

# 被災時の気象・海象状況について

## 1. 台風 23 号の概況

### 1.1 台風 23 号の経路と気圧変化

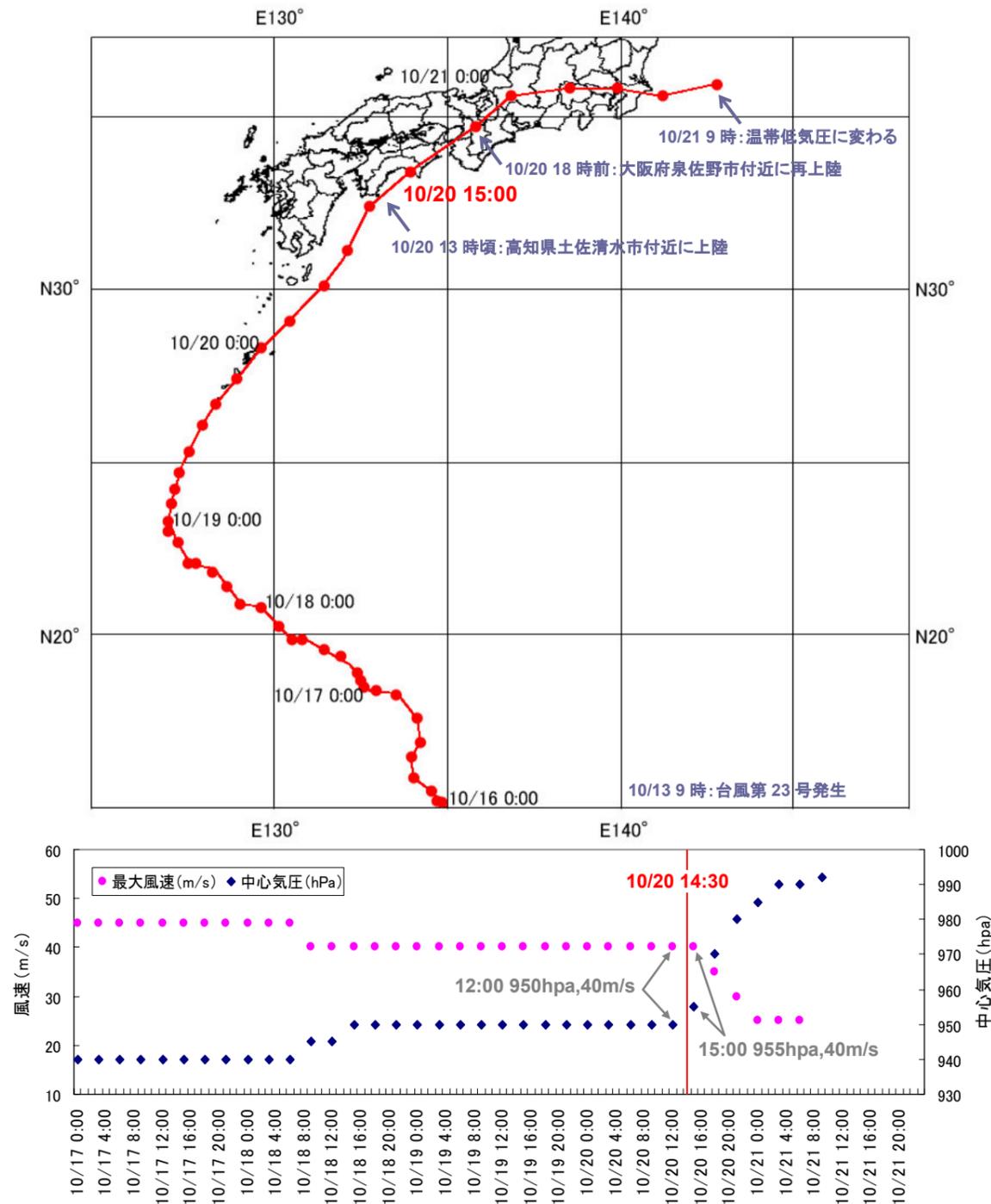


図-1 台風の中心気圧と中心付近の最大風速の変化

※気象庁データ（速報値）より作成

### 1.2 既往の台風との比較

200423 号台風（TOKAGE）の来襲により、ナウファス\*の室津波浪観測計で波高  $H_{1/3}=13.55\text{m}$ 、周期  $T_{1/3}=15.8\text{sec}$ （速報値）の有義波が記録された。この値は、1990 年の観測開始以来最大の有義波である。

室津で観測された最高有義波高上位 10 波（1990 年以降）

| 順位  | 最大有義波の起時          | 有義波           |               | 波向  | 要因                         |
|-----|-------------------|---------------|---------------|-----|----------------------------|
|     |                   | $H_{1/3}$ (m) | $T_{1/3}$ (s) |     |                            |
| 被災時 | 2004. 10. 20 14 時 | 13.55         | 15.8          | SSW | 台風 200424 号                |
| 1   | 1993. 9. 4 2 時    | 9.45          | 10.9          | SSW | 台風 199313 号                |
| 2   | 1998. 10. 18 0 時  | 7.19          | 10.7          |     | 台風 199810 号                |
| 3   | 1994. 9. 29 14 時  | 7.02          | 14.2          | SSW | 台風 199426 号                |
| 4   | 1999. 9. 24 12 時  | 6.34          | 10.6          | SSW | 台風 199918 号                |
| 5   | 1996. 8. 14 16 時  | 6.32          | 10.3          |     | 台風 199612 号                |
| 6   | 1997. 6. 28 18 時  | 6.31          | 10.8          |     | 台風 199708 号                |
| 7   | 1998. 9. 22 12 時  | 6.23          | 13.4          |     | 台風 199807 号                |
| 8   | 1990. 9. 19 10 時  | 5.63          | 12.8          |     | 台風 199019 号                |
| 9   | 2001. 8. 21 6 時   | 5.60          | 13.6          |     | 台風 200111 号                |
| 10  | 1990. 8. 22 6 時   | 5.40          | 11.8          |     | 台風 199012 号<br>台風 199014 号 |

