

有明海水環境調査
結果報告

平成 16 年 5 月

環 境 省

— 目 次 —

| | |
|----------------------|----|
| 1. 調査目的 | 1 |
| 2. 調査結果 | 1 |
| 2.1 水塊構造 | 1 |
| 2.2 下層 DO:溶存酸素 | 5 |
| 2.3 底質 | 7 |
| 2.4 マクロベントス | 11 |
| 資料編 | |

1. 調査目的

複数の県にまたがる広域な閉鎖性海域である有明海では、平成 12 年度漁期にノリの不作等が大きな問題となった。そこで、環境省は関係 4 県において行われている水質モニタリングを補足し、有明海全体の水質、底質等の状況を把握するために、平成 12 年度から調査を行ってきた。

さらに、「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律」に対応するため、平成 15 年度から八代海を対象海域として追加している。

これらの調査の結果のなかから、本報告では有明海の底層環境を中心に記載している。

2. 調査結果

2.1 水塊構造

夏季の水塊構造の調査を平成 13 年度から各年度 1 回行った。調査日は次のとおりであり、いずれも大潮のときである。

< 調査日 >

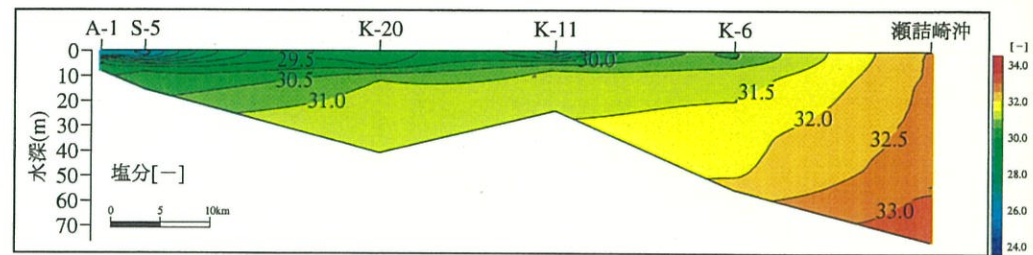
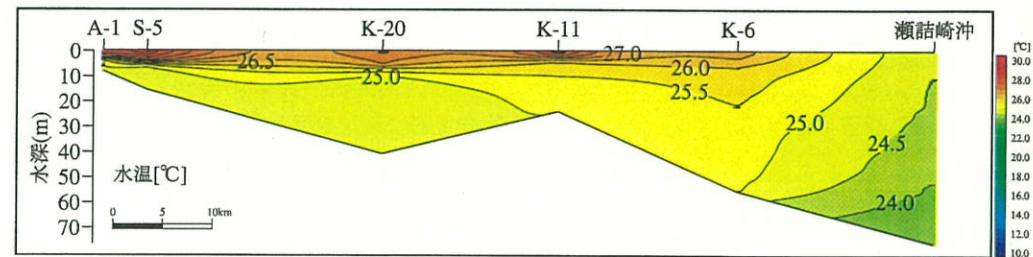
平成 13 年度：平成 13 年 8 月 5 日

平成 14 年度：平成 14 年 8 月 8 日

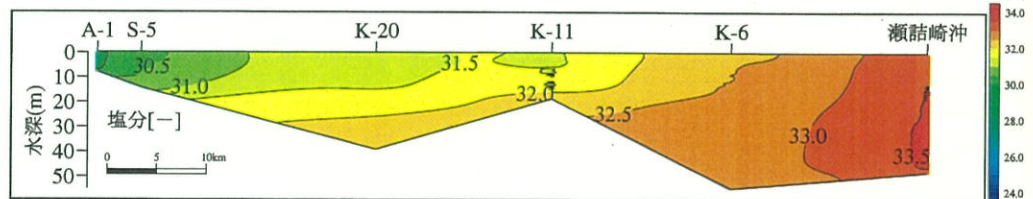
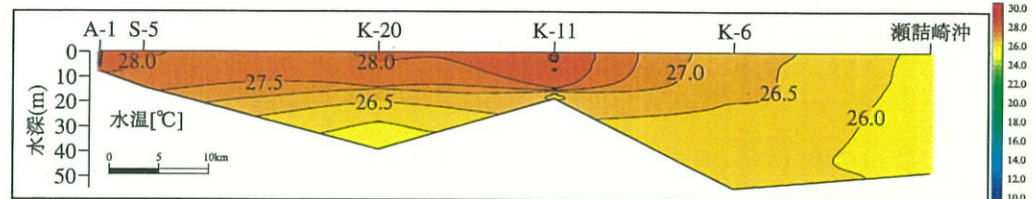
平成 15 年度：平成 15 年 8 月 12 日

水温・塩分については STD 計（アレク社製 AST-1000）を用い、平成 13 年度は 1.0m ピッチ、平成 14 年度と平成 15 年度は 0.5m ピッチで鉛直測定を行った。測定は、水深 10m 以浅の地点では海底上 0.5m まで、水深 10m 以深の地点では海底上 1.0m まで行った。

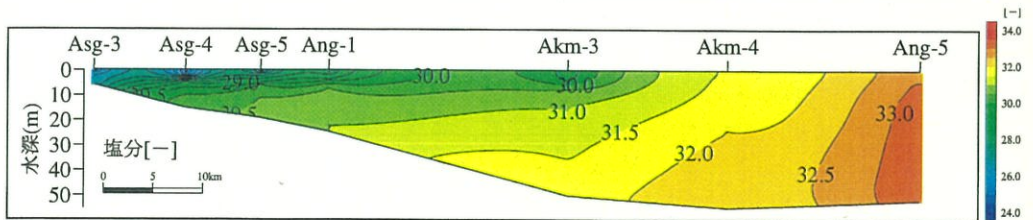
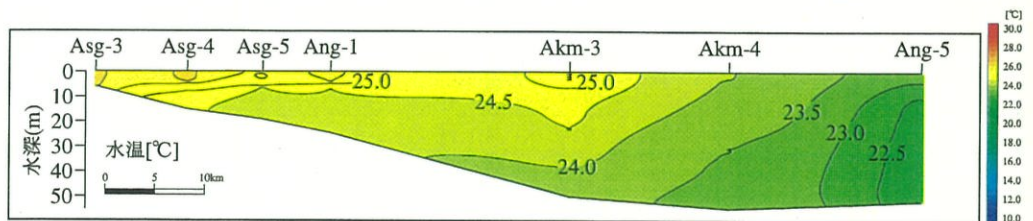
調査の結果、平成 13 年及び平成 15 年には湾奥部で顕著な成層構造が確認された。また、平成 14 年は成層構造が乱れていた。



