



7月29日



8月26日



8月5日



9月2日



8月12日



9月9日



8月19日



9月16日



9月24日



10月14日



9月30日

第6回クリーンアップ調査

(9月25日：共通調査のみ実施)



10月22日



10月28日



10月7日



11月4日



11月11日

(b) 熊本県樋島海岸

樋島海岸では、図 4.3-2 に示す撮影地点から、 の方向について図 4.3-3 に示す 4 構図で9月13日から撮影した。

撮影者：NPO法人 天草元気工房 松本様



●→：撮影地点と撮影方向

図 4.3-2 樋島海岸定点撮影地点



撮影方向 の海岸の状況（広角）



撮影方向 の海岸の状況（ズーム）



撮影方向 の海岸の状況（広角）



撮影方向 の海岸の状況（ズーム）

図 4.3-3 定点撮影の4構図

撮影方向 の海岸の状況（広角）について、平成19年10月26日～平成20年10月30日の定点撮影結果を以下に示す。

樋島海岸では、独自調査終了直後には海岸にゴミが無いものの、その後5日～10日程度でゴミが大量に漂着しており、その状態が継続する状況であった。



2007年10月26日(第1回独自調査実施直後)



12月13日(第2回独自調査実施直後)



10月31日



12月25日



11月14日



1月9日



12月5日



1月29日



2008年2月8日（第3回独自調査実施直後）



4月21日



2月19日



5月13日



3月15日



5月21日（第4回独自調査実施直後）



4月2日



5月27日

第 5 回調査実施



6月3日



8月18日



6月16日



9月12日



6月28日



9月26日



7月16日



10月30日
調査終了

b. 気象・海象条件

海岸における漂着ゴミの分布量と気象・海象条件との関連を調べるため、表 4.3-1 に示す気象観測所¹⁾、波高観測所²⁾、潮位観測所³⁾のデータを用いて、風向・風速、波高及び潮位の時間変動とゴミの量の変動を比較した。調査範囲と各観測所の位置の関係を図 4.3-4～図 4.3-10 に示す。なお、潮位のデータは、次節で用いている。

クリーンアップ調査の各回りの期間について、風配図(1時間値を使用)を図 4.3-11～図 4.3-20 に示した。また、各地域の海岸の向きと、風配図から読み取った調査期間の卓越風向を表 4.3-2 に示す。

石川県、福井県の卓越風向は、冬季においても東側からの風向になっており、風配図からは季節風の影響が見られない。これは、風配図が風向別の頻度のみを表しており、風速の強弱が考慮されていないことによると考えられる。そのため、風配図による卓越風向と強風時の風向は必ずしも一致しない。

そこで、各期間の最大風速の風向について、表 4.3-3 に示した。風向が複数あるのは、各期間で同じ最大風速値が複数あったことによる。これを見ると、卓越風向では東側からの風向となっていた赤川河口部の1～2回目の期間、石川県、福井県の1～2回目及び2～4回目では、西側からの風向となっている。このことから、風の影響を検討する際には、卓越風向だけでなく風速も考慮する必要があること、強風時の風向を考慮する必要があることがわかった。

この点を考慮するため、石川県と福井県について、6m/s以上の風速に限って、通常の風配図に加えて風速×吹送時間を風配図上に示した(図 4.3-21)。また、前節で定点観測写真を扱った越前(長崎県) 樋島(熊本県)についても、同図に示した。データは、上述と同じ気象庁の観測所のデータであるが、吹送時間を考慮するため10分値⁴⁾を使用した。石川県、福井県について全データの風配図(図 4.3-13、図 4.3-14)と比較すると、第2回～第4回の期間については、全データの風配図と異なって西風が卓越しており、冬季の季節風が明瞭に現れている。一方、長崎県では冬季の季節風の卓越が見られるものの、風配図の変化は小さかった。熊本県樋島では石川県や福井県ほどの変化ではなかったものの、冬季の風配図には季節風の卓越が見られた。

また、各調査の期間ごとの風速及び波高の時系列は、図 4.3-22 に示すとおりである(定点観測写真を掲載した長崎を例として示した)。ここでは、湾口の開けている南～西の風向の風速のみを時系列図に表示した。これによると、風が強い時期に波高が高くなる関連性が見られる時期もあるが、風速と波高との関係性は明瞭ではなかった。

これは、風の観測所が対馬にあるのに対し、波高の観測所が長崎県本土にあり、距離が離れていることが影響していると考えられる。地域によっては、風と波高の相関が見られており、福井県では冬季の季節風と波高に関連性が見られている。

< 出典 >

- 1) 気象庁：過去の気象データ <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>
- 2) (独)港湾空港技術研究所：ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網)の速報値
- 3) 気象庁：潮位表
- 4) (財)気象業務支援センター：アメダス10分値

表 4.3-1 風向・風速及び波高の観測所

モデル地域		風向・風速の観測所	波高の観測所	潮位の観測所
山形県	飛島西海岸	酒田	飛島	酒田
	赤川河口部	酒田	酒田	酒田
石川県	羽咋・滝海岸	金沢	羽咋	金沢
福井県	梶地先～安島地先海岸	福井	三国	三国
三重県	答志島	伊勢湾	鳥羽	鳥羽
長崎県	越高海岸	玄界灘	鰐浦	対馬
	志多留海岸	玄界灘	鰐浦	対馬
熊本県	樋島海岸	伊王島 (長崎県)	松島	八代
	富岡海岸	伊王島 (長崎県)	野母崎 (長崎県)	口之津 (長崎県)
沖縄県	石垣島	石垣沖	伊原間	石垣
	西表島	石垣沖	西表島	西表