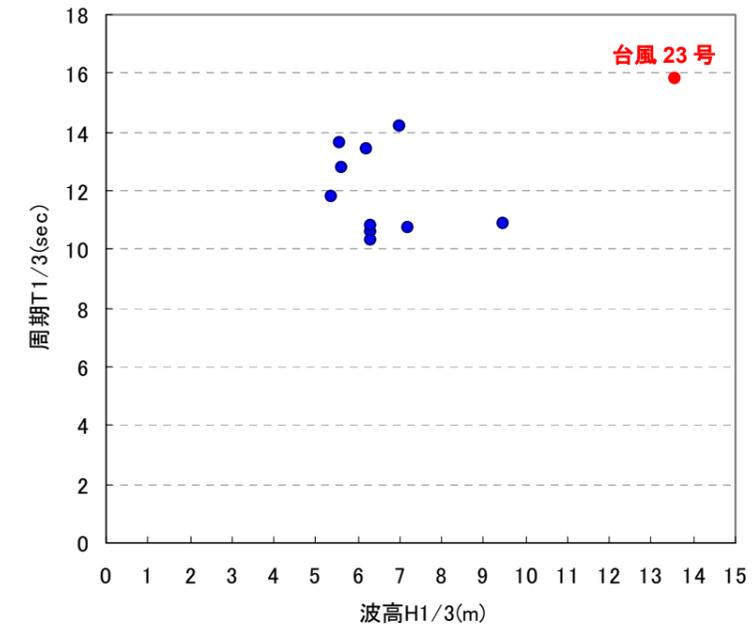


図-2 室津で観測された最高有義波上位 10 波と被災時(台風 23 号)の有義波

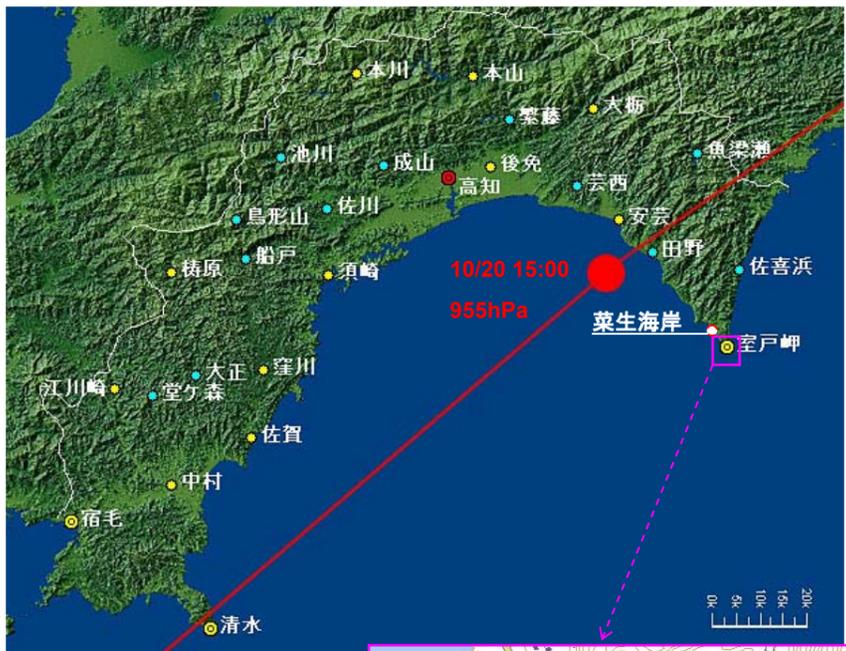
\* ナウファス (NOWPHAS/全国港湾海洋波浪情報網) :  
国土交通省港湾局, 各地方整備局, 北海道開発局, 沖縄総合事務局, 国土技術政策総合研究所および独立行政法人港湾空港技術研究所の相互協力のもとに構築・運営されている我が国沿岸の波浪情報ネットワーク。

2. 気象状況

2.1 風向・風速

(1) 観測施設

気象庁室戸岬観測所 (風向風速・海面気圧)



(2) 台風 23 号における風速・風向記録

- 最大風速 43.3m/s (10/20 15:00)
- 風向 S (10/20 15:00)
- 海面気圧 (最低値) 963hpa (10/20 15:00)