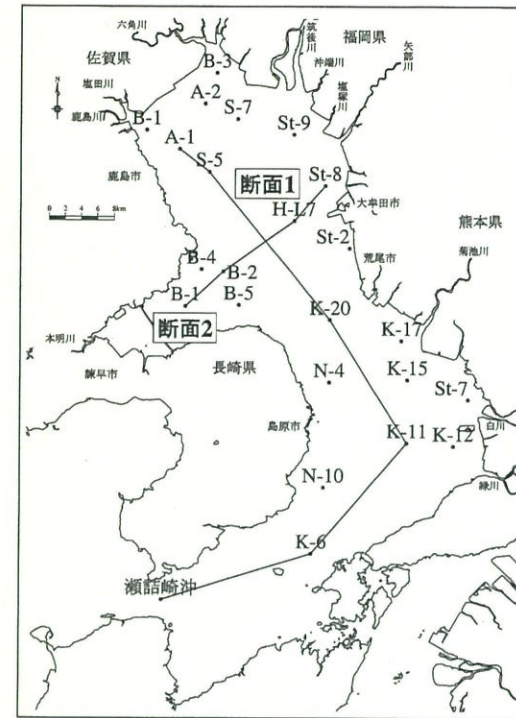
<平成13年夏(2011.8.5実施) 上段:水温、下段:塩分>



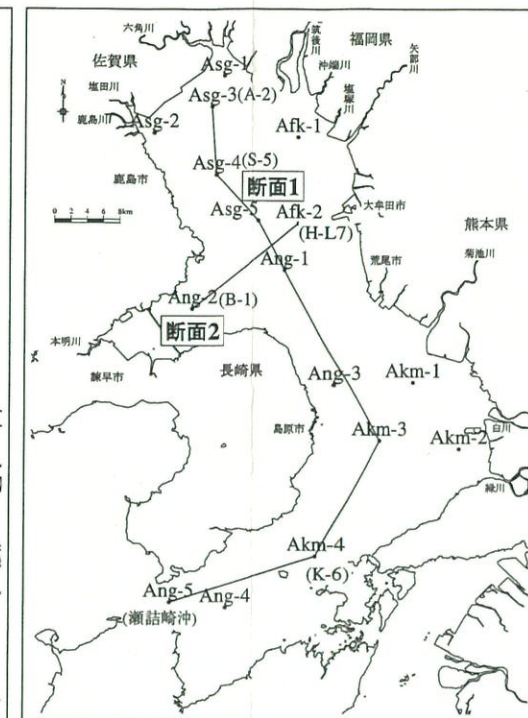
<平成14年夏(2012.8.8実施) 上段:水温、下段:塩分>



<平成15年夏(2013.8.12実施) 上段:水温、下段:塩分>



<断面1位置(平成13・14年)>



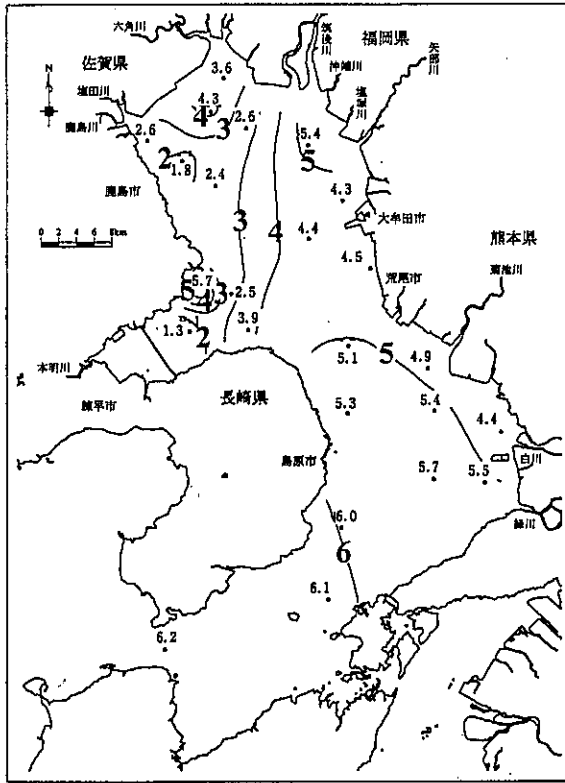
<断面1位置(平成15年)>

図1 夏季における水温・塩分の鉛直断面分布(断面1、平成13~15年)

2.2 下層 DO:溶存酸素

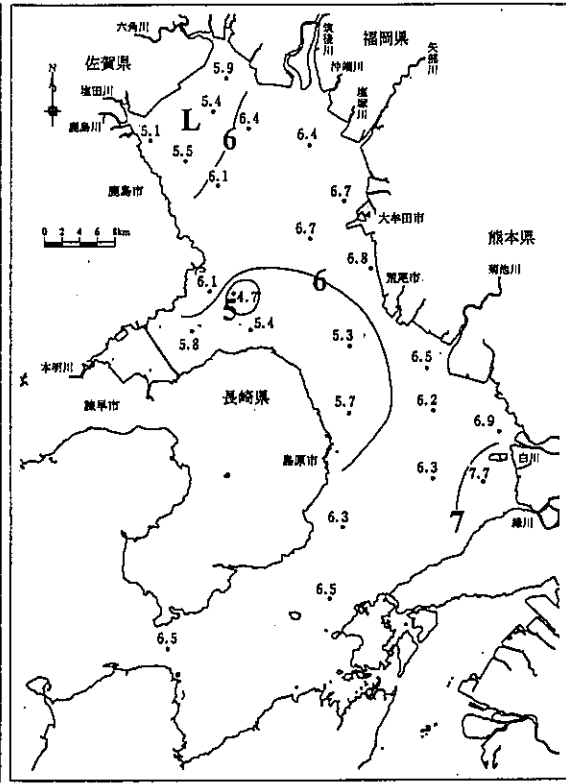
DO については DO 計 (YSI 社製 model-58 型) を用いて、水深 1~10m では 1.0m ピッチ (平成 13 年度、平成 14 年度) 又は 0.5m ピッチ (平成 15 年度)、10m 以深は 5.0m ピッチで鉛直測定を行った。測定は海面下 0.5m から海底上 1.0m まで行った。

成層が顕著であった平成 13 年夏季 (2001 年 8 月 5 日) は、下層 (海底上 0.5m or 1m) において DO が 3mg/L を下回る海域がみられたが、平成 14 年夏季 (2002 年 8 月 8 日)、平成 15 年夏季 (2003 年 8 月 12 日) にはみられなかった (図 2 参照)。



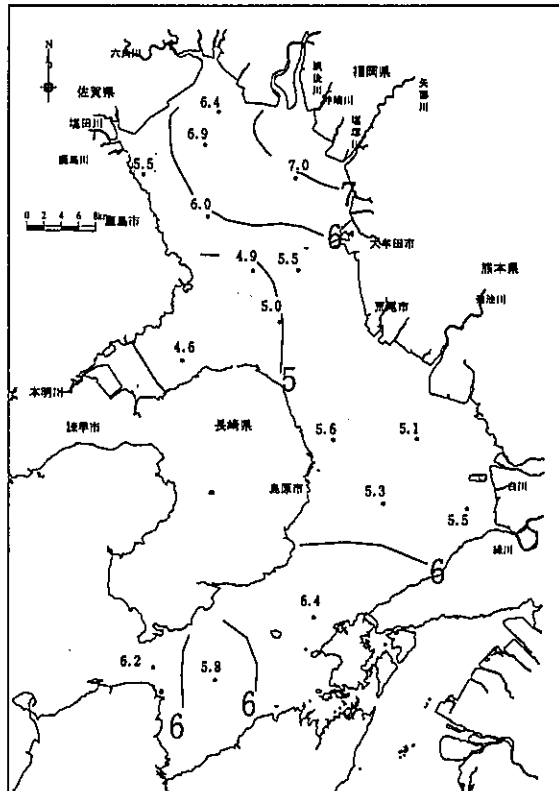
<平成13年夏季>

(調査実施日：2001年8月5日)



<平成14年夏季>

(調査実施日：2002年8月8日)



<平成15年夏季>

(調査実施日：2003年8月12日)

※図中の測定値の単位は mg/L である。

図 2 下層 DO の分布

2.3 底質

Md ϕ (中央粒径) の経年変化を図 3に、これらの Md ϕ の地点別平均値を基に作成した Md ϕ の分布図を図 4に示す。

Md ϕ は、調査期間中 (平成 12~15 年度、調査回数は地点により異なり 4 回、8 回及び 11 回) の変化はほとんどみられなかった (図 3参照)。しかしながら、筑後川河口沖 (Afk-1(St-9)) については図 3に示す範囲で変動がみられた。図 4に示す分布傾向をみると、Md ϕ が 4 を超える (<0.063mm) 範囲は、塩田・鹿島川河口沖、筑後・矢部川河口沖、諫早湾内、菊池・白川河口沖であった。Md ϕ の小さい (粒径が大きい) 範囲は有明海湾中部であった。

また、Md ϕ と底質の I.L. (強熱減量)、底質の T-N、底質の T-P との間には相関関係がみられた (図 5参照)。

本調査と調査地点等は異なるが、図 6に昭和 42 年、昭和 51 年 6 月に実施された底質の Md ϕ の調査結果を示す (昭和 42 年の調査は採泥方法が不明)。昭和 42 年、昭和 51 年 6 月のデータと本調査結果 (図 4) を比較すると、塩田・鹿島川河口沖、諫早湾内において粒径が小さいことについては同様であった。また、筑後川河口沖においては Md ϕ が大きく (粒径が小さく) なっており、菊池・白川河口沖においては、昭和 42 年の結果は同様であったが、昭和 51 年の結果と比べると Md ϕ が大きくなっている (粒径が小さくなっている) 可能性がある。

