

## 1. はじめに

2004 年は、10 個の台風が日本に上陸し、年間上陸数記録を更新した。台風 16 号は瀬戸内海沿岸の広域で高潮氾濫を引き起こし、その 1 週間後には台風 18 号による高波のため各地で多数の沿岸構造物が被災した。さらに、10 月には台風 23 号が四国に上陸し、高知県菜生海岸において海岸堤防の倒壊を引き起こした。このように、2004 年は海岸災害が頻発した 1 年となった。

1959 年の伊勢湾台風による高潮災害（死者・行方不明者約 5,000 人）のような海岸災害は近年生じていなかったが、1999 年の台風 18 号による八代海沿岸や周防灘沿岸での高潮災害などに見られるように、高潮災害は依然として発生している。このような災害の発生を防ぐためには、災害時における潮位・波浪等の外力、堤防等の被災過程、背後地の被害状況を把握し、その結果をふまえて必要な施策を実施することが重要である。

国土技術政策総合研究所海岸研究室では、台風 16 号による瀬戸内海沿岸の高潮災害と台風 23 号による高知県菜生海岸の高波災害について現地調査を行うとともに、台風 16 号による香川県高松市と岡山県倉敷市での浸水被害に関するアンケート調査を行った。さらに、台風 23 号による室戸岬周辺の高潮の再現計算を行い、外洋に面した海岸での高潮の発生機構について考察した。本稿は、それらの成果をとりまとめたものである。

また、付録の一つとして、台風 16 号時の高潮による浸水災害に関する調査の際に、高松市および倉敷市の住民から寄せられた意見をそのまま掲載した。寄せられた意見からは、海岸防災に対する住民の期待とともに、海岸防災に資する調査研究の必要性を読み取ることができる。本稿はそのような調査研究の一成果である。

## 2. 2004 年の高潮・高波災害の特徴

### 2.1 概要

2004 年は 10 個の台風が日本に上陸した。このうちの 8 つの台風について、潮位偏差が 50cm 以上となった気象庁検潮所の最大潮位偏差と最高潮位を表-2.1~8 に示す。なお、表において値が括弧書きになっている地点は、観測期間中に欠測があったことを示している。

表-2.1 台風 6 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

地点名	都道府県	最大潮位偏差		最高潮位	
		偏差 (cm)	起時	潮位 (TP上, cm)	起時
奄美	鹿児島	104	6/20 11h11m	148	6/20 07h34m
種子島	鹿児島	108	6/20 23h34m	170	6/20 20h29m
油津	宮崎	73	6/21 01h43m	127	6/21 07h08m
土佐清水	高知	105	6/21 06h25m	181	6/21 06h25m
宇和島	愛媛	56	6/21 07h00m	123	6/21 08h09m
松山	愛媛	51	6/21 08h53m	180	6/20 23h20m
高知	高知	100	6/21 09h12m	146	6/21 07h42m
室戸岬	高知	130	6/21 10h19m	158	6/21 07h53m
小松島	徳島	95	6/21 11h07m	132	6/21 08h09m
白浜	和歌山	85	6/21 11h54m	118	6/21 07h20m
串本	和歌山	134	6/21 12h06m	138	6/21 07h10m
和歌山	和歌山	107	6/21 12h10m	117	6/21 08h06m
洲本	兵庫	92	6/21 12h15m	105	6/21 07h48m
神戸	兵庫	137	6/21 13h28m	102	6/21 13h27m
大阪	大阪	151	6/21 13h32m	116	6/21 13h33m
高松	香川	87	6/21 13h46m	148	6/21 01h17m
淡輪	大阪	87	6/21 13h51m	111	6/21 09h12m
鳥羽	三重	50	6/21 14h55m	102	6/21 21h00m
名古屋	愛知	115	6/21 14h59m	120	6/21 21h24m
宇野	岡山	88	6/21 16h15m	154	6/21 01h08m
舞阪	静岡	85	6/21 17h09m	98	6/21 20h21m
東京	東京	52	6/21 20h29m	117	6/21 19h39m

表-2.2 台風 10 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏差 (cm)	最大潮位偏差 起時	最高潮位 (TP上) (cm)	最大潮位 起時
御前崎	静岡	54	7/30 13h21m	114	7/30 17h27m
浦神	和歌山	100	7/30 18h34m	177	7/30 18h34m
尾鷲	三重	70	7/30 18h57m	142	7/30 17h49m
鳥羽	三重	59	7/30 20h12m	147	7/30 17h45m
潮岬(串本)	和歌山	54	7/31 02h43m	142	7/31 04h09m
白浜	和歌山	67	7/31 05h50m	155	7/31 04h40m
室戸岬	高知	(64)	7/31 09h32m	(141)	7/31 04h54m
名古屋	愛知	63	7/31 10h24m	157	7/31 18h17m
高松	香川	63	7/31 10h45m	192	7/31 23h50m
宇野	岡山	60	7/31 10h59m	201	7/31 23h44m
小松島	徳島	79	7/31 11h48m	151	7/31 19h18m
和歌山	和歌山	66	7/31 11h57m	152	7/31 19h49m
洲本	兵庫	70	7/31 12h02m	127	7/31 05h28m
淡輪	大阪	64	7/31 12h21m	140	7/31 20h04m
大阪	大阪	62	7/31 12h29m	145	7/31 20h28m
神戸	兵庫	64	7/31 12h49m	140	7/31 20h35m
高知(桂浜)	高知	93	7/31 16h44m	170	7/31 18h29m
土佐清水	高知	51	7/31 21h07m	155	7/31 18h36m

表-2.3 台風 15 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏差 (cm)	最大潮位偏差 起時	最高潮位 (TP上)(cm)	最大潮位 起時
福江	長崎	51	8/19 01h53m	162	8/18 21h49m
長崎	長崎	61	8/19 03h29m	179	8/18 21h55m
大浦	佐賀	60	8/19 05h30m	286	8/18 23h03m
対馬	長崎	86	8/19 05h47m	116	8/18 22h35m
三角	熊本	52	8/19 06h42m	241	8/18 22h34m
下関	山口	61	8/19 07h58m	137	8/19 12h07m
西郷	島根	52	8/19 13h37m	82	8/19 15h47m
浜田	島根	74	8/19 18h51m	119	8/19 12h42m
舞鶴	京都	55	8/20 00h15m	96	8/20 04h35m
境	鳥取	70	8/20 00h20m	111	8/19 18h01m
能登	石川	111	8/20 00h44m	145	8/20 00h44m
函館	北海道	58	8/20 04h31m	82	8/20 04h31m
深浦	青森	72	8/20 06h13m	117	8/20 06h13m
佐渡	新潟	60	8/20 07h49m	81	8/20 07h49m
富山	富山	55	8/20 18h50m	98	8/20 18h30m

表-2.4 台風 16 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏 差	最大潮位偏 差起時	最高潮位 (TP上)(cm)	最大潮位 起時
奄美	鹿児島	(86)	8/29 12h13m	(164)	8/29 05h38m
枕崎	鹿児島	(94)	8/29 23h27m	(199)	8/29 19h17m
種子島	鹿児島	178	8/30 04h16m	263	8/30 05h23m
油津	宮崎	(82)	8/30 04h20m	(193)	8/30 05h32m
鹿児島	鹿児島	89	8/30 10h16m	245	8/30 06h36m
舞阪	静岡	53	8/30 11h12m	112	8/31 05h57m
土佐清水	高知	(158)	8/30 14h07m	(218)	8/30 17h50m
長崎	長崎	62	8/30 14h24m	189	8/29 20h02m
下関(弟子待)	山口	117	8/30 15h41m	144	8/30 09h48m
高知(桂浜)	高知	(81)	8/30 15h51m	(153)	8/30 06h03m
三角	熊本	63	8/30 16h22m	260	8/30 21h31m
宇和島	愛媛	(102)	8/30 17h25m	(157)	8/30 06h45m
室戸岬	高知	99	8/30 17h31m	201	8/30 19h06m
松山	愛媛	140	8/30 17h49m	258	8/30 20h56m
白浜	和歌山	57	8/30 18h35m	160	8/30 18h42m
潮岬(串本)	和歌山	61	8/30 19h08m	165	8/30 19h08m
小松島	徳島	(72)	8/30 20h09m	(161)	8/30 19h22m
宇野	岡山	137	8/30 22h16m	255	8/30 22h47m
高松	香川	133	8/30 22h23m	246	8/30 22h42m
洲本	兵庫	92	8/30 22h26m	148	8/30 20h26m
和歌山	和歌山	87	8/30 22h50m	170	8/30 20h04m
大阪	大阪	132	8/30 23h30m	183	8/30 21h24m
淡輪	大阪	90	8/30 23h41m	162	8/30 20h40m
神戸	兵庫	134	8/30 23h42m	177	8/30 21h24m
名古屋	愛知	91	8/31 00h03m	164	8/30 19h07m
東京(晴海)	東京	59	8/31 07h49m	136	8/31 05h33m
函館	北海道	53	8/31 13h11m	71	8/31 04h09m
釧路	北海道	66	8/31 16h02m	107	8/31 16h30m
根室(花咲)	北海道	50	8/31 16h19m	82	8/31 03h18m
稚内	北海道	(57)	8/31 21h57m	(83)	8/31 15h35m