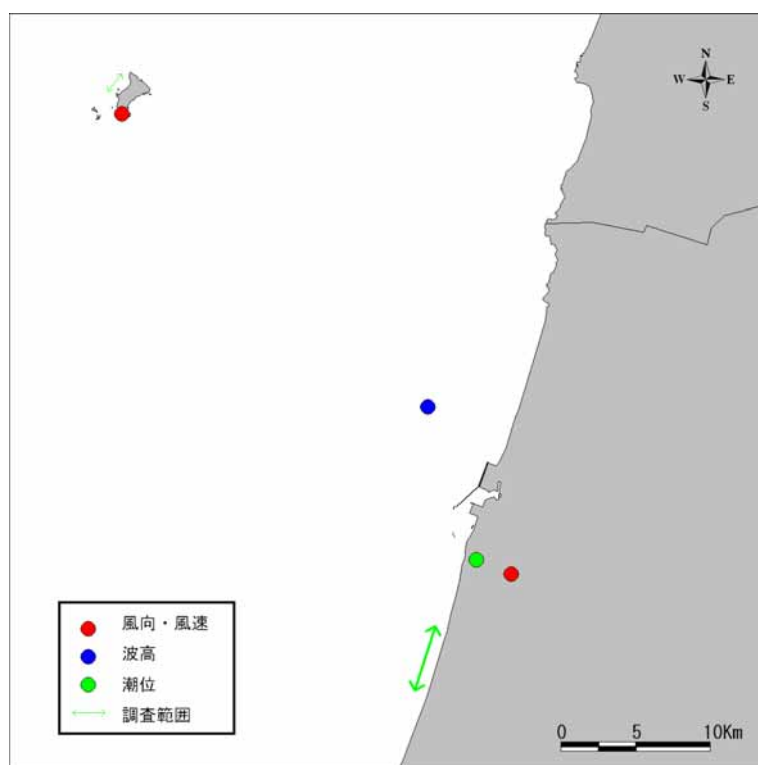


図 4.3-4 調査範囲と観測所の位置関係（山形県）

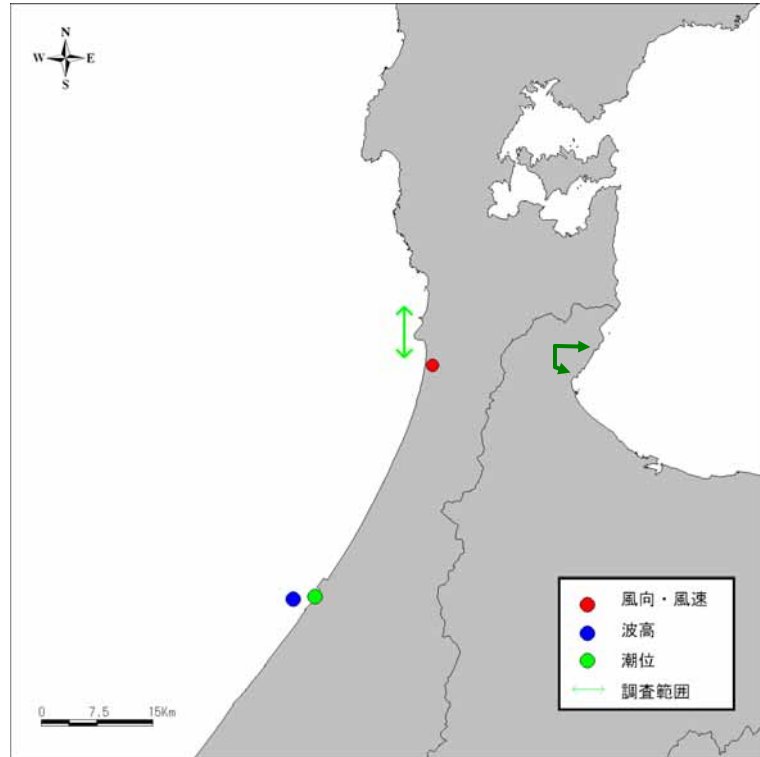


図 4.3-5 調査範囲と観測所の位置関係（石川県）

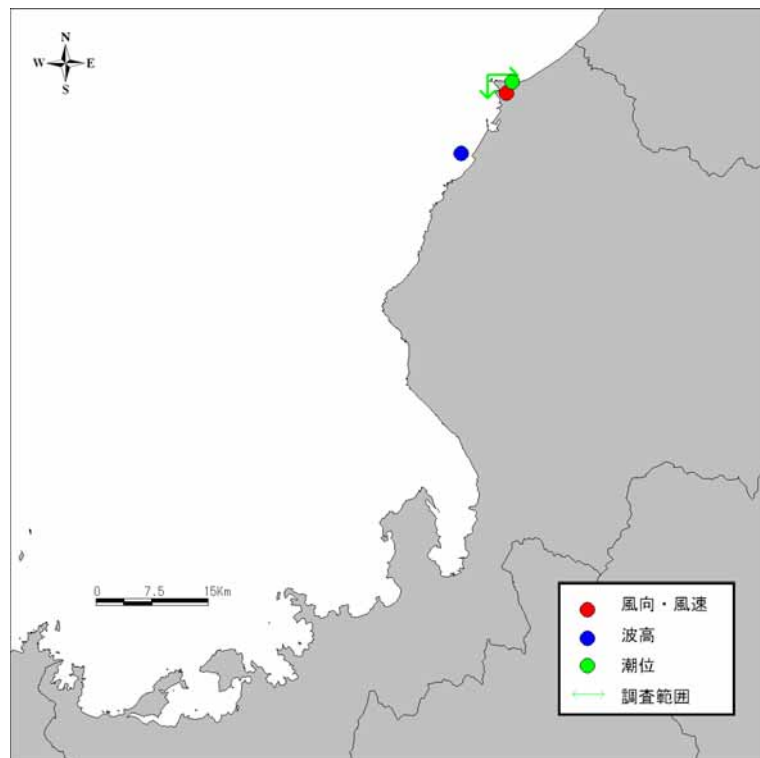


図 4.3-6 調査範囲と観測所の位置関係（福井県）

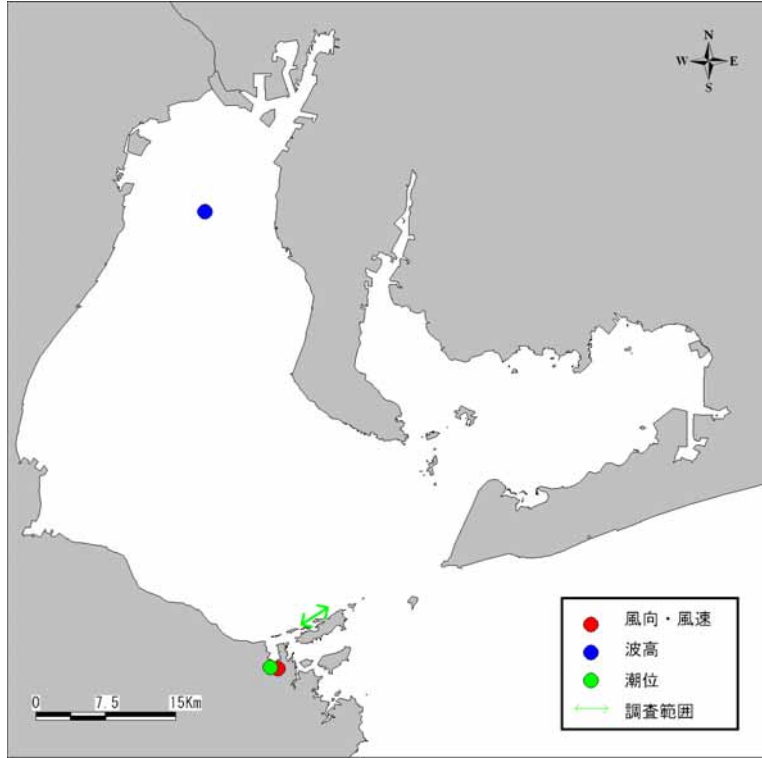


図 4.3-7 調査範囲と観測所の位置関係（三重県）

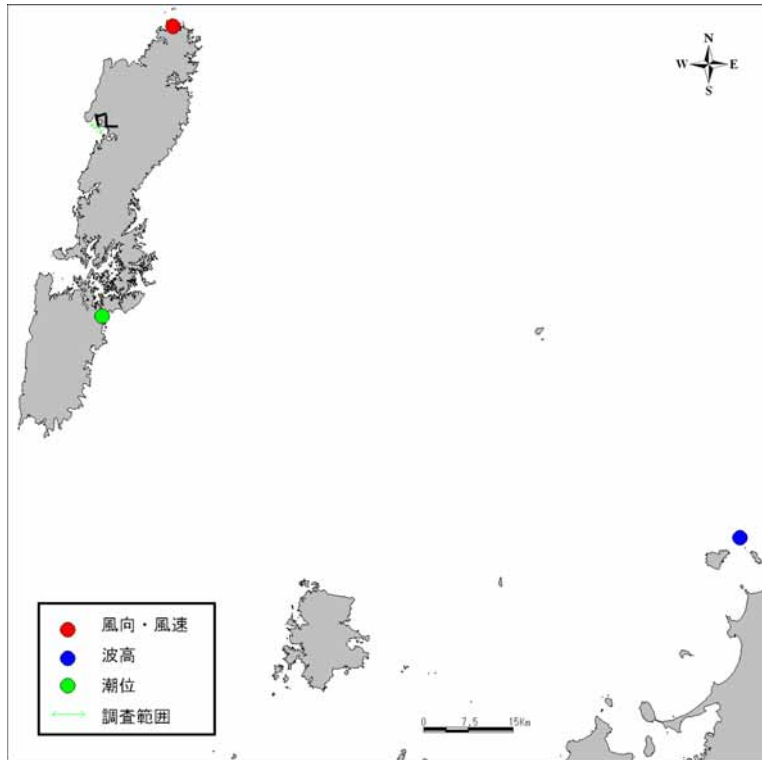


図 4.3-8 調査範囲と観測所の位置関係（越前海岸）

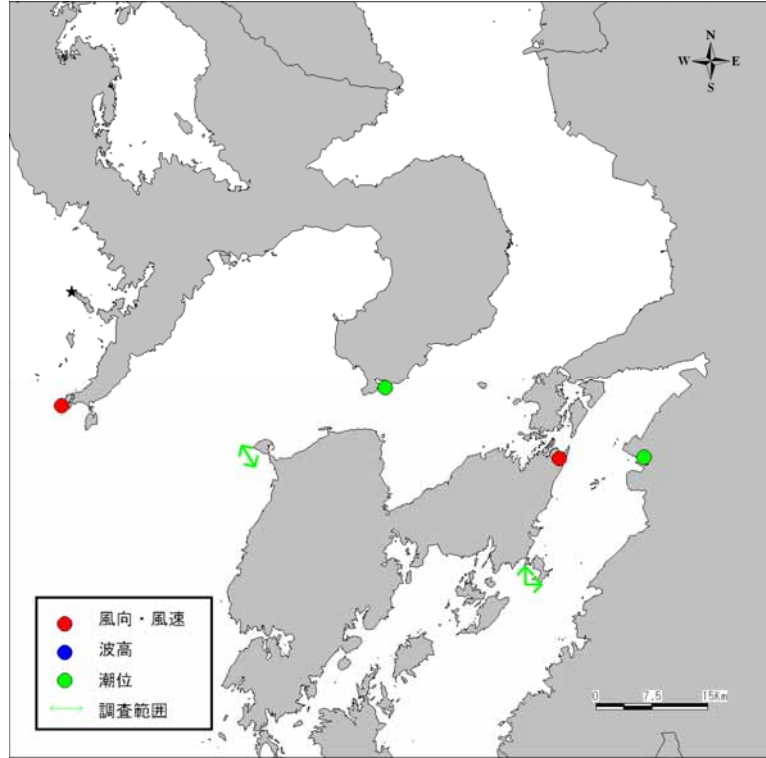


図 4.3-9 調査範囲と観測所の位置関係（熊本県）

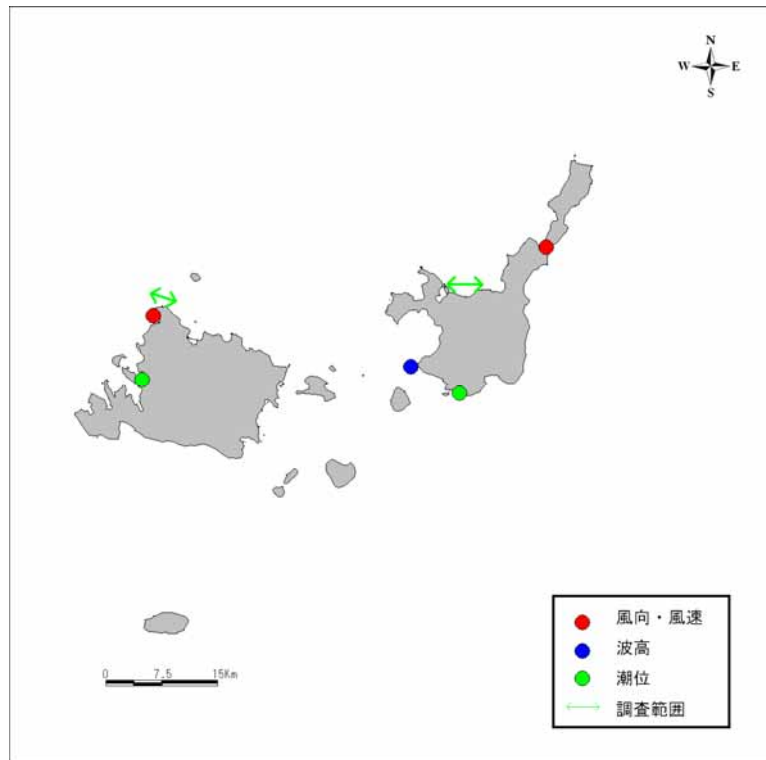


図 4.3-10 調査範囲と観測所の位置関係（沖縄県）

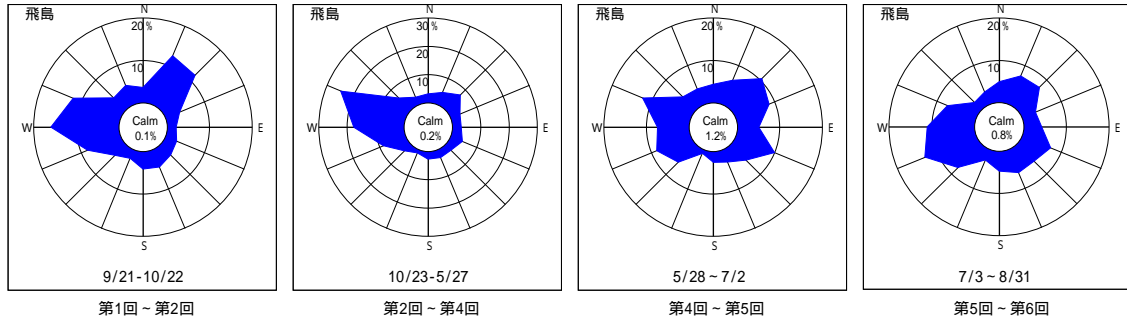


図 4.3-11 各調査期間における風向の状況：飛島

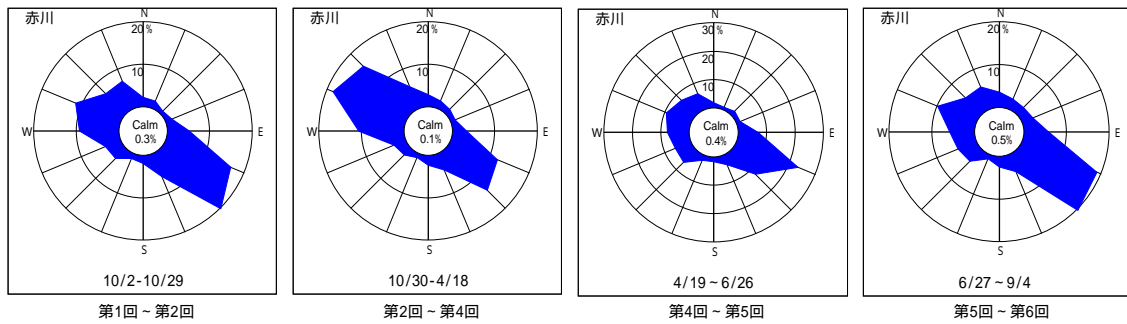


図 4.3-12 各調査期間における風向の状況：赤川

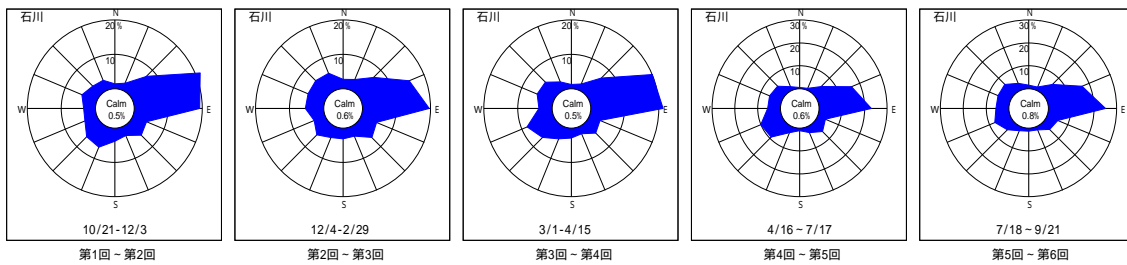


図 4.3-13 各調査期間における風向の状況：石川

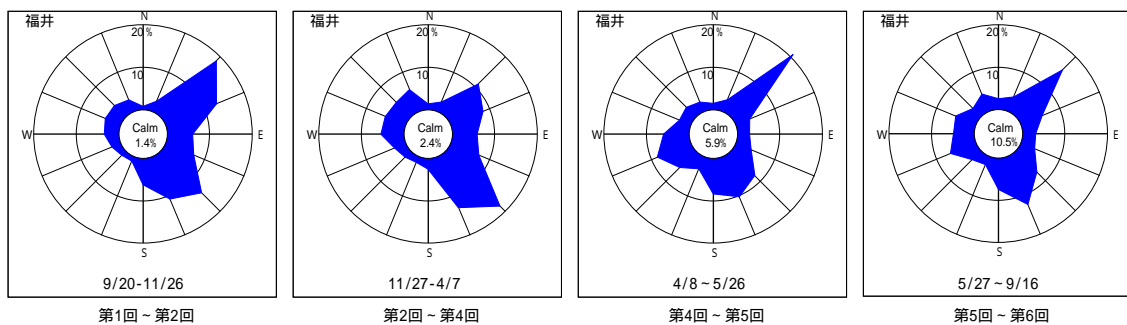


図 4.3-14 各調査期間における風向の状況：福井

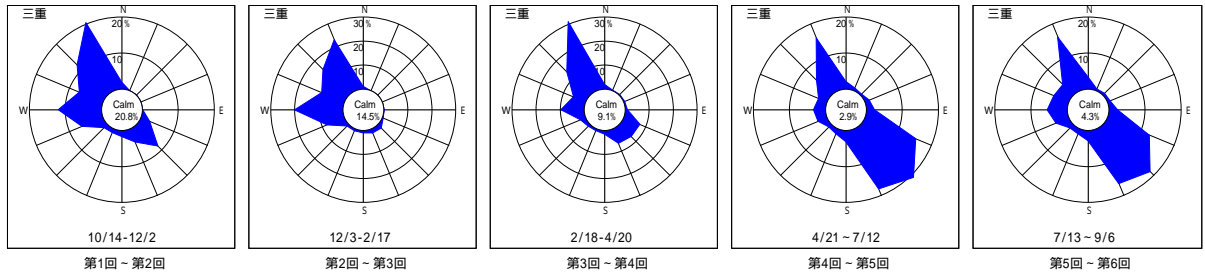


図 4.3-15 各調査期間における風向の状況：三重

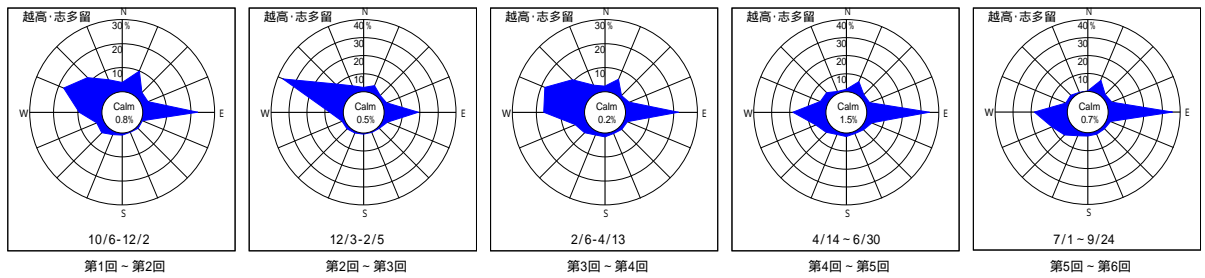


図 4.3-16 各調査期間における風向の状況：長崎

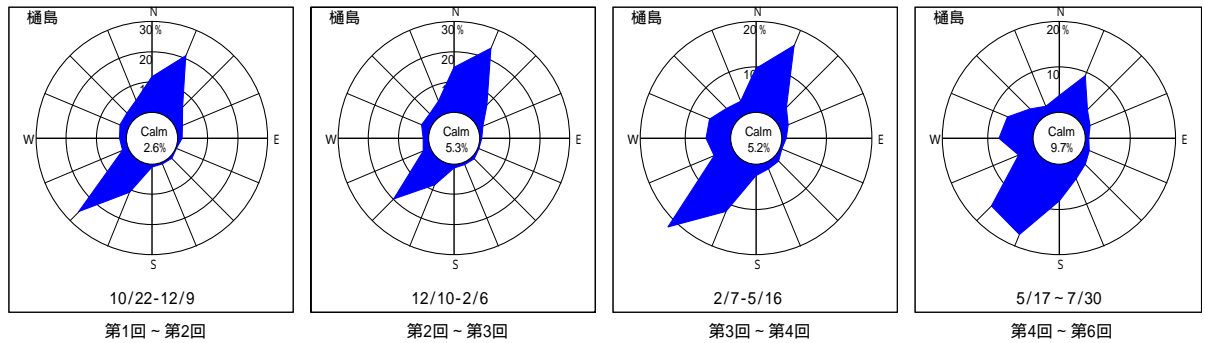


図 4.3-17 各調査期間における風向の状況：徳島

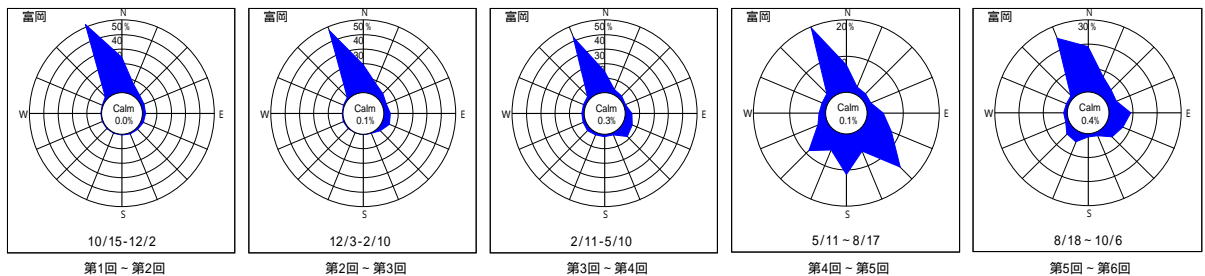


図 4.3-18 各調査期間における風向の状況：富岡

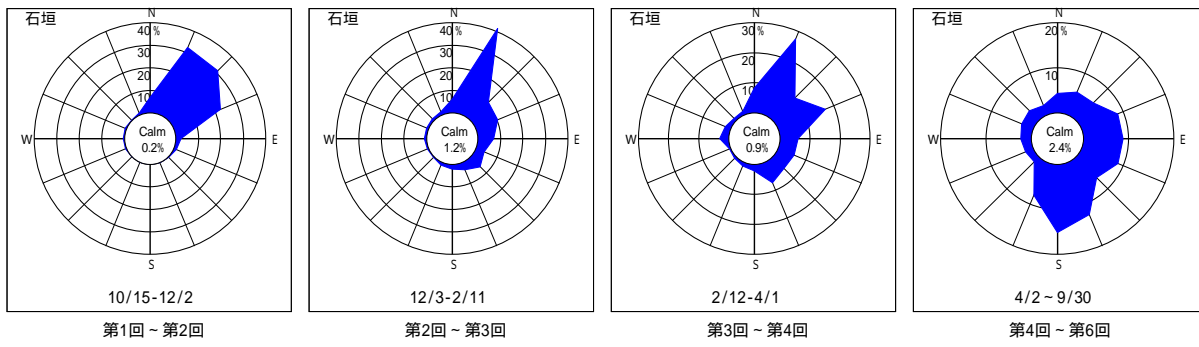


図 4.3-19 各調査期間における風向の状況：石垣

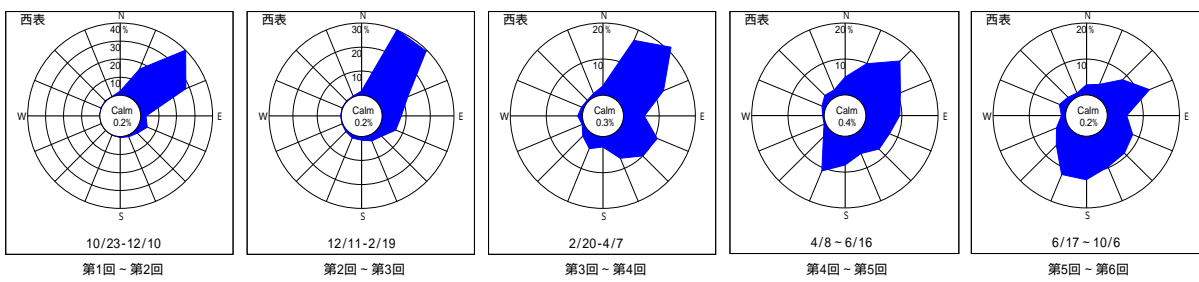


図 4.3-20 各調査期間における風向の状況：西表

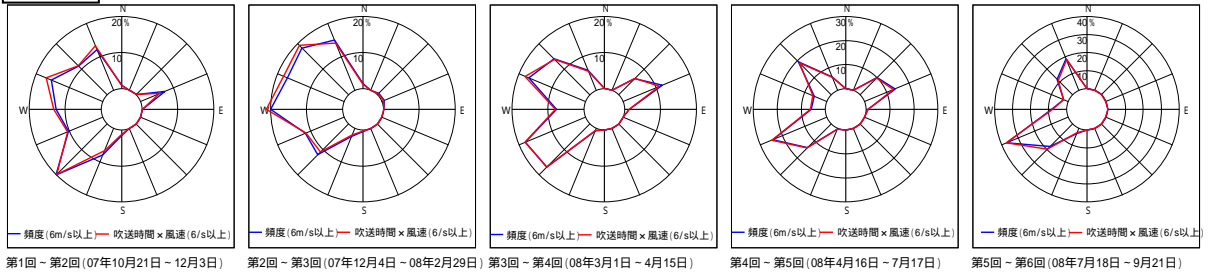
表 4.3-2 海岸の向きと卓越風向の関係

海岸名	海岸の向き	卓越風向 (1~2回目)	卓越風向 (2~3回目)	卓越風向 (3~4回目)	卓越風向 (4~5回目)	卓越風向 (5~6回目)
山形県：飛島西海岸	北西	西、北北東~北東 (9/21-10/22)		西北西 (10/23-5/27)	なし (5/28-7/2)	西南西 (7/3-8/31)
