

## 4. フォローアップ調査（樋島海岸）

### 4.1 目的

本調査の位置付けは、共通調査（クリーンアップ調査）で得られたデータの解析である。ゴミの量、分布状況の経時的変化をゴミの種類ごとに解析した。また、発生源情報（文字、記号等）、時刻情報（賞味期限）を合わせて解析することで、漂着物の発生場所及び漂流時間を推定し、漂流・漂着メカニズムを検討し、効果的、効率的な清掃時期、清掃頻度等の検討に資することを目的とした。

### 4.2 調査方法

#### 4.2.1 漂着ゴミの空間分布及び時間変動の解析方法

##### (1) 水平方向の分布の解析方法

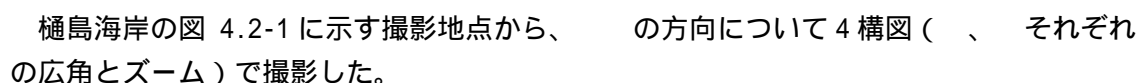
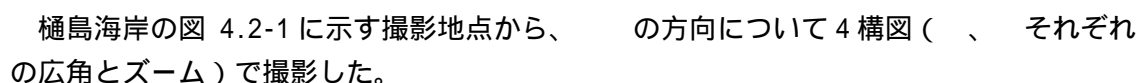
共通調査（クリーンアップ調査）で得られたコドラート枠内のゴミの種類別データを用いて、ゴミの量（個数、重量等）の空間的分布をゴミの種類ごとに把握した。また、経時的データを使用することで、ゴミの空間的分布の時間変化をゴミの種類ごとに把握し、風などの自然条件との関連性を解析することで、時間変動要因を検討した。

##### (2) 縦断方向の分布の解析方法

ゴミの空間分布には海岸の傾斜が関係すると想定されるため、共通調査（クリーンアップ調査）時に海岸の傾斜度を測定し、海岸の傾斜を考慮したゴミの空間分布の解析を行う。

##### (3) 定点観測調査方法

計画されているクリーンアップ調査（2年で5回）及びフォローアップ調査（同5回）では、ゴミの漂着状態の経時的な変化が把握できない可能性があった。そこで、本調査では高頻度の定点撮影・観察を行い、漂着状況を経時的に把握することで、ゴミ漂着のメカニズム解明の一助とすることを目的とした。

樋島海岸の図 4.2-1 に示す撮影地点から、 の方向について4構図（、それぞれの広角とズーム）で撮影した。

撮影は、航空機調査（平成19年9月26・27日）開始前の9月13日より、毎週1回を原則として定点からの撮影を継続した。

撮影者：NPO法人 天草元気工房 松本様

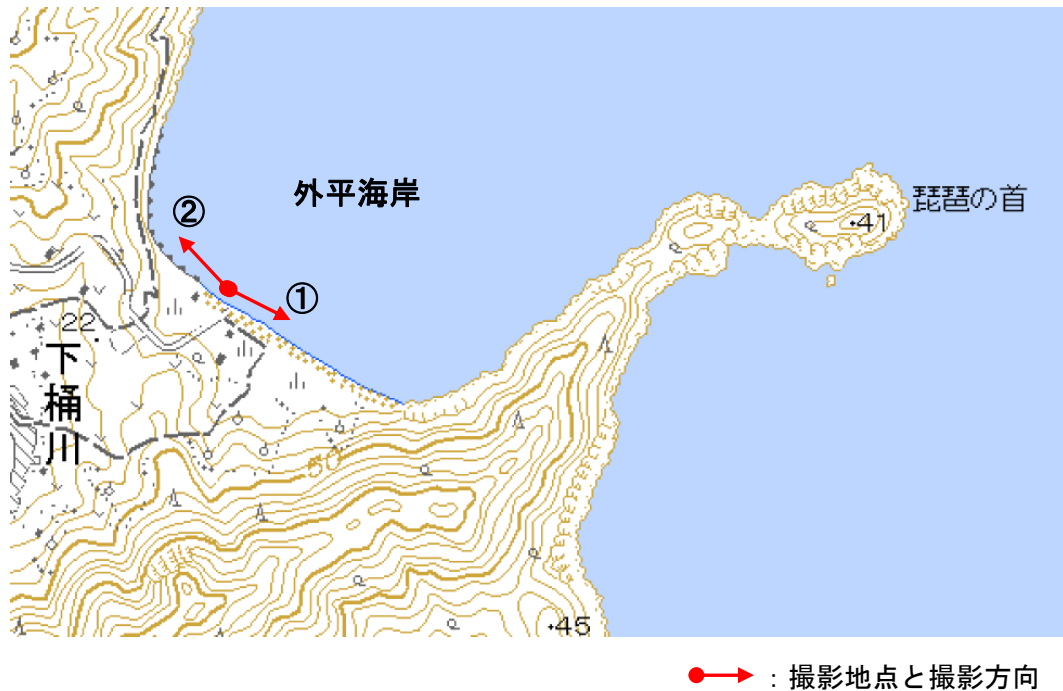


図 4.2-1 樋島海岸定点撮影地点

#### 4.2.2 漂流・漂着メカニズムの推定方法

##### (1) 気象・海象条件との関連性の検討

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 4.2-1 に示す気象観測所<sup>1)</sup>、波高観測所<sup>2)</sup>及び潮位観測所<sup>3)</sup>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 4.2-2 に示す。

< 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

表 4.2-1 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
熊本県	樋島海岸	松島	伊王島 (※長崎県)	八代
	富岡海岸	野母崎 (※長崎県)	伊王島 (※長崎県)	口之津 (※長崎県)

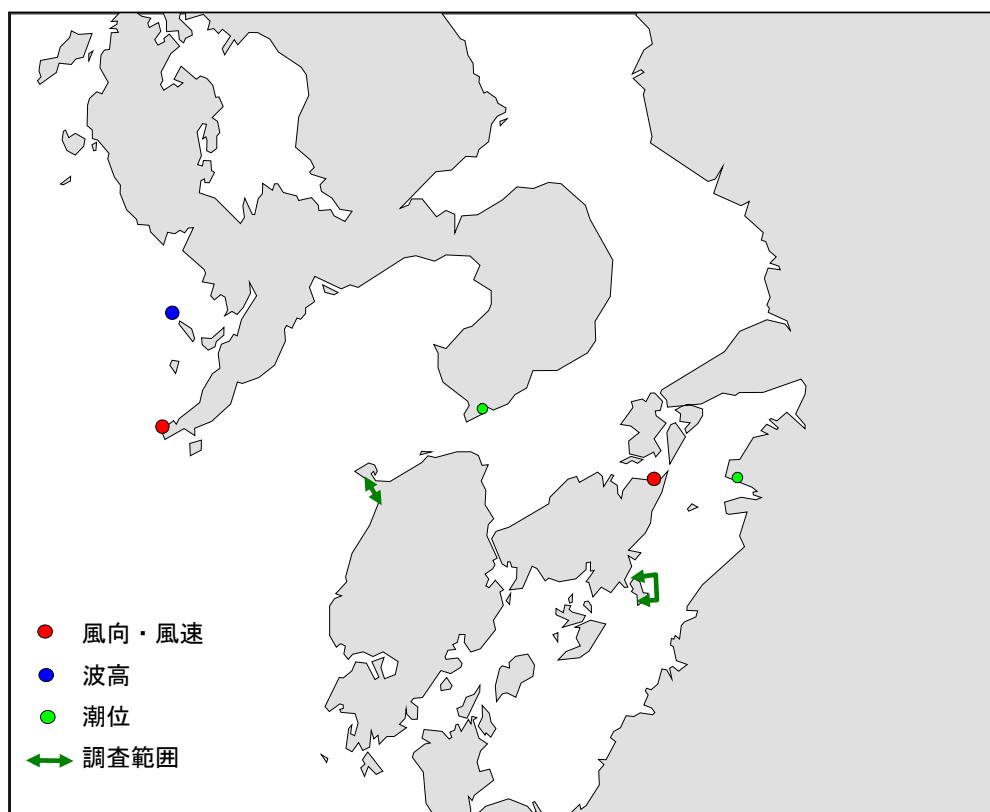


図 4.2-2 調査範囲と観測所の位置関係（熊本県）

(2) 河川水位との関連性の検討

一般に河川を通して陸域からのゴミが海岸に漂着しているといわれている。漂着ゴミと河川水位の時間変動と漂着ゴミの量の変動の関連性を検討するため、八代海に注ぐ主要な河川である球磨川について、水位の時間変動を調べた。水位データは、図 4.2-3 に示す観測所のデータを使用した。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<sup>1)</sup>に登録されている観測所のうち、各河川で流量データがある（潮汐の影響を受けていないと考えられる）最下流の観測所を選定した。

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

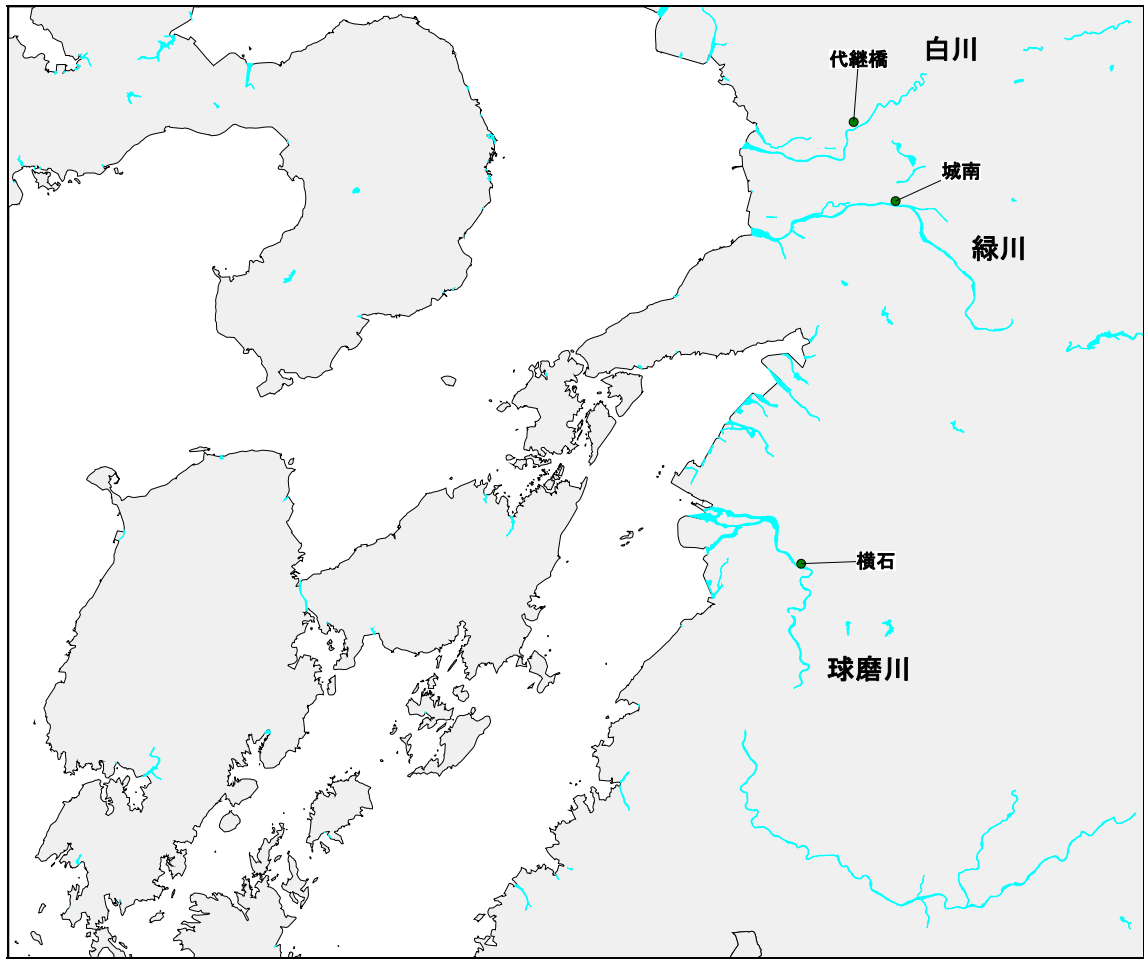


図 4.2-3 河川水位の観測所

## 4.3 調査結果

### 4.3.1 漂着ゴミの空間分布及び時間変動の解析結果

#### (1) 水平方向の分布の解析結果

第1回(2007年10月)~第5回(2008年8月)の共通調査で取得したデータから、漂着ゴミの個数、重量、容量について、図4.3-1に基づいて水平分布図を作成した(図4.3-2)。また、毎回の調査結果を積算した水平分布図を図4.3-3に示した。水平分布図における格子の交点が、各調査枠の中心の位置を表している。横軸(汀線方向)の番号は地点番号を示しており、縦軸(内陸方向)の番号は、調査枠の個数を示している。樋島海岸の場合、10mの方形枠が設置できないため、4m×10mの枠を設置し、その枠内に陸方向に2m枠を2個設置している。水平分布図の作成にあたっては、2m枠2個のデータを使用している。ゴミの数量は単位面積当たりに変換して示した。