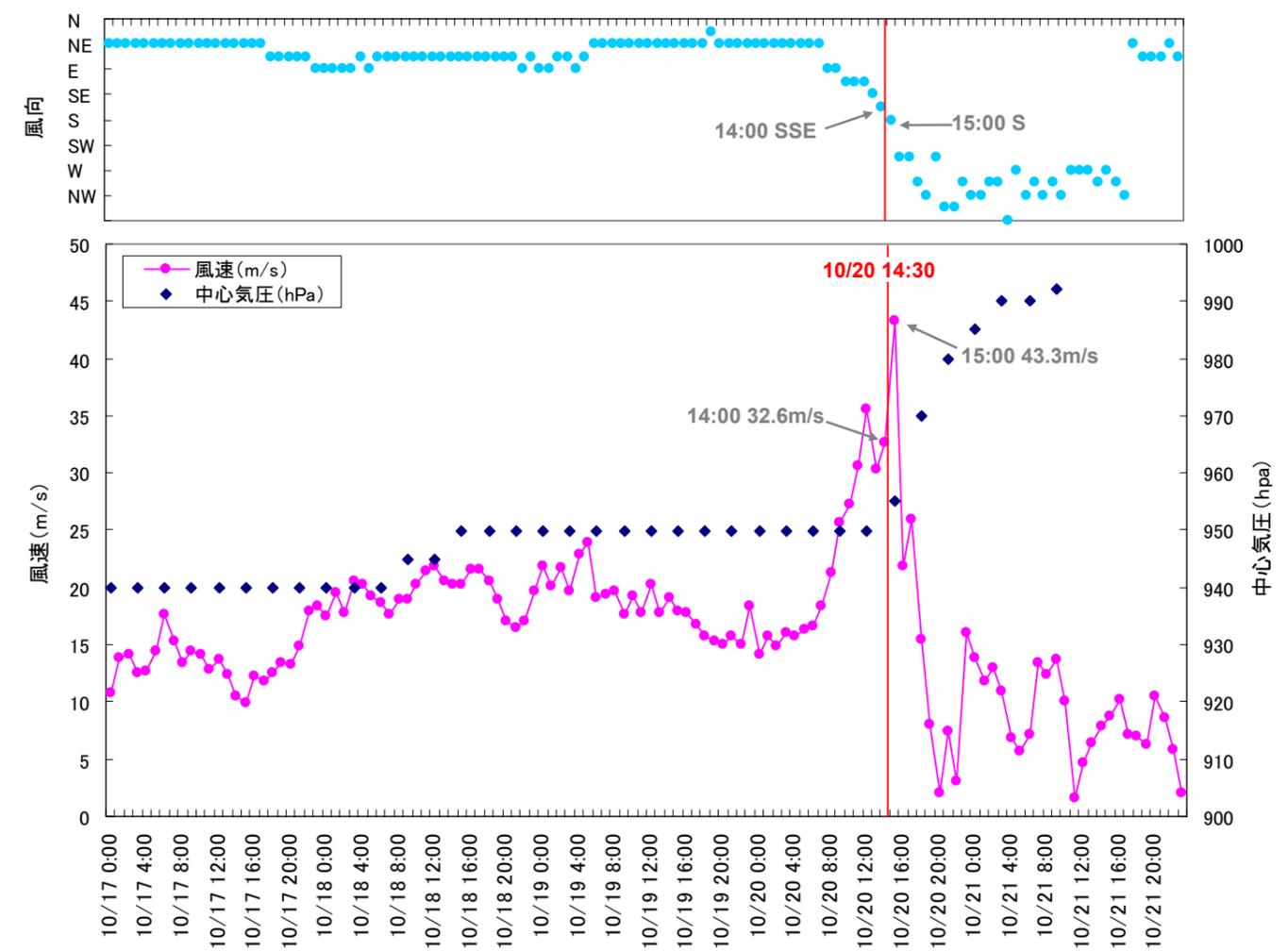


図-3 台風の中心気圧と室戸岬観測所における風向風速の変化

2.2 海面気圧

(1) 台風 23 号における海面気圧記録

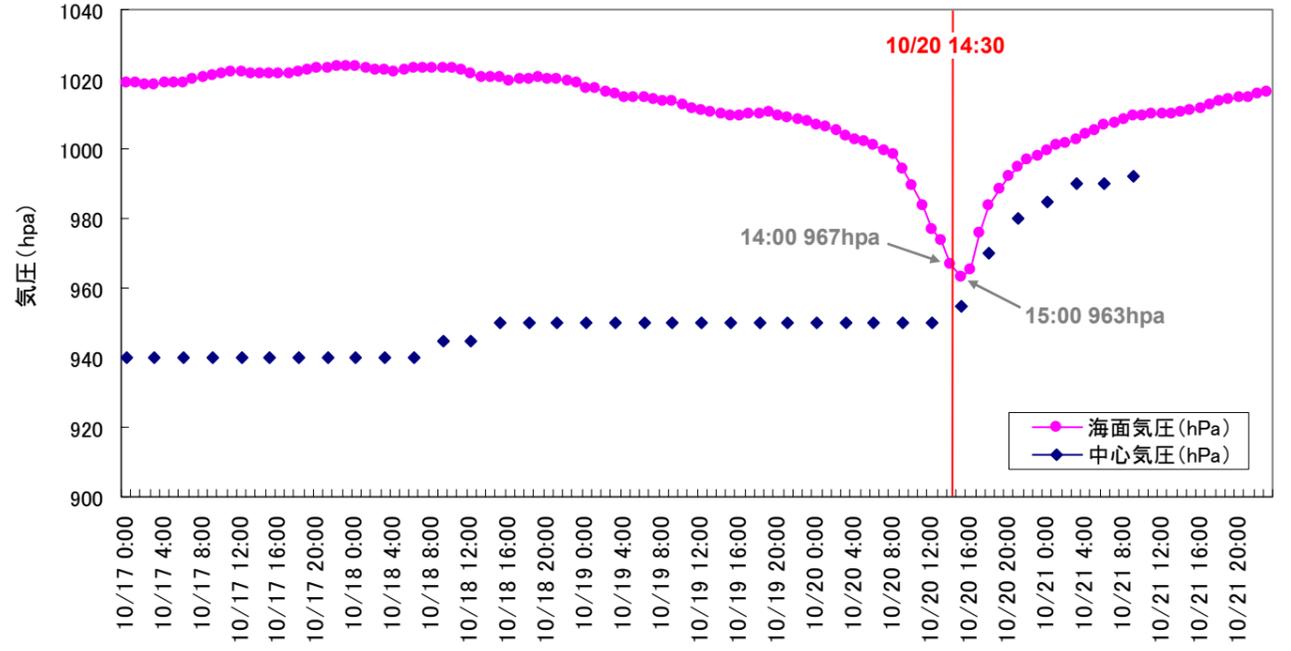


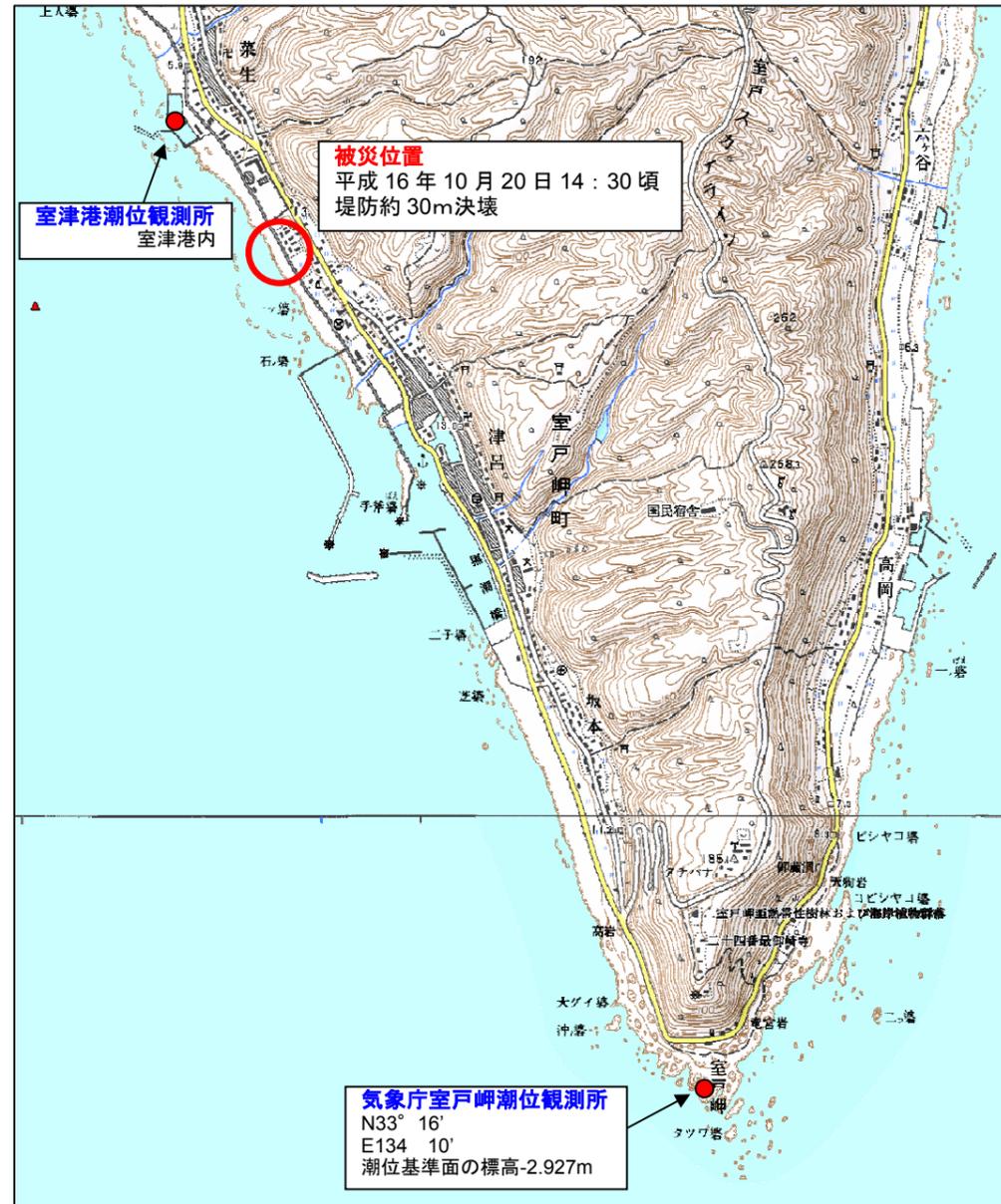
図-4 台風の中心気圧と室戸岬観測所における海面気圧の変化

3. 海象状況