山形県：赤川河口部	西北西	南東~東南東 (10/2-10-29)		西北西~北西、 南東 (10/30-4/18)	東南東~南東 (4/19-6/26)	東南東~南東 (6/27-9/4)
石川県：羽咋・滝海岸	西	東南東~東 (10/21-12/3)	東~東北東 (12/4-2/29)	東~東北東 (3/1-4/15)	東 (4/16-7/17)	東 (7/18-9/21)
福井県：梶地先海岸~安島地先海岸	北~西	北東、南東 (9/20-11-26)		南東、北東 (11/27-4/7)	北東 (4/8-5/26)	北東、南南東 (5/27-9/16)
三重県：答志島 桃島東地先海岸	西	北北西、西 (10/14-12/2)	北北西、西 (12/3-2/17)	北北西 (2/18-4/20)	東南東~ 南南東、北北西 (4/21-7/12)	東南東~ 南南東、北北西 (7/13-9/8)
長崎県：越高海岸	南東/ 南西 (湾口)	東、西北西 (10/6-12/2)	西北西 (12/3-2/5)	東、西北西~西 (2/6-4/13)	東 (4/14-6/30)	東 (7/1-9/24)
長崎県：志多留海岸	南西/ 南西 (湾口)	同上	同上	同上	同上	同上
熊本県：樋島海岸	北北東	南西、北北東 (10/22-12/9)	北北東、南西 (12/10-2/6)	南西、北北東 (2/7-5/16)	南南西~南西 (5/17-7/30)	
熊本県：富岡海岸	南西	北北西 (10/15-12/2)	北北西 (12/3-2-10)	北北西 (2/11-5/10)	北北西 (5/11-8/17)	北北西 (8/18-10/6)
沖縄県：石垣島 吉原海岸~米原海岸	北	北北東~東北、 東 (10/15-12/2)	北北東 (12/3-2/11)	北北東、東北東 (2/12-4/1)		南 (4/2-9/30)
沖縄県：西表島 住吉海岸~上原海岸	北東	北東~東北東 (10/23-12/10)	北北東~北東 (12/11-2/19)	北北東~北東 (2/20-4/7)	なし	南~南南西 (4/8-10/6)

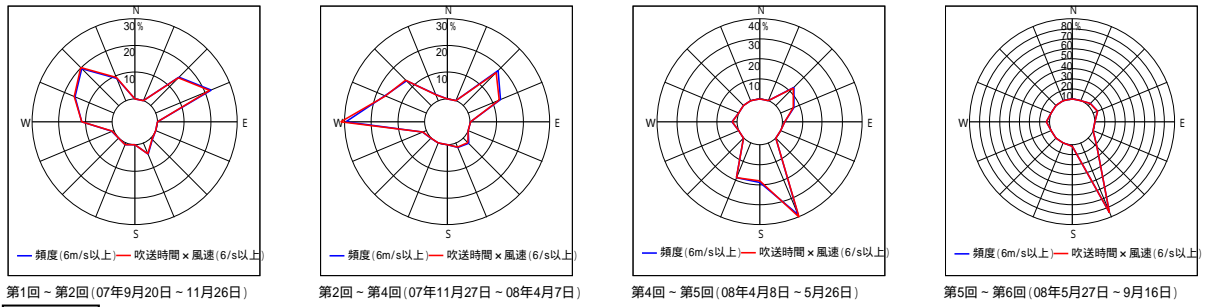
表 4.3-3 海岸の向きと最大風速時の風向

海岸名	海岸の向き	最大風速の風向 (1~2回目)	最大風速の風向 (2~3回目)	最大風速の風向 (3~4回目)	最大風速の風向 (4~5回目)	最大風速の風向 (5~6回目)
山形県：飛島西海岸	北西	西		西北西	西北西	西南西
山形県：赤川河口部	西北西	西南西		北西	東南東	東南東
石川県：羽咋・滝海岸	西	西南西	北西、西南西、西	西南西	西	南西、西南西
福井県：梶地先海岸～安島地先海岸	北～西	北西、北北西、西北西、北東		西、北西、西北西、北西	南南東	南南東
三重県：答志島・桃島東地先海岸	西	北北西	北北西、北	北北西	北北西	北北西
長崎県：越高海岸	南東/南西	北西	西北西	西北西	西北西	西、南東、北北東
長崎県：志多留海岸	南西/南西	同上	同上	同上	同上	同上
熊本県：樋島海岸	北北東	南	北北東	南西、南南西	南西、南南西	
熊本県：富岡海岸	南西	北北西	北北西	南東、北北西	南東	南東、南南東、北北西
沖縄県：石垣島吉原海岸～米原海岸	北	北東、北北東	北北西、東	東北東		東
沖縄県：西表島住吉海岸～上原海岸	北東	北東	東北東	東北東	南南西	南南西