ゴミの空間分布は、海岸で一様ではなく、空間的に偏っていることがわかる。たとえば第1回の調査(2007年10月)では、海岸線方向でみると個体数ではSt.5が多く、重量及び容量はSt.1が多かった。ここで注意しなければならないのは、各地点の合計量を用いた海岸方向の比較(図3.1-9と図3.1-10)では、重量・容量ともにSt.5が多く、この水平分布図の傾向と異なる点である。これは、水平分布図の作成においては、陸方向の分布状況もあわせて検討するため2m枠のデータのみ使用しているのに対して、図3.1-9と図3.1-10は枠全てのデータの合計値を用いて作成していることにより生じたものである。したがって、この水平分布図では、陸方向の傾向についてのみ検討することとする。

2007年12月以後の調査についてみると、漂着物が少なかった2008年2月を除き、各時期で個数、重量、容量ともに汀線側が多い傾向があった。

2007年12月以後の調査を積算した水平分布図をみると、回を重ねるにつれて汀線付近のゴミが多くなっていくことがわかる。

次に特定の種類のゴミについて水平方向の分布特性を検討した。種類別(ペットボトル、飲料缶、レジ袋、ライター等)の回収量(個数あるいは重量)の水平分布について、3次元の棒グラフで図4.3-4に示した。熊本県は2m枠を使用しているため、4m<sup>2</sup>単位で表示した。

ゴミの種類別に比較すると、同じ調査回であっても、種類によって個数の多い場所(調査枠)が異なっていることがわかる。流木をのぞき、汀線に近い場所で多くなる傾向がある。特に、海藻とレジ袋は顕著である。流木については、陸方向の分布の差は認められなかった。

ゴミの特性(比重など)や、各ゴミが漂着してから回収されるまで(調査時まで)に経過した時間の違いによって、このようなゴミの種類による分布の差が生じたと考えられる。

また、地点ごとに、ゴミの量の時間変化を図4.3-5に示した。個数、重量、容量ともに、地点1から地点3については、第2回(2007年12月)と第4回(2008年5月)に、地点4と地点5については、第4回目に汀線に近い場所で特に多い傾向がうかがえた。

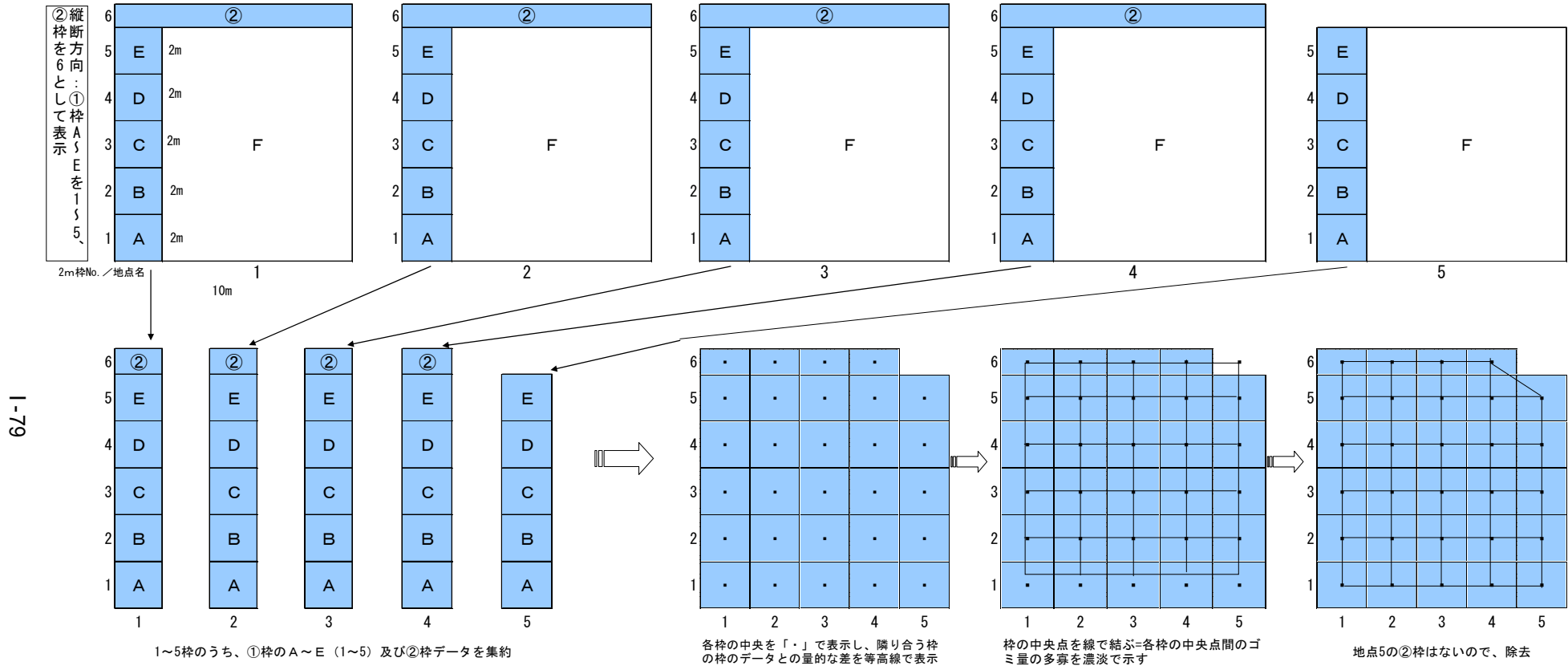


図 4.3-1 調査枠内の漂着ゴミ水平分布図の集約イメージ

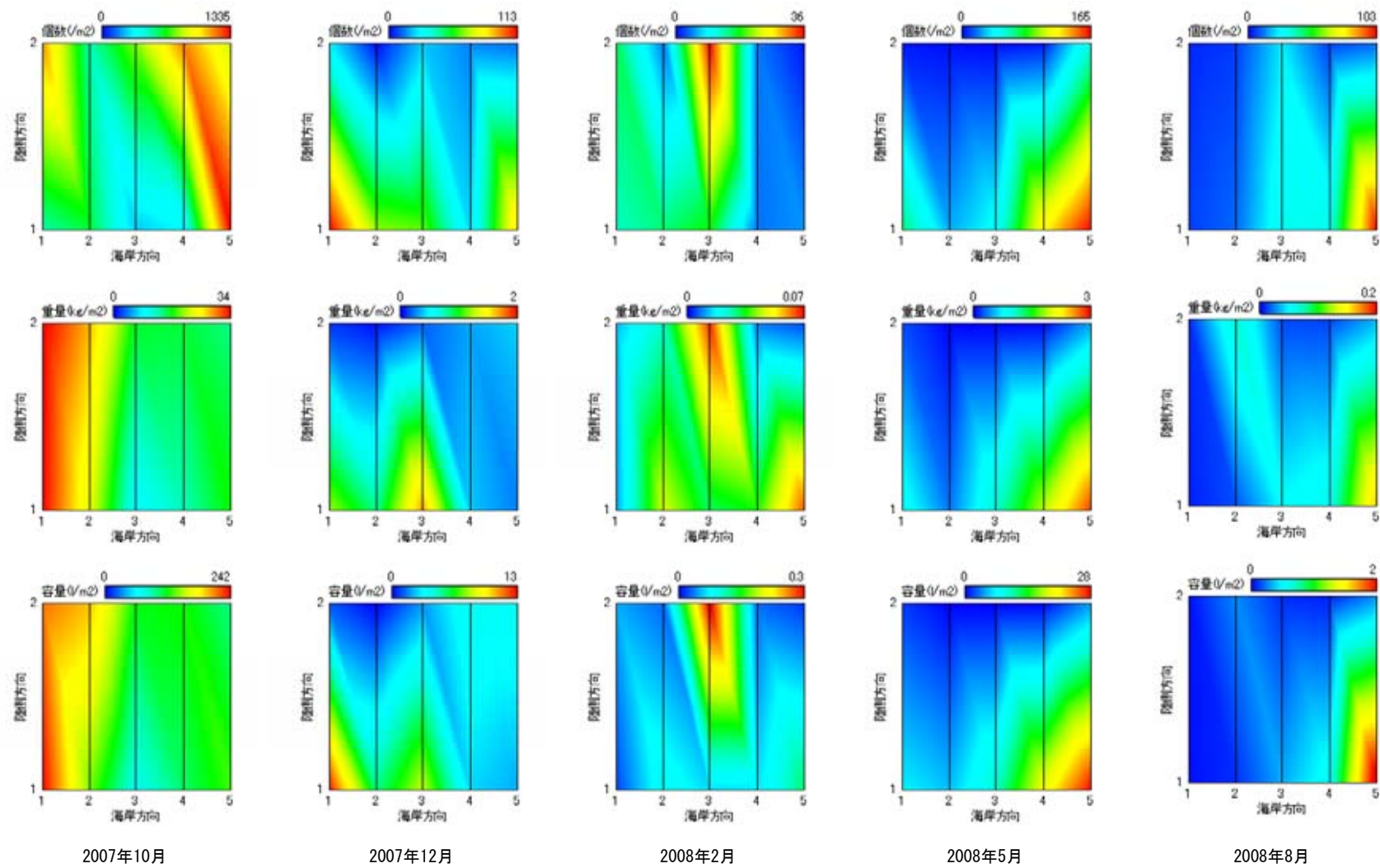


図 4.3-2 漂着ゴミの水平分布図 (各回、人工物+流木・灌木+海藻)