3.1 潮位

(1) 観測施設

- ・室津港潮位観測所
- ・気象庁室戸岬潮位観測所



(2) 台風 23 号における潮位記録

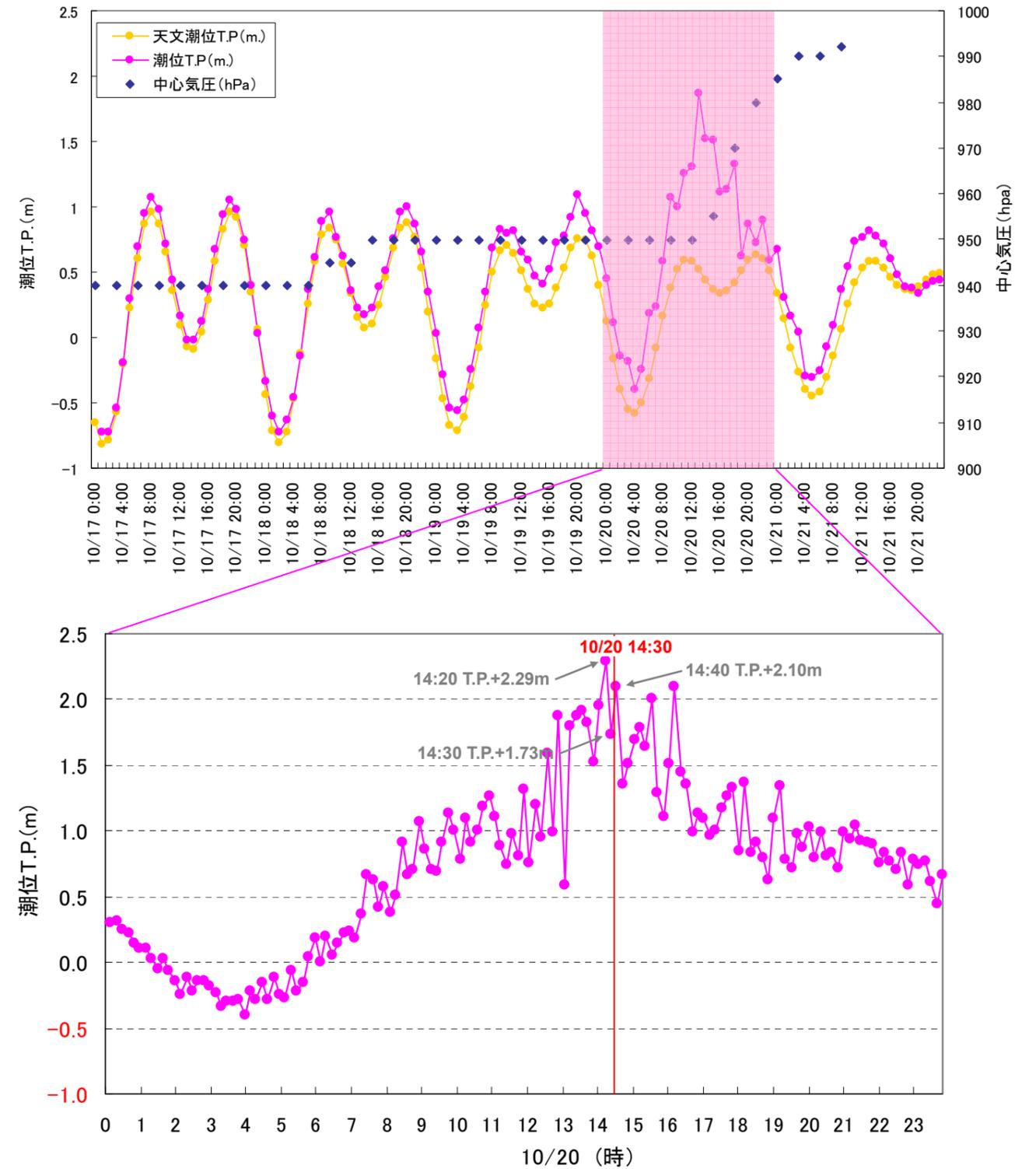


図-5 室津港潮位観測所における毎正時の潮位変化と天文潮位\*との比較(上図)

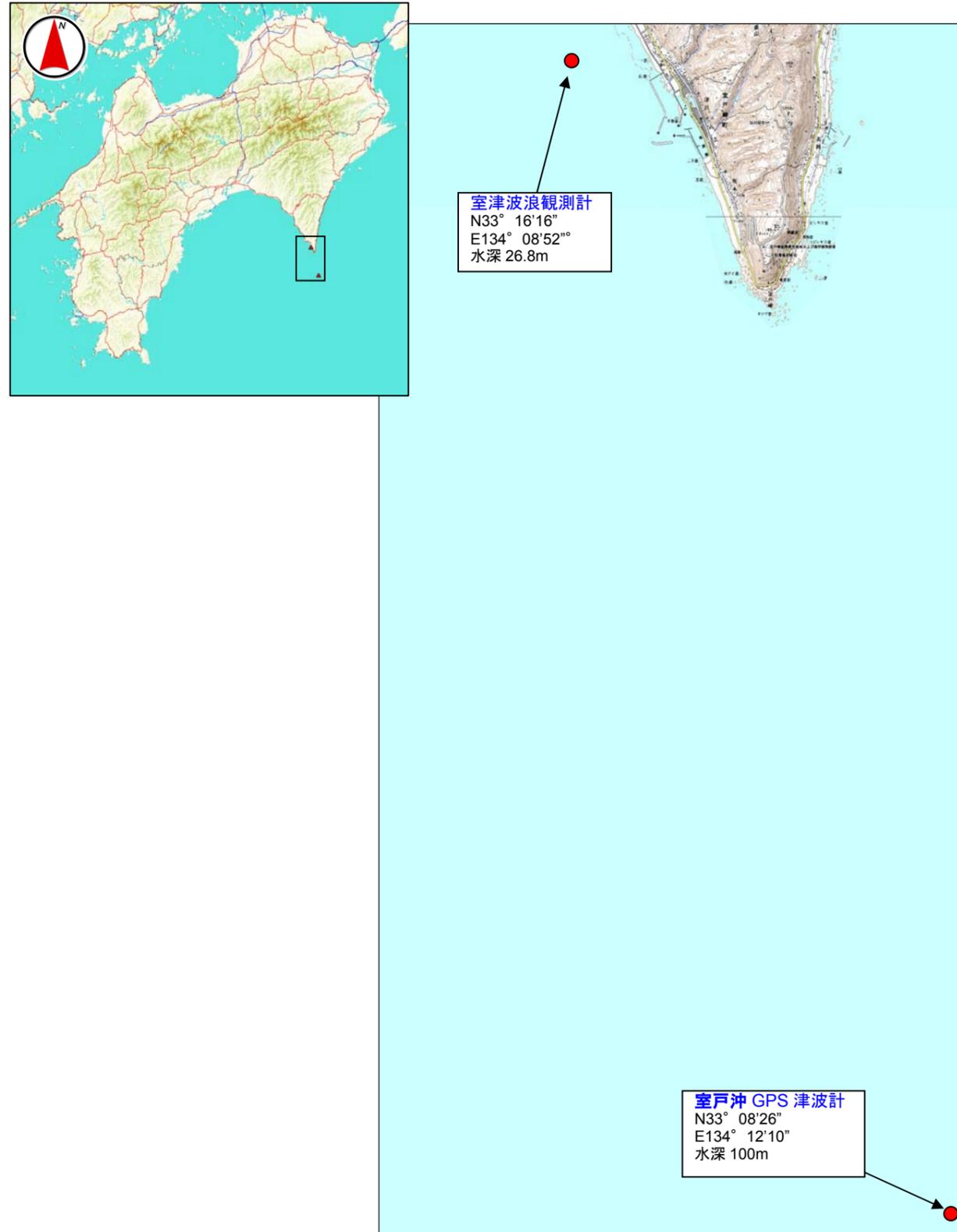
ならびに同観測所における潮位の 10 分毎の潮位変化(下図)