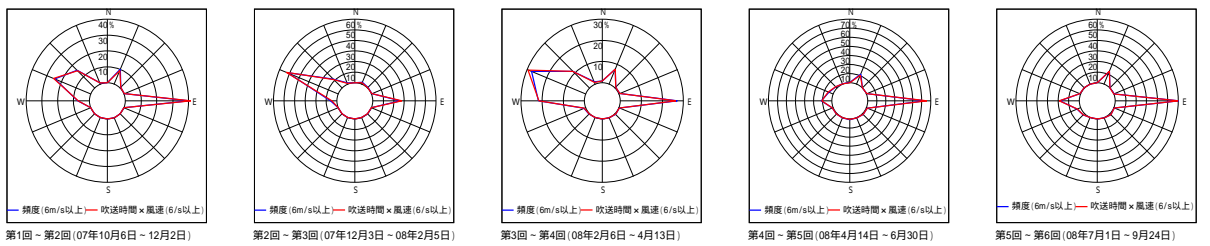
石川



福井



越高



樋島

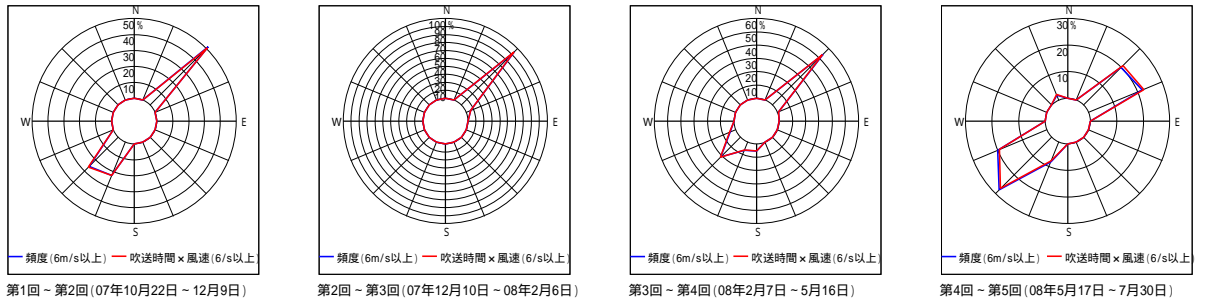


図 4.3-21 風配図及び風速×吹送時間(風速6m/s以上)

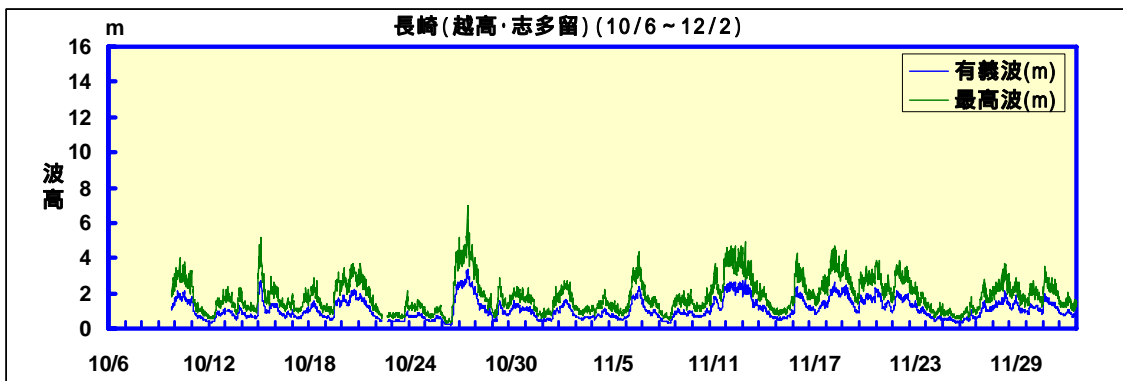
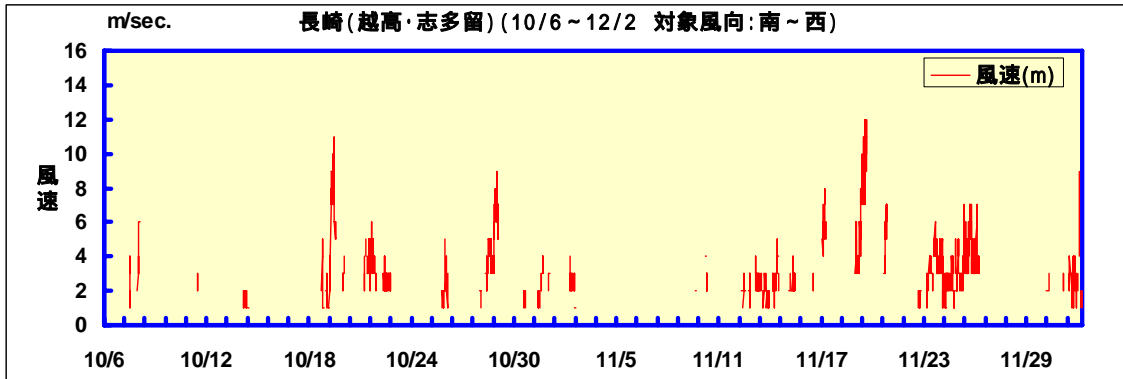


図 4.3-22 (1) 風速 (南 ~ 西) 及び波高の時系列 (第 1 回 ~ 第 2 回): 長崎

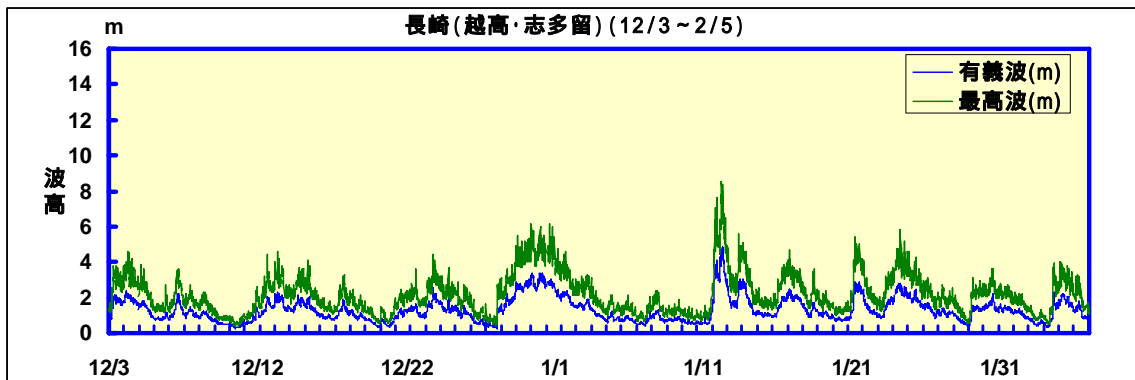
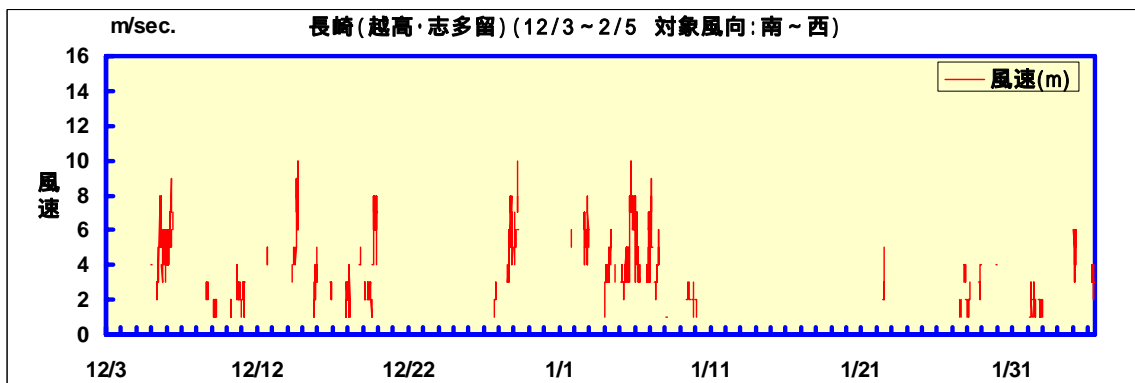


図 4.3-22(2) 風速 (南 ~ 西) 及び波高の時系列 (第 2 回 ~ 第 3 回): 長崎

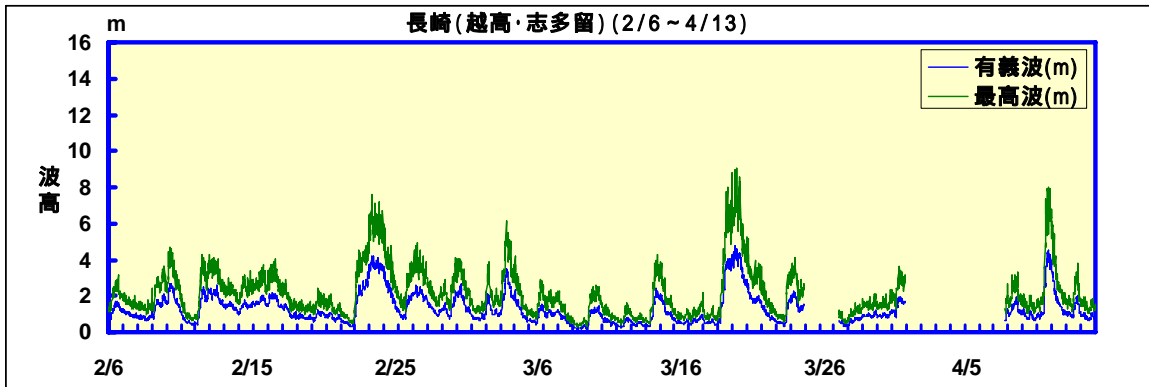
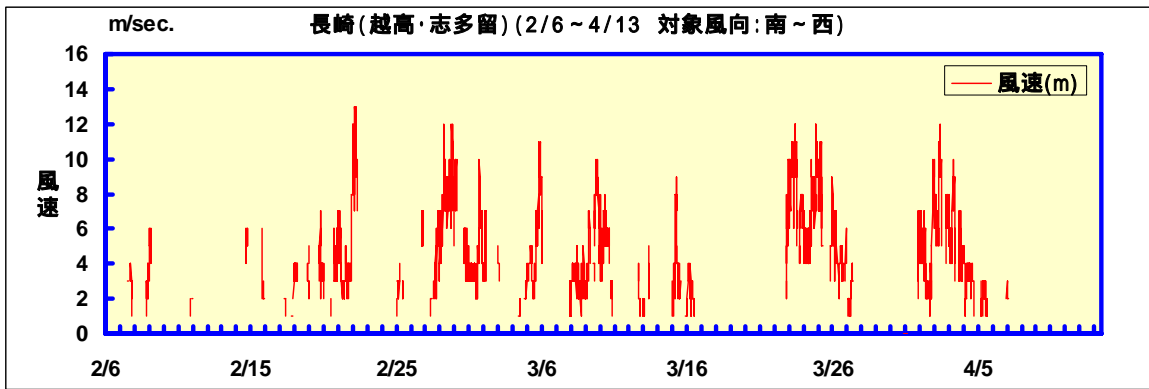