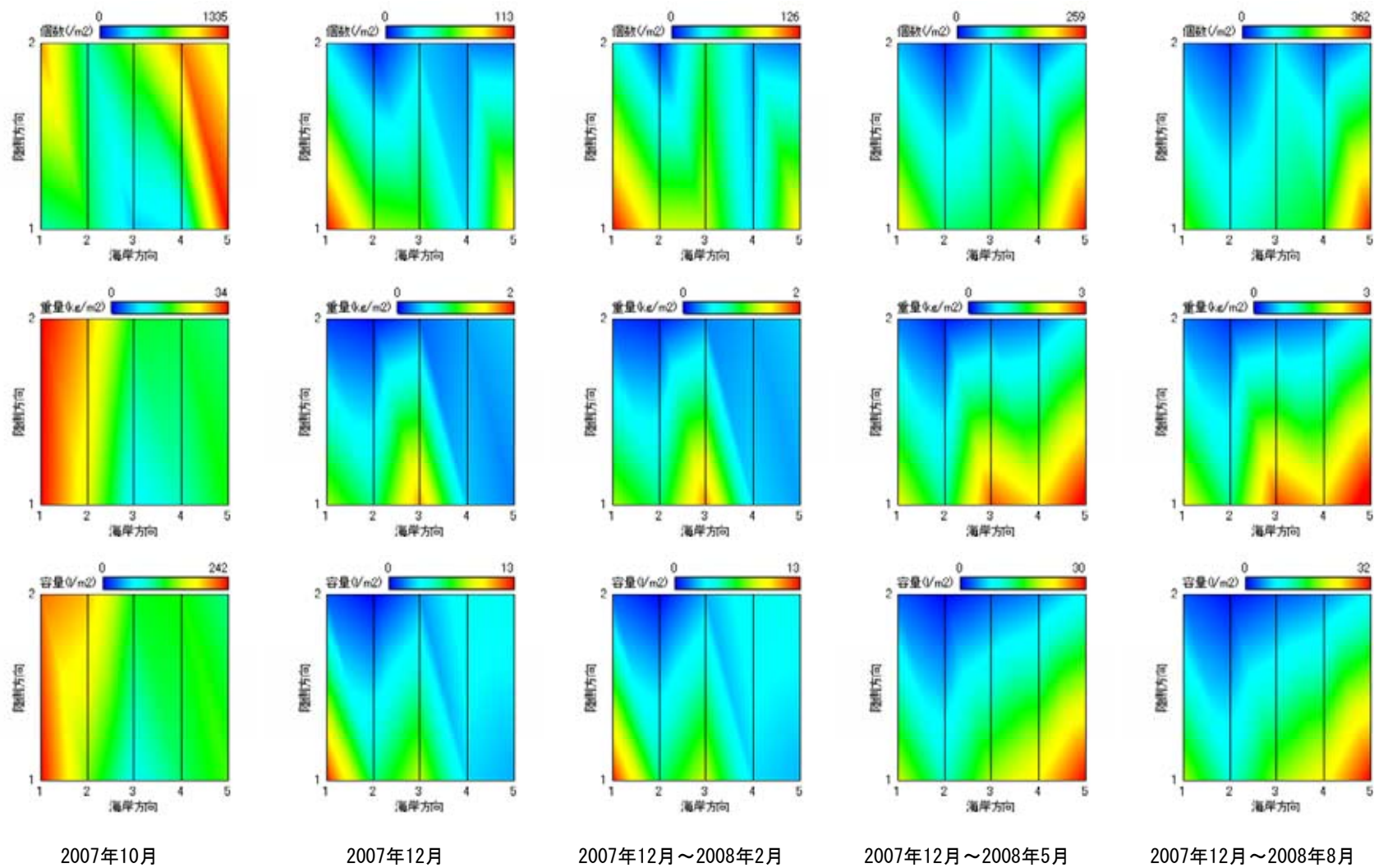


図 4.3-3 漂着ゴミの水平分布図（各回の積算、人工物+流木・灌木+海藻）



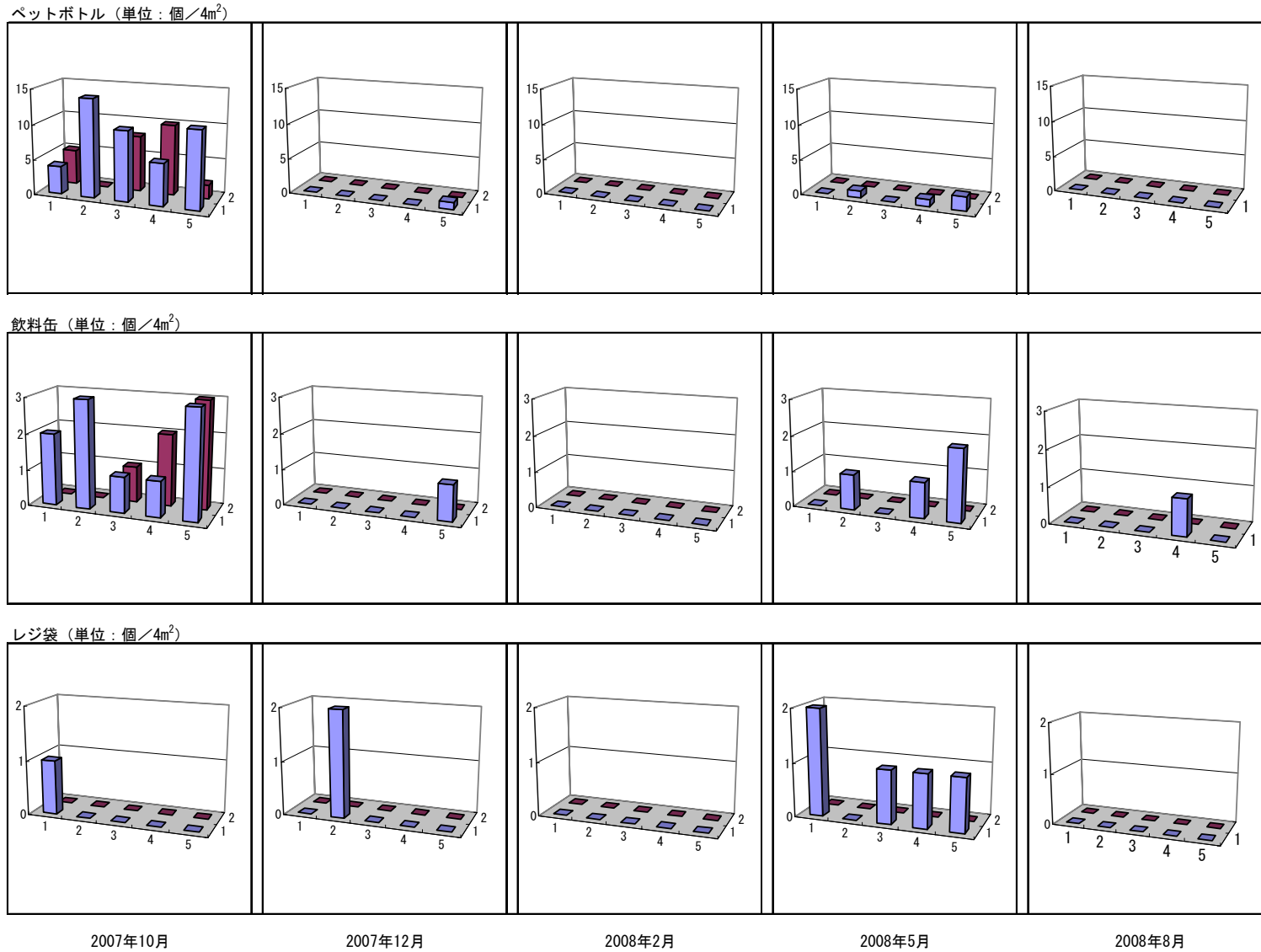
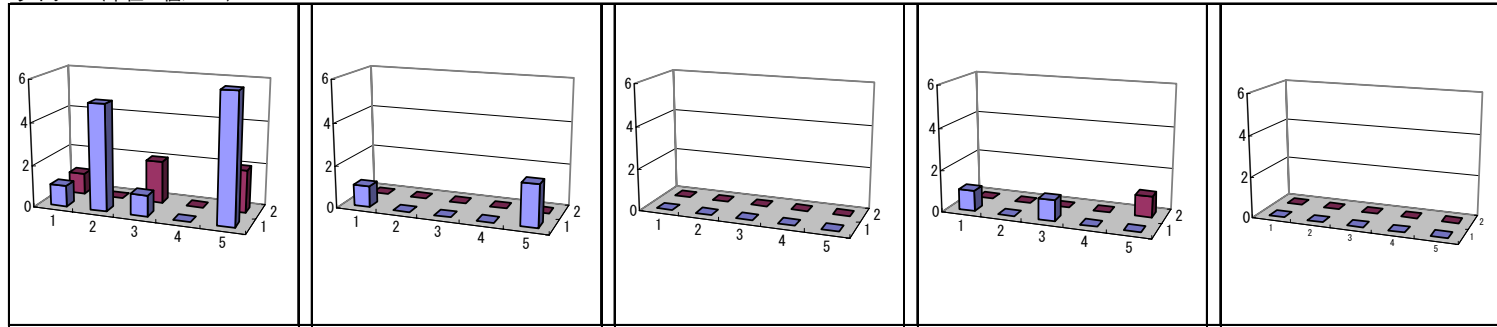
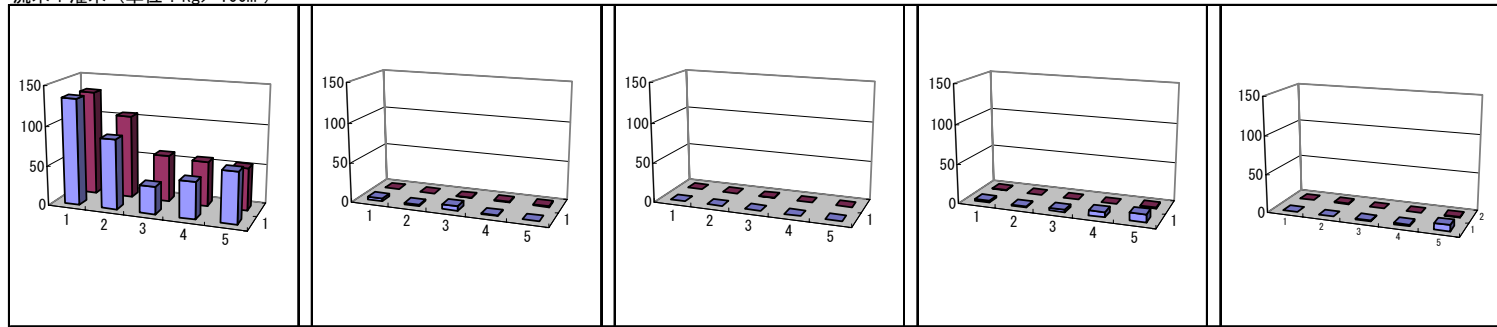


図 4.3-4(1) 漂着ゴミの種類別水平分布図 (槌島海岸)

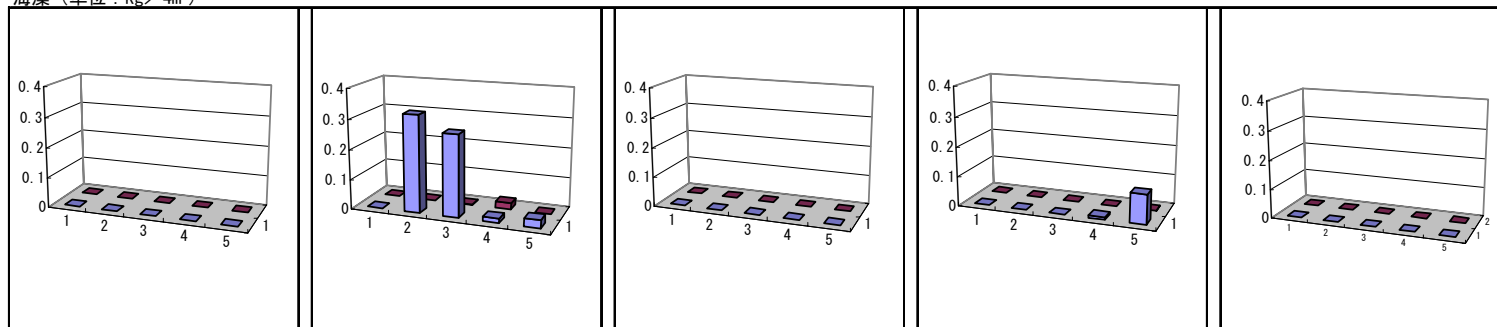
ライター (単位: 個/4m<sup>2</sup>)



流木+灌木 (単位: kg/100m<sup>2</sup>)



海藻 (単位: kg/4m<sup>2</sup>)



2007年10月

2007年12月

2008年2月

2008年5月

2008年8月

図 4.3-4 (2) 漂着ゴミの種類別水平分布図 (槌島海岸)