\*天文潮位は気象庁室戸岬潮位観測所の値

### 3.2 波浪

#### (1) 観測施設

- ・室津波浪観測計（ナウファス）：室津沖 1.5km, 水深 26.8m
- ・室戸沖 GPS 津波計（東大地震研）：室戸沖 13km, 水深 100m



#### (2) 台風 23 号における波高記録

- ・室津波浪観測計で記録した被災時の波高値（速報値）は、 $H_{1/3}=13.55\text{m}$ ,  $T_{1/3}=15.8\text{sec}$  であり、同観測所における既往最高値 ( $H_{1/3}=9.45\text{m}, T_{1/3}=10.7\text{sec}$ , 1993 年 9 月 4 日, 台風 13 号) を大きく上回る記録となった。（観測開始：1990 年 1 月）
- ・東大地震研究所が室戸沖 13km の海底に設置している GPS 津波計で観測された被災時の波高値は  $H_{1/3}=15.0\text{m}$ ,  $H_{\text{max}}=26.15\text{m}$ ,  $T_{1/3}=13\sim 15\text{sec}$  であり、室津波浪観測計及び GPS 津波計における史上最高波を更新する記録となった。（GPS 津波計観測開始：2004 年 4 月）

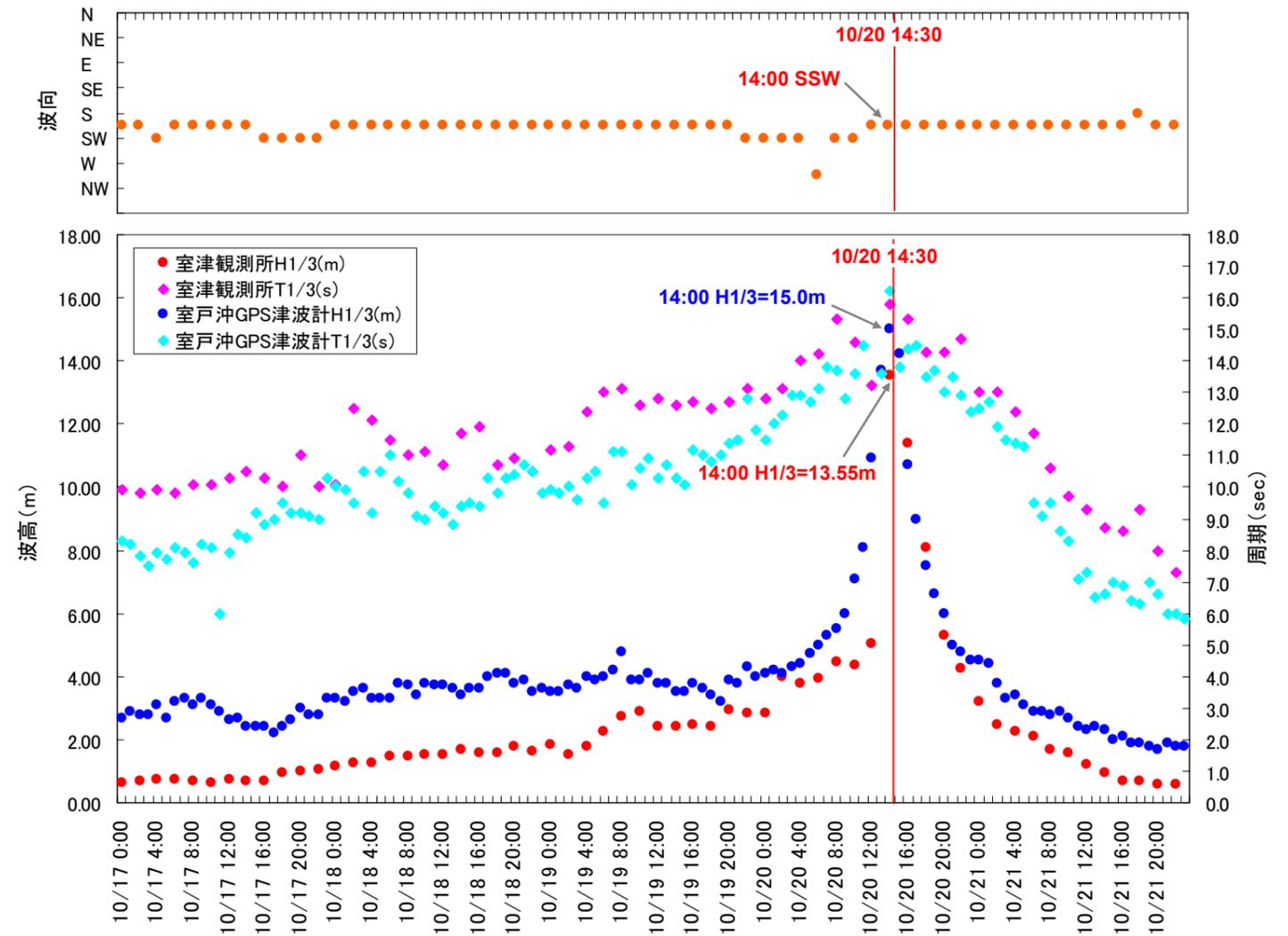


図-6 室津波浪観測計・室戸沖 GPS 津波計における有義波の変化と室津波浪観測所における波向の変化

### 3.3 被災時の気象・海象

#### (1) 被災時の沖波波高の算定

既往の沖波波高と比較するために、室津波浪観測計（水深 26.8m）における被災時の有義波を用いて、波浪変形計算（エネルギー平衡方程式）により水深の影響を受けていない深海域（水深 200～300m：海底の影響を受けない水深  $(1/2L_0) = 194.7m$ ）の沖波波高を算定した。

| 観測波高<br>$H_{1/3}(m)$ | 屈折係数×回折係数×浅水変形<br>$K_r \times K_d \times K_s$ | 沖波波高<br>$H_0(m)$ | 沖波周期<br>$T(sec)$ |
|----------------------|---|------------------|------------------|
| 13.55                | 0.807   | 16.80            | 15.8             |