注) Md とは底質の中央粒径値 (median diameter) を示す。以下に mm スケールと ϕ スケールの換算式を示す。

$$\phi = -\log_2 d \quad d: \text{中央粒径(mm)}$$

例えば $\phi = 2(0.25\text{mm}), 4(0.063\text{mm}), 6(0.016\text{mm})$

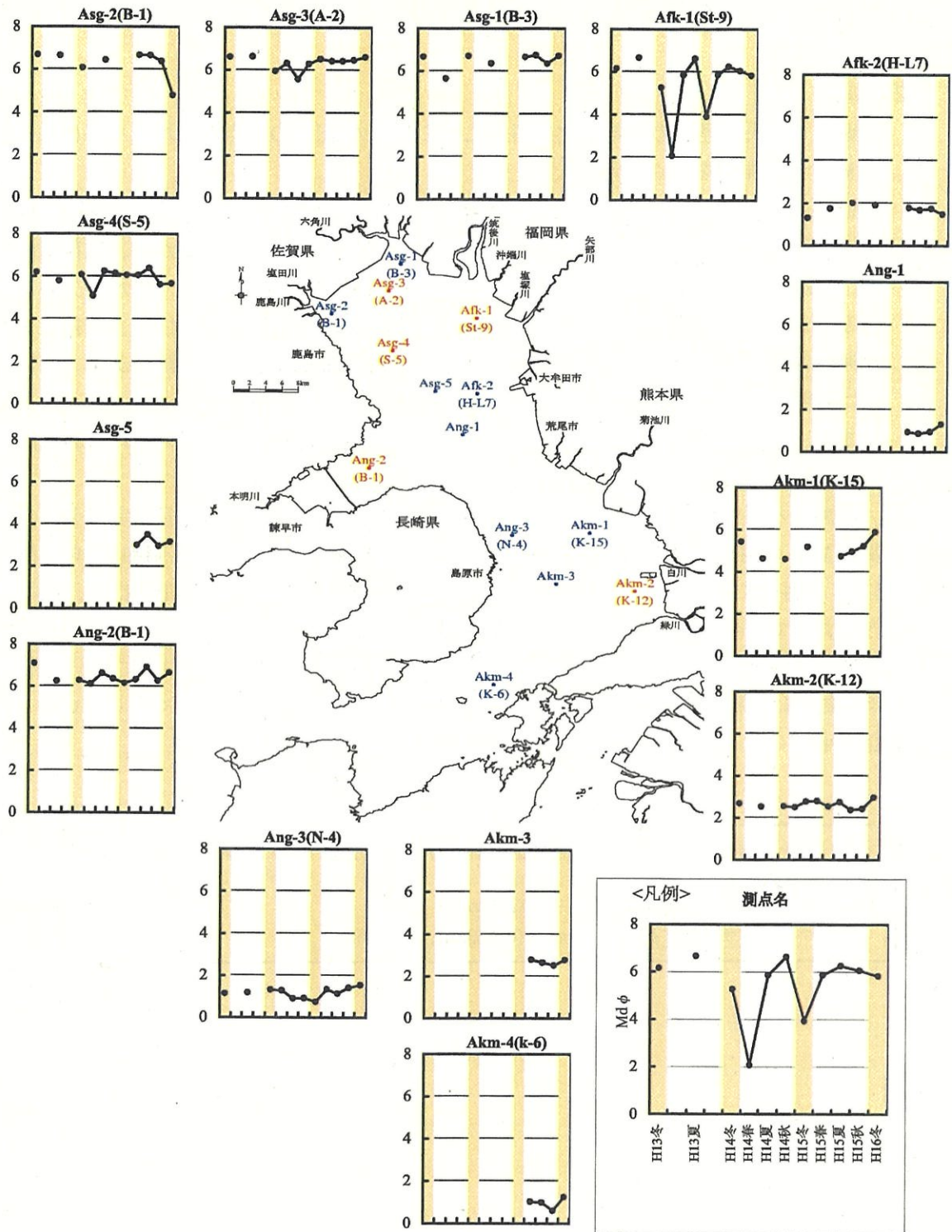


図 3 $Md\phi$ の経年変化 (H12~15 年度の本調査結果)

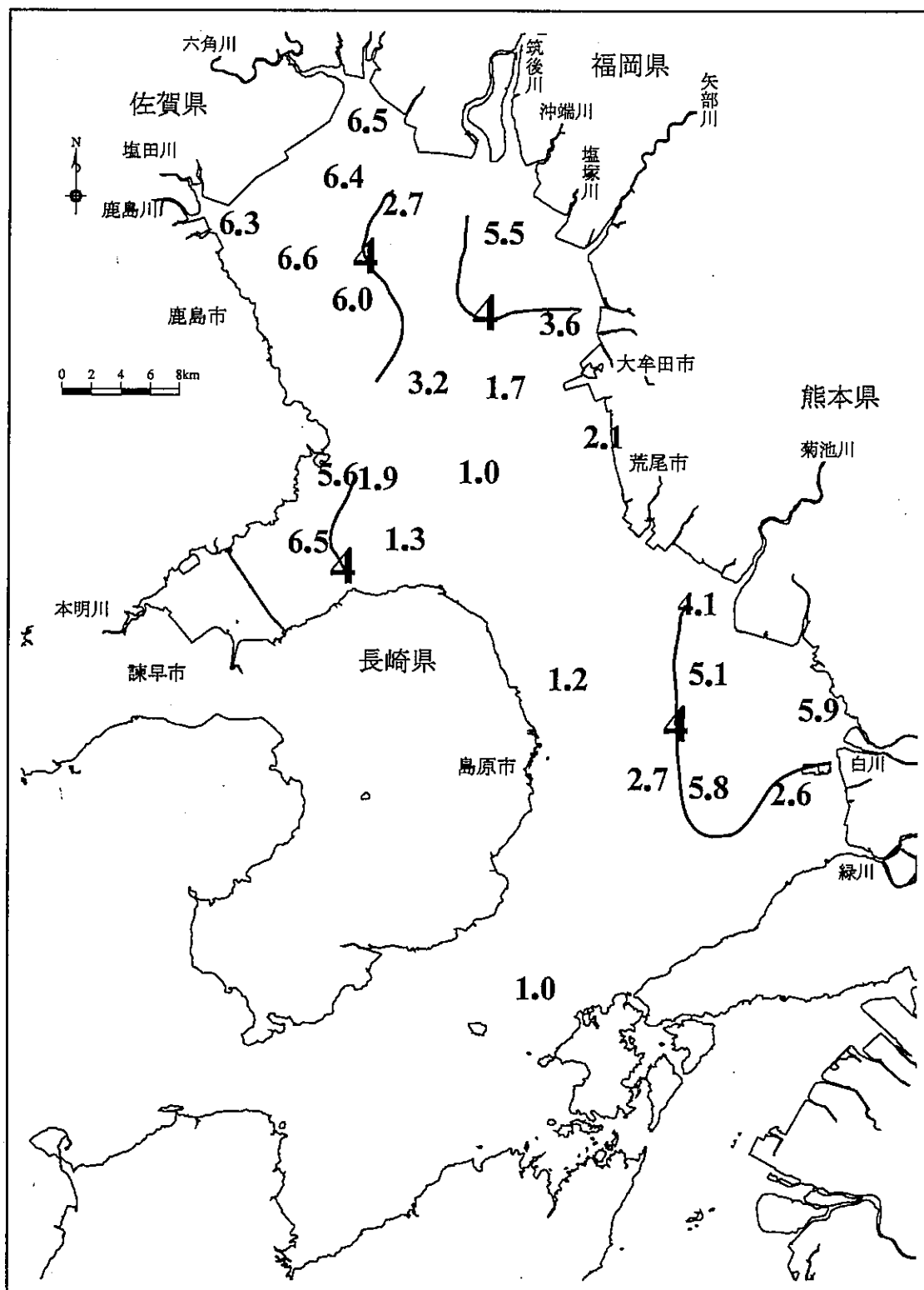


図 4 $Md \phi$ の分布 (平成 12~15 年度本調査結果の平均)

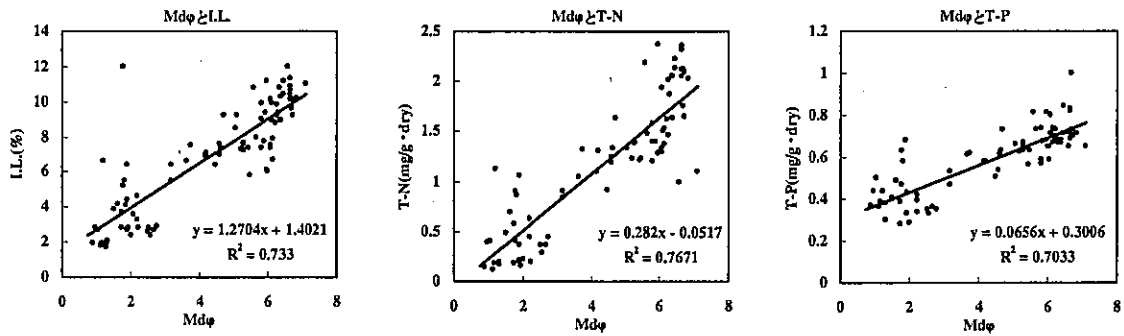
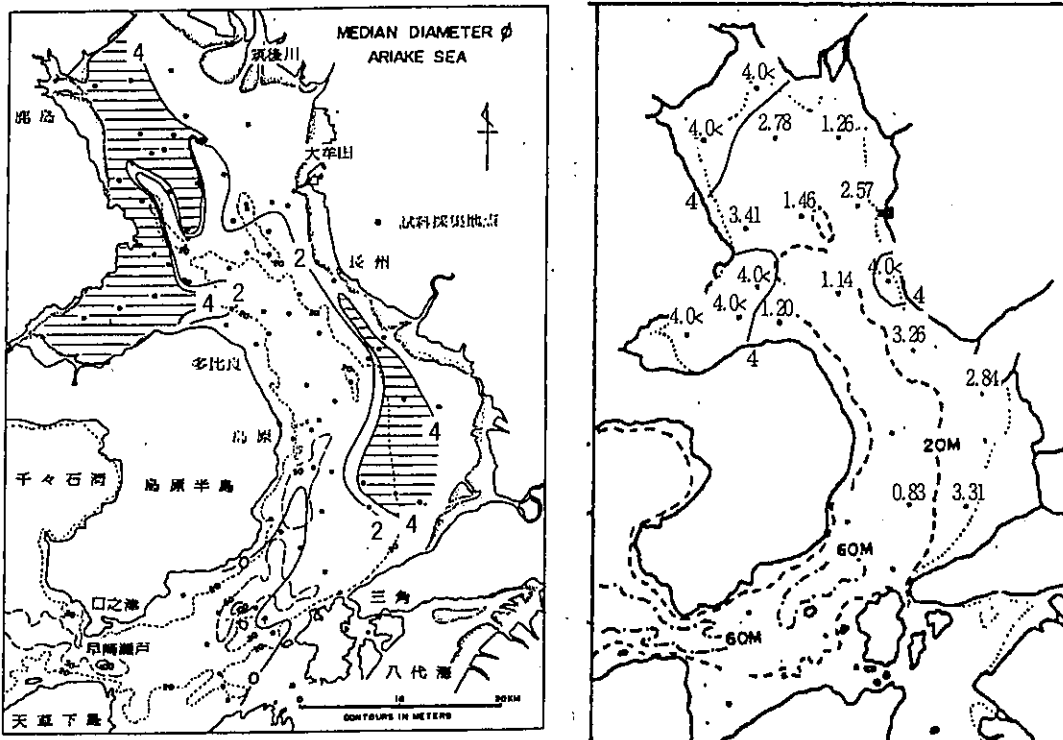


