

鳥島近海の地震活動の評価

- 鳥島近海（鳥島から南西に約 100 km）では、10 月 2 日以降、10 月 8 日までに M6.0 以上の地震が 4 回発生するなど、地震活動が活発な状況が継続していた。一連の地震活動のうち最大の地震は、10 月 5 日に深さ約 10 km（CMT 解による）で発生した M6.5 の地震で、発震機構は、東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。この地震により伊豆諸島の八丈島八重根（やえね）で 0.2m の津波を観測した。また、10 月 6 日 10 時 31 分に発生した M6.0 の地震により、八丈島八重根で 0.2m の津波を観測したほか、八丈島神湊（かみなと）と鹿児島県で微弱な津波を観測した。
- さらに、9 日 04 時頃から 06 時台の間に、T 相（注）と考えられる波を伴う地震が少なくとも 14 回発生した。T 相の発生源は、孀婦岩（そうふがん）の西方に推定された。これらの地震活動のマグニチュードは M4～5 程度であったが、八丈島八重根で 0.7m の津波を観測するなど、地震の規模から考えられるよりも高い津波が伊豆・小笠原諸島や千葉県から沖縄県にかけての沿岸で観測された。また、宮崎県や鹿児島県では、これらの地震活動に伴う T 相によるものと考えられる震度 1～2 の揺れを観測した。
- これ以降、地震活動は低下している。
- 今回の地震発生領域とは異なるものの、これまでも鳥島近海（鳥島から北北西に約 110 km）では、例えば 2015 年 5 月 3 日に M5.9 の地震により八丈島八重根で 0.6m の津波を観測するなど、10 月 9 日の地震と同様に、M6.0 程度以下の規模にもかかわらず津波を観測している。
- なお、10 月 20 日に鳥島の西方約 50km の海域において、軽石とみられる浮遊物が点在しているのが海上保安庁により確認された。また、27 日に気象庁により鳥島の南西約 100 km の海域で採取された軽石は、伊豆弧火山フロントの西方に連なる背弧リフト帯に分布する岩石の特徴と類似しており、最近の火山活動で生成されたと考えられる軽石であると国立大学法人東京大学地震研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所により分析されたが、今回の地震活動との関係は不明である。

注：地震波が海底面で音波に変換され海中を伝わったもの。

2023年10月2日からの鳥島近海の地震活動

(1) 概要

鳥島近海（鳥島から南西に約100km）では、2023年10月2日から9日にかけて、M6.0以上の地震が4回発生するなど、地震活動が活発になった。このうち、最大規模の地震は、5日10時59分に深さ10km（CMT解による）で発生したM6.5の地震（震度1以上を観測した地点はなし）で、発震機構（CMT解）は東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。この地震はフィリピン海プレート内で発生した。気象庁はこの地震に伴い、5日11時06分に伊豆諸島に津波注意報を発表した（5日13時15分に解除）。この地震により、東京都の八丈島八重根で0.2mの津波を観測した。

また、6日10時31分にはM6.0の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生し、気象庁はこの地震に伴い、伊豆諸島及び小笠原諸島に津波予報（若干の海面変動）を発表した。この地震により、八丈島八重根で0.2mなどの津波を観測した。

さらに、これらの地震の震源付近では、9日04時頃から06時台にかけて、規模が小さいうえに地震波のP相及びS相が不明瞭なため震源が決まらないものも含めて地震が多発した。このため、気象庁では地震及び津波の監視を強化していたところ、八丈島八重根で津波を観測したことから、9日06時40分に伊豆諸島及び小笠原諸島に津波注意報を発表し、その後、津波注意報の範囲を拡大する続報を順次発表した（9日12時00分に解除）。この地震活動により、八丈島八重根で0.7mなど、伊豆諸島、小笠原諸島及び千葉県から沖縄県にかけての太平洋沿岸で津波を観測した。また、9日04時10分から06時28分にかけて宮崎県及び鹿児島県で観測したデータを精査したところ、この地震活動に伴うT相^(注1)によるものと考えられる震度（震度2～1）を観測していたことを確認した。

10月5日及び9日の鳥島近海の地震に伴い発表した津波注意報をそれぞれ図1－1及び図1－2に、10月5日から9日にかけて気象庁が発表した主な情報及び報道発表を表1に示す。

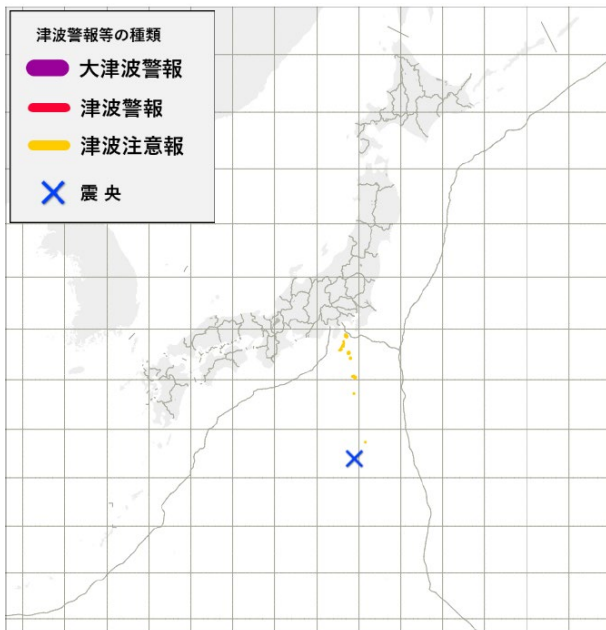


図1－1 10月5日の鳥島近海の地震に対して発表した津波注意報

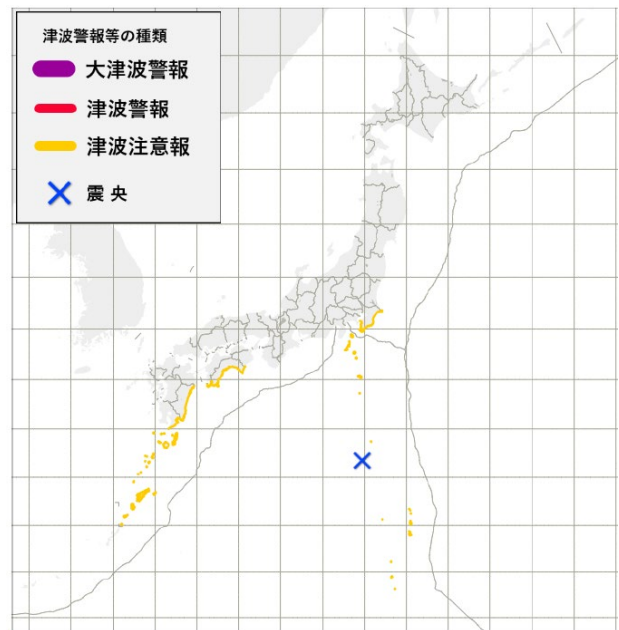


図1－2 10月9日の鳥島近海の地震に対して発表した津波注意報

(注1) 地震波が海底面で音波に変換され海中を伝わったもの。

(3) 津波

ア. 2023年10月5日10時59分 鳥島近海の地震 (M6.5)

この地震により、伊豆諸島の八丈島八重根で最大0.2mの津波を観測した。精査後の津波観測値は以下のとおり。

表3-1 津波観測値 (2023年10月5日)

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
東京都	八丈島八重根*1	気象庁	05日 11:-	05日 12:17	0.2m

- は値が決定できないことを示す。
 ※観測値は後日の精査により変更される場合がある。
 *1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は0.1m)。

★: 震央

津波の高さ(cm)

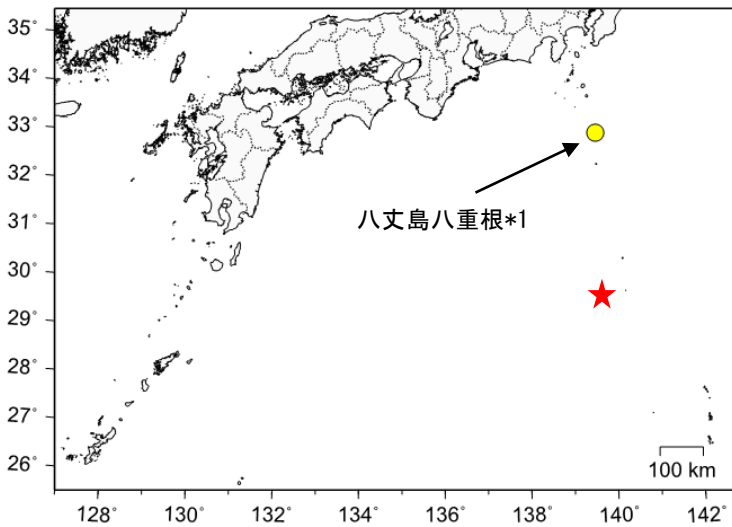


図3-2 津波を観測した地点 (2023年10月5日)

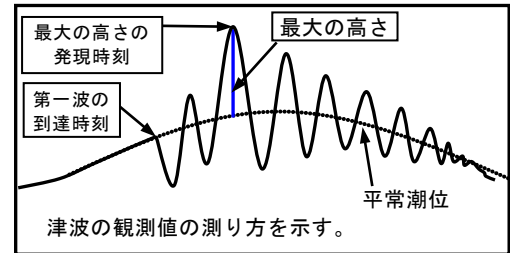


図3-1 津波の測り方の模式

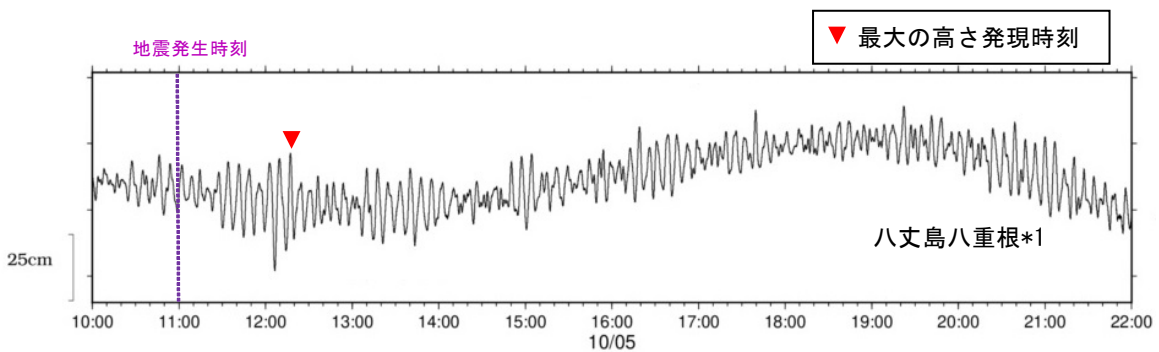


図3-3 津波波形 (2023年10月5日)