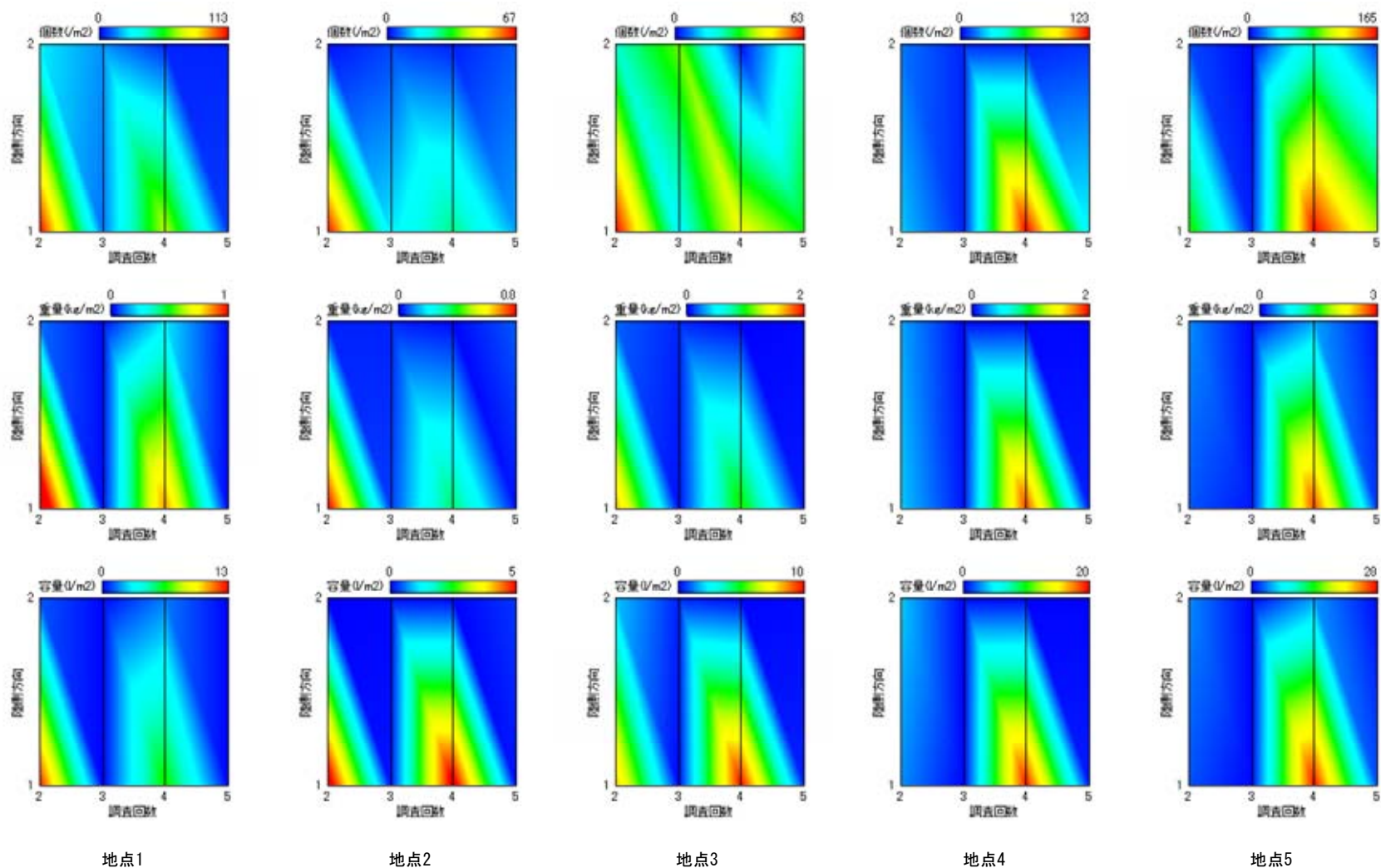


図 4.3-5 地点ごとのゴミの量の時間変化 (人工物+流木・灌木+海藻)

## (2) 縦断方向の分布の解析

第1～5回調査における共通調査で取得した海岸断面（汀線から陸方向）の測量結果とゴミの漂着状況の関係を図4.3-6に示した模式図に従って図4.3-7に整理した。

ゴミの重量（単位面積当たり）を示す円グラフの大きさは、各回における最大値を最も大きな円で表し、その25%ごとに円を小さくして4段階の大きさで示した。そのため、同じ重量であっても調査回によって円の大きさは異なるが、断面での分布の差（円グラフの大きさの違い）が表現し易くなっている。

全ての地点で汀線付近のゴミの量が多い傾向がうかがえる。

地点1の3回調査（2008年2月）、地点3の第2回調査（2007年12月）から第5回調査（2008年8月）のように内陸側でプラスチック類や発泡スチロール類のように比重の小さいゴミの割合が多くなっているところもあれば、第2回調査の地点4と地点5のようにその逆の場合もあり、ゴミの質の違いによる海岸の縦断方向のゴミの分布には、特にある傾向は認められなかった。

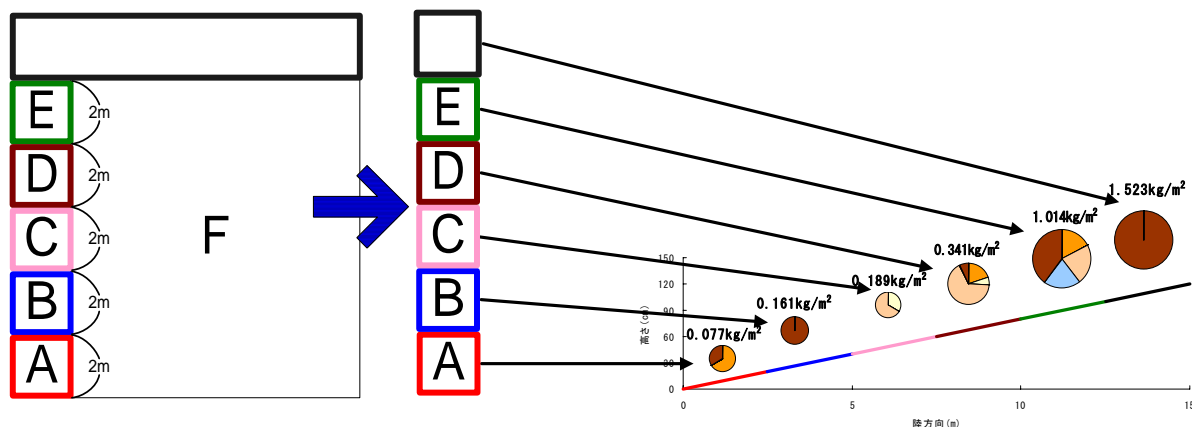
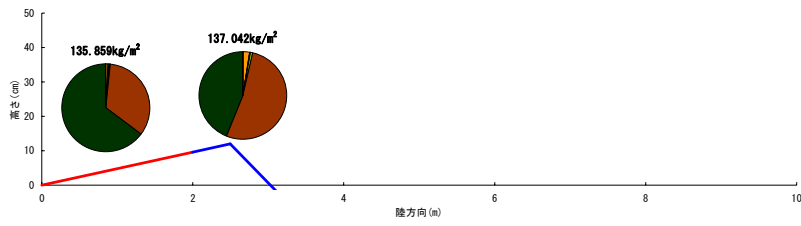


図 4.3-6 海岸断面形状とゴミ分布の解析イメージ

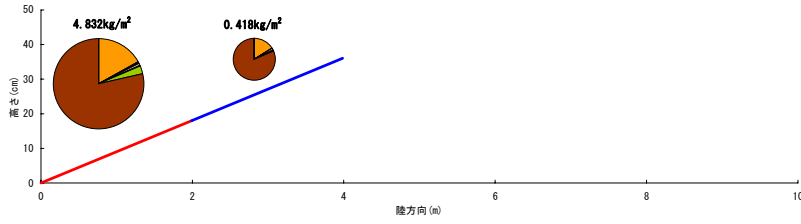
2007年10月 (地点1)



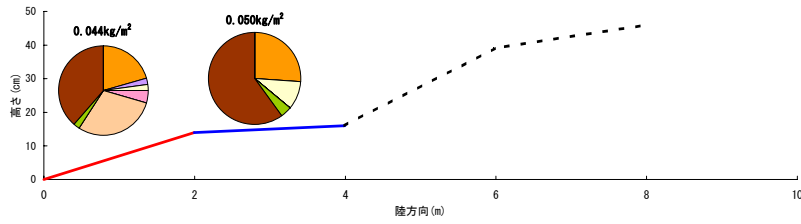
凡例



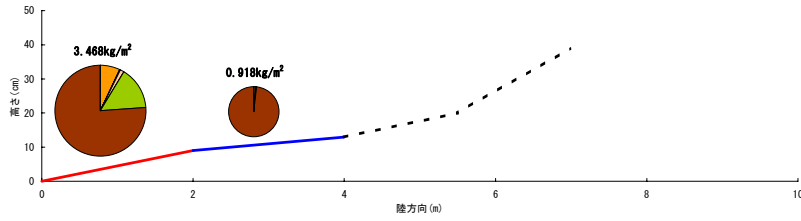
2007年12月 (地点1)



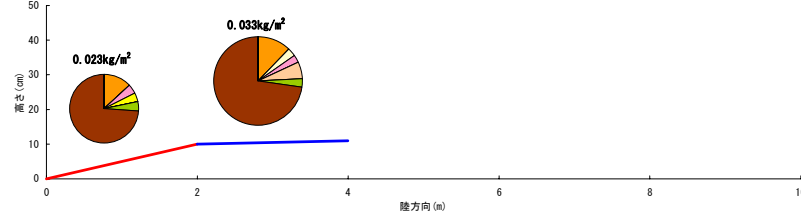
2008年2月 (地点1)



2008年5月 (地点1)



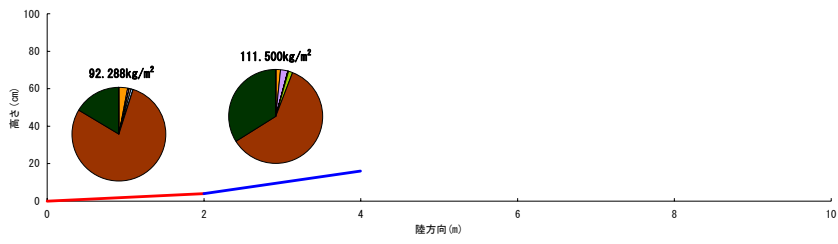
2008年8月 (地点1)



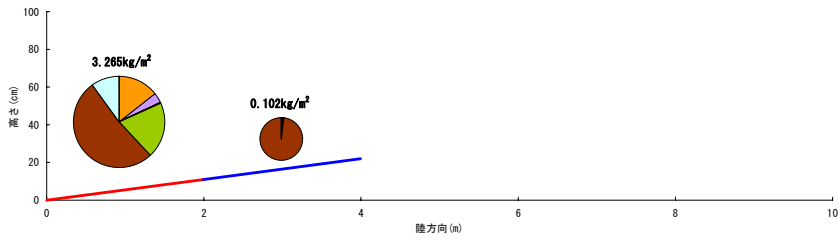
プラスチック類	ゴム類	発泡スチロール類	紙類
布類	ガラス・陶磁器類	金属類	その他(木材等)
自然系(灌木)	自然系(流木)	自然系(海藻)	自然系(死骸)

図 4.3-7(1) 海岸の断面形状とゴミの分布

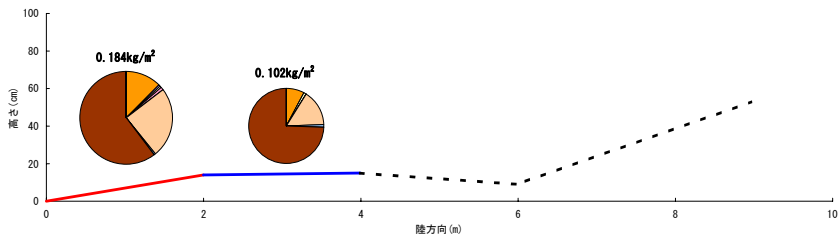
2007年10月（地点2）



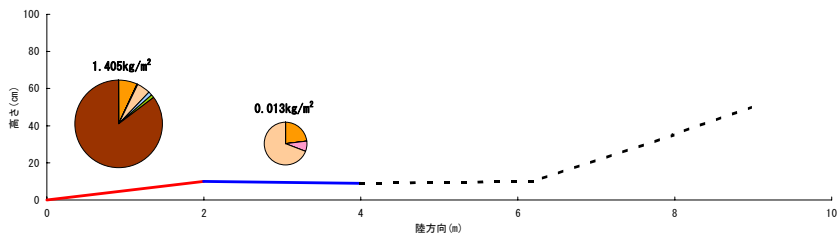
2007年12月（地点2）



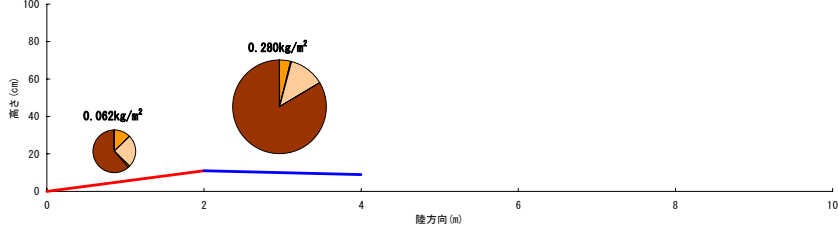
2008年2月（地点2）



2008年5月（地点2）



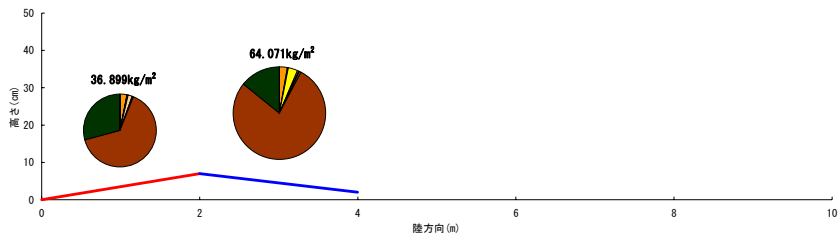
2008年8月（地点2）



プラスチック類	ゴム類	発泡スチロール類	紙類
布類	ガラス・陶磁器類	金属類	その他（木材等）
自然系（灌木）	自然系（流木）	自然系（海藻）	自然系（死骸）

図 4.3-7(2) 海岸の断面形状とゴミの分布

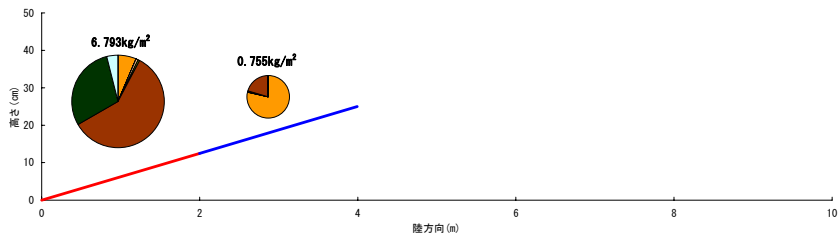
2007年10月 (地点3)