図 5 Mdφと底質の相関



鎌田(昭和42年)

出典) 日本全国沿岸海洋誌、日本海洋学会、1985
注1) 底質の採取方法は不明である。

菊池・田中(昭和51年6月)

出典) 汚染海域ベントスに関する研究-I 有明海、八代海のベントス群集、「内湾海域における汚染物質の循環と生物相の返還に関する基礎的研究」、1978
注1) 底質の採取方法は、採泥面積 0.1 m² のスミス・マッキンタイヤ式採泥器である。
注2) 粒度分析時、粒径 62 μm 以下の微細泥を一括してシルト・粘土成分としたため、中央粒径 4.0 以上を 4.0 < と示している。

図 6 既往調査による Mdφ の分布 (昭和42年と昭和51年)

2.4 マクロベントス

マクロベントスの個体数は季節変動がみられ、平成14年5月から平成15年1月における調査では、5月あるいは8月に最大となる調査点が多く、11月は全般に少ない傾向がみられた。また、5月や8月の個体数が多い調査点では節足動物門の占める割合が高いのに対し、個体数の少ない調査時期、調査点では全般に環形動物門の占める割合が高かった。個体数の少ない調査点の底質は、全般にシルト・粘土含有率が高かった。また、同時期における個体数及びその組成比率を比較すると、各季とも調査年による変動がみられた。

昭和47年6月の菊池の調査とほぼ同じ季節の平成14年5月及び平成15年5月の調査の結果を比較すると、湾中央部で個体数が多い傾向はいずれの調査結果でもみられたが、湾奥部の調査点においては平成14年5月、平成15年5月の個体数が全般に少ない傾向にあった。また、個体数の多かった湾中央部での優占種としては、昭和47年6月では *Stenothoe gallensis*、*Corophium* sp.、*Ericthonius pugnax* (ホソヨコエビ) といった端脚類と呼ばれる小型甲殻類が主であり、平成14年5月についてもクダオソコエビ、*Photis* sp.、*Corophium* sp. といった端脚類であったのに対し、平成15年5月では軟体動物門のコケガラスガイ、環形動物門の *Terebellides* sp. などであった。

泥分の多い海底に生息し、有機汚染指標種として知られるシズクガイ^(注)についてみると、その個体数は春季、夏季に多く、また海域別には、佐賀県地先、熊本県地先及び諫早湾内において多い傾向がみられた(図8)。シズクガイの個体数とMdφとの関係を季節別にみると、シズクガイはMdφ=1.55~7.09と広い範囲で出現したが、シズクガイの個体数が多い地点はMdφが4以上であった(図9)。

多様度指数については、個体数と同様に湾中央部で高く、湾奥部、諫早湾中央部で低かった。また、筑後川河口、諫早湾口部の調査点など泥質と砂質の境界付近で高い傾向がみられた。

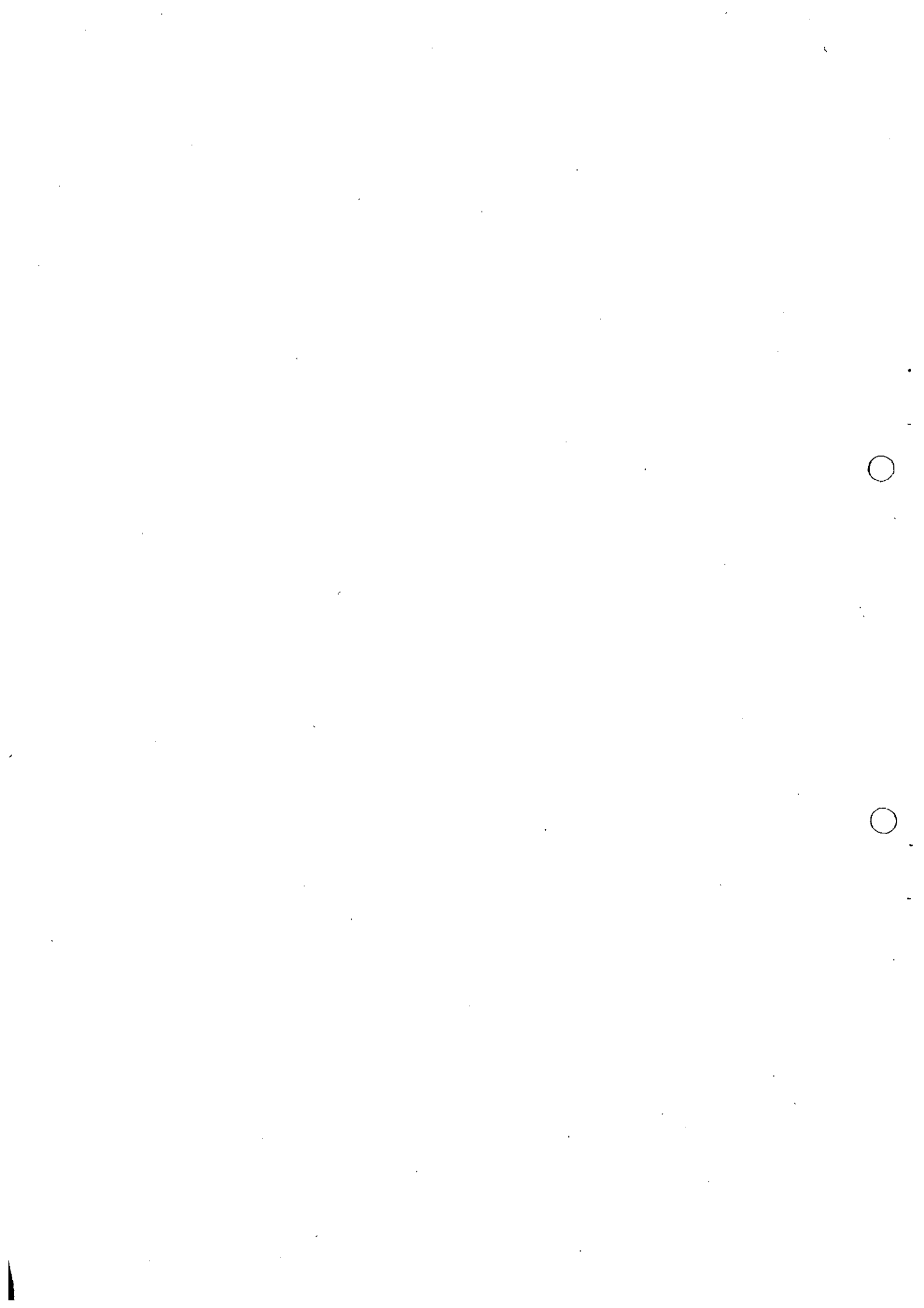
注) 多様度指数の計算式 (Shannon-Weaver 関数)

$$\text{多様度指数 } H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$$

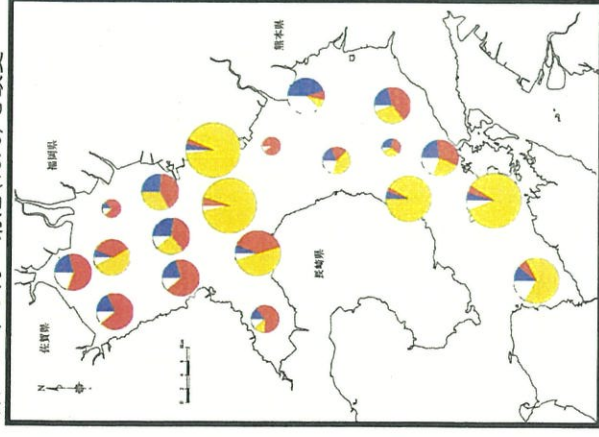
n_i : ある種の個体数 N : 総個体数

^(注) シズクガイは、比較的低酸素条件に対する耐性が高く、また、極めて早い成長速度と短い生活環を有するため、何らかの要因により底生生物が減少した際に高密度で出現することがある。