イ. 2023年10月6日10時31分 鳥島近海の地震 (M6.0)

この地震に伴う津波について精査した結果、伊豆諸島の八丈島八重根などで最大0.2mの津波を確認した。精査後の津波観測値は以下のとおり。

表3-2 津波観測値 (2023年10月6日)

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
東京都	八丈島神湊	海上保安庁	06日 11:-	06日 11:52	5
	八丈島八重根*1	気象庁	06日 11:-	06日 11:40	0.2m
鹿児島県	南大隅町大泊	海上保安庁	06日 -:-	06日 13:44	6
	中之島	海上保安庁	06日 -:-	06日 12:27	8

- は値が決定できないことを示す。
 ※観測値は後日の精査により変更される場合がある。
 ※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が検出した値。
 *1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は0.1m)。

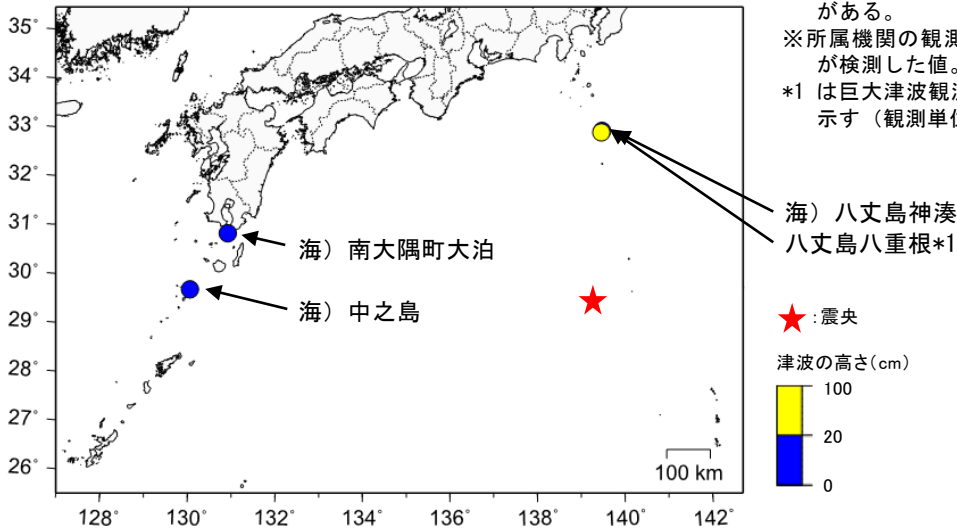


図3-4 津波を観測した地点 (2023年10月6日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

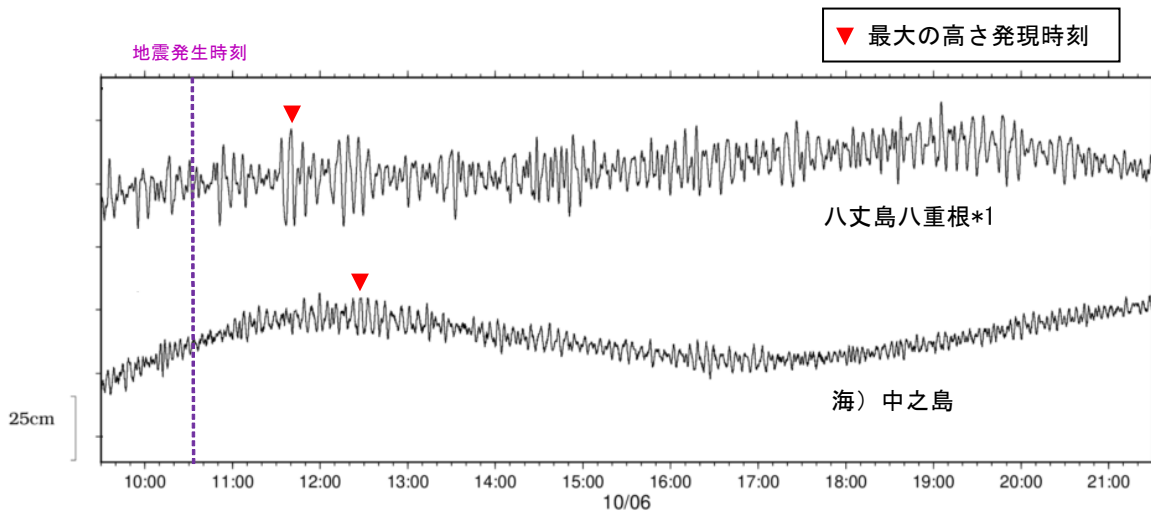


図3-5 主な津波波形 (2023年10月6日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

2023年10月9日鳥島近海の地震のF-net観測波形

- F-net 広帯域地震計により，10月9日鳥島近海での地震活動に伴う地震波の伝播が観測された。

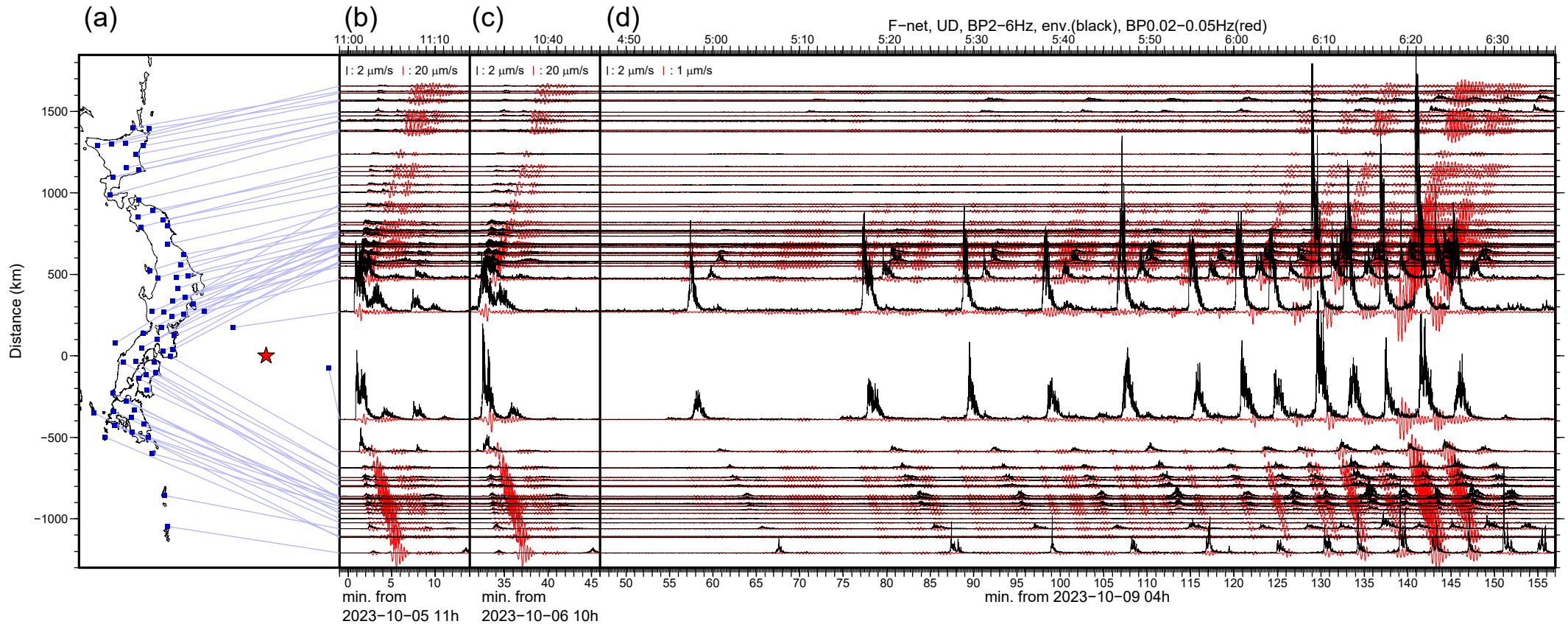
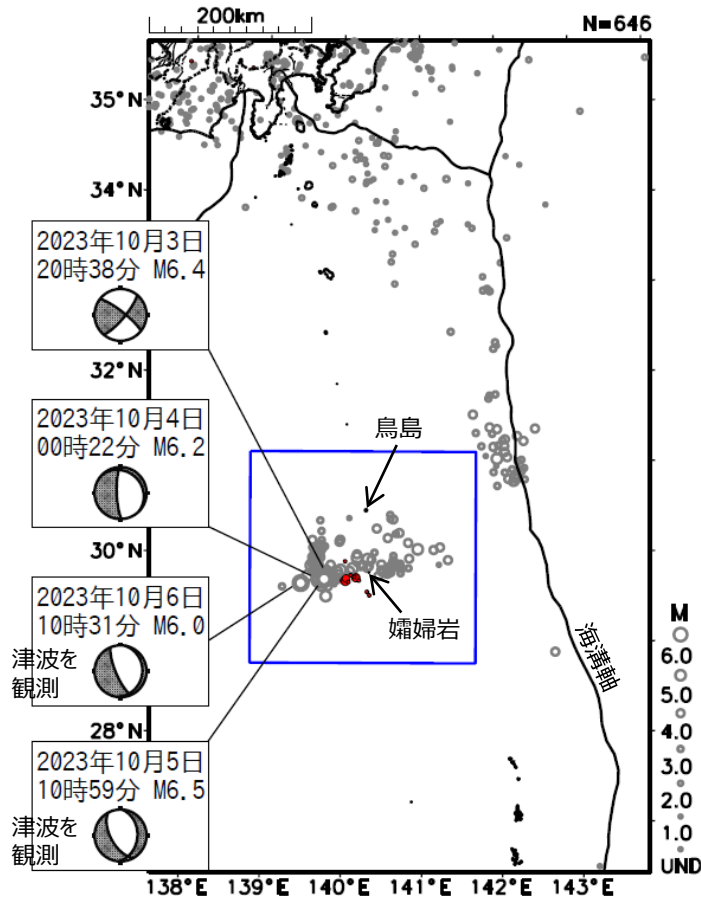


図1. 防災科研 F-net の広帯域地震計記録の上下動成分について，20～50秒の帯域でバンドパスフィルターを適用した地震波形（赤線）および，0.166～0.5秒（2～6 Hz）の帯域でバンドパスフィルターを適用し，スムージング処理したエンベロープ波形（黒線）. (a) 使用した F-net 観測点分布（青四角）. (b) 2023年10月5日10:59頃に鳥島近海で発生した Mw6.0 の地震（F-net 解）に関する，10:59 から15分間の観測波形. 震央（図(a)の赤星印）からの距離順に波形をプロットしている. 振幅のスケールを図中上側に示した. (c) (b)と同様にプロットした，2023年10月6日10:31頃に鳥島近海で発生した Mw6.0 の地震（F-net 解）に関する，10:31 から15分間の観測波形. (d) (b)と同様にプロットした，2023年10月9日4:47から110分間の地震波形. エンベロープ波形（黒線）の振幅スケールは同一であるが，赤線の波形の振幅は20倍に拡大されている. 10月9日の活動に伴う地震波形は4:55頃から6:30頃まで確認され，とくに6時台の振幅が大きくなっている. 10月9日の地震活動について2～6 Hzの帯域で顕著な波の見かけ速度は，赤星印を震央と仮定した場合，いずれも約1.5 km/s となり，Tフェーズと考えられる.