沖波波向 SSW

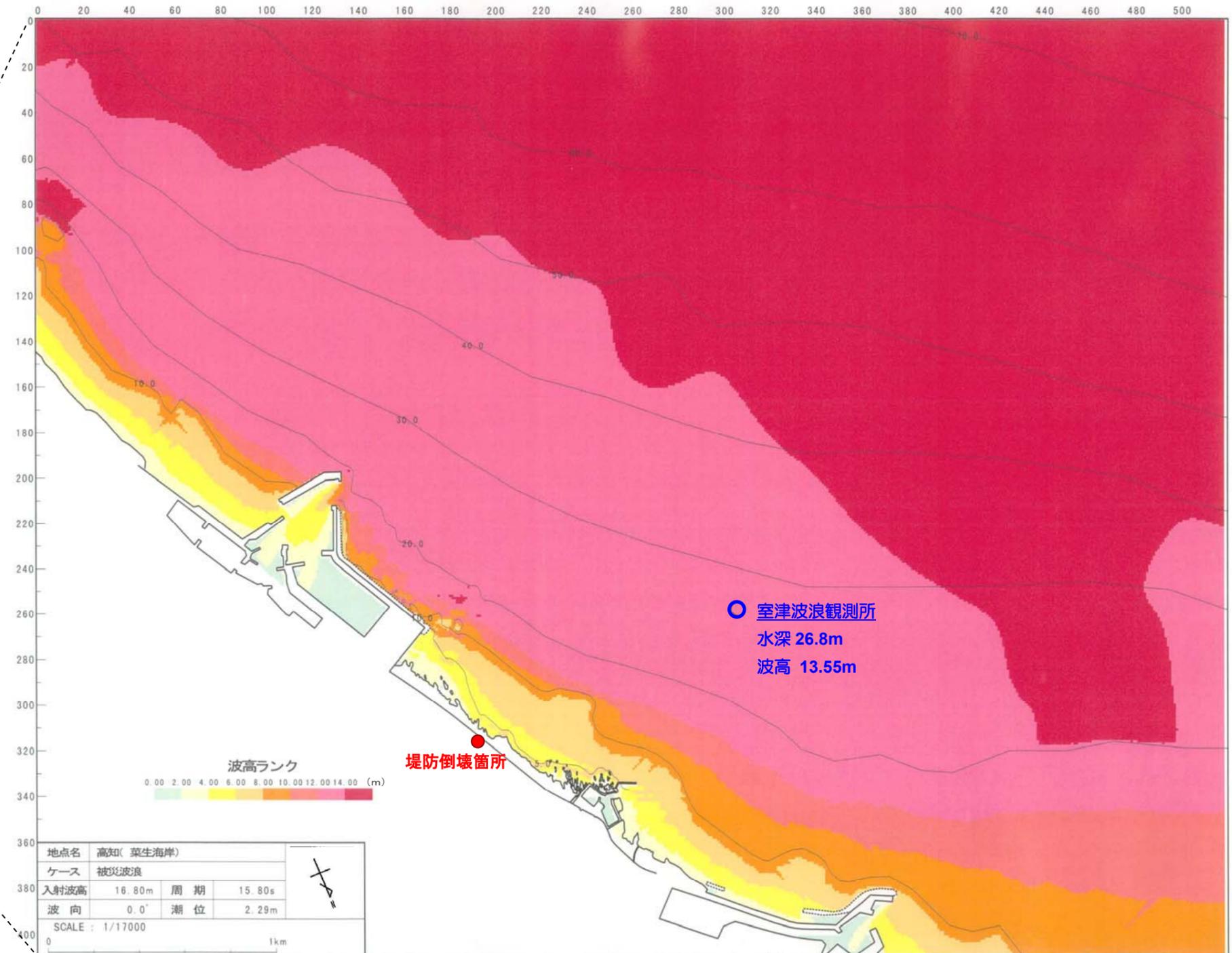
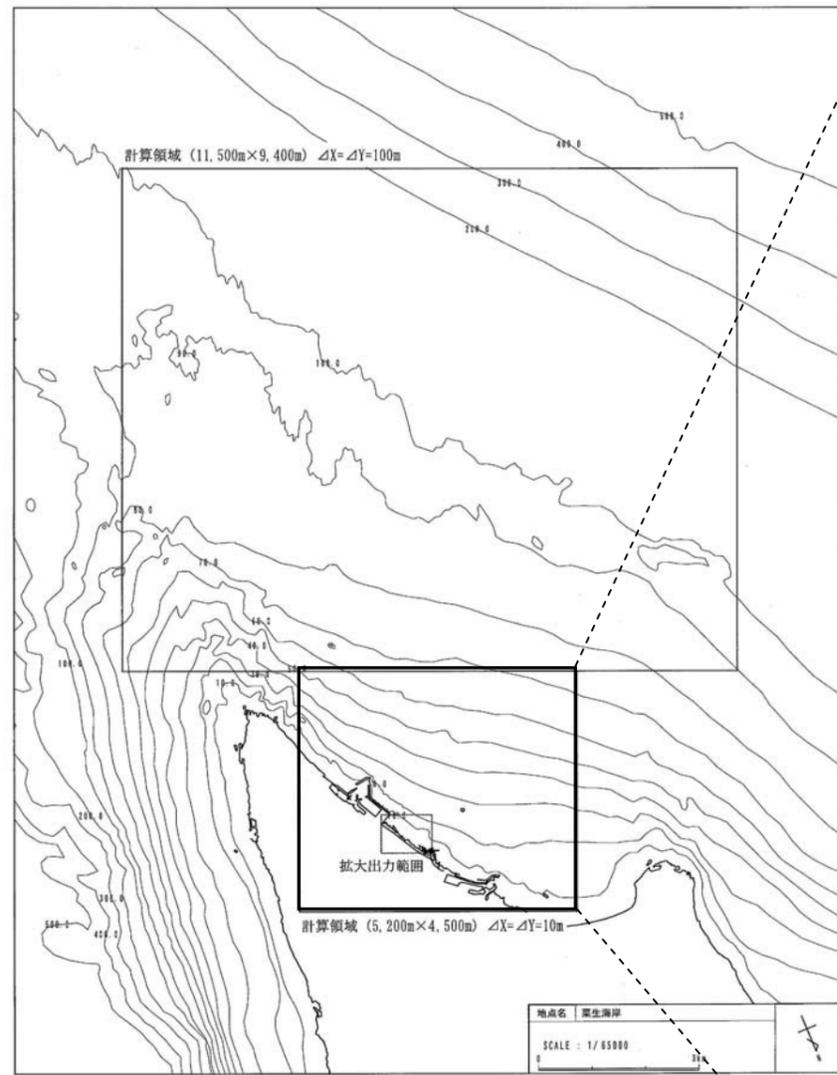


図-7 エネルギー平衡方程式による被災時の沖波波高算定結果

## (2) 被災時の気象・海象条件の整理

想定被災時刻：10/2014:30

| 資料          |                       | 沖波波高 Ho (m) | 観測波高 H <sub>1/3</sub> (m) | 沖波周期 T (sec) | 波向         | 潮位 T.P. (m)  | 備考  |
|-------------|-----------------------|-------------|---------------------------|--------------|------------|--------------|---|
| 室津波浪観測計     | 室津沖 1.5km<br>水深 26.8m | <b>16.8</b> | 13.55                     | <b>15.8</b>  |            | —            | 沖波波高：水深 200～300m での波高算出                         |
| 室戸沖 GPS 津波計 | 室戸沖 13.0km<br>水深 100m | 15.0 (観測値)  | —                         | 13～15        | —          | —            | 最大波：観測値→26.15m                                  |
| 気象庁・室津波浪観測計 |                       | —           | —                         | —            | <b>SSW</b> | +2.06        | 波向：室津波浪観測計、気象庁（台風波浪図）より<br>潮位：室戸岬観測所 15:00 の観測値 |
| 室津港潮位観測所    |                       | —           | —                         | —            | —          | <b>+2.29</b> | 潮位：14:20 の観測値                                   |

