5	-0.5

・LS26とLS27の同時崩壊の津波高さは、LS26の津波高さとはほぼ同等であることを確認した。

4.地震以外の要因による津波の想定 4-2 陸上地すべりに起因する津波の検討 Ls28及びLs29の同時崩壊に係る検討

a. 地すべり全景

b. 地すべり頭部付近



北北西に傾斜する斜面を北西から望む



明瞭な傾斜変換線が存在する

c. 地すべり中央部の平坦部

d. 尾根先端部

- ・Ls28の尾根先端部に黒色頁岩が露出していること、及び明瞭な傾斜変換線が認められることから、Ls28は範囲が狭い地すべりと考えられる。従って、Ls28は脆弱化～土砂化した強風化岩を移動体とした浅いすべりと考えられる。
- ・Ls29についても、Ls28の近傍に位置するため、Ls28と同様に浅い地すべりと考え、範囲を設定した。
- ・Ls28とLs29は同じ山体に位置するが、地表地質踏査結果を踏まえた両地すべりは浅い地すべりと考えられ、それらの間は十分に離れていることから、個別の地すべりとして取り扱った。



地すべりの中央部には平坦面が形成され、岩盤の露頭は認められない

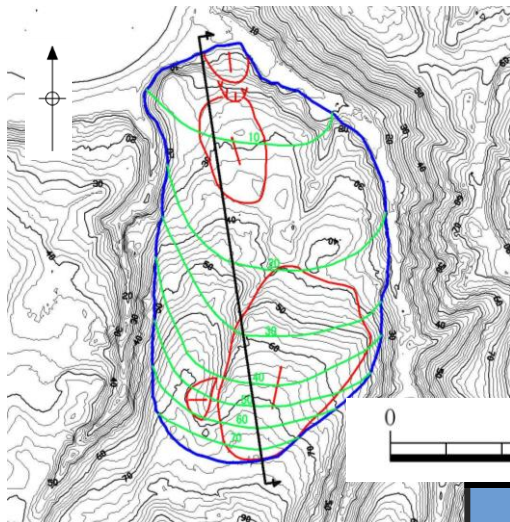


尾根先端部に黒色頁岩の岩盤が露出する

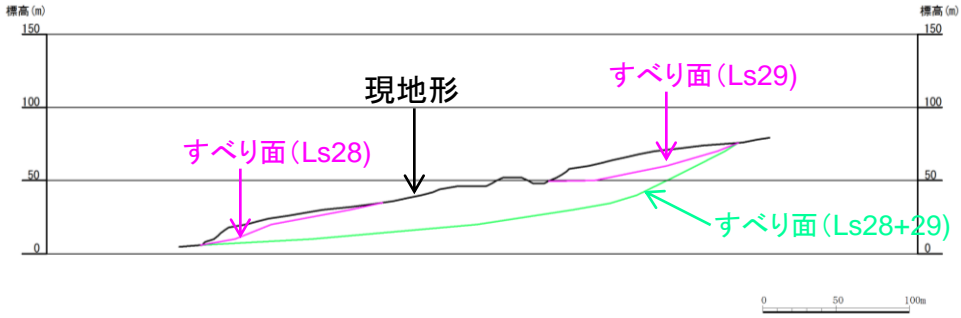
LS28及びLS29の同時崩壊に係る検討

第575回審査会合 資料1-3
P258 再掲

・LS28とLS29は同じ山体に位置するが、地表地質踏査結果を踏まえた両地すべりは浅い地すべりであり、それらの間は十分に離れていることから、個別の地すべりとしている。
 ・しかし、同じ尾根沿いに位置する等、地形的に近接していることから、仮にこれらが同時に崩壊すると想定し、二層流モデルによる数値シミュレーションを実施した。



凡例
 黒線 等高線 (現地形)
 緑線 等高線 (すべり面)
 赤線 地すべりブロック



断面図 (LS28+L29)

すべり面 (LS28+29)

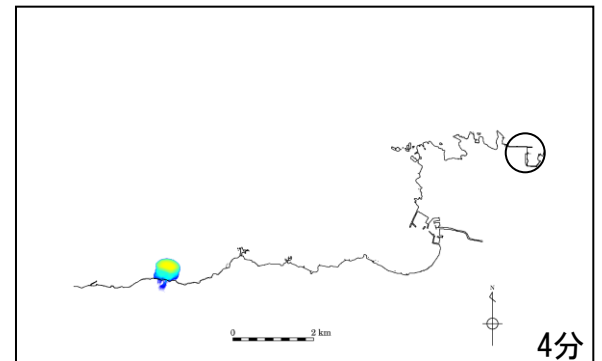
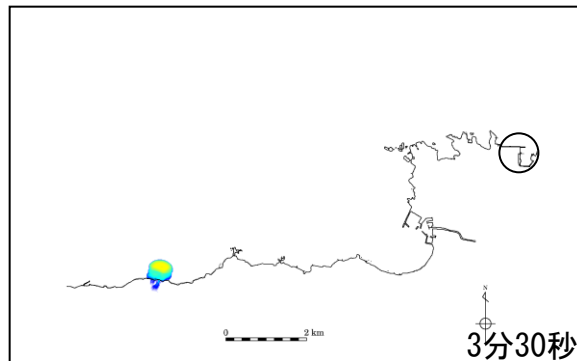
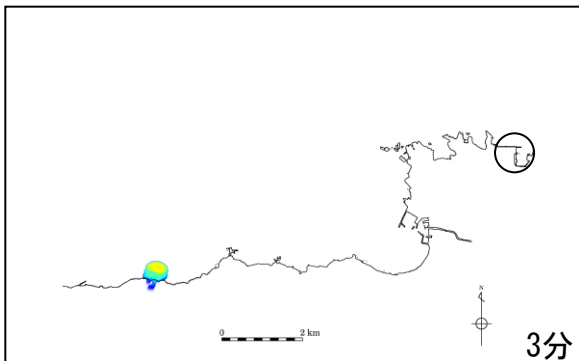
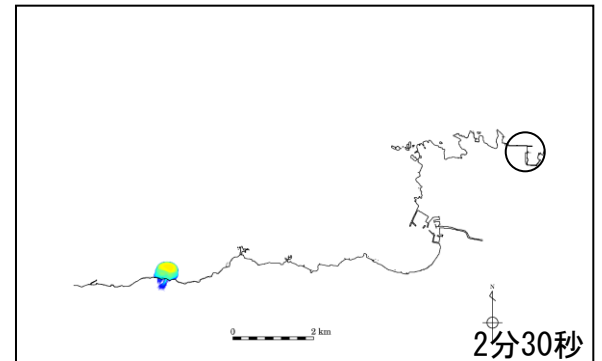
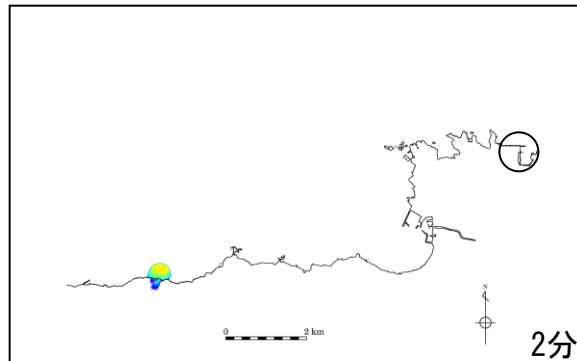
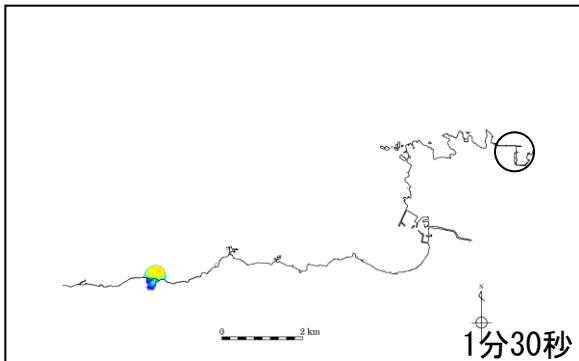
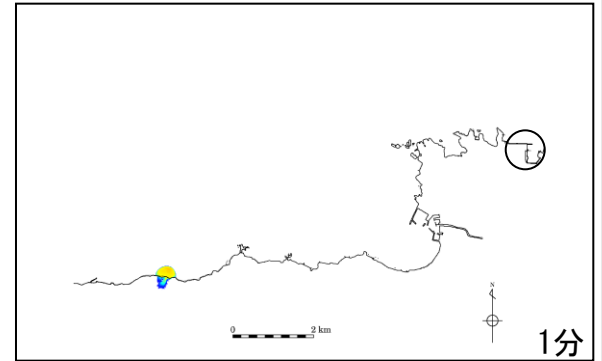
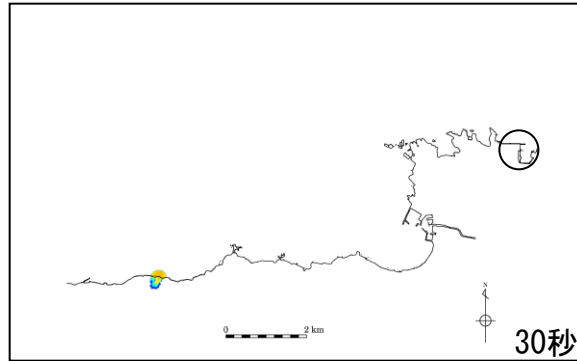
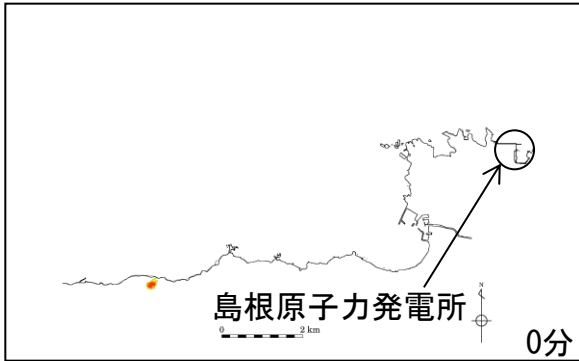
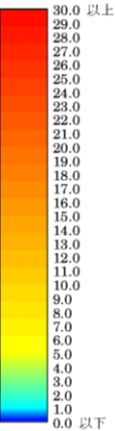
検討ケース	評価水位 (T. P. m)		
	上昇側	下降側	
	施設護岸 又は防波壁	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)
LS28+29	+1.2	-0.4	-0.4
(参考)LS26	+1.2	-0.5	-0.5

・LS28とLS29の同時崩壊の津波高さは、LS26の津波高さとはほぼ同等であることを確認した。

下層(土塊)厚分布の移動状況

第575回審査会合 資料1-3
P259 再掲

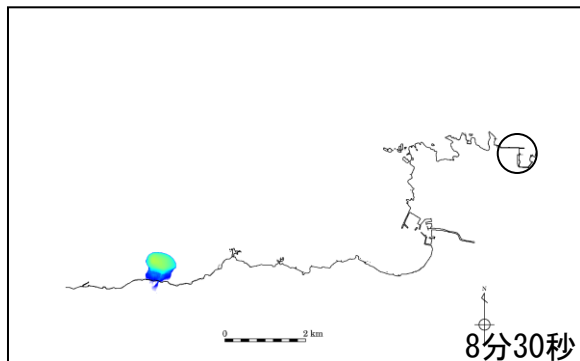
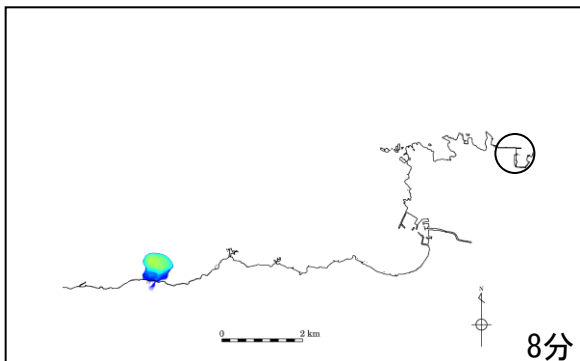
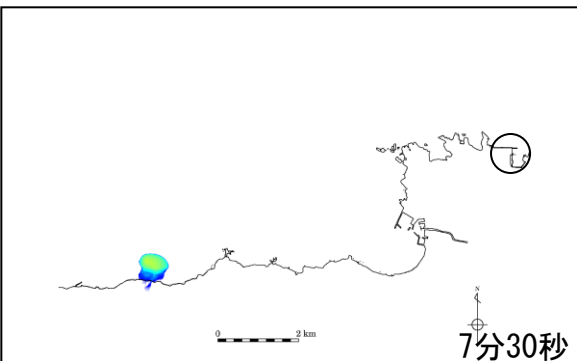
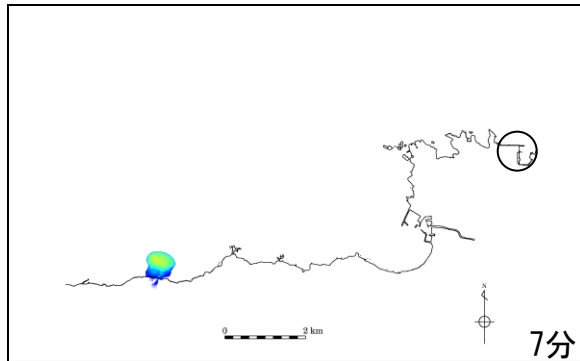
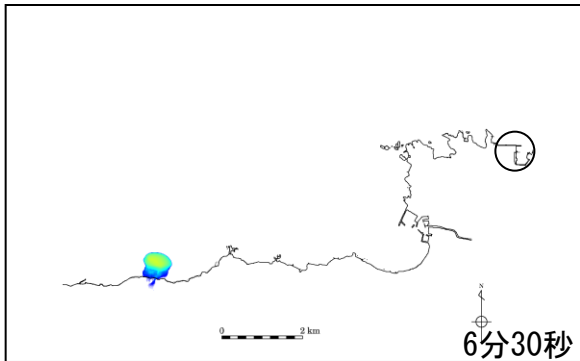
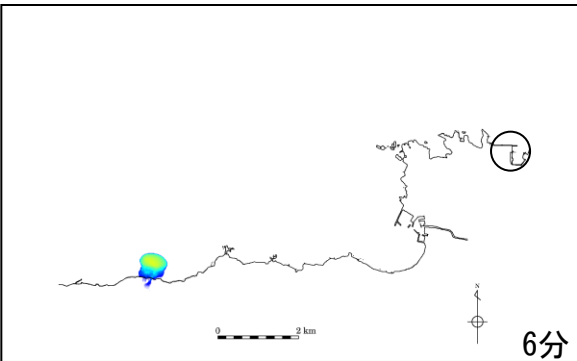
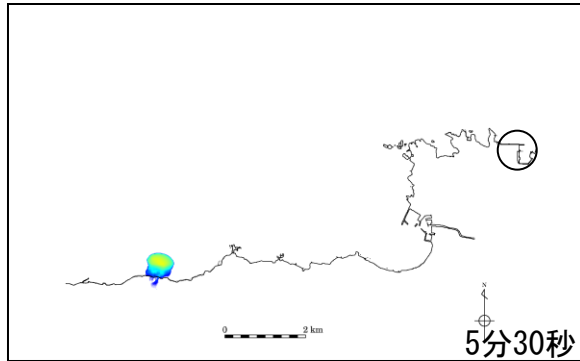
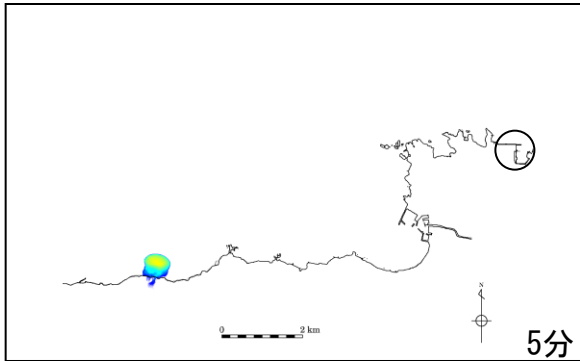
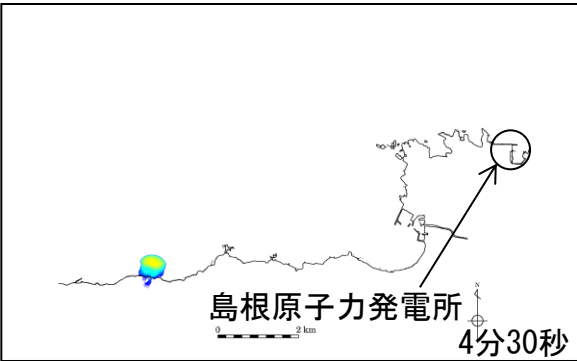
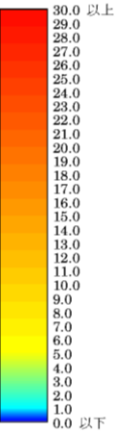
■ 陸上地すべりLs7 (0分~4分)



下層(土塊)厚分布の移動状況

第575回審査会合 資料1-3
P260 再掲

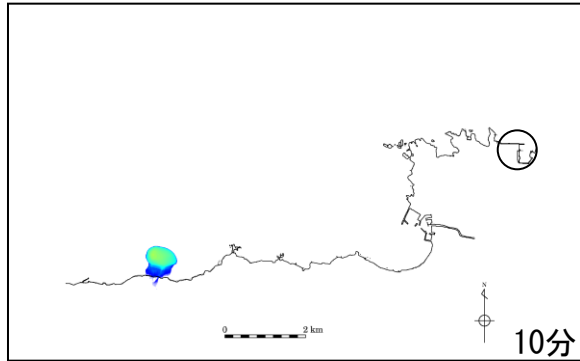
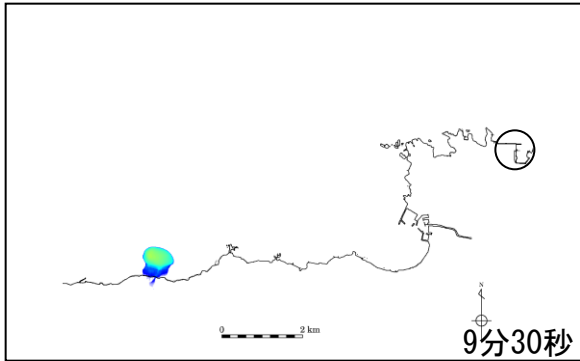
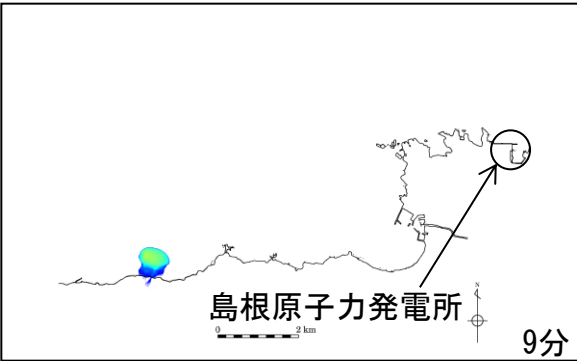
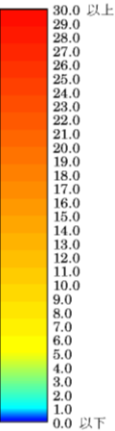
■ 陸上地すべりLs7 (4分30秒~8分30秒)



下層(土塊)厚分布の移動状況

第575回審査会合 資料1-3
P261 再掲

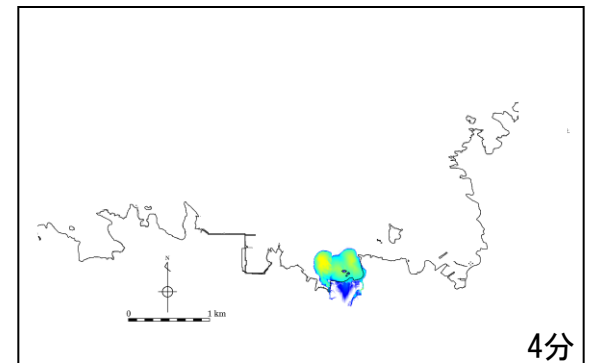
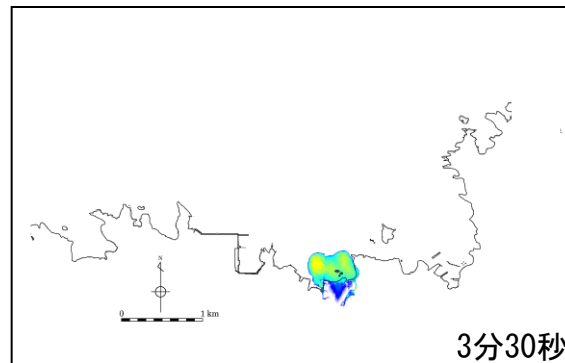
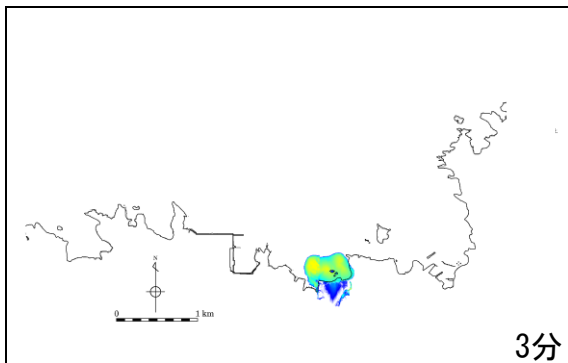
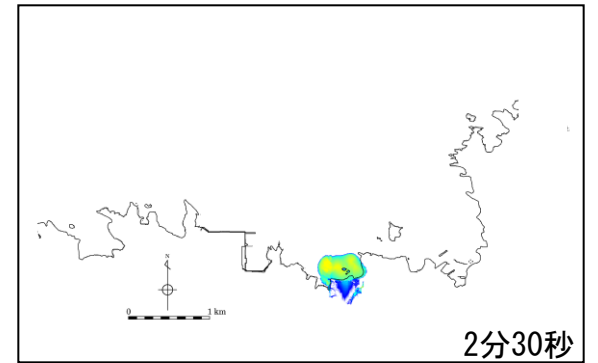
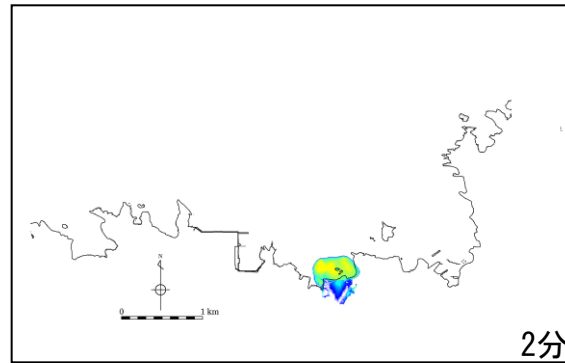
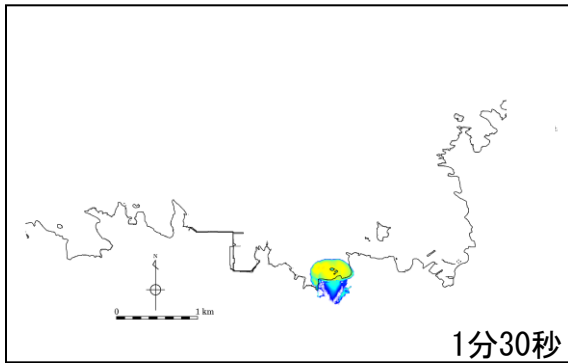
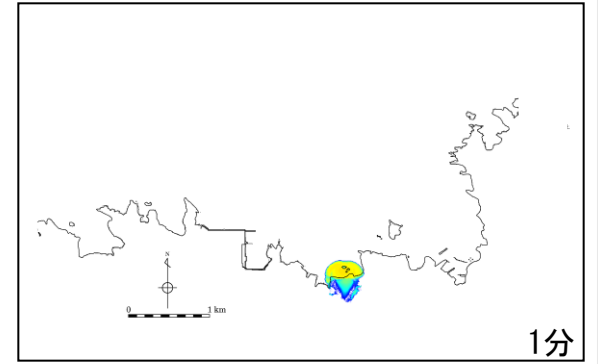
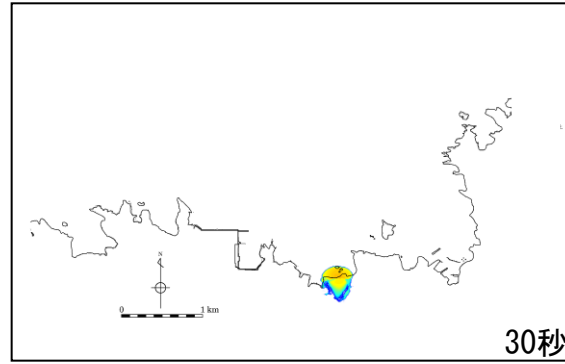
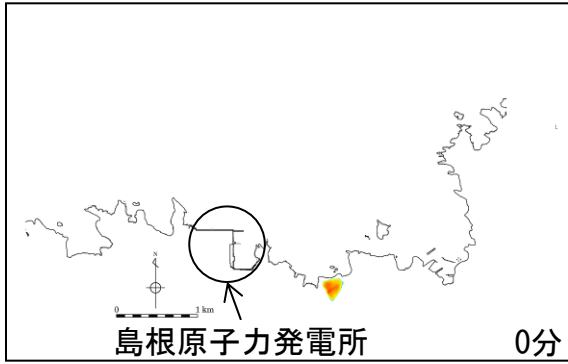
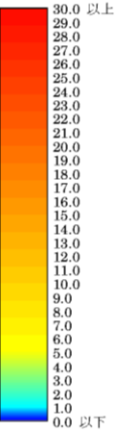
■ 陸上地すべりLs7 (9分~10分)



下層(土塊)厚分布の移動状況

第575回審査会合 資料1-3
P262 再掲

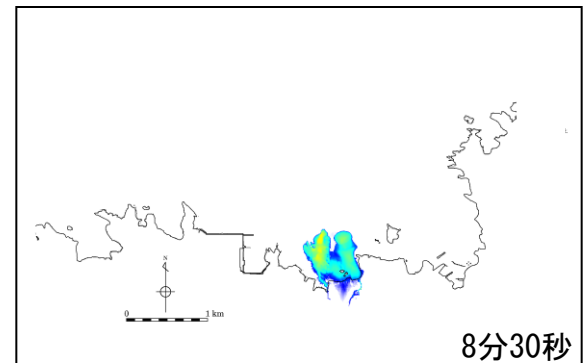
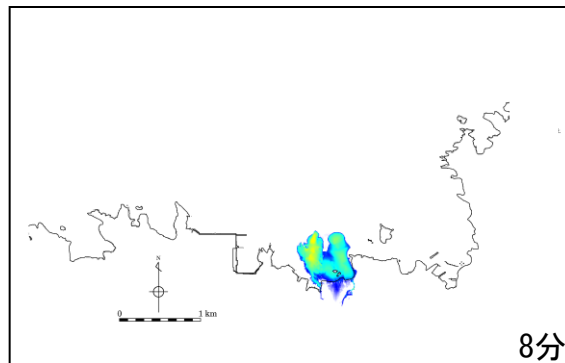
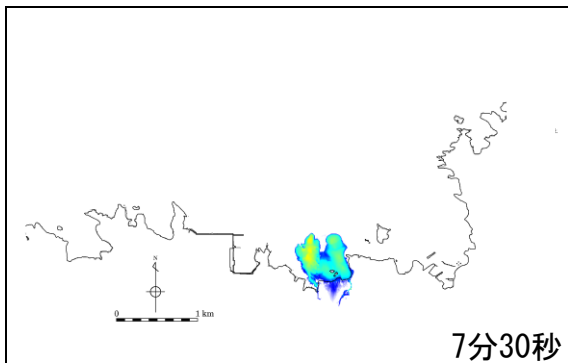
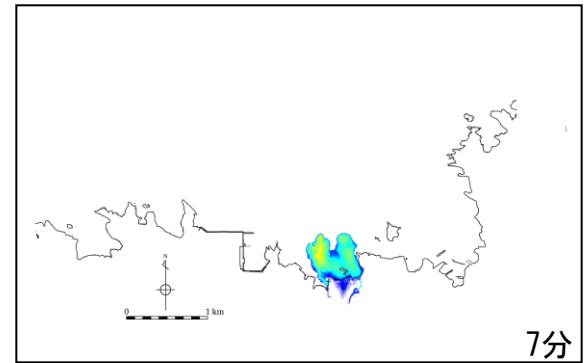
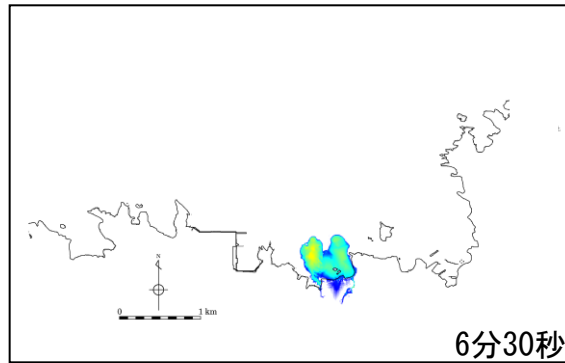
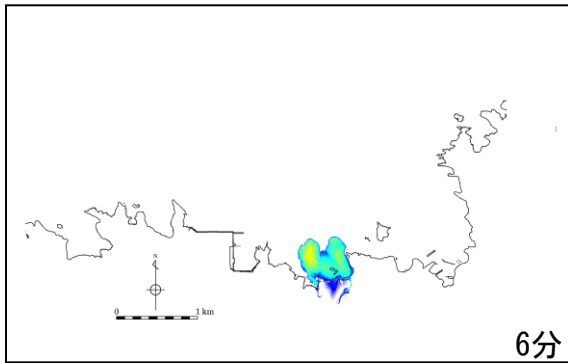
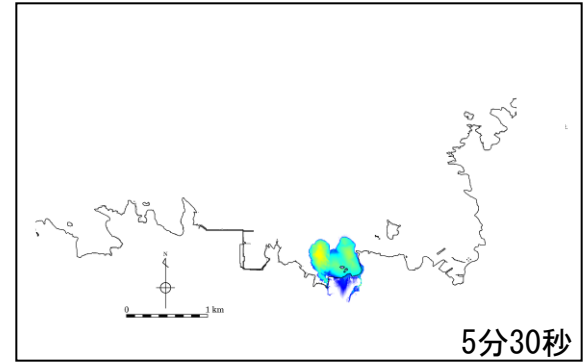
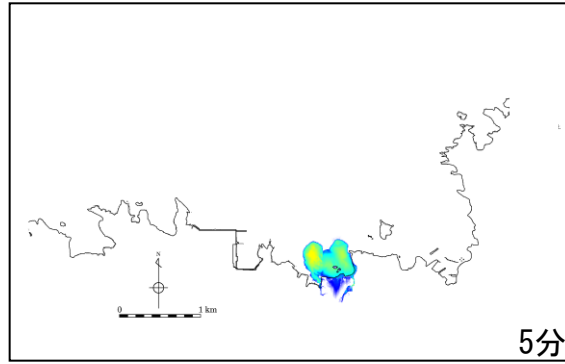
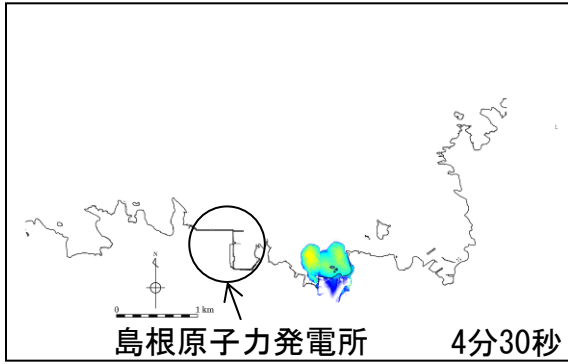
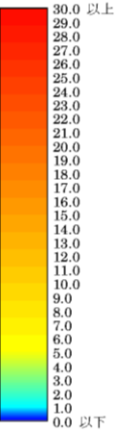
■ 陸上地すべりLs26 (0分~4分)



下層(土塊)厚分布の移動状況

第575回審査会合 資料1-3
P263 再掲

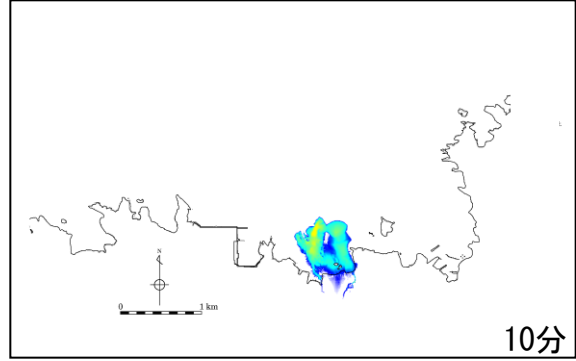
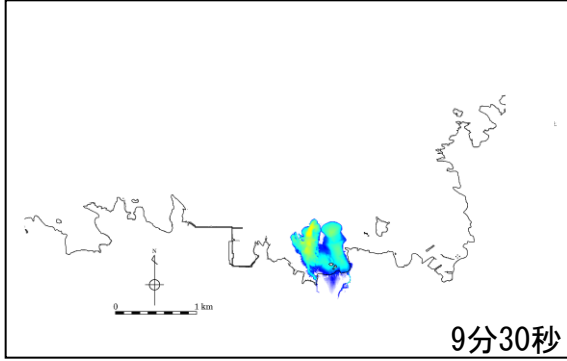
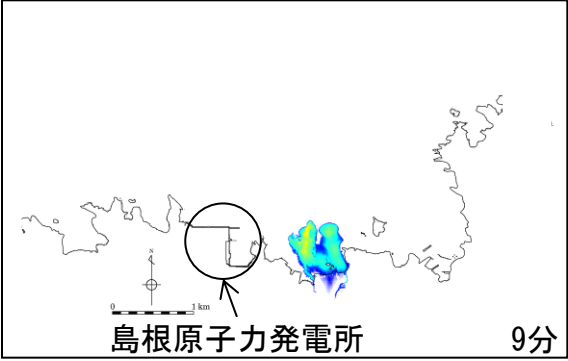
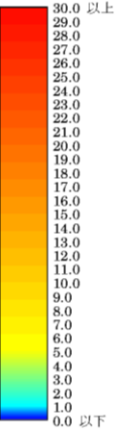
■ 陸上地すべりLs26 (4分30秒～8分30秒)



下層(土塊)厚分布の移動状況

第575回審査会合 資料1-3
P264 再掲

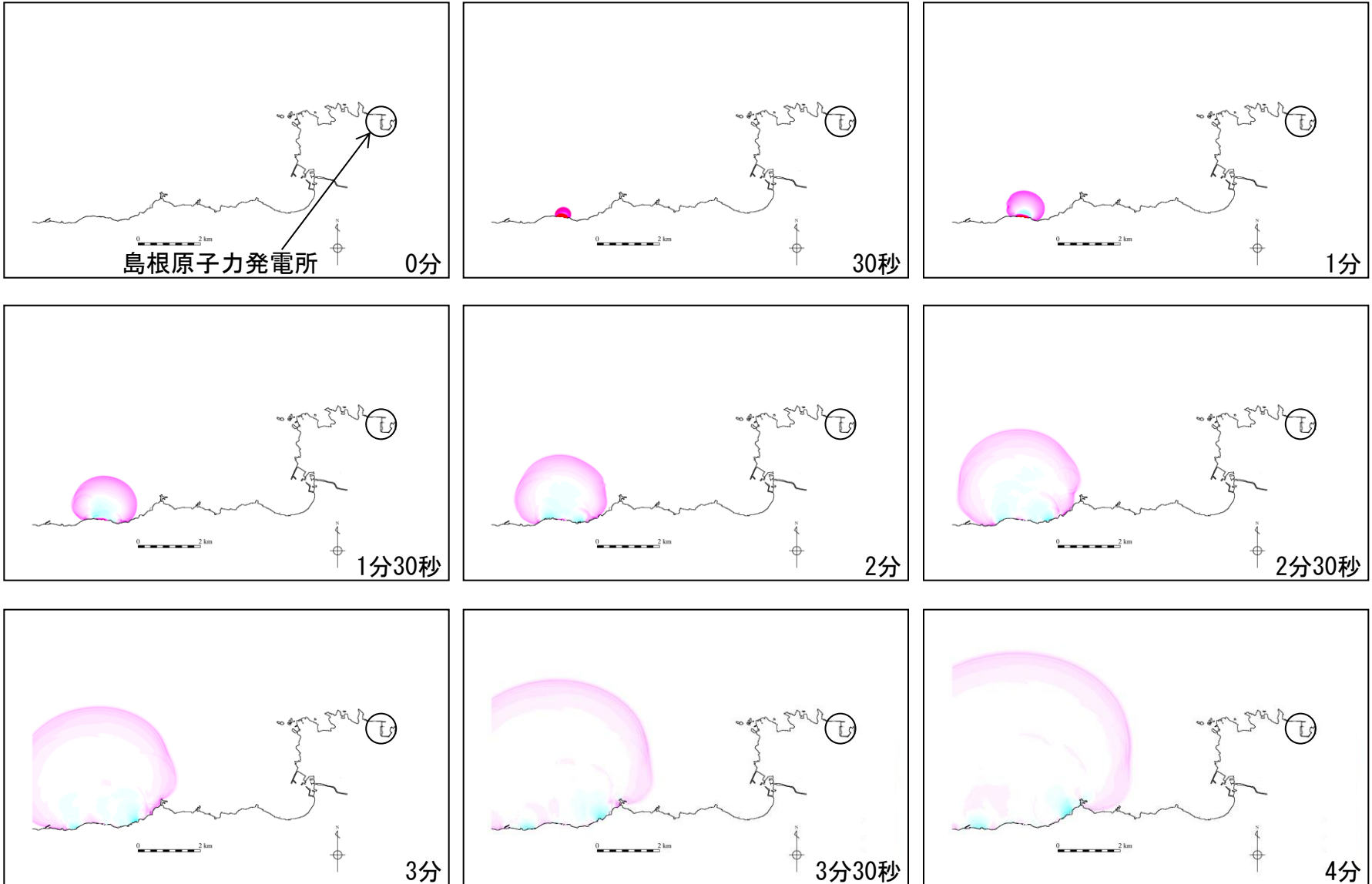
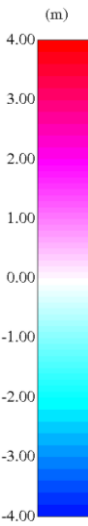
■ 陸上地すべりLs26 (9分~10分)



津波の伝播状況

第575回審査会合 資料1-3
P265 再掲

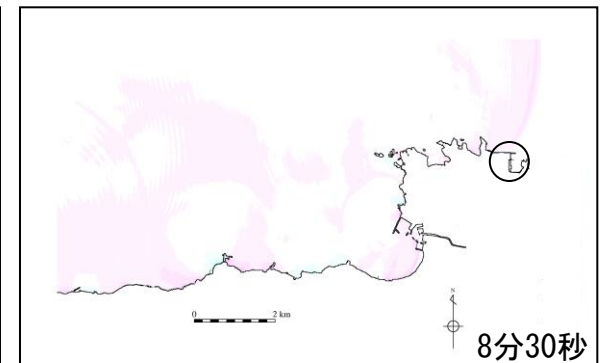
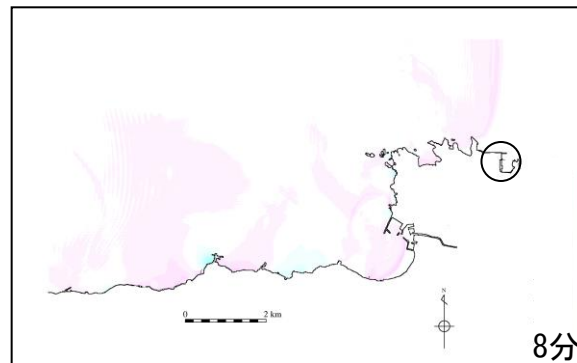
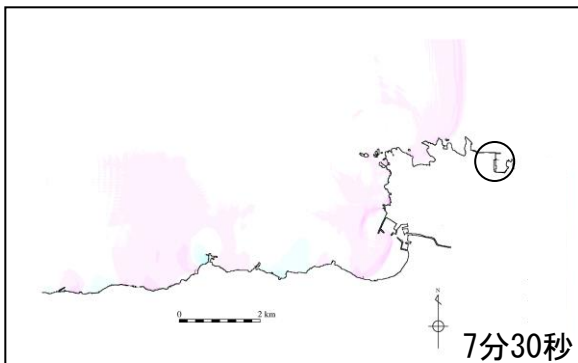
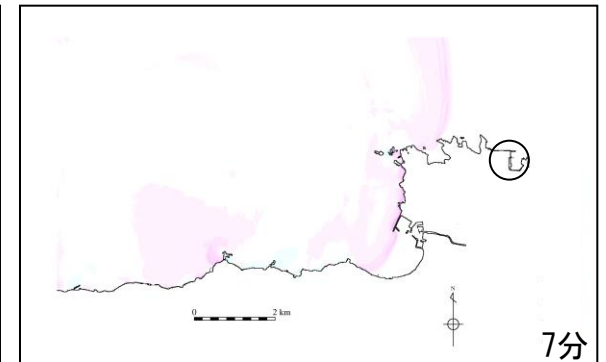
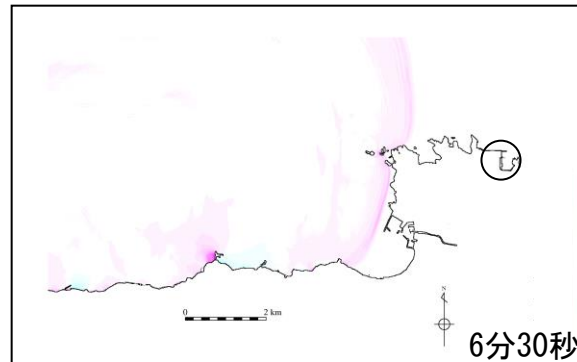
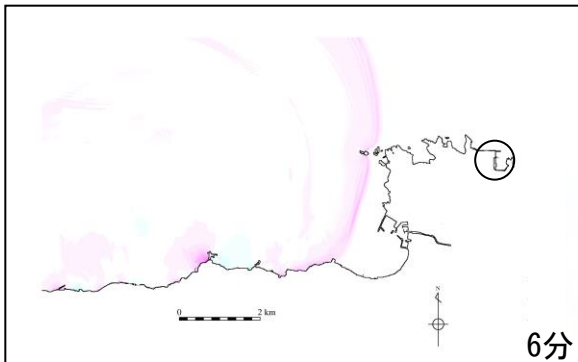
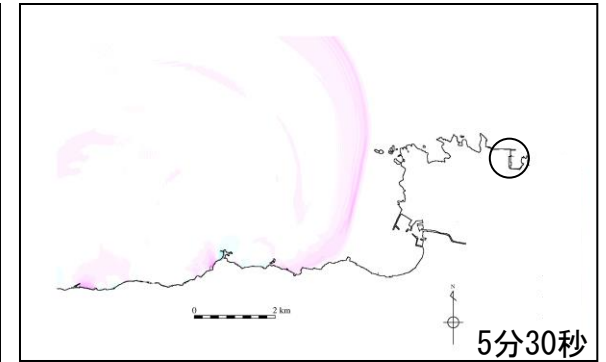
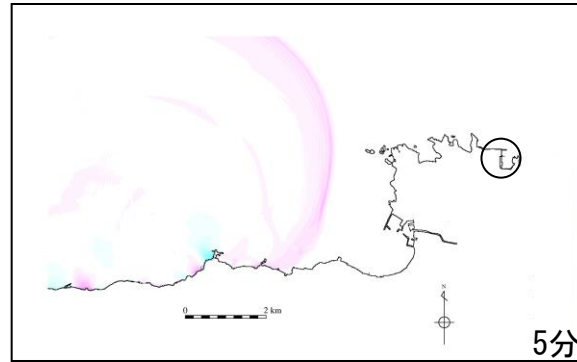
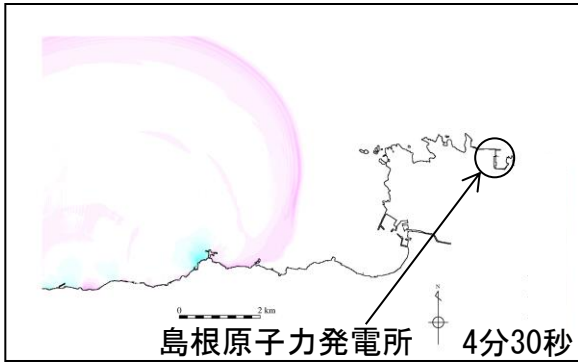
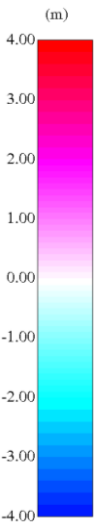
■ 陸上地すべりLs7 (0分~4分)



津波の伝播状況

第575回審査会合 資料1-3
P266 再掲

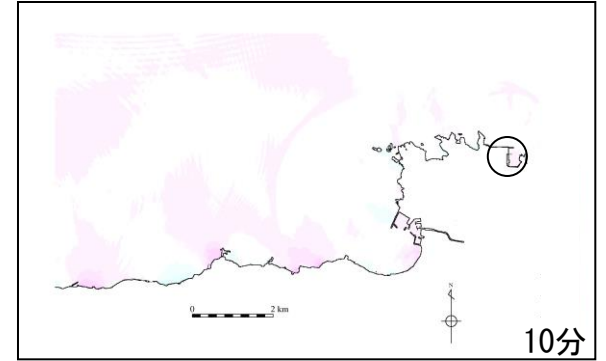
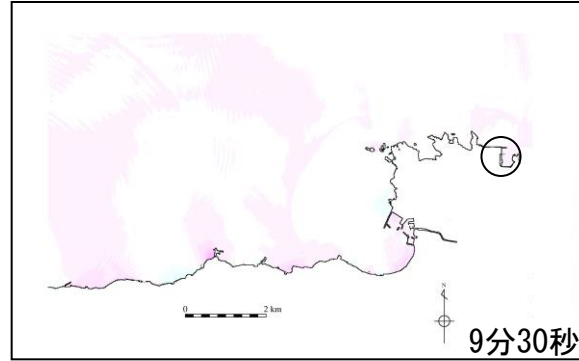
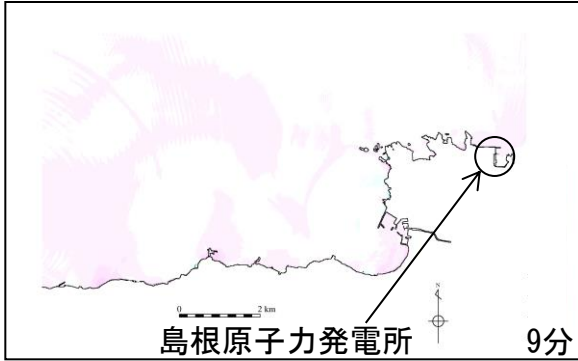
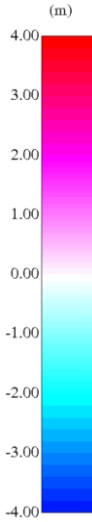
■ 陸上地すべりLs7 (4分30秒～8分30秒)