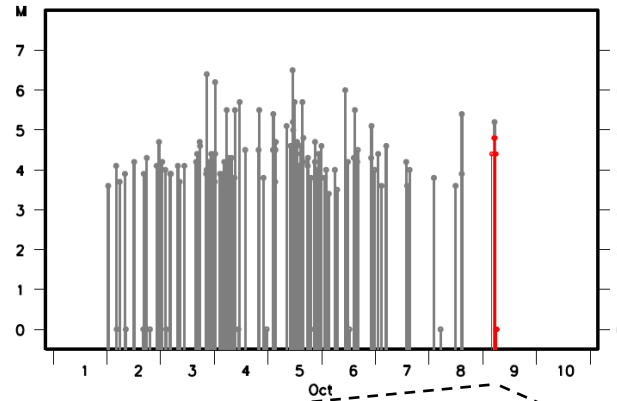
2023年10月 鳥島近海の地震活動（T相の発生源）

震央分布図

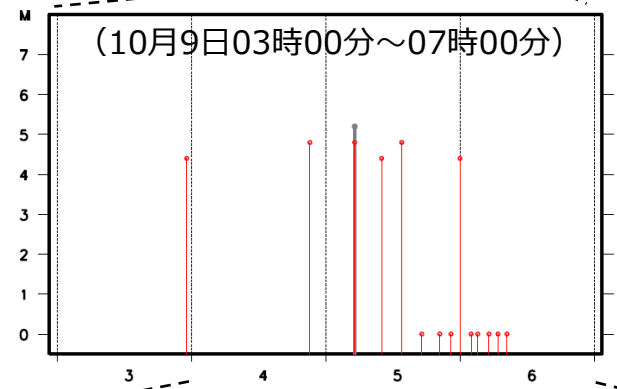
(2023年10月1日～10月10日、
深さ0～100km、M全て)



青矩形内のM-T図

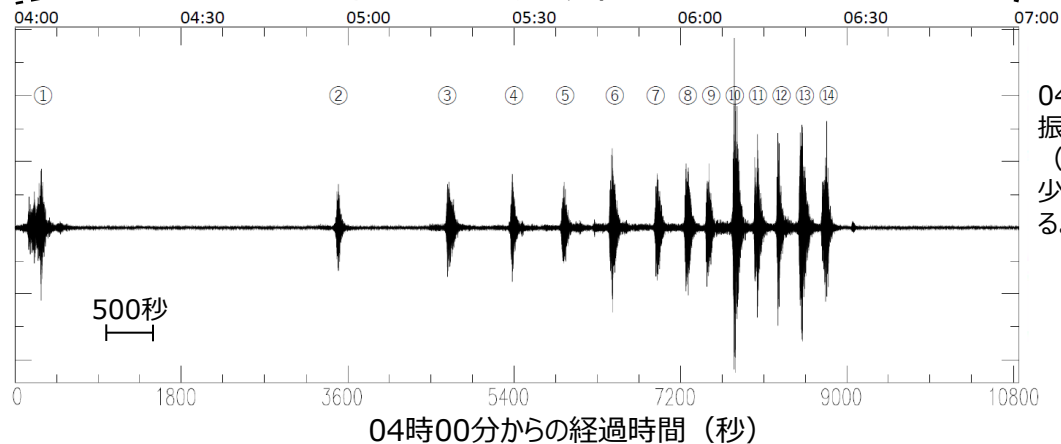


10月9日04時頃から06時台の
T相の発生源に対応する地震活
動について、マグニチュードが推定
できたものの最大はM4.8である。



赤色はT相の発生源のマグニチュード。
マグニチュードが決定できなかったものは
マグニチュード0.0で表示。

父島（気象庁多機能観測点）上下成分の波形

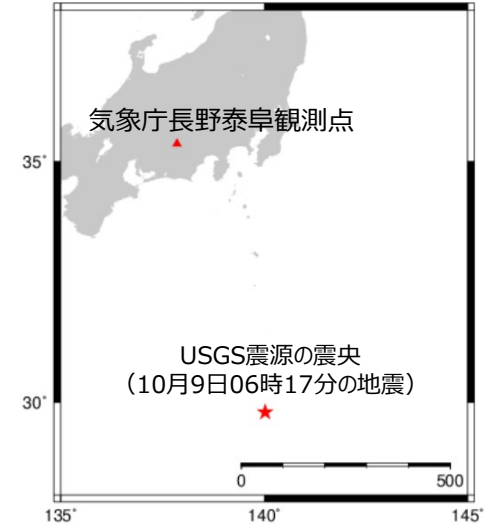


04時頃～06時台に
振幅の大きな波形
（T相と考えらる）が
少なくとも14個みられ
る。

2023年10月 鳥島近海の地震活動（10月9日04時頃から06時台における地震活動の規模の上限の推定）

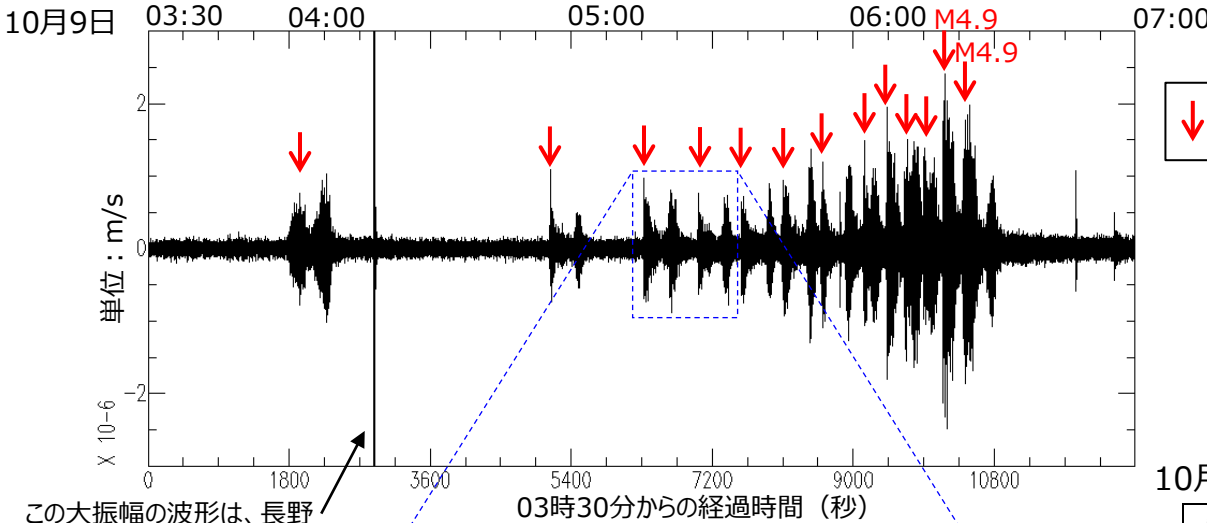
10月9日04時頃から06時台における地震活動の規模の上限を推定するため、T相の影響をあまりうけない内陸の「長野泰阜観測点」における、この期間における各地震の実体波部分の最大振幅に対応する観測点Mを推定した結果、最大規模の地震はM4.9と推定された。

観測点と震央位置



10月9日06時17分の地震のUSGSによる震源位置を元に、気象庁一元化震源処理と同じ手法で速度Mを計算した

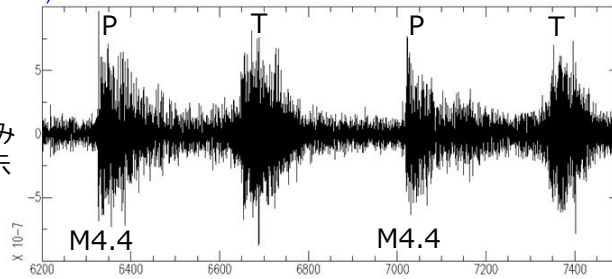
気象庁長野泰阜（やすおか）観測点（短周期速度型地震計の上下成分）



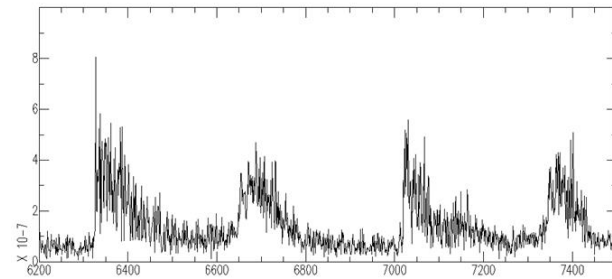
↓ 実体波部分の最大振幅の発現時刻

この大振幅の波形は、長野県南部で04時17分に発生した地震（M2.0）に対応

上図の青点線囲みの波形を拡大表示



上図の波形のエンベロープ表示



10月9日04時頃から06時台の各地震のマグニチュード比較

発生時刻 (USGS震源)	T相発生源M	USGS mb	長野泰阜観測点 速度M
3:58	4.4V	4.3	4.1
4:53	4.8V	4.5	4.4
5:13	4.8V	4.7	4.4
5:25	4.4V	4.9	4.4
5:34	4.8v	4.7	4.4
5:43	-	4.8	4.4
5:51	-	4.7	4.6
5:56	-	4.9	-
6:00	4.4v	5.0	4.6
6:05	-	5.4	4.8
6:09	-	4.9	4.6
6:13	-	5.0	4.6
6:17	-	5.3	4.9
6:21	-	4.9	4.9