## (3) 設計条件との比較

台風 23 号による被災時の来襲波は Ho=16.8m, To=15.8sec であり、これは 30 年確率波である設計波に対し、概ね 100 年確率波相当の高波浪であった。

| 資料            | 作成年月        | 沖波波高 Ho (m) | 換算沖波 Ho' (m) | 沖波周期 T (sec) | 波向 | 設計潮位 T.P. (m) | 設定根拠  | 備考                  |
|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----|---------------|---|---------------------|
| 土佐湾沿岸海岸保全基本計画 | 平成 15 年 3 月 | <b>13.5</b> | —            | <b>15.2</b>  | —  | <b>+2.20</b>  | 「港湾構造物設計指針」<br>高知県港湾局港湾課（平成 12 年 3 月）<br>「南海地域沖波推算調査報告書」*<br>高知県港湾局港湾課（昭和 61 年 3 月） | 1/30 確率波<br>水深 200m |

※堤防の設計が昭和 31 年以前（昭和 31 年着工～昭和 42 年竣工）であることから、現在、設計当時の数値は確認できていない。

| * 室津港沖波再現確率波高 | 確率評価 |      |             |      |             |      |             |
|---------------|------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
|               | 10 年 | 20 年 | 30 年        | 40 年 | 50 年        | 75 年 | 100 年       |
| 沖波波高 Ho (m)   | 11.2 | 12.7 | <b>13.5</b> | 14.1 | 14.6        | 15.4 | <b>16.0</b> |
| 沖波周期 T (sec)  | 13.8 | 14.7 | <b>15.2</b> | 15.6 | <b>15.9</b> | 16.4 | 16.8        |

## (4) 高波浪来襲の要因についての考察

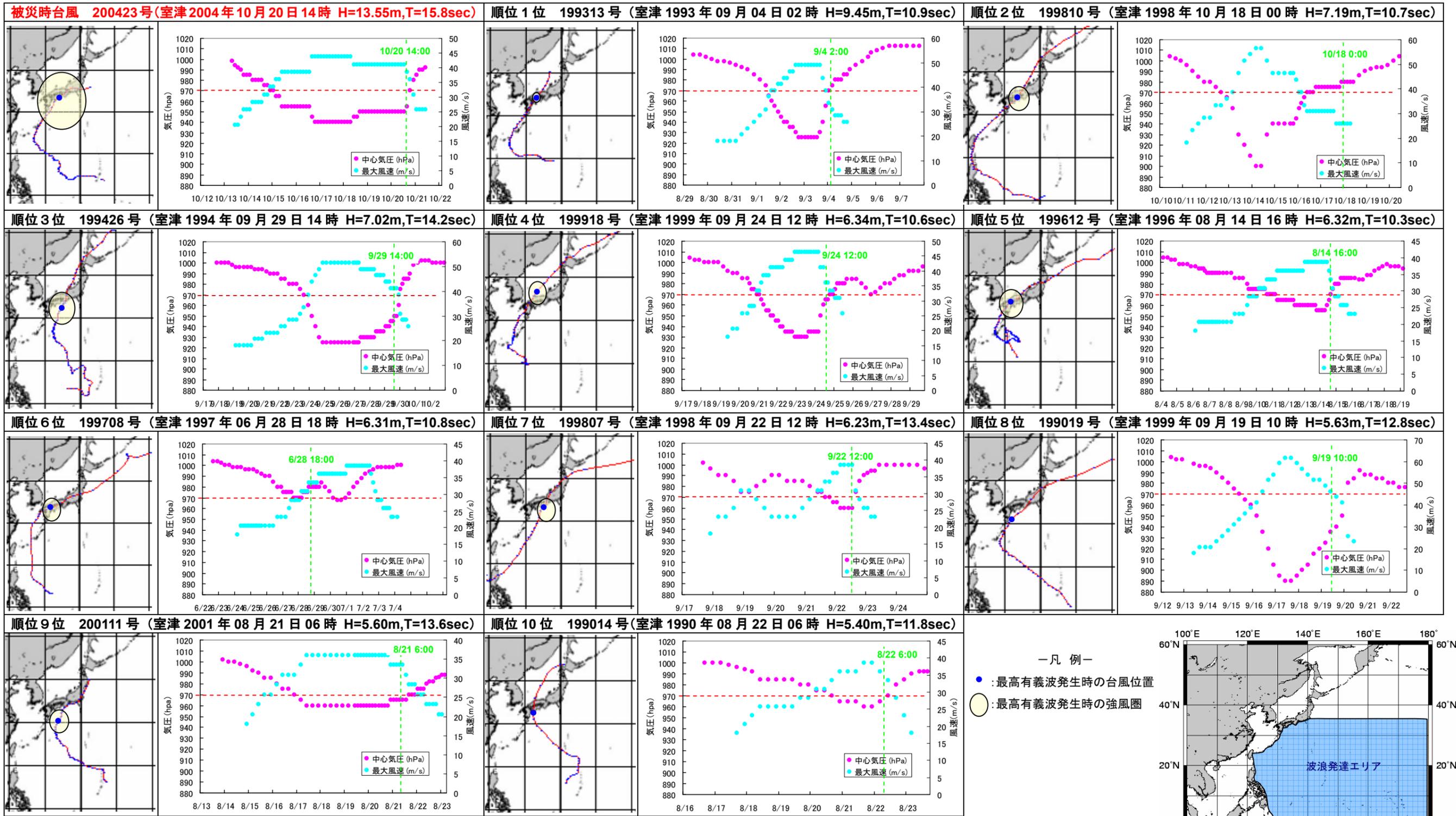
台風 23 号は、下記の 3 つの条件が重なったことから、過去の台風に比べて強大な超過外力（概ね 100 年確率波相当の波浪）を発生させたものと考えられる（図-8 参照）。

- ・ 日本に接近してから陸域沿いを進んだことで、うねりを打ち消す北西系の風が海域に吹き込みにくい状況であった。
- ・ 太平洋上（波浪発達エリア）での停滞時間が長く、波浪が発達しやすい環境にあった。
- ・ 過去の台風と比較して、暴風圏、強風圏が異常に大きかった。

| 比較項目等 |   | 第 1 位    | 第 2 位    | 第 3 位    | 第 4 位    | 第 5 位    | 第 6 位    | 第 7 位    | 第 8 位    | 第 9 位    | 第 10 位   | 被災時             |
|-------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
|       |   | 199313 号 | 199810 号 | 199426 号 | 199918 号 | 199612 号 | 199708 号 | 199807 号 | 199019 号 | 200111 号 | 199014 号 | 200423 号        |
| 観測波浪  | 観測日時                                      | 09/04.02 | 10/18.00 | 09/29.14 | 09/24.12 | 08/14.16 | 06/28.18 | 09/22.12 | 09/19.10 | 08/21.06 | 08/22.06 | <b>10/20.14</b> |
|       | 波高 (m)                                    | 9.45     | 7.19     | 7.02     | 6.34     | 6.32     | 6.31     | 6.23     | 5.63     | 5.60     | 5.40     | <b>13.55</b>    |
|       | 周期 (sec)                                  | 10.9     | 10.7     | 14.2     | 10.6     | 10.3     | 10.8     | 13.4     | 12.8     | 13.6     | 11.8     | <b>15.8</b>     |
|       | 波向  |          | SSW      |          | SSW      | SSW      |          |          |          |          |          | <b>SSW</b>      |
| 台風諸元  | 陸域或いは陸沿いに進むコース（うねりを消す風が吹きにくいコース）          | ○        | ○        |          | ○        | ○        | ○        |          | ○        |          |          | <b>○</b>        |
|       | 970 ヘクトパスカル以下で波浪発達エリアに 100h 以上停滞した台風* (h) | ×        | ×        | ○144     | ×        | ×        | ×        | ×        | ○120     | ○108     | ×        | <b>○144</b>     |
|       | 室戸最短位置における暴風圏直径 (km)                      | 190      | 140      | 240      | 200      | 200      | 300      | 160      | 不明       | 120      | 不明       | <b>560</b>      |
|       | 室戸最短位置における強風圏直径 (km)                      | 540      | 650      | 700      | 650      | 550      | 510      | 495      | 不明       | 620      | 不明       | <b>1450</b>     |