図 4.3-22(3) 風速 (南～西) 及び波高の時系列 (第3回～第4回): 長崎

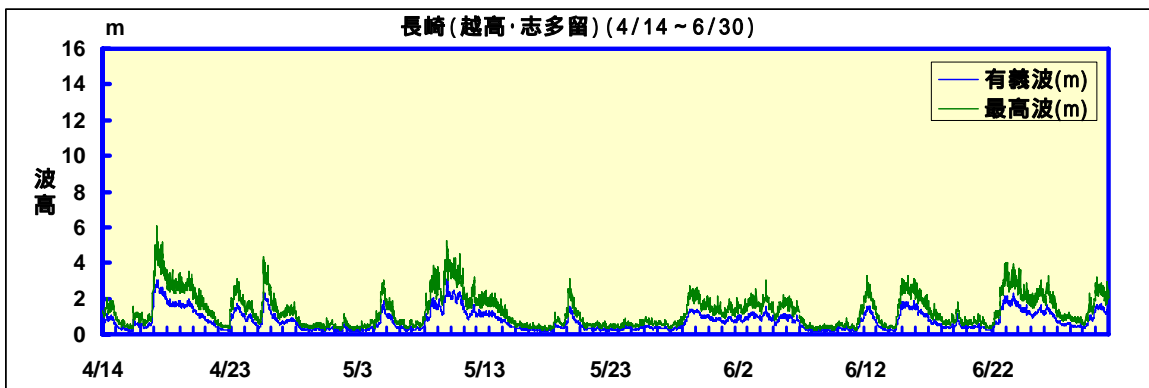
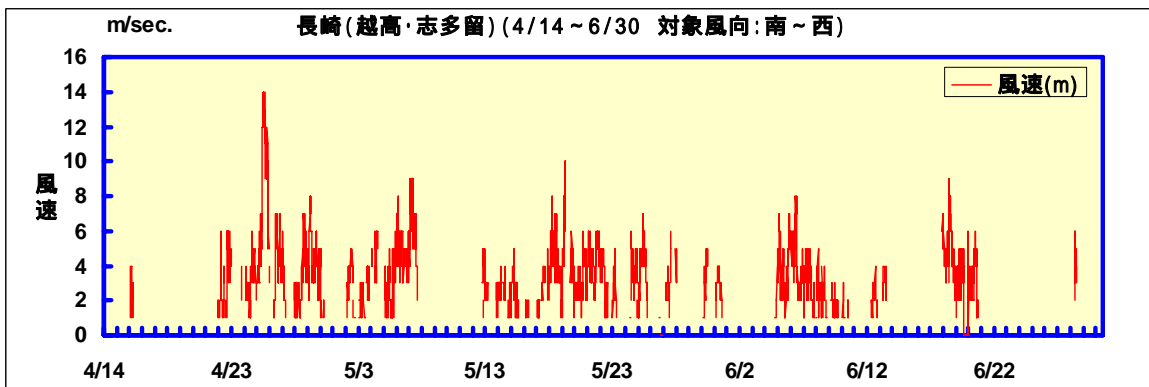


図 4.3-22(4) 風速 (南～西) 及び波高の時系列 (第4回～第5回): 長崎

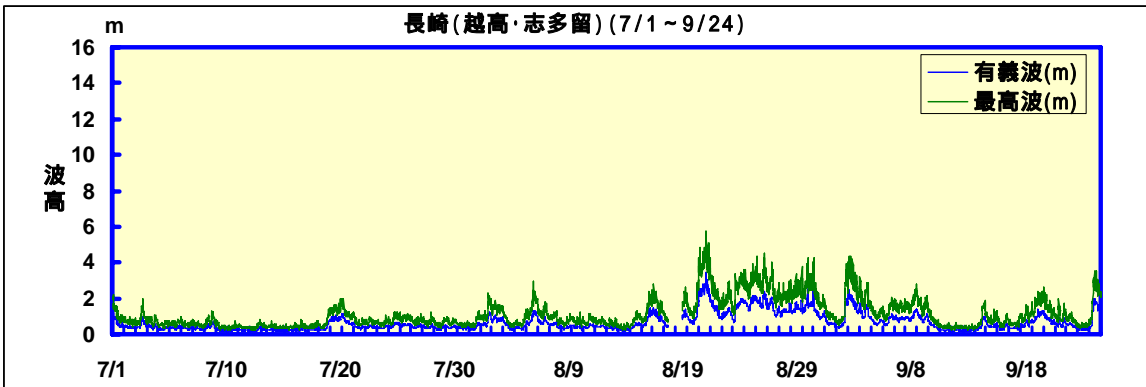
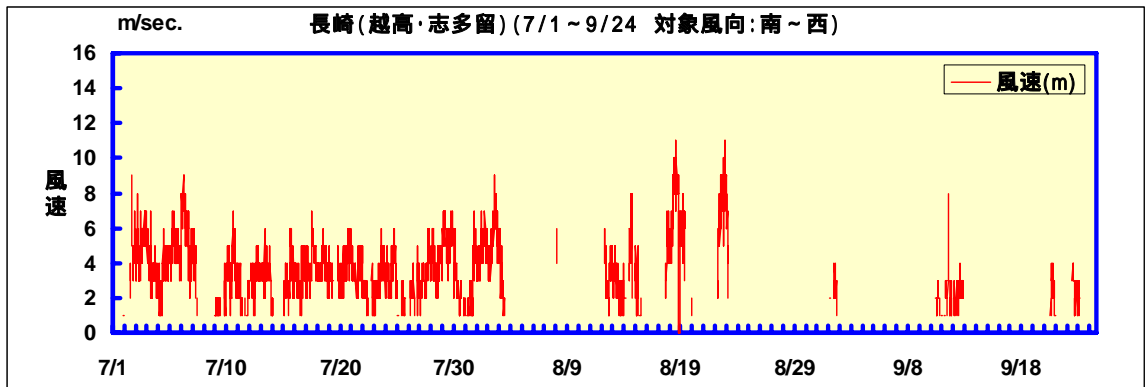


図 4.3-22(5) 風速 (南 ~ 西) 及び波高の時系列 (第 5 回 ~ 第 6 回): 長崎

c. 空間分布と気象・海象等自然条件との関連性

共通調査の結果から、各地域のゴミの量の推移は図 4.3-23 のようであった。前節で述べた卓越風向と比較すると、沖縄県の石垣島や西表島では、ゴミの量の推移と各期間の卓越風向の変動が一致しており、気象条件によってゴミの量の推移が説明できる。しかしながら、必ずしも全ての地点が前節の気象条件で説明することはできなかった（詳細は地域検討会報告書に記載）。これは、気象・海象条件、地形条件、他の自然条件などが複雑に影響していることが考えられると共に、共通調査のスパンではゴミの推移の短期変動を捉えることができないことも一因と考えられる。

よってここでは、より短周期のゴミの量の変動として定点観測写真を用いて、長崎県対馬の越高海岸（外洋に面した島嶼であり、モデル海岸の近傍に大きな河川がない事例）と、熊本県樋島海岸（内湾に位置しており、近傍に大きな河川ある事例）のについて自然条件との関連性を調べた。また、前節で触れた風及び波高について詳細な時系列データを用いると共に、他の自然条件として潮位¹⁾及び河川水位²⁾との関連性を調べた。

(a) 長崎県越高海岸

越高海岸における漂着状況と気象・海象との関係性を把握するため、まず、定点撮影時期と全調査期間中の風速とを対応させた（図 4.3-24）。次に、これらの中で、特に漂着量の多かった時期の風向を抽出し、更に潮位も漂着に関係すると考えられたことから潮位の高い大潮の時期を矢印で示した（図 4.3-25）。

その結果、越高海岸（及び志多留海岸）では、西風が卓越する冬～春季（第2～4回調査）に少なく、梅雨期以降（第5・6回調査）に南～南西の風が吹く時期に多く漂着することが伺えた。これに加え、大潮時に南～南西の風が断続的に吹くと漂着量が多くなると考えられた。

これから考えられるモデル海岸での漂着メカニズム（漂着の過程・機構）は、以下のよう推察される。

越高海岸は南東方向（湾全体は南西方向）に開口した形状であり、風の強い冬季の季節風（北西風）の影響を受けにくく、逆に南風風が強い時にゴミが多く漂着する傾向にあると考えられる。これは、大潮の満潮時に、これまで海岸に蓄積されていた漂着ゴミが波浪により海岸から運び出され、また沖合に漂流していたゴミについても、南寄りの風に運ばれて南西向きに開口しているモデル海岸（湾）に漂着しやすくなるためと考えられる。また、大潮のために、通常よりも陸側に漂着するため、一度漂着すると長い期間に亘って蓄積することになると推測される。一方、航空機調査で確認されたように、対馬では西側・北側の海岸に多くのゴミが漂着しており、これらの海岸では冬季に北西の季節風が卓越する影響を受けているものと考えられる。

上記のように、対馬で漂着ゴミ量の多い海岸は、冬季の季節風の影響を受ける西側・北方に向けた海岸であるのに対し、越高海岸は湾口が南西方向に開口しているために冬季に少なく、逆に梅雨明け頃の夏季から秋季にかけて、大潮時に南～南西の風が吹くと漂着量が多くなる傾向があると考えられた。

以上のように、越高海岸では、風と潮汐がゴミの推移との関連が強いと考えられた。

(b) 熊本県樋島海岸

樋島海岸における漂着状況と気象・海象との関係性を把握するため、調査期間の風速と波高の時系列図を図 4.3-26 に示す。ただし、風速の時系列は、海岸に向かう風向である北北西～東北東の風向のみを抽出している。

定点写真によると、第1回独自調査後、第2回独自調査後共に、短期間のうちにゴミが大量に漂着していることから、この時期の気象・海象条件との関連を調べた。風速及び波高の時系列(図 4.3-26)を見ると、第1回独自調査後の10月28日に、風が強く、波も比較的高くなっている。また、第2回独自調査の後も、風が若干強く、波高も比較的高くなっており、ゴミの漂着量は風や波高と関連性が考えられる。

そこで、更に風が強く、波高も高い、12月29日～1月2日の期間について定点観測の写真を見ると、この時期のゴミの量はほとんど変動していない。また、6月15日に調査期間中で最も強い風が吹いているが、6月16日の写真ではゴミの量はほとんど変化しておらず、気象・海象条件との関連性が見られない。よって、その他の自然条件として、長崎県と同様に潮位の変動との関連を調べた。

10月にゴミが多くなっていた時期は、年間で最も潮位の高くなる時期の大潮期であった。そのため、海水が海岸奥まで達し、10月31日の写真ように大量のゴミを漂着させたと考えられる。更に写真を撮影した10月31日は大潮から小潮に向かいつつある日であり、満潮位線が徐々に下がる時期であったため、海岸奥行き方向に幅広くゴミが分布する状態になったと考えられる(これには、海岸の縦断方向の勾配が、海側から陸側に向かって徐々に高くなり、途中で最も高くなった後に徐々に低くなるという条件も関与している)。一方で12月25日は、年間の中では平均的な潮位の時期ではあるものの、大潮期でも最も満潮位線の高い時であった。そのため、海面が高くゴミが海岸に漂着し易い状況であり、最も満潮位線の高い日であったために満潮位の汀線にゴミが集中して並んでいる漂着状態になったと考えられる。

ゴミの増加が見られなかった12月29日～1月2日にかけては、小潮に向かい始める時期～小潮期に相当していた。また、6月15日～16日は小潮期であった。

このように、樋島では、風や波よりも、潮位の変動と海岸のゴミの量の変動に関連性があることが分かった。これは、この地域の大潮時と小潮時の満潮位線の差が大きいこと、更には樋島の海岸の縦断勾配(勾配が緩やかで、最も陸側で勾配が下がっている)に起因している。

更に大量漂着が見られた6月16日～28日について潮位の変動を見ると、大潮と小潮の満潮位線の差が小さい時期であった。また、風、波高共に特筆すべき条件ではなかった。そこで、その他の自然条件として、近傍の大きな河川である球磨川水位の変動を調べた。

観測所の選定に当たっては、水位データを使用することから、潮汐の影響を受けないよう考慮しなければならない。そこで、国土交通省の水文水質データベース²⁾に登録されている観測所のうち、流量データが存在する(潮汐の影響を受けていないと考えられる)最下流の観測所(横石)を選定した。観測所の位置を図 4.3-28 に示す。

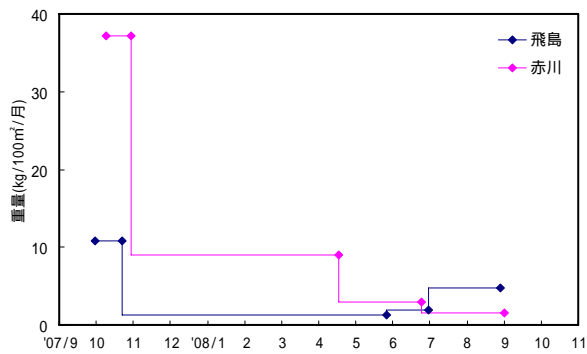
調査期間ごとの水位の時間変動を、図 4.3-29 に示した。6月22日に水位が大きく上昇しており、6月28日に見られた大量漂着の時期と一致している。また、年間の水位の変動は、5月下旬以降に水位の高い時期が続き、梅雨の時期に急激に高くなる傾向がある。これは、定点観測写真で6月下旬から比較的多くのゴミが海岸に漂着していることと時期が一致している。