灰色ハッチはM未決定を示す

(USGSの震源データは2023年11月7日時点)

ウ. 2023年10月9日04時頃から06時台に鳥島近海で発生した地震活動

この地震活動により、伊豆諸島の八丈島八重根で最大0.7mの津波を観測したほか、千葉県から沖縄県にかけて津波を観測した。精査後の津波観測値は以下のとおり。

表3-3 津波観測値（2023年10月9日）

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
千葉県	館山市布良	気象庁	09日 -:-	09日 07:43	17
東京都	伊豆大島岡田	気象庁	09日 -:-	09日 08:37	17
	神津島神津島港	海上保安庁	09日 -:-	09日 08:01	44
	三宅島坪田	気象庁	09日 -:-	09日 08:11	41
	三宅島阿古	海上保安庁	09日 -:-	09日 07:45	29
	八丈島神湊	海上保安庁	09日 -:-	09日 07:12	23
	八丈島八重根*1	気象庁	09日 -:-	09日 07:17	0.7m
	父島二見	気象庁	09日 -:-	09日 07:24	16
神奈川県	三浦市三崎漁港*1	気象庁	09日 -:-	09日 09:01	0.1m
静岡県	南伊豆町手石港	気象庁	09日 -:-	09日 08:21	16
	伊東	国土地理院	09日 -:-	09日 07:59	10
愛知県	田原市赤羽根	気象庁	09日 -:-	09日 09:01	12
三重県	熊野市遊木	気象庁	09日 -:-	09日 07:58	11
和歌山県	串本町袋港	気象庁	09日 -:-	09日 07:15	13
	御坊市祓井戸	気象庁	09日 -:-	09日 08:42	15
徳島県	徳島由岐	気象庁	09日 -:-	09日 07:11	8
愛媛県	宇和島	気象庁	09日 -:-	09日 11:04	10
高知県	室戸市室戸岬	気象庁	09日 -:-	09日 08:17	13
	土佐清水	気象庁	09日 -:-	09日 08:09	34
	中土佐町久礼港	国土地理院	09日 -:-	09日 08:15	18
大分県	佐伯市松浦	気象庁	09日 -:-	09日 10:20	6
宮崎県	日南市油津	気象庁	09日 -:-	09日 08:08	14
鹿児島県	志布志港*1	気象庁	09日 -:-	09日 08:54	0.2m
	南大隅町大泊	海上保安庁	09日 -:-	09日 08:18	26
	種子島西之表	海上保安庁	09日 -:-	09日 09:27	10
	奄美市小湊	気象庁	09日 -:-	09日 08:06	9
	中之島	海上保安庁	09日 -:-	09日 09:46	31
沖縄県	南城市安座真	国土地理院	09日 -:-	09日 08:52	5