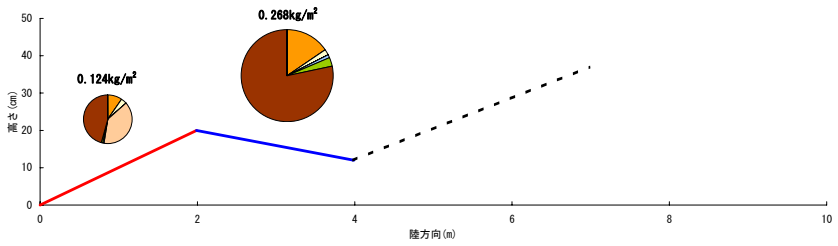
凡例



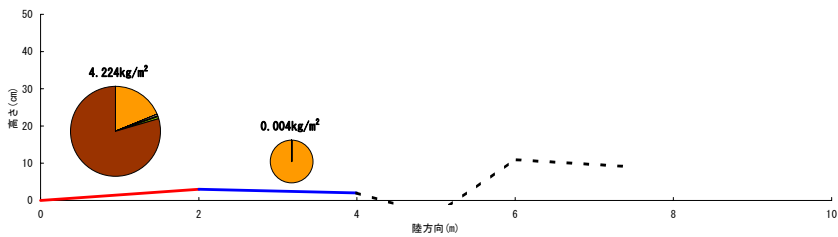
2007年12月 (地点3)



2008年2月 (地点3)



2008年5月 (地点3)



2008年8月 (地点3)

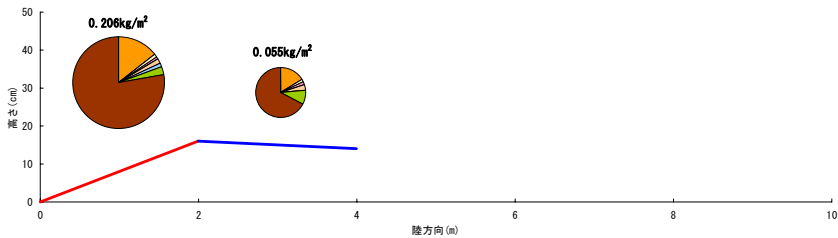
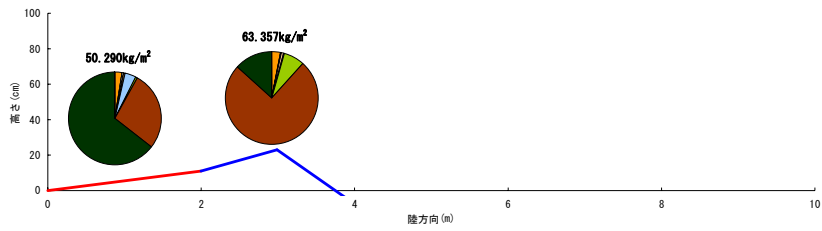


図 4.3-7(3) 海岸の断面形状とゴミの分布

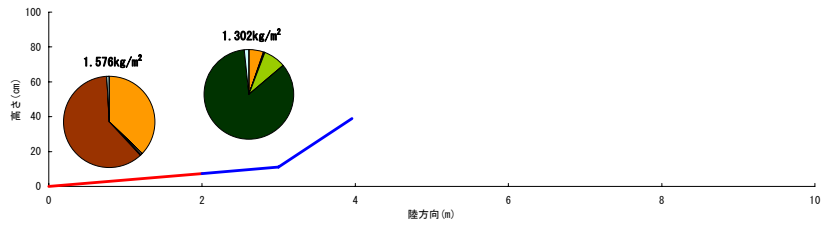
2007年10月（地点4）



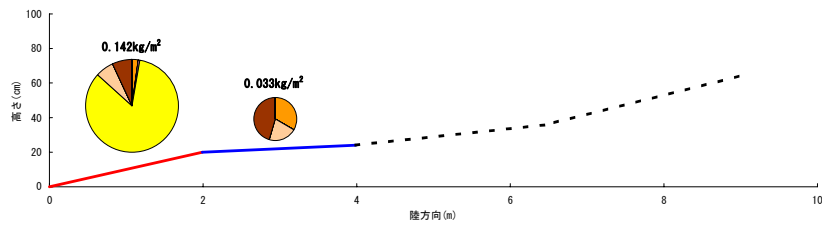
凡例



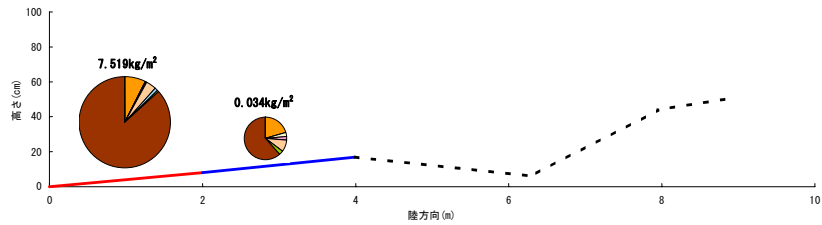
2007年12月（地点4）



2008年2月（地点4）



2008年5月（地点4）



2008年8月（地点4）

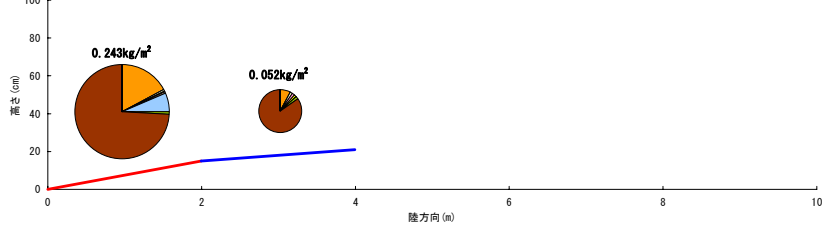
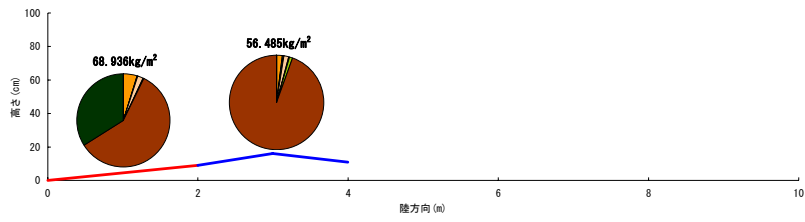


図 4.3-7(4) 海岸の断面形状とゴミの分布



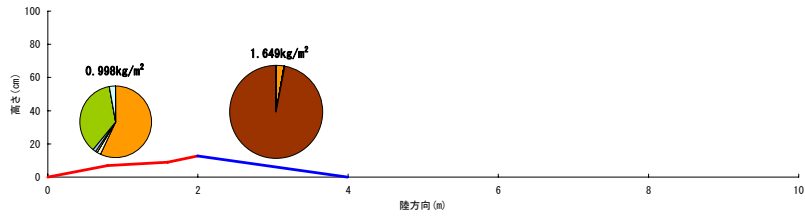
2007年10月 (地点5)



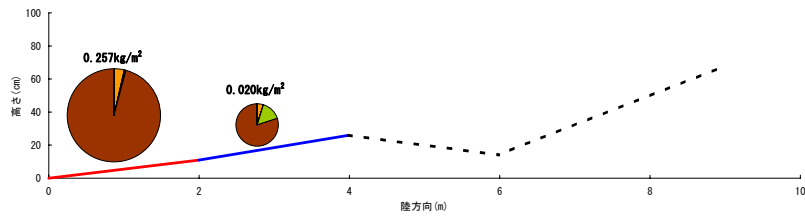
凡例



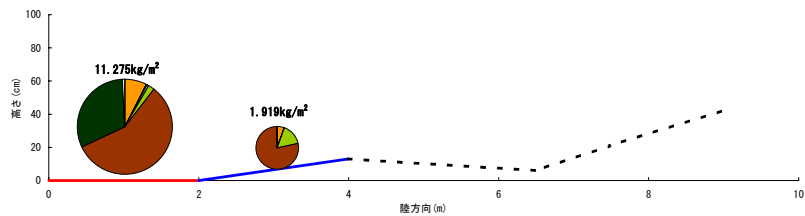
2007年12月 (地点5)



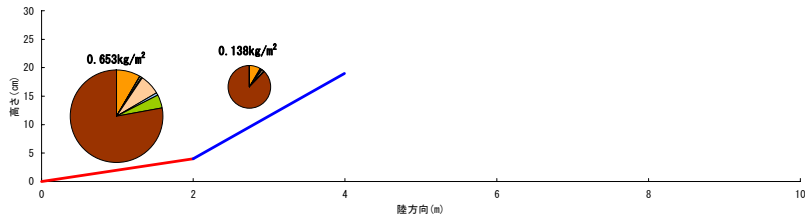
2008年2月 (地点5)



2008年5月 (地点5)



2008年8月 (地点5)



プラスチック類	ゴム類	発泡スチロール類	紙類
布類	ガラス・陶磁器類	金属類	その他 (木材等)
自然系 (灌木)	自然系 (流木)	自然系 (海藻)	自然系 (死骸)

図 4.3-7 (5) 海岸の断面形状とゴミの分布

(3) 定点観測調査結果

樋島海岸において撮影した定点撮影画像を図 4.3-8 に示す。2007 年 10 月 26 日～2008 年 10 月 30 日の写真を検討した結果、最もゴミの動きがよく分かる写真（赤枠の写真、撮影方向①の広角）を抜粋して、図 4.3-9 に示す。



撮影方向①の海岸の状況（広角）



撮影方向①の海岸の状況（ズーム）



撮影方向②の海岸の状況（広角）



撮影方向②の海岸の状況（ズーム）

図 4.3-8 樋島海岸において撮影した定点観測写真



2007年10月26日（第1回独自調査実施直後）



2007年12月13日（第2回独自調査実施直後）



2007年10月31日



2007年12月25日



2007年11月14日



2008年1月9日



2007年12月5日



2008年1月29日

図 4.3-9(1) 樋島海岸における定点観測写真（抜粋）



2008年2月8日（第3回独自調査実施直後）



2008年4月21日



2008年2月19日



2008年5月13日



2008年3月15日



2008年5月21日（第4回独自調査実施直後）



2008年4月2日



2008年5月27日

図 4.3-9(2) 樋島海岸における定点観測写真（抜粋）



2008年6月3日



2008年8月18日



2008年6月16日



2008年9月12日



2008年6月28日



2008年9月26日



2008年7月16日



2008年10月30日  
調査終了

図 4.3-9(3) 樋島海岸における定点観測写真 (抜粋)

#### 4.3.2 漂流・漂着メカニズムの推定結果

##### (1) 気象・海象条件との関連

クリーンアップ調査の各調査期間における風配図を図 4.3-10 に、樋島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 4.3-1 に、各期間の最大風速の風向を表 4.3-2 に示した。

卓越風向は、各期間で北北東、南西の風向になっており、春季から夏季にかけては南南西、南西の頻度が多くなっている。強風時の風向は、第 1 回～第 2 回が風配図と異なるが、他はほぼ一致している。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。

風配図は風向別の頻度のみを表しており、風速の強弱を考慮していない。樋島海岸は北北東に面しており、ゴミが漂着しやすい風向は北北東であるが、風の頻度とともに強い風がどれだけの時間吹いたのかが重要になってくる。そこで風の頻度と強弱を合わせて検討するため、風速 6m/s 以上の風に限って、風速×吹送時間の風向別の割合を風配図上に示した(図 4.3-10)。