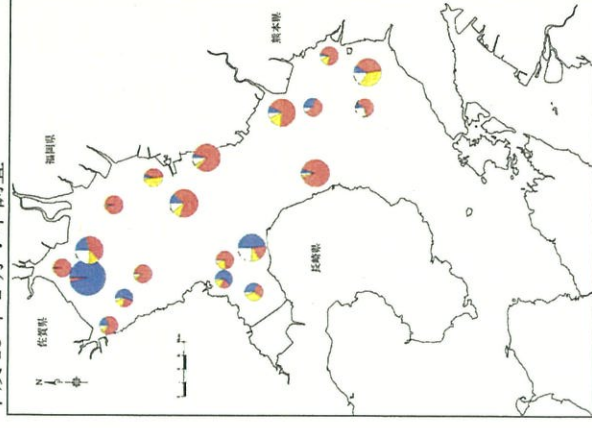
出典) 菊池泰二、田中雅生(1976) : 「シズクガイ *Theora lata* (HINDS) の生態的特性、とくに生活史の特徴と非調和性環境への適応性について」生理生態 (Physiol. Ecol. Japan) 17, pp. 261-271



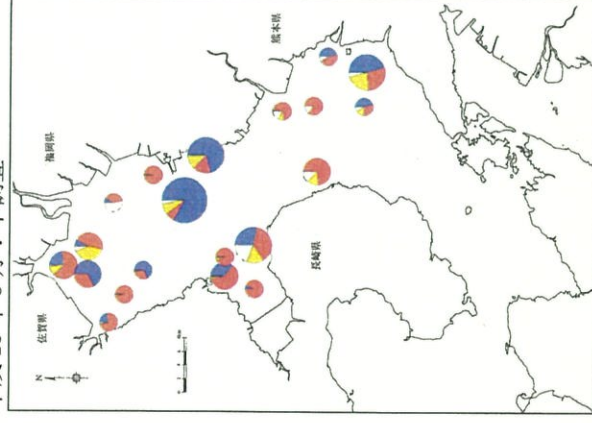
昭和47年6月：菊池(1978)を改変



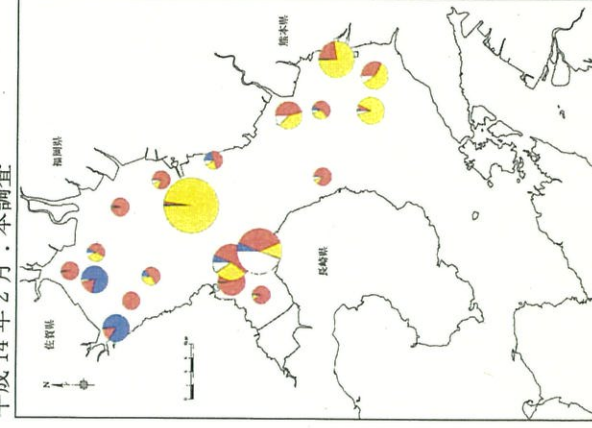
平成13年2月：本調査



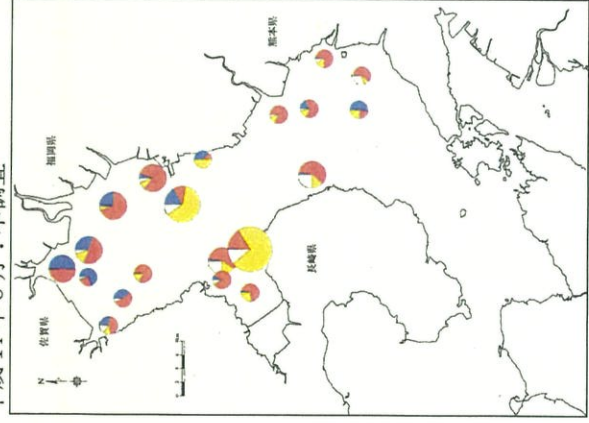
平成13年8月：本調査



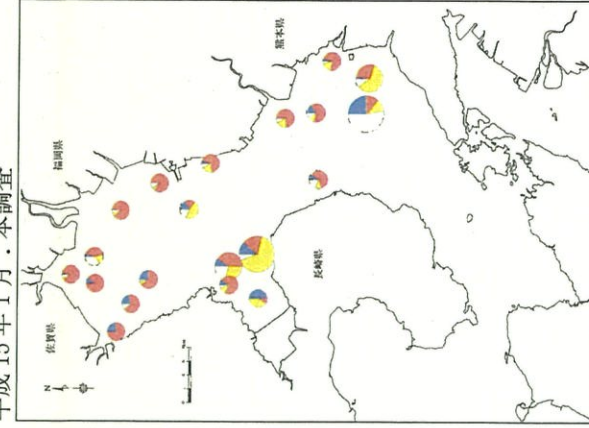
平成14年2月：本調査



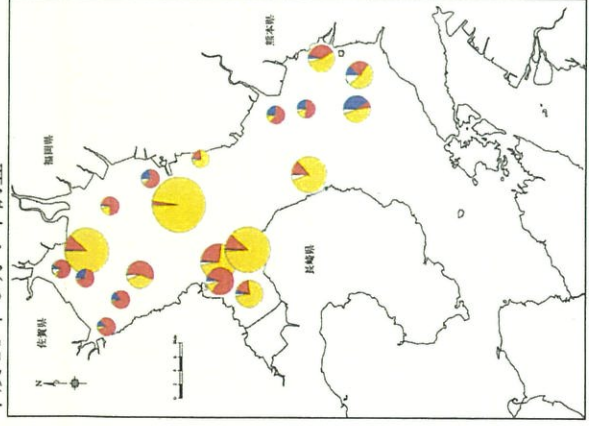
平成14年8月：本調査



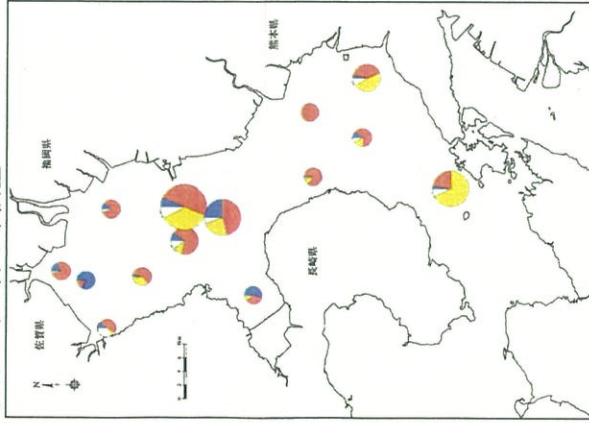
平成15年1月：本調査



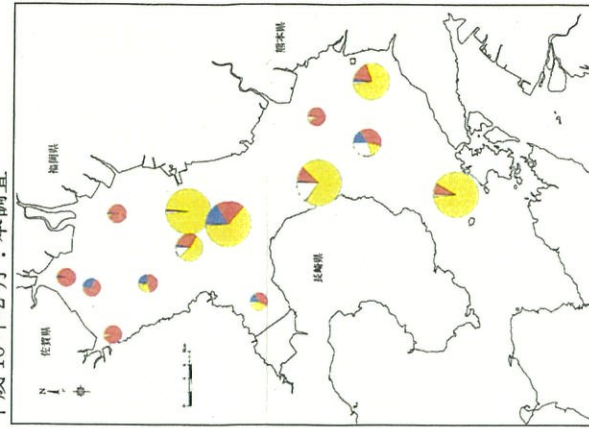
平成14年5月：本調査



平成15年8月：本調査



平成16年2月：本調査



平成15年5月：本調査

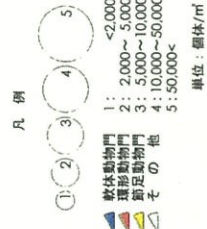