津波の伝播状況

第575回審査会合 資料1-3
P267 再掲

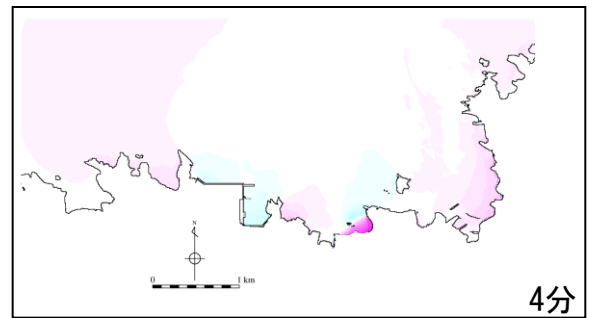
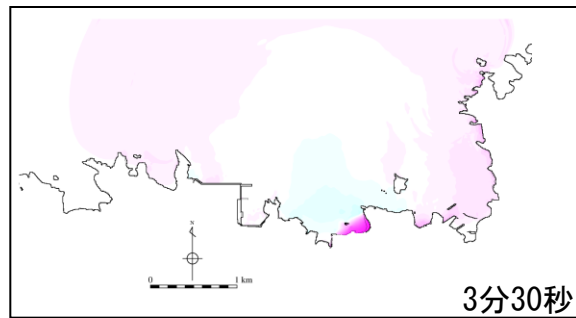
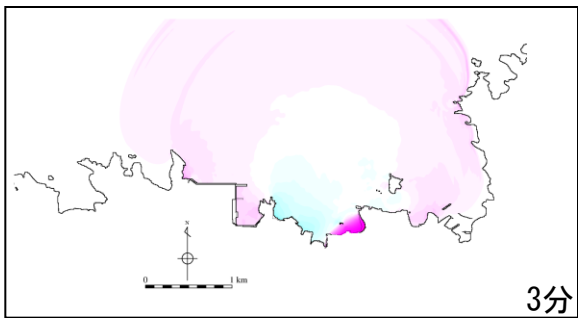
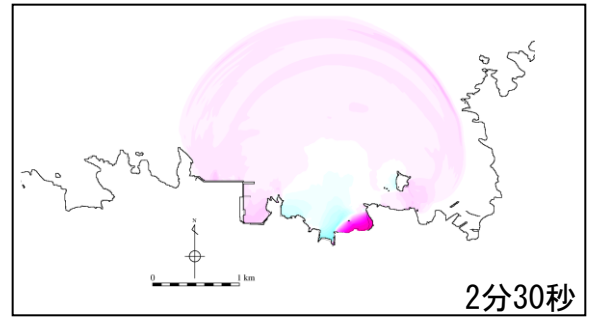
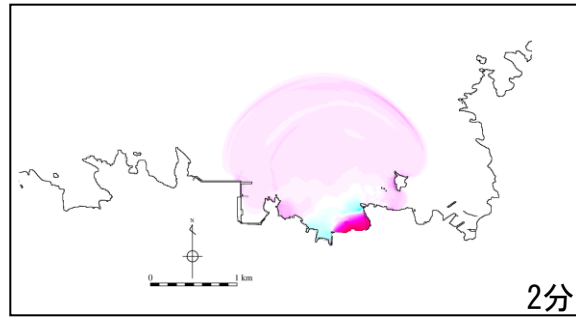
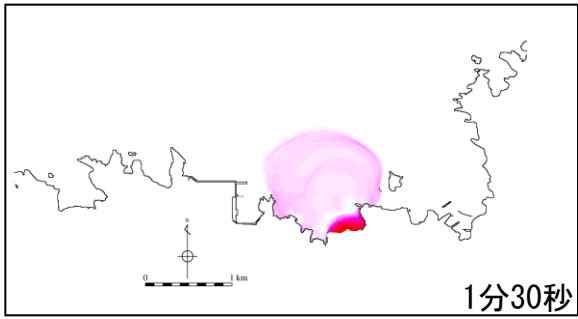
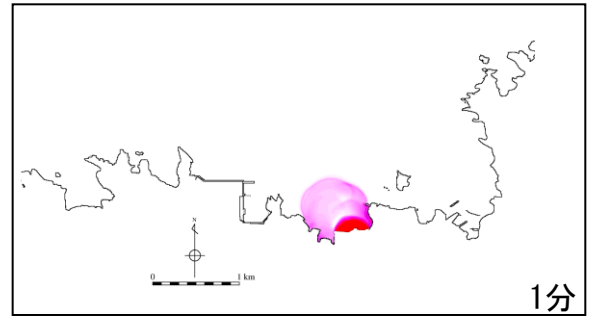
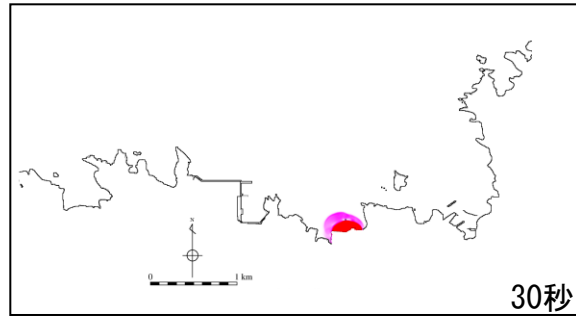
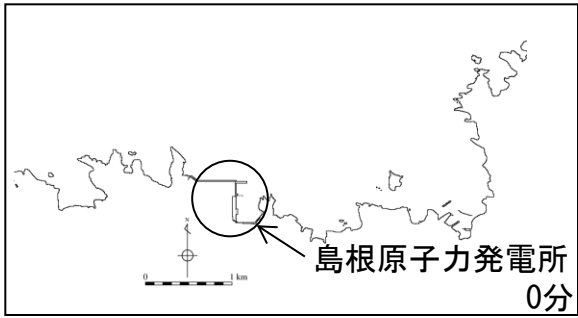
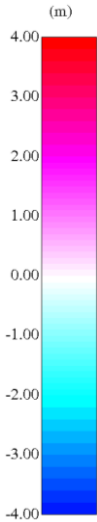
■ 陸上地すべりLs7 (9分~10分)



津波の伝播状況

第575回審査会合 資料1-3
P268 再掲

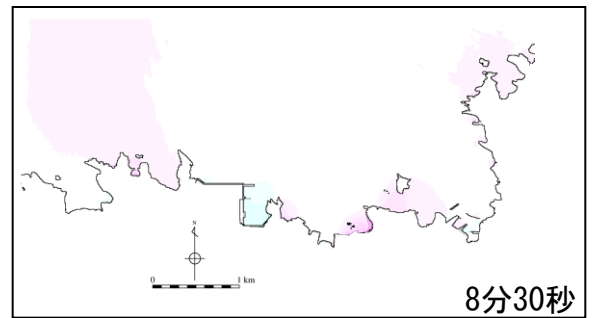
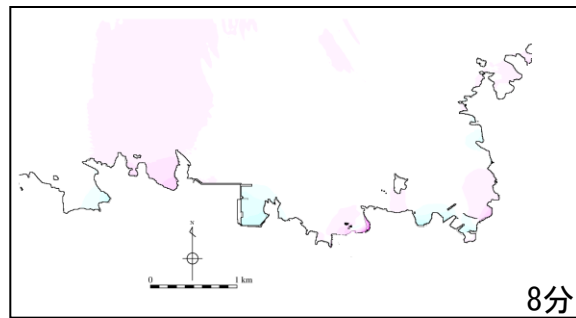
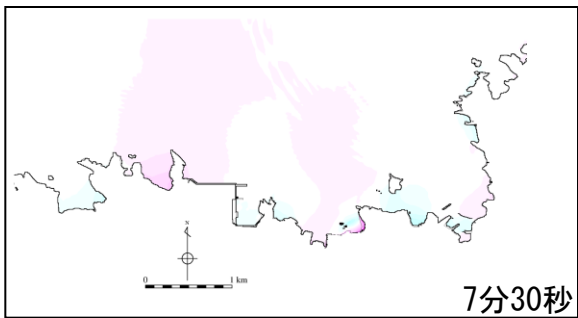
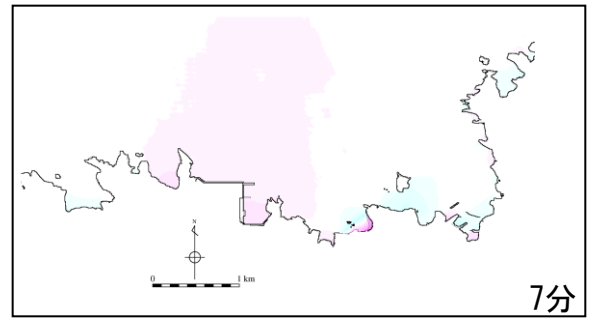
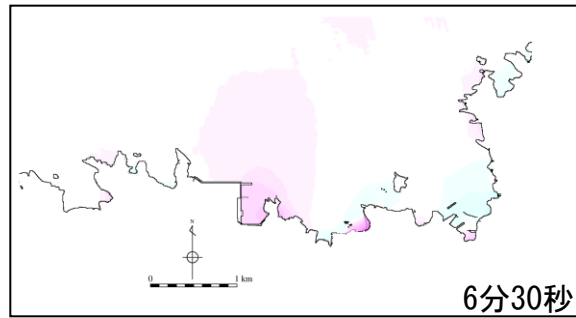
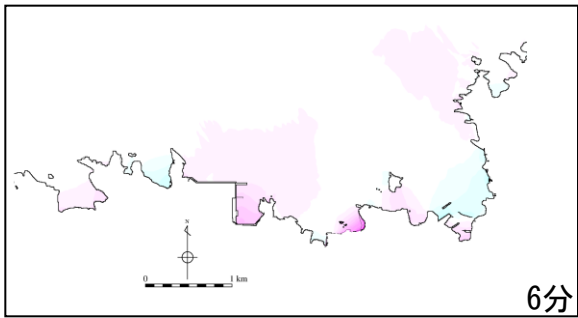
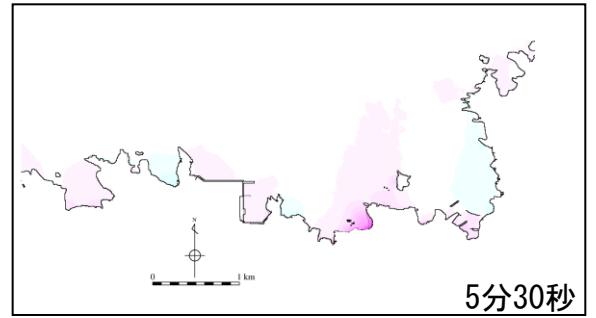
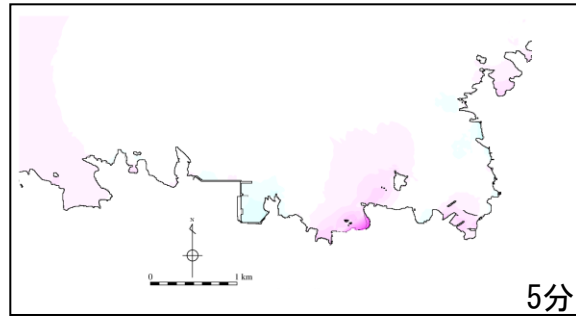
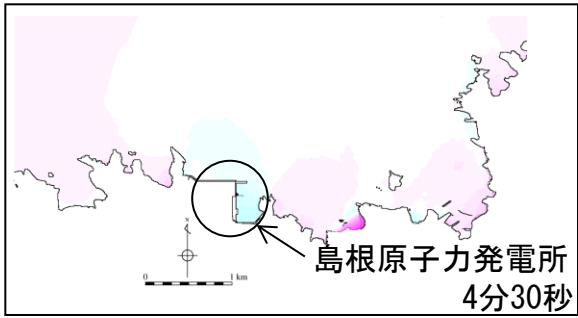
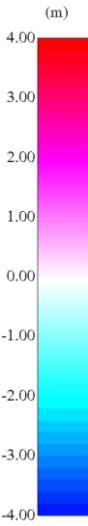
■ 陸上地すべりLs26 (0分~4分)



津波の伝播状況

第575回審査会合 資料1-3
P269 再掲

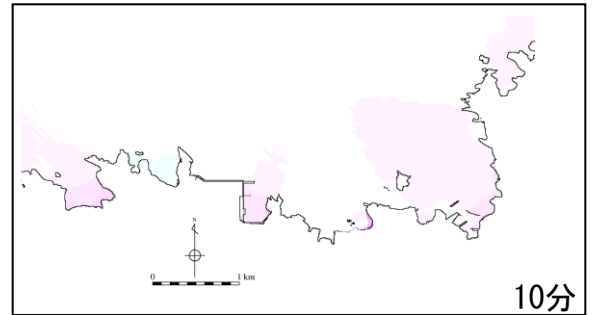
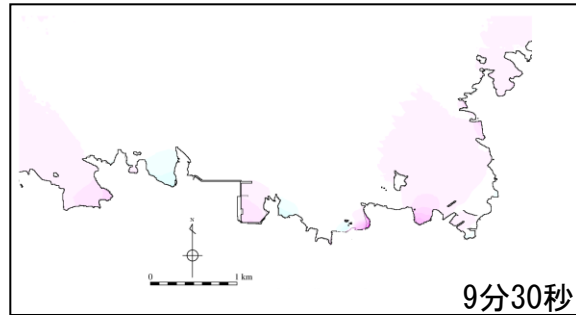
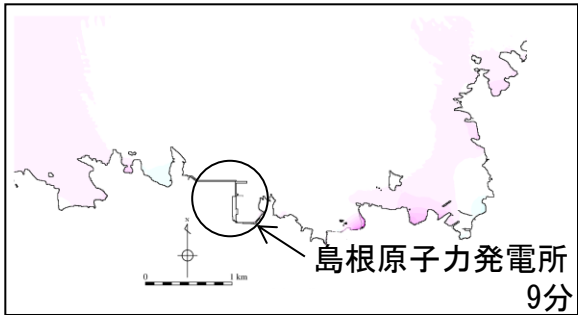
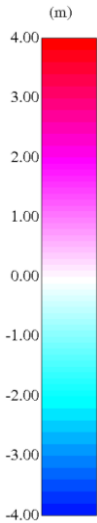
■ 陸上地すべりLs26 (4分30秒～8分30秒)



津波の伝播状況

第575回審査会合 資料1-3
P270 再掲

■ 陸上地すべりLs26 (9分~10分)



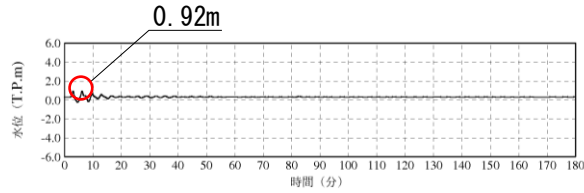
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第575回審査会合 資料1-3
P271 再掲

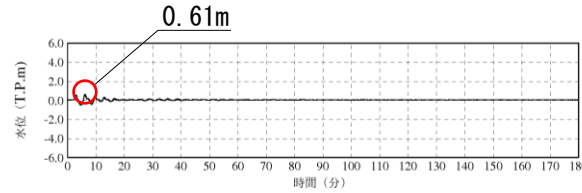
■ Ls26

上昇側評価

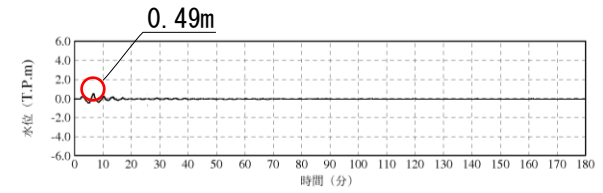
【循環水ポンプ運転時】



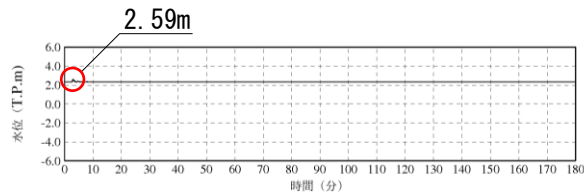
1号炉取水槽(循環水ポンプ運転時)



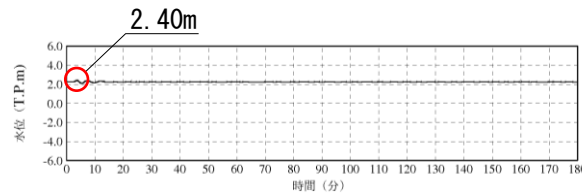
2号炉取水槽(循環水ポンプ運転時)



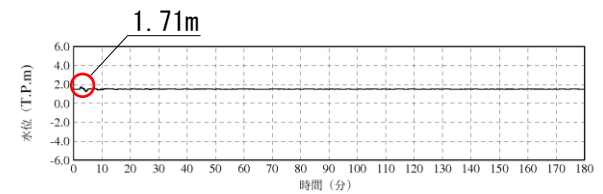
3号炉取水槽(循環水ポンプ運転時)



1号炉放水槽(循環水ポンプ運転時)

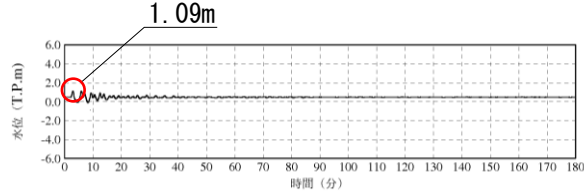


2号炉放水槽(循環水ポンプ運転時)

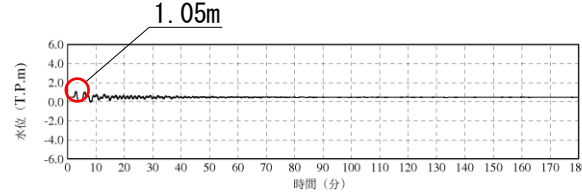


3号炉放水槽(循環水ポンプ運転時)

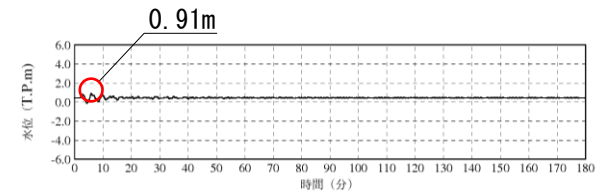
【循環水ポンプ停止時】



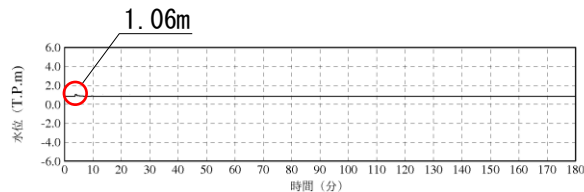
1号炉取水槽(循環水ポンプ停止時)



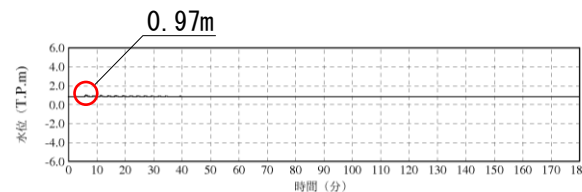
2号炉取水槽(循環水ポンプ停止時)



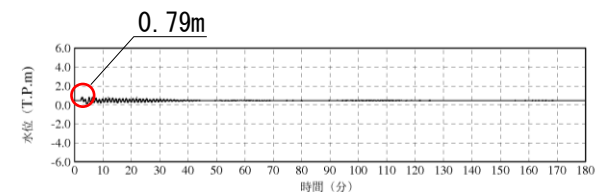
3号炉取水槽(循環水ポンプ停止時)



1号炉放水槽(循環水ポンプ停止時)



2号炉放水槽(循環水ポンプ停止時)



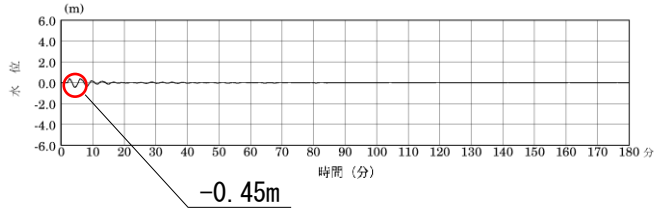
3号炉放水槽(循環水ポンプ停止時)

※初期水位は、潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

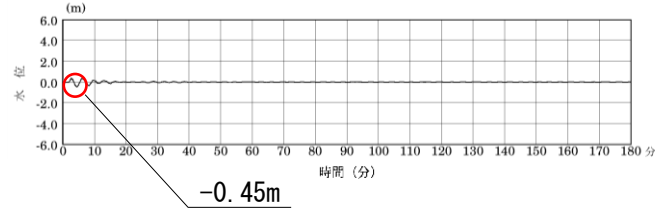
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第575回審査会合 資料1-3
P272 再掲

下降側評価



2号炉取水口(東)



2号炉取水口(西)

岩盤崩壊に係る文献調査(島根県)

・島根県の岩盤崩壊について文献調査を実施した。

区分	文献	内容
島根県における既往岩盤崩壊事例に係る文献	岩盤力学委員会(1999) ⁽⁷⁰⁾	1996年以前の岩盤崩壊または落石と考えられる事例が抽出されているが、いずれも内陸の事例であり、敷地に影響を与える岩盤崩壊事例は記載されていない。
	岩盤斜面崩壊検討小委員会(2015) ⁽⁷¹⁾	1997年から2013年までの岩盤崩壊または落石と考えられる事例が抽出されているが、いずれも内陸の事例であり、敷地に影響を与える岩盤崩壊事例は記載されていない。
島根県における岩盤崩壊の成因等に係る文献	横田ほか(2012) ⁽⁷²⁾	タフォニと呼ばれる凹みが岩盤崩落を引き起こす原因となることが指摘されているが、個別地点におけるタフォニに起因する岩盤崩壊の範囲は記載されていない。また、文献中に示されるタフォニの幅は最大10mであることから、タフォニに起因する岩盤崩壊の規模は、当社が評価している岩盤崩壊の規模を下回ると考えられる。
	井詰・横田(2012) ⁽⁷³⁾	当社が陸上地すべり・岩盤崩壊の評価範囲としている発電所から半径10km程度の島根半島の小伊津漁港における岩盤斜面を対象として、その地点の地質構造に基づいた斜面ハザードマップが試作されているが、岩盤崩壊の範囲は記載されていない。
	彌富・横田(2015) ⁽⁷⁴⁾	島根半島の桂島について安山岩溶岩中の節理面方向、柱状ブロックの形状を調査し、節理方向と溶岩ドームとの関係、及びそれらがつくる多様な斜面構造におけるブロック不安定性等について検討されている。桂島地点における想定される岩盤崩壊の規模は文献で明確にされていないが、文献で示される崩落跡の例から、数m程度の規模と想定される。また、同様な地質構造が見られる他地点についても、同様な岩盤崩壊の発生が懸念されるが、文献中で示される崩落跡の事例からは、数m程度の小規模な岩盤崩壊に止まると想定され、当社が評価している岩盤崩壊の規模を下回ると考えられる。

・岩盤崩壊事例、岩盤崩壊を引き起こす要因等について記載されているが、当社が評価している岩盤崩壊の規模を下回ると考えられる。

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠

・Huber and Hager(1997)の予測式のパラメータの設定根拠について以下に記す。

パラメータ	設定根拠	説明頁
長さ	断面図より斜距離を設定	P289,290
幅	平面図より平均的な幅を設定	P289,290
厚さ	陸上地すべりと同様に高速道路調査会(1985)に示される幅と厚さの関係より設定するが、その際、断面図のすべり面の形状が合理的になるよう留意する。	P289,290
すべり面の傾斜角	断面図に示されるすべり面の角度を設定	P289,290
進行角	すべり方向と地すべり地点から見た発電所の方向がなす角度で、すべり方向を起点とし時計回りが正	—
突入水深	臼杵ほか(2005)を参考に、平面長さの半分の距離を地すべり到達位置とし、その位置における水深を設定	P291
発電所水深	発電所海底地形図より、島根原子力発電所2号炉前面に位置する輪谷湾中心付近の水深20mと設定	—
発電所までの距離	平面図より直線距離で設定	—

4.地震以外の要因による津波の想定 4-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討

Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(長さ・幅・厚さ・すべり面の傾斜角)

【長さ】

・断面図より下図のように斜距離を設定した。

【幅】

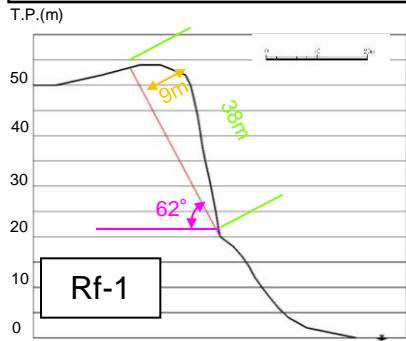
・平面図より平均的な幅を設定した。

【厚さ】

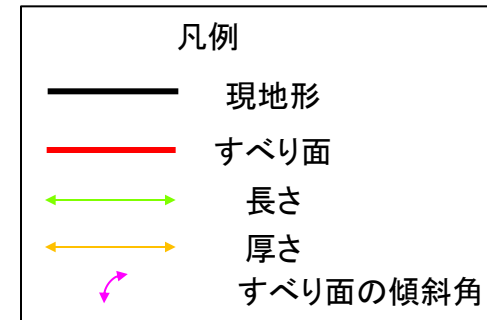
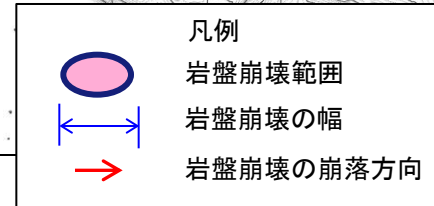
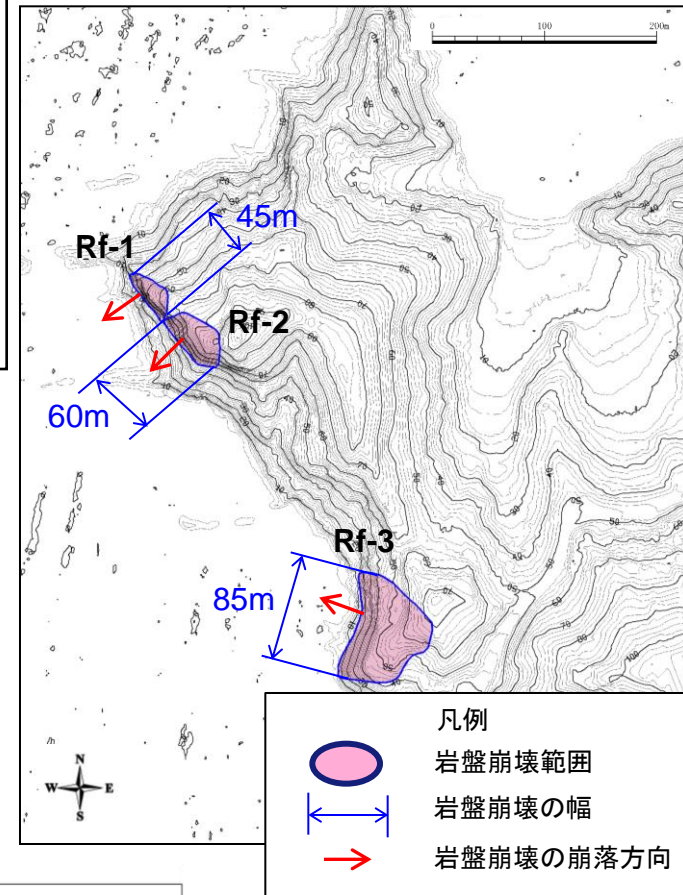
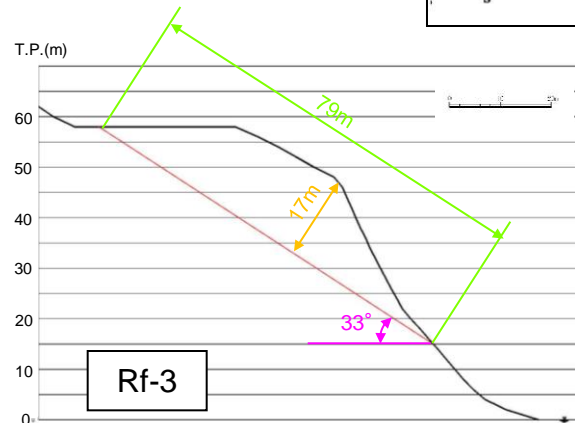
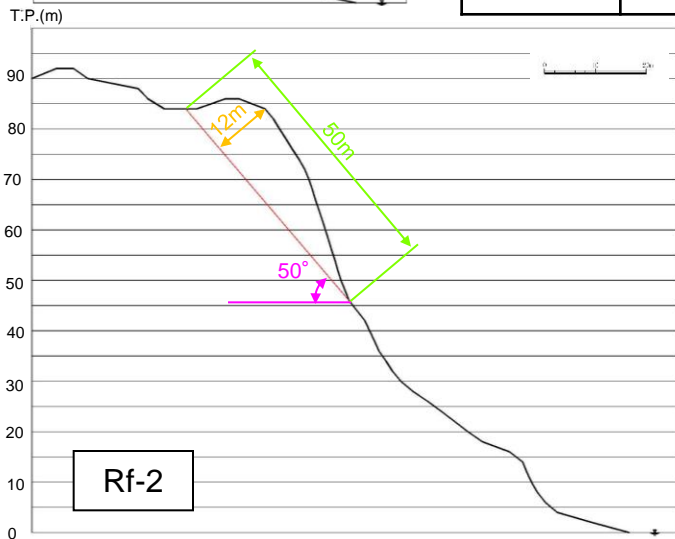
・陸上地すべりと同様に高速道路調査会(1985)に示される幅と厚さの関係より設定するが、その際、断面図のすべり面の形状が合理的になるよう留意する。

【すべり面の傾斜角】

・断面図に示されるすべり面の角度を設定した。



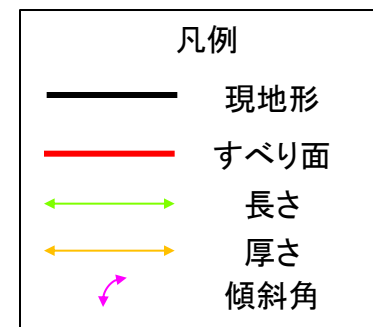
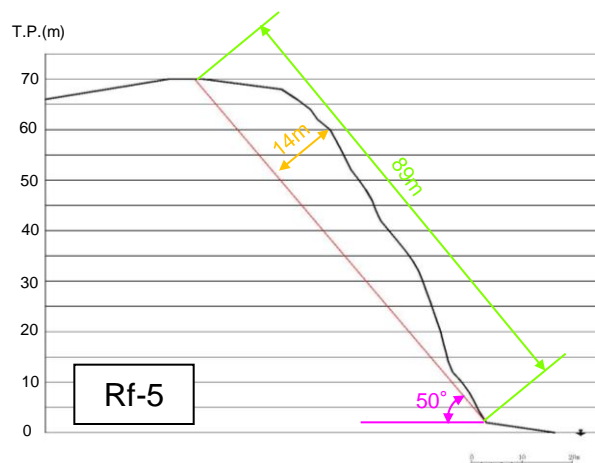
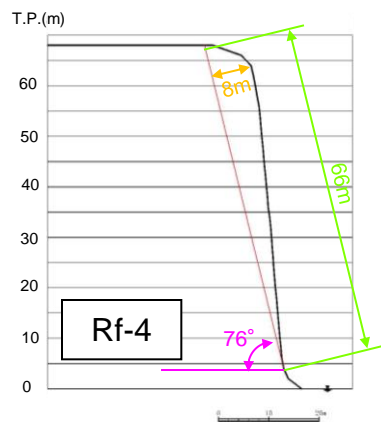
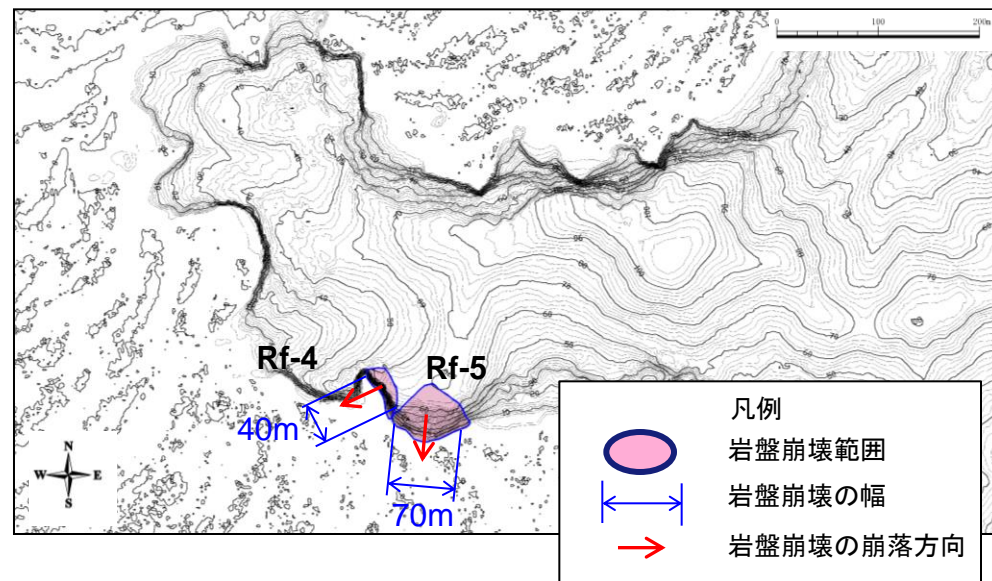
地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	すべり面 の傾斜角 α ($^{\circ}$)
Rf-1	38	45	9	62
Rf-2	50	60	12	50
Rf-3	79	85	17	33



4.地震以外の要因による津波の想定 4-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討

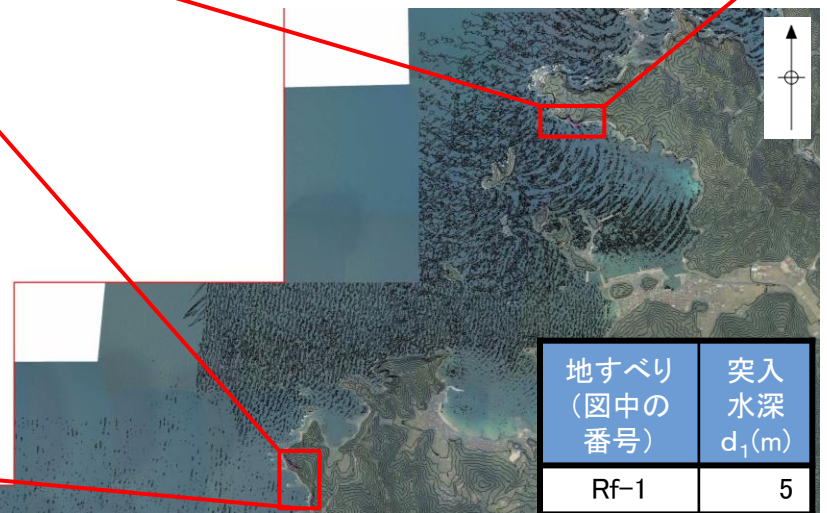
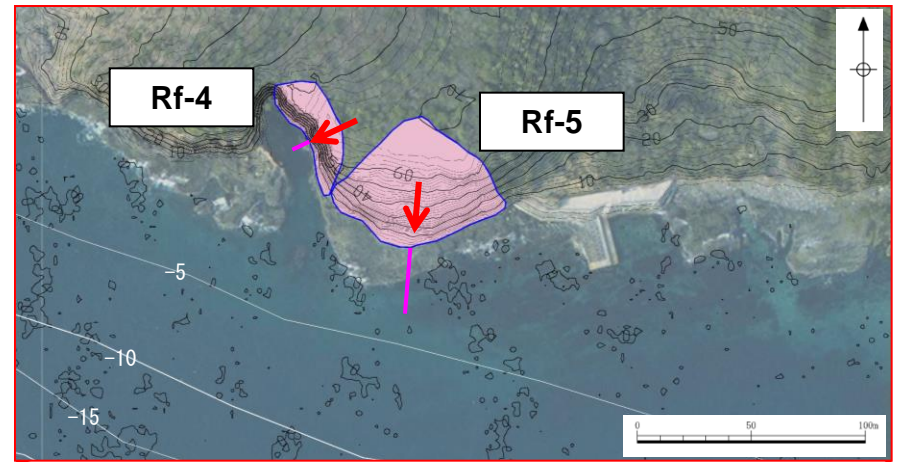
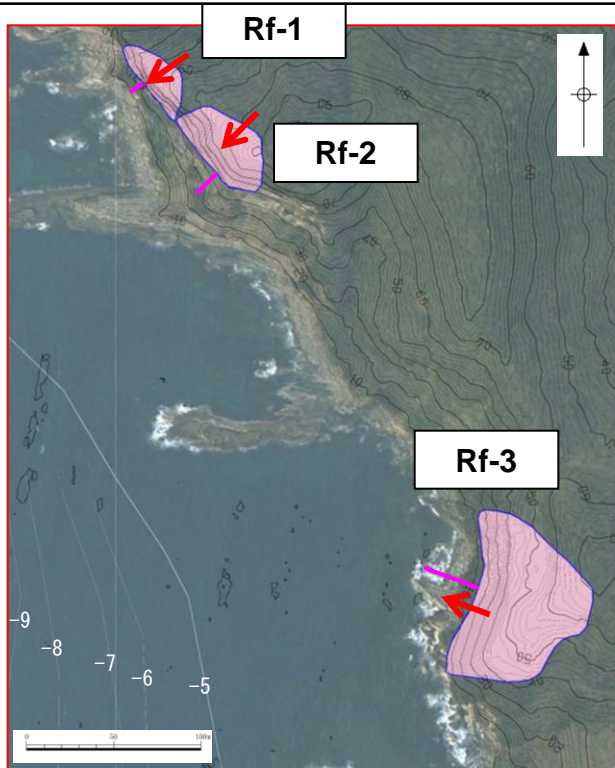
Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(長さ・幅・厚さ・すべり面の傾斜角)

地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	すべり面 の傾斜角 α ($^{\circ}$)
Rf-4	66	40	8	76
Rf-5	89	70	14	50



Huber and Hager(1997)のパラメータ設定根拠(突入水深)

・陸上地すべりと同様に臼杵ほか(2005)に基づき設定した。
 ・Rf-1~4については、突入水深設定位置が陸上であるが、安全側の評価を実施する観点から、斜面直下の海水面に崩落するとし5mを採用した。



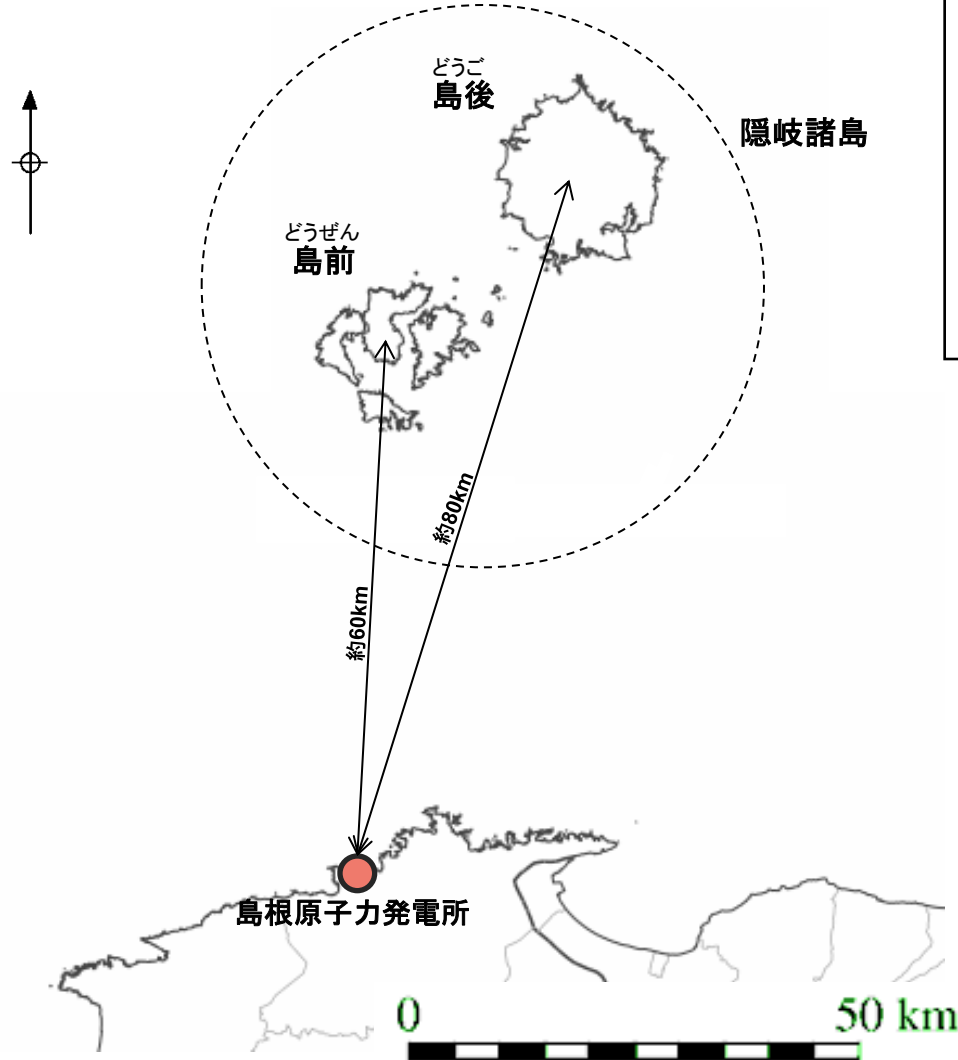
凡例
 ○ 岩盤崩壊範囲
 → 崩落方向
 — 地すべり到達距離



地すべり (図中の 番号)	突入 水深 d_1 (m)
Rf-1	5
Rf-2	5
Rf-3	5
Rf-4	5
Rf-5	5

隠岐諸島の位置

第575回審査会合 資料1-3
P278 再掲



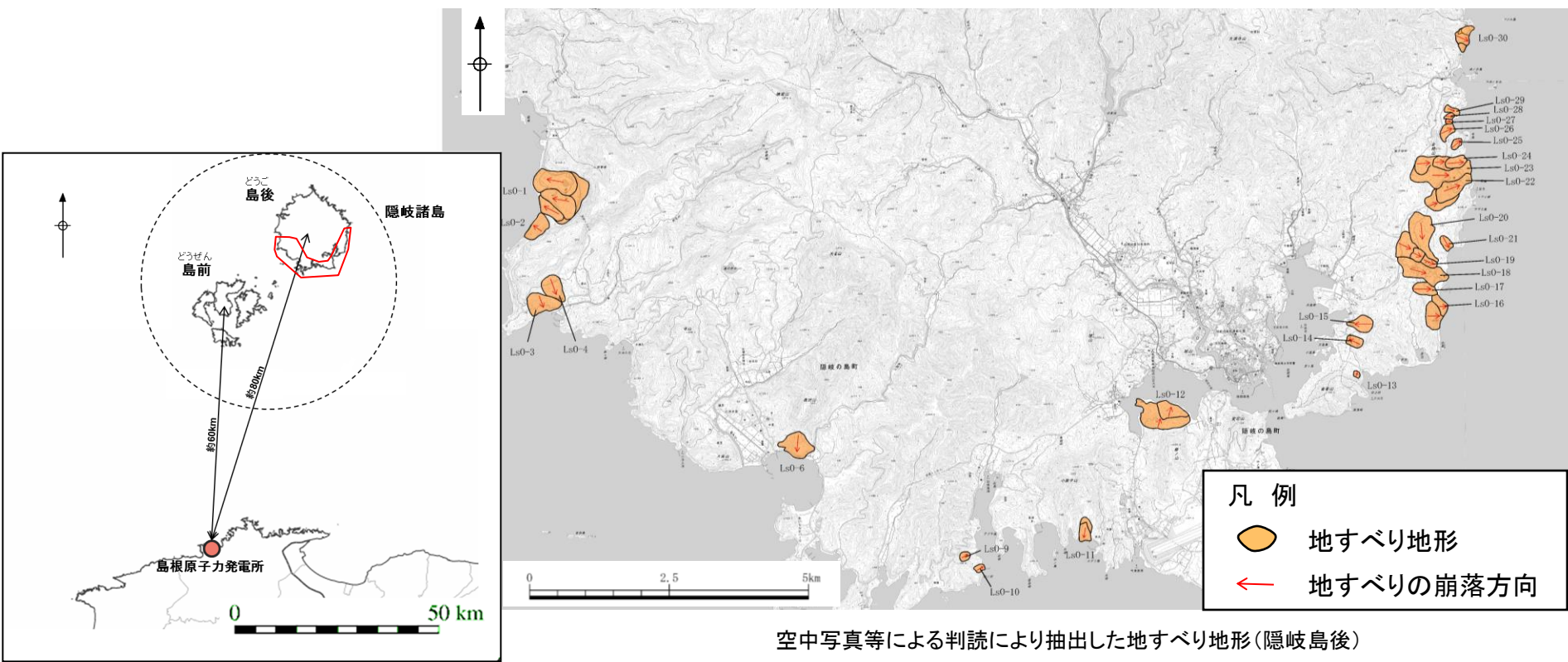
- ・隠岐諸島は島前と島後からなり、島前は敷地から約60kmに、島後は敷地から約80kmに位置する。
- ・敷地からは遠いが、陸上地すべり・岩盤崩壊が分布するため、隠岐諸島に分布する陸上地すべり・岩盤崩壊についても検討する。

空中写真及び航空レーザー測量結果による地すべり地形の判読(隠岐島後)

第575回審査会合 資料1-3
P279 再掲

- ・隠岐島後のうち敷地に影響が考えられる南側の沿岸域について、空中写真及び航空レーザー測量結果に基づく判読により地すべり地形を27箇所抽出した。*
- ・なお、隠岐諸島の航空レーザー測量結果は敷地周辺と比べて精度が劣るため、航空レーザー測量結果では陸上地すべり規模が不明瞭な場合、地表地質踏査を実施し、地すべり規模を設定した。

※ 防災科学技術研究所(2005)による地すべり地形と当社判読による地すべり地形との比較をP295に示す。

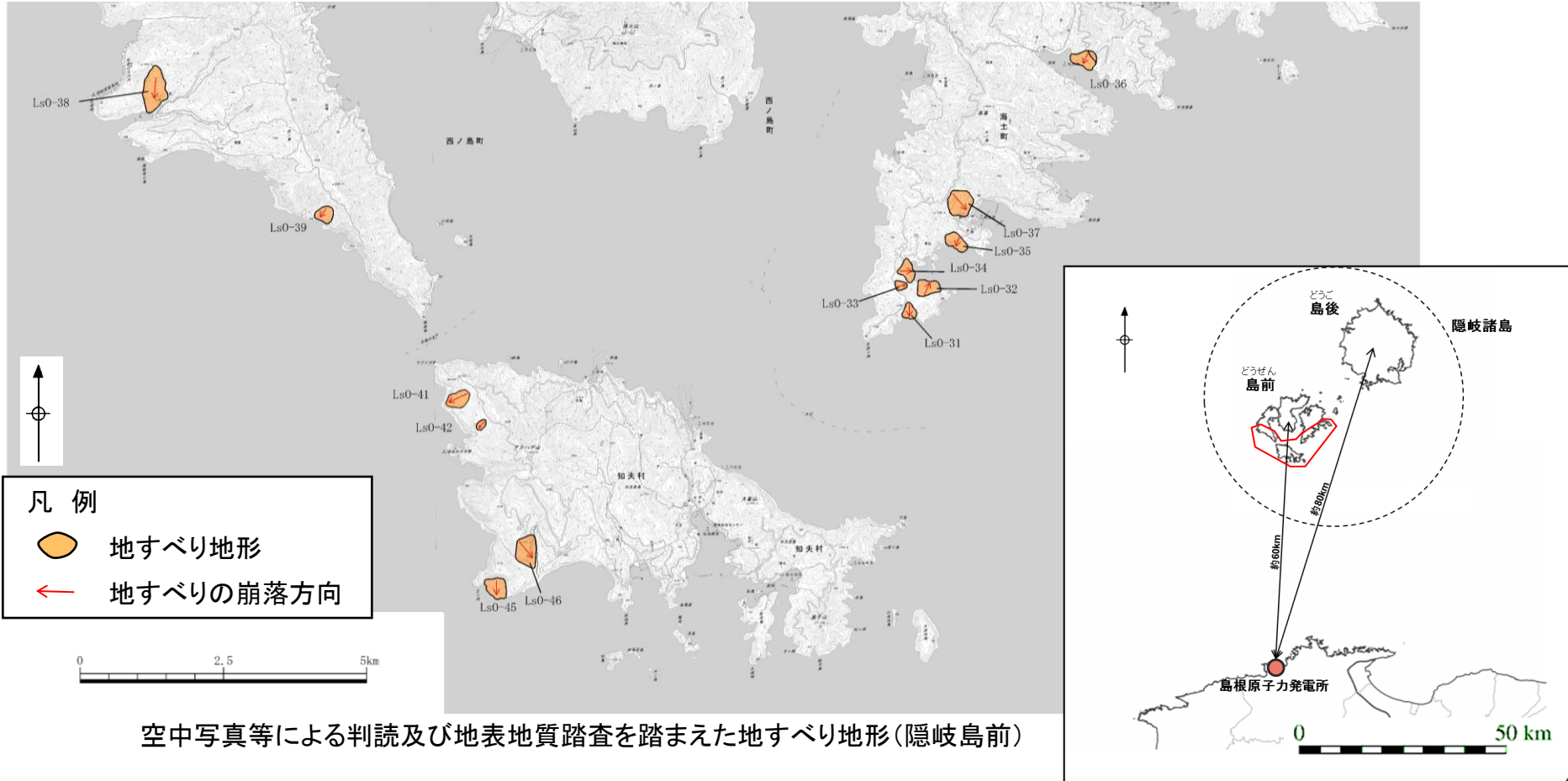


空中写真等による判読により抽出した地すべり地形(隠岐島後)