表-2.5 台風 18 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏差 (cm)	最大潮位偏差 起時	最高潮位 (TP上)(cm)	最高潮位 起時
種子島	鹿児島	71	9/6 04h24m	106	9/6 22h16m
鹿児島	鹿児島	78	9/7 06h52m	128	9/6 23h11m
福江	長崎	88	9/7 07h38m	110	9/7 00h03m
枕崎	鹿児島	(111)	9/7 08h08m	(137)	9/7 00h28m
長崎	長崎	123	9/7 09h15m	120	9/6 23h42m
対馬	長崎	75	9/7 10h03m	83	9/7 12h32m
三角	熊本	170	9/7 11h13m	219	9/7 12h14m
大浦	佐賀	213	9/7 11h38m	260	9/7 12h55m
口之津	長崎	133	9/7 12h11m	186	9/7 12h11m
高知(桂浜)	高知	(53)	9/7 12h19m	(85)	9/7 12h19m
下関(弟子待)	山口	(117)	9/7 12h40m	(150)	9/7 12h42m
土佐清水	高知	65	9/7 13h25m	116	9/7 13h25m
浜田	島根	52	9/7 14h05m	88	9/8 05h58m
宇和島	愛媛	82	9/7 14h46m	140	9/7 14h46m
松山	愛媛	(143)	9/7 14h48m	(229)	9/7 14h48m
室戸岬	高知	55	9/7 16h46m	93	9/6 22h33m
小松島	徳島	54	9/7 16h59m	98	9/7 16h59m
和歌山	和歌山	65	9/7 17h05m	113	9/7 17h05m
宇野	岡山	108	9/7 17h13m	205	9/7 17h39m
淡輪	大阪	70	9/7 17h24m	136	9/7 17h24m
洲本	兵庫	70	9/7 17h30m	127	9/7 18h01m
高松	香川	103	9/7 17h35m	201	9/7 17h45m
大阪	大阪	103	9/7 18h03m	168	9/7 18h03m
神戸	兵庫	101	9/7 18h05m	165	9/7 18h04m
名古屋	愛知	63	9/7 18h18m	100	9/7 20h23m
能登	石川	58	9/8 04h31m	111	9/8 06h42m
東京(晴海)	東京	53	9/8 06h00m	78	9/7 21h00m
函館	北海道	(71)	9/8 06h30m	(62)	9/8 08h42m
深浦	青森	69	9/8 08h11m	119	9/8 08h11m
稚内	北海道	100	9/8 17h30m	118	9/8 14h21m
小樽	北海道	(72)	9/8 18h58m	(100)	9/8 07h32m

表-2.6 台風 21 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏差 (cm)	最大潮位偏差 起時	最高潮位 (TP上)(cm)	最高潮位 起時
枕崎	鹿児島	(89)	9/29 07h19m	(241)	9/29 07h19m
鹿児島	鹿児島	86	9/29 08h10m	240	9/29 07h37m
宇和島	愛媛	55	9/29 13h40m	135	9/29 07h44m
鳥羽	三重	61	9/29 13h53m	144	9/29 18h25m
土佐清水	高知	(75)	9/29 14h36m	(140)	9/29 18h20m
高知(桂浜)	高知	72	9/29 16h11m	154	9/29 17h37m
小松島	徳島	63	9/29 17h41m	155	9/29 18h14m
室戸岬	高知	67	9/29 17h56m	166	9/29 17h56m
高松	香川	72	9/29 18h15m	142	9/29 22h32m
和歌山	和歌山	62	9/29 19h07m	163	9/29 18h41m
大阪	大阪	102	9/29 20h09m	183	9/29 20h08m
神戸	兵庫	80	9/29 20h11m	158	9/29 20h11m
淡輪	大阪	67	9/29 20h34m	157	9/29 19h34m
洲本	兵庫	61	9/29 20h48m	142	9/29 19h11m
白浜	和歌山	55	9/29 20h59m	139	9/29 18h39m
潮岬(串本)	和歌山	51	9/29 21h00m	133	9/29 18h32m
名古屋	愛知	129	9/29 22h42m	170	9/29 18h39m
舞阪	静岡	56	9/30 02h31m	101	9/30 06h59m
内浦	静岡	53	9/30 03h36m	127	9/30 05h58m
東京(晴海)	東京	62	9/30 08h00m	143	9/30 05h55m

表-2.7 台風 22 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏差 (cm)	最大潮位偏差 起時	最高潮位 (TP上)(cm)	最高潮位 起時
鳥羽	三重	56	10/9 02h02m	102	10/9 14h38m
名古屋	愛知	53	10/9 03h57m	105	10/9 15h16m
尾鷲	三重	53	10/9 11h48m	101	10/9 15h28m
御前崎	静岡	114	10/9 15h00m	167	10/9 15h00m
浦神	和歌山	52	10/9 15h03m	110	10/9 15h34m
清水港	静岡	68	10/9 15h34m	126	10/9 15h35m
内浦	静岡	(64)	10/9 15h40m	(115)	10/9 15h40m
石廊崎	静岡	(95)	10/9 15h58m	(152)	10/9 15h58m
岡田	東京	57	10/9 16h06m	93	10/9 16h06m
舞阪	静岡	68	10/9 17h40m	108	10/9 17h40m
東京	東京	65	10/9 19h09m	84	10/9 19h08m
布良	千葉	64	10/9 20h52m	83	10/9 15h46m

表-2.8 台風 23 号時の最大潮位偏差と最高潮位（出典：気象庁 HP）

観測点	都道府県	最大潮位偏差 (cm)	最大潮位偏差 起時	最高潮位 (TP上)(cm)	最高潮位 起時
石垣	沖縄	64	10/18 23h19m	140	10/18 21h27m
与那国	沖縄	68	10/19 12h41m	99	10/18 21h38m
那覇	沖縄	78	10/19 14h11m	113	10/19 11h07m
枕崎	鹿児島	64	10/20 04h38m	133	10/19 21h44m
種子島	鹿児島	198	10/20 05h28m	155	10/20 07h01m
油津	宮崎	90	10/20 09h09m	134	10/20 09h29m
土佐清水	高知	(190)	10/20 12h02m	(256)	10/20 12h02m
宇和島	愛媛	53	10/20 12h51m	130	10/20 12h51m
高知	高知	126	10/20 14h38m	163	10/20 13h18m
尾鷲	三重	71	10/20 14h40m	104	10/20 18h59m
御前崎	静岡	64	10/20 14h53m	105	10/20 20h20m
室戸岬	高知	253	10/20 15h12m	289	10/20 15h12m
浦神	和歌山	(80)	10/20 15h36m	(112)	10/20 19h21m
白浜	和歌山	123	10/20 16h15m	158	10/20 16h15m
小松島	徳島	113	10/20 16h54m	155	10/20 16h54m
淡輪	大阪	111	10/20 17h23m	176	10/20 17h23m
和歌山	和歌山	112	10/20 17h30m	159	10/20 17h30m
鳥羽	三重	89	10/20 17h30m	118	10/20 17h30m
大阪	大阪	111	10/20 17h34m	174	10/20 17h34m
串本	和歌山	145	10/20 17h47m	191	10/20 17h47m
高松	香川	79	10/20 17h48m	187	10/20 17h02m
名古屋	愛知	146	10/20 17h49m	177	10/20 17h52m
神戸	兵庫	105	10/20 17h51m	168	10/20 17h51m
洲本	兵庫	(83)	10/20 18h10m	(143)	10/20 18h11m
宇野	岡山	78	10/20 19h07m	177	10/20 17h02m
舞鶴	京都	59	10/20 19h51m	94	10/20 19h51m
舞阪	静岡	112	10/20 22h44m	151	10/20 20h47m
石廊崎	静岡	129	10/20 23h20m	167	10/20 22h18m
東京	東京	75	10/20 23h46m	95	10/20 21h15m
岡田	東京	94	10/20 23h49m	108	10/20 21h02m
清水港	静岡	57	10/21 01h43m	97	10/20 20h22m
内浦	静岡	61	10/21 01h49m	101	10/20 20h43m
鮎川	宮城	56	10/21 02h22m	82	10/20 18h41m
布良	千葉	79	10/21 03h53m	113	10/20 18h51m

このうち、高潮や高波により人的被害が生じた台風 16 号と台風 23 号について、海象および被害について整理する。

## 2.2 台風 16 号による被害

### 2.2.1 海象

台風 16 号は、8 月 30 日 12 時に熊本県八代市付近を通過（中心気圧 955hPa）した後、瀬戸内海を右手に見ながら北北東に移動し、同日 21 時には鳥取県米子市付近に到達（中心気圧 970hPa）した。