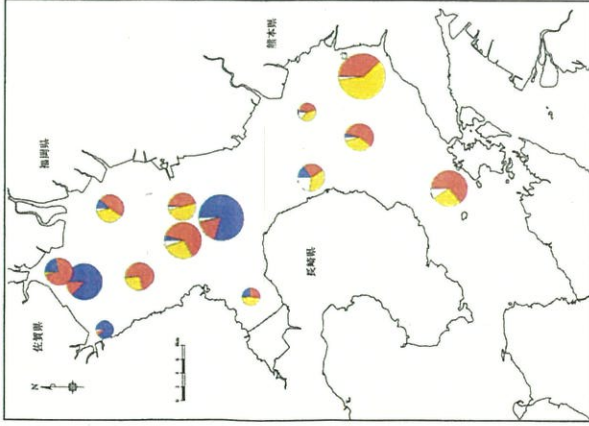
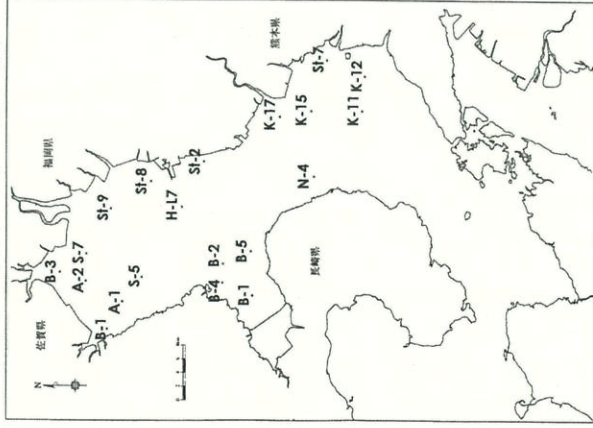


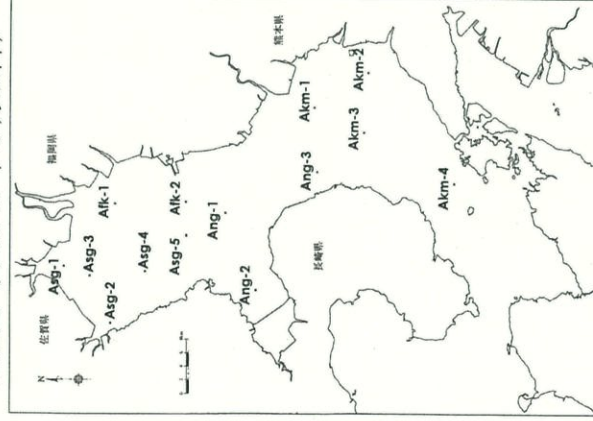
図7 マクロベントス個体数の変化

注 昭和47年6月は1.0mmメッシュ以上、平成12年2月以降は0.5mmメッシュ以上のマクロベントスの個体数を示す。

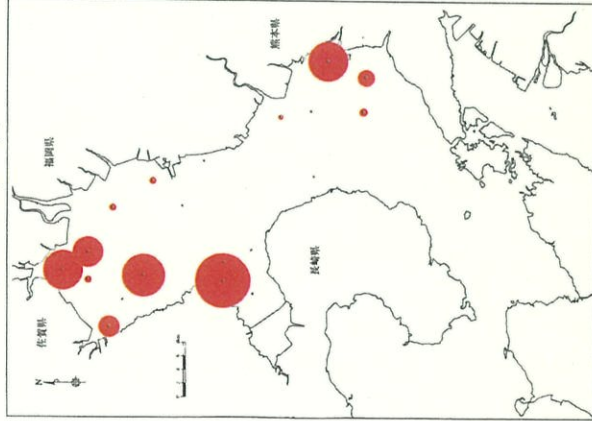
地点図 (平成15年1月以前)



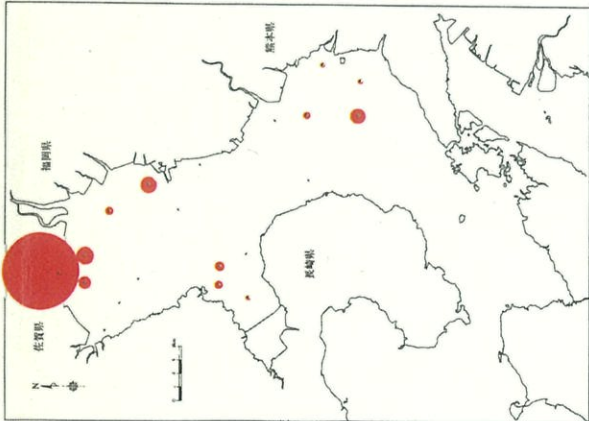
地点図 (平成15年5月以降)



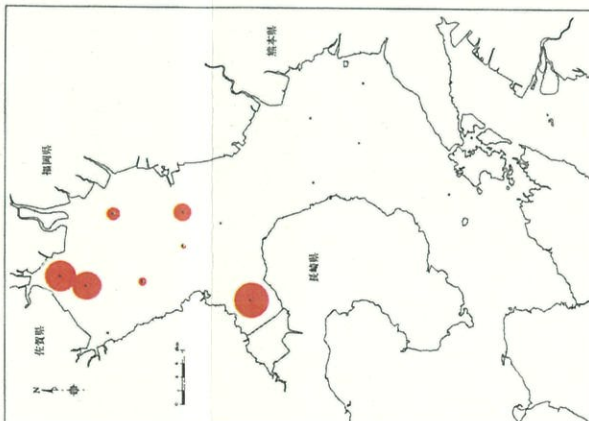
平成13年8月



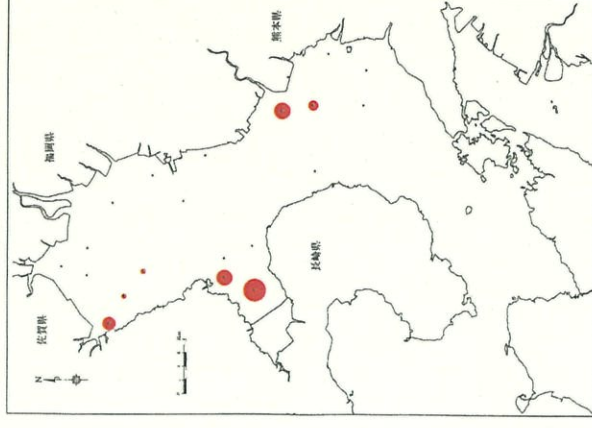
平成14年8月



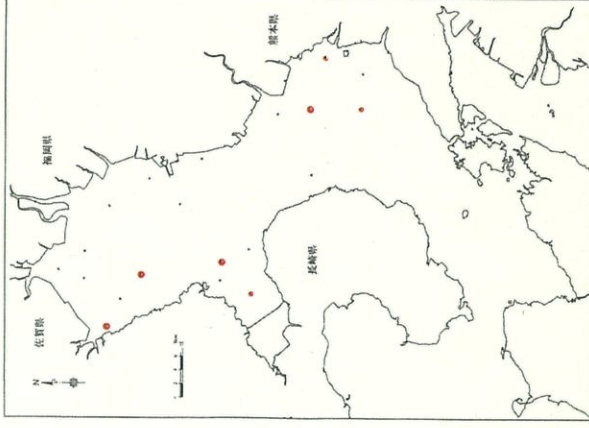
平成15年8月



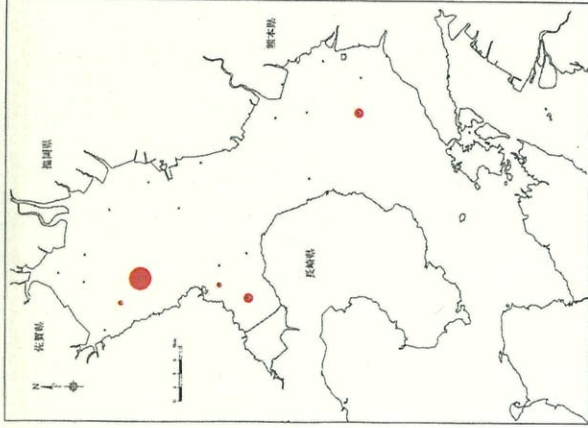
平成13年2月



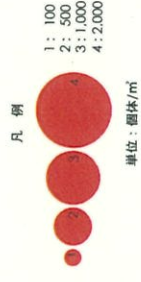
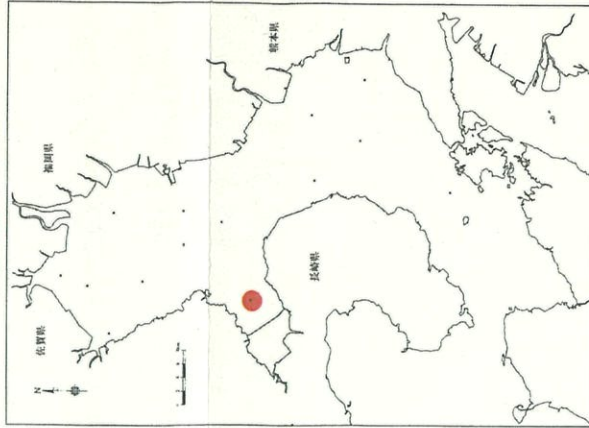
平成14年2月