□ : 地形判読対象範囲

・隠岐島前のうち敷地に影響が考えられる南側の沿岸域について、空中写真及び航空レーザー測量結果に基づく判読により地すべり地形を13箇所抽出した。※

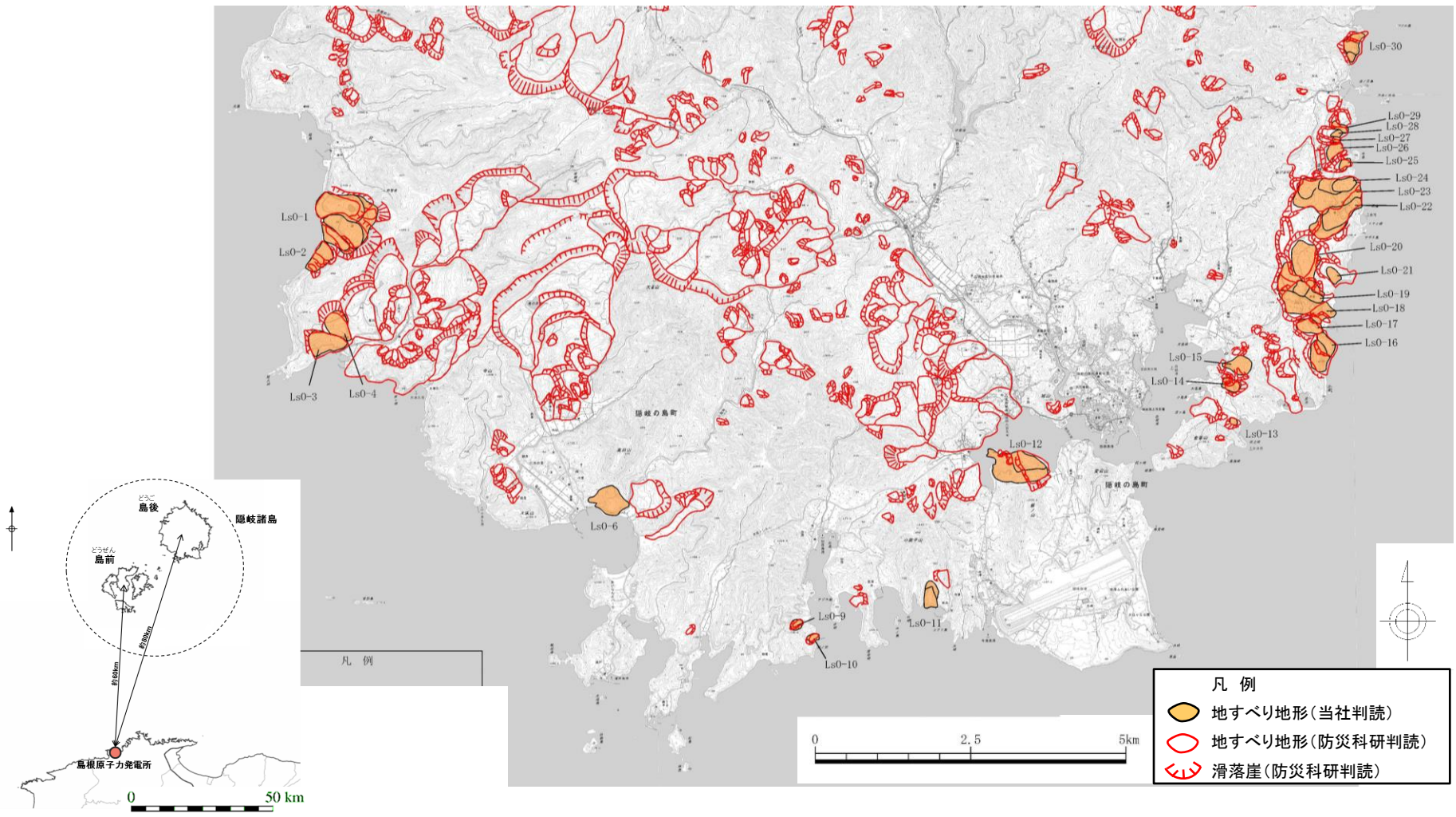
※ 防災科学技術研究所(2005)による地すべり地形と当社判読による地すべり地形との比較はP296に示す。



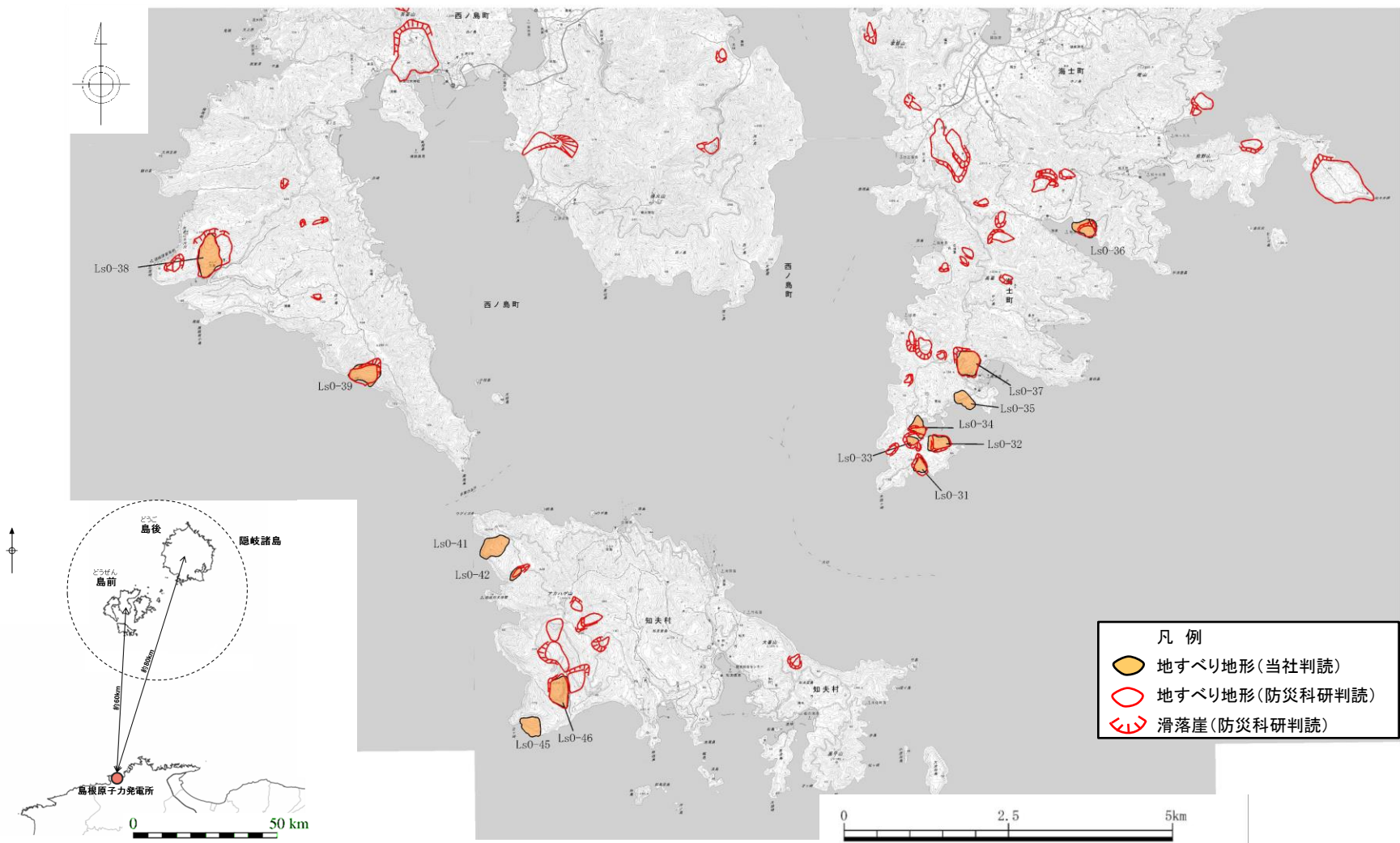
空中写真等による判読及び地表地質踏査を踏まえた地すべり地形(隠岐島前)

:地形判読対象範囲

・当社による空中写真判読結果は、防災科学技術研究所(2005)に示されている地すべり地形と概ね整合している。



・当社による空中写真判読結果は、防災科学技術研究所(2005)に示されている地すべり地形と概ね整合している。



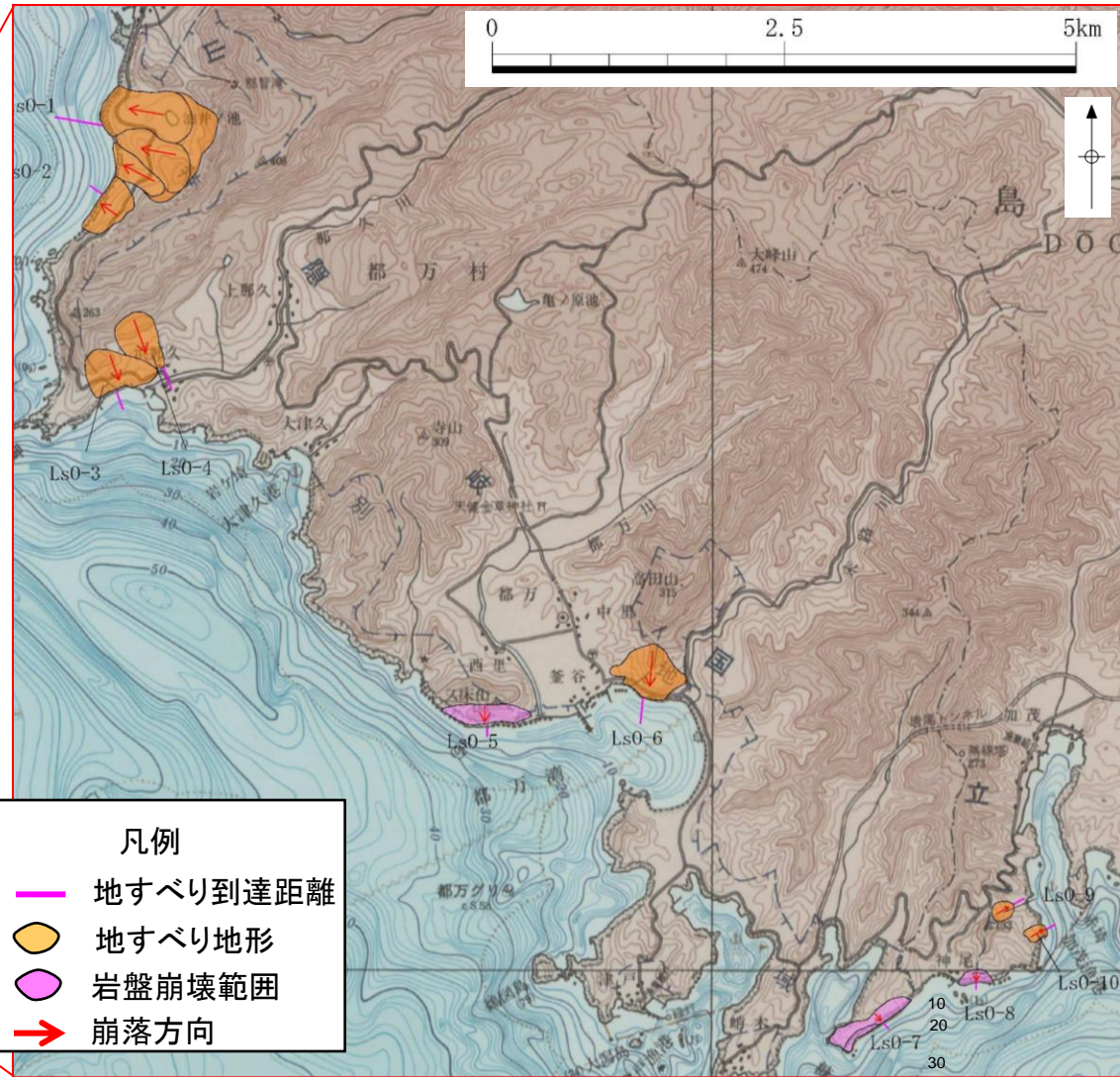
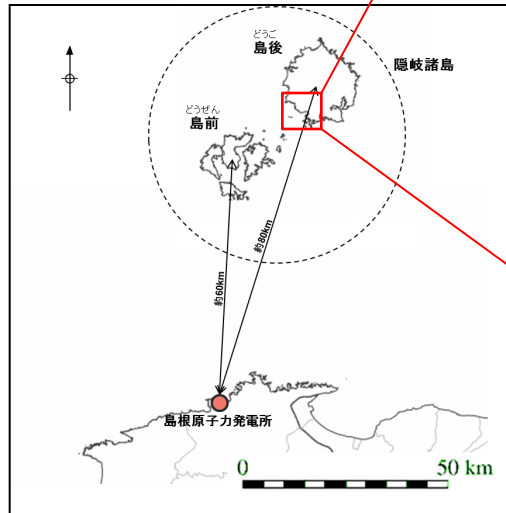
Huber and Hager(1997)の突入水深の考え方(隠岐島後)

第575回審査会合 資料1-3
P283 再掲

・隠岐島後の陸上地すべり・岩盤崩壊については、以下に示す海底地形図を基に突入水深を設定した。

地すべり (図中の番号)※	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の番号)※	突入 水深 d_1 (m)
LsO-1(陸)	20	LsO-6(陸)	4
LsO-2(陸)	5	LsO-7(岩)	10
LsO-3(陸)	8	LsO-8(岩)	5
LsO-4(陸)	5	LsO-9(陸)	5
LsO-5(岩)	5	LsO-10(陸)	10

※ (陸)は陸上地すべり, (岩)は岩盤崩壊である。



突入水深の設定図(海上保安庁(1987)⁽⁷⁵⁾に加筆)

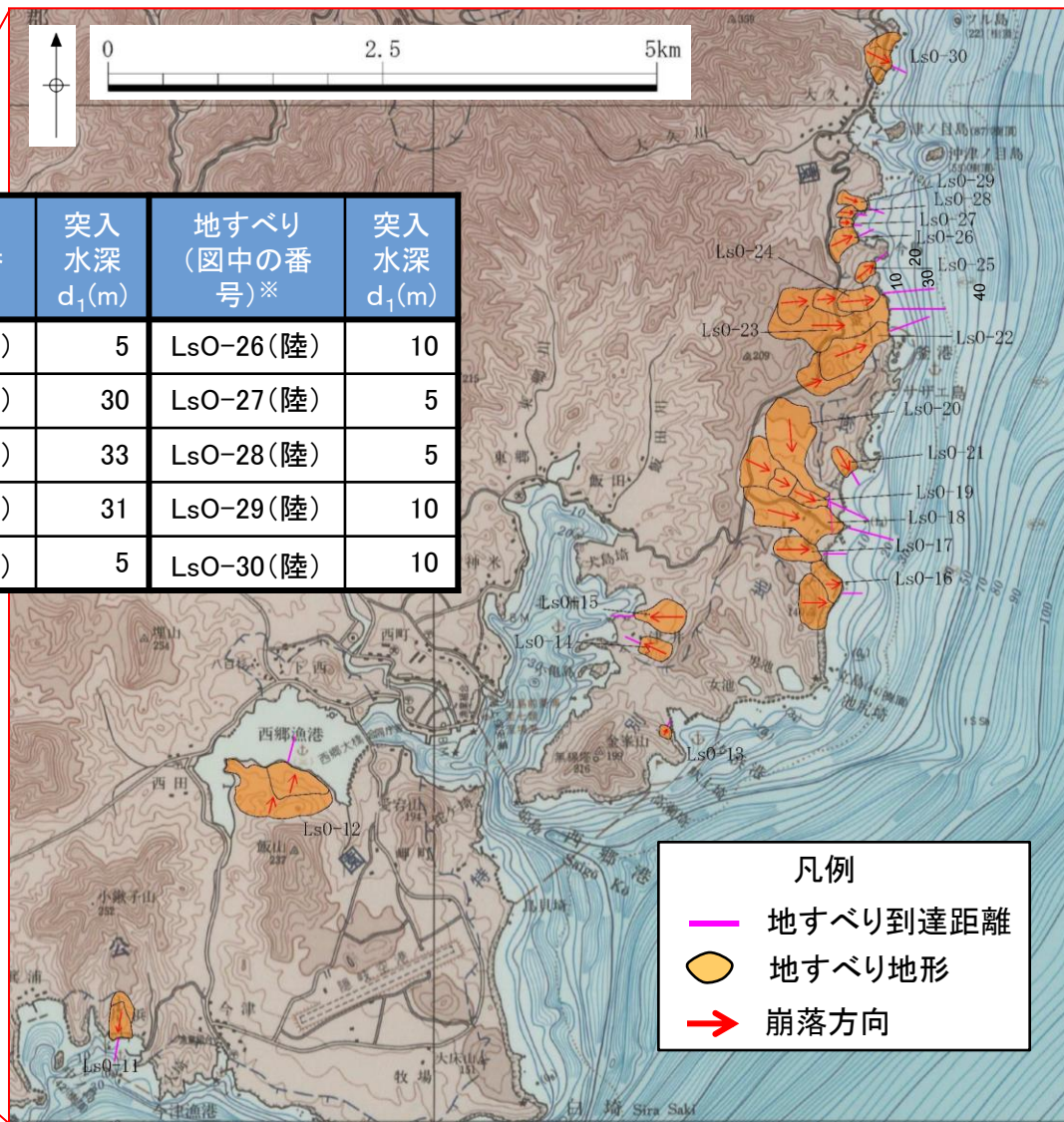
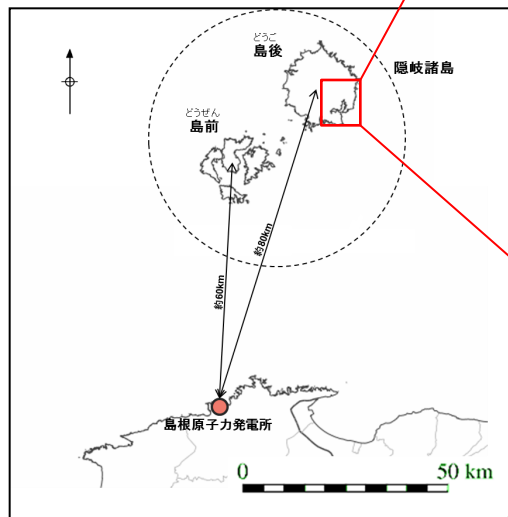
Huber and Hager(1997)の突入水深の考え方(隠岐島後)

第575回審査会合 資料1-3
P284 再掲

・隠岐島後の陸上地すべり・岩盤崩壊については、以下に示す海底地形図を基に突入水深を設定した。

地すべり (図中の番号) [※]	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の番号) [※]	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の番号) [※]	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の番号) [※]	突入 水深 d_1 (m)
LsO-11(陸)	15	LsO-16(陸)	10	LsO-21(陸)	5	LsO-26(陸)	10
LsO-12(陸)	10	LsO-17(陸)	5	LsO-22(陸)	30	LsO-27(陸)	5
LsO-13(陸)	5	LsO-18(陸)	25	LsO-23(陸)	33	LsO-28(陸)	5
LsO-14(陸)	10	LsO-19(陸)	10	LsO-24(陸)	31	LsO-29(陸)	10
LsO-15(陸)	10	LsO-20(陸)	5	LsO-25(陸)	5	LsO-30(陸)	10

※(陸)は陸上地すべり, (岩)は岩盤崩壊である。



突入水深の設定図(海上保安庁(1987)に加筆)

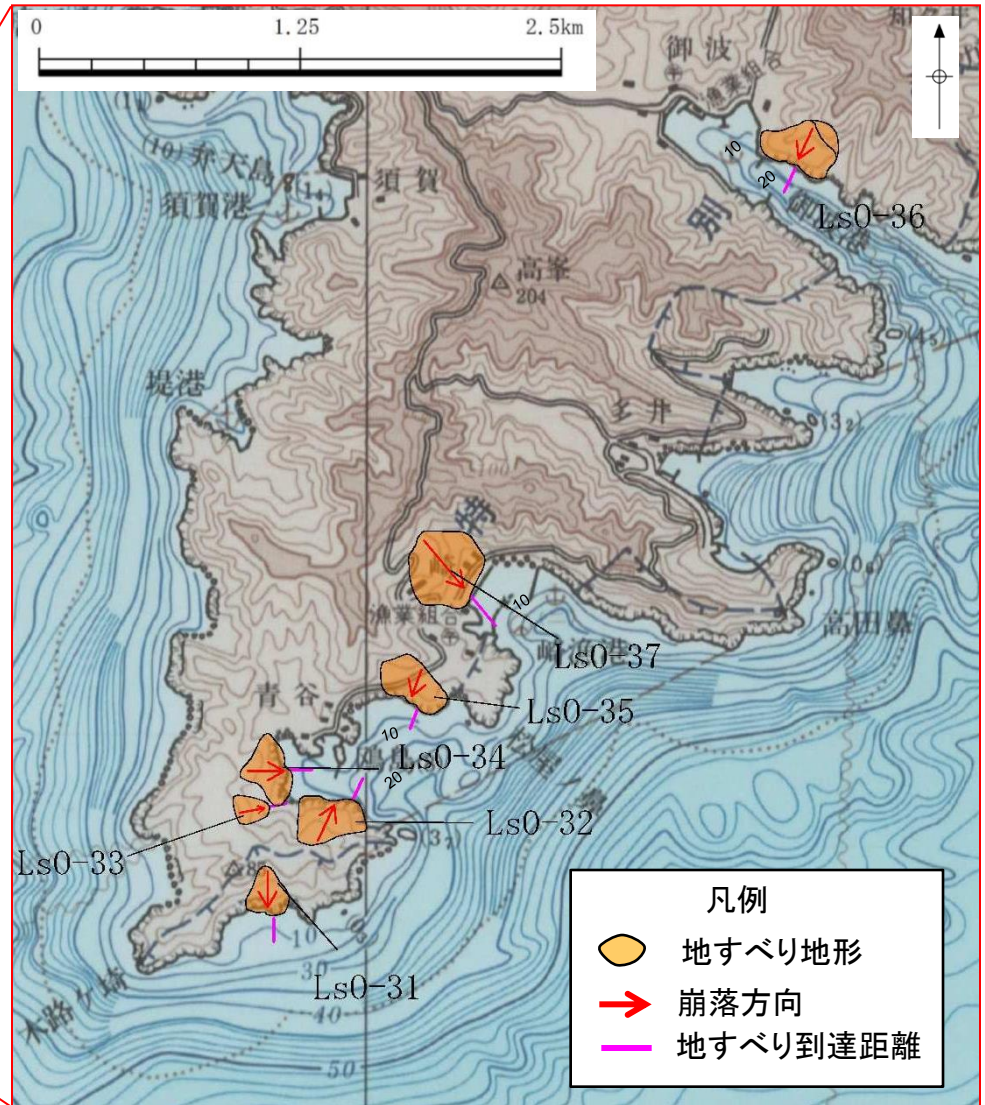
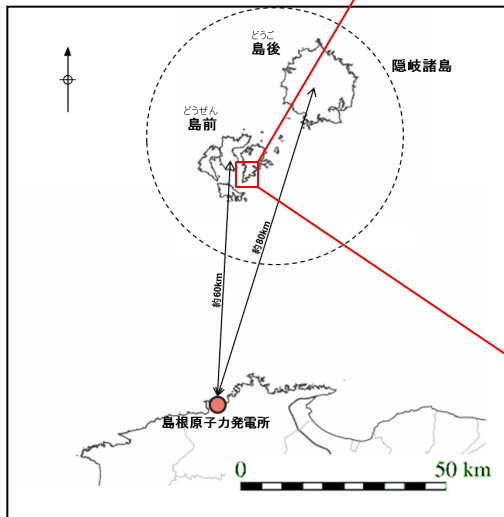
Huber and Hager(1997)の突入水深の考え方(隠岐島前)

第575回審査会合 資料1-3
P285 再掲

・隠岐島前の陸上地すべり・岩盤崩壊については、下に示す海底地形図を基に突入水深を設定した。

地すべり (図中の番号)※	突入 水深 d_1 (m)	地すべり (図中の番号)※	突入 水深 d_1 (m)
LsO-31(陸)	20	LsO-35(陸)	15
LsO-32(陸)	15	LsO-36(陸)	30
LsO-33(陸)	5	LsO-37(陸)	10
LsO-34(陸)	10		

※(陸)は陸上地すべり、(岩)は岩盤崩壊である。



突入水深の設定図(海上保安庁(1990)⁽⁷⁶⁾に加筆)

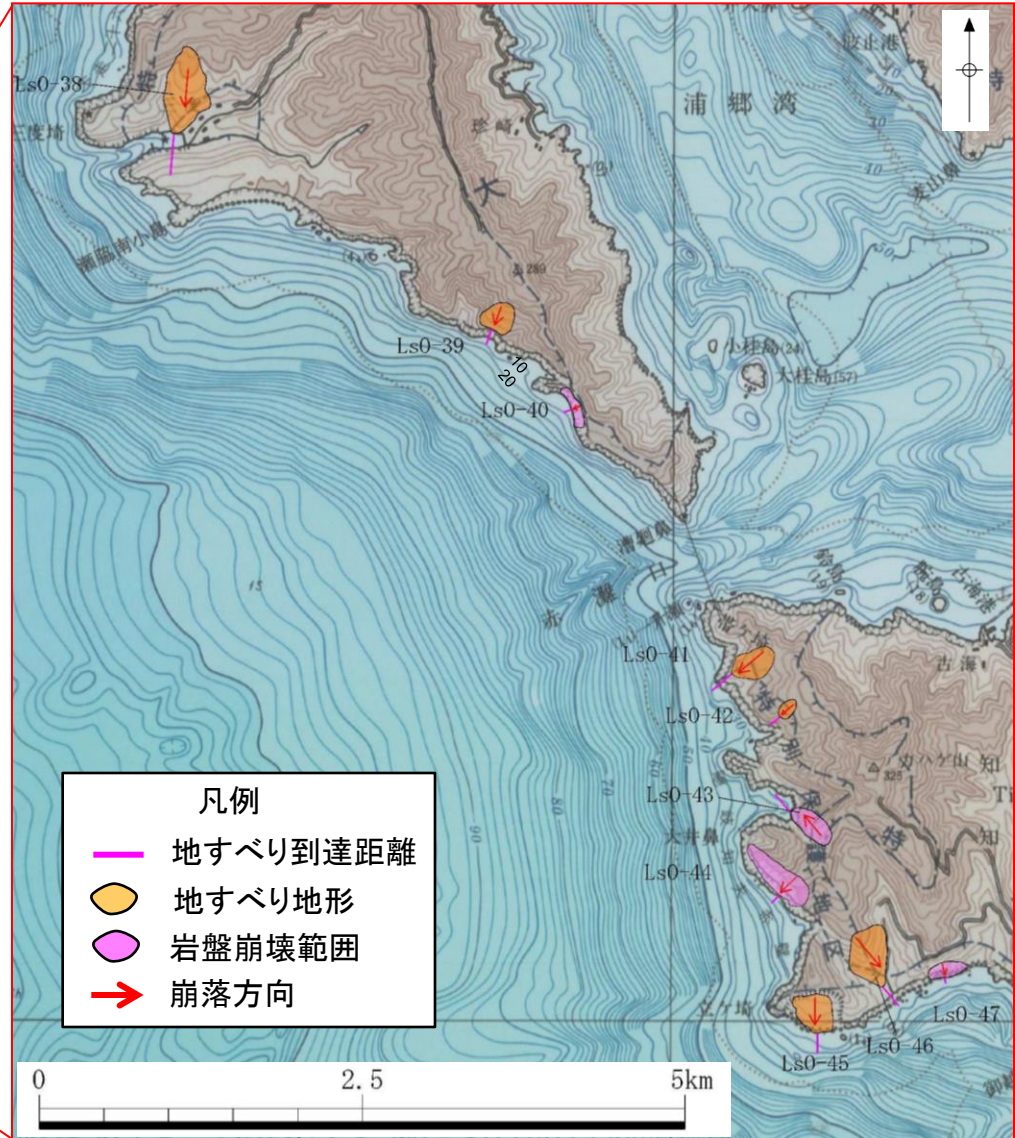
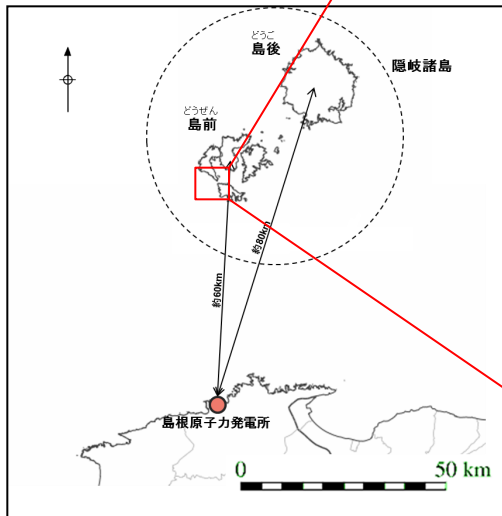
Huber and Hager(1997)の突入水深の考え方(隠岐島前)

第575回審査会合 資料1-3
P286 再掲

・隠岐島前の陸上地すべり・岩盤崩壊については、下に示す海底地形図を基に突入水深を設定した。

地すべり (図中の番号)※	突入水深 d_1 (m)	地すべり (図中の番号)※	突入水深 d_1 (m)
LsO-38(陸)	5	LsO-43(岩)	20
LsO-39(陸)	10	LsO-44(岩)	10
LsO-40(岩)	10	LsO-45(陸)	15
LsO-41(陸)	25	LsO-46(陸)	5
LsO-42(陸)	5	LsO-47(岩)	5

※(陸)は陸上地すべり,(岩)は岩盤崩壊である。



突入水深の設定図(海上保安庁(1990)に加筆)

陸上地すべり:津波高の概略検討結果(まとめ)

第575回審査会合 資料1-3
P287 再掲

- ・抽出した全40地点を対象に, Huber and Hager(1997)の予測式により, 敷地における津波高さ(全振幅)を検討した。※1
- ・検討の結果, 全振幅が大きな上位3地点は下表のとおりとなる。※2

位置	地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入 水深 d ₁ (m)	発電所 水深 d ₂ (m)	発電所 までの 距離 r (km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H ₂ (m)
隠岐諸島	LsO-36	262	330	33	2,853,180	18	-15	30	20	59	0.45
	LsO-31	226	170	25	960,500	13	+5	20	20	56	0.20
	LsO-39※3	265	210	25	1,391,250	20	-20	10	20	57	0.16
(参考)	Ls7	402	190	28	2,138,640	27	+35	15	20	9	1.20
敷地周辺	Ls26	289	290	42	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44

※1 パラメータの設定方法をP292～300に示す。

※2 Huber and Hager(1997)の予測式と全地点の結果はP306～309に示す。

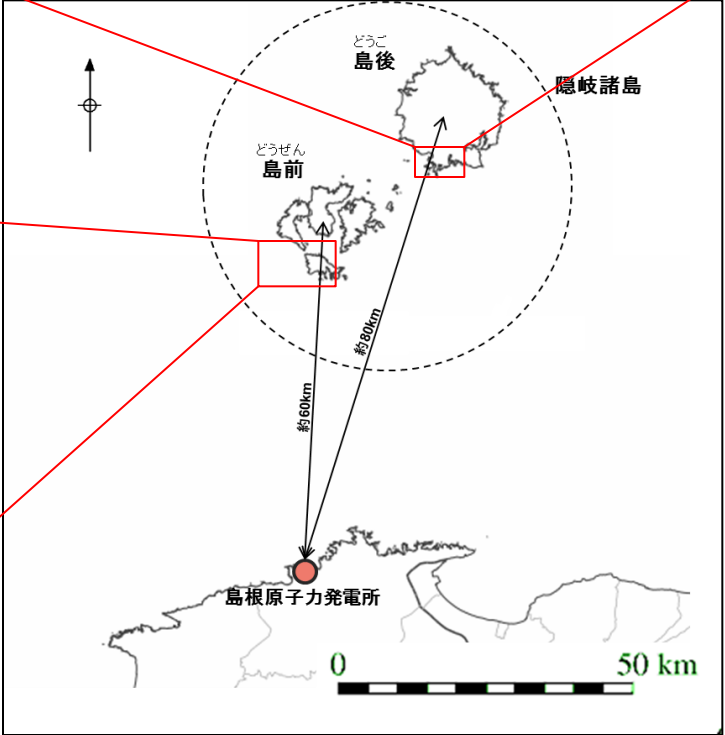
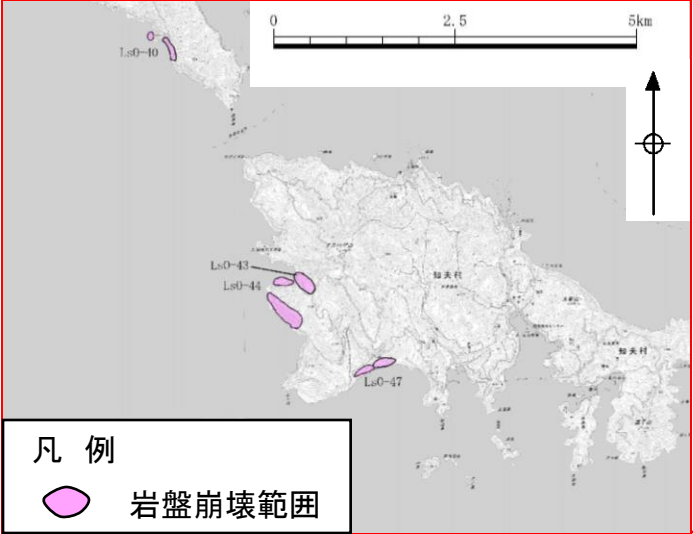
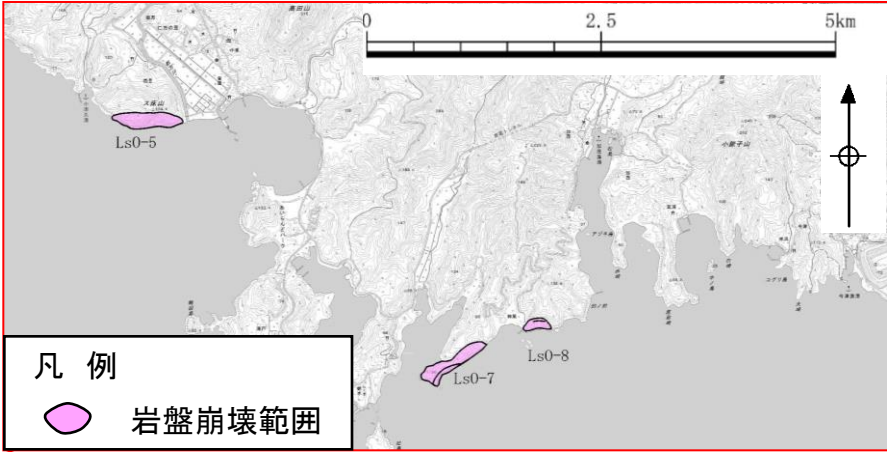
※3 地表地質踏査結果を踏まえ諸元を設定している。地表地質踏査結果はP304に示す。

- ・隠岐諸島に分布する陸上地すべりの津波高さ(全振幅)は, 敷地周辺に分布する陸上地すべりの津波高さ(全振幅)と同等以下であることから, 隠岐諸島に分布する陸上地すべりに起因する津波の敷地への影響は小さいと考えられる。

岩盤崩壊: 岩盤崩壊地点の選定

第575回審査会合 資料1-3
P288 再掲

- ・島前・島後のうち敷地への影響が考えられる南側の沿岸域について、以下の観点から、敷地への影響が考えられる岩盤崩壊地点を選定した。
 - ①60°以上の傾斜が連続する。
 - ②海岸からの比高差が概ね20m以上ある。
- ・選定した地点について、空中写真等により岩盤崩壊の範囲を設定した。



岩盤崩壊：津波高の概略検討結果(まとめ)

第575回審査会合 資料1-3
P289 再掲

- ・抽出した全7地点を対象に、Huber and Hager(1997)の予測式により、敷地における津波高さ(全振幅)を検討した。※1
- ・検討の結果、全振幅が大きな上位3地点は下表のとおりとなる。※2

位置	地すべり (図中の 番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r (km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)
隠岐諸島	LsO-44※3	259	490	33	4,188,030	63	-45	10	20	52	0.40
	LsO-5	212	680	68	9,802,880	37	+15	5	20	75	0.19
	LsO-40※3	189	490	33	3,056,130	53	-70	10	20	56	0.18
(参考) 敷地周辺	Ls7	402	190	28	2,138,640	27	+35	15	20	9	1.20
	Ls26	289	290	42	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44

※1 パラメータの設定方法をP292～300に示す。

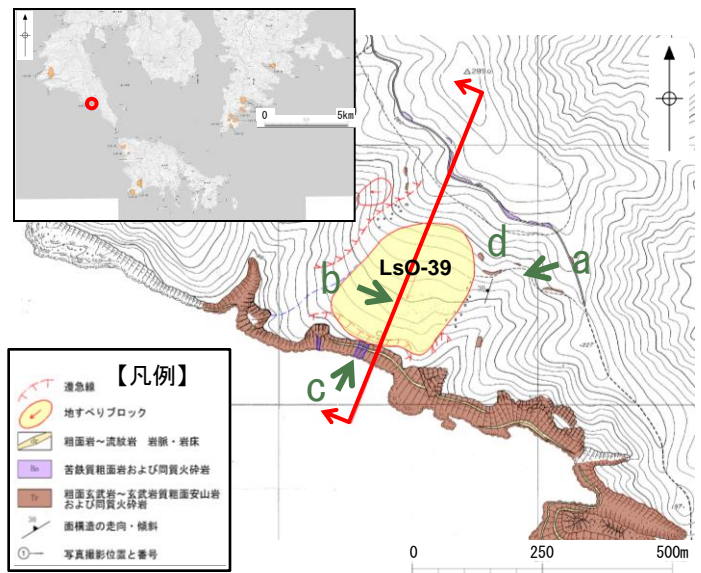
※2 Huber and Hager(1997)の予測式と全地点の結果はP306～309に示す。

※3 地表地質踏査結果を踏まえ諸元を設定している。一例として、LsO-44の地表地質踏査結果をP305に示す。

- ・隠岐諸島に分布する岩盤崩壊の津波高さ(全振幅)は、敷地周辺に分布する陸上地すべりの津波高さ(全振幅)を下回ることから、隠岐諸島に分布する岩盤崩壊に起因する津波の敷地への影響は小さいと考えられる。

陸上地すべり:地表地質踏査結果(LsO-39)

・航空レーザー測量結果では陸上地すべり規模が不明瞭であったLsO-39における地表地質踏査結果を記載する。



a. 地すべり全景



南南西に傾斜する斜面を東側から望む地形勾配の変換部が地すべり土塊の上端を示す

b. ブロック中央部の平坦面



地すべりの中央部は平坦面が形成され、岩盤の露頭は認められない

c. ブロック下方の海食崖

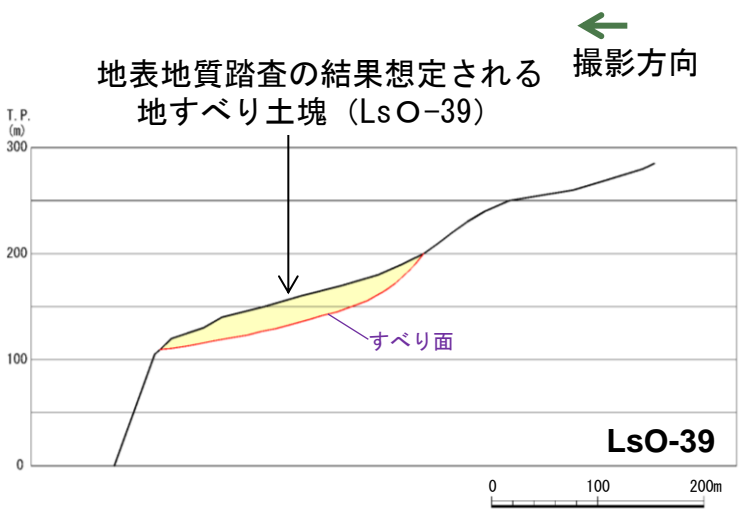


海岸沿いには高さ95m～105mの海食崖が連続して分布する

d. ブロック頭部上方



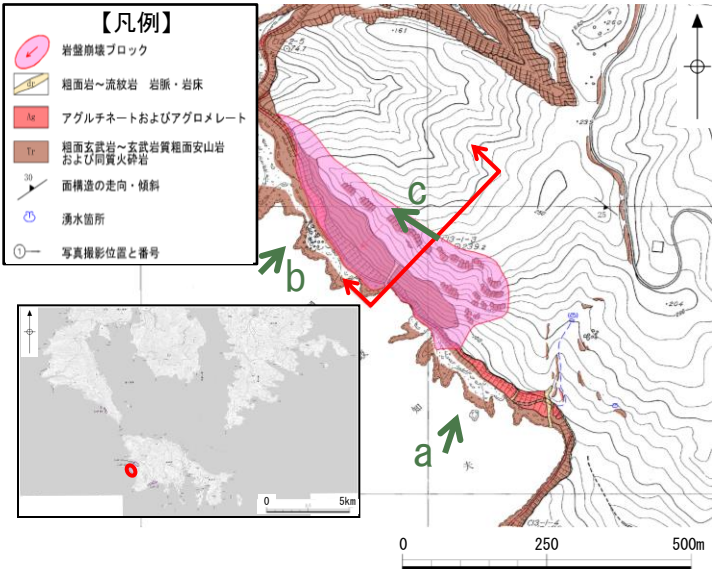
塊状の非常に堅硬な粗面玄武岩が分布する



岩盤崩壊：地表地質踏査結果 (LsO-44)

第575回審査会合 資料1-3
P291 再掲

・航空レーザー測量結果では陸上地すべり規模が不明瞭であったLsO-44における地表地質踏査結果を記載する。



a. 地すべり全景



b. 岩盤崩壊箇所中央部の海食崖

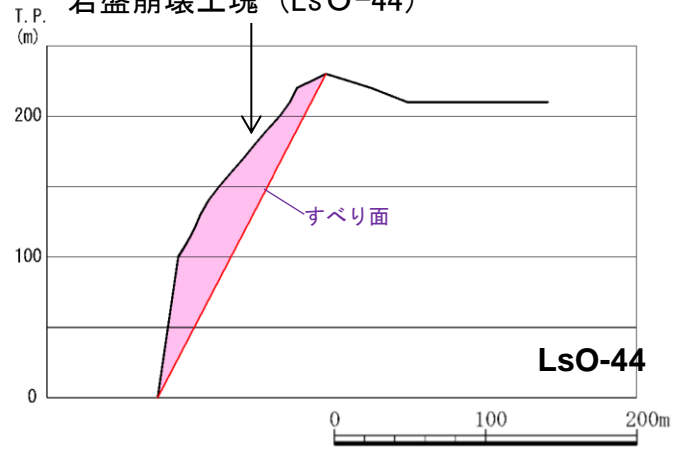


最大高さ150m程度の海食崖で、その上部斜面も尾根付近まで岩盤が露出している
海食崖及び岩盤露出部を含む突出した斜面が尾根部から崩落するものとして安全側に岩盤崩壊土塊を想定している

レンズ状～薄層状の堅硬な火砕岩がほぼ水平の成層構造を示す

地質踏査の結果想定される岩盤崩壊土塊 (LsO-44)

← 撮影方向



c. 尾根部の状況



緩やかな斜面が連続している

Huber and Hager(1997)の予測式による津波高の概略検討結果

第575回審査会合 資料1-3
P292 再掲

・以下のとおり突入水深の妥当性を確認した。

- ・ Huber and Hager(1997)の予測式による津波高が比較的高い地点において地表地質踏査を実施し、地すべり形態を確認した結果、一部の地すべりは崖すべりであるが、地すべりの多くは岩盤すべりであり、臼杵ほか(2005)に示されるような完全流動を示す地すべりでない。*
- ・ 仮に、崖すべり及び地すべり形態が不明な地すべりについて、移動係数 $T_r=1.0$ としてHuber and Hager(1997)の予測式により津波高を検討しても、敷地周辺の陸上地すべりLs7・Ls26の津波高と同等以下であることを確認している。

■ 隠岐諸島 (LsO-1~LsO-12)

地すべり (図中の 番号)*	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)	地すべり 形態	(参考) $T_r=1.0$ とした発 電所での津波 高さ(全振幅) H_2 (m)
LsO-1(陸)	857	840	84	60,469,920	11	-85	20	20	79	0.14	—	0.20
LsO-2(陸)	295	470	47	6,516,550	28	-110	5	20	78	0.02	—	0.04
LsO-3(陸)	345	500	50	8,625,000	22	+35	8	20	77	0.17	—	0.24
LsO-4(陸)	443	300	30	3,987,000	18	+35	5	20	77	0.08	—	0.08
LsO-5(岩)	212	680	68	9,802,880	37	+15	5	20	75	0.19		
LsO-6(陸)	468	450	45	9,477,000	16	+10	4	20	75	0.09	—	0.13
LsO-7(岩)	148	680	46	4,629,440	24	+60	10	20	73	0.10		
LsO-8(岩)	138	250	36	1,242,000	30	+20	5	20	74	0.09		
LsO-9(陸)	219	150	22	722,700	24	+140	5	20	74	0.01	—	0.01
LsO-10(陸)	177	120	18	382,320	16	+140	10	20	74	0.01	—	0.01
LsO-11(陸)	422	200	29	2,447,600	14	+10	15	20	76	0.19	—	0.36
LsO-12(陸)	479	860	86	35,426,840	11	-175	10	20	78	0.04	—	0.04

※(陸)は陸上地すべり、(岩)は岩盤崩壊である。

Huber and Hager(1997)の予測式による津波高の概略検討結果

第575回審査会合 資料1-3
P293 再掲

■ 隠岐諸島 (LsO-13~LsO-24)

地すべり (図中の 番号)*	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)	地すべり 形態	(参考) Tr=1.0とした発 電所での津波 高さ(全振幅) H_2 (m)
LsO-13(陸)	102	120	18	220,320	11	180	5	20	80	0.01	—	0.01
LsO-14(陸)	306	190	28	1,627,920	11	-90	10	20	81	0.03	—	0.03
LsO-15(陸)	414	290	29	3,481,740	8	-65	10	20	81	0.04	—	0.08
LsO-16(陸)	377	510	51	9,805,770	22	+115	10	20	82	0.02	—	0.03
LsO-17(陸)	406	230	33	3,081,540	10	+115	5	20	82	0.01	—	0.01
LsO-18(陸)	844	280	28	6,616,960	5	+100	25	20	82	0.03	—	0.04
LsO-19(陸)	803	240	35	6,745,200	5	+90	10	20	82	0.02	—	0.05
LsO-20(陸)	707	390	39	10,753,470	8	+30	5	20	83	0.05	—	0.05
LsO-21(陸)	285	160	23	1,048,800	18	+55	5	20	83	0.04	—	0.11
LsO-22(陸)	767	370	37	10,500,230	12	+135	30	20	84	0.00	—	0.00
LsO-23(陸)	1,014	300	30	9,126,000	9	+115	33	20	84	0.02	—	0.03
LsO-24(陸)	942	240	35	7,912,800	9	+120	31	20	84	0.02	—	0.02

※ (陸)は陸上地すべり, (岩)は岩盤崩壊である。

Huber and Hager(1997)の予測式による津波高の概略検討結果

第575回審査会合 資料1-3
P294 再掲

■ 隠岐諸島 (LsO-25~LsO-36)

地すべり (図中の 番号)*	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α ($^{\circ}$)	進行角 γ ($^{\circ}$)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)	地すべり 形態	(参考) Tr=1.0とした発 電所での津波 高さ(全振幅) H_2 (m)
LsO-25(陸)	232	140	20	649,600	7	+155	5	20	85	0.01	—	0.01
LsO-26(陸)	279	190	28	1,484,280	15	+140	10	20	85	0.01	—	0.01
LsO-27(陸)	136	80	16	174,080	17	+115	5	20	85	0.01	—	0.01
LsO-28(陸)	165	110	16	290,400	14	+110	5	20	85	0.01	—	0.01
LsO-29(陸)	284	90	18	460,080	10	+95	10	20	85	0.02	—	0.02
LsO-30(陸)	297	400	40	4,752,000	20	+90	10	20	86	0.05	—	0.12
LsO-31(陸)	226	170	25	960,500	13	+5	20	20	56	0.20	—	0.28
LsO-32(陸)	238	290	29	2,001,580	15	+165	15	20	56	0.03	—	0.03
LsO-33(陸)	168	120	18	362,880	17	+105	5	20	56	0.01	—	0.01
LsO-34(陸)	228	280	28	1,787,520	15	+95	10	20	56	0.03	—	0.03
LsO-35(陸)	196	330	33	2,134,440	15	-10	15	20	57	0.18	—	0.18
LsO-36(陸)	262	330	33	2,853,180	18	-15	30	20	59	0.45	—	0.45

※(陸)は陸上地すべり,(岩)は岩盤崩壊である。

Huber and Hager(1997)の予測式による津波高の概略検討結果

第575回審査会合 資料1-3
P295 再掲

■ 隠岐諸島 (LsO-37~LsO-47)