- は値が決定できないことを示す。

※観測値は後日の精査により変更される場合がある。

※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が検出した値。

*1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す（観測単位は0.1m）。

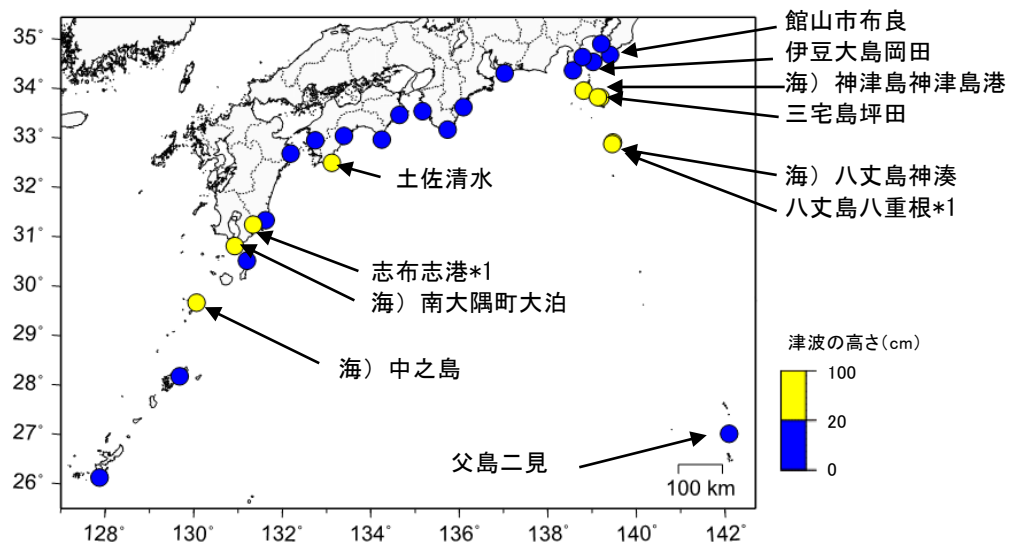


図3-6 津波を観測した地点(2023年10月9日)
 ※ 海)は海上保安庁の所属であることを表す。

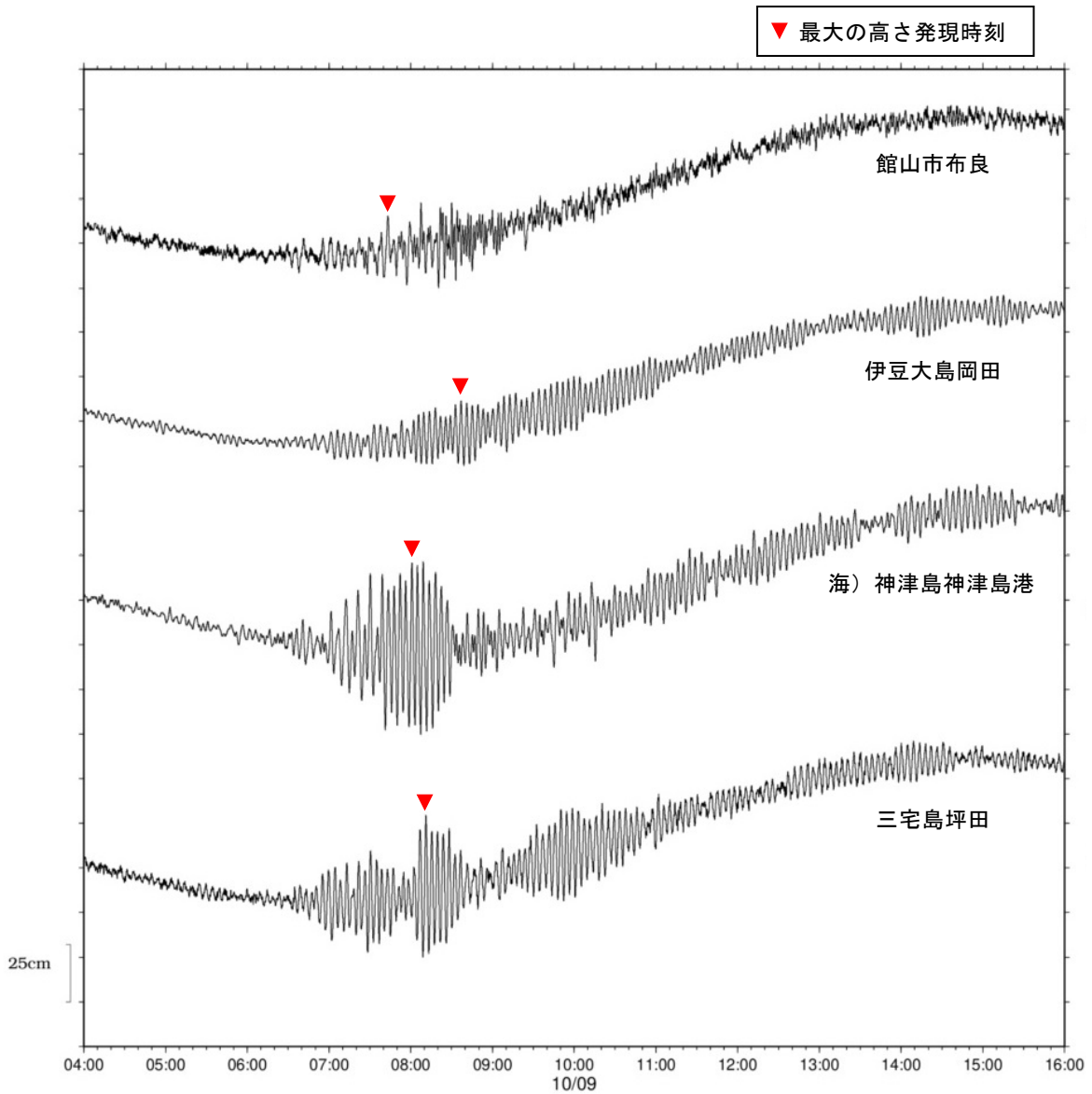


図3-7-1 主な津波波形(2023年10月9日)
 ※ 海)は海上保安庁の所属であることを表す。

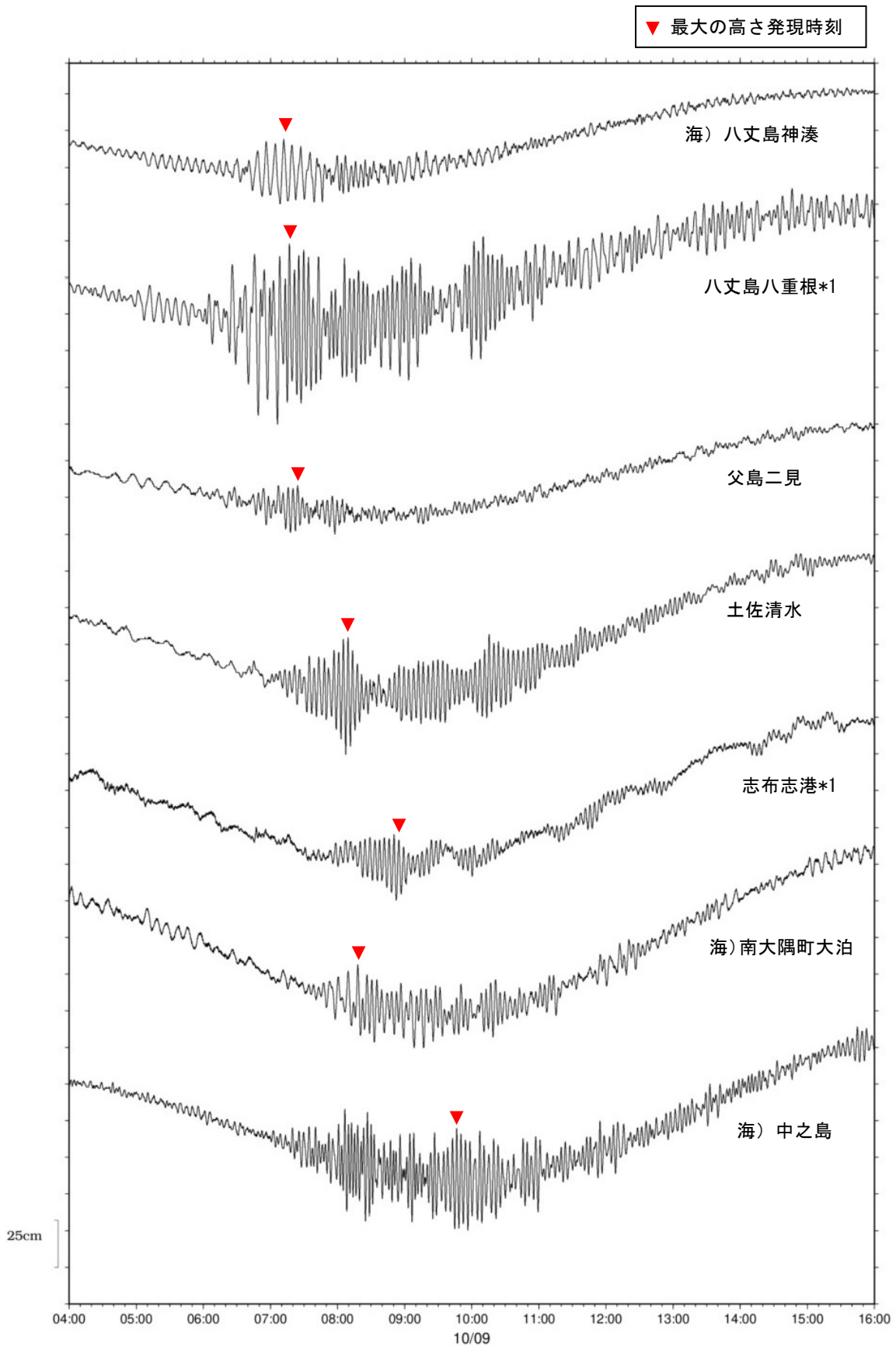


図3-7-2 主な津波波形 (2023年10月9日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

(4) T相によるものと考えられる震度

2023年10月9日04時10分から06時28分にかけて宮崎県及び鹿児島県で観測したデータを精査したところ、T相によるものと考えられる震度（震度2～1）を観測していたことを確認した（表4-1、図4-1）。これらの震度の観測時刻は、鳥島近海で発生した一連の地震活動^(注4)により気象庁震度計の父島観測点で観測された顕著なT相（図4-2）が、1.5km/sで各震度観測点に到達したと考えると整合する。米国地質調査所（USGS）による震央を囲む、海沿い及び島嶼部の気象庁震度計で観測された加速度波形を見ると、喜界町滝川観測点以外の観測点では、それより小さな振幅のT相しか観測されていないことが分かる（図4-3）。

06時16分に震度1を観測した喜界町滝川観測点の波形及びランニングスペクトルを図4-4上に示す。伊豆諸島や小笠原諸島の地震により喜界町滝川観測点では過去にもT相を観測したことがある。例えば、10月5日10時59分に発生した鳥島近海の地震でもT相が観測されているが、喜界町滝川観測点での震度は1未満であった（図4-4下）。10月9日に観測されたT相（図4-4上）は、10月5日10時59分に発生した通常の地震で観測されたT相（図4-4下）と比較すると、振幅が大きく、高周波成分が含まれており、パルス的で継続時間が短いという点が異なっている。

(注4) 参考情報として米国地質調査所（USGS）で決定された震源を表4-2に示す。

謝辞：観測された震度データの確認のため、宮崎県が設置した震度計の波形データを提供いただいた。また、国立研究開発法人防災科学技術研究所のホームページからK-NET観測点の波形データをダウンロードし、データの確認を行った。

表4-1 10月9日に観測されたT相によるものと考えられる震度

震度観測点名称	震度	計測震度	観測時刻	対応事象※
宮崎都農町役場*	1	0.6	4時10分18秒	①
宮崎都農町役場*	1	0.8	5時03分43秒	②
宮崎都農町役場*	1	0.7	5時52分56秒	⑥
宮崎都農町役場*	1	0.5	6時01分09秒	⑦
宮崎都農町役場*	1	0.5	6時06分34秒	⑧
宮崎都農町役場*	1	1.1	6時10分23秒	⑨
川南町川南*	1	0.6	6時10分24秒	
宮崎都農町役場*	2	1.7	6時15分14秒	⑩
川南町川南*	1	1.2	6時15分15秒	
木城町高城*	1	0.5	6時15分19秒	
喜界町滝川	1	1.1	6時16分49秒	
宮崎都農町役場*	1	1.0	6時18分59秒	⑪
宮崎都農町役場*	1	1.1	6時23分10秒	⑫
宮崎都農町役場*	2	1.7	6時27分10秒	⑬
川南町川南*	1	0.9	6時27分11秒	
喜界町滝川	1	0.9	6時28分45秒	

*印は気象庁以外の震度観測点である。

※図4-2参照

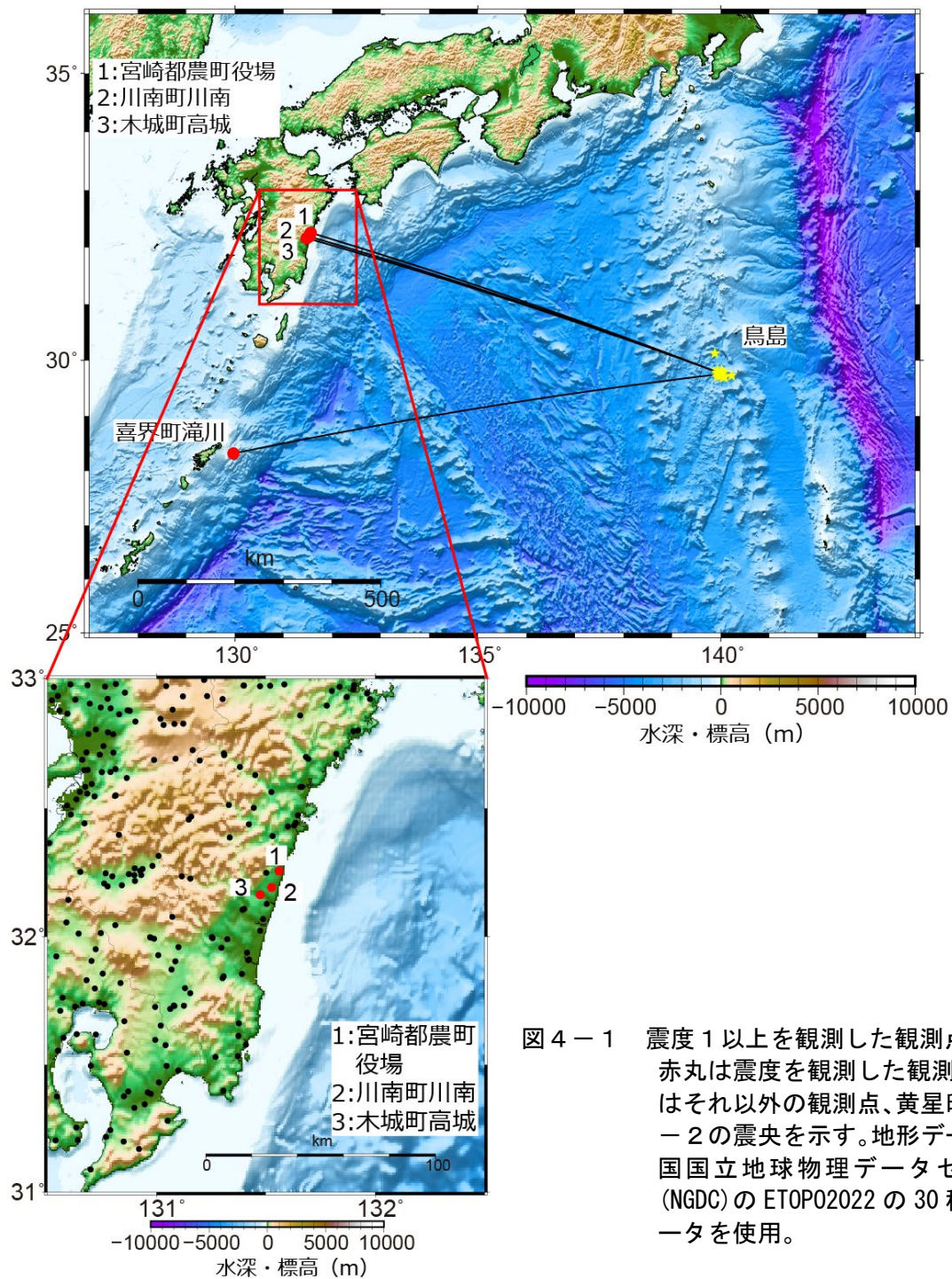


図4-1 震度1以上を観測した観測点の位置
赤丸は震度を観測した観測点、黒点
はそれ以外の観測点、黄星印は表4
-2の震央を示す。地形データは米
国国立地球物理データセンター
(NGDC)のETOPO2022の30秒毎のデ
ータを使用。