以上のことから、樋島海岸では、潮汐と河川水位がゴミの漂着量と関連が強いと考えられた。

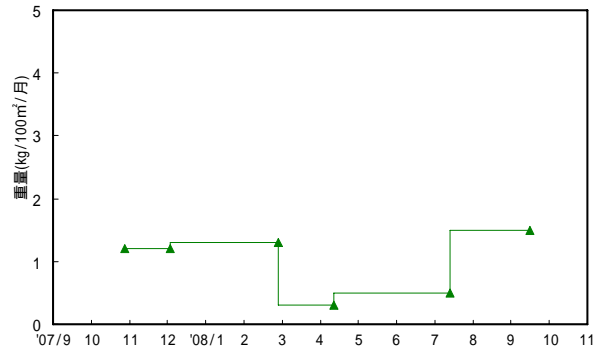
< 出典 >

1) 気象庁：潮位表

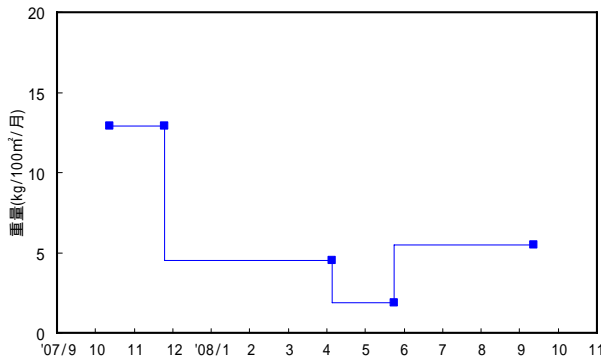
2) 国土交通省：水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>)



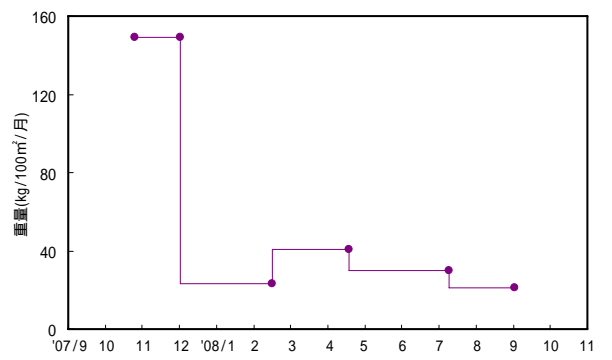
山形県



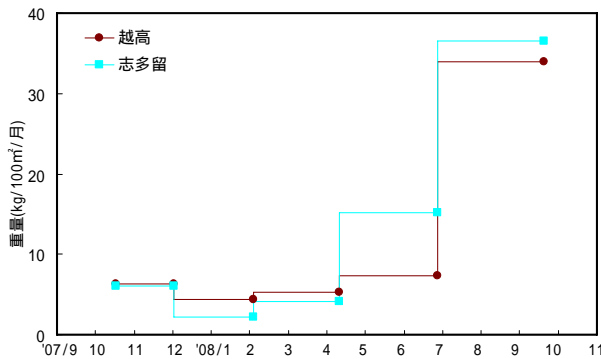
石川県



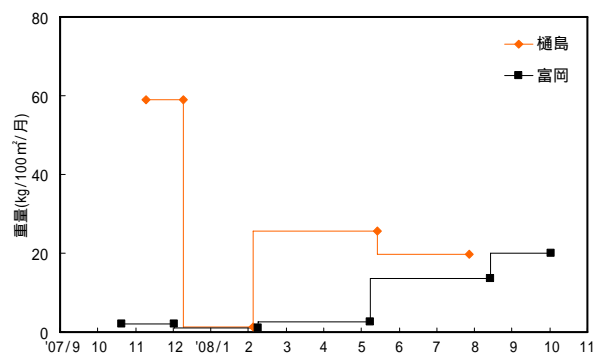
福井県



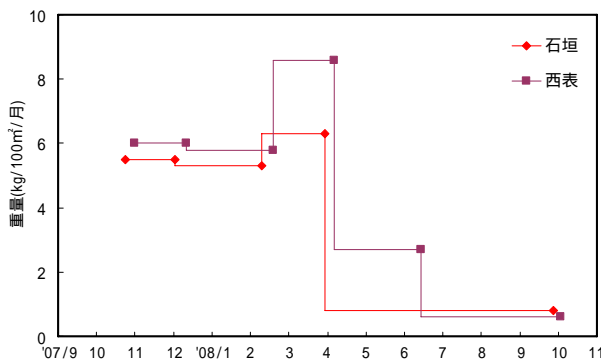
三重県



長崎県



熊本県



沖縄県

図 4.3-23 共通調査における1ヶ月あたりの重量の推移(人工物+流木・灌木)

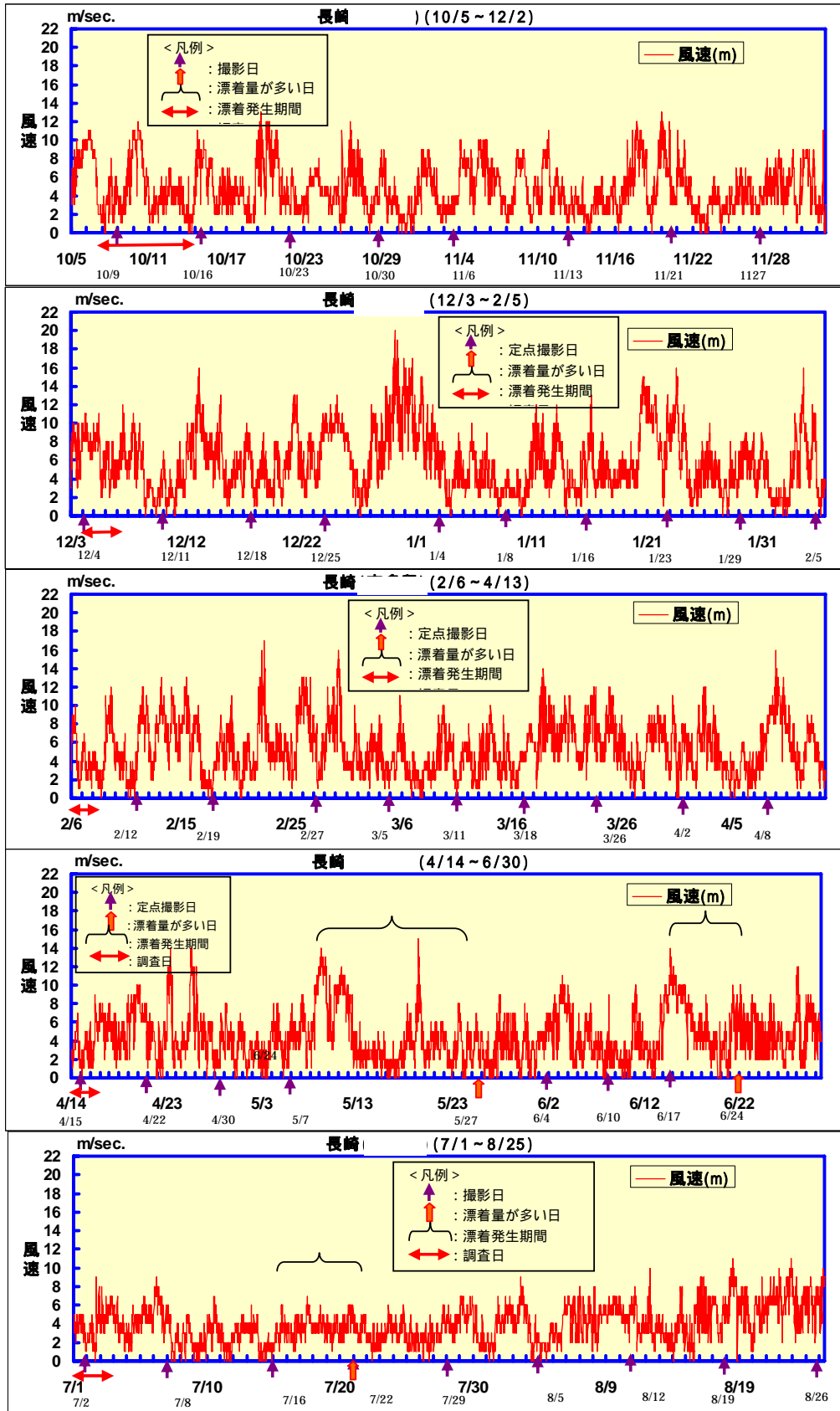


図 4.3-24 風速の時系列とゴミの量との関連

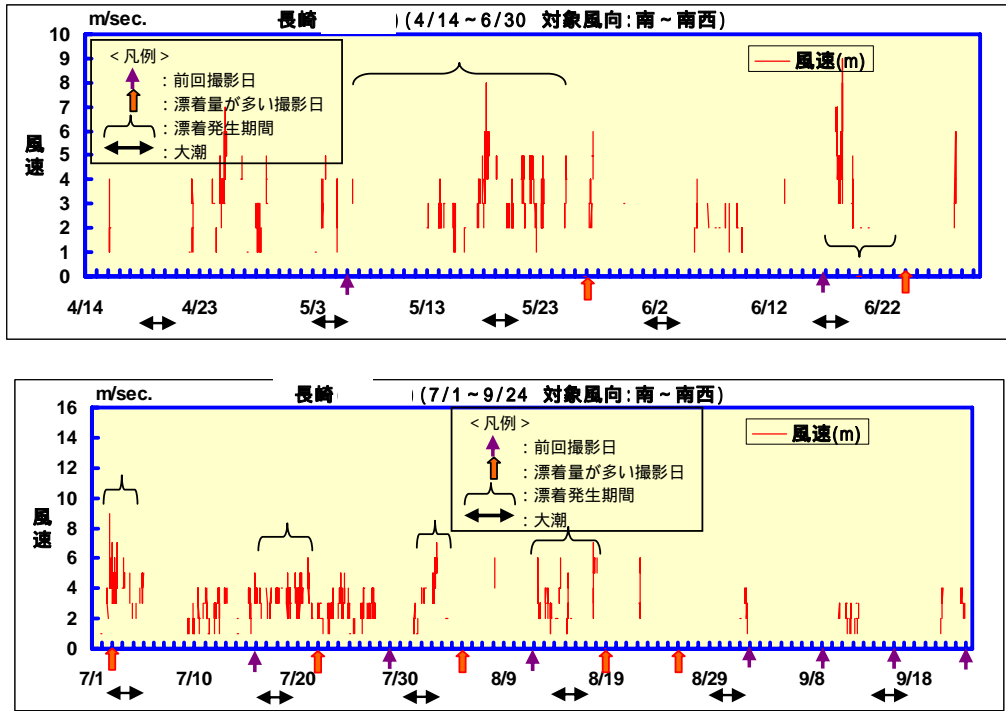


図 4.3-25 風速の時系列とゴミの量、潮位との関連

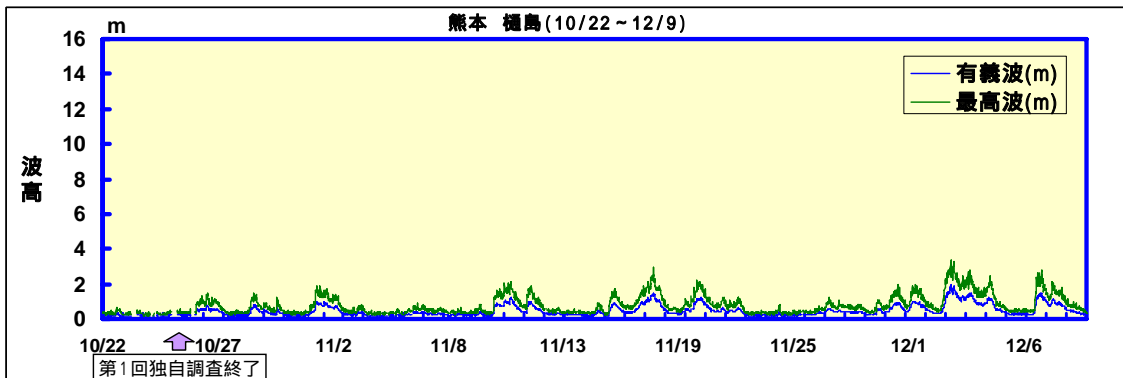
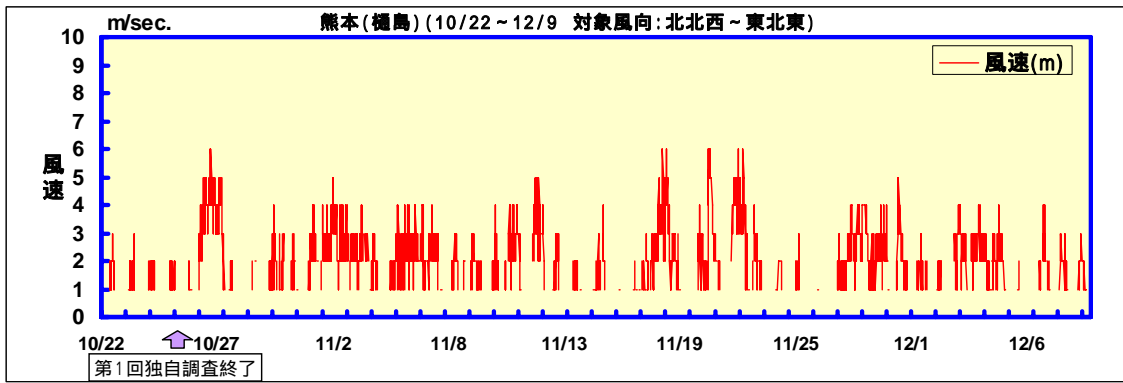