なお、図 4.3-11 は、2003 年から 2007 年(調査年)のデータで、調査の各回の間期間毎にまとめた。6m/s 以上の風に限定すると、その頻度(青線)と風速を考慮した場合(赤線)の形状はほぼ同形状であり、全データの風配図の形状ともおおよその傾向は一致している。すなわち、第 1 回から第 4 回までは北北東の強風の頻度が多く、第 4 回から第 5 回にかけては、南南西の強風の頻度が高くなる。

次に、ゴミが漂着しやすい条件となる北北東を中心に 90 度の風向の風(北北西～東北東)を抽出し、風速の時系列図を作成した(図 4.3-15)。風速は全期間を通じて風速 6m/s 以上の強風の日は少ない。特に第 4 回から第 5 回(5/17～7/30)にかけて風は弱かった。

樋島海岸の場合、近傍の波高の時系列データが入手できなかったため風向のみの検討となったが、各期間ともに北北東の風の頻度が高く、強風の風向も一致しており、年間を通じて海岸にゴミが漂着しやすい条件であったと考えられる。

第 2 回から第 5 回の共通調査における漂着ゴミの重量の推移を図 4.3-12 に示す。

月当たりに換算した漂着ゴミの重量の推移を見ると、第 2 回(2007 年 12 月)までが最も多くなっており、これは第 1 回調査実施直後に強風により漂着したゴミの影響が大きい。第 2 回から第 3 回(2008 年 2 月)までのゴミの量は最も少なく、第 3 回から第 4 回(2008 年 5 月)と第 4 回から第 5 回(2008 年 8 月)ではほぼ同様のゴミの量となっている。第 2 回から第 3 回の期間が少ないのは、その前後の期間に比較して、この期間は風が比較的弱かったことが要因の一つとなっていると考えられる。

潮位の時間変動について、クリーンアップ調査の各期間の変動を図 4.3-17 に、年間を通じた変動を図 4.3-18 に示す。当海域は日本で最も潮位差の大きい海域の近傍であるため、潮位の振幅が非常に大きいものの、季節変動はわずかである。

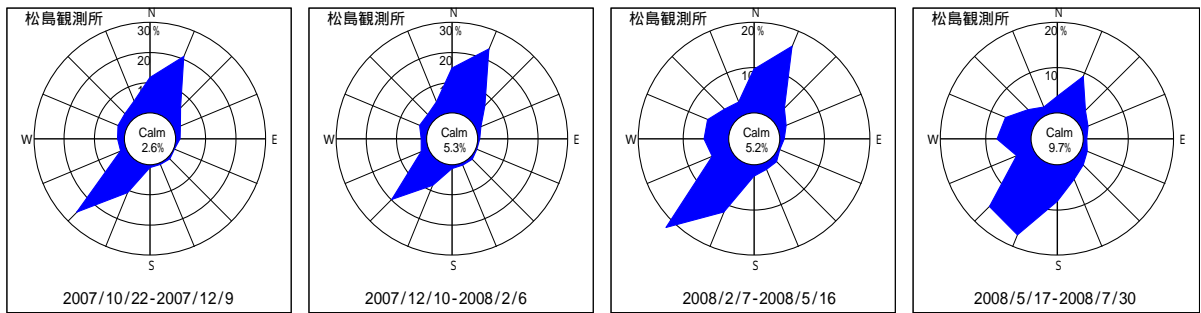


図 4.3-10 各調査期間における風向の状況

表 4.3-1 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 (2007/10/22 2007/12/9)	卓越風向 (2007/12/10- 2008/2/6)	卓越風向 (2008/2/7- 2008/5/16)	卓越風向 (2008/5/17- 2008/7/30)
熊本県：樋島海岸	北北東	南西、北北東	北北東、南西	南西、北北東	南南西～南西

表 4.3-2 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 (2007/10/22 2007/12/9)	最大風速の 風向 (2007/12/10- 2008/2/6)	最大風速の 風向 (2008/2/7- 2008/5/16)	最大風速の 風向 (2008/5/17- 2008/7/30)
熊本県：樋島海岸	北北東	南	北北東	南西、南南西	南西、南南西

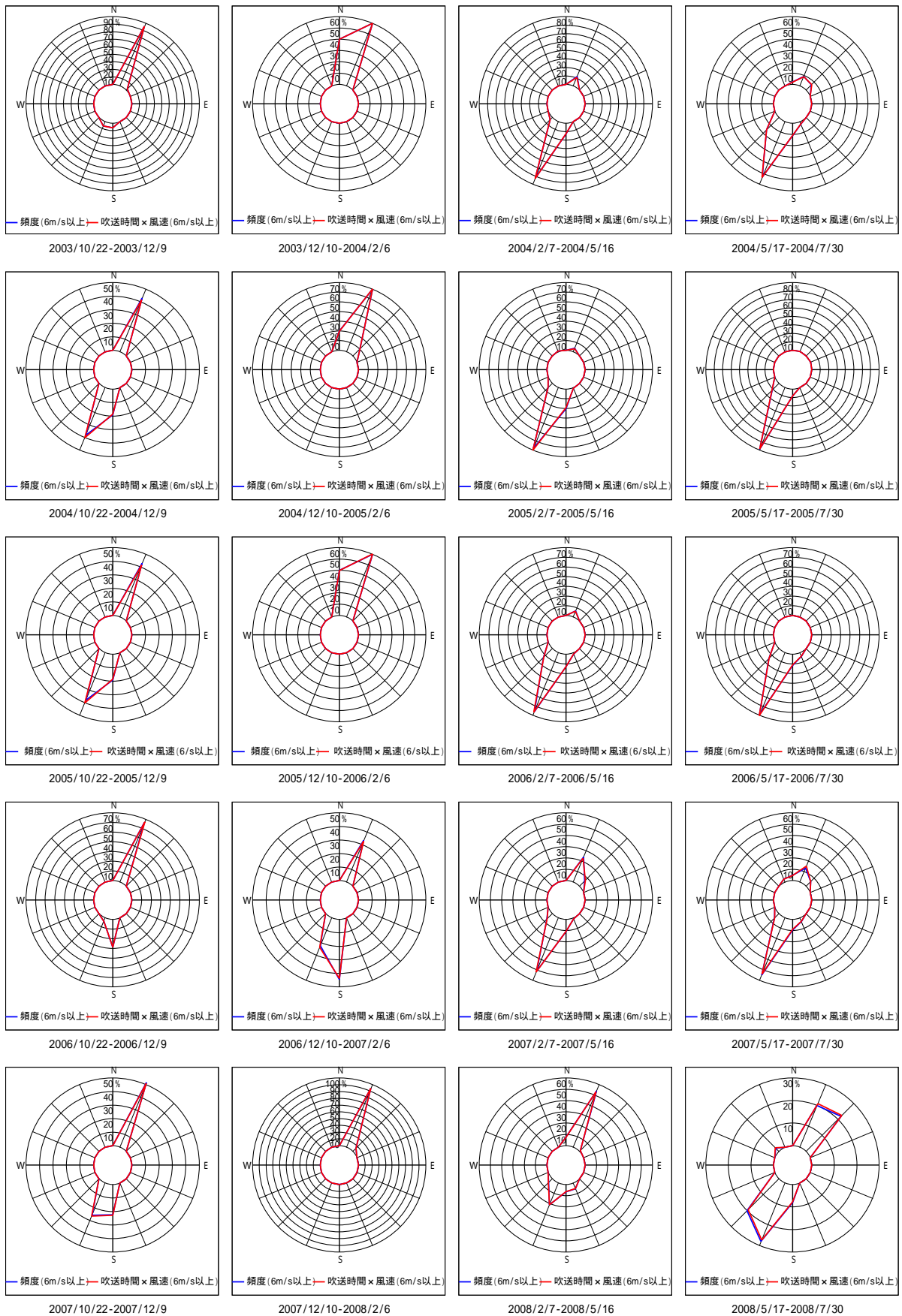


図 4.3-11 風配図及び風速×吹送時間（風速 6cm/s 以上）（樋島）



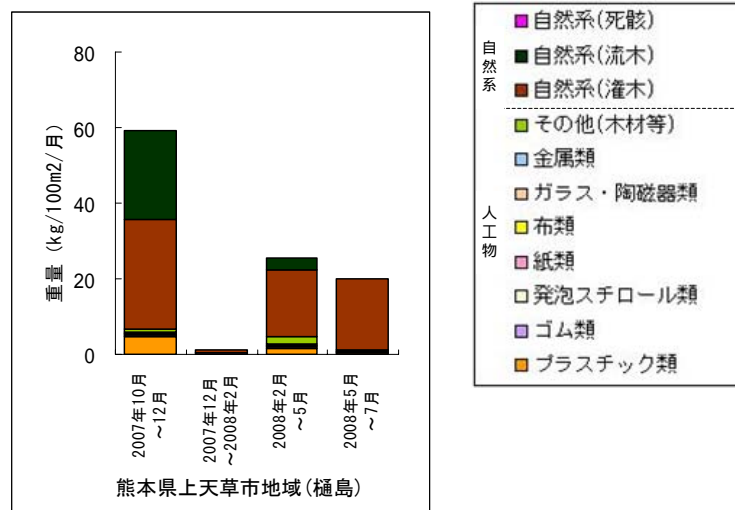


図 4.3-12 第2～第5回の共通調査における漂着ゴミの重量の推移

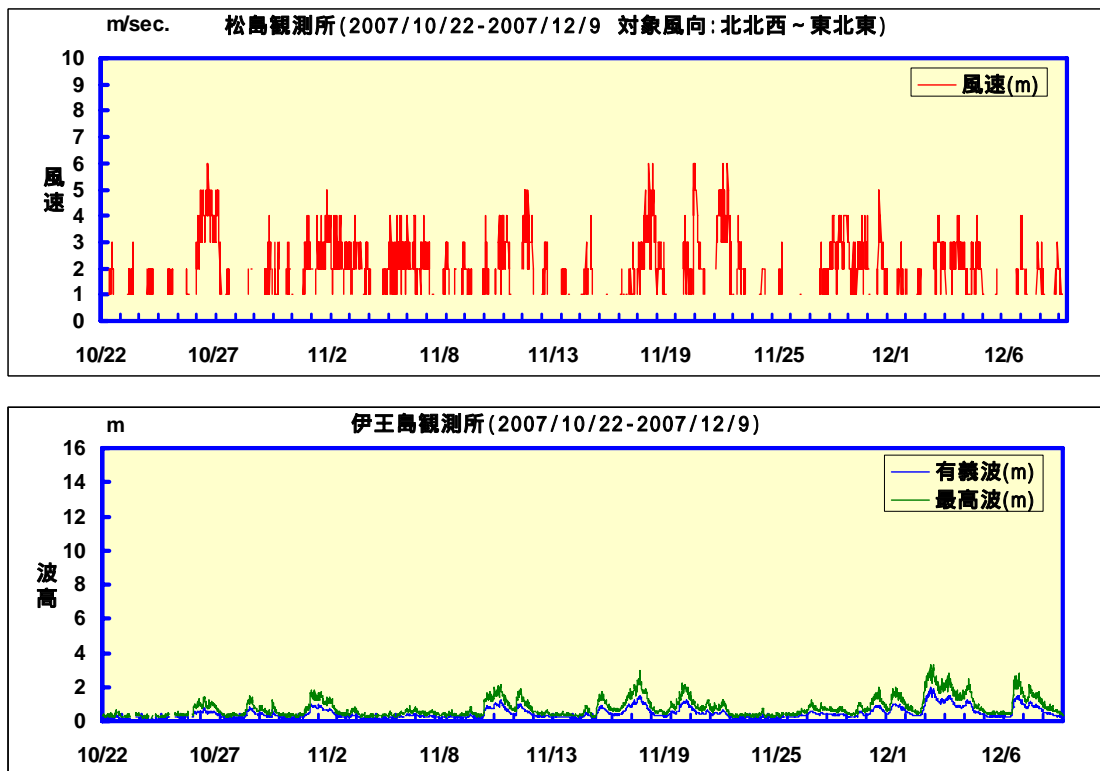


図 4.3-13 風速 (北北西～東北東のみ) の時系列 (第1回～第2回)