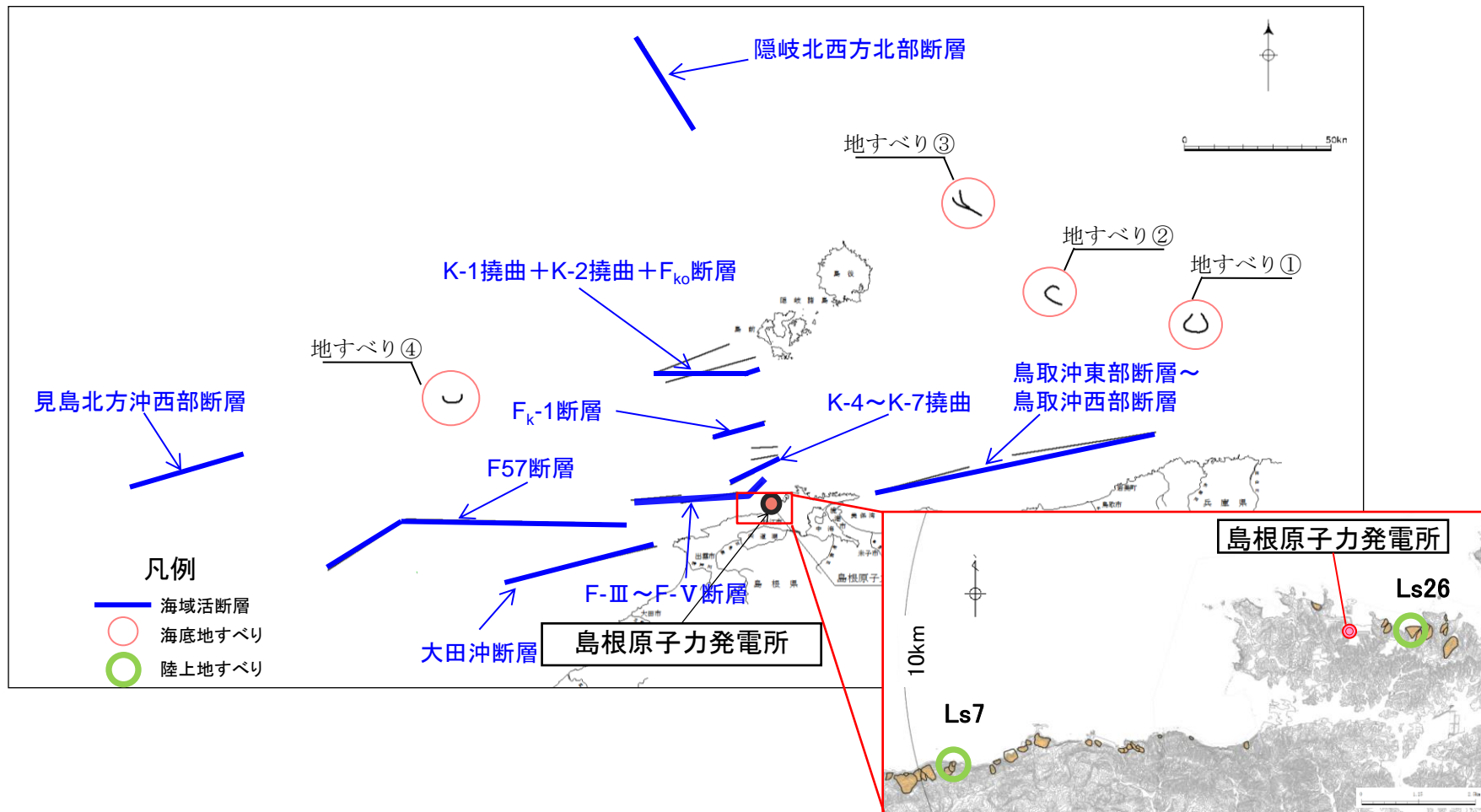
地すべり (図中の 番号)*	長さ L (m)	幅 b (m)	高さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面 の傾斜角 α ($^{\circ}$)	進行角 γ ($^{\circ}$)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での 津波高さ (全振幅) H_2 (m)	地すべり 形態	(参考) Tr=1.0とした発 電所での津波 高さ(全振幅) H_2 (m)
LsO-37(陸)	388	380	38	5,602,720	12	+50	10	20	57	0.11	—	0.11
LsO-38(陸)	651	310	31	6,256,110	11	-10	5	20	58	0.09	—	0.16
LsO-39(陸)	265	210	25	1,391,250	20	-20	10	20	57	0.16	岩盤すべり	
LsO-40(岩)	189	490	33	3,056,130	53	-70	10	20	56	0.18		
LsO-41(陸)	342	220	30	2,257,200	10	-50	25	20	54	0.18	岩盤すべり	
LsO-42(陸)	195	90	15	263,250	15	-50	5	20	53	0.04	岩盤すべり	
LsO-43(岩)	409	170	83	5,770,990	31	-140	20	20	53	0.01		
LsO-44(岩)	259	490	33	4,188,030	63	-45	10	20	52	0.40		
LsO-45(陸)	296	280	28	2,320,640	12	0	15	20	51	0.18	—	0.39
LsO-46(陸)	399	330	33	4,345,110	18	+40	5	20	52	0.10	—	0.28
LsO-47(岩)	114	240	24	656,640	45	+10	5	20	52	0.13		
(参考)Ls7	402	190	28	2,138,640	27	+35	15	20	9	1.20	岩盤すべり	
(参考)Ls26	289	290	42	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44	岩盤すべり	

:現地踏査実施箇所

※(陸)は陸上地すべり,(岩)は岩盤崩壊である。

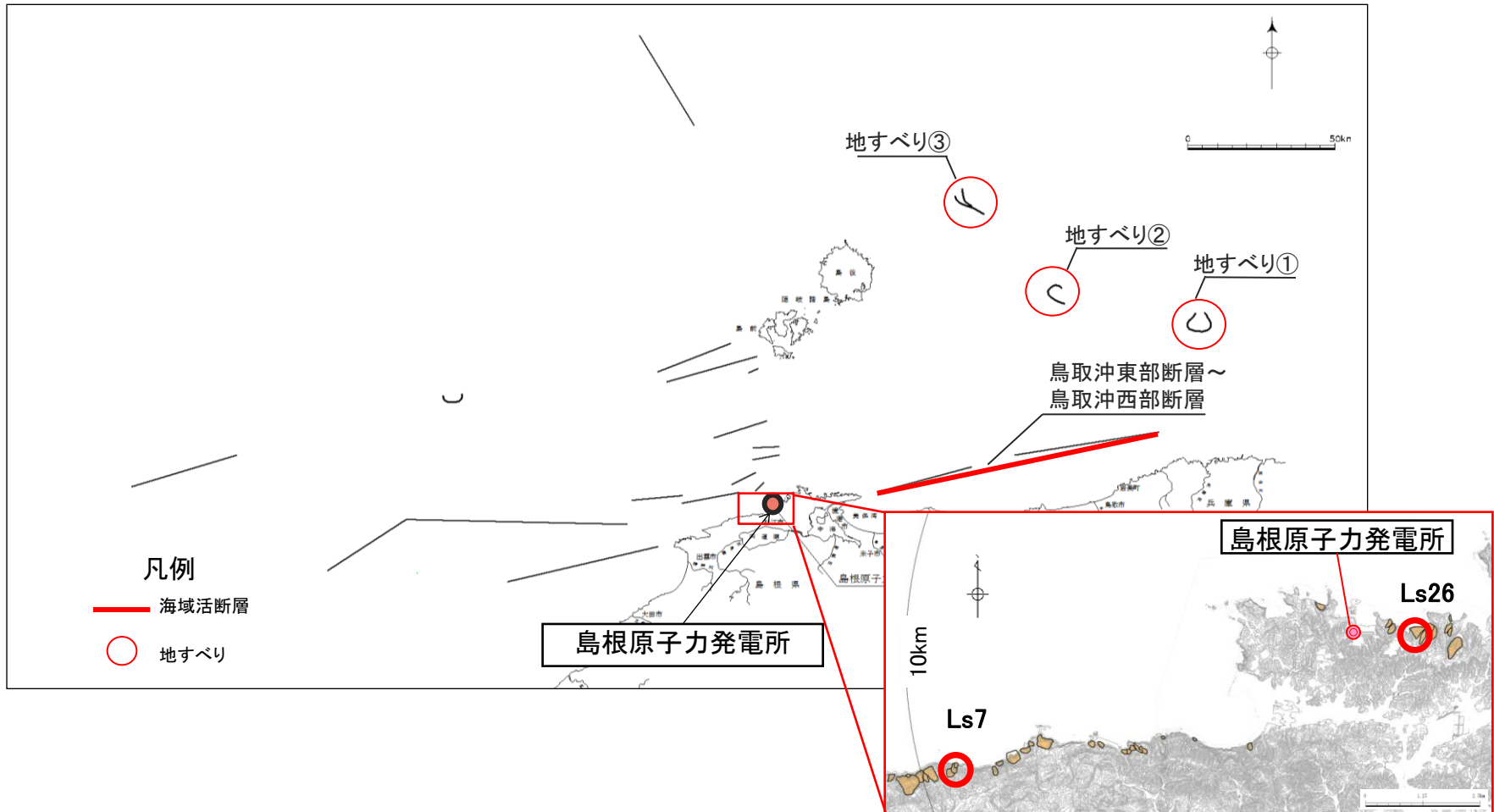
- 1.施設概要及び文献調査
- 2.津波評価手法及び評価条件
- 3.地震による津波の想定
- 4.地震以外の要因による津波の想定
- 5.津波起因事象の重畳による津波想定
 - 5-1 評価対象の選定
 - 5-2 海域活断層と陸上地すべりの重畳
- 6.防波堤の影響検討
- 7.基準津波の策定
- 8.津波堆積物調査
- 9.津波の伝播特性
- 10.取水性の確保
- 11.年超過確率の参照
- 12.基準津波に対する安全性(砂移動評価)

・海域活断層と地すべりの位置関係から、海域活断層から想定される地震により地すべりが励起される可能性を考慮し、津波起因事象を考慮するケースを選定する。



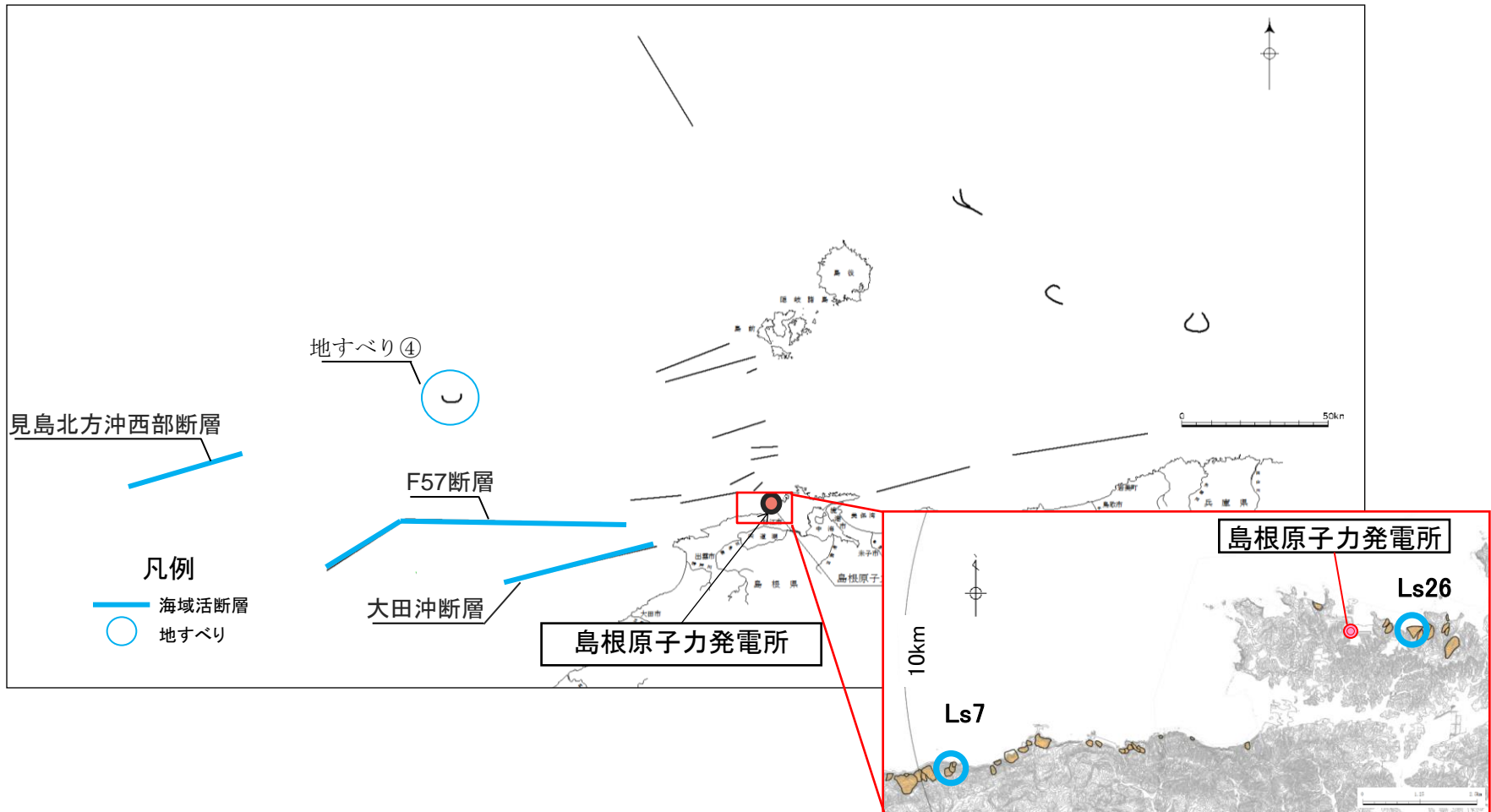
津波起因事象の重畳を考慮する組合せの選定(その1)

・敷地の東方海域においては、海域活断層と地すべりの位置関係から、「鳥取沖東部断層～鳥取沖西部断層」から想定される地震により、地すべり①～③に起因する津波、または陸上地すべりLs7・Ls26に起因する津波が励起される可能性があることから、これらの組合せを津波起因事象の重畳を考慮する組合せとして選定する。



津波起因事象の重畳を考慮する組合せの選定(その3)

・敷地の西方海域においては、海域活断層と地すべりの位置関係から、「大田沖断層」、「F57断層」及び「見島北方沖西部断層」から想定される地震により、地すべり④に起因する津波、または陸上地すべりLs7・Ls26に起因する津波が励起される可能性があることから、これらの組合せを津波起因事象の重畳を考慮する組合せとして選定する。



評価対象のスクリーニング(最大水位上昇量の足し合わせ)

水位上昇側

・海域活断層と海底地すべり・陸上地すべりの位置関係より選定した津波起因事象の重畳を考慮する組合せ26ケースについて、以下のとおりスクリーニングを実施した。

【上昇側】

- ・選定した26ケースについて、海域活断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量と地すべりに起因する津波による最大水位上昇量の足し合わせを行った。^{※1}
- ・足し合わせた水位が、最大水位上昇量3.44m (F-Ⅲ～F-V断層)を上回る場合、重畳により敷地への影響が大きくなる可能性があるケースとして選定した。

※1 海域活断層のパラメータはP317に示す。

※2 海底地すべりに起因する津波の最大水位上昇量はWatts et al.(2005)の方法による数値シミュレーション結果、陸上地すべりに起因する津波の最大水位上昇量は二層流モデルによる数値シミュレーション結果である。

断層名	海域活断層		地すべり		重畳による水位の足し合わせ(①+②) (m)
	①最大水位上昇量 (m)	施設護岸	地すべり名	②最大水位上昇量 (m) ^{※2}	
鳥取沖東部断層～ 鳥取沖西部断層	0.36		地すべり①	1.51	1.87
			地すべり②	0.67	1.03
			地すべり③	0.51	0.87
			Ls7	0.30	0.66
			Ls26	0.71	1.07
F-Ⅲ～F-V断層	3.44		地すべり④	0.27	3.71
			Ls7	0.30	3.74
			Ls26	0.71	4.15
K-4～K-7撓曲	1.95		地すべり④	0.27	2.22
			Ls7	0.30	2.25
			Ls26	0.71	2.66
Fk-1断層	1.61		地すべり④	0.27	1.88
			Ls7	0.30	1.91
			Ls26	0.71	2.32
K-1撓曲+K-2撓曲 +F _{ko} 断層	0.72		地すべり④	0.27	0.99
			Ls7	0.30	1.02
			Ls26	0.71	1.43
大田沖断層	0.31		地すべり④	0.27	0.58
			Ls7	0.30	0.61
			Ls26	0.71	1.02
F57断層	0.70		地すべり④	0.27	0.97
			Ls7	0.30	1.00
			Ls26	0.71	1.41
見島北方沖西部断層	0.23		地すべり④	0.27	0.50
			Ls7	0.30	0.53
			Ls26	0.71	0.94

評価対象のスクリーニング(最大水位下降量の足し合わせ)

【下降側】

- ・選定した26ケースについて、海域活断層から想定される地震による津波の最大水位下降量と地すべりに起因する津波による最大水位下降量の足し合わせを行った。※1
- ・足し合わせた水位が、最大水位下降量-3.51m(F-Ⅲ～F-V断層)を下回る場合、重畳により敷地への影響が大きくなる可能性があるケースとして選定した。

水位下降側

※1 海域活断層のパラメータは次頁に示す。

断層名	海域活断層		地すべり名	地すべり		重畳による水位の足し合わせ (①+②) (m)	
	①最大水位下降量 (m)			②最大水位下降量 (m)※2		足し合わせ (①+②) (m)	
	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)		2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)
鳥取沖東部断層～ 鳥取沖西部断層	-0.41	-0.41	地すべり①	-1.13	-1.12	-1.54	-1.53
			地すべり②	-0.42	-0.42	-0.83	-0.83
			地すべり③	-0.50	-0.50	-0.91	-0.91
			Ls7	-0.10	-0.10	-0.51	-0.51
			Ls26	-0.45	-0.45	-0.86	-0.86
F-Ⅲ～F-V断層	-3.51	-3.45	地すべり④	-0.38	-0.38	-3.89	-3.83
			Ls7	-0.10	-0.10	-3.61	-3.55
			Ls26	-0.45	-0.45	-3.69	-3.90
K-4～K-7撓曲	-1.49	-1.48	地すべり④	-0.38	-0.38	-1.87	-1.86
			Ls7	-0.10	-0.10	-1.59	-1.58
			Ls26	-0.45	-0.45	-1.94	-1.93
Fk-1断層	-1.41	-1.35	地すべり④	-0.38	-0.38	-1.79	-1.73
			Ls7	-0.10	-0.10	-1.51	-1.45
			Ls26	-0.45	-0.45	-1.86	-1.80
K-1撓曲+K-2撓曲+ F _{k0} 断層	-0.31	-0.30	地すべり④	-0.38	-0.38	-0.69	-0.68
			Ls7	-0.10	-0.10	-0.41	-0.40
			Ls26	-0.45	-0.45	-0.76	-0.75
大田沖断層	-0.16	-0.16	地すべり④	-0.38	-0.38	-0.54	-0.54
			Ls7	-0.10	-0.10	-0.26	-0.26
			Ls26	-0.45	-0.45	-0.61	-0.61
F57断層	-0.53	-0.51	地すべり④	-0.38	-0.38	-0.91	-0.89
			Ls7	-0.10	-0.10	-0.63	-0.61
			Ls26	-0.45	-0.45	-0.98	-0.96
見島北方沖西部断層	-0.12	-0.11	地すべり④	-0.38	-0.38	-0.50	-0.49
			Ls7	-0.10	-0.10	-0.22	-0.21
			Ls26	-0.45	-0.45	-0.57	-0.56

※2 海底地すべりに起因する津波の最大水位下降量はWatts et al.(2005)の方法による数値シミュレーション結果、陸上地すべりに起因する津波の最大水位下降量は二層流モデルによる数値シミュレーション結果である。

断層パラメータ

・以下のパラメータに基づき津波解析を実施した。

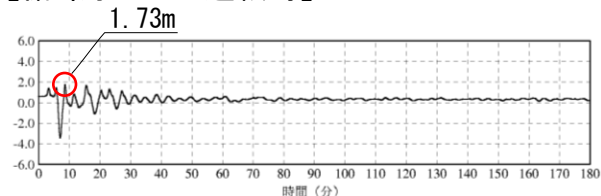
断層	断層長さ (km)	モーメントマグニチュード Mw	すべり量 (m)	傾斜角 (°)	主応力軸 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	傾斜方向	最大水位上昇量 (m)		最大水位下降量 (m)	
									上昇側		下降側	
									施設護岸 又は防波壁	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	
鳥取沖東部断層～ 鳥取沖西部断層	98	7.68	5.77	45	120	170	0	北傾斜	+0.36	-0.41	-0.41	
F-Ⅲ～F-V 断層	48.0	7.27	4.01	90	110	130, 180	0	南傾斜	+3.44	-2.87	-2.81	
			4.01	90	120	115, 180	0	南傾斜	+3.00	-3.51	-3.45	
K-4～K-7撓曲	19	6.68	1.58	90	120	115, 130	0	北傾斜	+1.95	-0.55	-0.54	
			1.58	90	120	115, 130	0	南傾斜	+0.68	-1.49	-1.48	
Fk-1断層	19	6.68	1.58	90	120	155	0	北傾斜	+1.61	-0.52	-0.53	
			1.58	90	120	155	0	南傾斜	+1.12	-1.41	-1.35	
K-1撓曲+K-2撓曲 +F _{ko} 断層	36	7.10	3.00	90	120	140, 180	0	北傾斜	+0.72	-0.25	-0.25	
			3.00	90	120	140, 180	0	南傾斜	+0.34	-0.31	-0.30	
大田沖断層	53	7.33	4.43	90	120	180	0	北傾斜	+0.31	-0.16	-0.16	
F57断層	108	7.74	8.98	90	120	180, 120	0	北傾斜	+0.66	-0.36	-0.34	
			8.98	90	120	180, 120	0	南傾斜	+0.70	-0.53	-0.51	
見島北方沖西部 断層	38	7.13	3.16	90	120	155	0	北傾斜	+0.23	-0.12	-0.11	
			3.16	90	120	155	0	南傾斜	+0.18	-0.09	-0.09	

5.津波起因事象の重畳による津波想定 5-2 海域活断層と陸上地すべりの重畳 津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

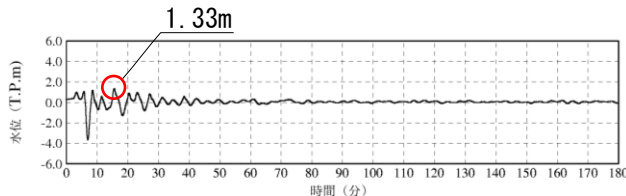
評価水位最高ケース(水位上昇側)

F-Ⅲ～F-V断層 + Ls26 (時間差16秒)

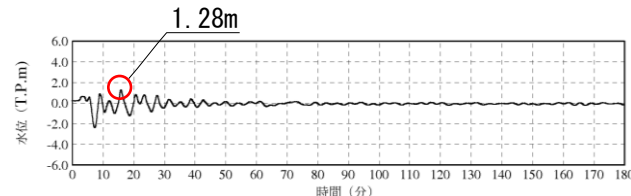
【循環水ポンプ運転時】



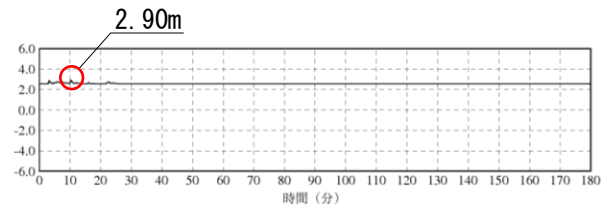
1号炉取水槽
(最大水位上昇量1.73m—地盤変動量0.27m≒T.P.+1.5m)



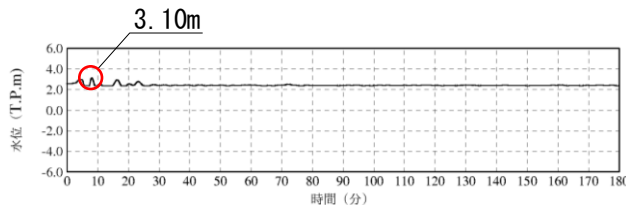
2号炉取水槽
(最大水位上昇量1.33m—地盤変動量0.27m≒T.P.+1.1m)



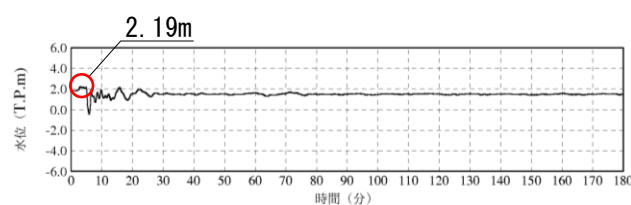
3号炉取水槽
(最大水位上昇量1.28m—地盤変動量0.28m≒T.P.+1.0m)



1号炉放水槽
(最大水位上昇量2.90m—地盤変動量0.26m≒T.P.+2.7m)

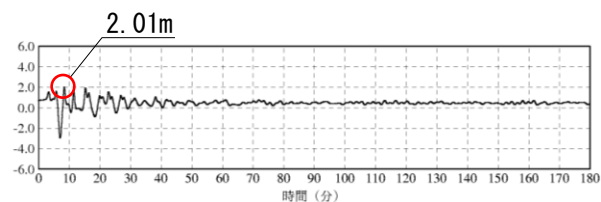


2号炉放水槽
(最大水位上昇量3.10m—地盤変動量0.32m≒T.P.+2.8m)

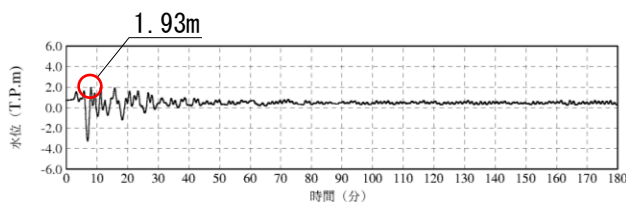


3号炉放水槽
(最大水位上昇量2.19m—地盤変動量0.30m≒T.P.+1.9m)

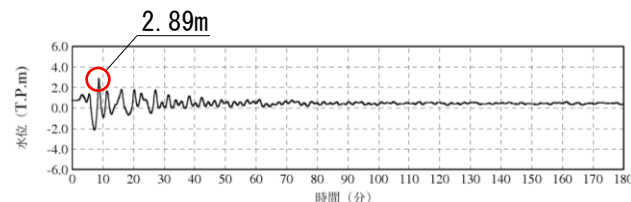
【循環水ポンプ停止時】



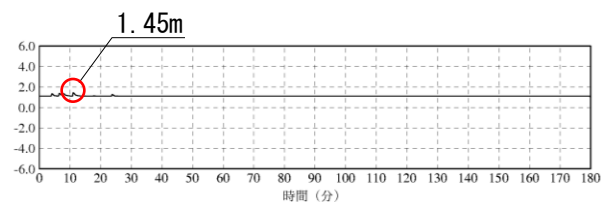
1号炉取水槽
(最大水位上昇量2.01m—地盤変動量0.27≒T.P.+1.8m)



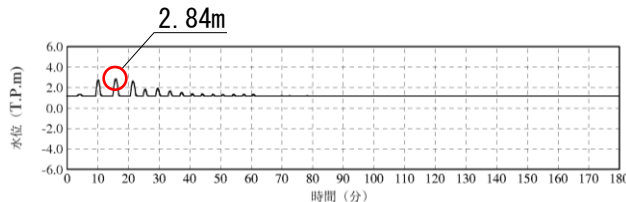
2号炉取水槽
(最大水位上昇量1.93m—地盤変動量0.27m≒T.P.+1.7m)



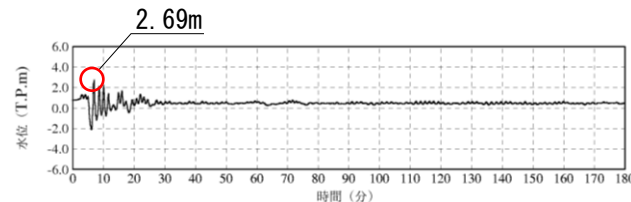
3号炉取水槽
(最大水位上昇量2.89m—地盤変動量0.28m≒T.P.+2.7m)



1号炉放水槽
(最大水位上昇量1.45m—地盤変動量0.26≒T.P.+1.2m)



2号炉放水槽
(最大水位上昇量2.84m—地盤変動量0.32m≒T.P.+2.6m)



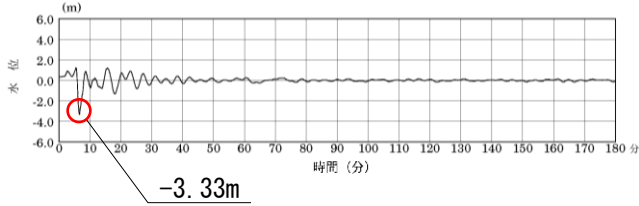
3号炉放水槽
(最大水位上昇量2.69m—地盤変動量0.30≒T.P.+2.4m)

※初期水位は、潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

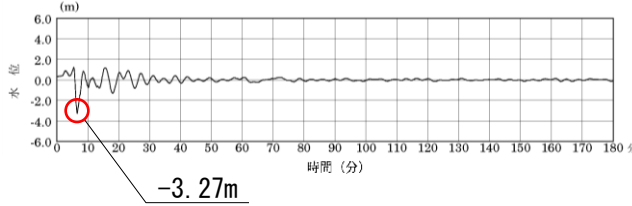
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

評価水位最低ケース(水位下降側) F-Ⅲ～F-V断層 + Ls26

下降側評価(同時発生)

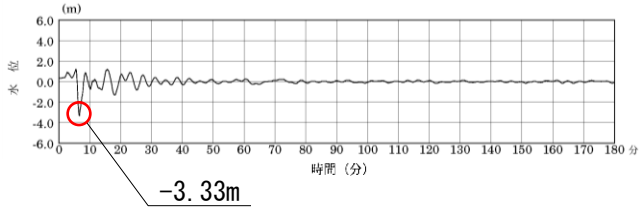


2号炉取水口(東)
(最大水位下降量-3.33m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m
-地盤変動量0.34m≒T.P.-3.7m)

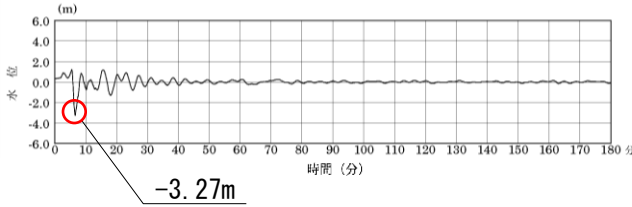


2号炉取水口(西)
(最大水位下降量-3.27m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m
-地盤変動量0.34m≒T.P.-3.7m)

下降側評価(時間差2秒)



2号炉取水口(東)
(最大水位下降量-3.33m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m
-地盤変動量0.34m≒T.P.-3.7m)



2号炉取水口(西)
(最大水位下降量-3.27m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m
-地盤変動量0.34m≒T.P.-3.7m)

- 1.施設概要及び文献調査
- 2.津波評価手法及び評価条件
- 3.地震による津波の想定
- 4.地震以外の要因による津波の想定
- 5.津波起因事象の重畳による津波想定
- 6.防波堤の影響検討
 - 6-1鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波
 - 6-2日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波
- 7.基準津波の策定
- 8.津波堆積物調査
- 9.津波の伝播特性
- 10.取水性の確保
- 11.年超過確率の参照
- 12.基準津波に対する安全性(砂移動評価)

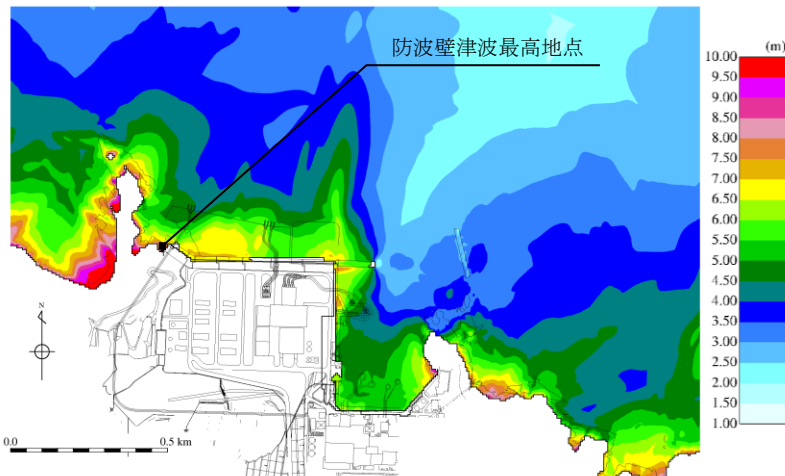
6.防波堤の影響検討 6-1 鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波

消波ブロックをモデル化した場合の検討

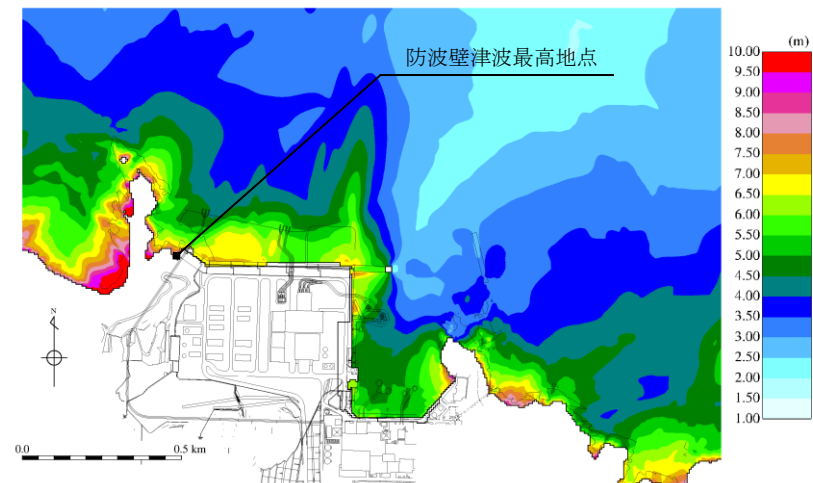
第771回審査会合 資料1-3 P330 加筆・修正

- ・消波ブロックをモデル化した場合の津波への影響を検討するため、施設護岸又は防波壁で最大水位上昇量を示した基準津波1を対象に実施する。実施に当たっては、東防波堤のT.P.-4.9m～T.P.+1.8m区間の消波ブロックをモデル化し、消波ブロックの透過率を施工実績より算出し50%と設定した。
- ・その結果、消波ブロックをモデル化した場合、消波ブロックをモデル化しない場合と比較し、津波の敷地への影響は小さいことから、これまでの消波ブロックをモデル化しない津波解析は安全側の評価となることを確認した。

検討ケース	消波ブロックのモデル化	評価水位 (T. P. m)		備考	
		上昇側	下降側		
		施設護岸 又は防波壁	2号炉取水口(東)		2号炉取水口(西)
基準津波1 (鳥取県 (2012))	消波ブロックをモデル化	+10.4	-4.8	-4.8	防波堤有りケース
	消波ブロックをモデル化しない	+10.5	-5.0	-5.0	



最大水位上昇量分布図
(消波ブロックをモデル化)



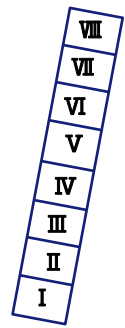
最大水位上昇量分布図
(消波ブロックをモデル化しない: 基準津波1)

概略パラメータスタディ結果

■ 防波堤無しケースにおける水位上昇側・下降側（その1）

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側		下降側
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
(1)	60°	東傾斜	I II	+4.5	-3.0	-3.0
			II III	+4.3	-2.8	-2.8
			III IV	+8.6	-3.0	-2.9
			IV V	+6.8	-3.4	-3.4
			V VI	+5.8	-4.1	-4.1
			VI VII	+5.8	-3.4	-3.3
			VII VIII	+4.5	-2.8	-2.8
(2)	60°	西傾斜	I II	+3.7	-2.3	-2.3
			II III	+4.2	-2.5	-2.5
			III IV	+6.1	-3.0	-3.0
			IV V	+7.3	-3.8	-3.8
			V VI	+6.9	-3.6	-3.5
			VI VII	+6.1	-3.0	-3.0
			VII VIII	+3.6	-2.6	-2.5

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側		下降側
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
(3)	60°	東傾斜	I II	+3.5	-2.6	-2.6
			II III	+4.8	-2.6	-2.5
			III IV	+5.8	-3.3	-3.3
			IV V	+9.4	-3.9	-3.9
			V VI	+8.1	-4.2	-4.2
			VI VII	+6.5	-4.4	-4.3
			VII VIII	+4.4	-3.0	-3.0
(4)	60°	西傾斜	I II	+3.1	-2.5	-2.5
			II III	+3.3	-2.4	-2.4
			III IV	+3.9	-2.3	-2.3
			IV V	+5.8	-3.5	-3.4
			V VI	+6.7	-4.3	-4.3
			VI VII	+5.8	-4.0	-3.9
			VII VIII	+4.0	-2.3	-2.3



大すべり域の配置図

※ 断層の東西位置の番号は本編P272を参照

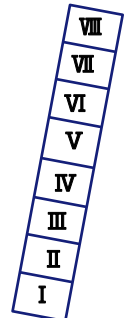
概略パラメータスタディ結果

第771回審査会合 資料1-3 P333 加筆・修正

■ 防波堤無しケースにおける水位上昇側・下降側（その2）

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側		下降側
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
(1)	45°	東傾斜	I II	+4.2	-2.8	-2.8
			II III	+4.0	-2.4	-2.4
			III IV	+7.9	-2.8	-2.7
			IV V	+6.4	-3.3	-3.2
			V VI	+5.0	-4.0	-3.9
			VI VII	+4.6	-3.2	-3.2
			VII VIII	+4.2	-2.9	-2.8
(2)	45°	西傾斜	I II	+3.3	-2.1	-2.1
			II III	+3.9	-2.3	-2.2
			III IV	+5.7	-2.7	-2.6
			IV V	+6.8	-3.9	-3.9
			V VI	+6.8	-3.7	-3.6
			VI VII	+5.1	-2.7	-2.6
			VII VIII	+3.5	-2.4	-2.3

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側		下降側
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
(3)	45°	東傾斜	I II	+3.3	-2.4	-2.4
			II III	+4.1	-2.3	-2.3
			III IV	+5.1	-2.7	-2.7
			IV V	+7.7	-3.4	-3.3
			V VI	+7.6	-3.7	-3.6
			VI VII	+6.0	-3.9	-3.9
			VII VIII	+4.3	-2.9	-2.9
(4)	45°	西傾斜	I II	+2.9	-2.5	-2.5
			II III	+3.1	-2.3	-2.3
			III IV	+3.4	-2.3	-2.3
			IV V	+5.1	-3.1	-3.0
			V VI	+6.5	-3.9	-3.9
			VI VII	+4.9	-3.6	-3.6
			VII VIII	+3.4	-2.2	-2.2



大すべり域の配置図

※ 断層の東西位置の番号は本編P272を参照

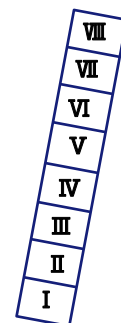
概略パラメータスタディ結果

第771回審査会合 資料1-3 P334 加筆・修正

■ 防波堤無しケースにおける水位上昇側・下降側（その3）

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側		下降側
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
(1)	30°	東傾斜	I II	+3.5	-2.5	-2.5
			II III	+3.7	-2.0	-2.0
			III IV	+6.7	-2.6	-2.5
			IV V	+5.0	-2.7	-2.7
			V VI	+4.2	-3.6	-3.6
			VI VII	+4.5	-3.1	-3.1
			VII VIII	+3.5	-2.6	-2.6
(2)	30°	西傾斜	I II	+2.9	-2.0	-2.0
			II III	+3.5	-1.9	-1.9
			III IV	+4.7	-2.2	-2.2
			IV V	+5.6	-3.0	-3.0
			V VI	+5.6	-3.0	-3.0
			VI VII	+4.4	-3.0	-3.0
			VII VIII	+3.7	-2.4	-2.4

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側		下降側
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
(3)	30°	東傾斜	I II	+2.9	-2.1	-2.1
			II III	+3.6	-2.1	-2.1
			III IV	+4.2	-2.3	-2.3
			IV V	+5.7	-2.9	-2.9
			V VI	+5.4	-3.2	-3.2
			VI VII	+4.3	-3.8	-3.7
			VII VIII	+3.3	-2.8	-2.8
(4)	30°	西傾斜	I II	+3.0	-2.3	-2.3
			II III	+3.2	-2.4	-2.4
			III IV	+3.3	-2.6	-2.6
			IV V	+4.1	-2.3	-2.2
			V VI	+4.6	-3.0	-2.9
			VI VII	+3.9	-2.9	-2.9
			VII VIII	+3.0	-2.2	-2.1



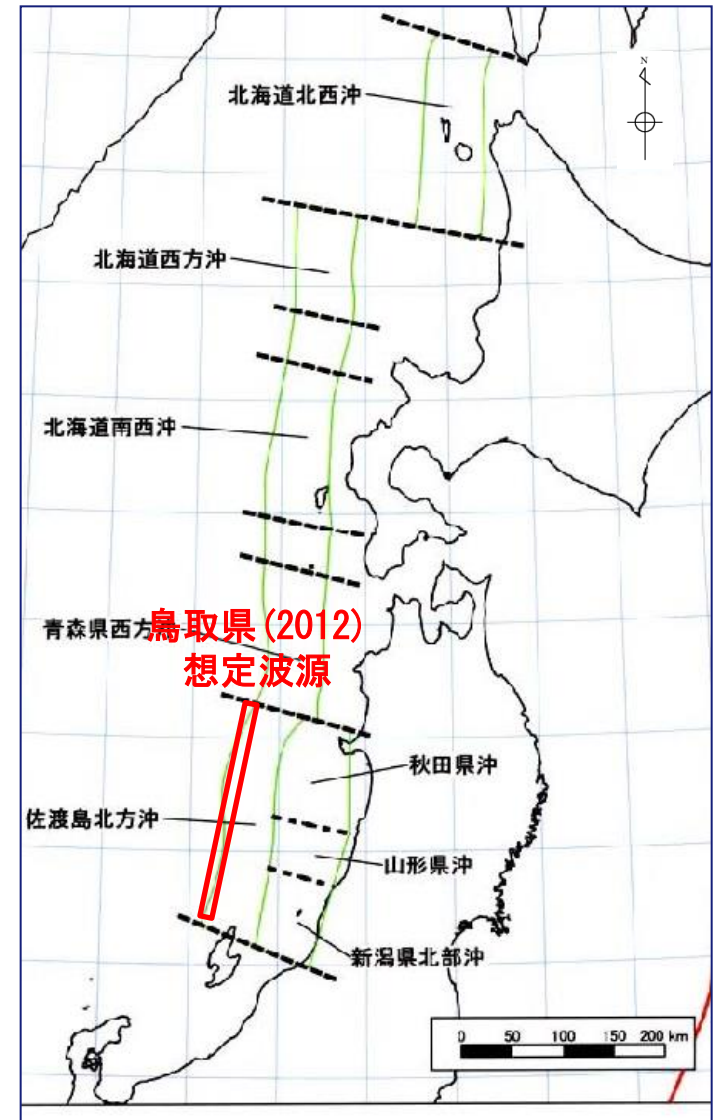
大すべり域の配置図

※ 断層の東西位置の番号は本編P272を参照

- 1.施設概要及び文献調査
- 2.津波評価手法及び評価条件
- 3.地震による津波の想定
- 4.地震以外の要因による津波の想定
- 5.津波起因事象の重畳による津波想定
- 6.防波堤の影響検討
- 7.基準津波の策定**
- 8.津波堆積物調査
- 9.津波の伝播特性
- 10.取水性の確保
- 11.年超過確率の参照
- 12.基準津波に対する安全性(砂移動評価)

- ・鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波を基準津波として選定した。

検討ケース		上昇側	下降側	
		防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
評価水位 (T.P. m)	基準津波	+9.5	-5.8	-5.8



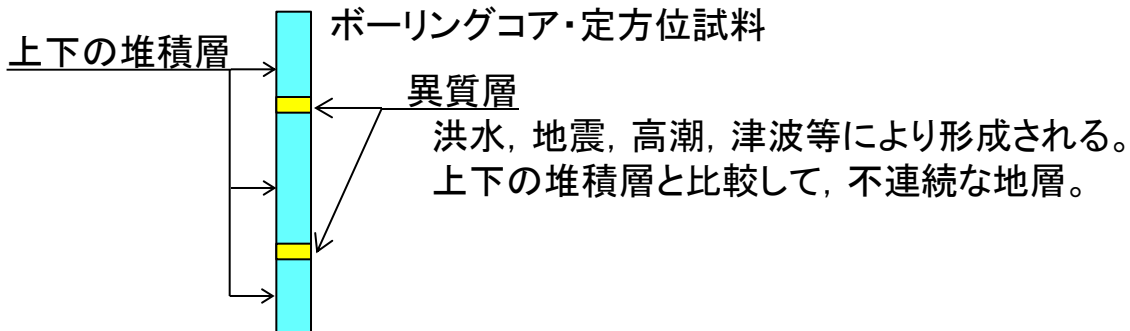
地震調査研究推進本部(2003)に加筆

- 1.施設概要及び文献調査
- 2.津波評価手法及び評価条件
- 3.地震による津波の想定
- 4.地震以外の要因による津波の想定
- 5.津波起因事象の重畳による津波想定
- 6.防波堤の影響検討
- 7.基準津波の策定
- 8.津波堆積物調査
 - 8-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 8-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - (1)津波堆積物に関する文献調査
 - (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 - (3)基準津波との比較
- 9.津波の伝播特性
- 10.取水性の確保
- 11.年超過確率の参照
- 12.基準津波に対する安全性(砂移動評価)

敷地周辺における津波堆積物調査(評価フロー)

採取したコアより異質層を抽出し、異質層及び上下の堆積層を対象とした、室内分析を実施し、異質層の成因を考察する。

ボーリングコア・定方位試料の採取



異質層の抽出

- 肉眼観察による, 異質層の抽出基準
- ・ 泥質基質中に挟在する砂質層
 - ・ 腐植物が多量に含まれる泥質層
 - ・ 下位の泥質層との境界部が乱れた砂質層
 - ・ 互層状の泥質層 等

概略分析

- 主な分析項目(概略分析)
- ・ 帯磁率測定 ⇒ 上下の堆積層との帯磁率の連続性の有無を確認
 - ・ 年代測定 (^{14}C) ⇒ 上下の堆積層との ^{14}C 年代値の連続性の有無
 - ・ 微化石分析(珪藻) ⇒ 海水生珪藻の有無の確認

津波堆積物の可能性が残る場合

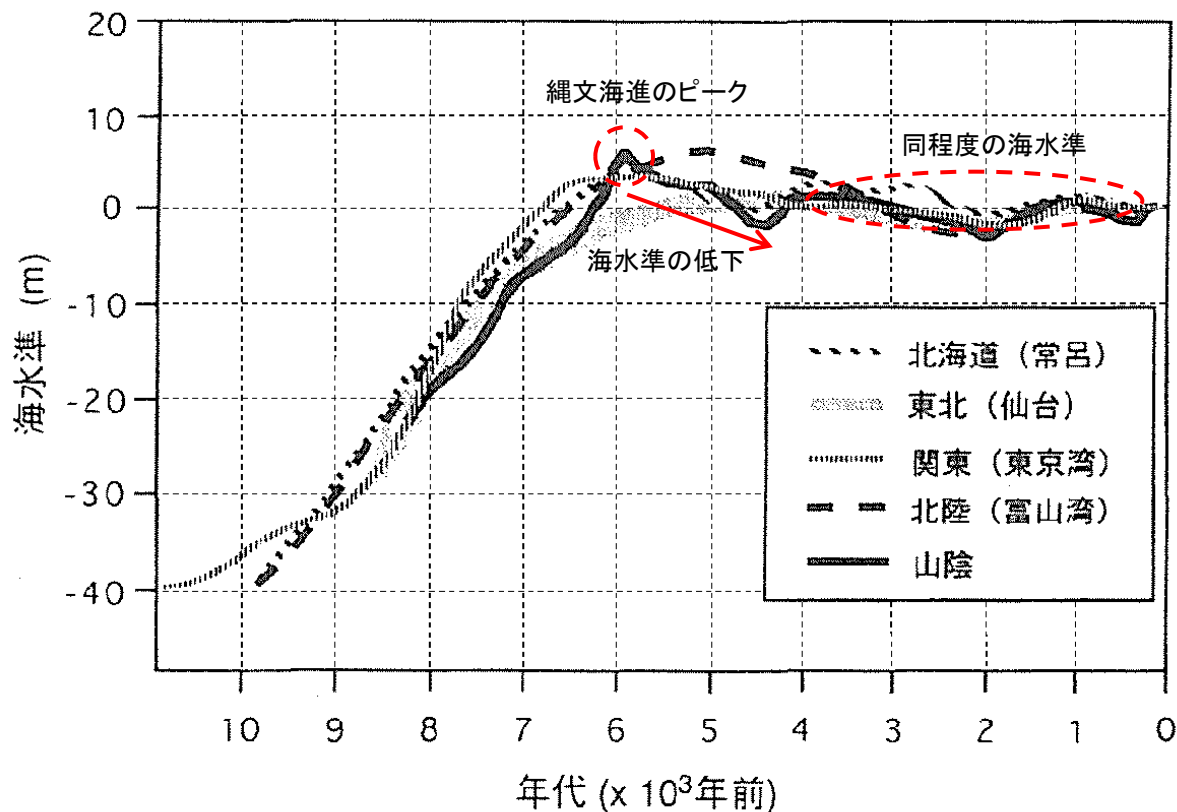
詳細分析

- 主な分析項目(詳細分析)
- ・ 軟X線観察 ⇒ 自然土 or 人工改変土の判断
 - ・ 鉍物鑑定 ⇒ 異質層の供給源(陸域or海域)の推定
 - ・ CNS分析 ⇒ 堆積物形成時の堆積環境の推定