図 4.3-26(1) 風速（北北西～東北東のみ）及び波高の時系列（第1回～第2回）：樋島

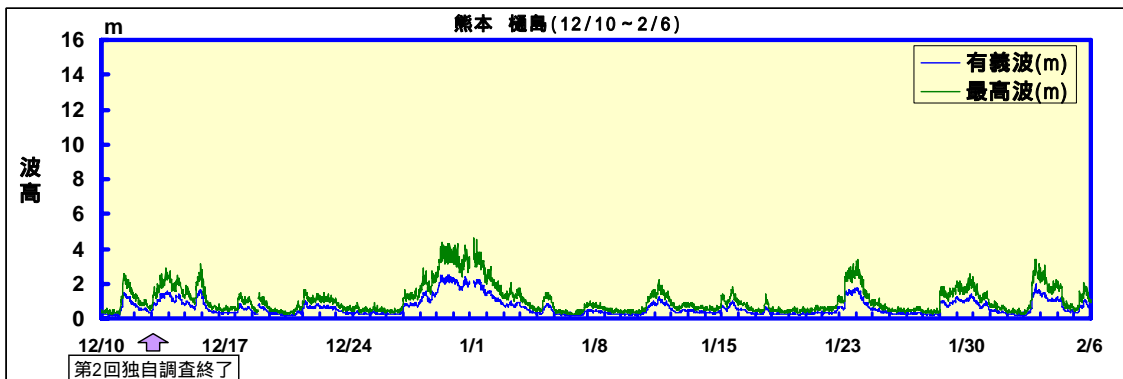
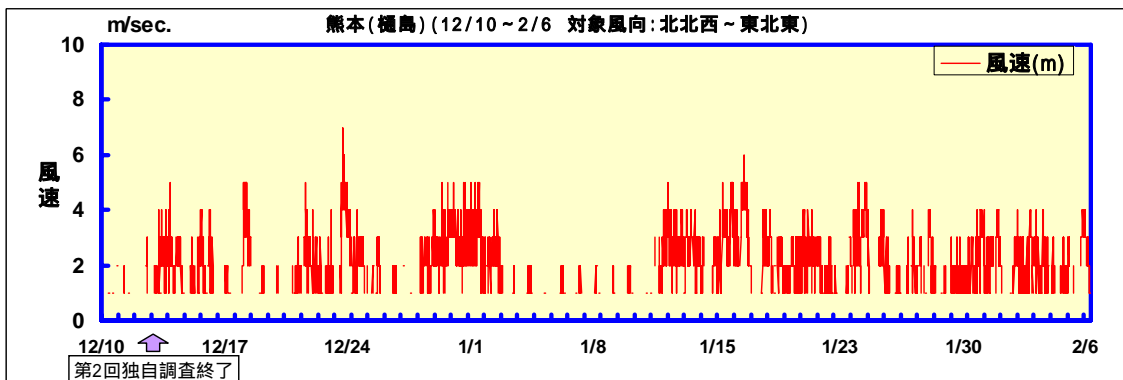