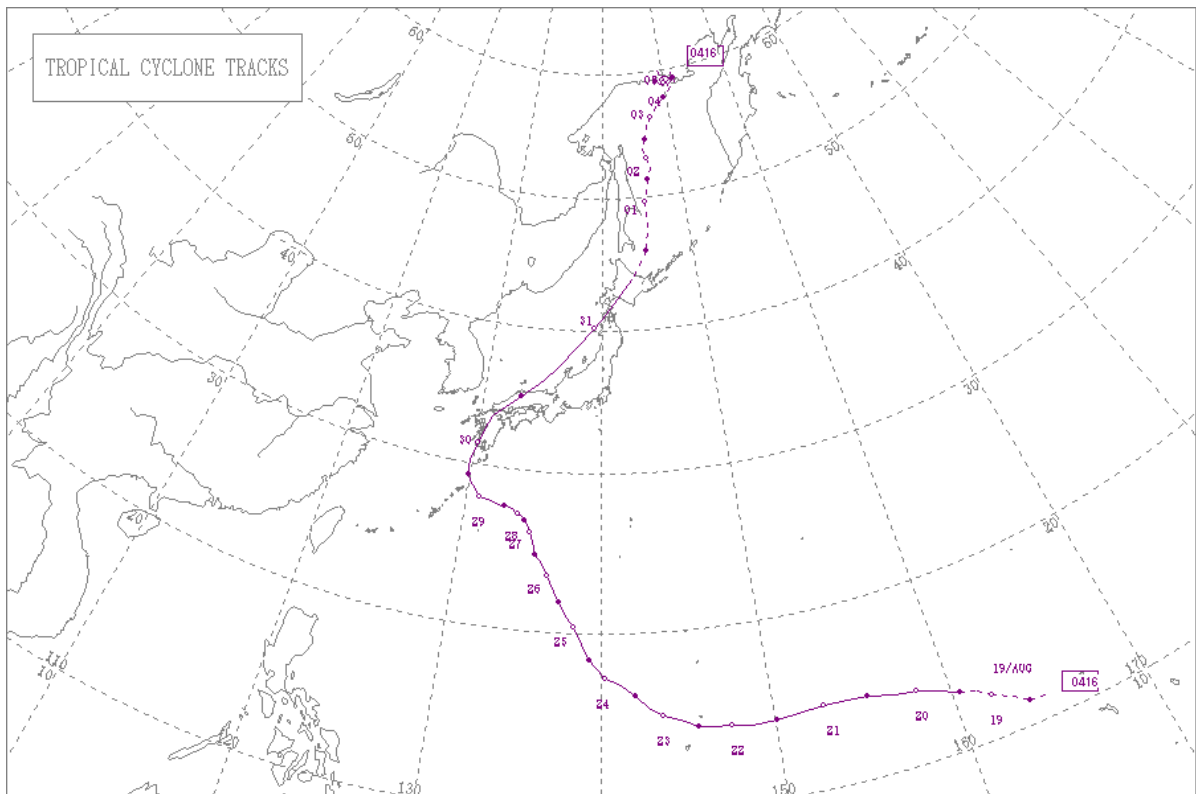


図-2.1 台風 16 号の経路（出典：気象庁 HP）

この台風の接近により各地の気圧は低下した。最低気圧は、高松で 978.1hPa、岡山で 978.1hPa、広島で 972.1hPa であった。

また、特に台風の東側では風も強まり、瀬戸（豊予海峡）で 39m/s、明石で 30m/s、徳島で 28m/s、香川県の引田観測所で 23m/s、高松で 13m/s を記録した。

このような気圧低下および強風に加え、台風が接近した日は大潮であったため、瀬戸内海では高潮が発生した。図-2.3 は、図-2.2 に示した各観測所における毎正時の潮位および潮位偏差を示している。下関では 117cm、松山では 140cm の潮位偏差が記録されているが、そのピークは満潮と重ならなかった。一方、高松や宇野では、潮位偏差は松山より小さかったものの、そのピークが満潮の直前に生じた。高松では 30 日 22 時 23 分に潮位偏差が最大（133cm）となり、22 時 42 分には潮位が既往最大となる 246cm に達した。宇野でも、潮位偏差 137cm（22 時 16 分）、潮位 255cm（22 時）という既往最高の潮位を記録した。また、高松や宇野より東に位置する洲本や神戸などでは、満潮を過ぎてから潮位偏差が最大となったが、姫路でも潮位は 228cm に達した。