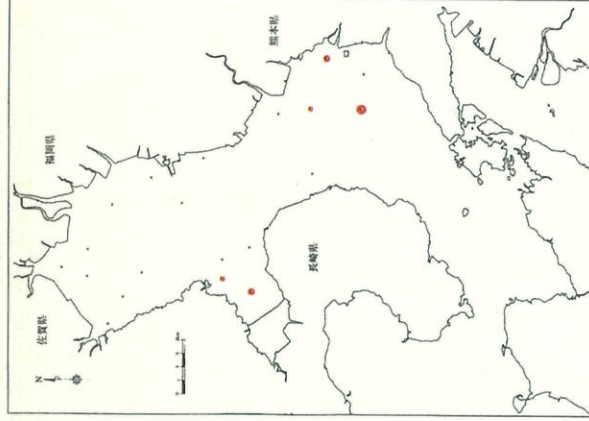
平成15年1月



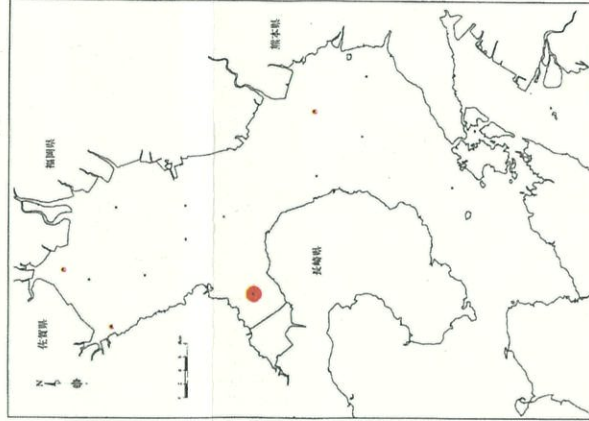
平成16年2月



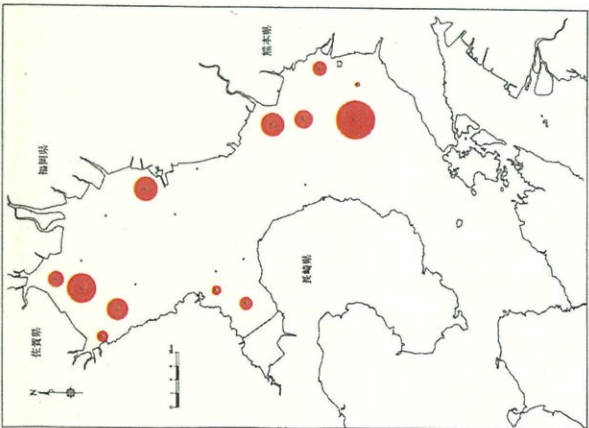
平成14年11月



平成15年11月



平成14年5月



平成15年5月

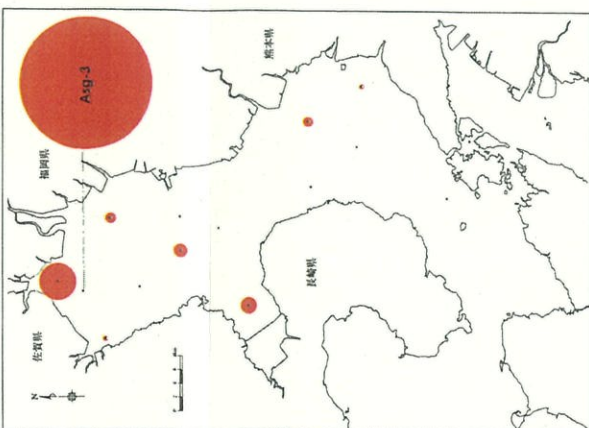


図8 指標種の出現状況 (シズクガイ)

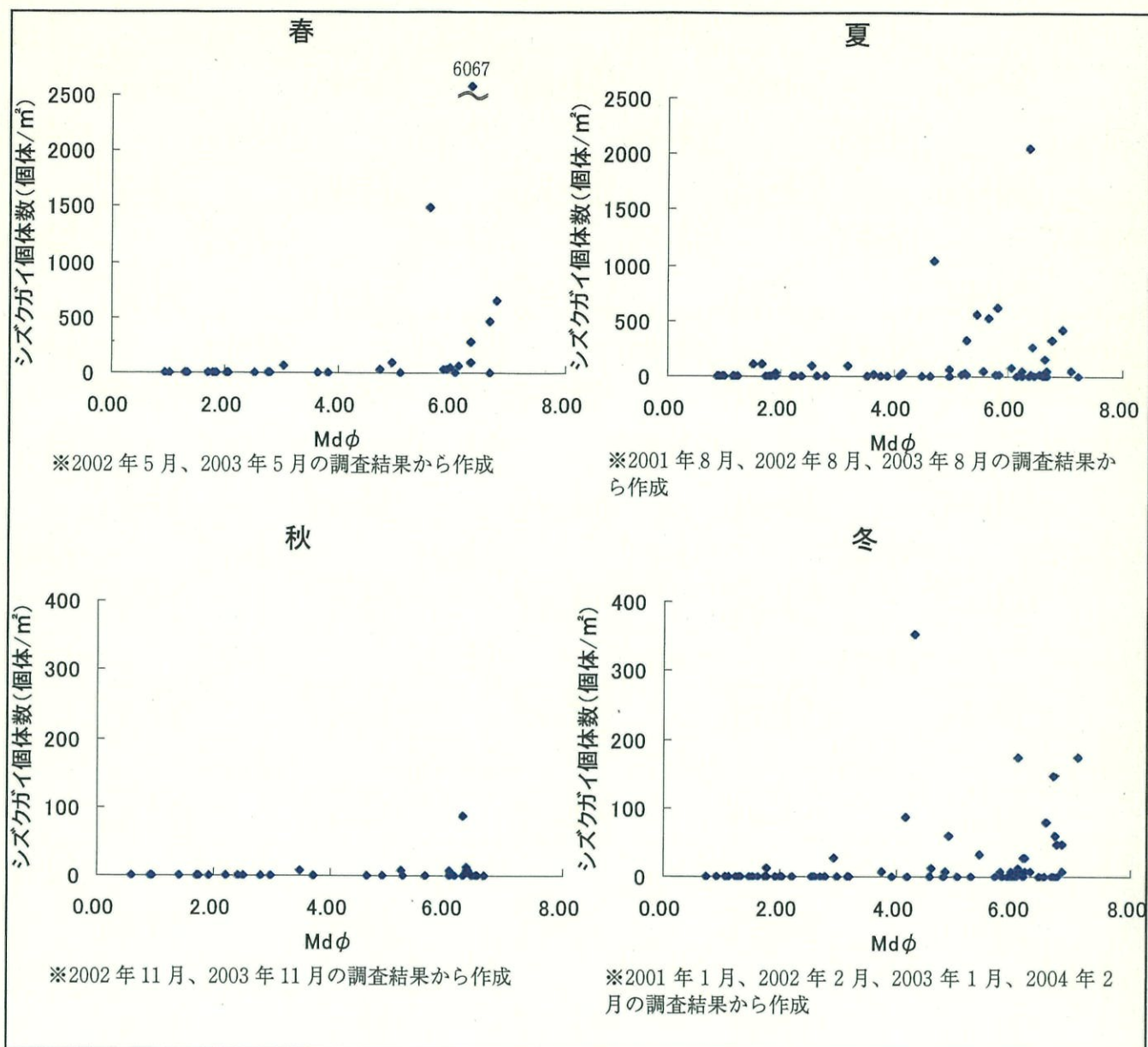
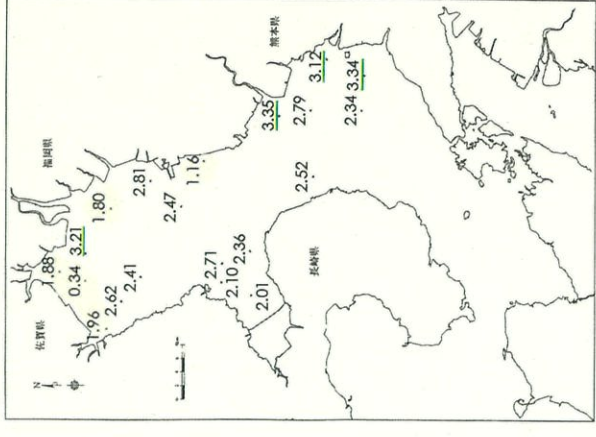
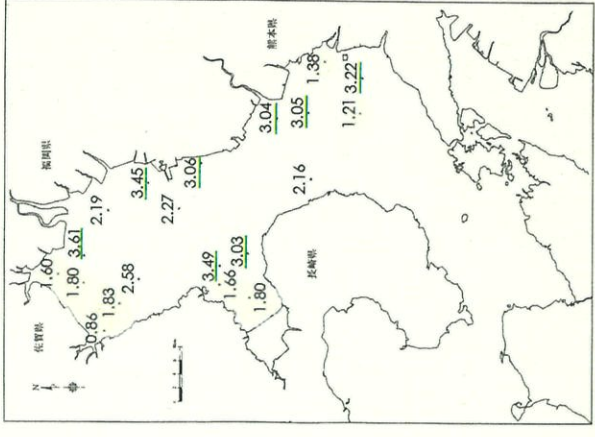