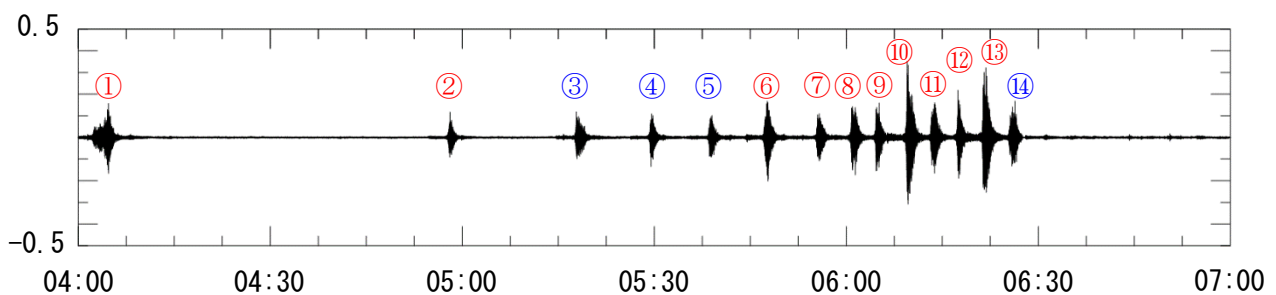


図4-2 2023/10/09 04:00~07:00に父島観測点で観測されたT相
気象庁震度計(多機能型地震観測点)の上下動成分。縦軸は加速度(gal)、横軸は
時刻を示す。また、赤色の丸数字は震度1以上を観測した地震に対応したT相を
示す。

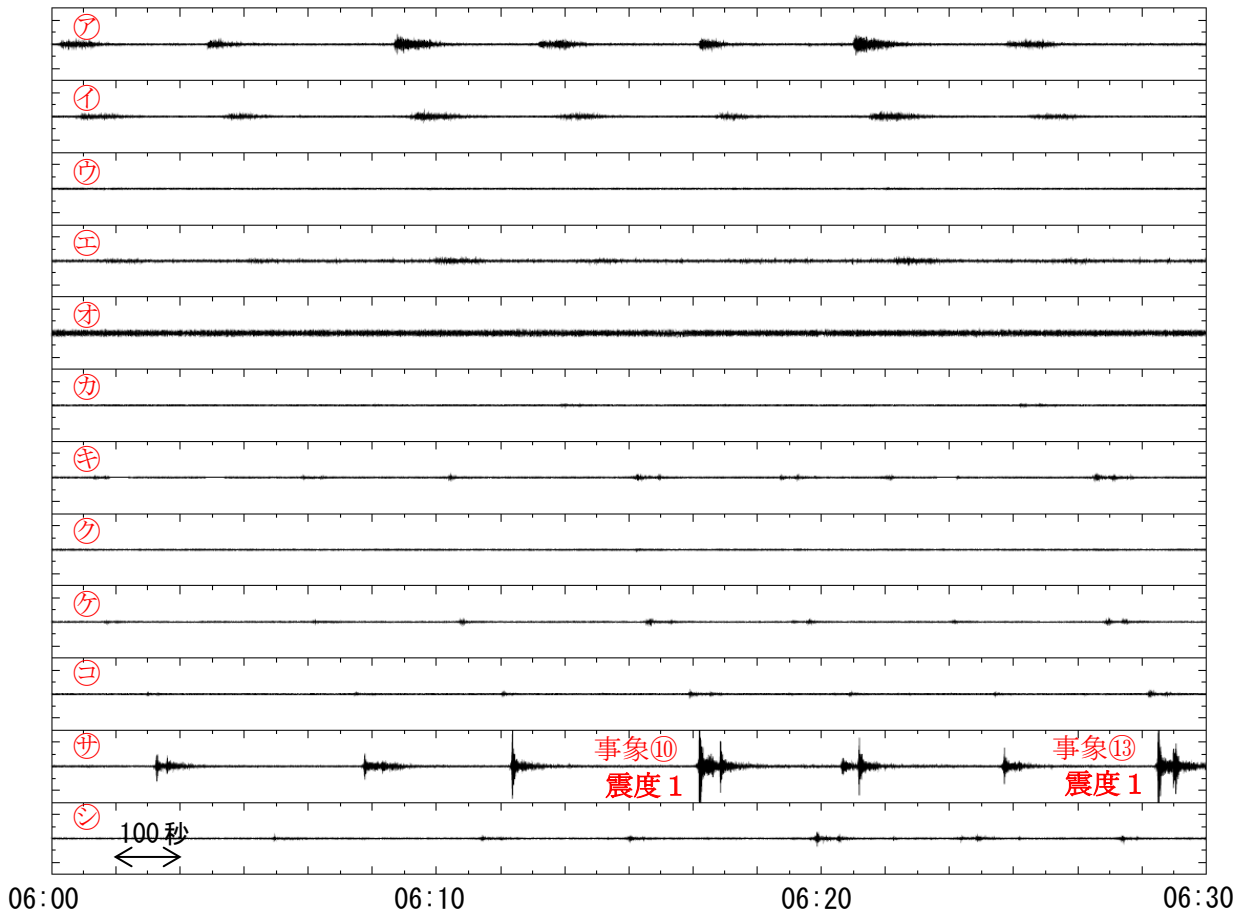
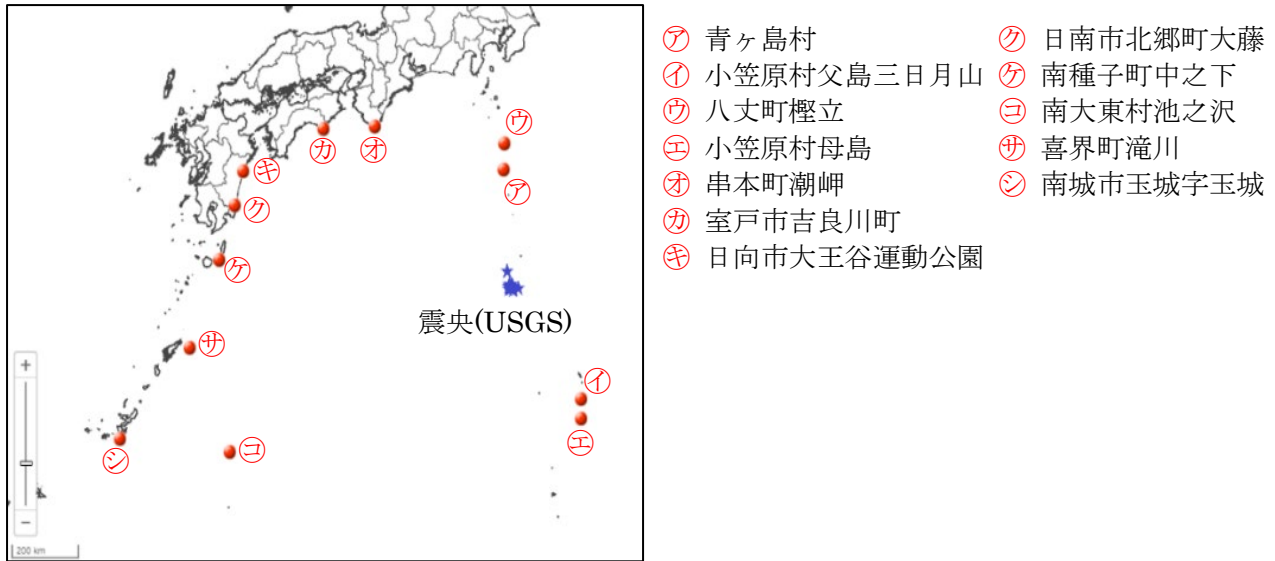


図 4 - 3 気象庁震度計（多機能型地震地震計）の観測点の配置図（上）と 2023/10/9 06:00～06:30 に各地で観測された T 相（上下動成分、縦軸のスケールはすべての記録で ± 3 gal）（下）
 上図の赤丸（⑦～⑱）は観測点の位置、青星印は USGS で決定された震央（表 4 - 2）の位置を示す。

(2) 地震活動

ア. 鳥島近海の地震活動

鳥島近海（領域 a）では、2023年10月2日から9日にかけて地震活動が活発になり、3日20時38分にはM6.4の地震（最大震度1）、5日10時59分にはM6.5の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生するなど、M6.0以上の地震が4回発生した。このうち、最大規模の地震は、5日10時59分に深さ10km（CMT解による）で発生したM6.5の地震（震度1以上を観測した地点はなし）で、発震機構（CMT解）は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。この地震はフィリピン海プレート内で発生した。また、これらの地震の震源付近では、9日04時頃から06時台にかけて、規模が小さいうえに地震波のP相及びS相が不明瞭なため震源が決まらないものも含めて地震が多発した。

1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震央付近（領域 a）では、M5.0以上の地震が時々発生している。2006年10月24日にはM6.8の地震（最大震度2）が発生し、三宅島坪田で16cmなどの津波を観測した。