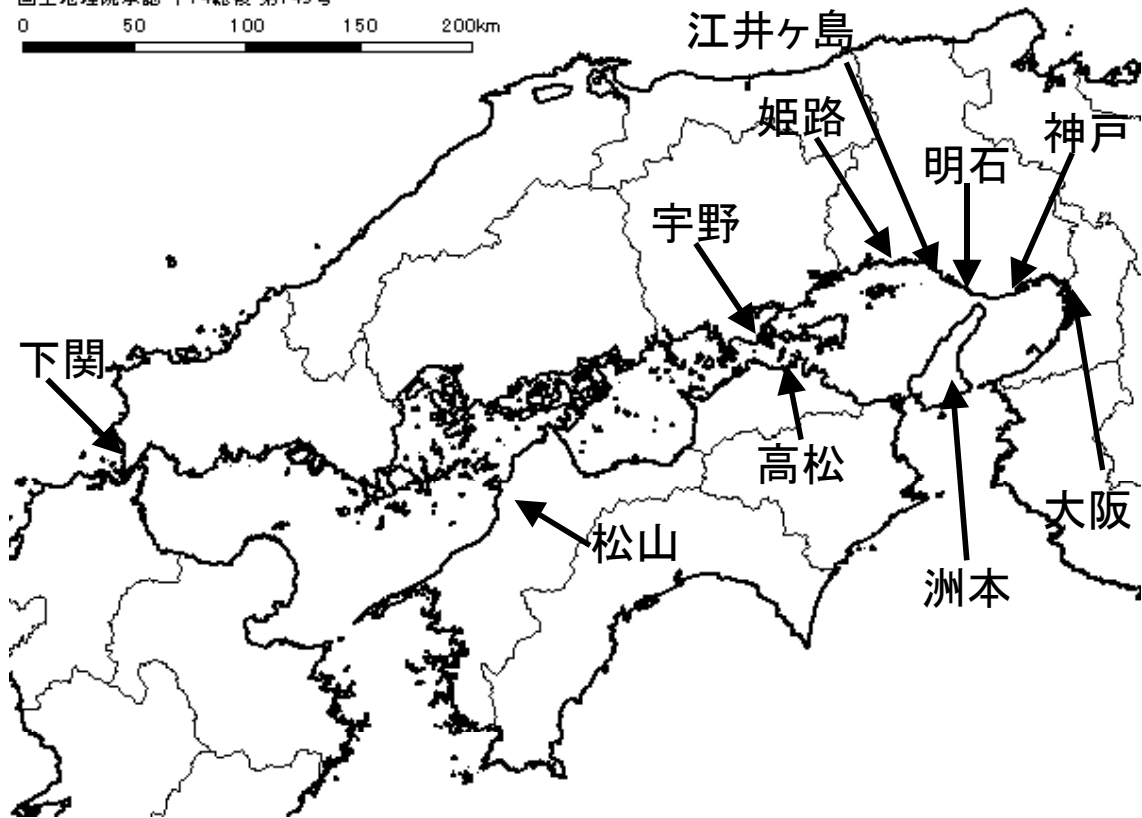


図-2.2 瀬戸内海沿岸の検潮所の位置

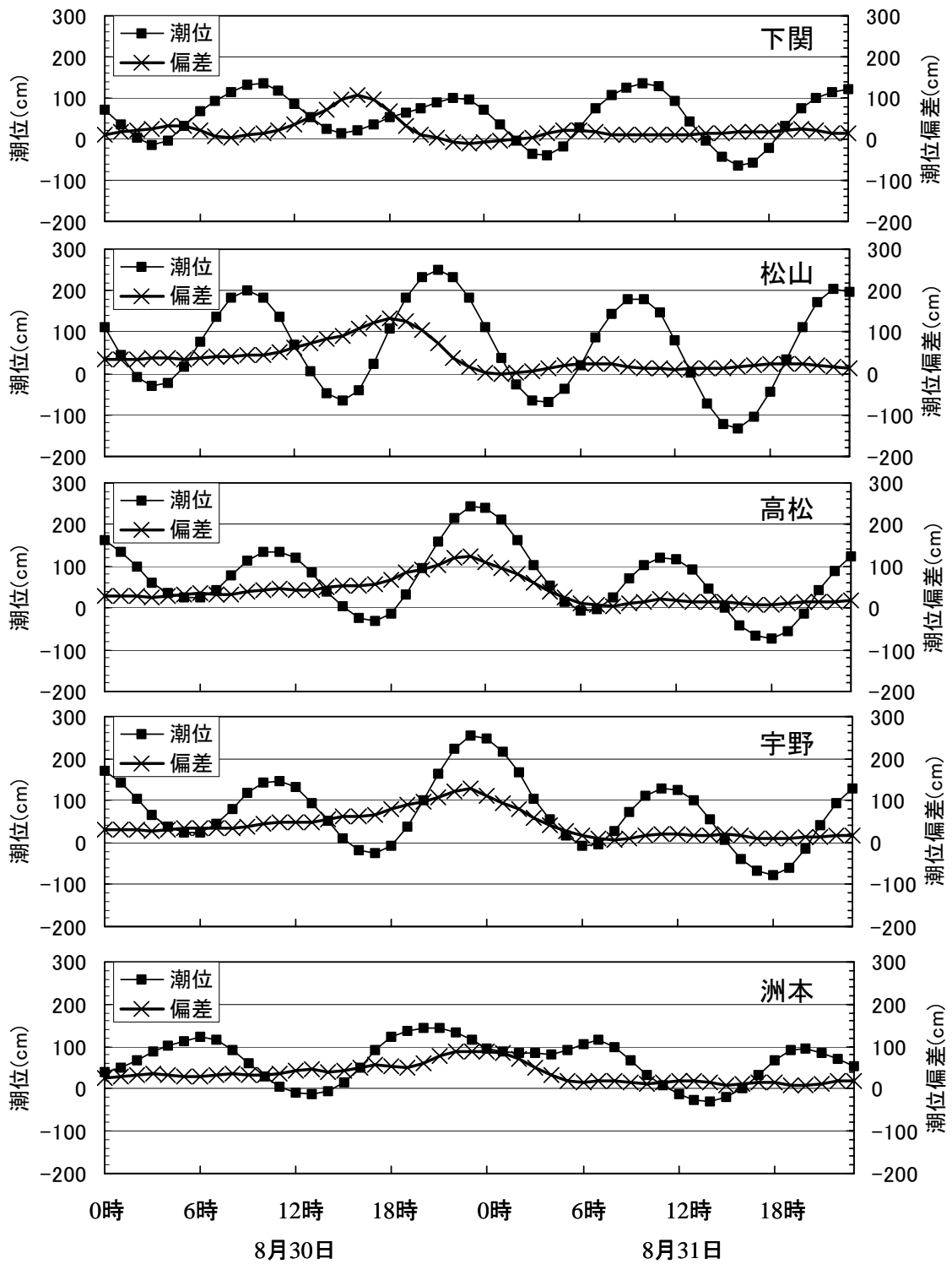


図-2.3(1) 瀬戸内海沿岸の毎正時の潮位・潮位偏差



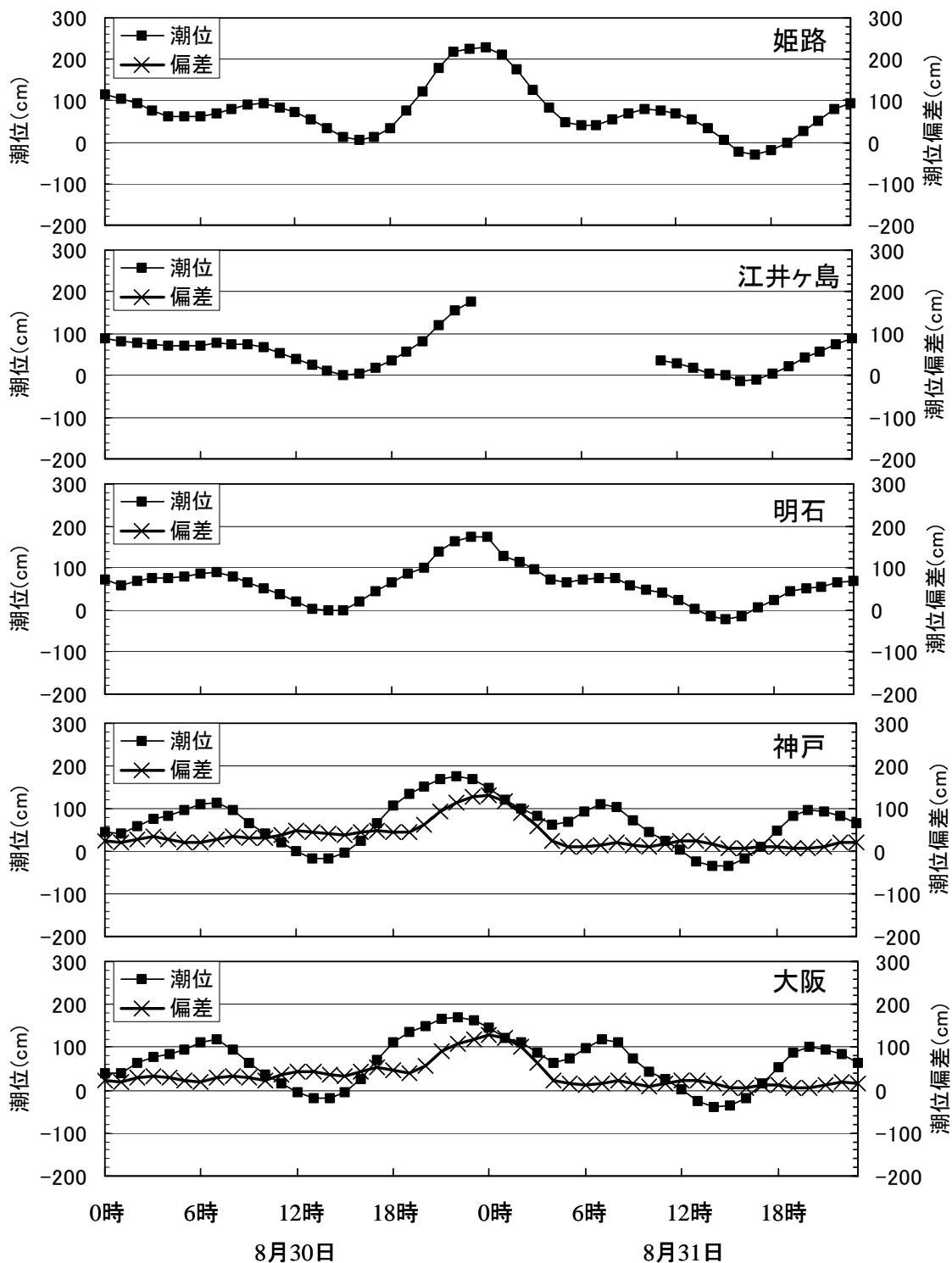


図-2.3(2) 瀬戸内海沿岸の毎正時の潮位・潮位偏差

図-2.4のように、高松の最高潮位と最大潮位偏差を2004年の他の台風時と比較すると、台風16号時は潮位偏差が大きいだけでなく、最高潮位と最大潮位偏差との差も大きいことがわかる。これは、満潮に近い時間帯に潮位偏差が最大となったことを意味している。

また、瀬戸内海では強風により波浪も発達した。図-2.5のように、東播海岸の江井ヶ島観測所(兵庫県明石市)では既往最大波高を0.81m上回る波高3.97mを8月30日22時に記録した。

また、引田観測所（香川県引田町）でも、同日 19 時に波高 1.47m を記録している。

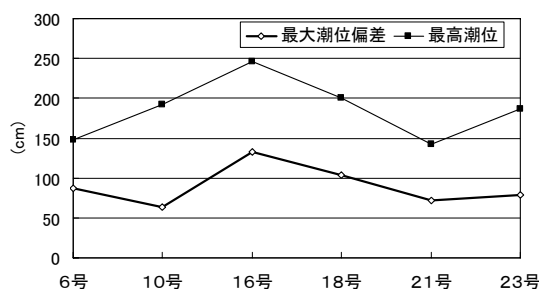


図-2.4 2004 年各台風時の高松の最大潮位偏差・最高潮位

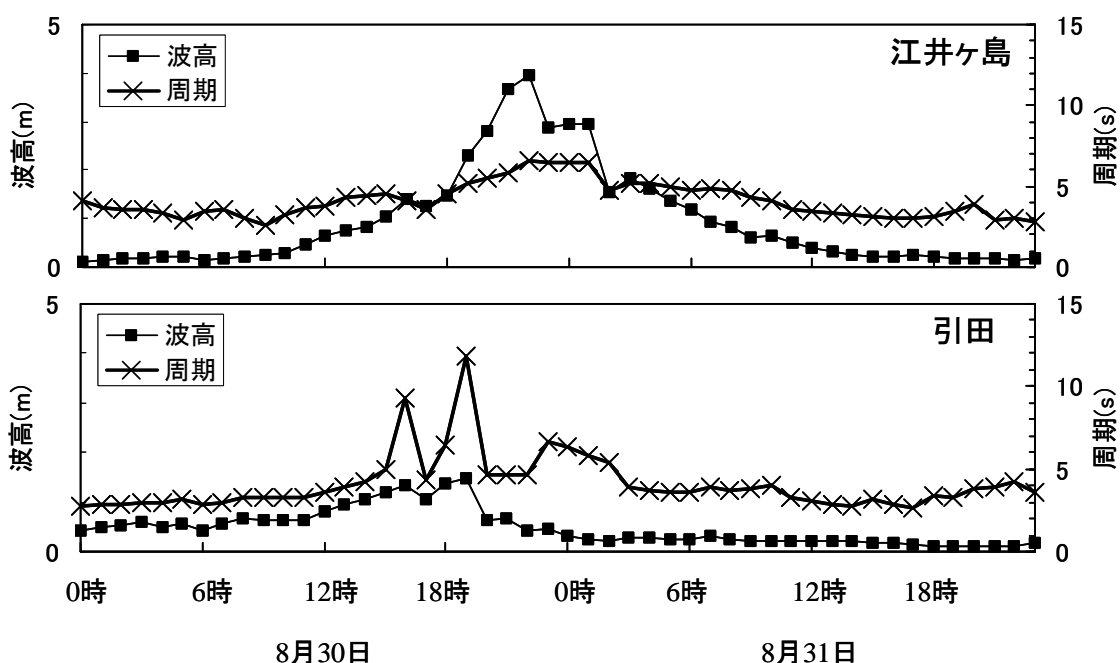


図-2.5 瀬戸内海沿岸の毎正時の波高・周期

### 2.2.2 被災状況

2004 年 8 月 30 日から 31 日にかけて、台風 16 号により瀬戸内海では高潮が発生し、香川県、岡山県、広島県を中心に、瀬戸内海沿岸の広範囲で高潮による浸水被害が生じた。浸水戸数が多かったのは、高松市（床上浸水 3,538 戸、床下浸水 12,023 戸）、倉敷市（床上浸水 2,643 戸、床下浸水 1,693 戸）などである。この地域の海岸線を図-2.6 に示す。