総合評価

試料の肉眼観察結果, 室内分析結果を踏まえて, 異質層の成因(津波, 高潮, 洪水等)を考察

山陰地方の海水準変動は、約6,000年前が縄文海進のピークであり、約6,000年前～約4,000年前にかけて海水準が低下しており、約4,000年前以降は概ね現在と同程度の海水準であることから、約4,000年前以降の海水準安定期の地層を対象に、評価を実施した。

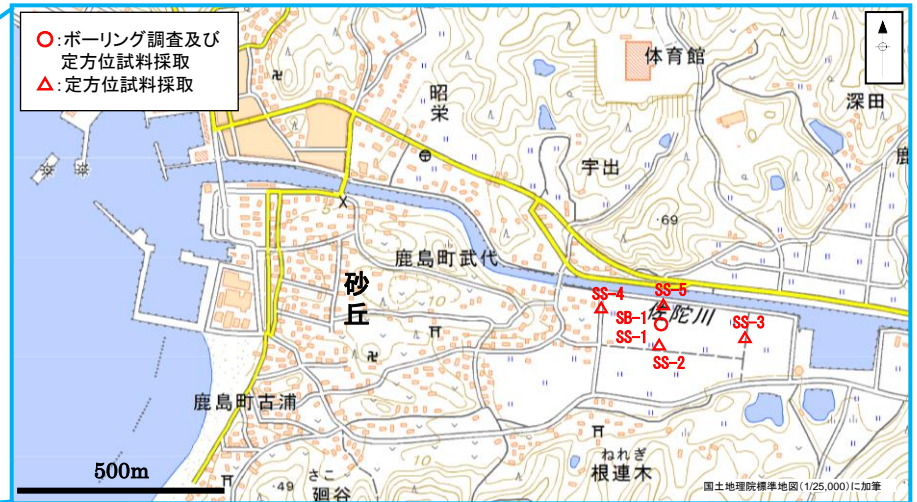
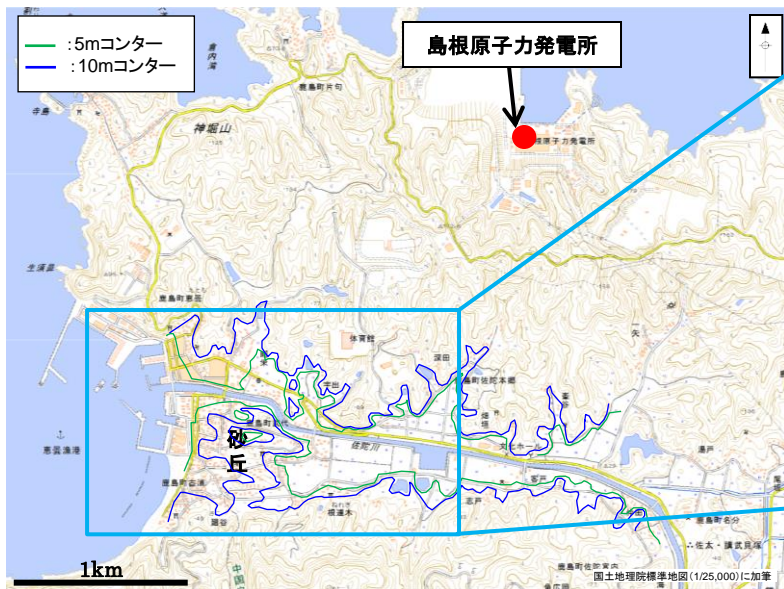


過去1万年間の日本各地の海水準変化曲線

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点

- 調査概要**
- ・調査地点は島根原子力発電所の南西約2kmの地点に位置する。
 - ・調査地点北側には佐陀川が東から西に流下しており、調査地点西側の河口付近には、湾頭砂州や砂丘堆積物が分布している。
 - ・ボーリング調査は佐陀川沿いの標高約1.0mの水田で実施した。また、定方位試料採取位置は、堆積物の面的広がりを把握するため、ボーリング調査位置の周辺(標高0.8~1.4m)において、汀線に直交及び平行方向に配置した。

佐陀本郷地点



調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
佐陀本郷地点	1本 (岩着まで)	5本 (地表面から4~5m程度)

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

ボーリングコアの肉眼観察の結果, 異質層を3箇所抽出した。

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SB-1-①	-1.75m~-1.96m	620	以深の粘性土よりも砂分を含む。下位境界に乱れが認められる。



下位境界に乱れ
=: 異質層


【コア写真(拡大)】



SB-1-①(-1.80~-2.00m)

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SB-1-②	-2.03m~-2.08m	1,510~1,220	亀裂による変位箇所の上位に位置する。



— : 異質層


【コア写真(拡大)】



SB-1-②(-2.00~-2.20m)

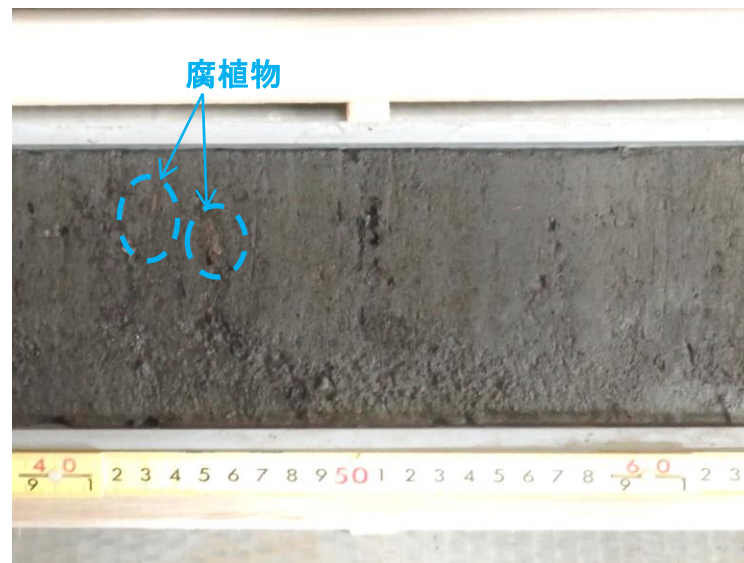
敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SB-1-③	-2.23m~-2.53m	1,650~1,630	腐植物や炭質物を多く含む粘性土層



— : 異質層

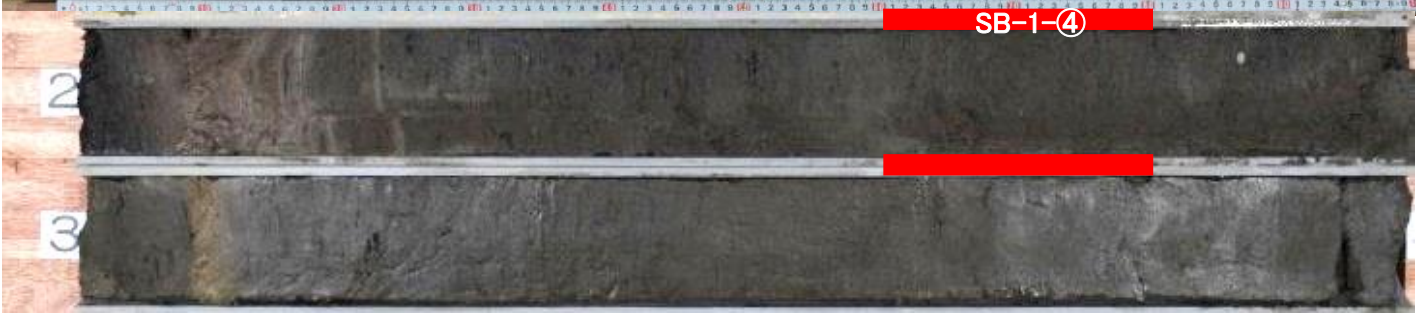
【コア写真(拡大)】



SB-1-③(-2.40~-2.60m)

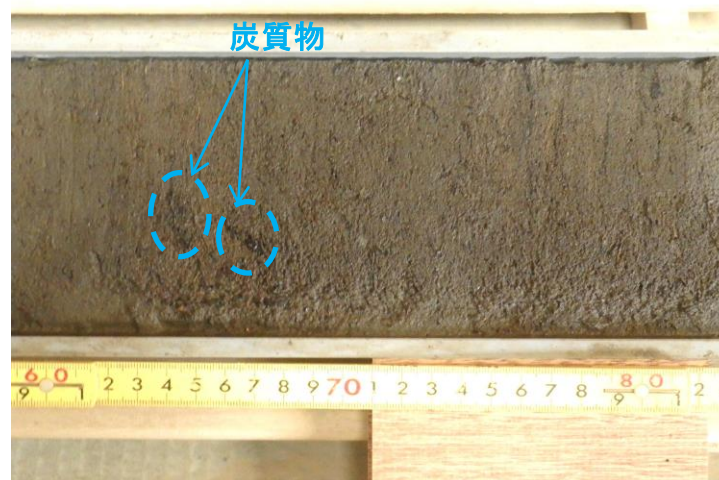
敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SB-1-④	-2.61m~-2.80m	1,800	腐植物や炭質物を多く含む粘性土層



— : 異質層

【コア写真(拡大)】



SB-1-④(-2.60~-2.80m)

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

定方位試料採取によるコアの肉眼観察の結果、異質層を5箇所抽出した。

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SS-1-①	-1.60m~-2.14m	690~modern	以深の粘性土よりも砂分を含む。下位境界に乱れが認められる。

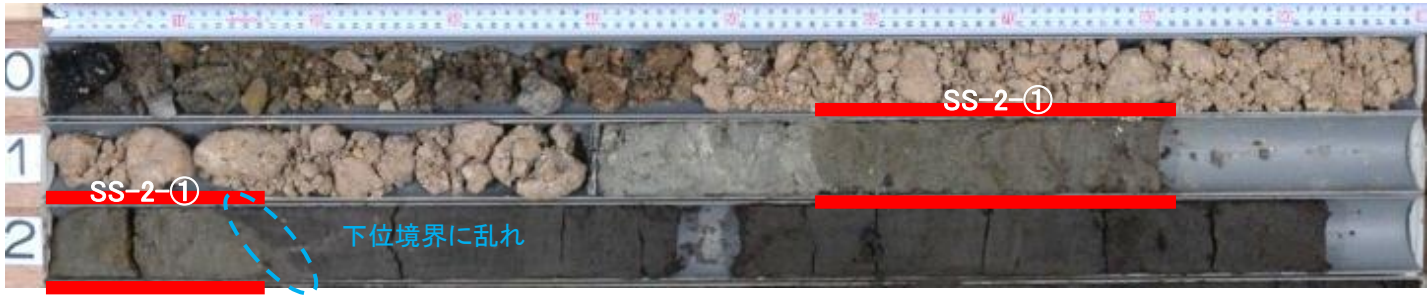
【コア写真(拡大)】



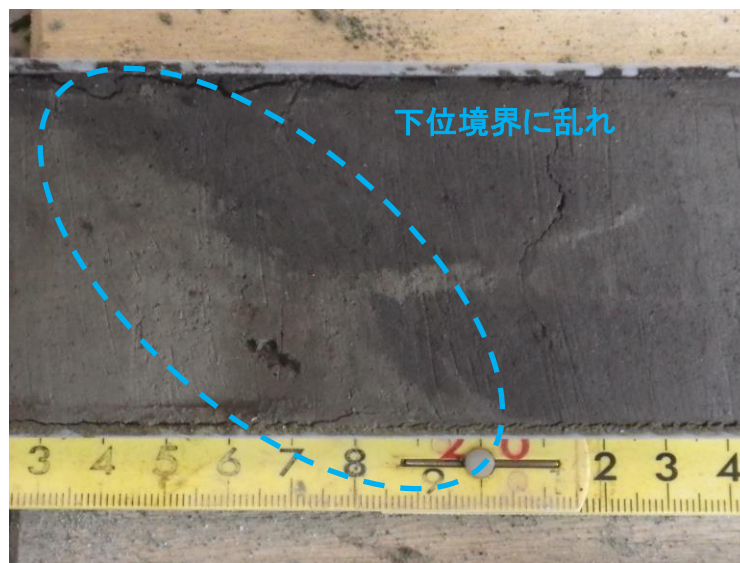
SS-1-①(-2.0~-2.2m)

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SS-2-①	-1.65m~-2.17m	590~modern	以深の粘性土よりも砂分を含む。下位境界に乱れが認められる。



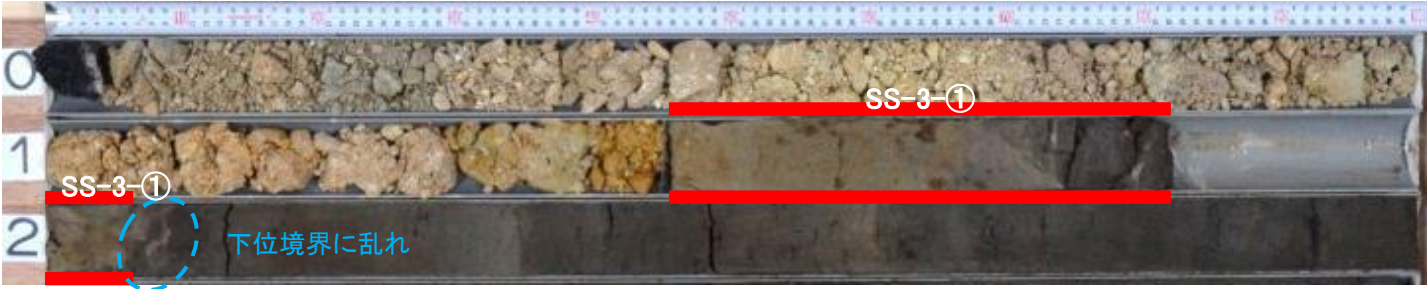
【コア写真(拡大)】



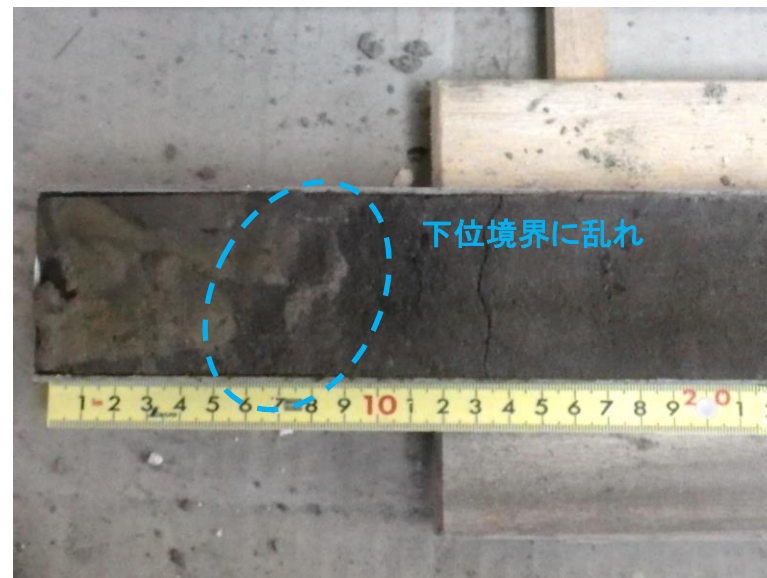
SS-2-①(-2.17m)

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SS-3-①	-1.45m~-2.07m	600	以深の粘性土よりも砂分を含む。下位境界に乱れが認められる。



【コア写真(拡大)】



SS-3-①(-2.0~-2.2m)

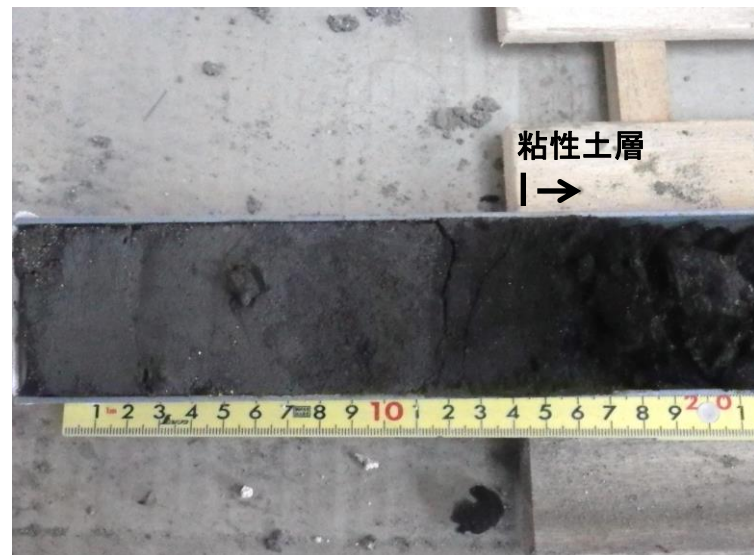
敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SS-4-①	-2.83m~-3.14m	700	上位の砂層と下位の粘性土層に挟まれた砂質粘土層

【コア写真(拡大)】



SS-4-①(-2.8~-3.0m)



SS-4-①(-3.0~-3.2m)

敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(異質層の抽出)

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
SS-5-①	-2.22m~-2.30m	820	下位境界に乱れが認められる。



== : 異質層

【コア写真(拡大)】



SS-5-①(-2.2~-2.4m)

敷地周辺における津波堆積物調査：佐陀本郷地点（概略分析）

抽出した異質層について、微化石分析(珪藻)、年代測定(^{14}C)、帯磁率測定を実施し、津波堆積物の可能性があるものについて、以下に示す。

【異質層SS-3-①】

・異質層において上下の年代測定値に逆転が認められた。

【異質層SS-4-①】

・微化石分析の結果、海水生の珪藻が検出された。

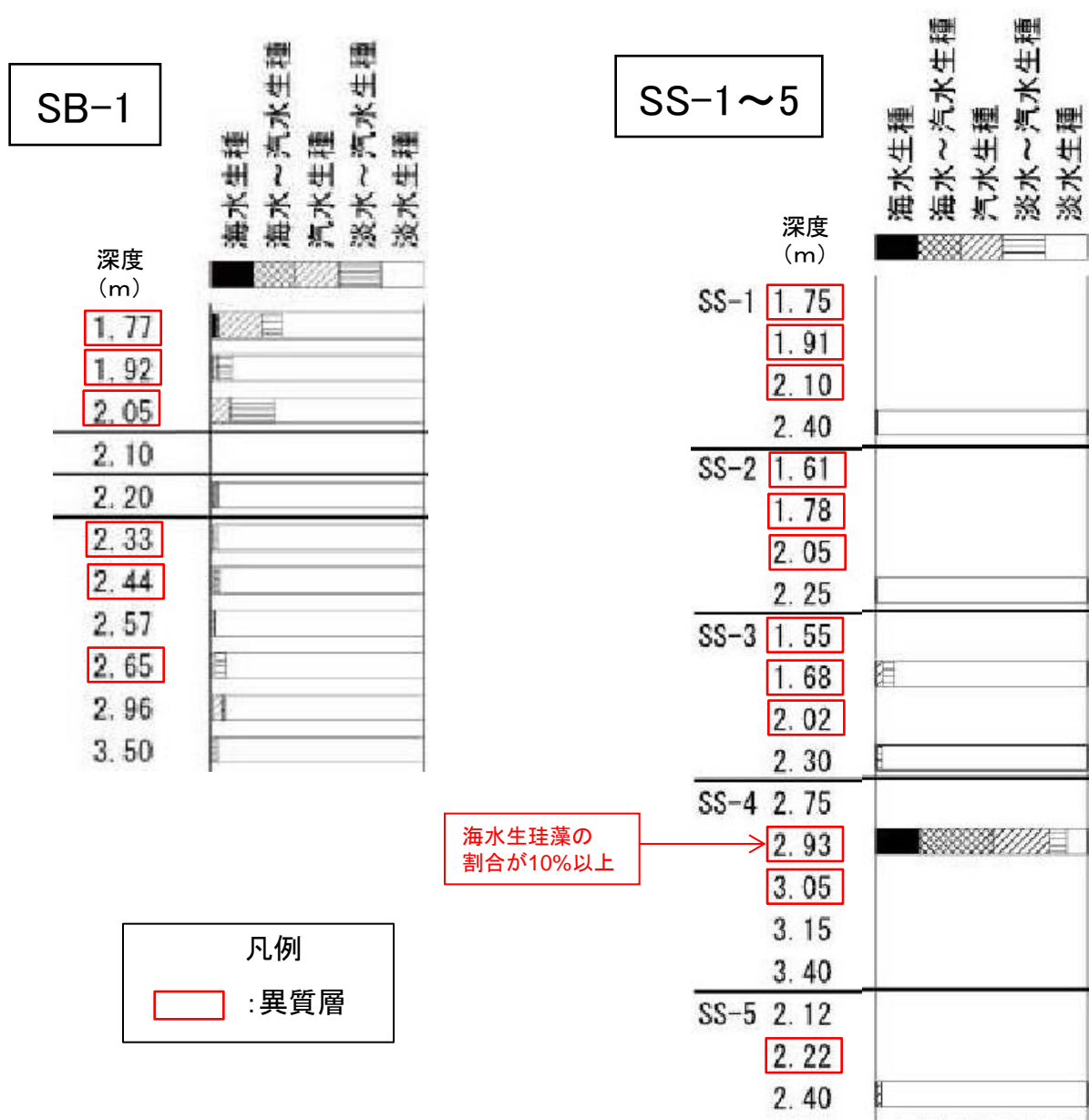
⇒・概略分析の結果を踏まえ、異質層SS-3-①及び異質層SS-4-①について、津波堆積物の可能性が残る異質層と評価し、詳細な検討を行った。

・なお、その他の異質層については、①微化石分析結果より海水生珪藻の割合が低いこと、②年代測定の結果より上下層との年代関係に逆転が認められないこと、③帯磁率分析結果より帯磁率の変化傾向に特異性が無いことから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

異質層	異質層の深度 (GL-m)	微化石(珪藻)	年代測定(^{14}C)	帯磁率分析
		海水生珪藻が占める割合	上下層との年代関係	帯磁率の 変化傾向の把握
SB-1-①	-1.75m~-1.96m	×	×	×
SB-1-②	-2.03m~-2.08m	×	—	×
SB-1-③	-2.23m~-2.53m	×	×	×
SB-1-④	-2.61m~-2.80m	×	×	×
SS-1-①	-1.60m~-2.14m	(×)	×	×
SS-2-①	-1.65m~-2.17m	(×)	×	×
SS-3-①	-1.45m~-2.07m	×	○	×
SS-4-①	-2.83m~-3.14m	○	×	×
SS-5-①	-2.22m~-2.30m	(×)	×	×
備考		○:10%以上 ×:10%未満 ():微化石検出少	○:逆転有 ×:逆転無 —:不明	○:特異性有(変化有) ×:特異性無(変化無)

⇒ 詳細分析を実施

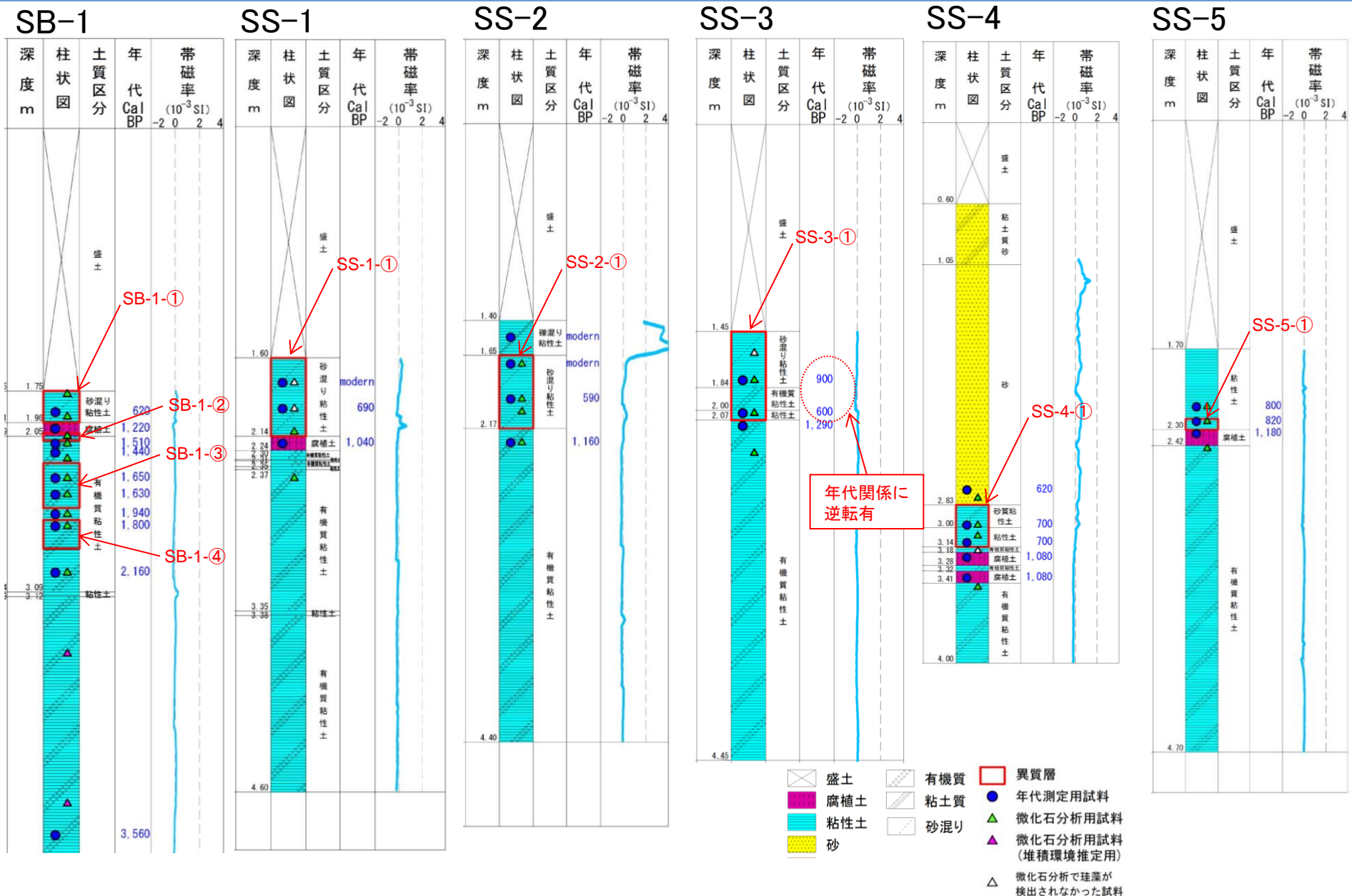
敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(概略分析:微化石)



※ 微化石(珪藻)の検出数が100以上で、微化石(珪藻)の出現率に信頼性が十分にある場合、出現率のグラフを示している。

8.津波堆積物調査 8-1 敷地周辺における津波堆積物調査

敷地周辺における津波堆積物調査: 佐陀本郷地点(概略分析: 年代測定・帯磁率分析)



敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(詳細分析:SS-3-①)

【詳細分析:SS-3-①】

異質層SS-3-①について、軟X線観察により堆積環境の検討を行った。

【異質層SS-3-①】

- ・SS-3-①について軟X線観察により確認した結果、特異な堆積構造は認められなかったことから、SS-3-①の同一層準であるSS-1の地層について軟X線観察を実施した。
- ・SS-1の地層について軟X線観察により確認した結果、下位境界が攪乱されており、礫の長軸方向が水平面に対して直交していることから、SS-1の地層は人工改変によるものと評価する。
- ・SS-1の地層はSS-3-①の同一層準であるため、SS-3-①についても人工改変によるものと評価する。
- ・なお、コア観察により、プラスチック製のネットが上位境界をなしていることが確認された。
⇒人工改変によるものと評価した。

SS-3-①	コア写真	<p>1.45m↓ 2.00m↓ ↓2.07m</p> <p>プラスチック製のネットが上位境界をなしている。</p>
	軟X線分析結果	
SS-1	コア写真	<p>1.60m↓ 2.00m↓ 2.14m↓</p> <p>プラスチック製のネットが上位境界をなしている。</p>
	軟X線分析結果	<p>礫の長軸方向が水平面に対して直交している。 = : 異質層</p>

佐陀本郷地点



【調査結果】

・異質層SS-3-①には、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

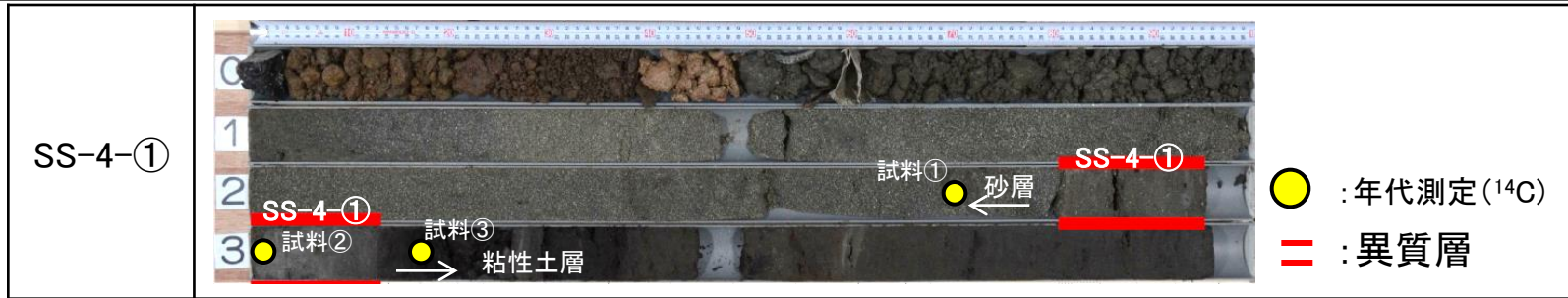
敷地周辺における津波堆積物調査:佐陀本郷地点(詳細分析:SS-4-①)

【詳細分析:SS-4-①】

SS-4-①について、砂質粘性土に含まれる貝殻片や付近の砂層に着目した堆積環境の検討を行った。

【異質層SS-4-①】

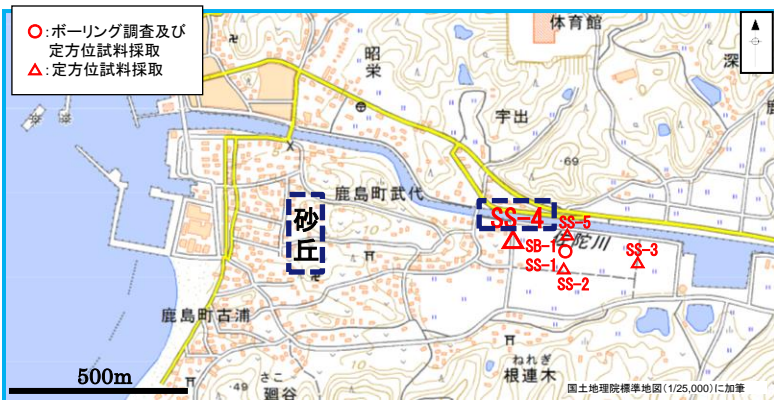
- ・異質層SS-4-①の上位に分布する砂は、淘汰が良く、全体に微細貝殻片が含まれ、西側(海側)には砂丘が広く分布していることから、砂丘砂と考えられる。
- ・異質層は粘性土層(下位層)と砂丘砂層(上位層)に挟まれており、下位層から上位層に向かって年代が若くなる。従って、異質層、粘性土層(下位層)及び砂丘砂層(上位層)は、SS-4地点付近に成長してきた砂丘の影響を受けて形成された堆積物(粘性土層→砂質粘性土層→砂丘砂層)と考えられる。
- ・また、異質層の下位層及び上位層との境界に乱れが認められない。
⇒微化石分析の結果で認められた海水生の珪藻は、砂丘形成時に海域からの飛沫により混入した可能性が高いと評価した。



年代測定試料	年代測定値
試料①	620
試料②	700
試料③	1,080

【調査結果】

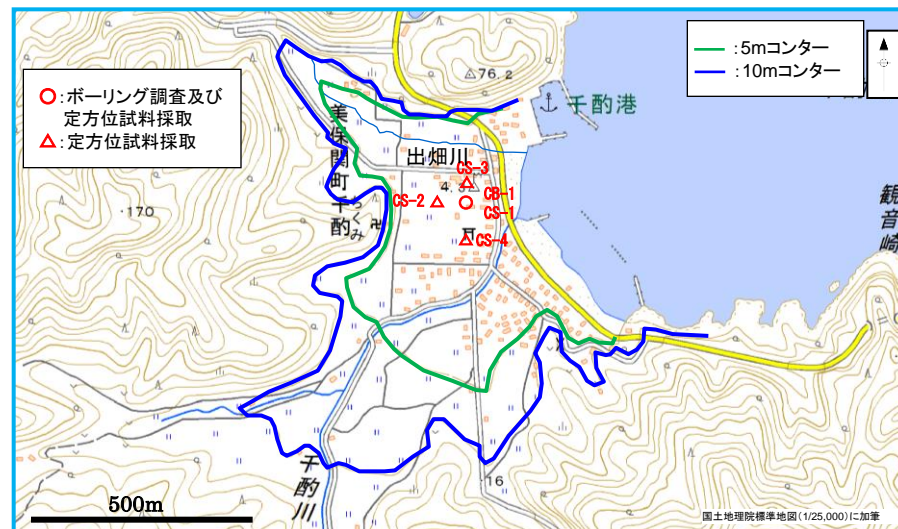
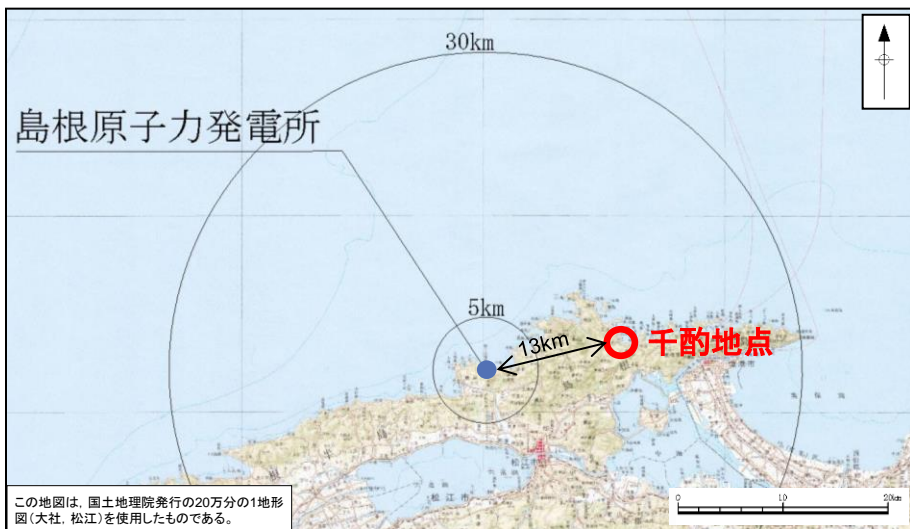
- ・異質層SS-4-①には、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。



千酌地点

地形概要

- ・調査地点は島根原子力発電所の東北東約13kmの地点に位置する。
- ・調査地は谷底平野であり、平野の北側に出畑川、南側に千酌川がそれぞれ西から東に流下しており、海岸付近には砂州堆積物が分布している。
- ・ボーリング調査は砂州後背の標高約3.9mの低地で実施した。また、定方位試料採取位置は、堆積物の面的広がりを把握するため、ボーリング調査位置の周辺(標高3.6~3.9m)において、汀線に直交及び平行方向に配置した。

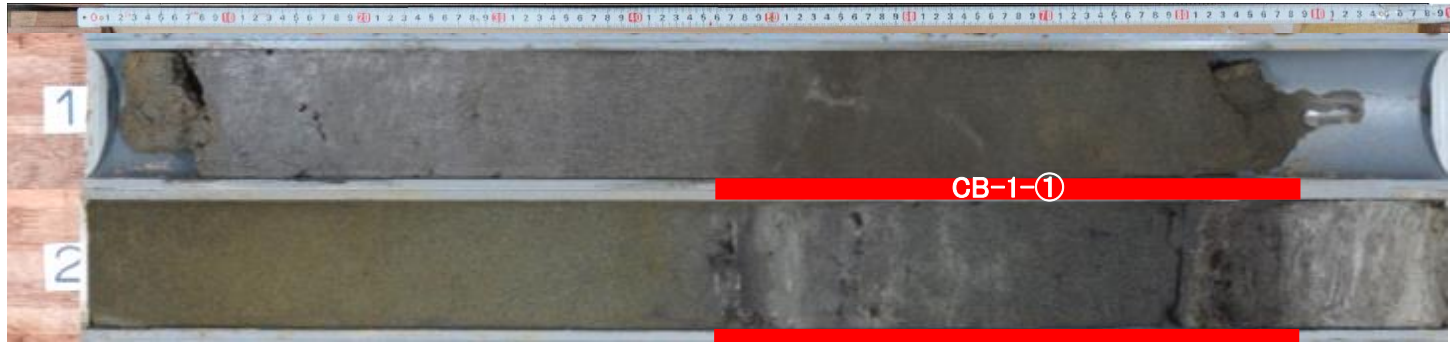


調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
千酌地点	1本 (岩着まで)	4本 (地表面から4m程度)

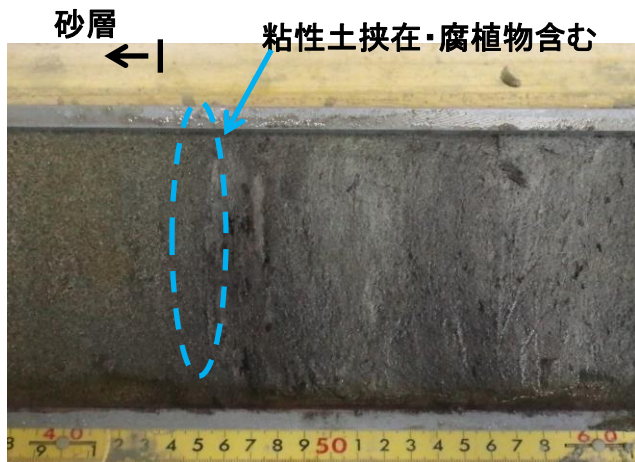
当社による津波堆積物調査：千酌地点（異質層の抽出）

ボーリングコアの肉眼観察の結果，異質層を1箇所抽出した。

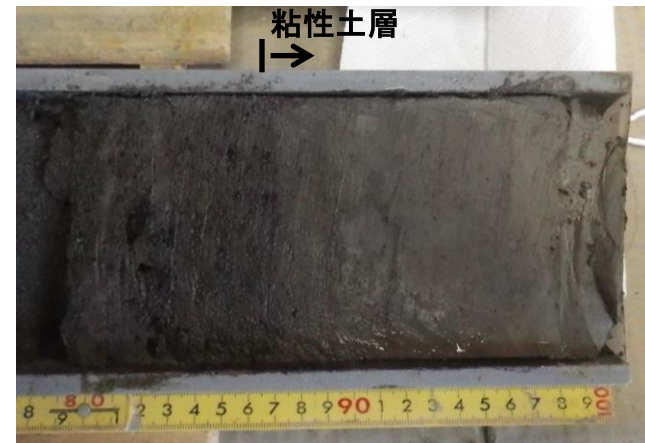
異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
CB-1-①	-2.46m~-2.88m	3,900~2,410	粘性土層中に挟在する砂層。



== : 異質層



CB-1-①(-2.4~-2.6m)

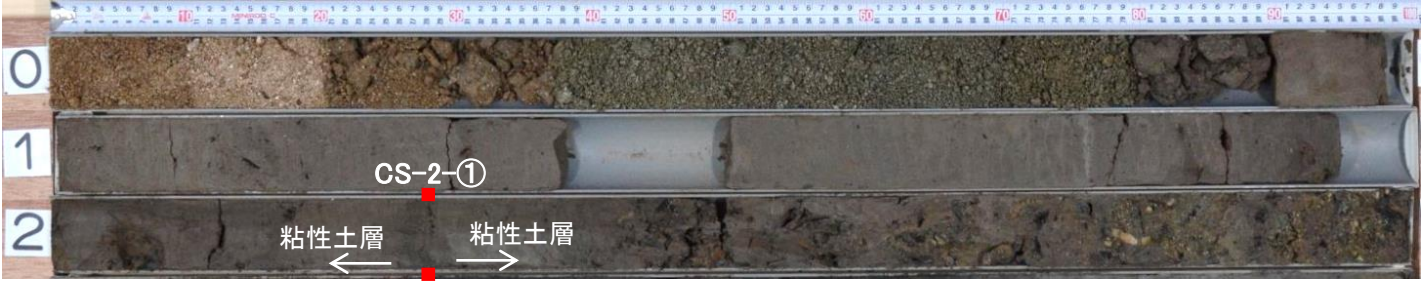


CB-1-①(-2.8~-3.0m)

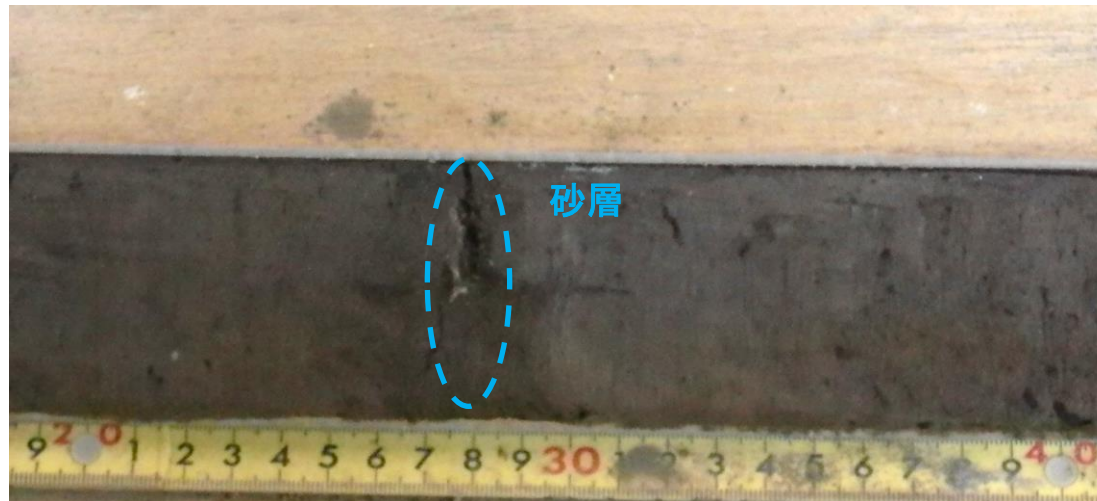
当社による津波堆積物調査：千酌地点（異質層の抽出）

定方位試料採取によるコアの肉眼観察の結果、異質層を2箇所抽出した。

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
CS-2-①	-2.28m	2,410	粘性土層中に挟在する砂層が認められる。



【コア写真(拡大)】

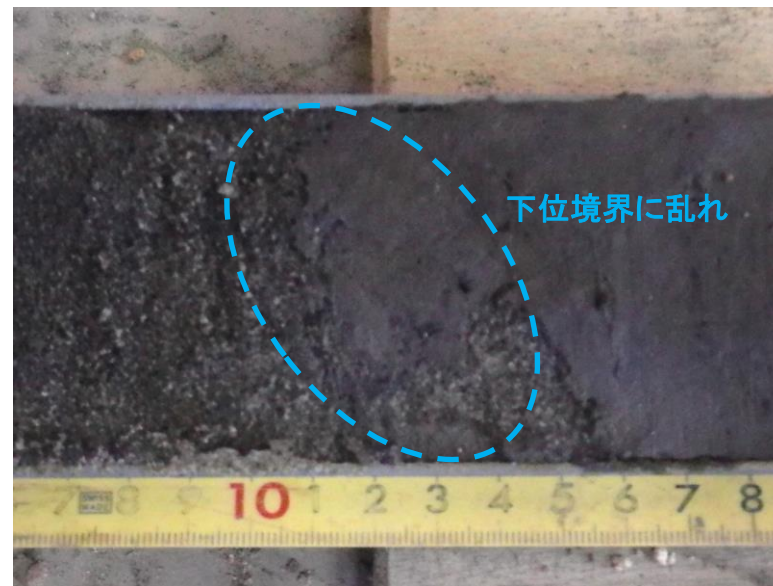


CS-2-①(-2.2~-2.4m)

当社による津波堆積物調査：千酌地点（異質層の抽出）

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
CS-3-①	-1.86m~-2.10m	2,250~1,790	粘性土層中に挟在する砂層。下位境界に乱れが認められる。

【コア写真(拡大)】



CS-3-①(-2.1m)

当社による津波堆積物調査：千酌地点（概略分析）

抽出した異質層について、微化石分析(珪藻)，年代測定(^{14}C)，帯磁率測定を実施し，津波堆積物の可能性があるものについて，以下に示す。

【異質層CB-1-①】

- ・異質層において上下の年代測定値に逆転が認められた。
- ・帯磁率の変化傾向に特異性が認められた。

【異質層CS-2-①】

- ・帯磁率の変化傾向に特異性が認められた。

【異質層CS-3-①】

- ・微化石分析の結果，無化石の状態であった。
- ・帯磁率の変化傾向に特異性が認められた。

⇒ 概略分析の結果を踏まえ，抽出した全異質層について，津波堆積物の可能性が残る異質層と評価し，詳細な検討を行った。

異質層	異質層の深度 (GL-m)	微化石(珪藻)	年代測定(^{14}C)	帯磁率分析
		海水生珪藻が占める割合	上下層との年代関係	帯磁率の 変化傾向の把握
CB-1-①	-2.46m~-2.88m	(×)	○	○
CS-2-①	-2.28m	×	×	○
CS-3-①	-1.86m~-2.10m	—	×	○
備考		○:10%以上 ×:10%未満 ():微化石 検出量少 —:微化石 無	○:逆転有 ×:逆転無	○:特異性有(変化有) ×:特異性無(変化有)

⇒ 詳細分析を実施

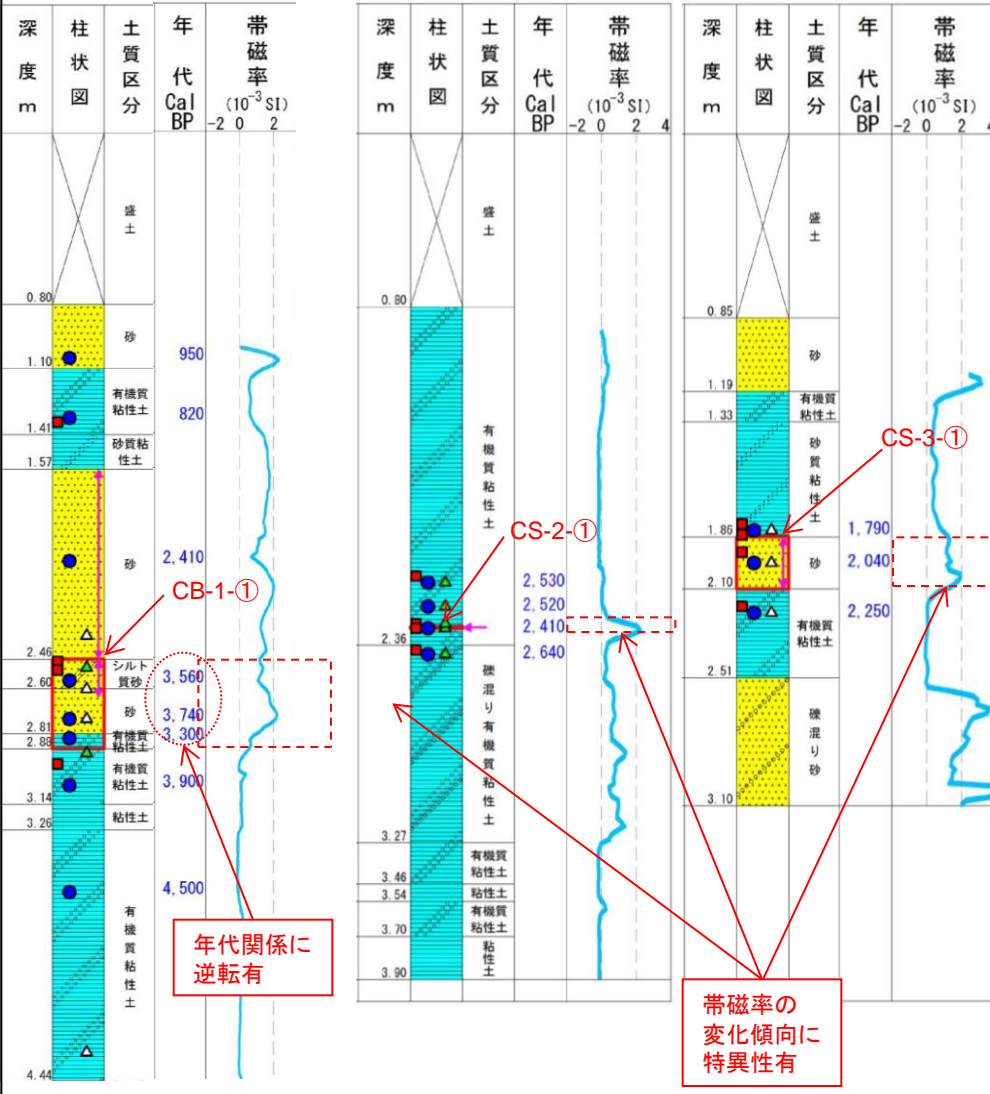
当社による津波堆積物調査：千酌地点（概略分析）

年代測定・帯磁率分析

CB-1

CS-2

CS-3



微化石※

海水生種
海水～汽水生種
汽水生種
淡水～汽水生種
淡水生種

深度 (m)