\*：過去の台風の中で、最低気圧が最も高い値（970 ヘクトパスカル）を基準とした。

図-8 室津における最大有義波来襲時の台風位置・気圧と経路



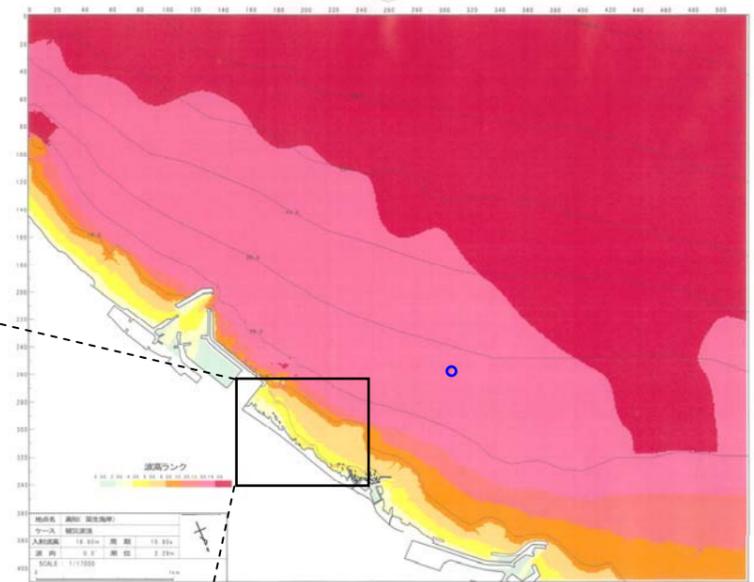
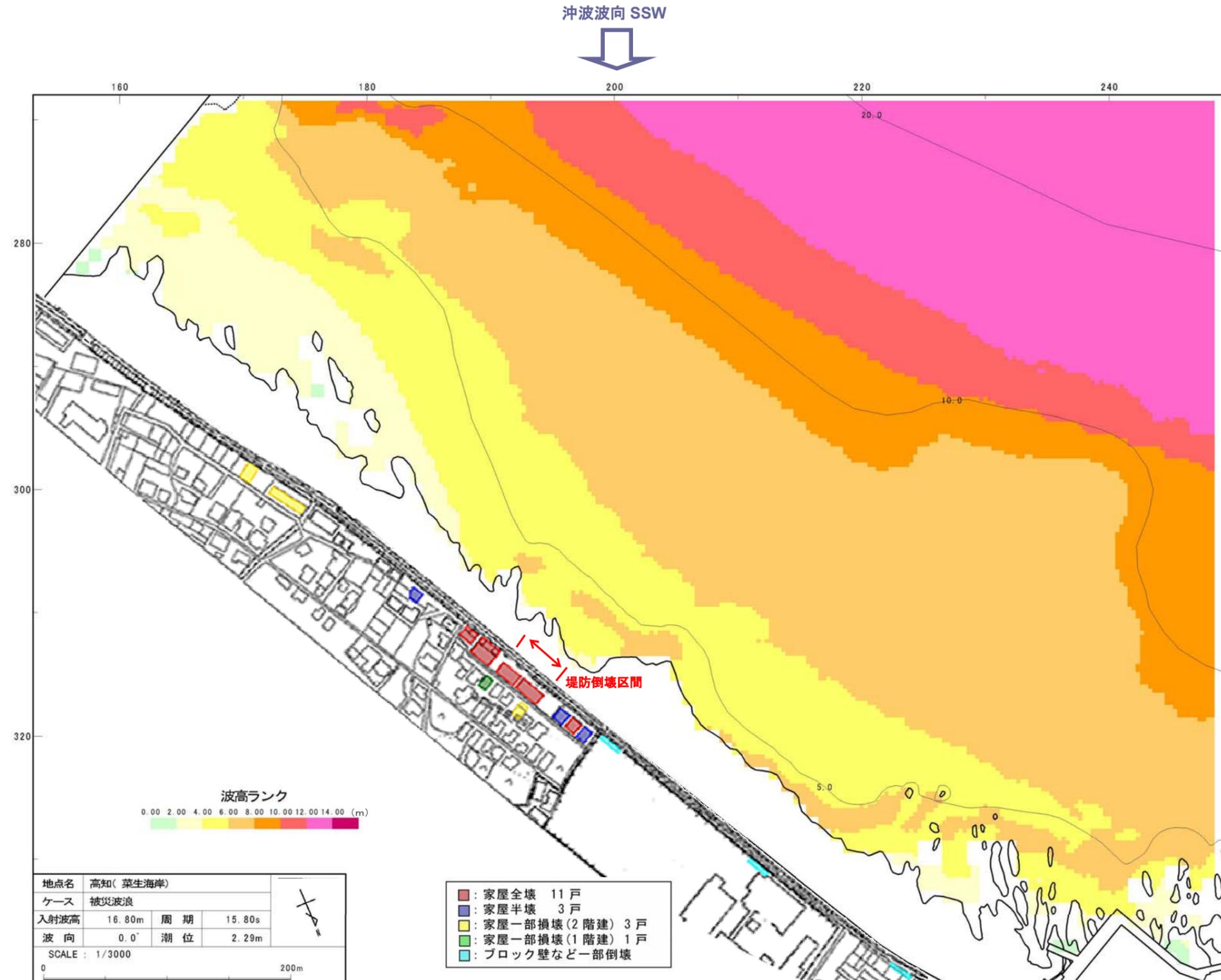
※気象庁のデータより作成

### 3.4 被災時の被災区域前面海域の波浪状況（推定）

被災時の被災区間前面海域を含む周辺海域の波高の空間分布を把握するため、波浪変形計算（エネルギー平衡方程式）を実施した。なお、本計算は浅海域（-10m以深）の海底地形などが乏しい資料で実施したものであるため、定量的な評価は今後予定されている深浅測量結果を反映した上で、再度実施する必要がある。

これより、下記の2つの理由により、被災区間は周辺より被害が甚大であったと考えられる。

- ・被災区間の南側（室戸岬側）は、室戸岬漁港の防波堤による波の遮蔽効果と岩礁などの浅い海底地形が沖合に広がっているため波高が比較的低い。
- ・被災区間の北側は、岩礁（汀線）が沖側に位置し浜幅が広いいため、被災区間に比べて遡上した波が低減する。



- [地形条件]
- 10m以深は海底地形図（海上保安庁）より作成.
  - 10m以浅は以下の3つデータを用いて作成.
  - ・ 図中北側：室津港計画図（高知県港湾課）
  - ・ 図中南側：室津漁港計画図（高知県漁港課）
  - ・ 被災区間前面海域：被災後の横断測量結果（5断面）

図-9 エネルギー平衡方程式による被災時の前面海域の波高算定結果