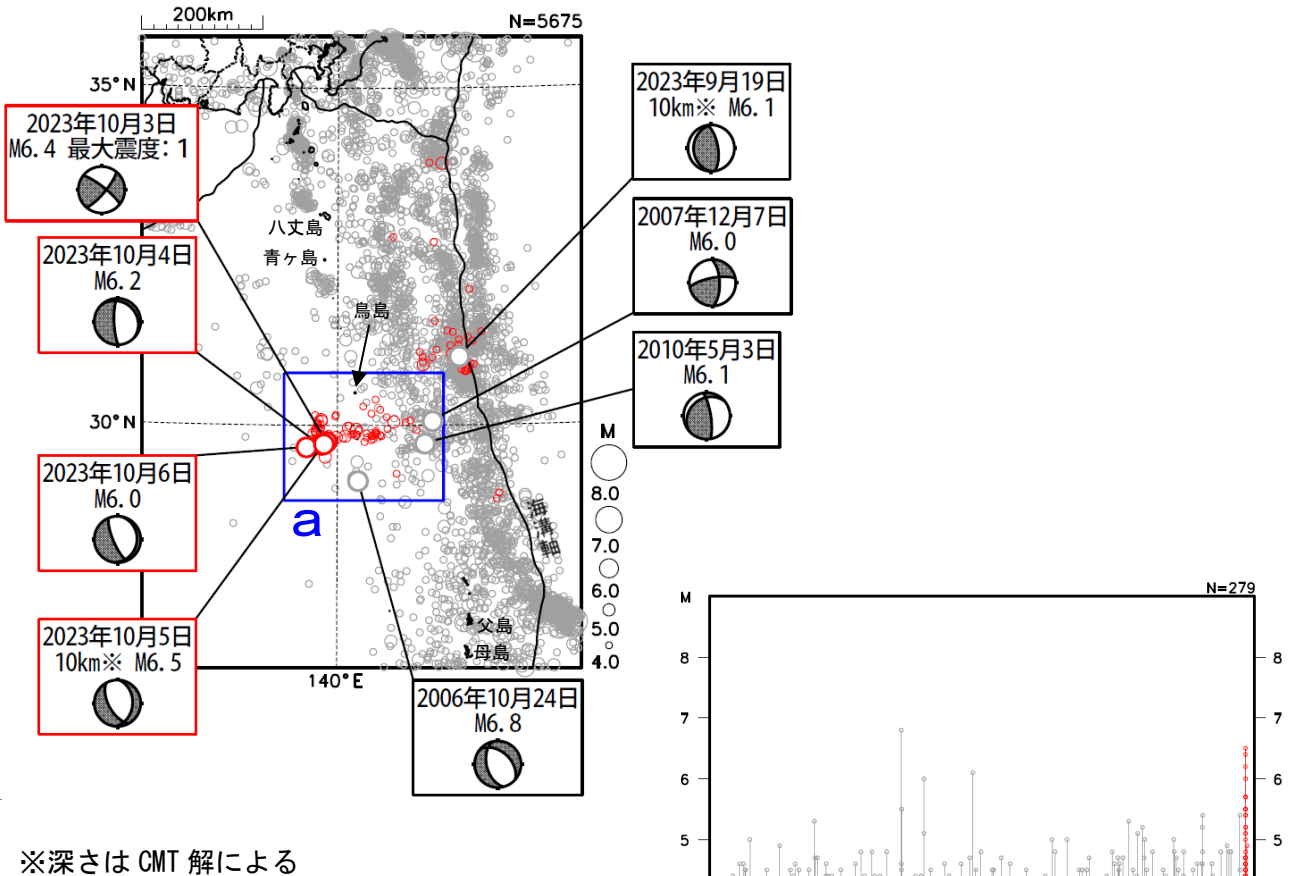


図 2-1 震央分布図（1997年10月1日～2023年10月31日、深さ0～150km、M≥4.0）
2023年10月の地震を赤色で表示、図中の発震機構はCMT解

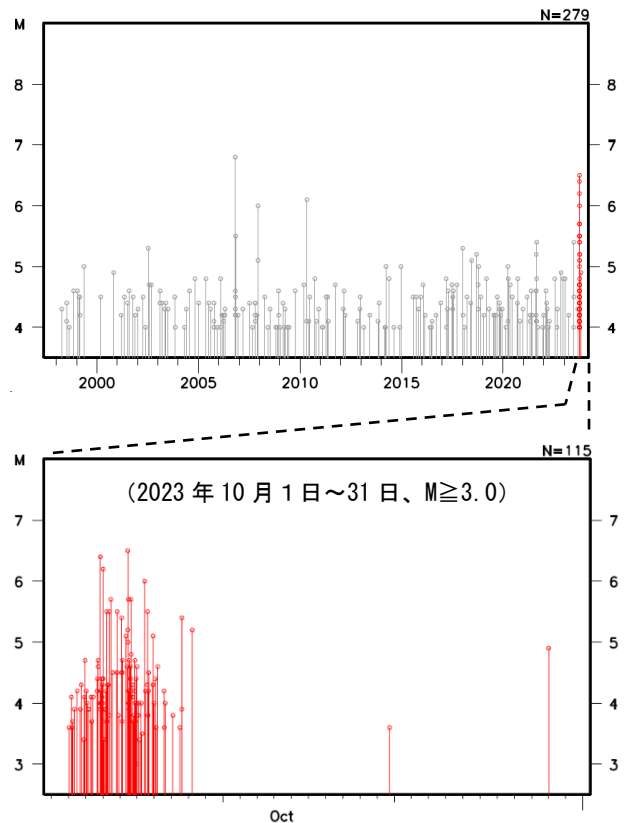


図 2-2 図 2-1 の領域 a 内の M-T 図

エ. 過去の地震活動

1980年以降の今回の地震活動域周辺の地震活動を図2-11から図2-13に示す。各図には、フィリピン海プレート内で発生した地震で津波を観測した地震を明示した。今回の地震活動域の北方の須美寿島付近では、M6.0程度の規模にもかかわらず津波を観測した地震が時々発生しており、これらの地震の発震機構(CMT解)はよく似ている。1984年のM5.9の地震について、Kanamori et al. (1993)^(注3)はマグマが関与した地殻変動によって津波が発生した可能性があることを示している。今回の地震活動(発震機構は図2-1も参照)及び2006年のM6.8の地震は、これらの須美寿島付近の地震とは発震機構の特徴が異なっている。

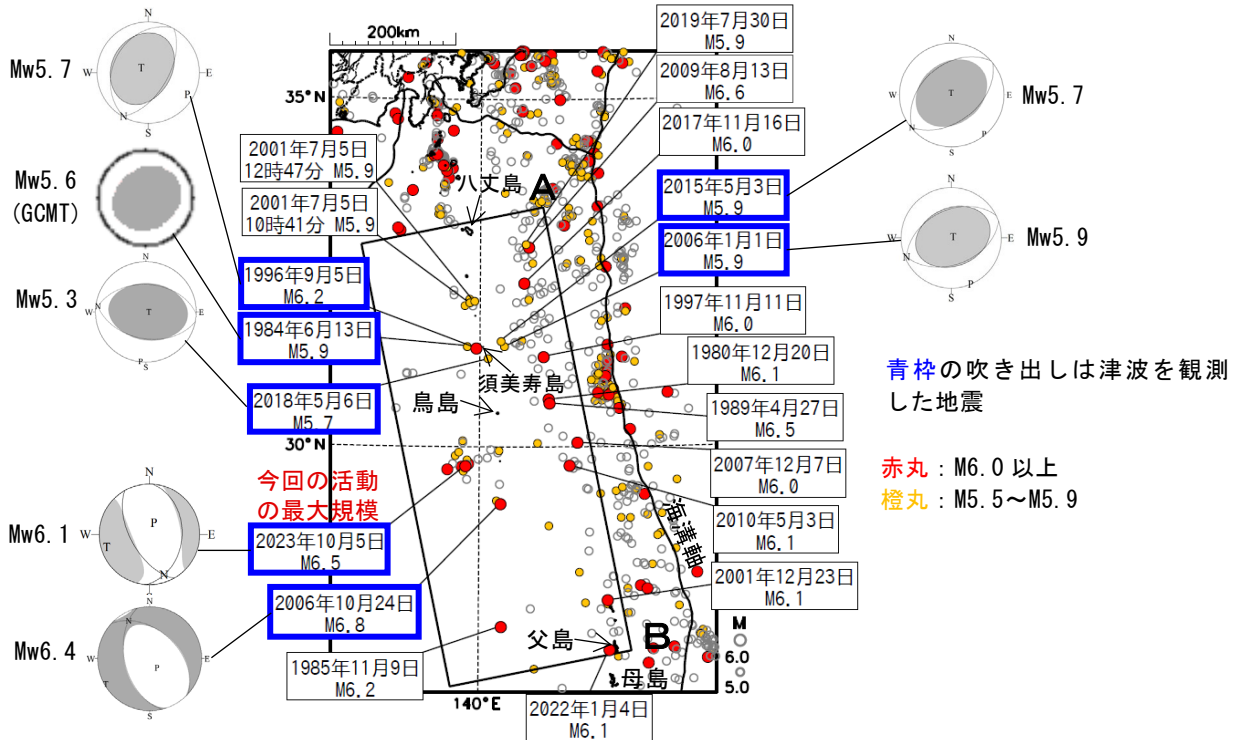


図2-11 震央分布図(1980年1月1日~2023年10月31日、深さ0~100km、 $M \geq 5.0$)
 矩形領域内は、フィリピン海プレート内で発生したと考えられる地震
 ただし、矩形領域内の東端付近は太平洋プレート内の地震を含む
 吹き出しは、矩形領域内でM5.9以上及び2018年5月6日M5.7の地震
 発震機構は1984年6月13日の地震はGlobal CMT、その他の地震は気象庁のCMT解