#### (1) 香川県高松市の被害

高松では、30 日 22 時頃から市街地に水が流入し始め、一部の地区では 31 日 0 時を過ぎても浸水水位が上昇していた。地盤高が低い地区では、31 日の夕方になってもまだ冠水していた。写真-2.1 に示された範囲のほとんどは、海岸および川からの水の流入により浸水し、31 日の早朝でも写真-2.2 のように道路は冠水している。

写真-2.3 のように、床上まで浸水した家屋が多いが、潮位は護岸の天端高を大きく上回らなかったため、家屋の流出は生じていない。しかし、一人暮らしの 83 才の女性が自宅で、冠水した地

下道（写真-2.4）では車内で男性が溺死した。

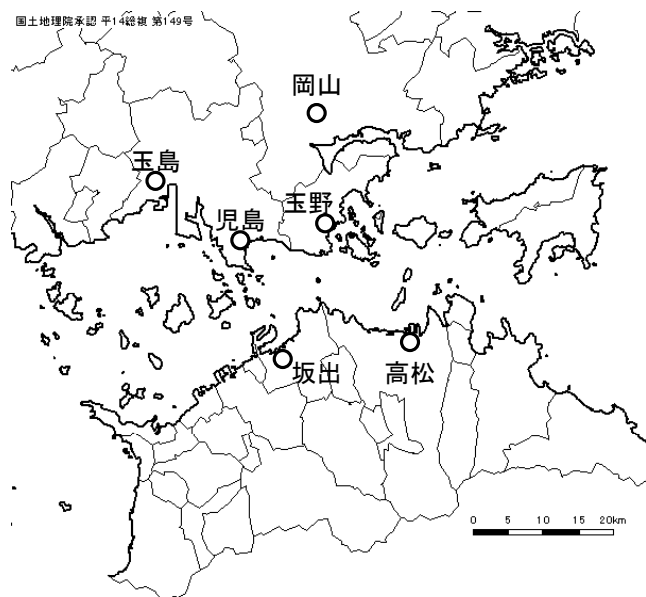


図-2.6 高松市・倉敷市周辺の海岸線



写真-2.1 高松市内の浸水状況（遠景）

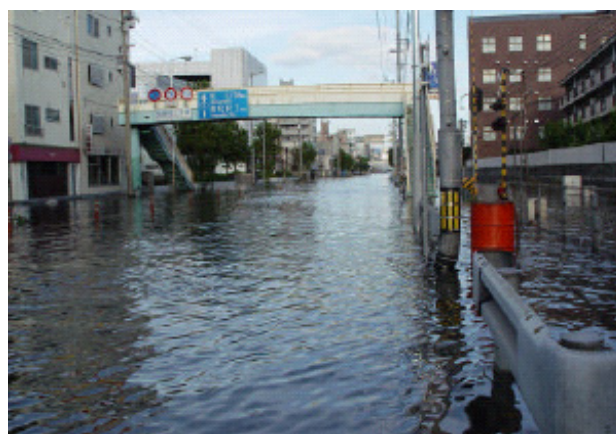


写真-2.2 高松市内の浸水状況（近景）



写真-2.3 浸水痕跡（高松市福岡町）



写真-2.4 冠水した地下道（高松市瀬戸内町）

## (2) 岡山県倉敷市の被害

岡山県では、倉敷市や玉野市などで、高潮により浸水被害が発生した。倉敷市や玉野市では、29日22時頃から浸水が始まった。浸水戸数は、倉敷市で床上浸水2,643戸、床下浸水1,693戸と県内でもっとも多く、県全体では床上浸水4,890戸、床下浸水6,313戸に達した。

倉敷市玉島では、浸水した家屋内で82才の女性が溺死した。ここでも流出した家屋はないことから、潮位の上昇により海水が堤内地に流入し、床上浸水により災害弱者である老人が犠牲になったものと考えられる。倉敷市の玉島黒崎では、写真-2.5のように、天端上のガードレールが破損するとともに、被覆されていない海岸堤防の裏のりが浸食されていた。この堤防の天端高が潮位より高いことから、ここでは越波により海水が流入したと考えられる。また、隣接する入江に面した海岸（倉敷市玉島柏島）では、写真-2.6のように、天端が道路となっている海岸堤防の裏のりが洗掘されていた。ここでは、天端が比較的低いことから、海水は越流により流入したと考えられる。



写真-2.5 海岸堤防の裏のりの浸食



写真-2.6 越流による浸食

## (3) 被災原因

浸水の直接的な原因は、潮位が各地の設計高潮位を上回ったためである。堤防高は、既往最高規模の潮位に設計波のうちあげ高などを上乘せして定められている。高松周辺では、閉鎖的な海域のため波浪が比較的小さく、うちあげ高があまり堤防高を押し上げるものではないため、潮位が設計高潮位を超えると比較的越水しやすい。

瀬戸内海においては、高松周辺だけが潮位偏差や潮位が高かったのではなく、松山、広島、神戸など他の検潮所においても同程度以上の潮位偏差や潮位が記録されている。その中で高松と宇部だけが既往最高潮位を上回ったのは、瀬戸内海においてこの周辺だけが満潮に近い時間帯に潮位偏差のピークが出現したためである。

### 2.2.3 まとめ

今回の災害では、一部地域で外力が既往最高を上回ったものの、海岸保全施設の浸水防止機能が大きく失われる事態には至らなかった。しかし、家屋に構造上の破損がないにもかかわらず人的被害が発生するなど、高潮時の避難の面で課題を残した。高潮のピークの直前は強い風雨によ



り避難行動が危険な場合が多いことから、避難に要する時間を考慮して高精度の潮位・波浪のリアルタイム予測を行う必要がある。このため、台風16号の8日後に台風18号が接近した際には、台風が接近するかなり前に避難勧告等を発令した自治体が多かった。

## 2.3 台風 23 号による被害

### 2.3.1 海象

台風 23 号は、10 月 20 日 0 時に奄美大島付近を通過（中心気圧 950hPa）し、同日 13 時に土佐清水市付近に上陸した後土佐湾内を移動し、同日 15 時頃に室戸岬付近に再上陸（中心気圧 955hPa）した。再上陸までの中心付近の最大風速は 40m/s であった。