CB-1

2.35

2.50

2.60

2.74

2.90

4.30

CS-2

2.07

2.18

2.26

2.28

2.40

・CS-3からは微化石(珪藻)は検出されなかった。

凡例

□ : 異質層

※ 微化石(珪藻)の検出数が100以上で、微化石(珪藻)の出現率に信頼性が十分にある場合、出現率のグラフを示している。

当社による津波堆積物調査：千酌地点（詳細分析）

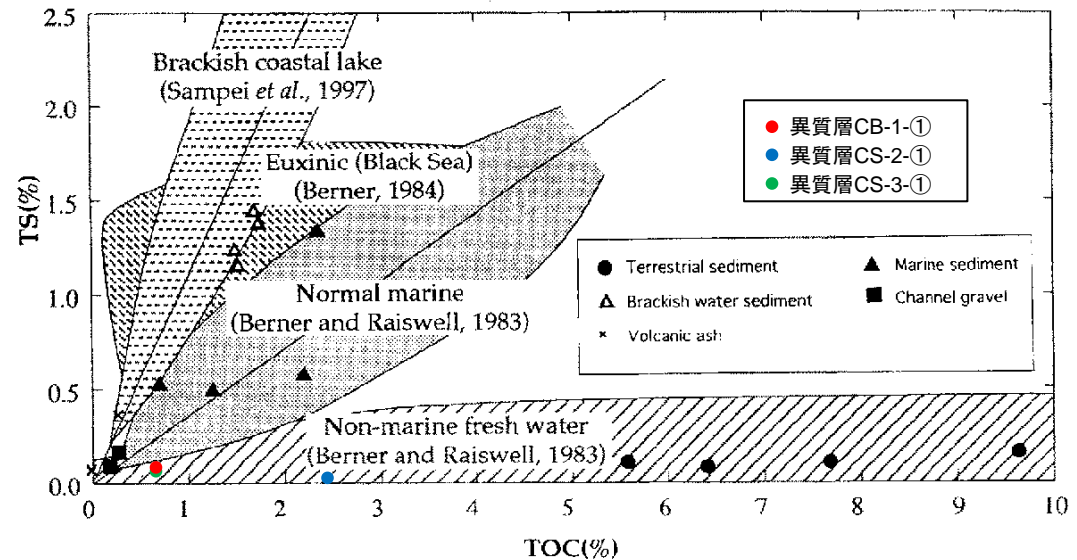
【詳細分析（CNS分析）】

- 抽出した異質層についてCNS分析を実施した。
 - 亀井ほか(2002)⁽⁷⁸⁾の有機炭素／全窒素比(C/N比), 有機炭素／全硫黄比(C/S比)の指標によると, 異質層CB-1-①, CS-2-①, CS-3-①に含まれる有機物は, 陸成有機物が支配的と考えられる。また, 全硫黄(TS)と有機炭素(TOC)の関係図に, CB-1-①, CS-2-①, CS-3-①のCNS分析結果をプロットした結果, それらは淡水成の領域に区分される。
- ⇒河川からの洪水堆積物と砂丘の砂が混在した可能性がある。

異質層	有機炭素 TOC %	全窒素 TN %	C/N	全硫黄 TS %	C/S
CB-1-①	0.62	0.06	10.33	0.11	5.64
CS-2-①	2.45	0.20	12.25	0.043	56.98
CS-3-①	0.61	0.06	10.17	0.098	6.22
備考	C/N: 有機炭素／全窒素の割合で表示 C/S: 有機炭素／全硫黄の割合で表示				

C/N比による判断基準
15以上 : 陸成有機物
約6~7 : 海成有機物

C/S比による判断基準
5.0以上 : 淡水成堆積物
2.8±0.8 : 標準的な海成堆積物
1.1±0.4 : 還元的な海成堆積物



亀井ほか(2002)を引用・加筆

【調査結果】

- 千酌地点で認められた異質層は, 津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

文献番号①:安本(2013), 酒井(2014a)及び酒井(2014b)

第771回審査会合 資料1-3
P368 再掲

・安本(2013)⁽⁷⁹⁾, 酒井(2014a)⁽⁸⁰⁾及び酒井(2014b)⁽⁸¹⁾に従い, 鳥取県による津波堆積物調査の概要を記す。

1. 調査概要

鳥取県沿岸に過去の津波によってもたらされた堆積物の有無を確認するために, 2012年度は予備調査を実施し, 2013年度からは範囲を全県に広げて調査を実施しているとされている。

調査時期: 2012年度～

調査地点: 2012年度: 米子空港東, 北栄町瀬戸

2013年度: 鳥取県内6地点(下図参照)

調査概要: 2012年度: 米子空港東: ハンディジオスライサー等により2～4mのコア試料を採取

北栄町瀬戸: 三重管式サンプラーにより10mのコア試料を採取

2013年度: ハンディジオスライサー等により2mまでのコア試料を採取(岩美町及び気高町の2地点では10m程度までのコア試料を採取)

分 析: 粒度分析・珪藻化石分析・炭素14年代測定等



安本(2013)を引用・加筆

文献番号①:安本(2013), 酒井(2014a)及び酒井(2014b)

第771回審査会合 資料1-3
P369 再掲

2. 調査結果

- ・2012年度の予備調査にて確認された砂層は、津波由来か、高潮由来かを厳密に判断しきれなかったとされている。
- ・2013年度は米子空港周辺^{※1}及び県内の低地5箇所において津波堆積物調査を実施した結果、米子空港周辺、北栄町大谷、北栄町瀬戸及び鳥取市気高町日光の4地点において、津波由来の可能性のある堆積物を確認したとされている。

【米子空港周辺】

- ・1km程度内陸まで続く可能性のある砂層が確認されている。西暦1800年前後に堆積したと想定されるイベント層より海生珪藻を検出し、その下位層からは検出されなかったことから、海からの堆積物の流れ込みと考えられている。これは1833年の山形・庄内沖地震による津波により堆積したとして矛盾はない^{※2}と評価されている。
- ・1833年当時と比べ、現在は海岸線が沖側にあり、盛土により標高も1m以上高いことから、同じ規模の津波が押し寄せたとしても、同じような浸水は生じない可能性が高いと評価されている。

【北栄町大谷】

- ・紀元前3600年頃と想定されるイベント層では、上下層に比べ海生珪藻が増えており、近くに大きな川もないことから、海から運搬された可能性が高く、津波由来の可能性のある堆積物と評価されている。

【北栄町瀬戸】

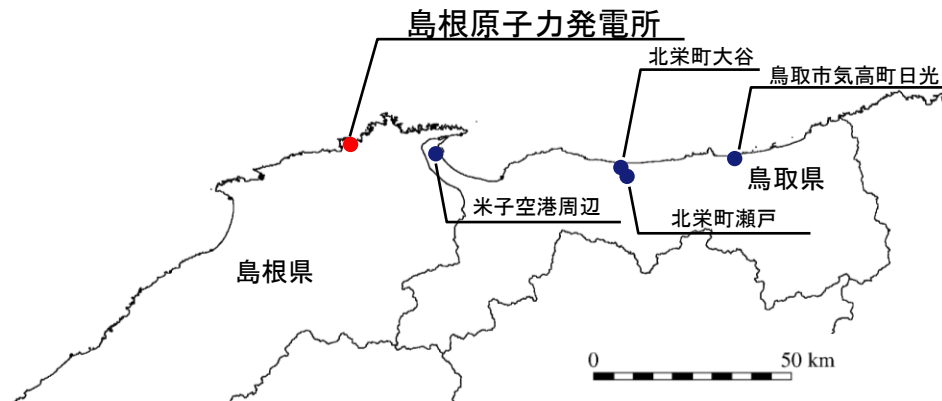
- ・2000年前頃と想定されるイベント層では、上下のラグーン堆積物よりも粗粒であり、海岸や砂州堆積物に見られる砂粒子が含まれていることから、海から運搬された可能性が高く、津波由来の可能性のある堆積物と評価されている。

【鳥取市気高町日光】

- ・盛土中に深度1.1m付近に挟まれる厚さ9cmのイベント堆積物が、西暦1833年の津波由来である可能性を否定できないとされている。

※1 2012年度の調査地点である米子空港東を含む

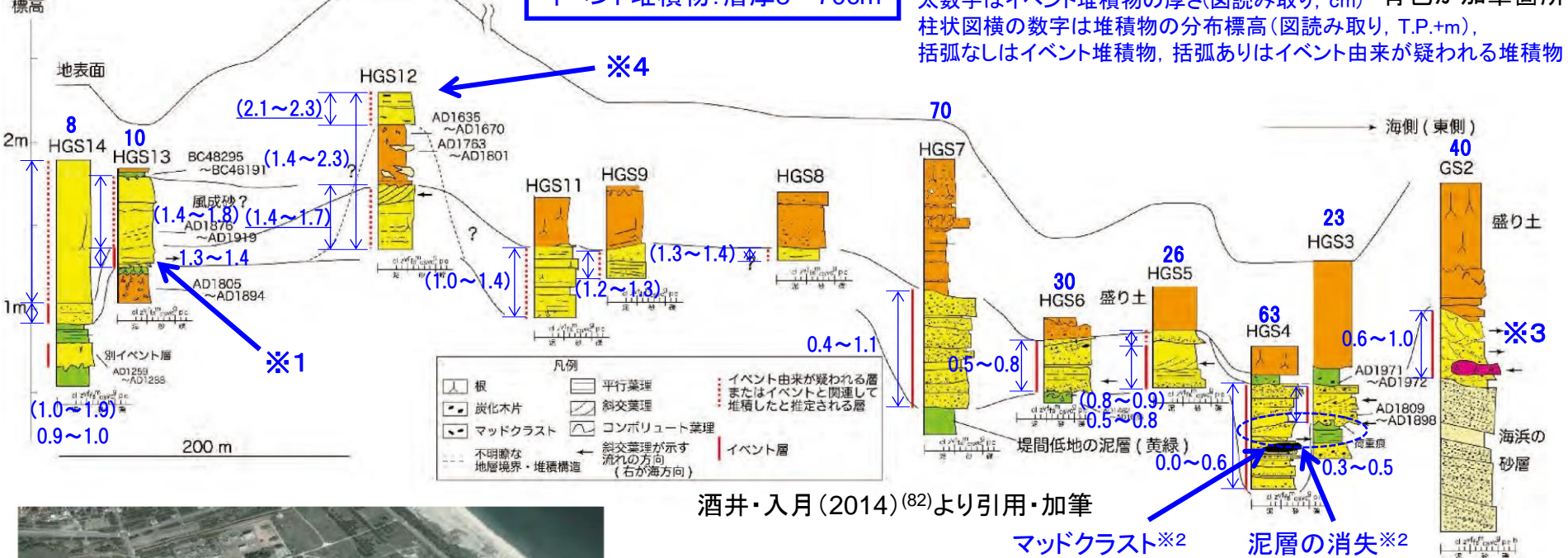
※2 下線部は1833年山形・庄内沖地震による津波に関する記載



文献番号①: 酒井・入月(2014)及び酒井ほか(2014)

第771回審査会合 資料1-3
P370 再掲

米子空港周辺の調査結果

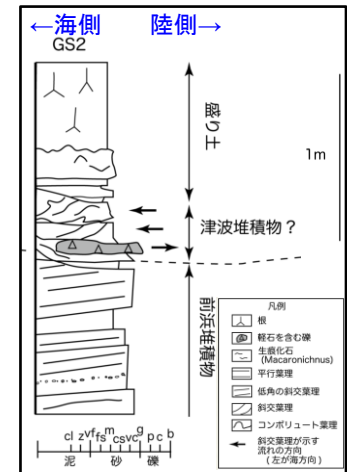


酒井・入月(2014)⁽⁸²⁾より引用・加筆

マッドクラスト※2 泥層の消失※2

- ※1: HGS13地点の標高約1~1.5mにおいて数%の海生珪藻化石を確認し、津波由来の可能性があると評価されている。この地点は1800年代中頃の海岸線の推定位置よりおよそ1km内陸側に位置するとされている。
- ※2: HGS3地点、HGS4地点の標高約0.5mについて、強い侵食の痕跡(HGS4地点におけるHGS3地点に認められる泥層の消失及びマッドクラストの存在)を確認し、津波由来を否定できない層として評価されている。
- ※3: GS2地点は、陸向きの流れを示す斜交層理と海向きの流れを示す斜交層理が認められるとされている。
- ※4: HGS12地点の標高約2.1~2.3mにおいて、イベント由来が疑われる層またはイベントと関連して堆積したと推定される層として評価されている。

(※1~3は酒井ほか(2014)⁽⁸³⁾参照, ※4は酒井・入月(2014)参照)



※3 GS2地点柱状図
酒井(2014b)より引用・加筆



酒井・入月(2014)より引用

文献番号①: 酒井(2014a)

第771回審査会合 資料1-3
P371 再掲

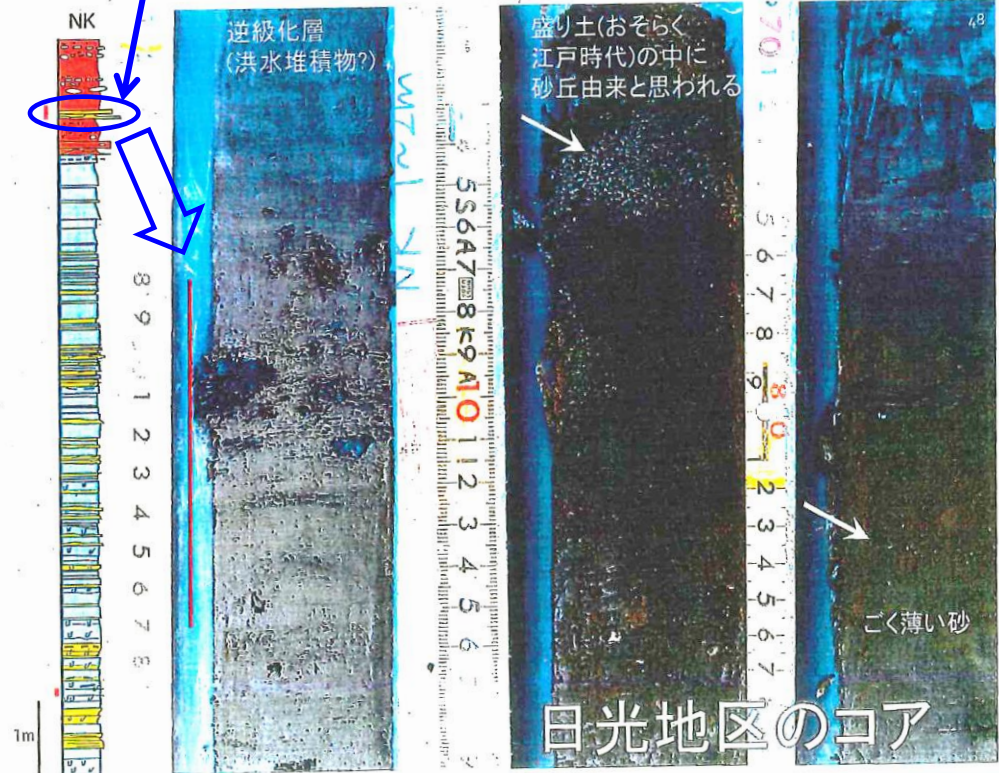
- ・酒井(2014a)では, 鳥取市気高町日光地区で採取したコアの深度1.1m付近にイベント堆積物を認めている。この堆積物は, 西暦1833年の津波由来であることが否定できないとしている。
- ・イベント堆積物は, 標高:海面下0.8m(孔口標高T.P.+0.3m, 深度1.08m※), 層厚9cmである。

※孔口標高は地理院地図(<https://maps.gsi.go.jp/>)の読み取り値, 深度は右下図読み取り値



調査位置図

イベント堆積物: 層厚9cm



酒井(2014a)より引用・加筆(青色が加筆箇所)

文献番号②:西口ほか(2014)

第771回審査会合 資料1-3 P372 再掲

・西口ほか(2014)⁽⁸⁴⁾に従い、東京大学による津波堆積物調査の概要を記す。

1. 調査概要

調査時期：2013年度

調査地点：米子空港東

調査概要：ハンディジオスライサーにより約70cmのコア試料採取(米子空港周辺)

砂試料採取(約600mごとに地表面下10cm地点の砂を、約1.2kmごとに地表面下50cm地点の砂を採取)

分析：OSL年代測定(コア試料)，TL測定(砂試料)

2. 調査結果

・米子空港東のコア試料の砂質堆積物を分析し、地表面から98~105cmの深さ(T.P.+0.9m付近)の層厚7cmが下層に比べて粒径もOSL年代も大きいことから、これが津波により短時間で輸送された津波由来の可能性のある堆積物であると、このOSL年代は1833年の山形・庄内沖地震による津波と整合的な値が得られたとされている。

※ 下線部は1833年山形・庄内沖地震による津波に関する記載



コア試料採取位置

西口ほか(2014)を引用・加筆(青色が加筆箇所)

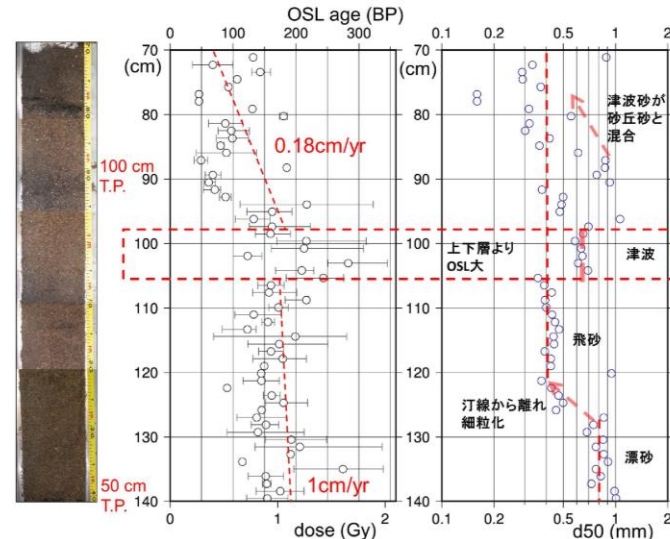


図4 米子空港東のコア試料におけるOSL分布(左)と粒径の分布(右)

分析結果とイベント堆積物の位置

西口ほか(2014)を引用

文献番号③: 入月ほか(2014)

第771回審査会合 資料1-3 P373 再掲

・入月ほか(2014)⁽⁸⁵⁾に従い、島根大学による津波堆積物調査の概要を記す。

1. 調査概要

過去に幾度か津波が来襲したことが明らかになっている隠岐諸島において津波堆積物調査を実施したとされている。

調査時期：2012年度, 2013年度

調査地点：隠岐諸島 重栖湾

調査概要：2012年度: 不明

2013年度: 押し込み式コーラーにより水深5.3m地点から95cmのコア試料採取

分析：粒度分析・甲殻類貝形虫分析・炭素14年代測定等

2. 調査結果

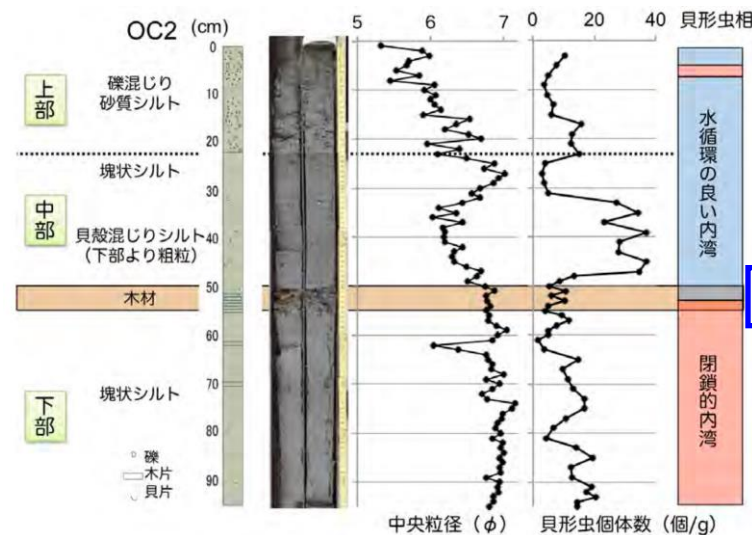
・顕著な砂層は認められなかったものの、炭素14年代測定等から、1833年山形県沖地震による津波により運搬された可能性がある木材層を挟んでいたとされている。採取したコア試料の下部層と中部層の境界(層厚5cm)に木材を挟在しており、これを境界とした貝形虫群集の急激な変化や、木材層の上位の中部層と上部層で貝形虫個体数と粒度(砂の含有率)の繰り返しが認められたとされている。^{※1} (木材挟在層は海面下5.8mに位置する。^{※2})

※1 下線部は1833年山形・庄内沖地震による津波に関する記載

※2 文献から読み取り



入月ほか(2014)を引用



イベント堆積物: 層厚5cm

文献番号④: 文部科学省(2016)

第771回審査会合 資料1-3 P374 再掲

・文部科学省(2016)⁽⁸⁶⁾に従い、「日本海地震・津波調査プロジェクト」による津波堆積物調査の概要を記す。

1. 調査概要

調査時期：2015年度
 調査地点：島根県大田市久手町，島根県海士町諏訪湾，鳥取県北栄町西園
 調査概要：オールコアボーリングによりコア試料(深度10~20m程度まで)を採取
 分析：粒度分析・貝化石の分析，微化石分析，年代分析等

2. 調査結果

各地点における調査結果は以下のとおりとされている。

【島根県大田市久手町】

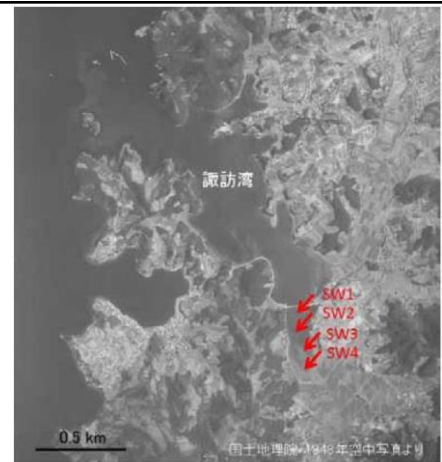
・イベントの可能性のある化石の挟在や濃集が認められた。

【島根県海士町諏訪湾】

・湾奥の4地点において，ボーリング調査を行った結果，約180年前(EV1)にイベント堆積物の可能性の高い砂や貝化石の挟在・濃集が認められた。^{※1}湾内の2地点では，明瞭なイベント堆積物は認められなかった。(SW2孔のEV1は，標高:海面下2.4m(孔口標高 T.P.+1.00m，深度-3.4m)，層厚3cmである。^{※2})

【鳥取県北栄町西園】

・イベント堆積物の可能性のある砂層は認定できた。

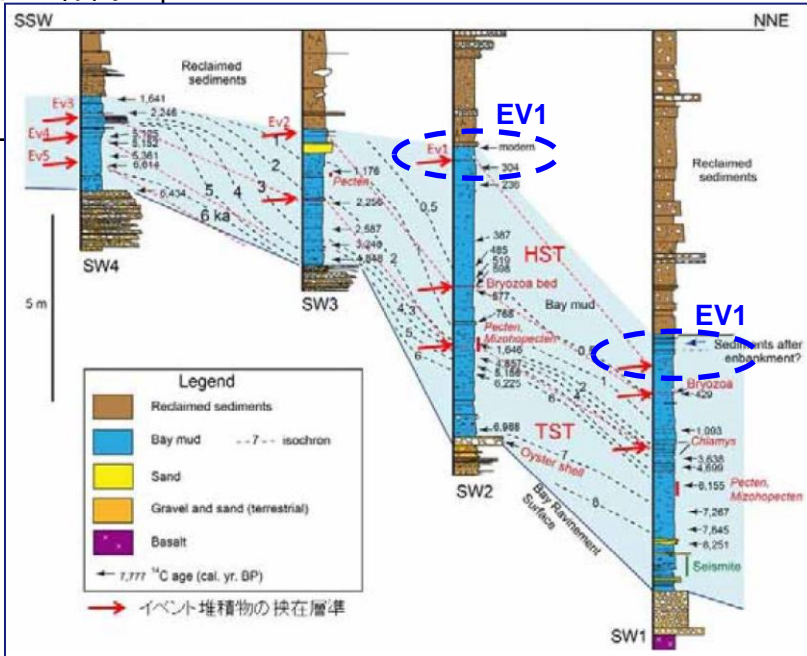


調査位置図

※1 下線部は1833年山形・庄内沖地震による津波に関する記載

※2 孔口標高は藤原ほか(2016)⁽⁸⁷⁾から引用，深度及び層厚は図面読み取り

イベント堆積物: 層厚3cm



文部科学省(2016)を引用，加筆(青色が加筆箇所)



文部科学省(2016)を引用

文献番号⑤: 酒井ほか(2016)

第771回審査会合 資料1-3 P375 再掲

・酒井ほか(2016)⁽⁸⁸⁾に従い、島根大学による津波堆積物調査の概要を記す。

1. 調査概要

調査時期：不明

調査地点：隠岐諸島(海士町諏訪湾・隠岐の島町重栖湾)，
鳥取県(米子市大篠津町、北栄町、鳥取市気高町日光地区)

調査概要：ボーリングによりコア試料を採取

分析：粒度分析・貝化石の分析、年代分析等

2. 調査結果

山陰地域における調査により、これまでに津波堆積物と断定できる堆積物は見つかっていないが、検出された津波由来の可能性の高い堆積物は、非常に薄く、微化石や化学分析を実施しない限り検出は困難であるとされている。各地点における調査結果は以下の通りとされている。

【隠岐諸島(海士町諏訪湾・隠岐の島町重栖湾)】

・明瞭な流れイベント層は見られなかったものの、粒径のわずかな増加、含まれる貝形虫化石の変化から、1833年山形・庄内沖地震津波の影響を受けた可能性のある層準が認められる。

・諏訪湾の湾奥部におけるボーリングからは、何層かのイベント層が検出されている。

【鳥取県米子市大篠津町(米子空港東)】

・OSL年代測定により、堆積物は1833年山形・庄内沖地震津波に由来する可能性が高いことが認められる。

【鳥取県北栄町、鳥取市気高町日光地区】

・およそ2000年前、4000年前の地層より津波由来の可能性の高い堆積物が検出されている。さらに北栄町ではおよそ5700年前の層準からも、津波由来の可能性の高い堆積物が検出されている。

※ 下線部は1833年山形・庄内沖地震による津波に関する記載

文献番号⑥: 宮本・玉井(2014)

第771回審査会合 資料1-3 P376 再掲

・宮本・玉井(2014)⁽⁸⁹⁾に従い、当社による津波堆積物調査の概要を記す。

1. 調査時期

2013年4月～2014年3月

2. 調査位置

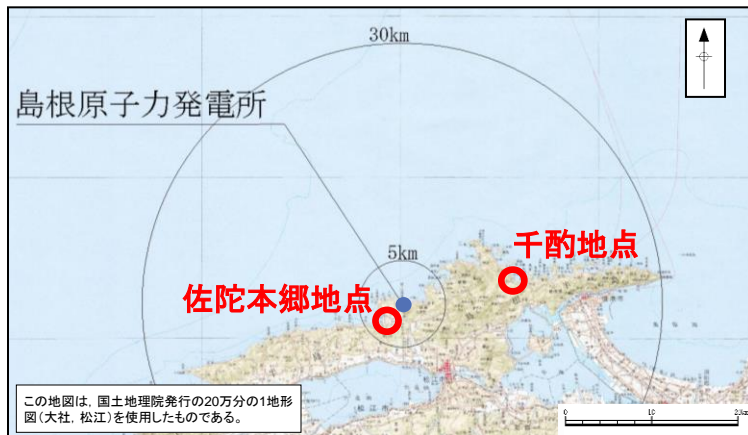
以下の2点を考慮し、松江市鹿島町佐陀本郷地点、及び松江市美保関町千酌地点を調査位置として選定した。

①海岸に砂州堆積物や砂丘堆積物が認められ津波堆積物が保存されやすい地形である。

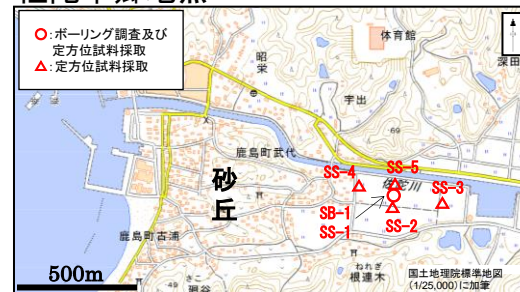
②内陸に平野が広がり、津波の遡上範囲・高さの追跡が可能である。

3. 調査・評価方法

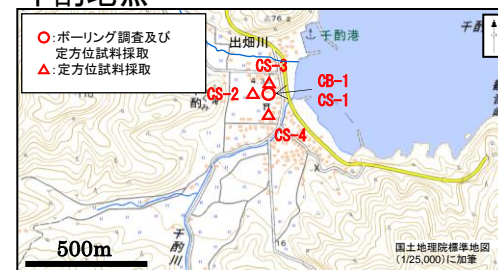
- ・ボーリング調査(岩着まで:掘進長20m程度)及び定方位試料採取(地表面から4～5m程度)によりコア採取を実施した。
- ・肉眼観察によりイベント堆積物の可能性のある地層(以下、異質層という)を抽出した。
- ・現海水準と同じ海水準であった時代以降(約4,000年前以降)に形成されたと考えられる異質層を検討対象とした。
- ・検討対象とした異質層に対して、年代測定、微化石分析(珪藻)、CNS分析等を実施し、異質層の成因を考察した。
- ・調査にあたっては、専門家の指導の下、実施した。



佐陀本郷地点



千酌地点



調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
佐陀本郷地点	1本	5本
千酌地点	1本	4本

文献番号⑥: 宮本・玉井(2014)

第771回審査会合 資料1-3 P377 再掲

4. 調査結果

- ・佐陀本郷地点及び千酌地点について、津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかった。

【共通】

- ・複数の異質層が認められたが、大半は、①微化石分析結果より海水生珪藻の割合が低いこと、②年代測定結果より上下層との年代関係に逆転が認められないこと、③帯磁率分析結果より帯磁率の変化傾向に特異性が無いことから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。津波由来を否定できない異質層については、以下のとおり検討・評価した。

【佐陀本郷地点】

- ・①軟X線観察結果より人工改変によるもの、②鉱物鑑定結果より砂丘形成時の飛沫により海水生の珪藻が混入した可能性が高いものと判断し、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

【千酌地点】

- ・CNS分析結果より淡水成に区分されるものと評価されることから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

各地点における堆積物調査結果 1/2

第771回審査会合 資料1-3 P378 再掲

・山陰地方における津波堆積物の文献調査の結果について、各地点におけるイベント堆積物の有無等を整理し、基準津波への反映を検討した。

地点	調査	調査結果				関連文献	基準津波への反映
		イベント堆積物の有無	イベントの時代	標高※	層厚※		
大田市久手町	ボーリング2本	有り	2000年前	T.P.-5.6m	5cm	④	対応する歴史地震の記録がないこと、イベント堆積物の標高がT.P.-5.6mと低いことから、評価対象外とする。
松江市鹿島町佐陀本郷	ボーリング1本(約20m) 定方位試料採取5本	無し	—	—	—	⑥(当社実施)	津波由来を示す積極的な証拠はないとされていることから、評価対象外とする。
松江市美保関町千酌	ボーリング1本(約20m) 定方位試料採取4本	無し	—	—	—	⑥(当社実施)	
島前海士町諏訪湾	ボーリング4本	有り	約180年前、約600年前、約2000年前、約5000～6000年前	海面下2.4m	3cm	④、⑤	イベント堆積物の標高が海面下であることから、評価対象外とする。
島後隠岐の島町重栖湾	コア2本(64cm、95cm)	有り	西暦1833年	海面下5.8m	5cm	①-4、③、⑤	層厚の厚いイベント堆積物は津波の規模を反映したものではないと考えられ、米子空港周辺のイベント堆積物の層厚としては10cm程度と評価する。(P384参照)
米子空港周辺	ハンディジオスライサー調査3本 ジオスライサー調査3本	有り	西暦1833年	T.P.+0.5m	23cm	①-1、①-3	
	コア12本(2m以下)	有り	西暦1833年	T.P.+0.5～2.3m	8～70cm	①-2、①-3、①-4、①-5、⑤	
	ハンディジオスライサー調査(約70cm)	有り	西暦1833年	T.P.+0.9m	7cm	②	
米子市淀江町	コア8本(2m以下)	無し	—	—	—	①-2、①-4	津波由来を示す積極的な証拠はないとされていることから、評価対象外とする。
北栄町大谷	コア1本	有り	約5700年前	T.P.+3.5m	12cm	①-2、①-4、④、⑤	対応する歴史地震の記録がないこと等から、評価対象外とする。
北栄町由良宿	コア2本	無し	—	—	—	①-2、①-4	
北栄町瀬戸	コア4本(約2～10m)	有り	約2000年前	T.P.-3.2m	20cm	①-1、①-3、①-4、④、⑤	
湯梨浜町	コア5本(2m以下)	無し	—	—	—	①-2、①-4	津波由来を示す積極的な証拠はないとされていることから、評価対象外とする。
鳥取市気高町日光	コア2本(10m)	有り	西暦1833年	海面下0.8m	9cm	①-2、①-4、⑤	イベント堆積物の標高が海面下であることから、評価対象外とする。
岩美町	コア19本(2m以下) コア1本(10m)	有り	西暦1200年以降～1600年頃	T.P.0m	21cm	①-2、①-4	対応する歴史地震の記録がないこと、イベント堆積物の標高がT.P.0m以下と低いことから、評価対象外とする。

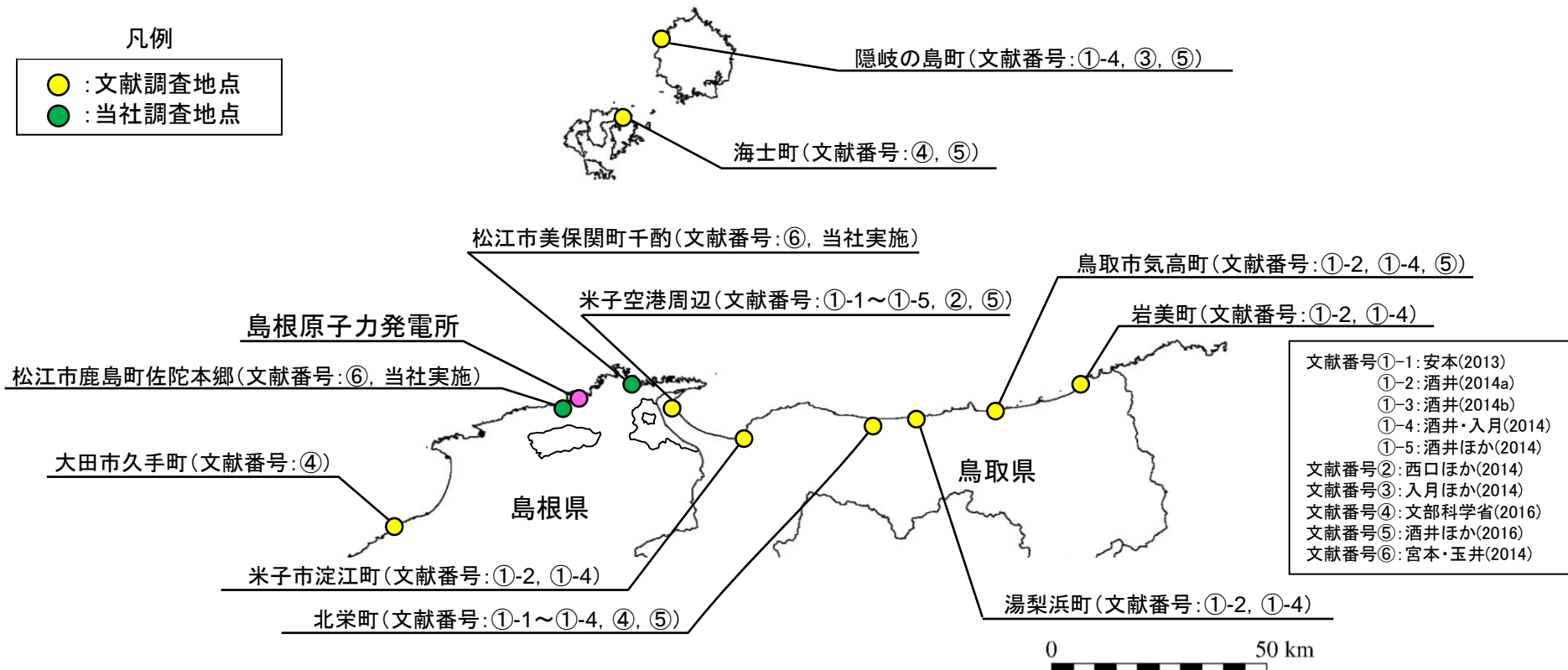
※ 文献に数値の記載がない場合、図より読み取った値を記載。複数のイベント層がある場合は最大値を記載。

各地点における堆積物調査結果 2/2

第771回審査会合 資料1-3 P379 再掲

凡例

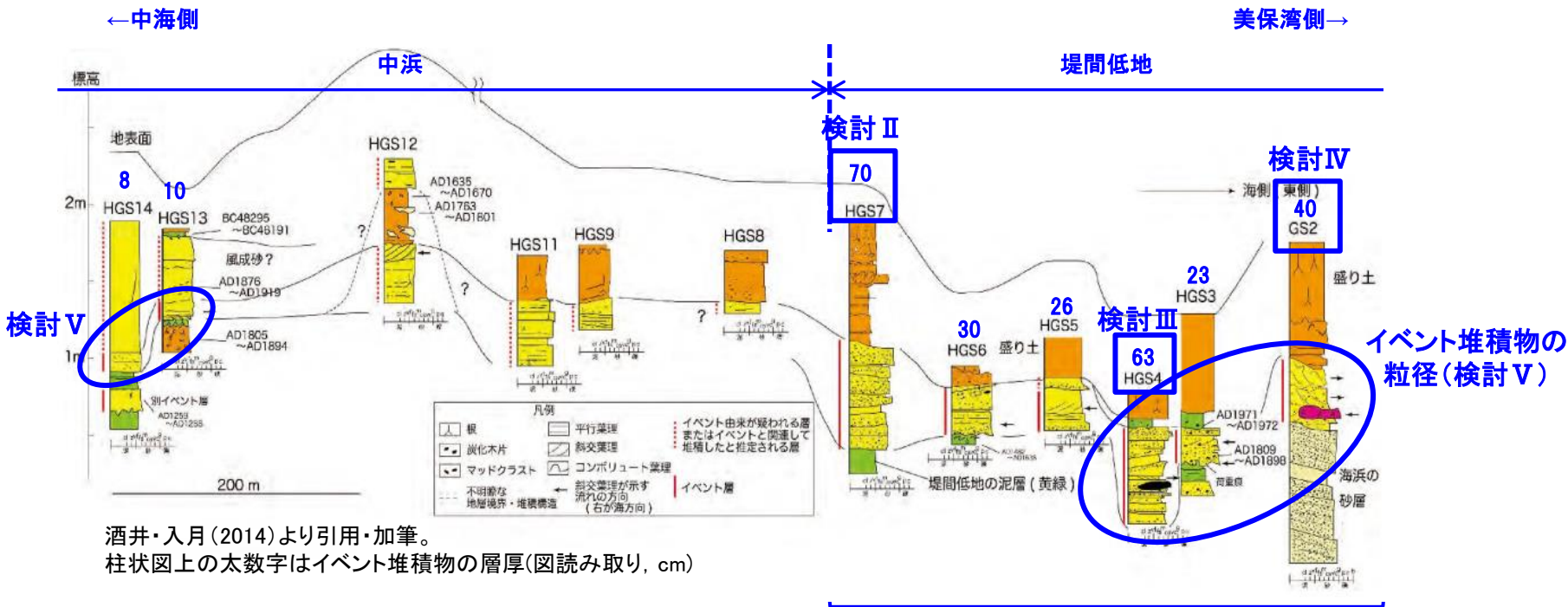
- : 文献調査地点
- : 当社調査地点



8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2) イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 1833年山形・庄内沖地震由来のイベント堆積物 米子空港周辺の調査結果

第771回審査会合 資料1-2 P293 再掲

青色が加筆箇所



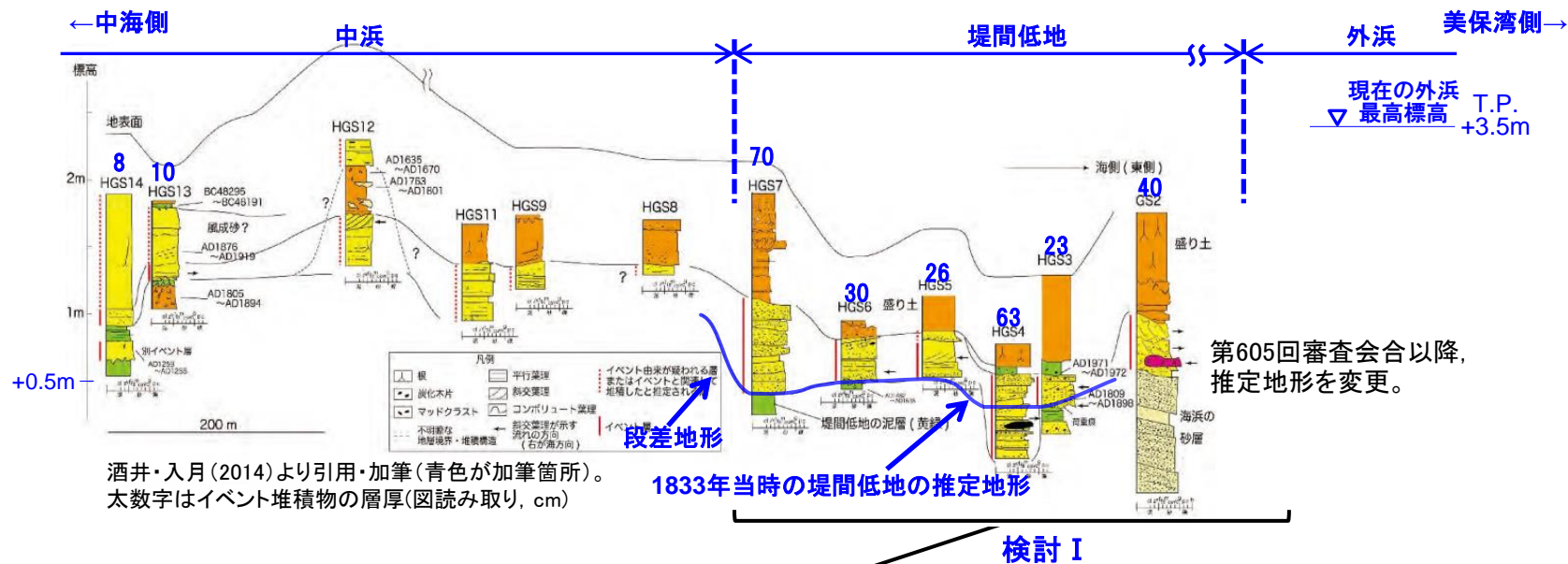
酒井・入月(2014)より引用・加筆。
柱状図上の太数字はイベント堆積物の層厚(図読み取り, cm)

堤間低地においてイベント堆積物が厚くなる(検討 I)

- ・酒井・入月(2014)ほかによれば、米子空港周辺で認められる層厚の厚いイベント堆積物(GS2地点~HGS7地点)は、堤間低地に位置し、その層厚は、23~70cm※であり、一部において層厚が厚くなる地点(GS2地点, HGS4地点及びHGS7地点)が認められる。
- ・堤間低地外の中海側に位置するHGS13地点及びHGS14地点では、層厚10cm程度のイベント堆積物が認められる。
- ・これら堤間低地におけるイベント堆積物の層厚の厚い箇所について、検討 I ~ IVにおいて地形や津波堆積物に関する知見に基づき、個別に検討した。また、検討 Vにおいてイベント堆積物の粒径に関する知見に基づき、追加検討した。

※イベント堆積物の層厚は図読み取り

米子空港周辺地点の堤間低地においてイベント堆積物の層厚が厚く分布することに関する当社の見解は以下のとおり。



- ・米子空港周辺地点が位置する弓ヶ浜半島について、^{かごはら}楮原・今泉(2003)⁽⁹⁰⁾がその地形発達史を検討しており、現在米子空港周辺地点には中浜と外浜の2つの浜堤があり、この境に堤間低地が分布するとしている。楮原・今泉(2003)に基づけば、1833年山形・庄内沖地震による津波発生時に外浜は既に形成されており、米子空港周辺地点付近には中浜との境界に段差地形を伴う堤間低地が存在していたと考えられる(P366参照)。
- ・現在の米子空港周辺の地形断面図を作成した結果、海岸線に平行な2列の地形的高まり(外浜及び中浜)があり、高まりの間にそれらに平行な低地(堤間低地)が認められ、その高さは外浜は標高約2~3.5m、中浜は標高約2.5~5m、堤間低地は標高約2.5mである(P367参照)。また、1833年山形・庄内沖地震による津波発生時の堤間低地の高さを酒井・入月(2014)に基づき推定した結果、標高約0.5mと考えられる(P368参照)。
- ・一般的には、津波が浜堤を越えて遡上する際、浜堤を削剥し、削剥した砂を津波堆積物として堆積させることが知られている。また引き津波も陸側の堆積物を削剥し、削剥した堆積物を津波堆積物として堆積させることが知られている。

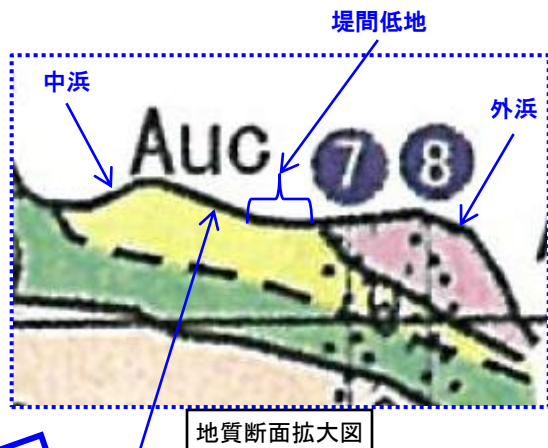
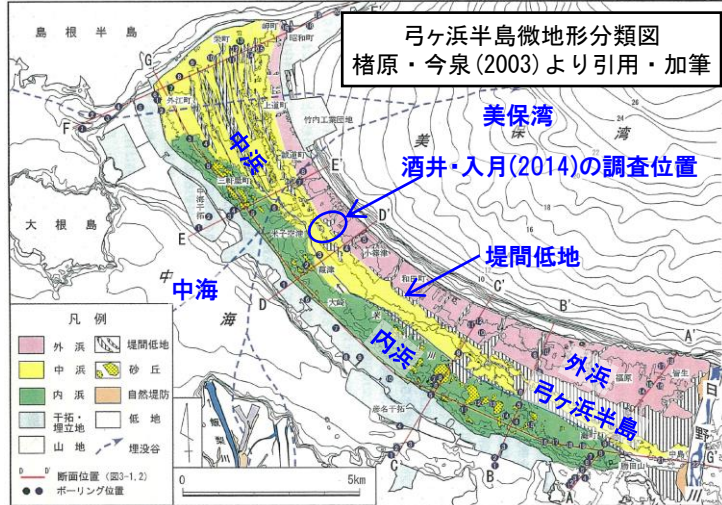
【上記を踏まえた当社の見解】

- ・GS2地点~HGS7地点は、浜堤に挟まれた堤間低地に位置することから、遡上する津波及び引き津波の双方から砂質堆積物が供給され堆積したことになり、層厚が全体的に厚くなったと考えられる。

文献: 楢原・今泉 (2003)

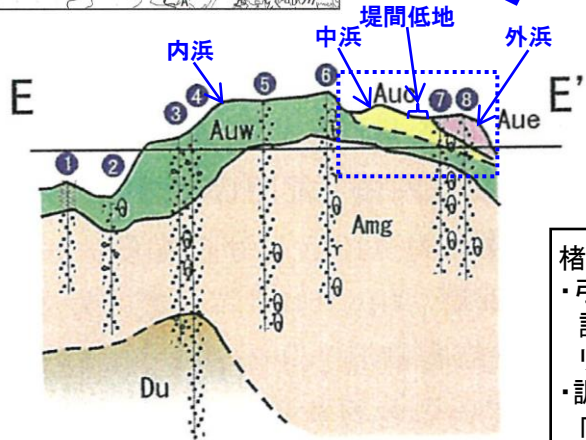
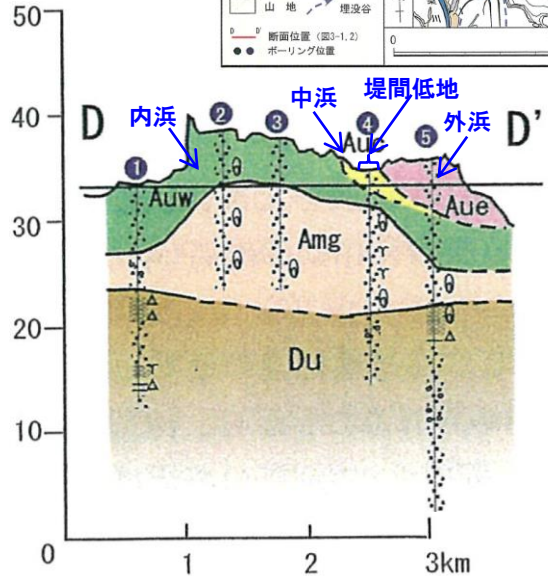
第771回審査会合 資料1-2 P295 再掲