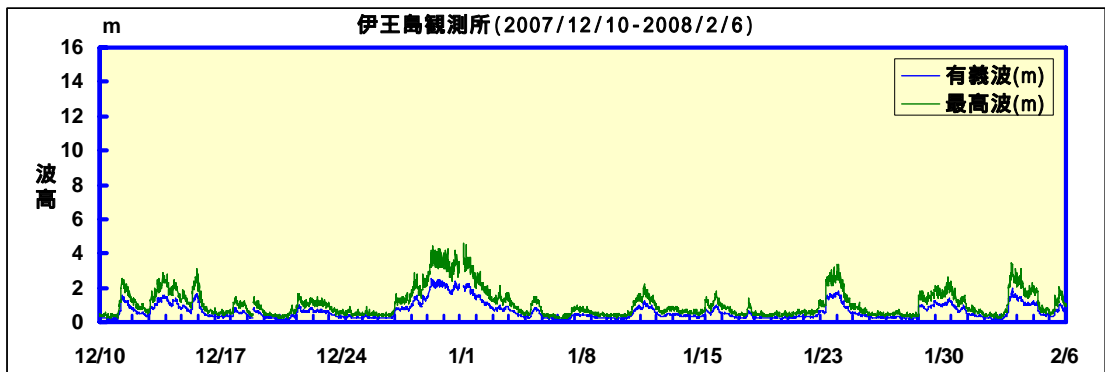
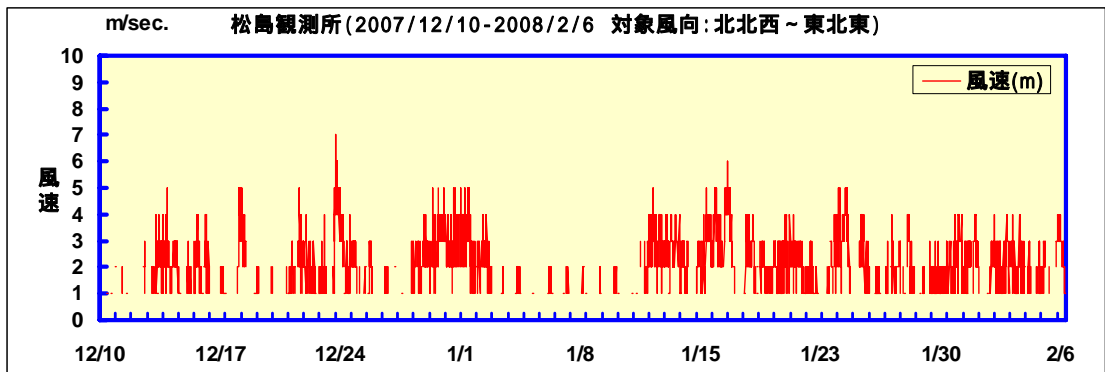


図 4.3-14 風速（北北西～東北東のみ）の時系列（第2回～第3回）

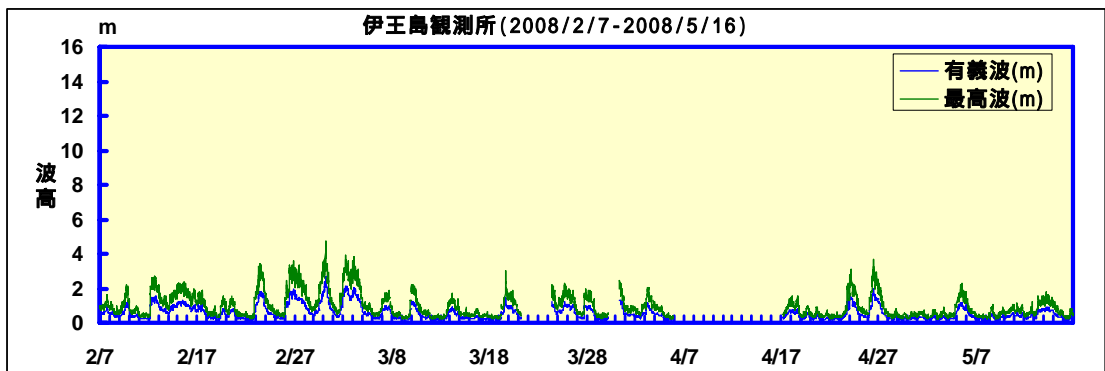
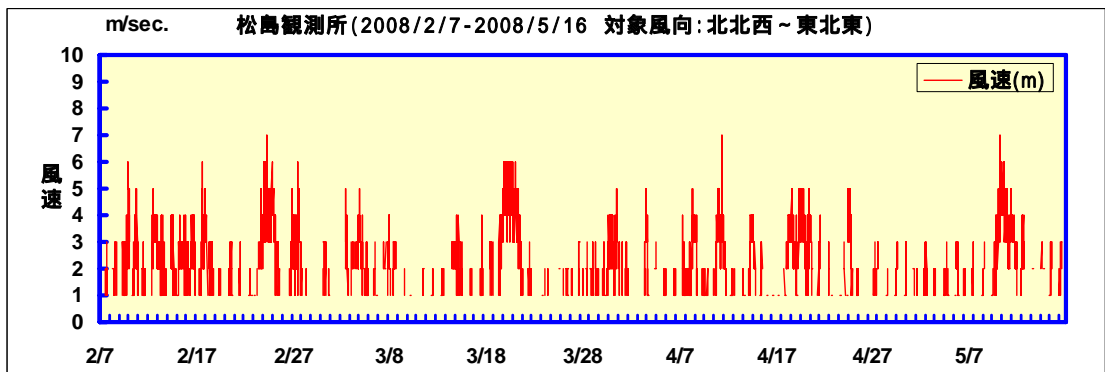


図 4.3-15 風速（北北西～東北東のみ）の時系列（第3回～第4回）

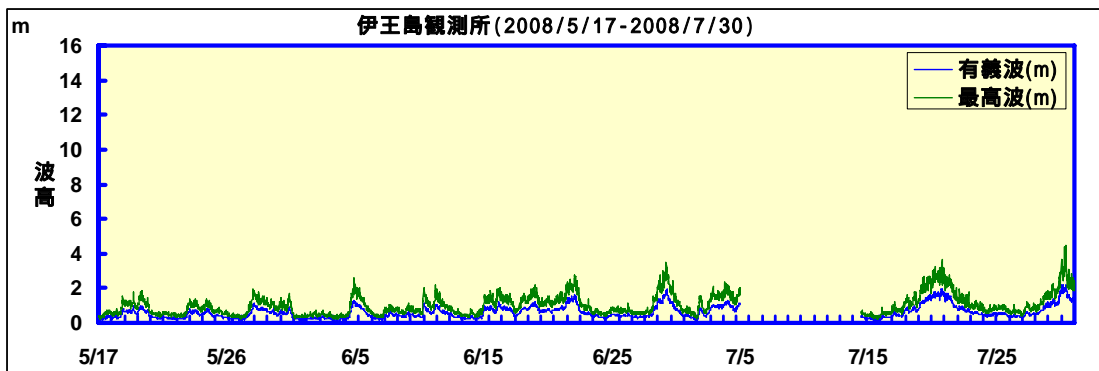
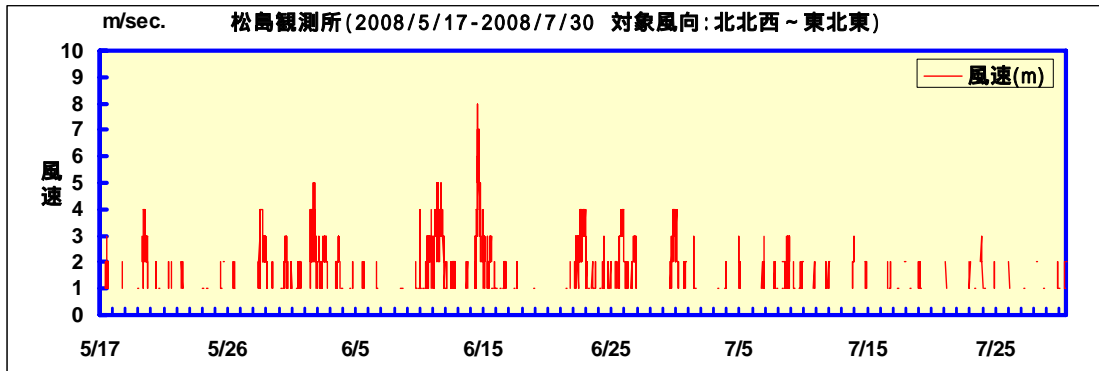


図 4.3-16 風速（北北西～東北東のみ）の時系列（第4回～第6回）

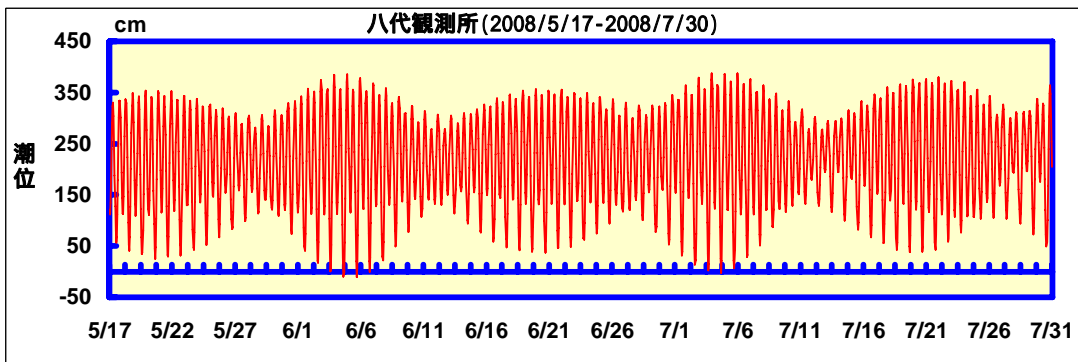
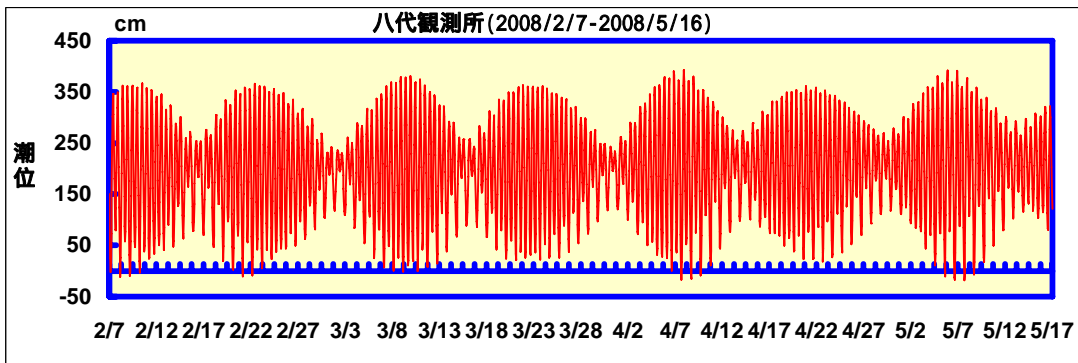
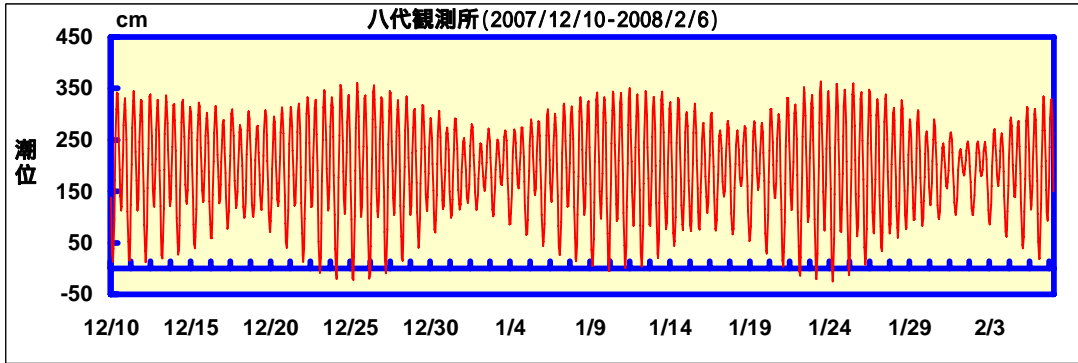
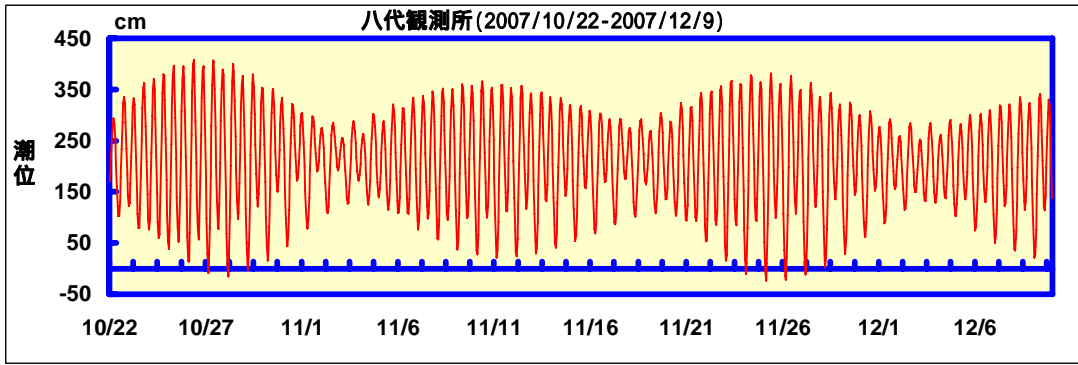