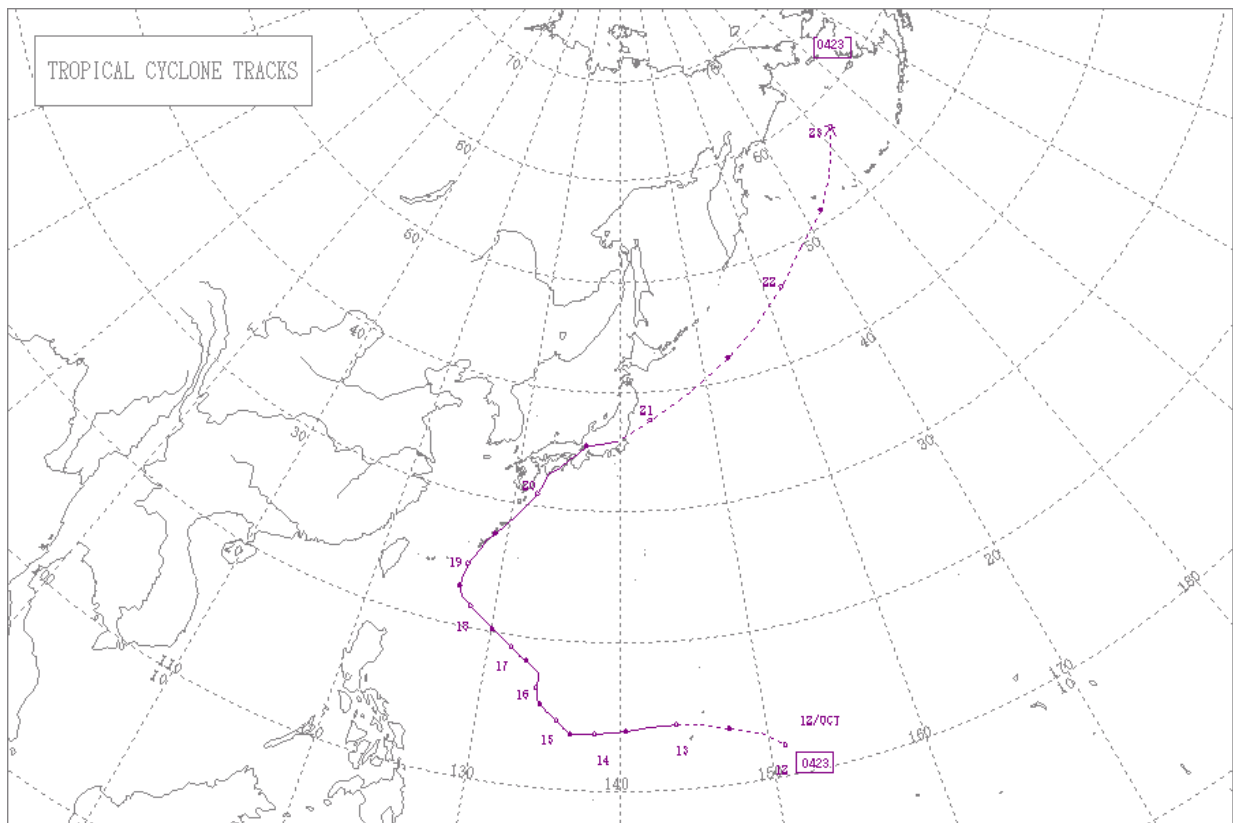


図-2.6 土佐湾沿岸の毎正時の潮位・潮位偏差（出典：気象庁 HP）

土佐湾沿岸では台風の接近により気圧が低下し、最低気圧は室戸岬で 961.7hPa、高知で 967.0hPa、土佐清水で 957.3hPa であった。また、広範囲で強風が観測され、室戸岬で 45m/s、油津で 22m/s、高知で 11m/s、土佐清水で 19m/s の風速を記録した。

図-2.8 は、図-2.7 に示した土佐湾沿岸の検潮所における毎正時の潮位および潮位偏差を示している。潮位は、室戸岬検潮所で同日 15 時 12 分に 289cm を記録し、既往最高を 70~80cm 上回った。潮位偏差も、副振動を含んでいるものの、室戸岬検潮所で 253cm（既往最大を 100cm 上回る）を記録した。また、室戸岬検潮所に近い室津港でも、既往最高となる潮位 229cm を 14 時 20 分に記録した。さらに、図-2.9 のように 2004 年の他の台風時と比較すると、台風 23 号時の最大潮位偏差は著しく大きいことがわかる。

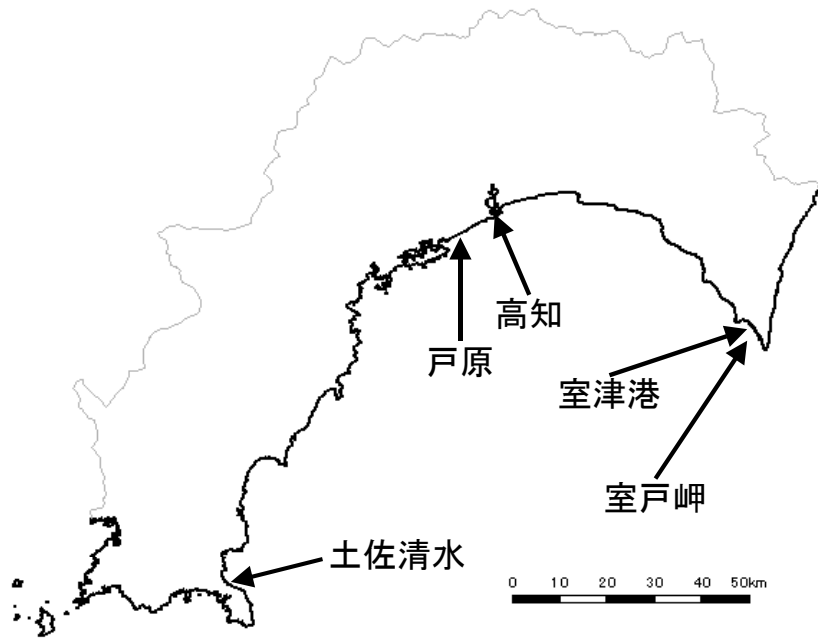


図-2.7 土佐湾沿岸の毎正時の潮位・潮位偏差

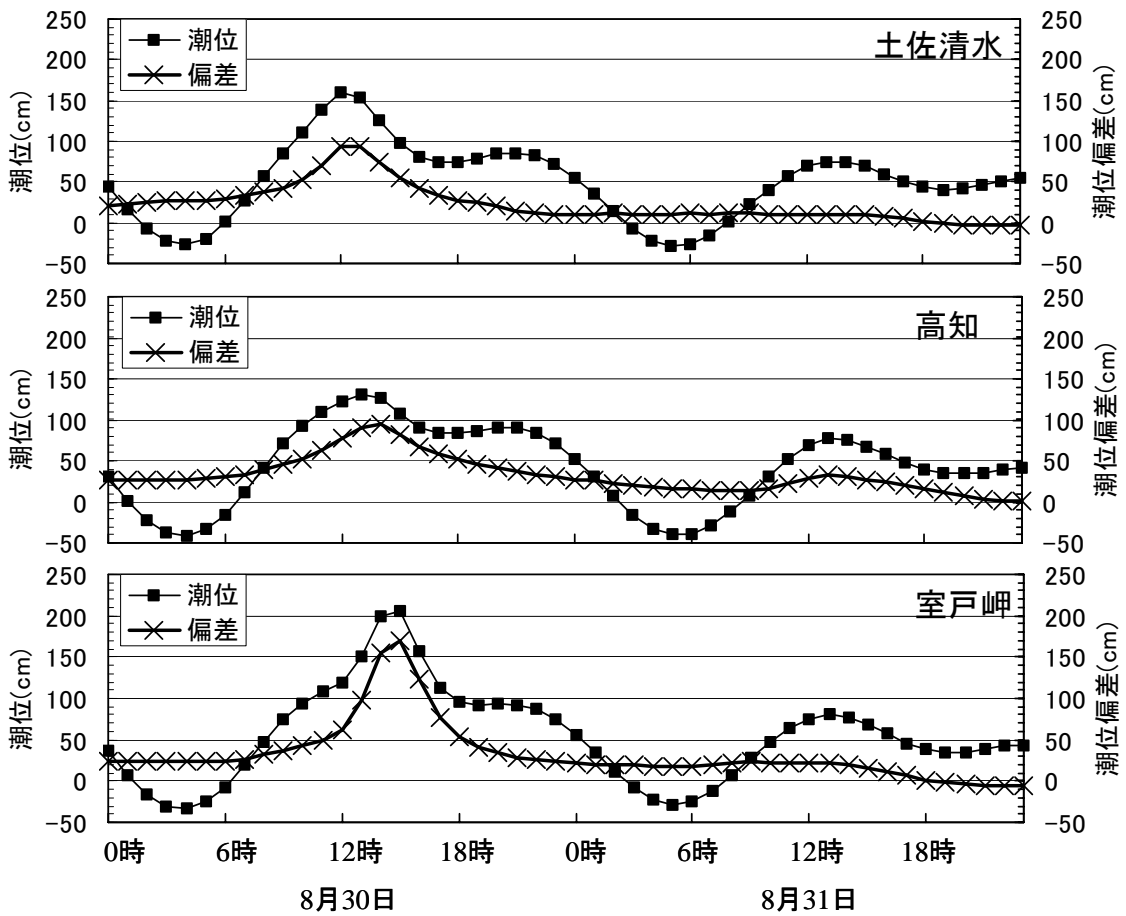


図-2.8 土佐湾沿岸の毎正時の潮位・潮位偏差

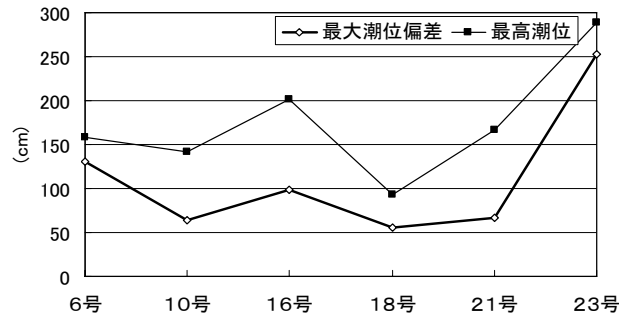


図-2.9 2004年各台風時の室戸岬の最大潮位偏差・最高潮位

波浪は、室津港（全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)）で同日 14 時に波高 13.55m（既往最大を 4.1m 上回る）を記録した。高知海岸の戸原観測所（水深 24.79m）でも、既往最大となる波高 10.52m，周期 14.3s（海岸研究室解析値）が同日 14 時に記録されている。また、瀬戸内海でも波浪は高く、香川県の引田観測所（水深 11.4m）では同日 12 時に既往最大となる波高 2.56m，周期 12.6s を記録した。