楢原・今泉(2003)に基づけば、米子空港周辺地点には中浜と外浜の2つの浜堤があり、この境に堤間低地が分布する。地質断面図からは中浜と堤間低地の境界に段差地形が認められる。1833年山形・庄内沖地震による津波発生時に外浜は既に形成されていたことから、中浜との境界に段差地形を伴う堤間低地が存在していたと考えられる。また外浜は、既にある浜堤の前面に新たな浜堤を付加するように成長した地形発達過程を経たと考えられる。



青色が加筆箇所

沖積上部	内浜層	■
	中浜層	■
	外浜層	■
沖積中部・下部層	洪積層	■
	基盤	□
砂礫	貝殻片	○
砂	腐植	▽
シルト	火山灰	△
粘土	試錐位置	⊙
略号(図5参照)		
Auw	沖積上部内浜層	
Auc	沖積上部中浜層	
Aue	沖積上部外浜層	
Amg	沖積中部砂礫層	
Amm	沖積中部泥層	
Al	沖積下部層	
Du	洪積層	
B	基盤岩	



弓ヶ浜半島地質断面図
楢原・今泉(2003)より引用・加筆

楢原・今泉(2003)
 ・弓ヶ浜半島の地形変化を明らかにするために、空中写真判読と現地調査によって微地形分類図を作成し、既存のボーリング資料に基づいて地質断面の検討を行った。
 ・調査の結果、弓ヶ浜半島の砂州は中海側から美保湾側に向かって、内浜、中浜、外浜と呼ばれる3列の浜堤からなり、中浜と外浜は連続する堤間低地によって境されることを示した。またこれら浜堤のうち外浜の地形発達過程については、既にある浜堤の前面に新たな浜堤を付加するように1000~100年前頃の期間に形成されたことを示した。

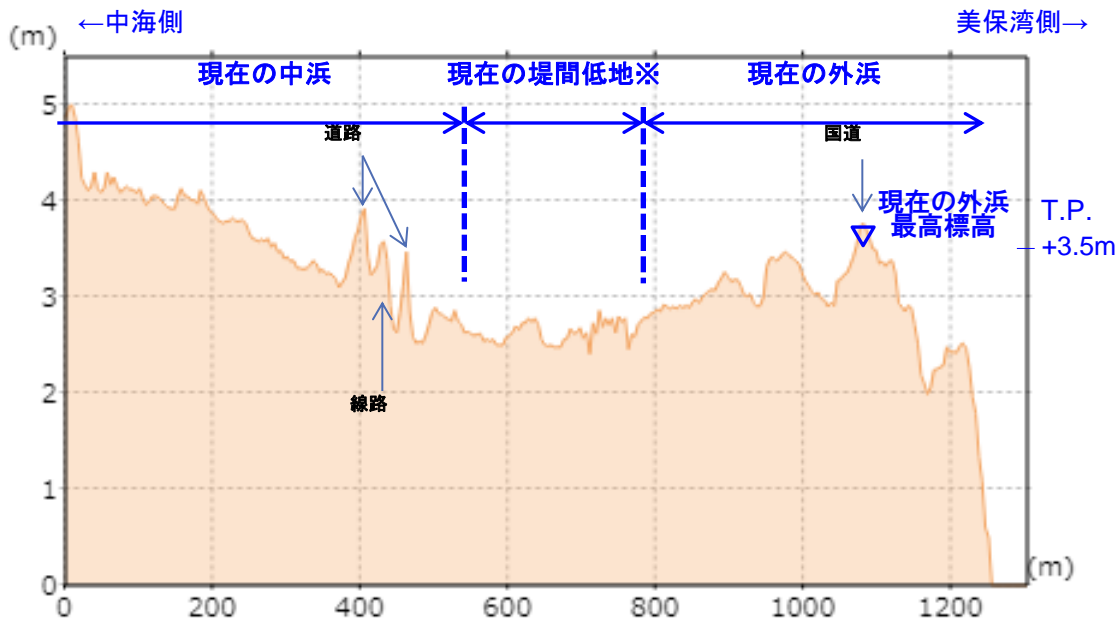
米子空港周辺地形状況 現在の地形状況

第771回審査会合 資料1-2 P296 再掲



酒井・入月(2014)の調査位置及び地形断面作成位置

・現在の米子空港周辺の地形断面図を作成した結果、海岸線に平行な2列の地形的高まり(外浜及び中浜)があり、高まりの間にそれらに平行な低地(堤間低地)が認められ、その高さは、外浜は標高約2~3.5m、中浜は標高約2.5~5m、堤間低地は標高約2.5mである。



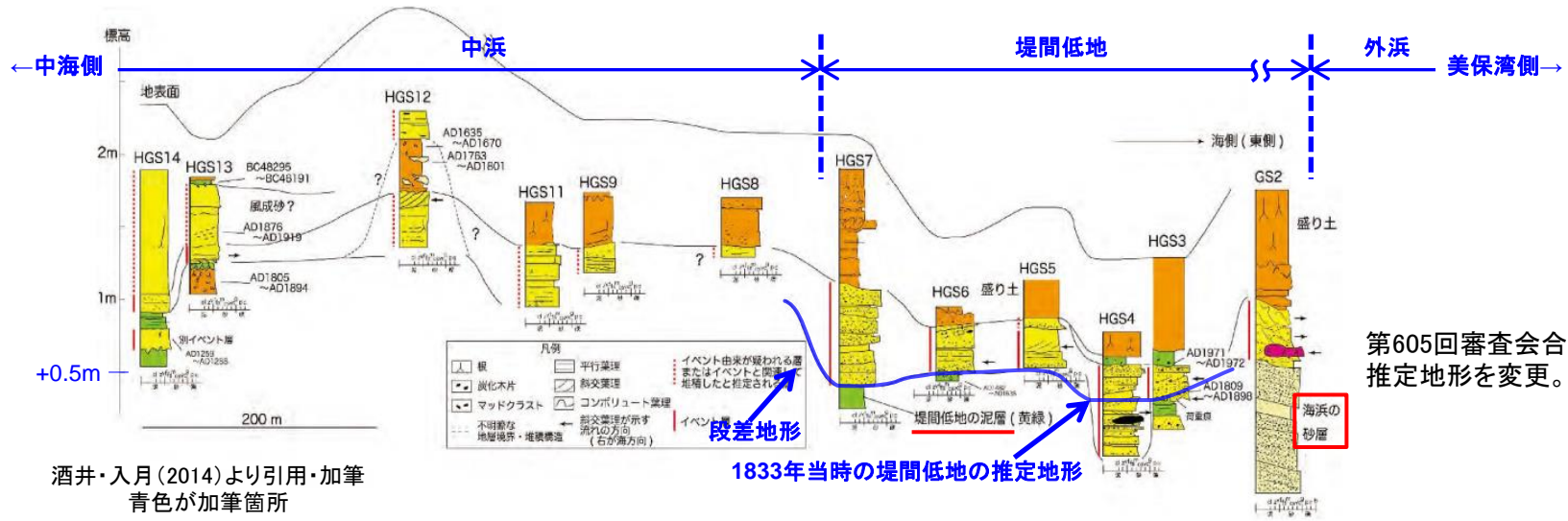
現在の米子空港周辺の地形断面図

地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp/>) の「断面図」機能を用いて作成

※ 外浜は100年前頃まで形成されていた(椿原・今泉(2003))ことから、堤間低地の位置は1833年と異なると思われる。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 米子空港周辺地形状況 1833年当時の地形状況

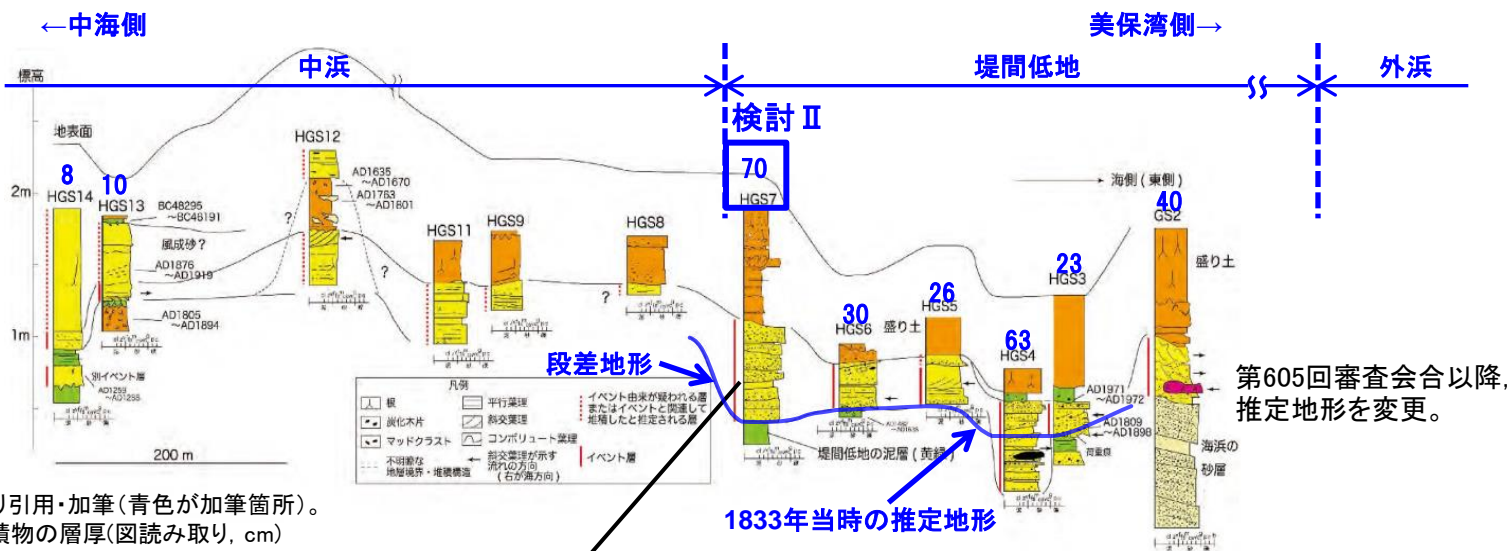
第771回審査会合 資料1-2 P297 再掲



酒井・入月(2014)より引用・加筆
 青色が加筆箇所

- ・ 1833年山形・庄内沖地震による津波発生時の堤間低地について、酒井・入月(2014)ほかの「堤間低地の泥層」に基づき推定した地形を上図に示す。細部の考え方を以下に示す。
 - 1) GS2地点は海浜の砂層上位に後浜堆積物、浜堤堆積物等が認められないことから、浜堤堆積物等が津波によって削剥されたと考えられる。推定地形は削剥量が不明であることから外浜に向けて高くなる地形面とする。
 - 2) HGS3地点、HGS6地点及びHGS7地点の堤間低地の泥層は津波により削剥を受けた可能性があるが、その削剥厚を評価できないことから、この上面を当時の地形面とする。なおHGS3地点は泥層が2層認められるが、¹⁴C年代値に基づき、下位側を当時の泥層とする。
 - 3) HGS4地点は、HGS3地点から約50cm離れた箇所であること(酒井ほか(2014))、局所的な侵食が発生したために泥層が失われたと考えられること(酒井ほか(2014))から、当時の地形面がHGS3地点と大きな差がないと判断し、HGS3地点と同じ高さの地形面とする。
 - 4) HGS5地点は泥層を確認していないが、試料が得られていないことから、HGS3地点及びHGS6地点を参考にボーリング下端を地形面とする。
 - 5) HGS7地点より中海側は、当時既に中浜が存在していたと考えられることから、中浜の高さに向けて高くなる地形面とする。

米子空港周辺地点で確認されたイベント堆積物のうちHGS7地点で認められた厚い堆積物に関する、当社の見解は以下のとおり。



酒井・入月(2014)より引用・加筆(青色が加筆箇所)。
太数字はイベント堆積物の層厚(図読み取り, cm)

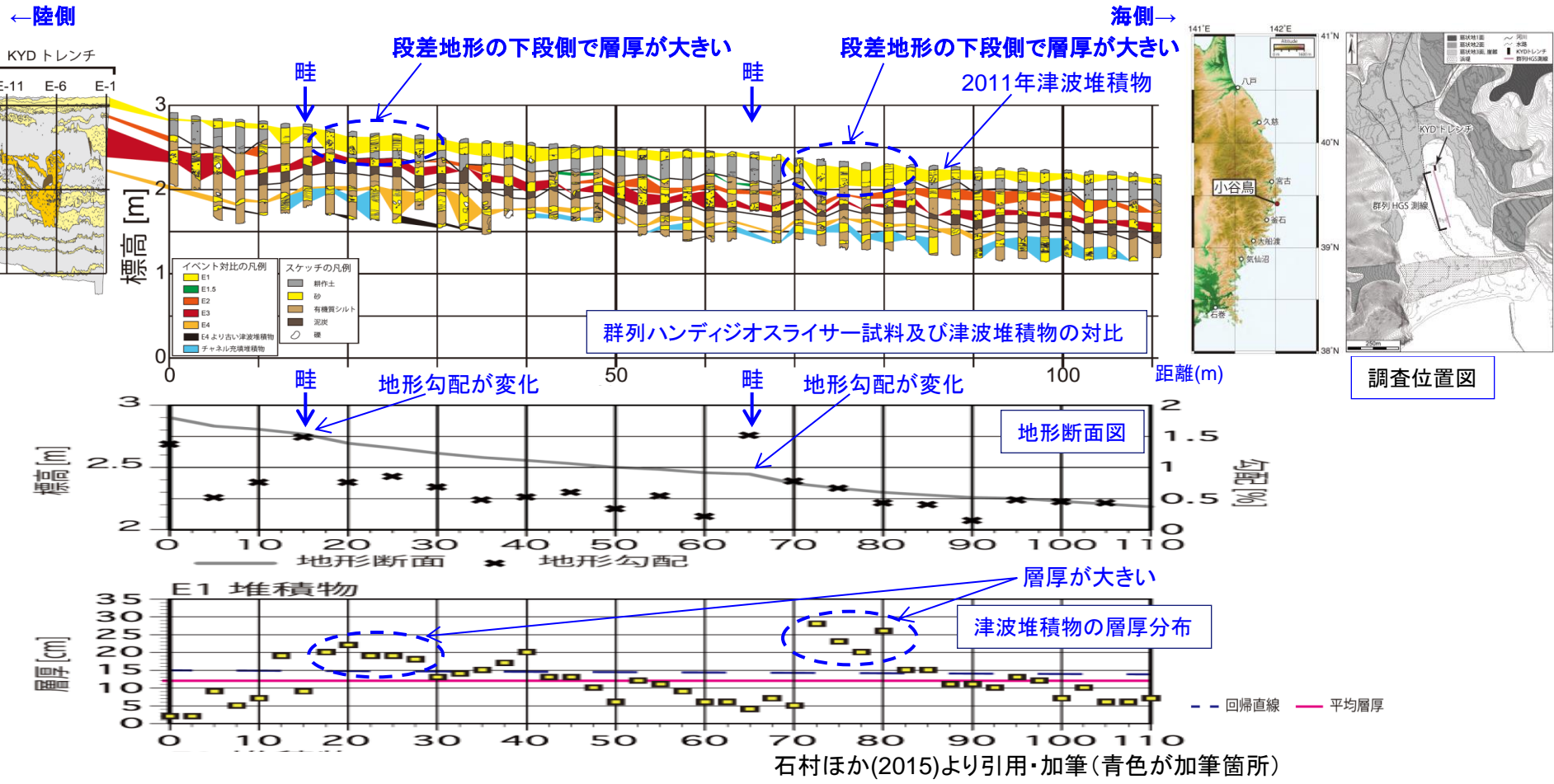
- ・石村ほか(2015)⁽⁹¹⁾は、2011年津波堆積物の層厚が数cm~30cmまで変化するが、その変化は微地形との対応がよく、土地区画による地形効果の影響と考えられることを示した。また畦を境にし、その上段側では層厚が薄く、下段側では層厚が大きいことを示した(次頁参照)。
- ・石村ほか(2015)に基づけば、津波堆積物の層厚は、堆積前の旧地形形状に影響され、例えば畦のような段差地形が存在する場合、下段側で層厚が大きくなる場合があると考えられる。
- ・1833年当時の地形は、現在同様に外浜、中浜及び堤間低地があり、堤間低地の中海側には段差地形があることが推定される。

【上記を踏まえた当社の見解】

- ・イベント堆積物70cmが認められるとされているHGS7地点では、堤間低地内に位置すること、さらには堤間低地と中浜の境界付近の段差地形の下段側に位置したために、段差を埋めるように堆積物が厚く堆積したと考えられる。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 文献:石村ほか(2015)

・石村ほか(2015)に基づけば、津波堆積物の層厚は、堆積前の旧地形形状に影響され、例えば畦のような段差地形が存在する場合、下段側で層厚が大きくなる場合があると考えられる。



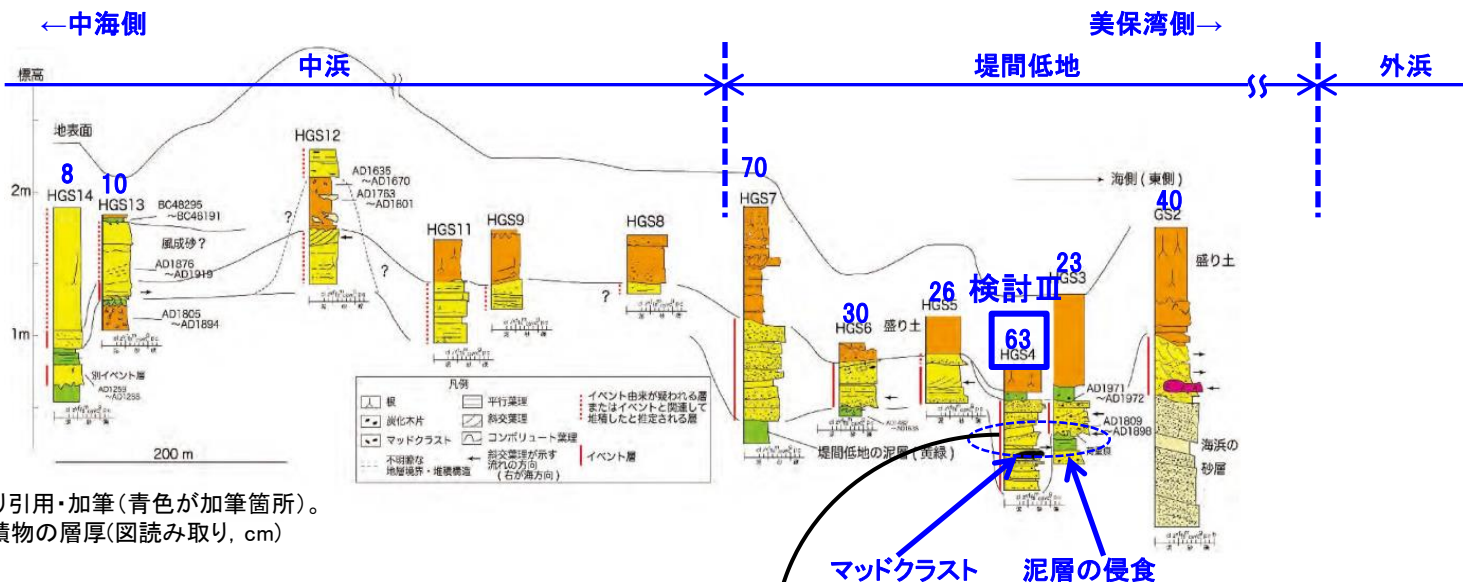
石村ほか(2015)

- ・三陸海岸の沖積低地において高密度群列ハンディジオスライサーによる津波堆積物の調査を実施した。
- ・調査の結果、2011年津波堆積物の層厚が数cm～30cmまで変化するが、その変化は微地形との対応がよく、土地区画による地形効果の影響だと考えられることを示した。また地形勾配が変化する畦を境にし、その上段側では層厚が薄く、下段側では層厚が大きいことを示した。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察

米子空港周辺地点のイベント堆積物の層厚に関する検討Ⅲ

米子空港周辺地点で確認されたイベント堆積物のうちHGS4地点で認められた厚い堆積物に関する、当社の見解は以下のとおり。



酒井・入月(2014)より引用・加筆(青色が加筆箇所)。
太数字はイベント堆積物の層厚(図読み取り, cm)

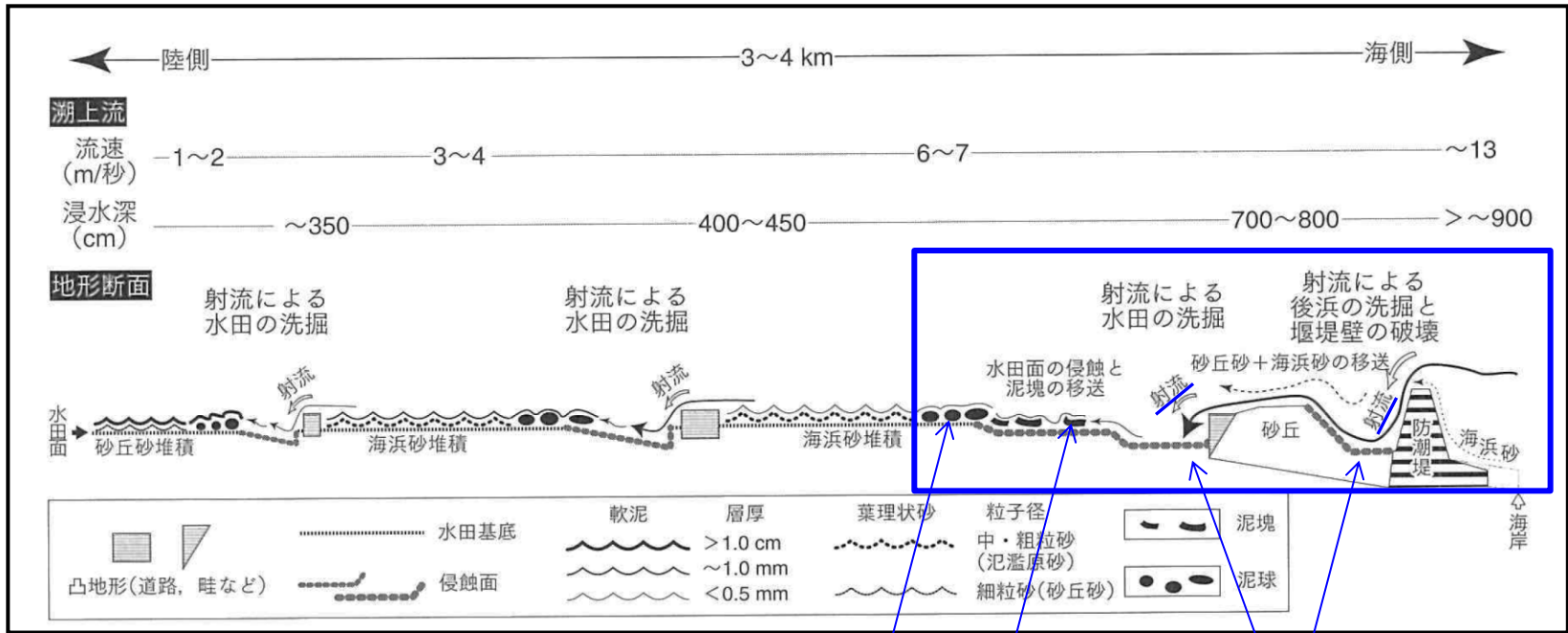
- ・箕浦(2011)⁽⁹²⁾は2011年東北地方太平洋沖地震の津波によって発生した地表侵食と物質の運搬及び堆積を模式図に示し、その中で、津波が防潮堤や砂丘を超えて流体が落下する際、発生した射流が侵食や洗掘の原動力となったとした(次頁参照)。
- ・藤原(2015)⁽⁹³⁾は箕浦(2011)を引用し、津波堆積物に含まれるマッドボールについて、渦やその周辺に堆積していた土が津波で侵食・削剥されマッドクラストとなり、流水で移動するうちに丸まったものであるとし、マッドボールが地層から発見されれば、大規模な侵食を起こしたイベントを認定する一つの指標になるとした(次頁参照)。
- ・また、酒井ほか(2014)によれば、当該地点についてはHGS3地点の海側(美保湾側)に小さな浜堤が存在し、そこを超えた流れによる局所的な侵食が発生したために、堆積物が厚く堆積したとされている(P378参照)。

【上記を踏まえた当社の見解】

・イベント堆積物63cmが認められるとされているHGS4地点では、堤間低地に位置すること、さらにはマッドクラストが認められたこと等から、浜堤を乗り越えた津波が射流となって堤間低地の泥層の一部を侵食し凹地を形成したことで、局所的に厚いイベント堆積物が形成されたと考えられる。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 文献:箕浦(2011)及び藤原(2015)

- ・箕浦(2011)は、津波が地形的高まりを超えて流れる場合、射流が発生し局所的な侵食作用が発生するとした。
- ・藤原(2015)は、イベント堆積物中にマッドボール(マッドクラスト)が発見された場合、大規模な侵食を伴ったイベントを認定する指標となるとした。



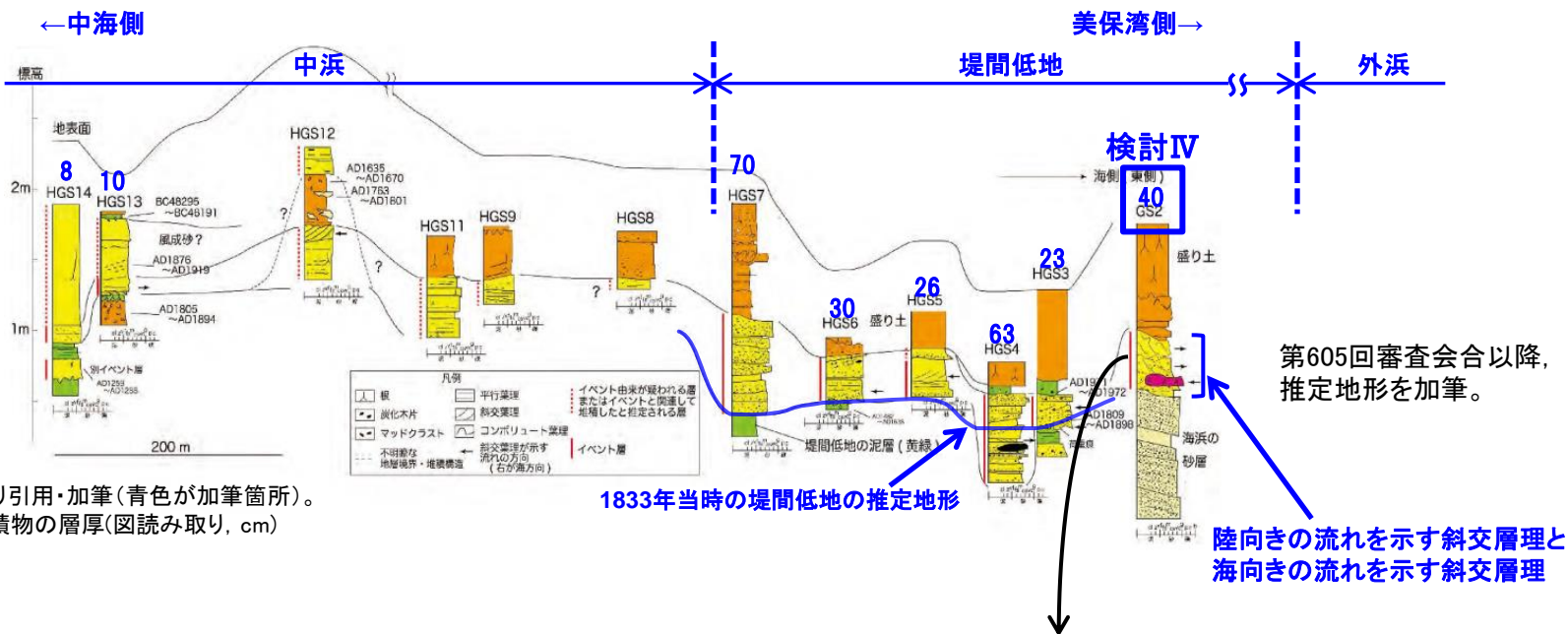
津波による地表侵食と物質の運搬及び堆積を説明する模式図

マッドボール
マッドクラスト
箕浦(2011)より引用・加筆 (青色が加筆箇所)
射流が発生し局所的な侵食作用が発生

箕浦(2011)
 ・2011年東北地方太平洋沖地震の津波によって発生した地表侵食と物質の運搬及び堆積を模式図に示した。その中で、津波が防潮堤や砂丘を超えて流体が落下する際、発生した射流が侵食や洗掘の原動力となったとした。

藤原(2015)
 ・箕浦(2011)を引用し、津波堆積物に含まれるマッドボールについて、潟やその周辺に堆積していた土が津波で侵食・削剥されマッドクラストとなり、流水で移動するうちに丸まったものであるとし、マッドボールが地層から発見されれば、大規模な侵食を起こしたイベントを認定する一つの指標になるとした。

米子空港周辺地点で確認されたイベント堆積物のうちGS2地点で認められた厚い堆積物に関する、当社の見解は以下のとおり。



酒井・入月(2014)より引用・加筆(青色が加筆箇所)。
太数字はイベント堆積物の層厚(図読み取り, cm)

・酒井(2014b)は、GS2地点で認められた層厚40cmのイベント堆積物の試料写真と柱状図に、下位から順に陸向きの流れを示す斜交層理を有する層、海向きの流れを示す斜交層理を有する層、海向きの流れを示す斜交層理を有する層を記載し、またこの境界に荷重痕が認められることを記載した(次頁参照)。

【上記を踏まえた当社の見解】

- ・イベント堆積物40cmが認められるとされているGS2地点では、堤間低地に位置すること、さらには層厚40cmのイベント堆積物は3つのユニットに細区分され、斜交層理の向きから、下部は遡上津波から、中部及び上部は引き津波から堆積したことから、層厚が厚くなったと考えられる。
- ・細区分されたユニットのうち、中部ユニットの最上位に荷重痕が認められた。これは引き津波の際に流れが激み、細粒堆積物を沈降させる過程があったことを示すことから、この地点より沖側に流れを激ませる浜堤の高まりがあったと考えられる。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 文献:酒井(2014b)

・酒井(2014b)によると、層厚40cmのイベント堆積物は3つのユニットに細区分され、斜交層理の向きから、下部は遡上津波から、中部及び上部は引き津波から堆積したと考えられる。

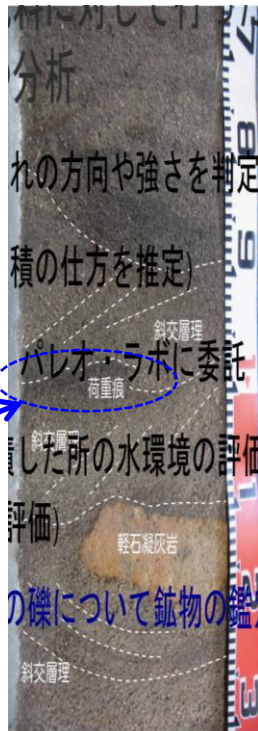
青色が加筆箇所

GS2試料写真

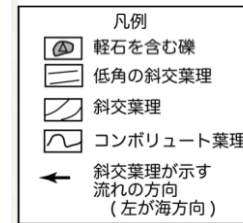
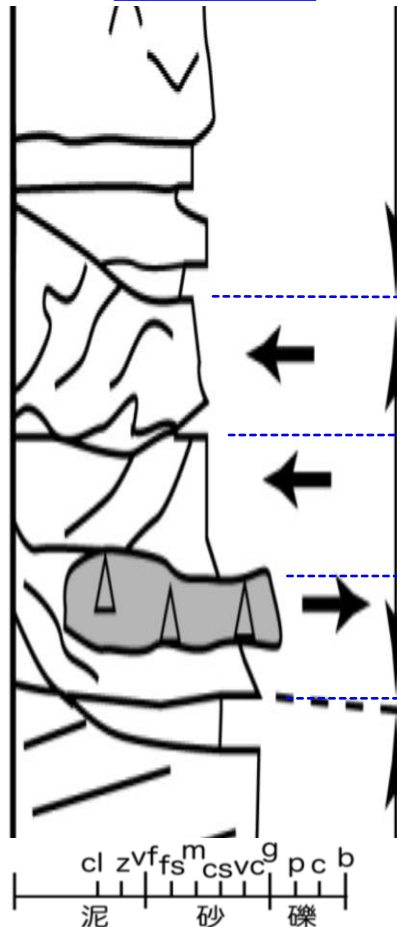
←海側

GS2柱状図

陸側→



海向きの流れを示す斜交層理の間に認められる荷重痕



海向きの流れを示す斜交層理

海向きの流れを示す斜交層理

陸向きの流れを示す斜交層理

酒井(2014b)より引用
(写真上の文字は文献記載文字)

酒井(2014b)

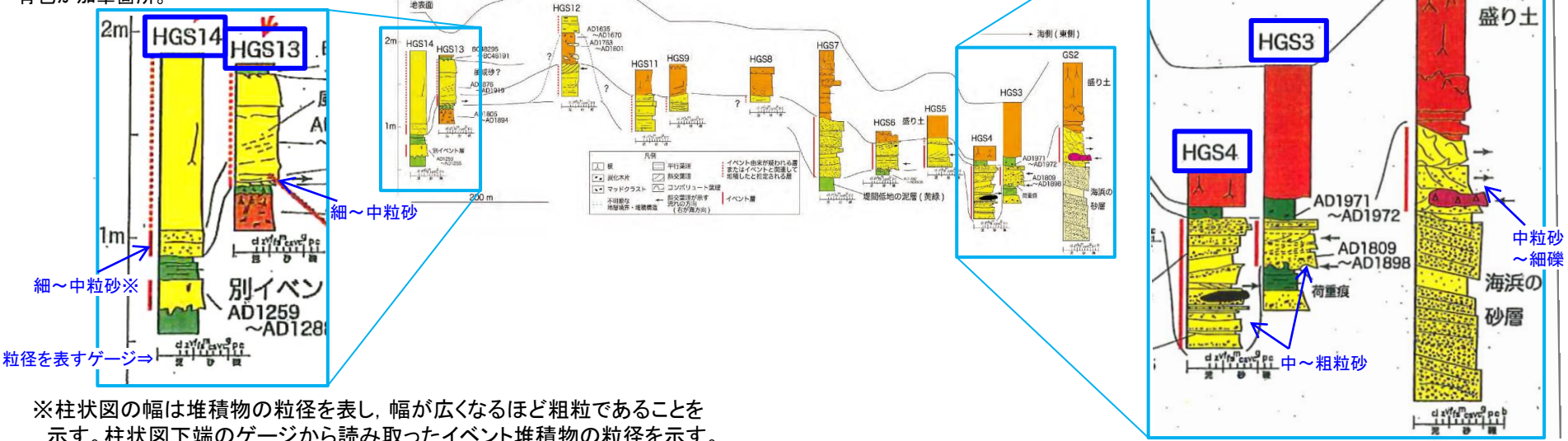
・GS2地点で認められた層厚40cmのイベント堆積物の試料写真と柱状図に、下位から順に陸向きの流れを示す斜交層理を有する層、海向きの流れを示す斜交層理を有する層、海向きの流れを示す斜交層理を有する層を記載し、またこの境界に荷重痕が認められることを記載した。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察

米子空港周辺地点のイベント堆積物の層厚に関する検討 V

米子空港周辺地点の堤間低地においてイベント堆積物の粒径に関する当社の見解は以下のとおり。また、内陸側のイベント堆積物の粒径に関する当社の見解は以下のとおり。

断面図は、酒井・入月(2014)より引用・加筆。
拡大柱状図は、酒井(2014a)より引用・加筆。
青色が加筆箇所。

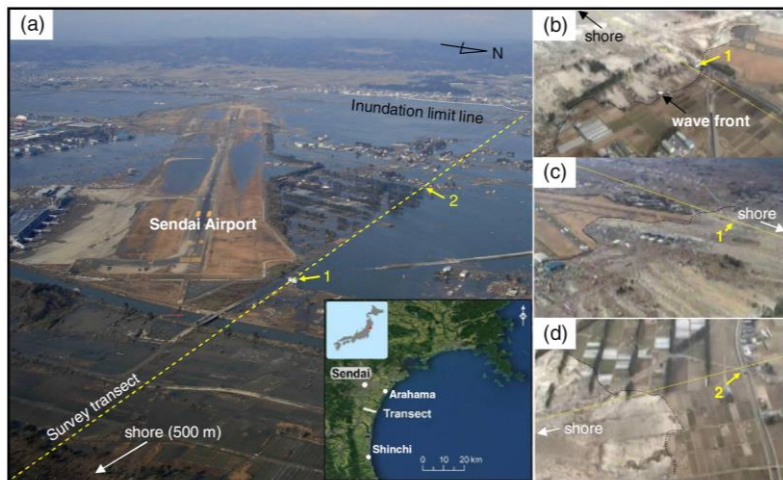


- ・Goto et al.(2011)⁽⁹⁴⁾によれば、津波堆積物は内陸部に向けて薄くなり、粗粒な粒子ほど海岸側に堆積させると考えられる。また津波は流路途中にある浜堤の砂や水田の泥を取り込みながら遡上すると考えられるとされる(次頁参照)。
- ・須藤(2010)⁽⁹⁵⁾及び楮原・今泉(2003)によれば、弓ヶ浜において、外浜及び海浜の砂は中～粗粒砂で構成され、中浜はシルト～細粒砂からなるとされる(P377参照)。
- ・酒井(2014a)の柱状図によれば、5箇所の津波堆積物のうち、GS2地点は中粒砂～細礫、HGS3地点・HGS4地点は中～粗粒砂、HGS13地点・HGS14地点は細～中粒砂からなるとされる。

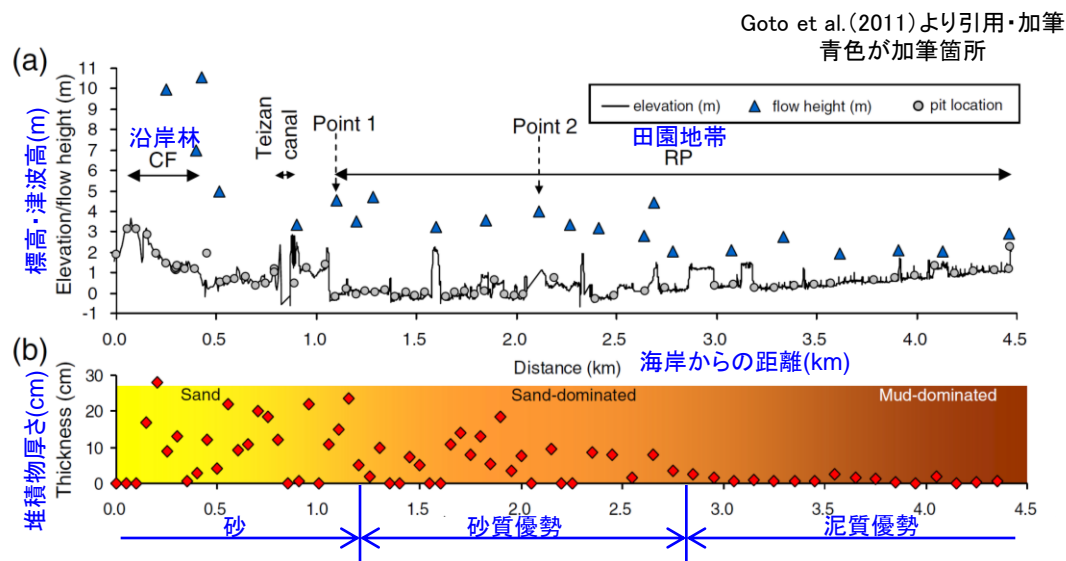
【上記を踏まえた当社の見解】

- ・イベント堆積物のうち、堤間低地の海岸寄りのGS2～HGS4地点は主に粗粒砂が厚く堆積する。これは浜堤を乗り越えた津波が海浜や外浜の粗粒な砂を削剥し、近くの堤間低地に運搬・堆積させた結果と考えられる。
- ・内陸側のHGS13地点・HGS14地点は細～中粒砂が薄く堆積する。これは河川沿いに遡上した津波が中浜の細粒砂を取り込み、中浜内の低地に運搬・堆積させた結果と考えられる。

・Goto et al.(2011)によれば、津波堆積物は内陸部に向けて薄くなり、粗粒な粒子ほど海岸側に堆積させると考えられる。また津波は流路途中にある浜堤の砂や水田の泥を取り込みながら遡上すると考えられる。



調査位置図



Goto et al.(2011)

- ・仙台平野における東北地方太平洋沖地震の浸水域と津波堆積物の調査結果に基づくと、津波は内陸部4.5kmまで浸水したが、厚さ0.5cmを超える砂質堆積物は2.8km(浸水距離の62%)までしか分布していなかった。しかし、津波堆積物は泥質層として浸水限界まで分布している。
- ・津波堆積物は、沿岸林で約30cmと厚く、全体としては内陸薄層化、細粒化傾向にある。
- ・内陸部の1.2~2.8km間では、津波堆積物は砂質優勢であり、泥のラミナとリップアップクラストを伴う。さらに内陸(2.8~4.5km)では、泥質優勢となる。
- ・海岸線から1kmまでもたらされた砂質堆積物は、海岸や浅海底に由来する可能性が最も高い。さらに内陸部では、砂丘や浜堤の堆積物、田園地帯において液状化によって噴出した砂が砂質堆積物として供給された。
- ・さらに内陸側に堆積した厚い泥質堆積物は、おそらく大部分が田園地帯の土壌が供給元となっている。

・須藤(2010)及び楮原・今泉(2003)によれば,弓ヶ浜において,外浜及び海浜の砂は中～粗粒砂で構成され,中浜はシルト～細粒砂からなる。



第1図 調査区域の地質略図。地質調査所の100万分の1日本地質図第3版(1992)を簡略化。●は砂の観察地点で,地名は,1.日野川河口,2.弓ヶ浜公園,3.弓ヶ浜中央,4.弓ヶ浜北部,5.山佐,6.飯梨川中流,7.飯梨川下流,8.北浦,9.千酌,10.野波,11.古浦,12.十六島,13.猪目,14.日御碕。

須藤(2010)

- ・砂利・砂資源の概況調査で島根県内を回る途中に多くの海浜や河川を訪れ,観察し,砂の試料を集めた。写真や試料から,島根県下の浜や砂について紹介する。
- ・調査地点のうち,弓ヶ浜中央地点(上図3地点;弓ヶ浜展望台;米子空港周辺調査地点から南東約3.9km地点)の浜の砂は径～1.5mmの粗粒砂であり,弓ヶ浜北部地点(上図4地点;米子市麦垣町;米子空港周辺調査地点から北西約1.5km地点)の浜の砂は径～1.2mmの粗粒砂である。

楮原・今泉(2003)

- ・弓ヶ浜半島の地下地質に関して,既存のボーリングデータに基づき,下位から(1)更新世砂礫層,(2)沖積下部層,(3)沖積中部砂礫層,(4)沖積中部泥層,(5)沖積上部砂層に区分した。また沖積上部砂層は,弓ヶ浜半島の微地形に対応して,下位から1)内浜層,2)中浜層,3)外浜層に細区分した。
- ・美保湾側の現海岸を含めた外浜では,石英砂が目立って多く,長石を含む中～粗粒砂で構成され,多くの鉱滓が含まれる。内浜層と中浜層は明瞭な違いがないが,境界では粗粒物や腐植物がみられ,特に中浜層は内浜層・外浜層に比べ細粒で,主にシルト～細粒砂からなる。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 米子空港周辺地点の津波堆積物調査に関する聞き取り; 島根大学 酒井教授

第771回審査会合 資料1-2 P307 再掲

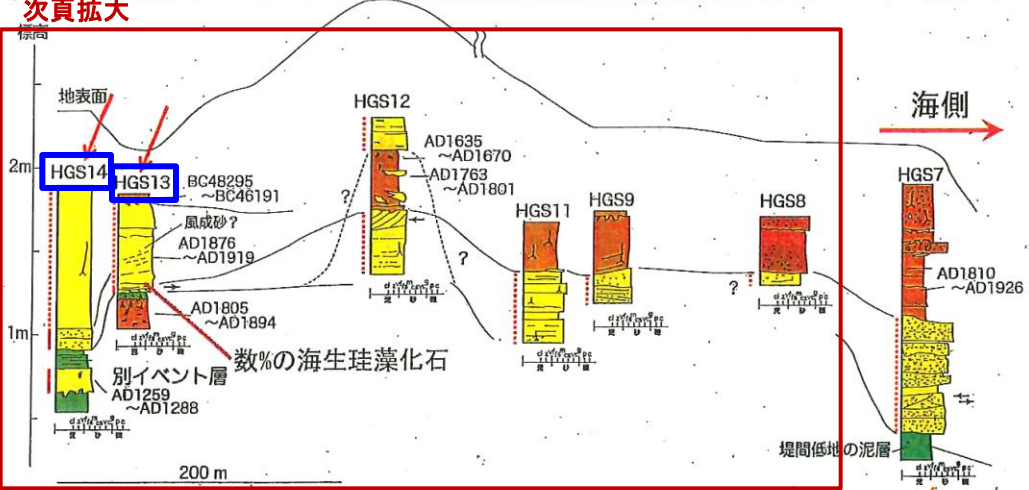
米子空港周辺地点の津波堆積物調査を実施されている島根大学 酒井教授に調査結果について聞き取った(2018年4~5月実施)内容を以下に示す。

- ・津波堆積物の可能性が高いのは、5箇所(GS2, HGS3, HGS4, HGS13, HGS14, 図中 □)である。
- ・GS2地点の軽石凝灰岩は礫表面に人工的な削痕が認められたことから、人為的に持ち込まれた礫が津波で流された可能性を考えている。
- ・HGS13・HGS14のイベント堆積物のほとんどが風成砂であり、津波堆積物は最下部のみで、HGS13で10cm程度。この2地点は川沿いに遡上した津波によってもたらされた堆積物と考える。
- ・HGS5~HGS7は津波堆積物である可能性が低いと考える。このうちHGS7地点は戦中・戦後の建物が撤去される際に一度掘った所に人工的に流した水や雨水と堆積物が流れ込み、水により自然に運搬された堆積物と良く似た構造が作られた可能性が十分に考えられる。また、HGS7地点は、HGS6地点よりも堆積物の粒径が粗いことも、津波由来の可能性が低いと考える根拠の一つである。
- ・津波の遡上高を検討することは難しいが、おそらく外浜を越えた津波が中浜(HGS8~HGS12地点の高さ)まで到達することは考えにくい。

・酒井ほか(2014)では、HGS5~12地点では、コア試料の採取状況が決して良くなかったため、一部の試料で地層の連続が正確に確認できなかった(特にHGS8~12地点)とされている。

・酒井(2014b)では、層厚40cmのイベント堆積物は3つのユニットに細区分できるとされている。

柱状断面図2

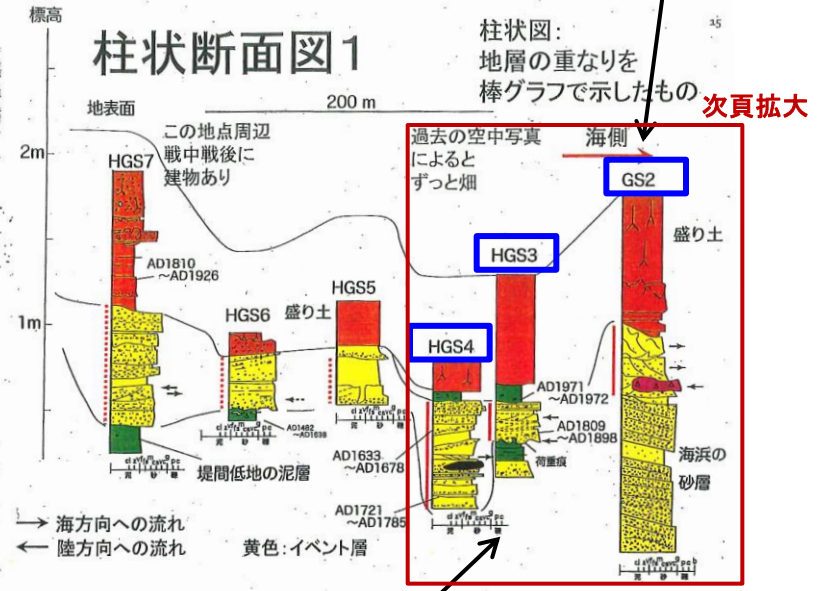


一部の地点: イベント層の連続をはっきり確認できていない
 HGS13のイベント層: 堆積は西暦1800年代
 基底部にのみ海由来の化石
 砂層が異様に厚い: 季節風等で砂が再移動, 砂丘の形成が促進?
 別のイベント層も発見