図 4.3-17 各クリーンアップ調査期間の潮位の時間変動

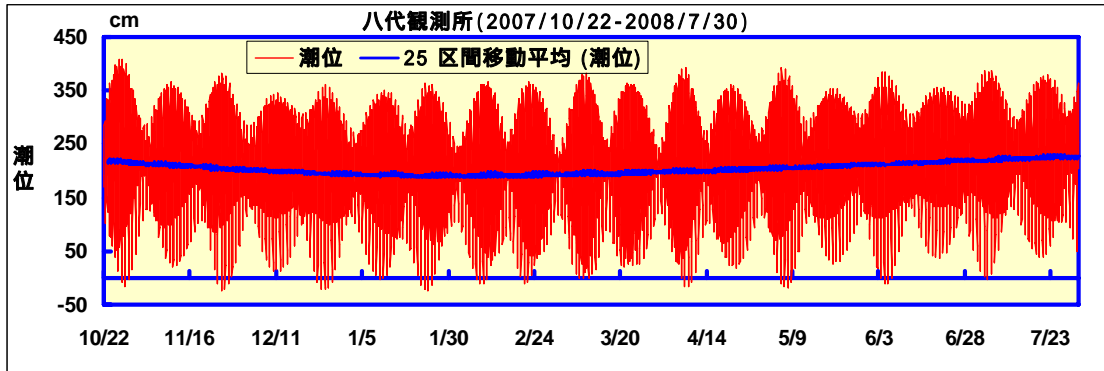


図 4.3-18 潮位の時系列 (クリーンアップ調査期間)

## (2) 河川水位との関連性の検討

河川水位の時間変動と漂着ゴミの量の変動の関連性を検討するために、八代海に注ぐ主要な河川である球磨川について、水位の時間変動を調べた。第1回～第5回の調査期間の水位の時間変動を図 4.3-19 に示す。

また、クリーンアップ調査期間が、例年と比べて特異年であるかどうかを確認するため、クリーンアップ調査期間を含む過去5年間の水位の時間変動を図 4.3-20 に、各期間で積算した水位の日平均値を図 4.3-21 に示す。

水位の時系列変動は、第1回調査(2007年10月)から第4回調査(2007年5月)までは1m未満の日が多く、第4回以後梅雨の時期に急激に高くなる傾向があり、それは積算水位の時間変動が第4回～第5回(5月17日～7月30日)が最も大きくなっていることからもうかがえる。過去5年間同様の傾向であるが、特に2006年以後その傾向が顕著である。

定点観測写真によれば、第1回調査(2007年10月)直後に北東風によるゴミの漂着が確認されたものの、その後は第4回調査(2008年5月)までは、ゴミの漂着量はそれほど多くはなく、6月の中旬以後の梅雨の時期に比較的多くのゴミが海岸に漂着していることがわかる。

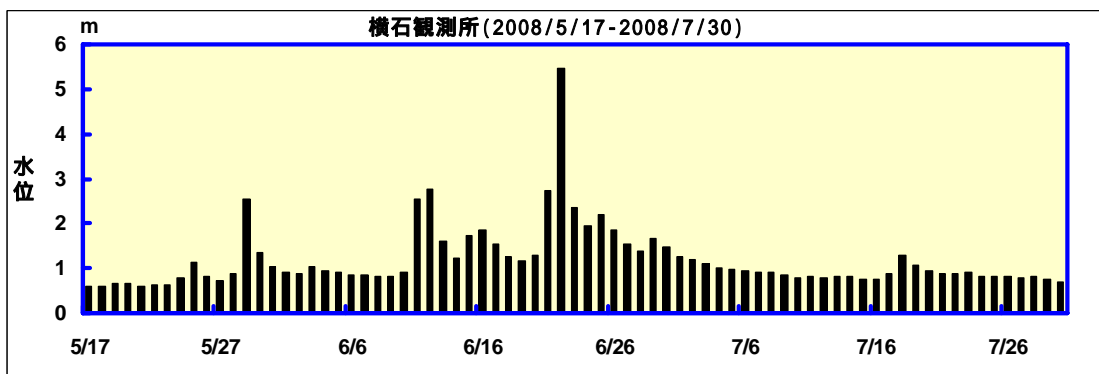
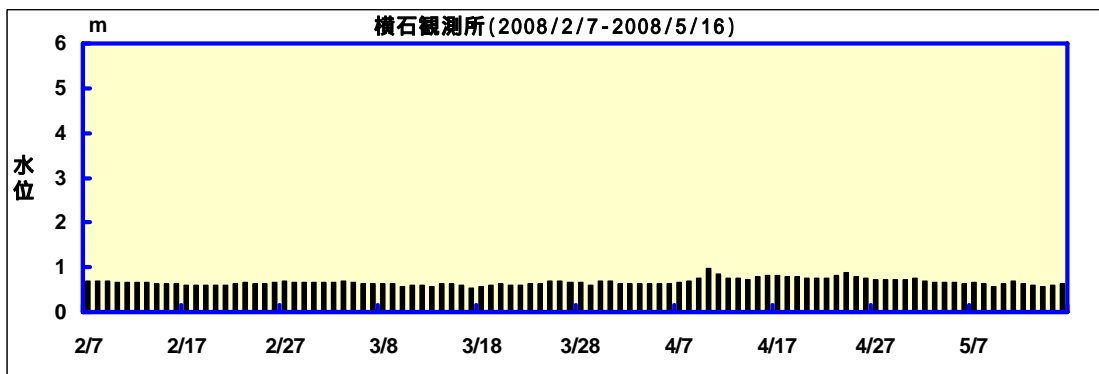
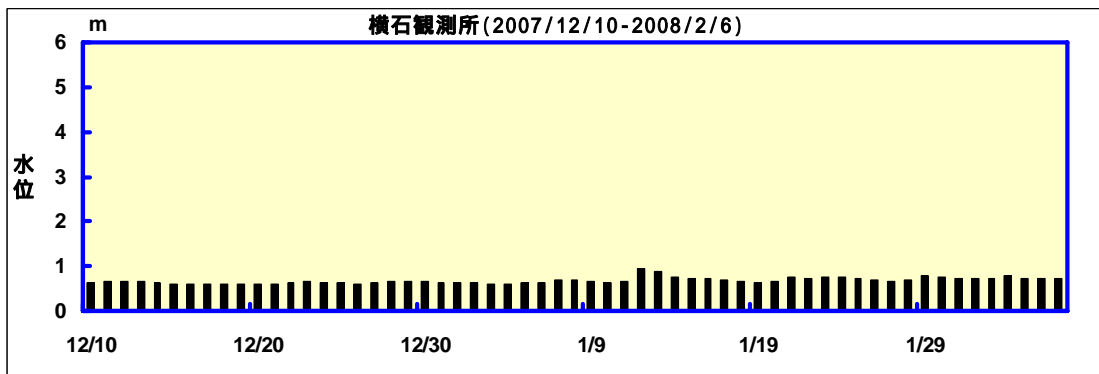
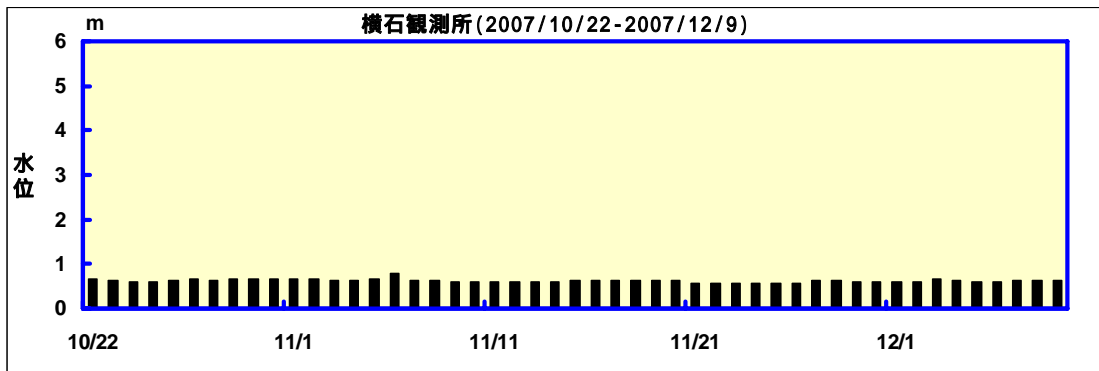


図 4.3-19 各クリーナップ調査期間の水位の時系列

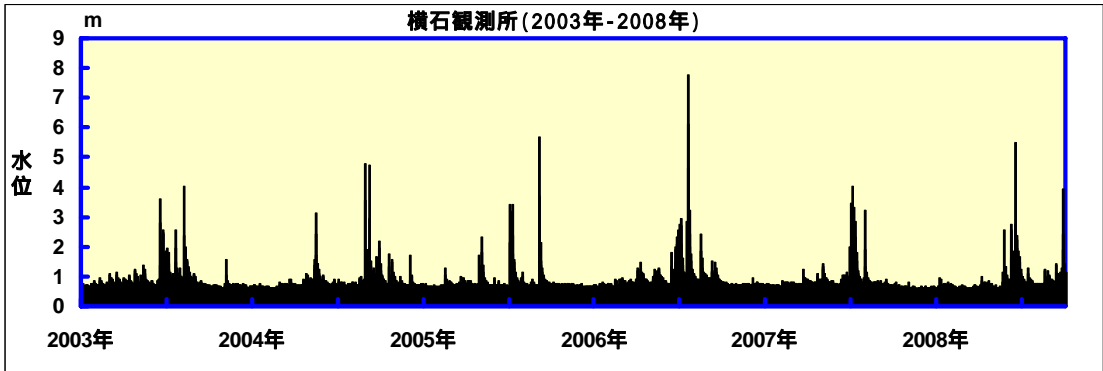


図 4.3-20 5年間の水位の時間変動

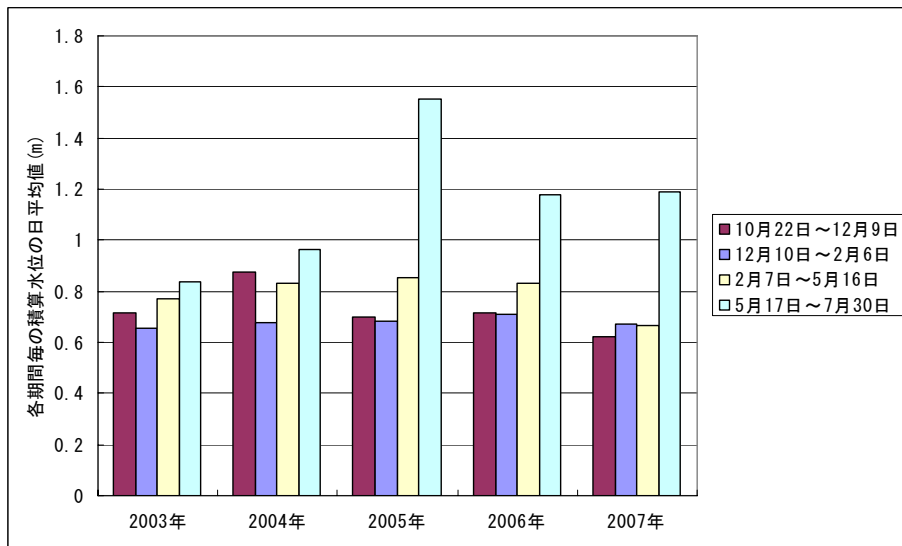


図 4.3-21 積算水位の時間変動