図-2.10 は、2004 年の主な台風時について、戸原観測所の有義波高と有義波周期を図示したものである。台風 23 号の接近時は、他の台風時と比べて、周期が長いとともに、波高の変化が急激である。



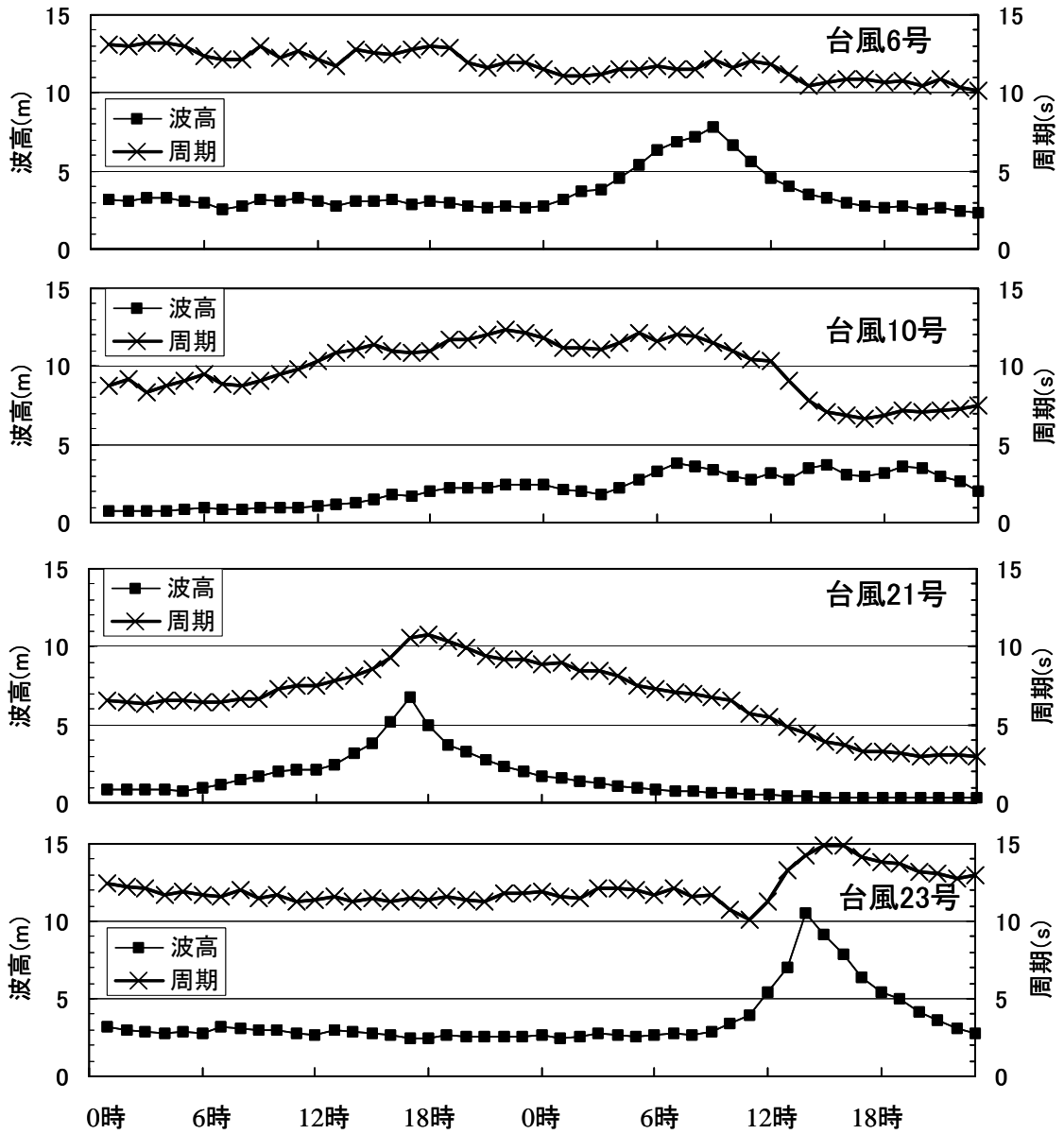


図-2.10 2004年各台風時の戸原観測所の有義波高・有義波周期

図-2.11は、戸原観測所において2Hzで取得された水位の生データから、周期帯別に有義波高を算出した結果である。台風が接近する前は、10～15秒の成分が卓越しており、15～30秒の成分の波高は1m以下であった。台風が近づくと、15～30秒の成分が10～15秒の成分と同程度まで大きくなっている。

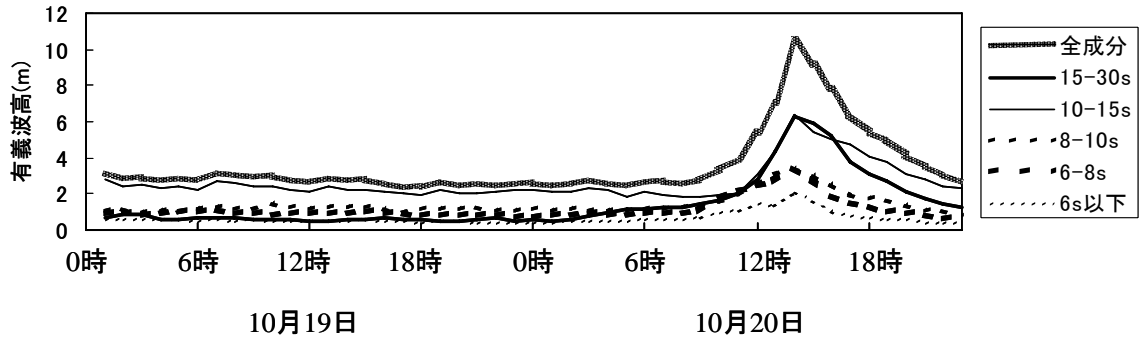


図-2.11 台風23号時の周期帯別の有義波高（戸原観測所）

図-2.12は、戸原観測所における有義波高と長周期波（周期30秒以上）の波高の関係を、2004年の各台風について整理したものである。台風23号時には、長周期波の波高は有義波高の1/8程度で、その比率は他の台風時と比べて若干大きい。

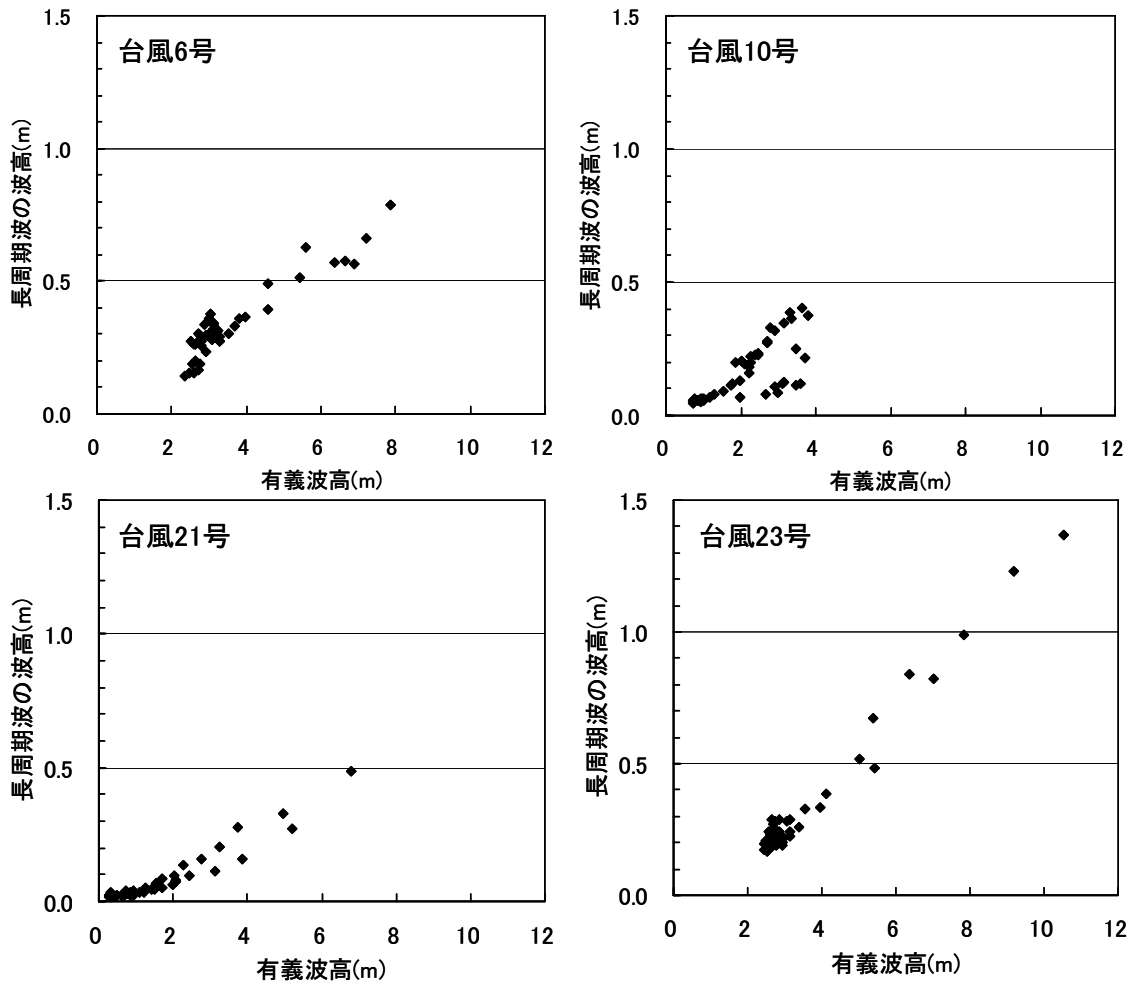


図-2.12 2004年各台風時の有義波高と長周期波との関係（戸原観測所）

### 2.3.2 被災状況

台風の接近により、室戸市から安芸市にかけての土佐湾沿岸では広範囲に越波が生じた。その中で、高知県室戸市室戸岬町高浜地区では、越波により以下のような被害が発生した。