図 4.3-26 (2) 風速（北北西～東北東のみ）及び波高の時系列（第2回～第3回）：樋島

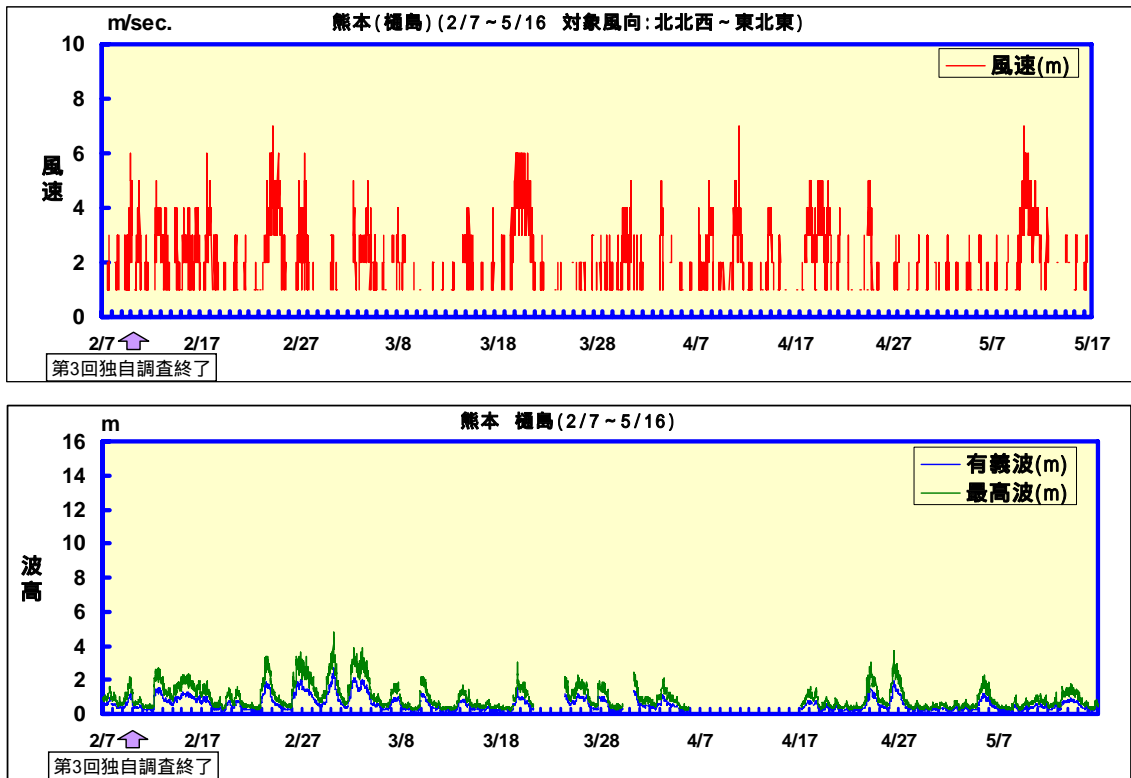


図 4.3-26 (3) 風速 (北北西 ~ 東北東のみ) 及び波高の時系列 (第3回 ~ 第4回): 樋島

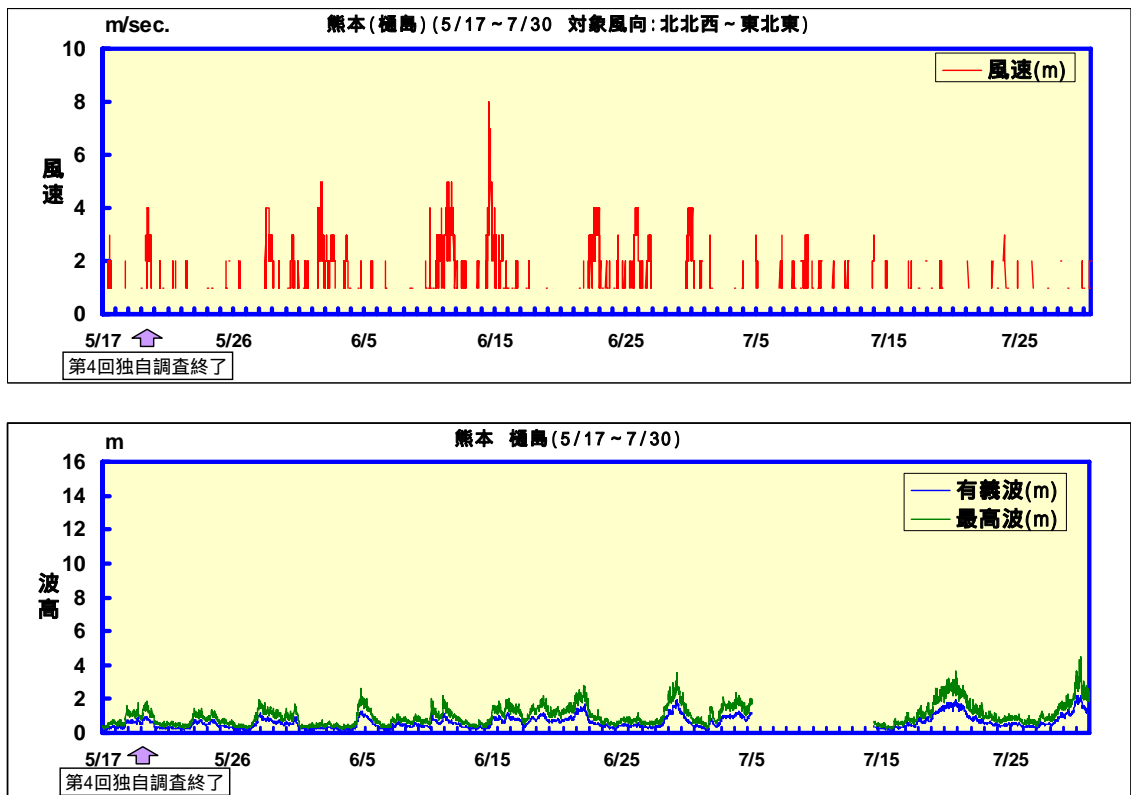


図 4.3-26 (4) 風速 (北北西 ~ 東北東のみ) 及び波高の時系列 (第4回 ~ 第6回): 樋島

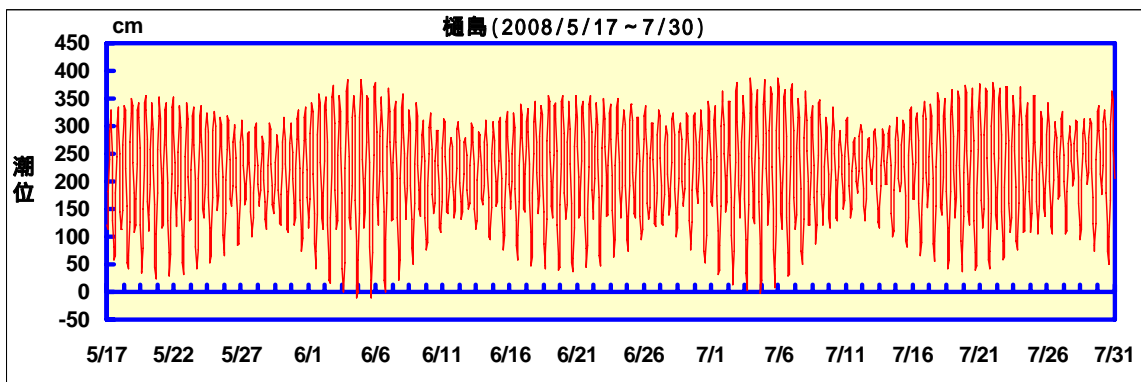
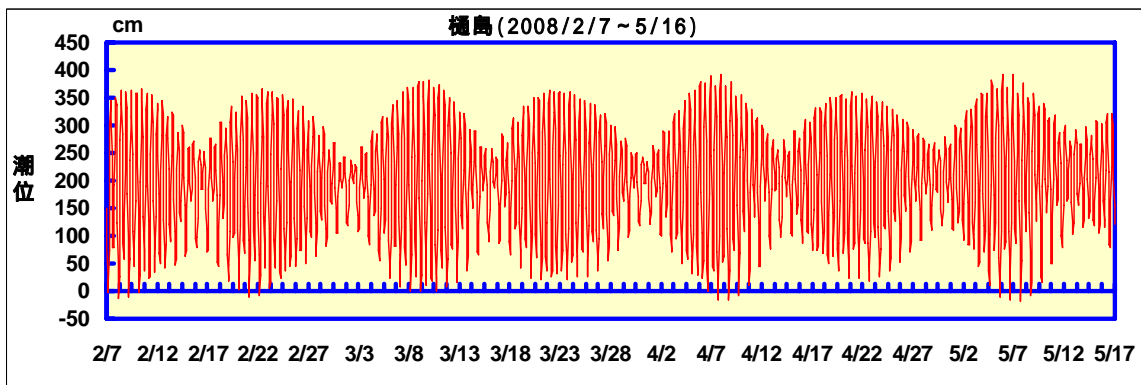
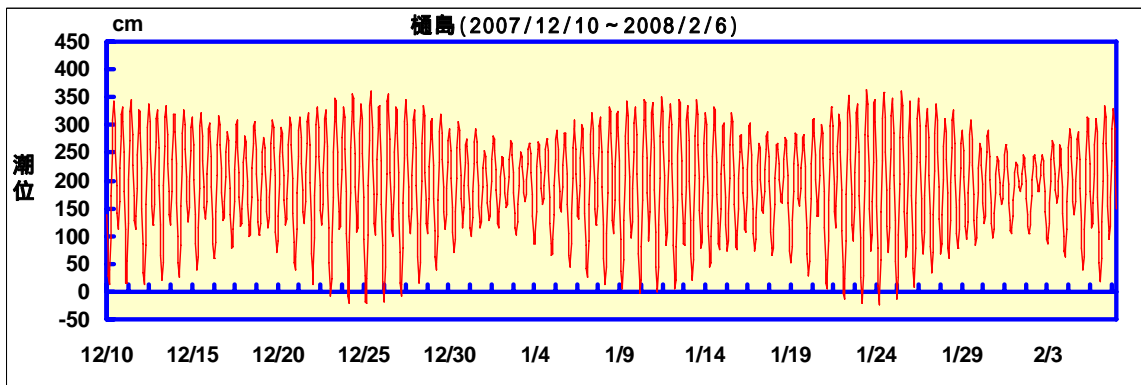
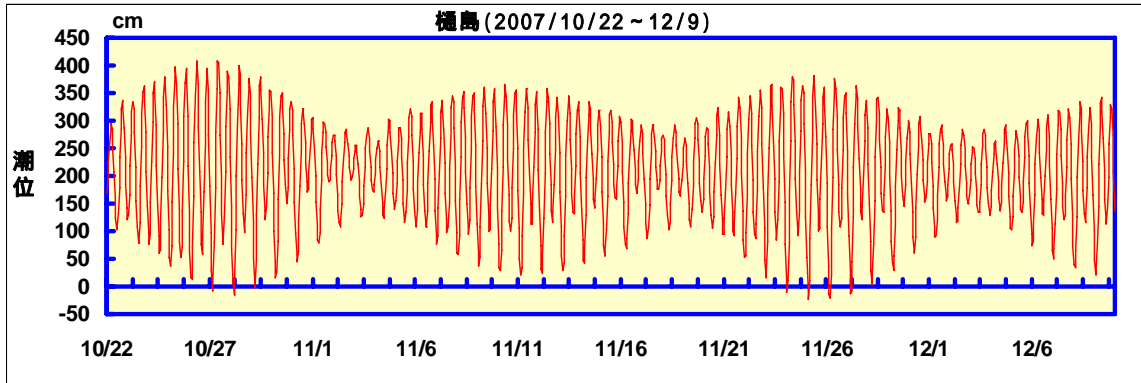


図 4.3-27 各クリーンアップ調査期間の潮位の時間変動：樺島

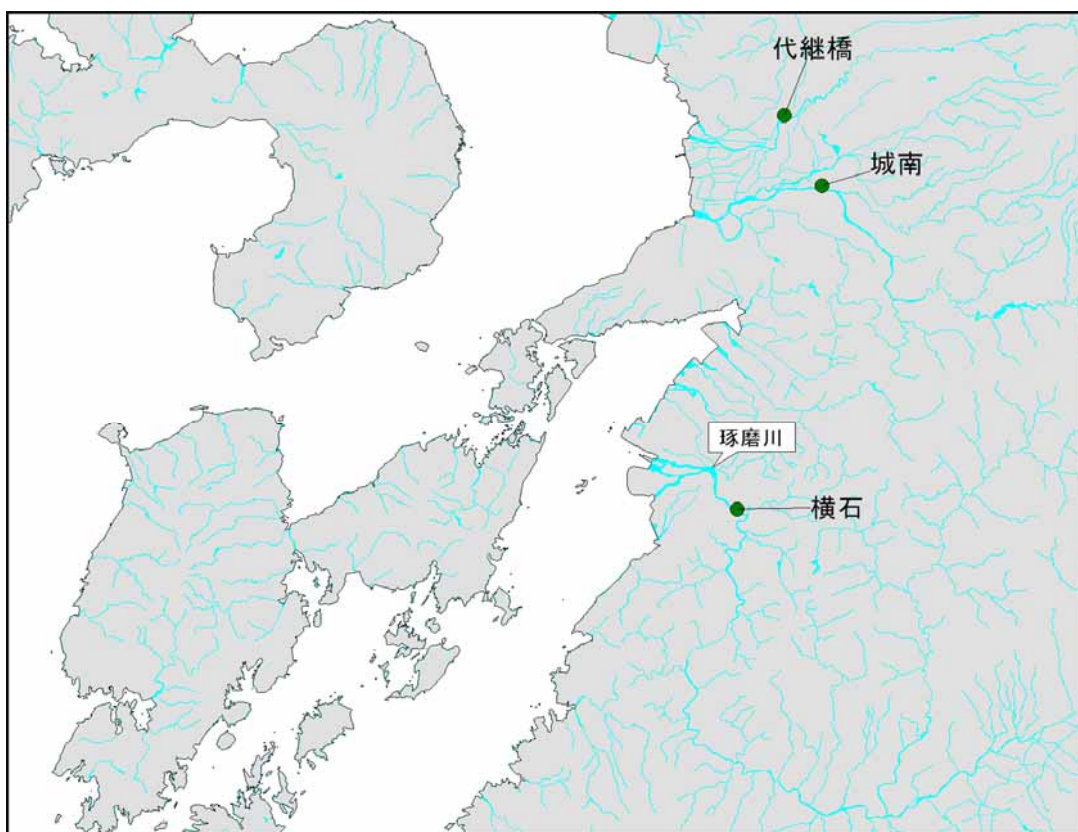


図 4.3-28 河川水位の観測所：熊本

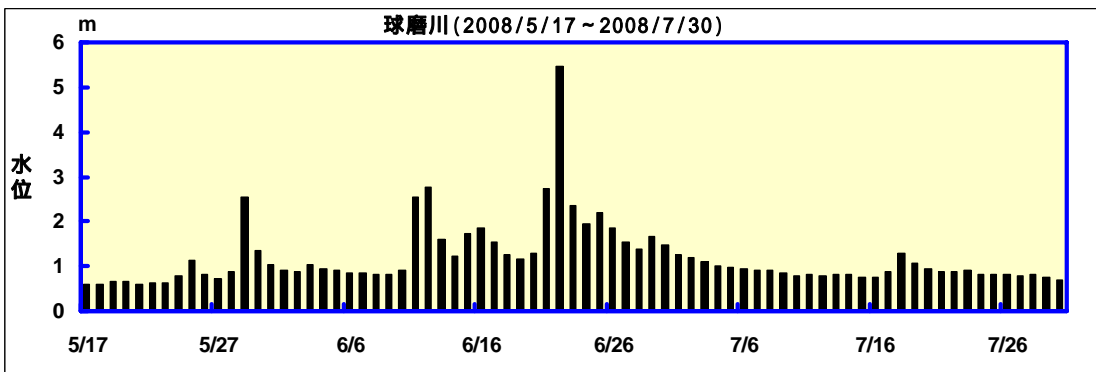
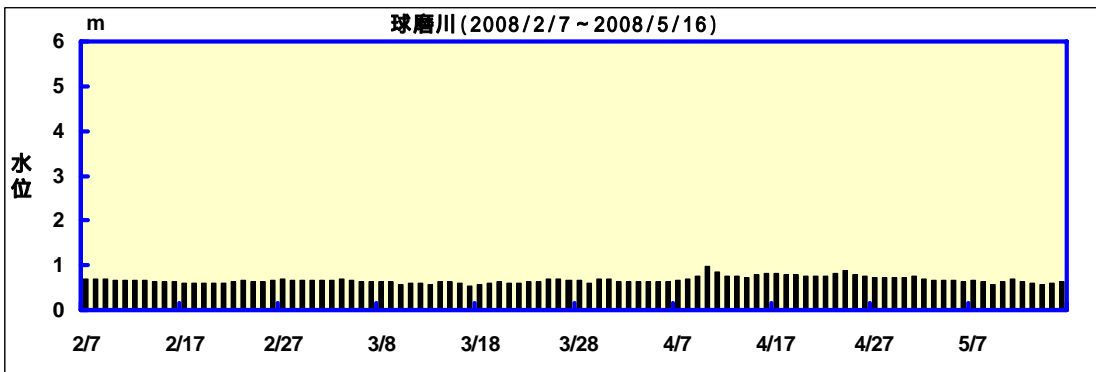
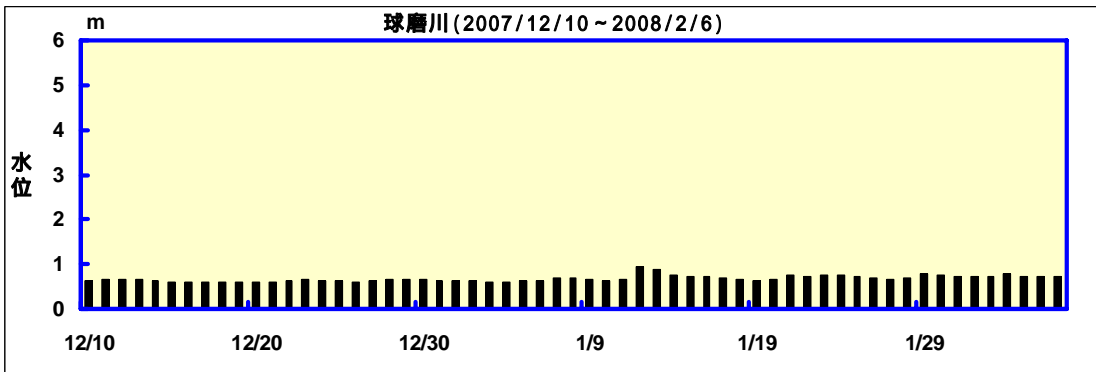
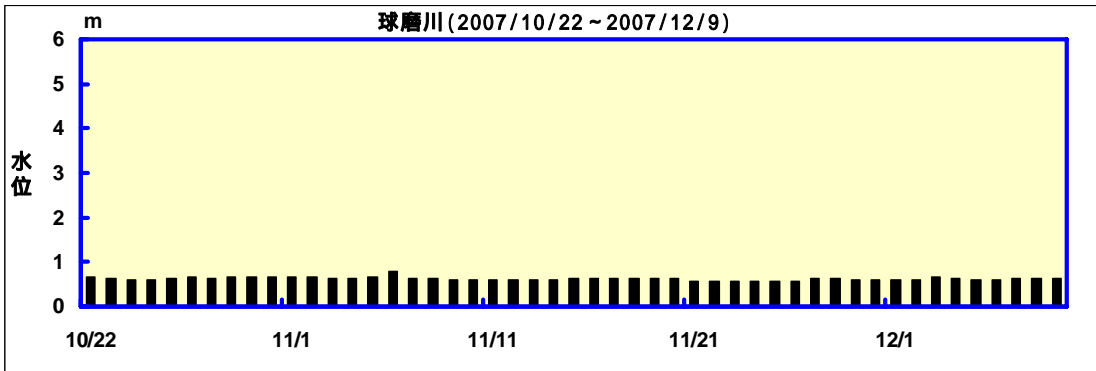


図 4.3-29 各クリーンアップ調査期間の水位の時系列：樋島