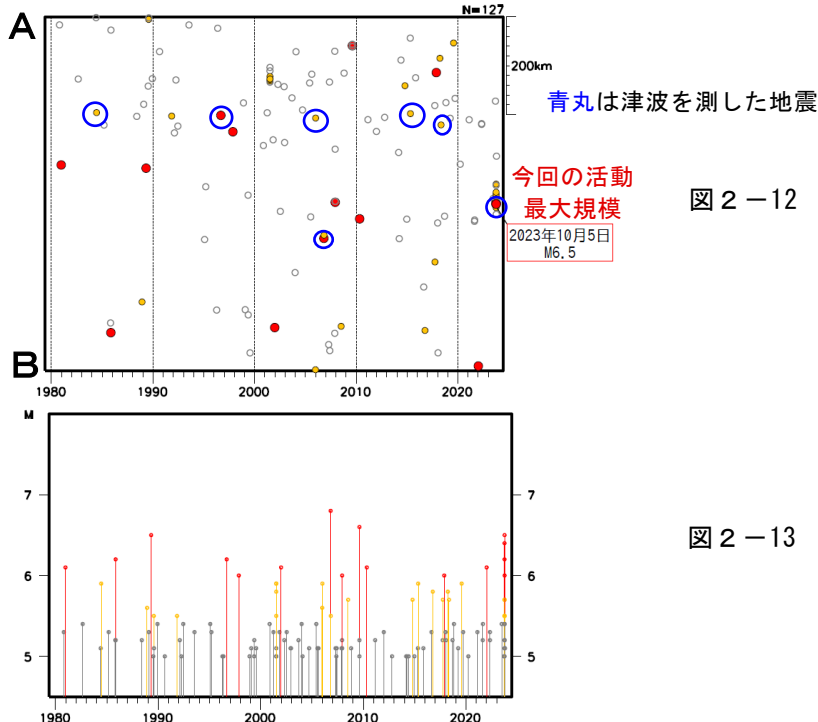
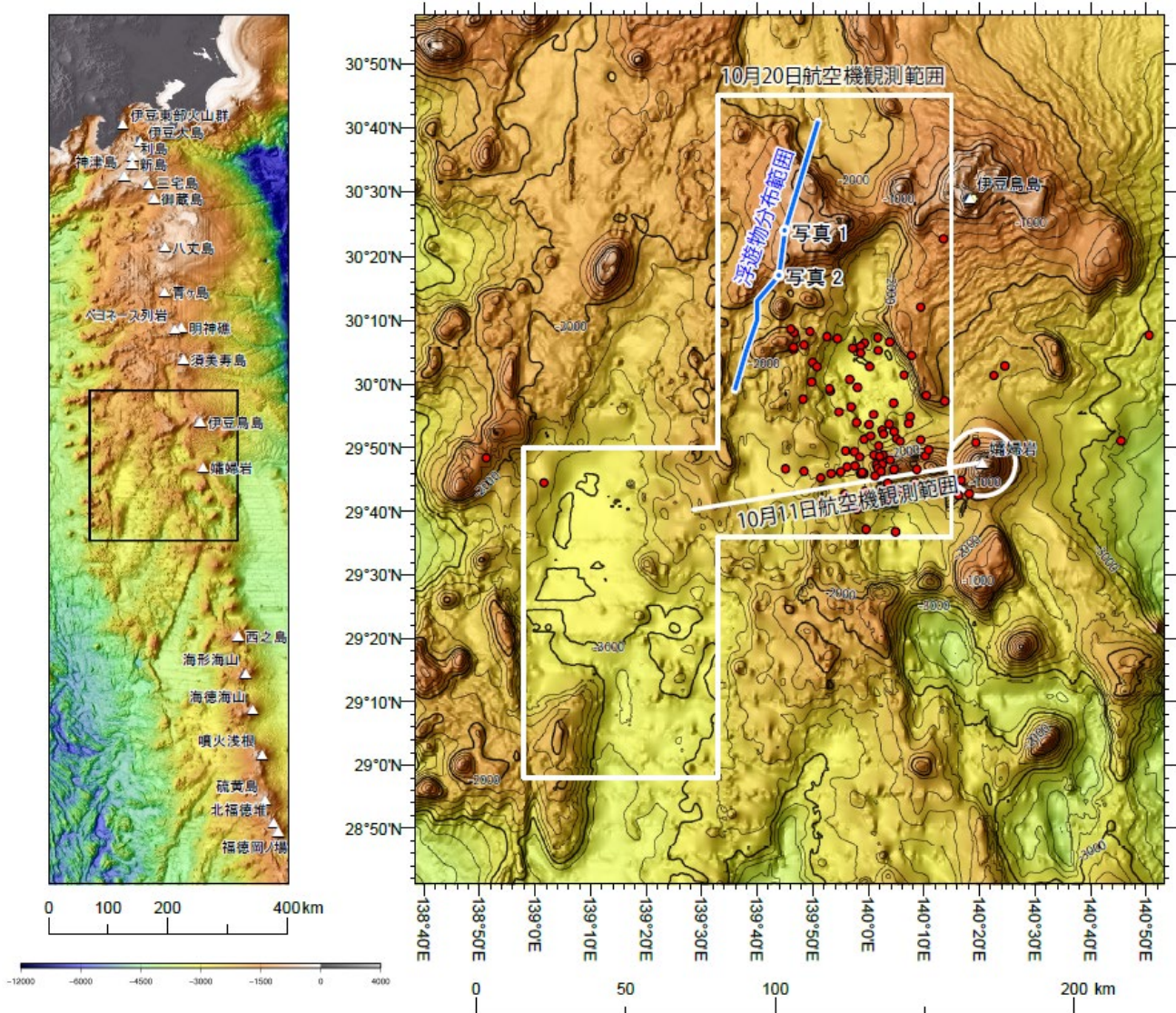


図2-12 図2-11の矩形領域内の時空間分布図(A-B投影)

図2-13 図2-11の矩形領域内のM-T図

(注3) 参考文献 Kanamori, H., G. Ekstrom, A. Dziewonski, J. S. Barker, and S. A. Sipkin, 1993, J. Geophys. Res., 98, 6511-6522
 気象庁作成

鳥島近海の浮遊物（10月20日観測）



航空機による観測範囲と観測された浮遊物の分布範囲。右図は左図の黒枠で囲んだ範囲の拡大。右図の赤丸は USGS による 10 月 18 日以前の 30 日間の震央分布。



写真 1 伊豆鳥島西方のやや赤みがかった灰色の浮遊物 2023年10月20日14:07 撮影



写真 2 伊豆鳥島西方のやや赤みがかった灰色の浮遊物 2023年10月20日14:25 撮影

鳥島近海で採取した軽石の分析結果について

海洋気象観測船「啓風丸」が鳥島近海で採取した軽石について、国立大学法人東京大学地震研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所の化学組成の分析によると、伊豆弧火山フロントの西方に連なる背弧リフト帯に分布する流紋岩の特徴と類似していることが分かりました。

気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」は、10月27日、28日及び31日に、鳥島の南西約100kmの海域において軽石を採取しました（令和5年11月1日報道発表の通り）。採取した軽石に関して、分析を依頼しました国立大学法人東京大学地震研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所による分析結果ができましたのでお知らせします。

○10月27日12時頃に採取した白色の軽石

- ・最近の火山活動で生産された軽石と考えられる。
- ・化学組成は、鳥島を含む伊豆弧火山フロントの西方に連なる背弧リフト帯（鳥島凹地等）に分布する流紋岩の特徴と類似しており、最近火山活動が確認されている福德岡ノ場、硫黄島、海徳海山の噴出物とは異なる。

○10月27日23時頃、28日7時頃、31日9時頃に採取された灰色の軽石

- ・形状等からみて長期間漂流していたものと推定され、最近の火山活動で生産された軽石ではないと考えられる。

今回見つかった軽石と周辺の火山活動や地震活動との関連については現時点では不明ですが、気象庁では引き続き火山活動及び地震活動について監視し、変化が認められた場合には噴火警報等を発表してまいります。

分析結果の詳細については両機関のホームページをご覧ください。

- ・東京大学地震研究所
<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/20272/>
- ・産業技術総合研究所
<https://www.gs.j. jp/hazards/volcano/index.html>

【関連報道発表】

令和5年11月1日 海洋気象観測船「啓風丸」による鳥島近海での軽石の採取について

https://www.jma.go.jp/jma/press/2311/01b/20231101_keihu-karuishi.html

問い合わせ先： 地震火山部火山監視課 担当 長谷川、山里
電話 03-6758-3900（内線 5186、5187）

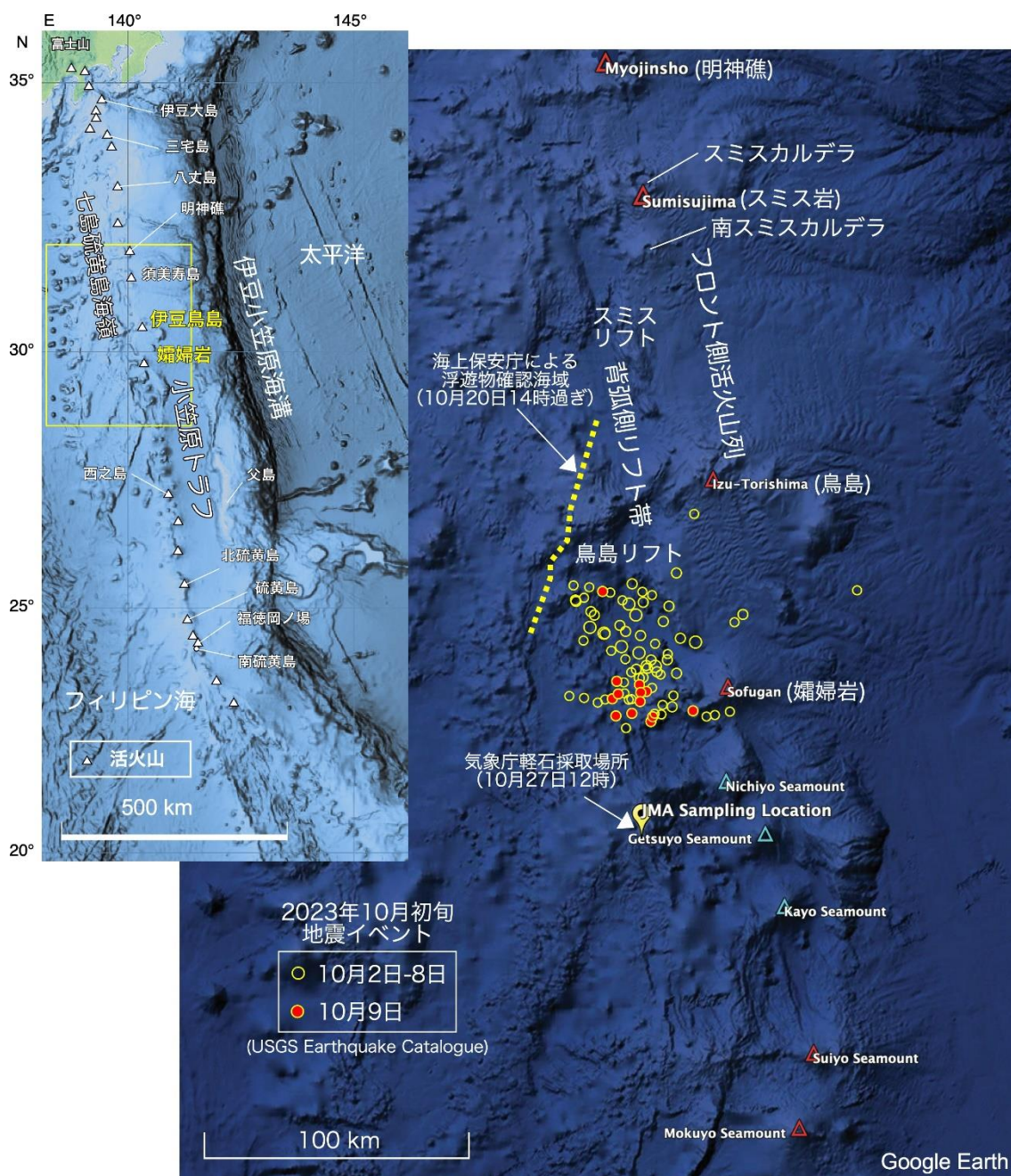


図 気象庁による軽石採取地点、海上保安庁による浮遊物確認海域、周辺火山および10月初旬の地震イベント (Sandarbata et al. doi:10.22541/essoar.169878726.62136311/v1 を参照) との位置関係

上記図は東京大学地震研究所資料より引用
<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/20272/>