#### (1) 人的被害

浸水によって75歳以上の住民3名が死亡し、重傷者2名、軽傷者2名を出した。

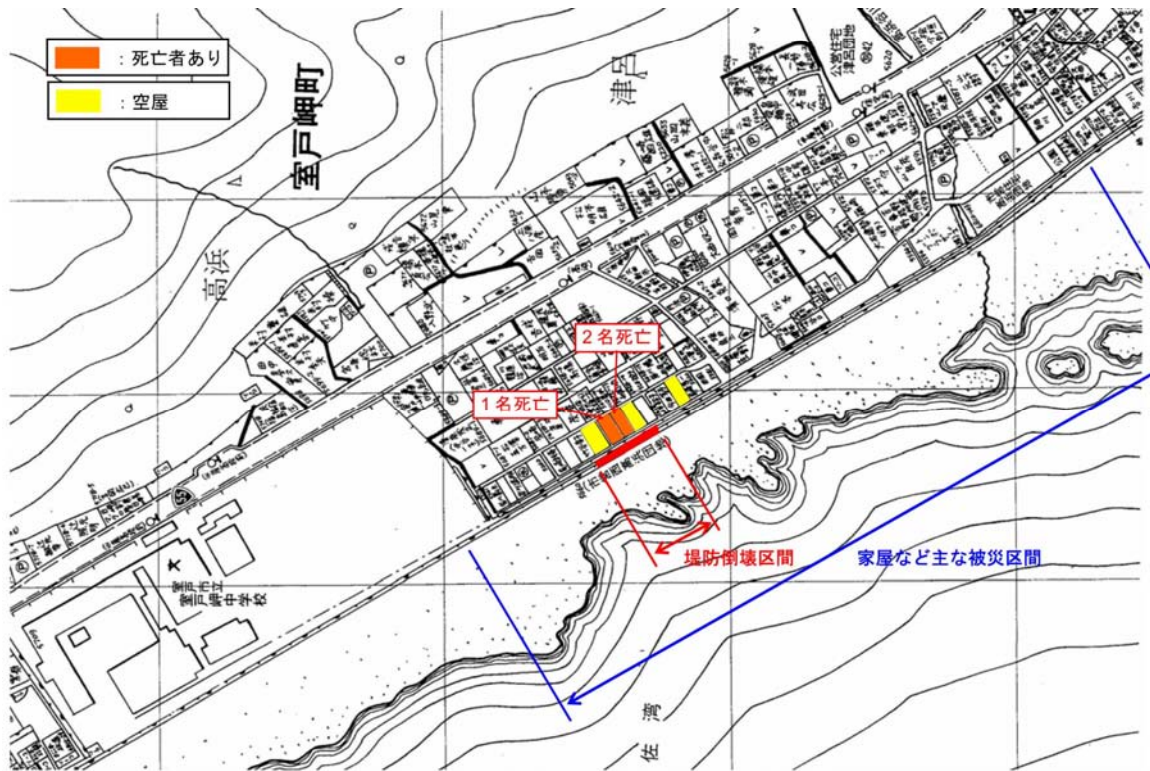


図-2.13 菜生海岸の人的被害（出典：菜生海岸災害調査検討委員会資料）

#### (2) 家屋被害

全壊5棟、半壊3棟、一部損傷4棟、床上浸水6棟、床下浸水3棟の被害が発生した。

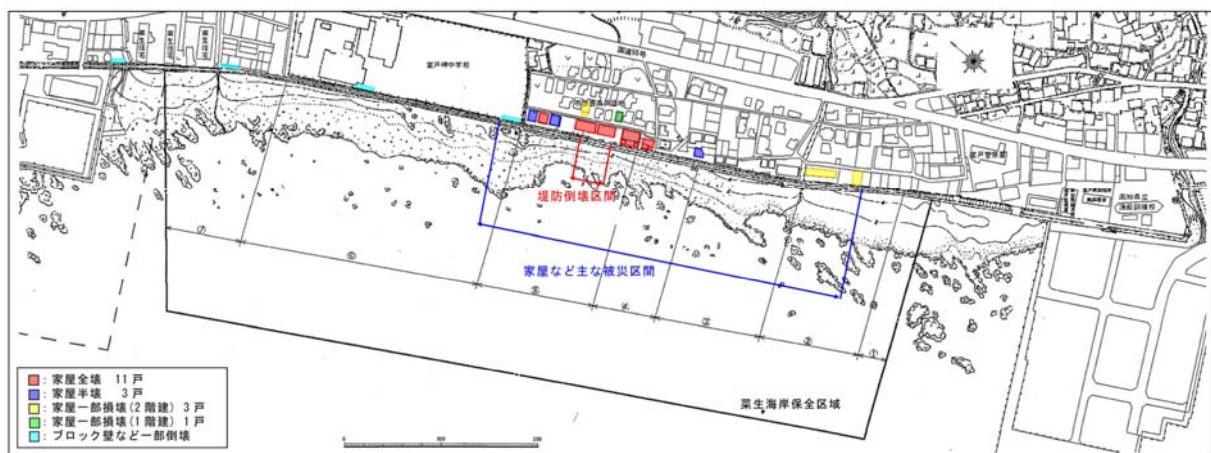


図-2.14 菜生海岸の家屋被害（出典：菜生海岸災害調査検討委員会資料）

### (3) 海岸保全施設の被害

菜生海岸（高浜地区）の海岸堤防が延長約 30m に渡って被災した。写真-2.7 のように、高波により堤防の波返し工が破断して、背後に転倒した。写真-2.9 のように、堤防の裏のりはブロック積みであり、波返し工が転倒しなかった箇所でも破壊が見られる。また、堤防被災箇所隣接するところでも越波により家屋被害が生じていた。



写真-2.7 被災直後の状況(河川局海岸室資料)



写真-2.8 堤防背後の家屋被害



写真-2.9 堤防裏のりの被災状況



写真-2.10 堤防被災箇所南側の家屋被害

### (4) 被災原因

潮位、波浪とも計画を上回ったことから、超過外力の発生が被災原因と考えられる。

表-2.9 のように、台風 23 号は暴風圏、強風圏が異常に大きく、波浪が発達しやすい気象条件にあった。このため、室津港や戸原観測所の観測値に見られるように、土佐湾沿岸では既往最大規模の波浪が発生したのと考えられる。

土佐湾沿岸のように外洋に面した海岸では、気圧低下による吸い上げ効果や風の吹き寄せ効果だけでなく、波浪による水位上昇（wave setup）が潮位に大きく影響する。台風 23 号時の高潮は、高波に起因する部分が大きいものと推察される。



表-2.9 室津港の過去の高波時との比較（出典：菜生海岸災害調査検討委員会資料）

台風	波高 (m)	周期 (s)	室戸最短位置における 暴風圏直径(km)	室戸最短位置における 強風圏直径(km)
0423	13.55	15.8	560	1450
9313	9.45	10.9	190	540
9810	7.19	10.7	140	650
9426	7.02	14.2	240	700
9918	6.34	10.6	200	650
9612	6.32	10.3	200	550
9708	6.31	10.8	300	510
9807	6.23	13.4	160	495

### 2.3.3 まとめ

台風 23 号の接近により、室戸岬周辺では既往最大を上回る波浪とともに、約 2.5m という最大潮位偏差が観測された。このような高波および高潮の発生は、台風 23 号が非常に大きい暴風圏および強風圏を有していたためと考えられる。また、高知海岸の戸原観測所では、波高 1m 以上の長周期波が観測されている。

外洋に面した海岸における高波を伴う高潮は背後地に甚大な被害を及ぼす可能性を有するため、高潮対策の検討において外力を的確に評価する必要がある。4 章では、この高潮について wave setup を考慮した高潮モデルによる再現を行う。