酒井(2014a)より引用
青四角を加筆

---: 酒井教授の文献より引用

柱状断面図1



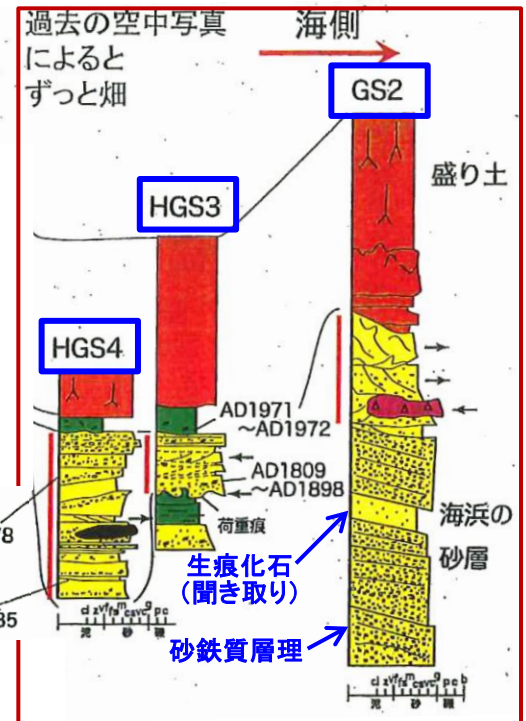
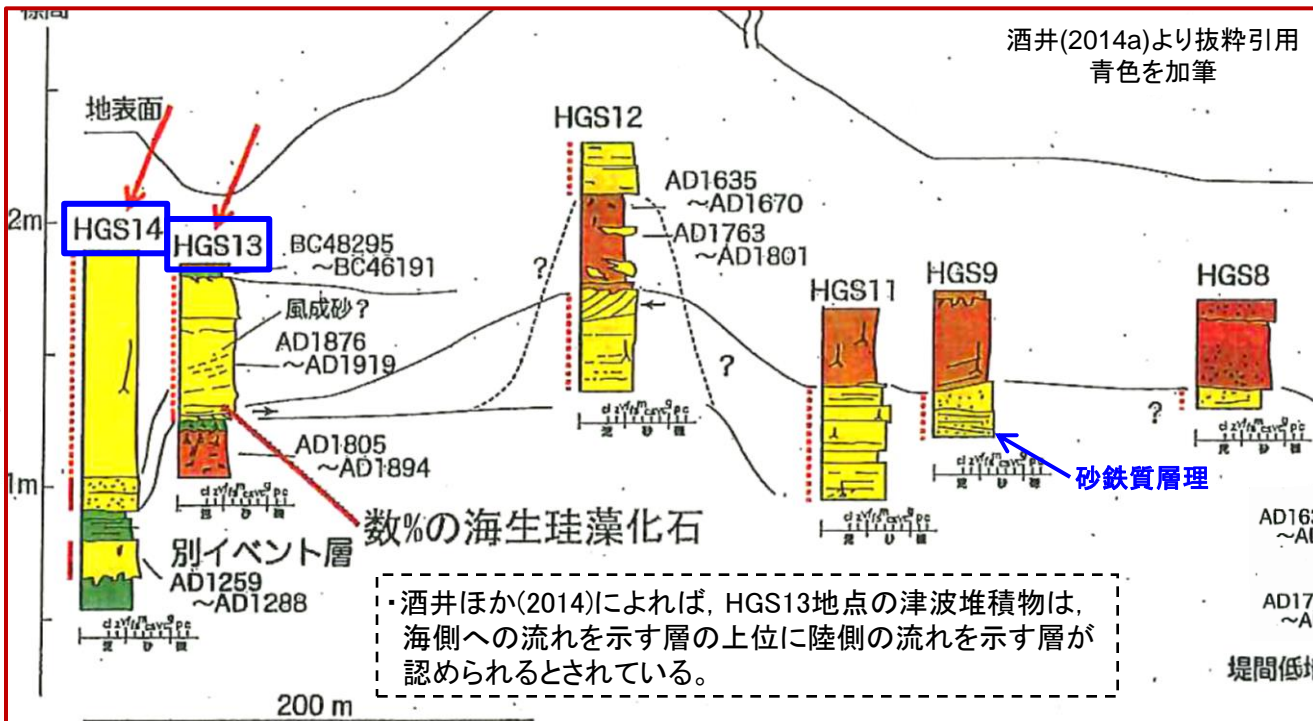
酒井ほか(2014)では、HGS3地点の海側(美保湾側)に小さな浜堤が存在し、そこを超えた流れによる局所的な侵食が発生したために、HGS4地点において泥層が失われ、堆積物が厚く堆積したとされている。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 米子空港周辺地点の津波堆積物調査に関する聞き取り; 島根大学 酒井教授

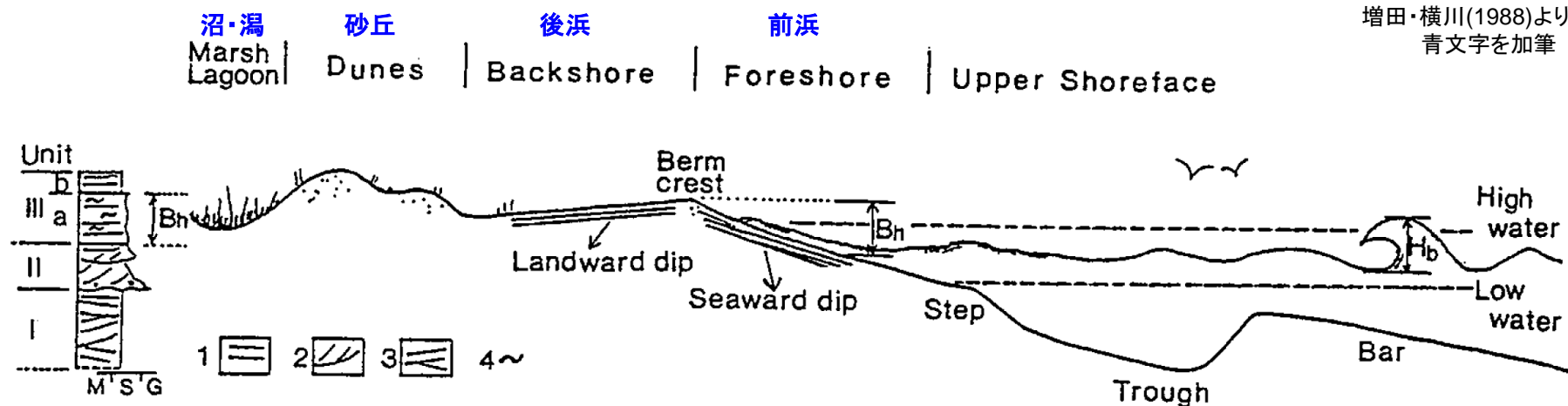
第771回審査会合 資料1-2 P308 再掲

米子空港周辺地点の津波堆積物調査を実施されている島根大学 酒井教授に調査結果について追加で聞き取った(2018年7月実施)内容を以下に示す。

- ・5箇所の津波堆積物のうち、GS2~HGS4地点は粗粒砂、HGS13地点・HGS14地点は中粒砂からなる。
- ・GS2地点の津波堆積物下位の海浜の砂層は、前浜堆積物の特徴である海側に緩く傾斜した砂鉄質層理や汀線付近に生息する動物の生痕化石 (*Macaronichnus*; 柱状図に未記載)が認められることから、前浜の堆積物である(関連する参考文献を次頁に示す)。この場所は前浜堆積物の上位に後浜堆積物や浜堤堆積物が想定されるものだが、ここではその上位に津波堆積物が認められることから、これら想定される堆積物が津波によって削剥されたと考えられる。一方で、津波堆積物はユニット区分され、遡上津波堆積物の上位に戻り津波堆積物が認められることから、GS2地点よりも沖側に浜堤の高まりがあったと考えられる。
- ・HGS8~HGS11地点は、津波堆積物としての強い流れを示唆する堆積構造が認められない。
- ・HGS9地点は、盛土の下位に前浜堆積物の特徴である海側に緩く傾斜した砂鉄質層理が認められる。
- ・HGS12地点は、盛土の年代値が1833年より古いことから、盛土より上位が津波堆積物の検討対象となる。しかし、浜堤を越えた津波によって生じる層相(関連する参考文献をP381に示す)が認められないことから、この砂層が津波堆積物ではないと考えている。



・増田・横川(1988)⁽⁹⁶⁾によれば, 前浜堆積物の特徴として, 海側に緩く傾斜した砂鉄質層理や汀線付近に生息する動物の生痕化石 (*Macaronichnus segregatis*) が認められるとされる。



増田・横川(1988)より引用
青文字を加筆

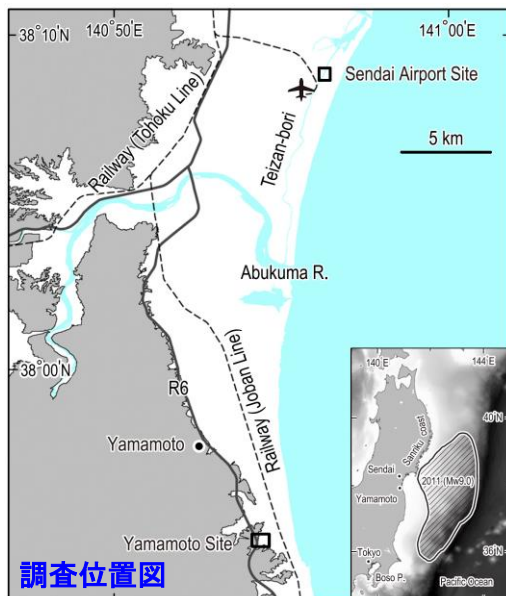
図1 砂州海岸の模式地形断面。海岸付近の地形は波の条件で常に変化している。この図はいろいろの段階で出現する地形の特徴がまとめて表現してある。Unit I～IIIは本文参照。III aは前浜, III bは後浜堆積物。B_hはバーム高, H_bは碎波波高。1は平行葉理, 2はトラフ型, 3はくさび状の斜交層理, 4はヒメスナホリムシの生痕。

参考文献①: 増田・横川(1988)

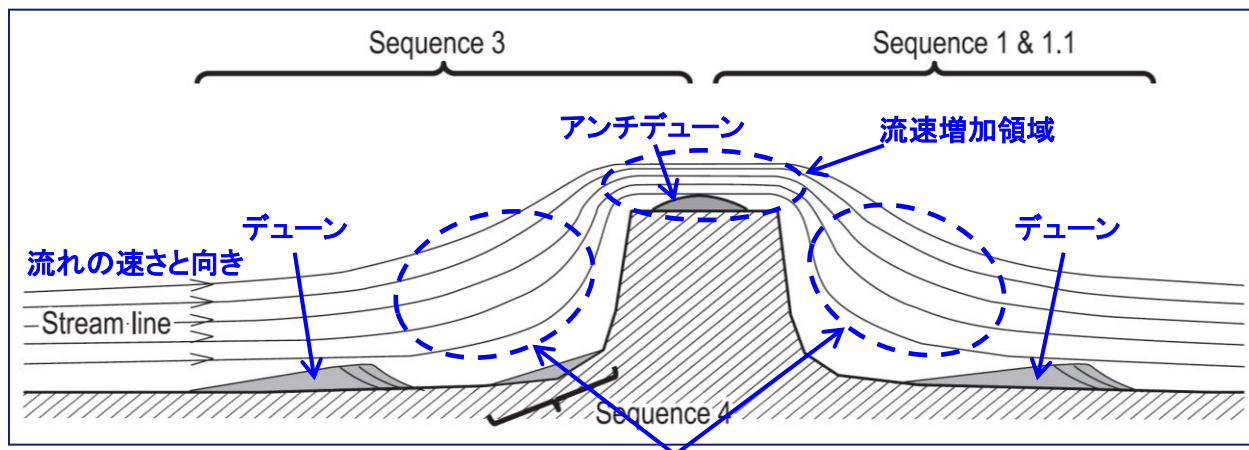
- ・更新統下総層群上部の成田層の海浜堆積物を対象にして, 地層からどのようなことが読み取れるかを述べた論文。
- ・海浜堆積物は砂鉄質の平行葉理が良く発達するなど, 他の環境の堆積物にはない特徴があるので, 容易に識別できる。
- ・海浜堆積物に特徴的な平行葉理は, 数度で傾き, その傾きの方向は前浜と後浜とで反対である。前浜堆積物の平行葉理は海側に緩く傾き, 後浜堆積物の平行葉理は陸側に緩く傾く。
- ・前浜堆積物は, 平行葉理の砂層で, 白斑状の生痕 *Macaronichnus segregatis* を含むのが特徴である。

(増田・横川(1988)で, 「ヒメスナホリムシの生痕化石」とされているものは, 増田ほか(2001)⁽⁹⁷⁾で「白斑状の生痕 *Macaronichnus segregatis*」とされていることから, ここでは「白斑状の生痕 *Macaronichnus segregatis*」と記す。)

- ・Fujiwara and Tanigawa (2014)⁽⁹⁸⁾によれば、津波が地形的な高まりを越えた場合速い流れが生じ、上流側へ傾く斜交葉理を有するアンチデューンが形成されるとされる。



調査位置図

Fujiwara and Tanigawa (2014)より引用
青色を加筆

参考文献②: Fujiwara and Tanigawa (2014)

- ・仙台平野南部における2011年東北沖地震津波によって形成されたベッドフォーム※1について記載した論文。
- ・ベッドフォームの多くは、比高約20cmで比較的平坦なデューン※2及びアンチデューン※3からなり、これらは平坦な低地における津波遡上流や、狭くて急な谷地における戻り流れによって形成されたものである。
- ・津波の流路に地形の凹凸がある場合、津波の流速は窪んだ区域(深い箇所)では低下し、隆起した区域(浅い箇所)では増加する。地形的な高まりによって流速が増加した場所では、アンチデューンが形成される。
- ・津波堆積物の厚さ分布は、路盤や堤防のような局所的な地表面の凹凸によって変動する。

※1 ベッドフォーム: 水や空気の流れで砂層の表面にできる微地形

※2 デューン: 波形のベッドフォームのうち、一般に波長が60cm以上のものをデューン、それ以下のものをリップルと呼び分けている。デューンは規模だけでなく、小型のリップルより構成粒子の径も大きい傾向がある。

※3 アンチデューン: 外見は起伏の小さいデューンに似るが、形成されときの流れの条件や内部構造が異なる。アンチデューンはデューンより速い流れで形成される。内部には流れの上流側へ傾く斜交葉理がみられる。(※1~3 藤原(2015)より引用)

米子空港周辺地点の津波堆積物調査結果に関して、島根大学 酒井教授聞き取り内容(以下、酒井(聞き取り)と表記)に対する当社の見解は以下のとおり。

	酒井(聞き取り)	当社の見解
GS2地点	<p>津波堆積物の可能性が高い。 津波堆積物は粗粒砂からなる。 酒井(2014b)では、層厚40cmのイベント堆積物は3つのユニットに細区分できるとされている。 津波堆積物はユニット区分され、遡上津波堆積物の上位に戻り津波堆積物が認められることから、GS2地点よりも沖側に浜堤の高まりがあったと考えられる。 津波堆積物の下位の海浜の砂層は前浜堆積物であり、浜堤堆積物等が認められないことから、これらが削剥されたと考えられる。</p>	<p>イベント堆積物と評価するが、層厚については、浜堤に挟まれた堤間低地に位置すること、また堆積物は3つのユニットに細区分され、斜交層理の向きから、下部は遡上津波から、中部及び上部は引き津波から堆積したこと、及び海浜や外浜の浜堤から削剥された粗粒砂が近くに堆積したことから、厚くなったと考えられる[検討 I, IV, V]。</p> <p>なお、イベント堆積物の下位層は、増田・横川(1988)が示す前浜堆積物の特徴を有している。弓ヶ浜半島の外浜の地形発達過程を考慮すると、前浜堆積物の上位に後浜堆積物、浜堤堆積物等の積層が想定されるが、これらが認められないことから、浜堤堆積物等が津波によって削剥されたと考えられる。</p>
HGS3地点 ・ HGS4地点	<p>津波堆積物の可能性が高い。 この2地点の津波堆積物は粗粒砂からなる。 酒井ほか(2014)では、HGS3地点の海側(美保湾側)に小さな浜堤が存在し、そこを超えた流れによる局所的な侵食が発生したために、HGS4地点において泥層が失われ、堆積物が厚く堆積したとされている。</p>	<p>2地点をイベント堆積物と評価するが、層厚については、浜堤に挟まれた堤間低地に位置すること、また浜堤を乗り越えた津波が射流となって堤間低地の泥層の一部を侵食し凹地を形成したことから、海浜や外浜の浜堤から削剥された粗粒砂が近くに堆積したことから、局所的に厚くなったと考えられる[検討 I, III, V]。</p>
HGS5地点 ～ HGS7地点	<p>HGS5地点～HGS7地点は津波堆積物である可能性が低いと考える。</p>	<p>イベント堆積物である可能性は低いと考える。 なお、浜堤に挟まれた堤間低地に位置すること、またHGS7地点は、堤間低地と中浜の境界付近の段差地形の下段側に位置したことから、段差を埋めるように堆積物が厚く堆積したと考えられる[検討 I, II]。</p>

	酒井(聞き取り)	当社の見解
HGS8地点～ HGS11地点	<p>HGS9地点は盛土の下位に前浜堆積物の特徴が認められる。</p> <p>津波堆積物としての強い流れを示唆する構造が認められない。</p> <p>外浜を越えた津波が中浜(HGS8地点～HGS11地点の高さ)まで到達することは考えにくい。</p>	<p>中浜(標高約1.3m)に津波が到達した場合、HGS8地点～HGS11地点はHGS12地点(標高約2.1m)より低いためイベント堆積物が堆積する可能性が考えられるが、HGS8地点～HGS11地点の堆積物の層相に強い流れを示唆する葉理等の堆積構造が認められないためイベント堆積物でないと判断されることから、堤間低地(標高約0.5m)を遡上した津波は、中浜に到達しなかったと考えられる。</p>
HGS12地点	<p>盛土(標高約1.7～2.1m)の年代値が1833年より古いことから、盛土より上位が津波堆積物の可能性があるが、浜堤を越えた津波によって生じる層相が認められない。</p> <p>外浜を越えた津波が中浜(HGS12地点の高さ)まで到達することは考えにくい。</p>	<p>盛土の年代値が1833年より古いことから、これより上位の砂層をイベント堆積物かどうか評価する。この地点は中浜の高まりに位置することから、津波が越波した場合、Fujiwara and Tanigawa(2014)が示す速い流れで形成される堆積構造が想定されるが、そのような層相が認められないことから、イベント堆積物ではないと考えられる。</p>
HGS13地点 HGS14地点	<p>イベント堆積物のほとんどが風成砂であり、津波堆積物は最下部のみで、HGS13で10cm程度。</p> <p>この2地点は川沿いに遡上した津波によってもたらされた可能性の高い堆積物と考える。</p> <p>この2地点の津波堆積物は中粒砂からなる。</p> <p>酒井ほか(2014)によれば、HGS13地点の津波堆積物は、海側への流れを示す層の上位に陸側への流れを示す層が認められるとされている。</p>	<p>当時の海岸線から内陸へ約1km、川沿いに遡上した津波によってもたらされた最下部の層厚10cm程度がイベント堆積物と考えられる。</p> <p>なお、中浜に到達しなかった津波は、川沿いに西側へ遡上し、中浜の細粒砂を取り込み、中浜内の低地に到達・氾濫した結果、細～中粒砂を堆積させたと考えられる。</p>

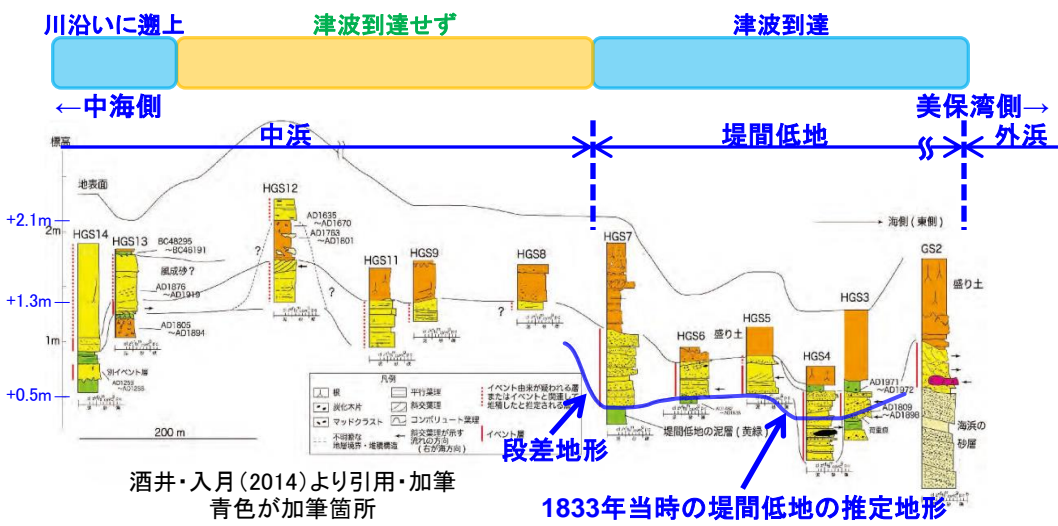
8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 米子空港周辺地点の津波堆積物の層厚に関する考察

1833年山形・庄内沖地震による米子空港周辺地点におけるイベント堆積物について、層厚と海岸線からの距離の観点から、津波遡上プロセスを推定し、層厚に関して考察した。

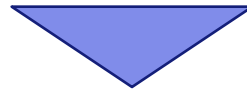
- ・襲来した津波は、外浜を乗り越え、堤間低地に遡上していったと考えられる。その際、GS2地点～HGS7地点に津波が到達し、海浜や外浜を削剥した津波が、その構成物である粗粒砂を堤間低地にもたらした。一般に粗粒砂は沈降が速く遠地まで運ばれにくいとされることから、削剥地(海浜及び外浜)から近い堤間低地に粗粒砂のほとんどが堆積したと推測される。これが堤間低地に厚くイベント堆積物が堆積した要因と考える。
- ・中浜(標高約1.3m)に津波が到達した場合、HGS8地点～HGS11地点はHGS12地点(標高約2.1m)より低いためイベント堆積物が堆積する可能性が考えられるが、HGS8地点～HGS11地点の堆積物の層相に強い流れを示唆する葉理等の堆積構造が認められないためイベント堆積物でないと判断されることから、堤間低地(標高約0.5m)を遡上した津波は、中浜に到達しなかったと考えられる。
- ・中浜に到達しなかった津波は、川沿いに西側へ遡上し、中浜内の低地に到達・氾濫した結果、当時の海岸線から内陸へ約1kmの地点のHGS13地点・HGS14地点まで達したと考えられる(津波の遡上経路を左下図に青破線で示す)。この遡上経路には堤間低地や浜堤があり、津波が堤間低地の泥や中浜を構成する細粒砂を取り込みながら遡上・氾濫した結果、HGS13地点に厚さ10cm程度のイベント堆積物を堆積させたと考えられる。



現在の米子空港周辺の1メートル段彩図
地理院地図(https://maps.gsi.go.jp/)の「自分で作る色別標高図」機能を用いて作成



1833年山形・庄内沖地震による米子空港周辺地点における津波規模及び浸水域について、2011年東北地方太平洋沖地震における仙台平野等の知見に基づき浸水深と津波堆積物厚さの関係及び海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係について検討した。



【検討結果】

①浸水深と津波堆積物厚さの関係の知見に基づく検討(次頁参照)

・Goto et al.(2014)⁽⁹⁹⁾に基づけば、浸水深と津波堆積物の厚さに相関があり、その地点における浸水深の平均2%が津波堆積物の厚さになると考えられる(以下この相関を、Gotoの相関と表記する)。ただし、この相関は仙台平野のような平野が非常に平坦で低く、それゆえ比較的単純な浸水過程をたどる平野部の津波堆積物の場合に限定的に適用されるため、河川遡上した米子空港周辺地点(HGS13地点・HGS14地点)に、Gotoの相関による津波規模の評価は適用できないと考える。

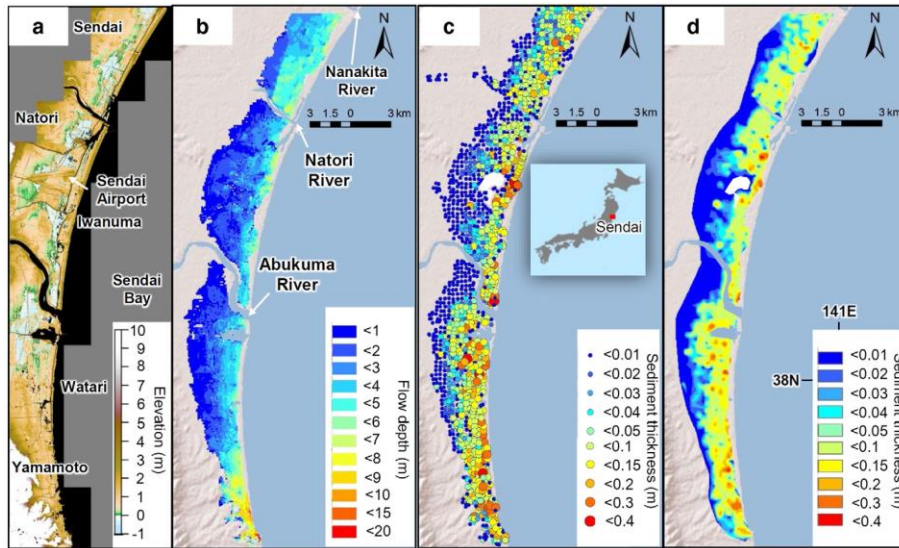
②海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係の知見に基づく検討(P387参照)

・1833年山形・庄内沖地震による津波の米子空港周辺地点の津波堆積物と同様に、津波が河川遡上した複数の事例を確認し、河川遡上した津波は陸上遡上した津波に比べより内陸まで到達することを確認した。また、河川遡上した堆積物分布末端付近において、堆積物が厚く分布する事例(岡田ほか(2018a)⁽¹⁰⁰⁾)も確認された。

・盧ほか(2012)⁽¹⁰¹⁾によれば、河川を遡上した津波は陸上を遡上した津波に比べ遡上速度が速いとされる。一般に堆積物の運搬・堆積過程は流速により変化することが知られていることから、河川遡上した津波が遡上域で氾濫した場合、河川遡上から陸域遡上に状態が変わることで急激な速度低下を生じ、それに伴い堆積物が厚く堆積する可能性が考えられる。これより、米子空港周辺地点において河川を遡上した津波は、海岸線から内陸へ約1kmの地点(HGS13地点・HGS14地点)まで、堆積物を運搬・堆積させたと考えられる。

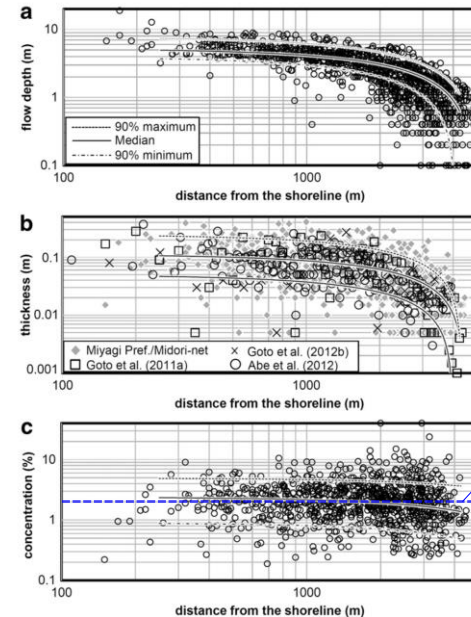
①浸水深と津波堆積物厚さの関係について (文献調査: Goto et al.(2014))

・Goto et al.(2014)に基づけば、浸水深と津波堆積物の厚さに相関があり、その地点における浸水深の平均2%が津波堆積物の厚さになると考えられる。ただし、この相関は仙台平野のような平野が非常に平坦で低く、それゆえ比較的単純な浸水過程をたどる平野部の津波堆積物の場合に限定的に適用されるため、河川遡上した米子空港周辺地点(HGS13地点・HGS14地点)にGotoの相関による津波規模の評価は適用できないと考える。



浸水深と堆積物厚さの分布

a: 地形, b: 浸水深(補間値), c: 堆積物厚さ(実測値), d: 堆積物厚さ(補間値)



Goto et al. (2014)より引用・加筆
青色が加筆箇所

堆積物濃度2%

仙台平野における2011年東北地方太平洋沖地震による津波の浸水深と津波堆積物の厚さの関係

a: 浸水深, b: 津波堆積物厚さ, c: 堆積物濃度と海岸線からの距離
ここで、堆積物濃度(%) = 津波堆積物厚さ(m) / 浸水深(m)

Goto et al.(2014)

- ・2011年東北地方太平洋沖地震の直後、仙台平野の浸水域全域において約1,300地点の津波堆積物の厚さのデータが収集された。
- ・このデータを分析した結果、浸水深と津波堆積物厚さはいずれも海岸線からの距離と相関があること、津波堆積物の厚さと標高に相関がないことを示した。
- ・各調査地点の津波堆積物の厚さを浸水深で割った堆積物濃度の頻度分布は、対数正規分布によく一致し、その平均値は2%である。
- ・この一致は、仙台平野の津波堆積物が粒径に関わらず、津波のフローに含まれる堆積物の飽和レベルが平均で約2%に制限されていると単純に仮定すれば説明できることを示している。このような単純な説明は、平野が非常に平坦で低く、それゆえ比較的単純な浸水過程をたどる仙台平野の津波堆積物にのみ適用可能である。

②海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係について

第771回審査会合
資料1-2 P316 再掲

米子空港周辺地点の浸水域評価にあたり、海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係について、2011年東北地方太平洋沖地震における仙台平野等の河川沿いに遡上した津波の知見(P379～384参照)を踏まえた当社の見解は以下の通り。

- ・田中(2011)⁽¹⁰²⁾によれば、2011年東北地方太平洋沖地震の知見として、仙台平野において河川沿いに遡上した津波の遡上距離は、陸上を遡上した津波の2倍であったとされる。
- ・茅根ほか(2014)⁽¹⁰³⁾によれば、2011年東北地方太平洋沖地震の知見として、河川沿いに遡上した津波の遡上距離は、陸上を遡上した津波の約1.2～4.5倍であったとされる。
- ・安田(2003)⁽¹⁰⁴⁾等によれば、2003年十勝沖地震津波の知見として、沿岸部において津波堆積物が形成されない津波でも、河川遡上が発生するとされる。
- ・藤原・澤井(2014)⁽¹⁰⁵⁾によれば、東海・東南海地震による津波の知見として、河川沿いに遡上した津波によって津波堆積物が形成される場合があり、遡上する際、浜堤の切れ目等の低い部分から、低地へ流入するとされる。
- ・岡田ほか(2018a, 2018b⁽¹⁰⁶⁾)によれば、1741年の渡島大島の山体崩壊による津波の知見として、津波が小河川の河口から小河川沿いに450m以上遡上し堆積物をもたらしたとされる。また堆積物分布末端付近でも堆積物が厚く分布する。
- ・盧ほか(2012)によれば、2011年東北地方太平洋沖地震津波知見として、津波伝搬速度は河川遡上と陸上遡上とで異なり、河川遡上の方が速いとされる。

【上記を踏まえた当社の見解】

- ・1833年山形・庄内沖地震による津波の米子空港周辺地点の津波堆積物と同様に、津波が河川遡上した複数の事例を確認し、河川遡上した津波は陸上遡上した津波に比べより内陸まで到達することを確認した。また、河川遡上した堆積物分布末端付近において、堆積物が厚く分布する事例(岡田ほか(2018a))も確認された。
- ・盧ほか(2012)によれば、河川を遡上した津波は陸上を遡上した津波に比べ遡上速度が速いとされる。一般に堆積物の運搬・堆積過程は流速により変化することが知られていることから、河川遡上した津波が遡上域で氾濫した場合、河川遡上から陸域遡上に状態が変わることで急激な速度低下を生じ、それに伴い堆積物が厚く堆積する可能性が考えられる。これより、米子空港周辺地点において河川を遡上した津波は、海岸線から内陸へ約1kmの地点(HGS13地点・HGS14地点)まで、堆積物を運搬・堆積させたと考えられる。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
文献:田中(2011) 2011年東北地方太平洋沖地震津波が河川沿いに遡上した事例;仙台平野

第771回審査会合 資料1-2 P317 再掲

・田中(2011)によれば、2011年東北地方太平洋沖地震の知見として、仙台平野において河川沿いに遡上した津波の遡上距離は、陸上を遡上した津波の2倍であったとされる。



田中(2011)より引用・加筆
青色が加筆箇所。

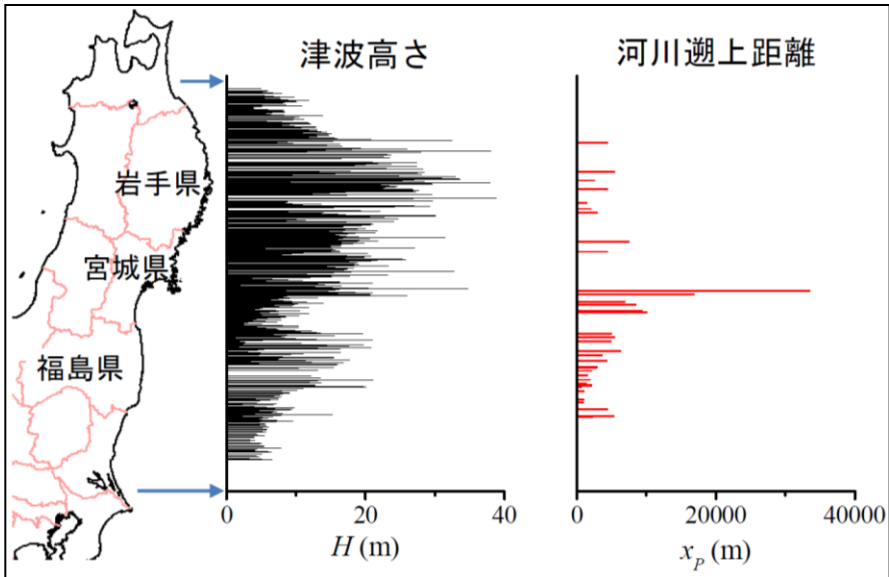
陸上の浸水域と河川遡上距離

田中(2011)
・河川遡上津波による被害の特徴についてまとめた資料の中で、仙台平野において2011年東北地方太平洋沖地震津波が河川沿いに遡上した場合、陸上の遡上限界に比べ、河川では遡上距離が2倍程度になることを示した。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 文献:茅根ほか(2014) 2011年東北地方太平洋沖地震津波が河川沿いに遡上した事例;東北地方

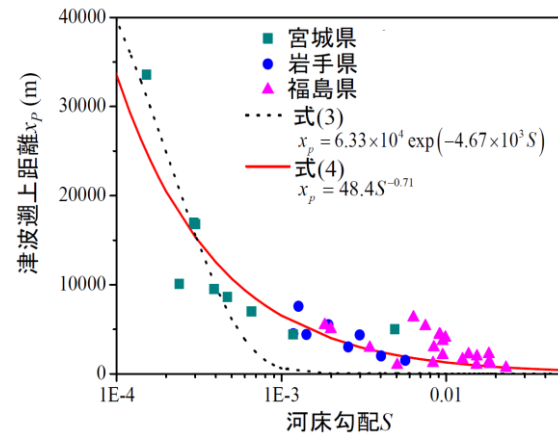
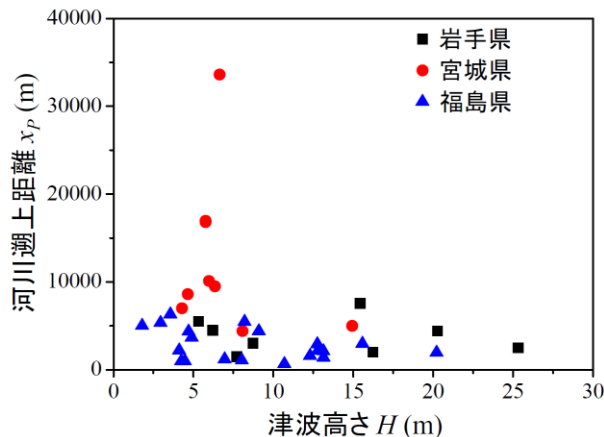
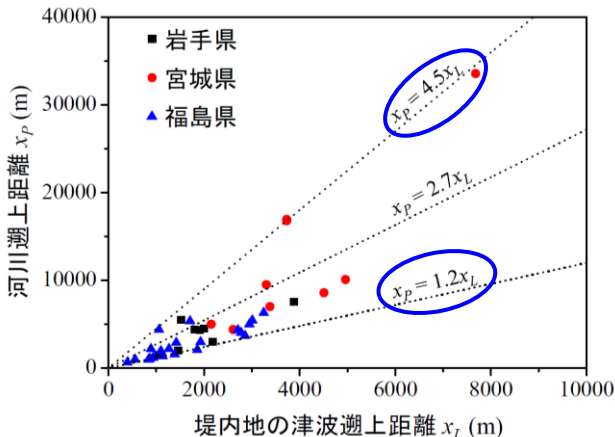
第771回審査会合 資料1-2 P318 再掲

・茅根ほか(2014)によれば, 2011年東北地方太平洋沖地震の知見として, 河川沿いに遡上した津波の遡上距離は, 陸上を遡上した津波の約1.2~4.5倍であったとされる。また津波の遡上距離は, 津波高さのみではなく, 河床勾配の大きさを反映したものとされる。



茅根ほか(2014)

- ・2011年東北地方太平洋沖地震の津波について, 岩手・宮城・福島
 の三県の河川を対象に津波の河川遡上に関する現地調査を行うととも
 に, 津波遡上距離に関する総合的な検討を行った。
- ・調査の結果, 以下のことが明らかになった。
- 1)河川内と堤内地の津波の遡上距離の比較を行った。河川を遡上する
 津波の伝搬距離と堤内地のそれの約1.2~4.5倍にも及ぶ。
- 2)津波の河川遡上距離と来襲した沿岸域の津波の高さの比較を行った
 結果, 遡上距離が単純に海域での津波高さの大小のみを反映してい
 るわけではないことがわかった。
- 3)津波遡上距離はそれぞれの河床勾配の大きさを反映したものであ
 った。



8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 文献:安田(2003) 2003年十勝沖地震津波が河川沿いに遡上した事例;北海道太平洋岸

第771回審査会合 資料1-2 P319 再掲

・安田(2003)等によれば, 2003年十勝沖地震津波の知見として, 沿岸部において津波堆積物が形成されない津波でも, 河川遡上が発生するとされる。これは, 陸域の津波堆積物厚さと河川の津波遡上距離に関連がないことを示す事例と考えられる。

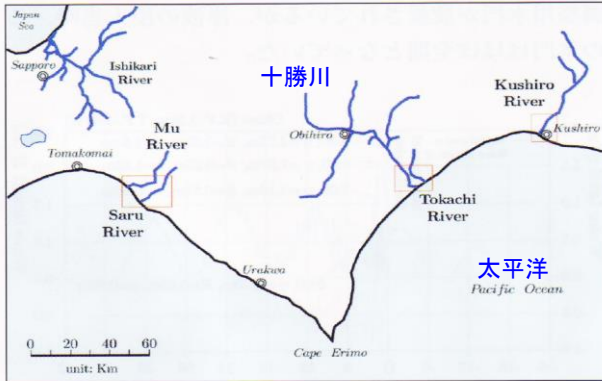


図 2-3 北海道の太平洋岸の主な河川



写真 2-25 ソリトン波列を伴い十勝川を遡上する津波(陸上自衛隊撮影, 2003年9月26日AM6:30頃, 十勝川河口橋付近(k.p.5.7km付近)より河口方向を望む。)

表 2-3 十勝川の高水敷で見られた津波痕跡の標高

地点名	痕跡標高 (m)	痕跡物証
k.p. 2.5L	0.82	倒伏した植生群
k.p. 5.0L	1.22	倒伏した植生群
k.p. 7.5L	2.31	倒伏した笹群
k.p.10.0L	1.16	消波ブロック側面の連続線
k.p.10.7L	1.22	倒伏した植生群
k.p. 12.0L	(痕跡なし)	-

(a)十勝川左岸

地点名	痕跡標高 (m)	痕跡物証
k.p. 3.0R	1.60	丘陵堤上の連続線状の流木片
k.p. 5.7R	1.97	植物に絡み付いたゴミ, 泥
k.p. 7.4R	1.82	植物に絡み付いたゴミ, 泥
k.p. 9.2R	1.36	倒伏した植物に付着した泥
k.p. 10.7R	1.29	砂質高水敷上の連続線状流木片

(b)十勝川右岸

地点名に含まれる数字は河口からの距離(km)を示す

安田(2003)より引用・加筆
 青色が加筆箇所

河口から10.7km地点で確認された津波痕跡

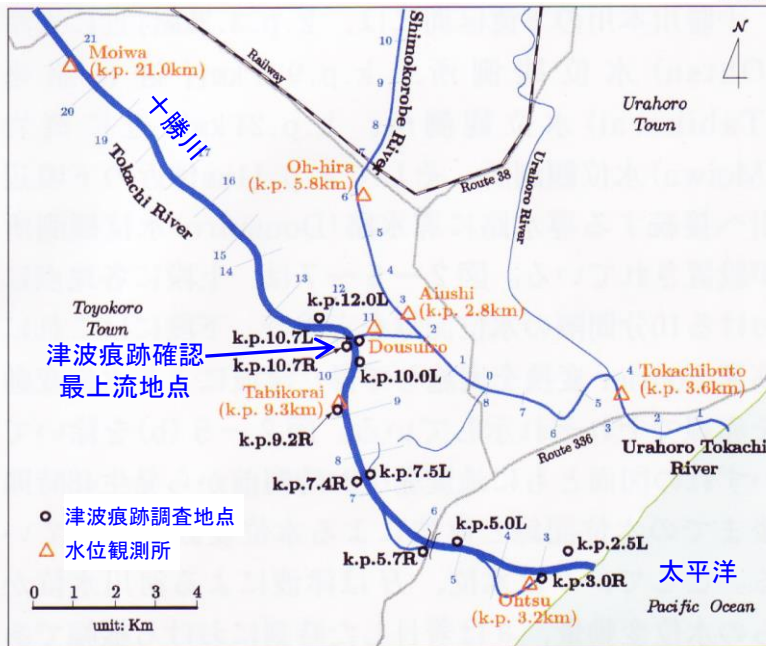


図 2-4 十勝川下流域とその支川の概況、水位観測所

安田(2003)

・2003年十勝沖地震に伴う津波では, 北海道の複数の河川で津波の侵入が認められた。水位観測所の水位記録と現地調査の結果, 十勝川では河口から少なくとも11km付近まで津波が遡上・到達したことがわかった。

産業技術総合研究所(2004)⁽¹⁰⁷⁾

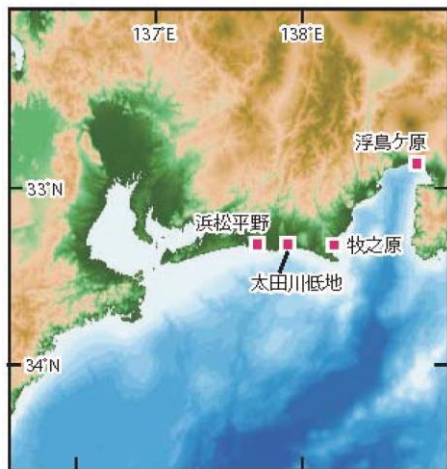
・2003年十勝沖地震の津波の遡上高は標高2~4m程度であり, 沿岸部において, いわゆる津波堆積物はほとんど形成されなかった。

8.津波堆積物調査 8-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察

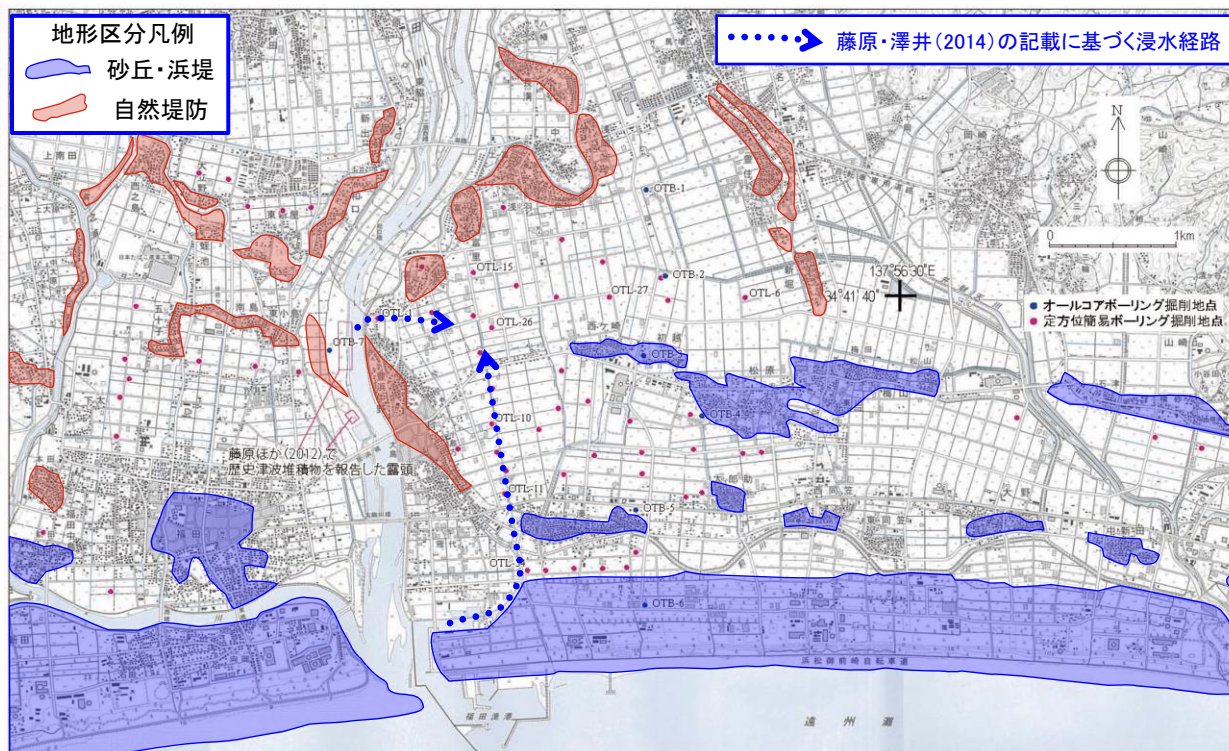
文献:藤原・澤井(2014) 津波が河川沿いに遡上した事例;太田川低地

第771回審査会合 資料1-2 P320 再掲

・藤原・澤井(2014)によれば, 東海・東南海地震による津波の知見として, 河川沿いに遡上した津波によって津波堆積物が形成される場合があり, 遡上する際, 浜堤の切れ目等の低い部分から, 低地へ流入するとされる。

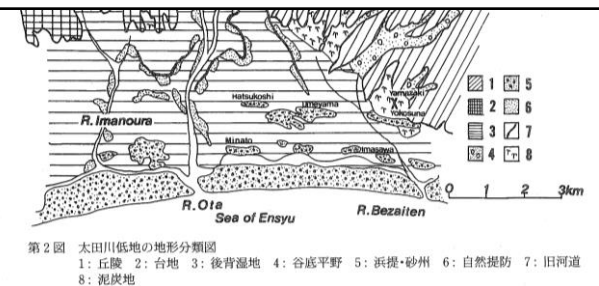


第1図 調査位置図



調査位置図

藤原・澤井(2014)より引用・加筆。青色が加筆箇所。
地形区分は、渡辺(1995)の地形分類図(左下図)に基づき作成した。



第2図 太田川低地の地形分類図
1: 丘陵 2: 台地 3: 後背湿地 4: 谷底平野 5: 浜堤・砂丘 6: 自然堤防 7: 旧河道
8: 泥炭地

渡辺(1995)⁽¹⁰⁸⁾の地形分類図(部分抜粋)

藤原・澤井(2014)

- ・静岡県西部の太田川低地では, 7世紀から15世紀にかけての4枚の津波堆積物が報告され, 東海・東南海地震の履歴が検討されている。太田川低地は浜堤と堤間湿地が発達する。津波堆積物が内陸のどこまで奥深く広がっているか掘削調査を行った。
- ・調査の結果, 海岸に平行な地層断面で見ると, 何れの津波堆積物も標高の低い太田川の現流路付近で厚く, そこから離れて低地の中央部へ行くにつれて薄く細粒化する傾向が認められた。過去の津波は, 主に地形的低まりであるかつての太田川沿いに遡上し, 浜堤の切れ目や自然堤防の低い部分から溢れて平野へ流入したことが想定される。