図9 季節別にみたシズクガイ個体数とMdφとの関係

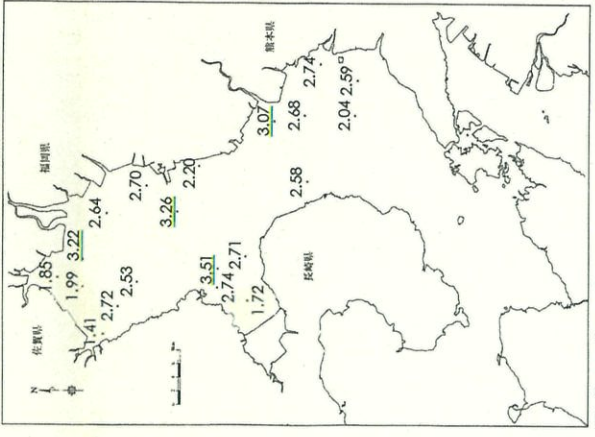
平成13年2月



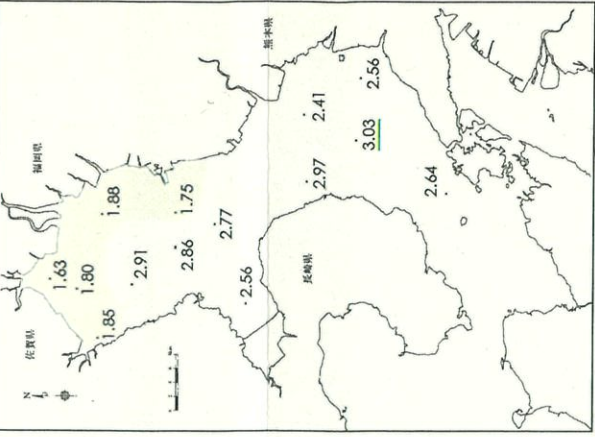
平成14年2月



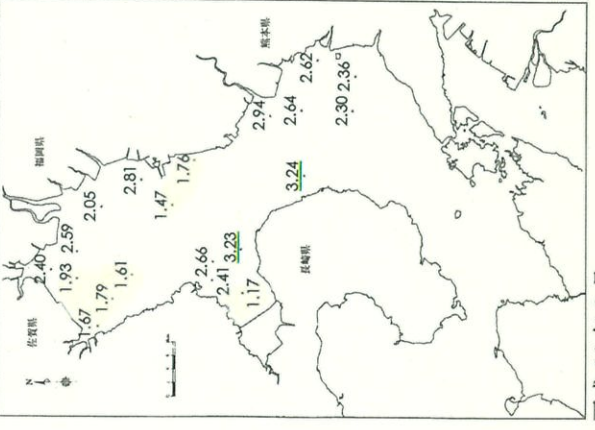
平成15年1月



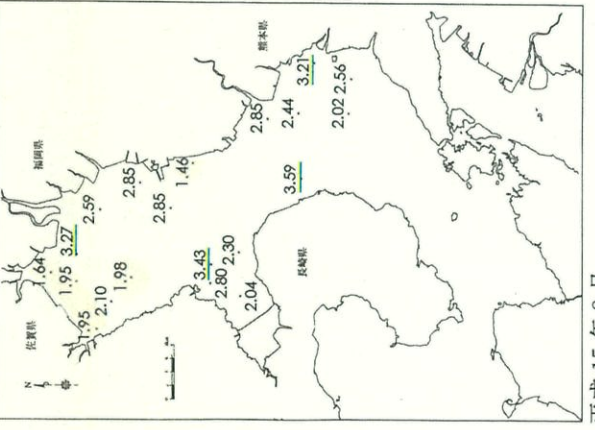
平成16年2月



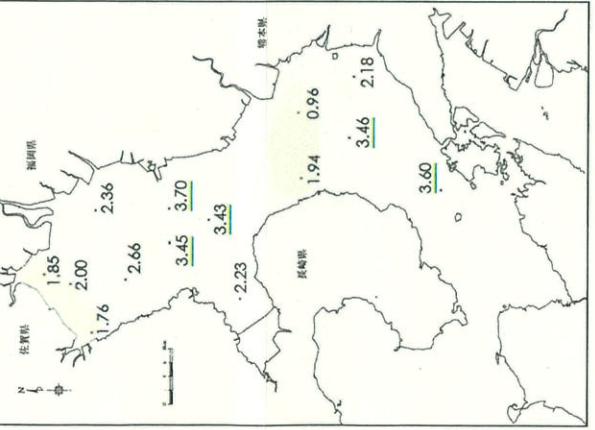
平成13年8月



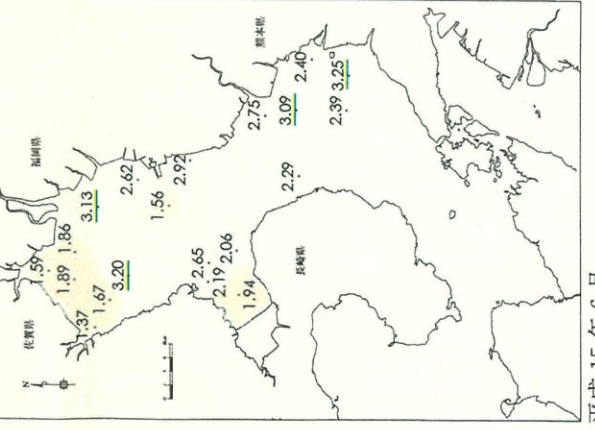
平成14年8月



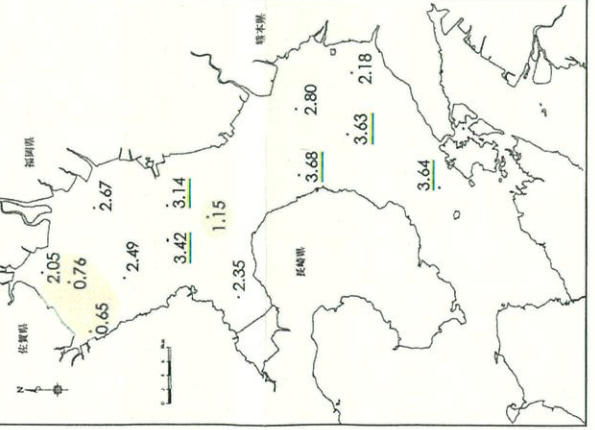
平成15年8月



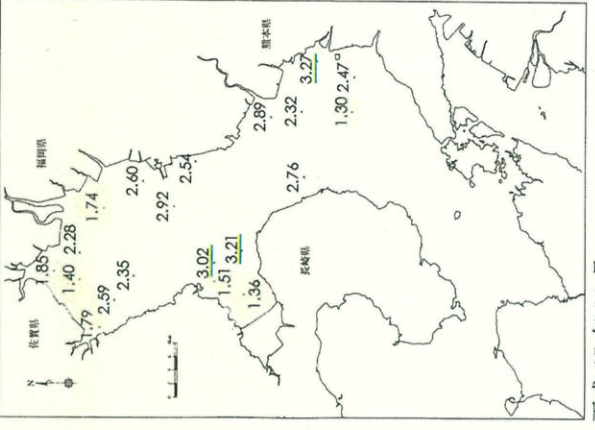
平成14年5月



平成15年6月



平成14年11月



平成15年11月

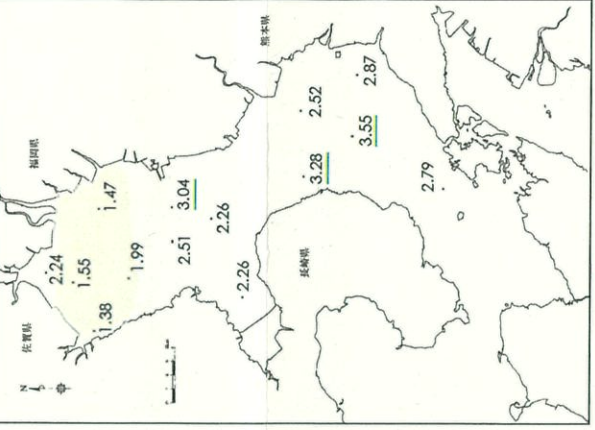


図10 多様度指数の季節変化
注) 色塗りの部分は、多様度指数2以下、緑線の部分は、多様度指数3以上を示す。

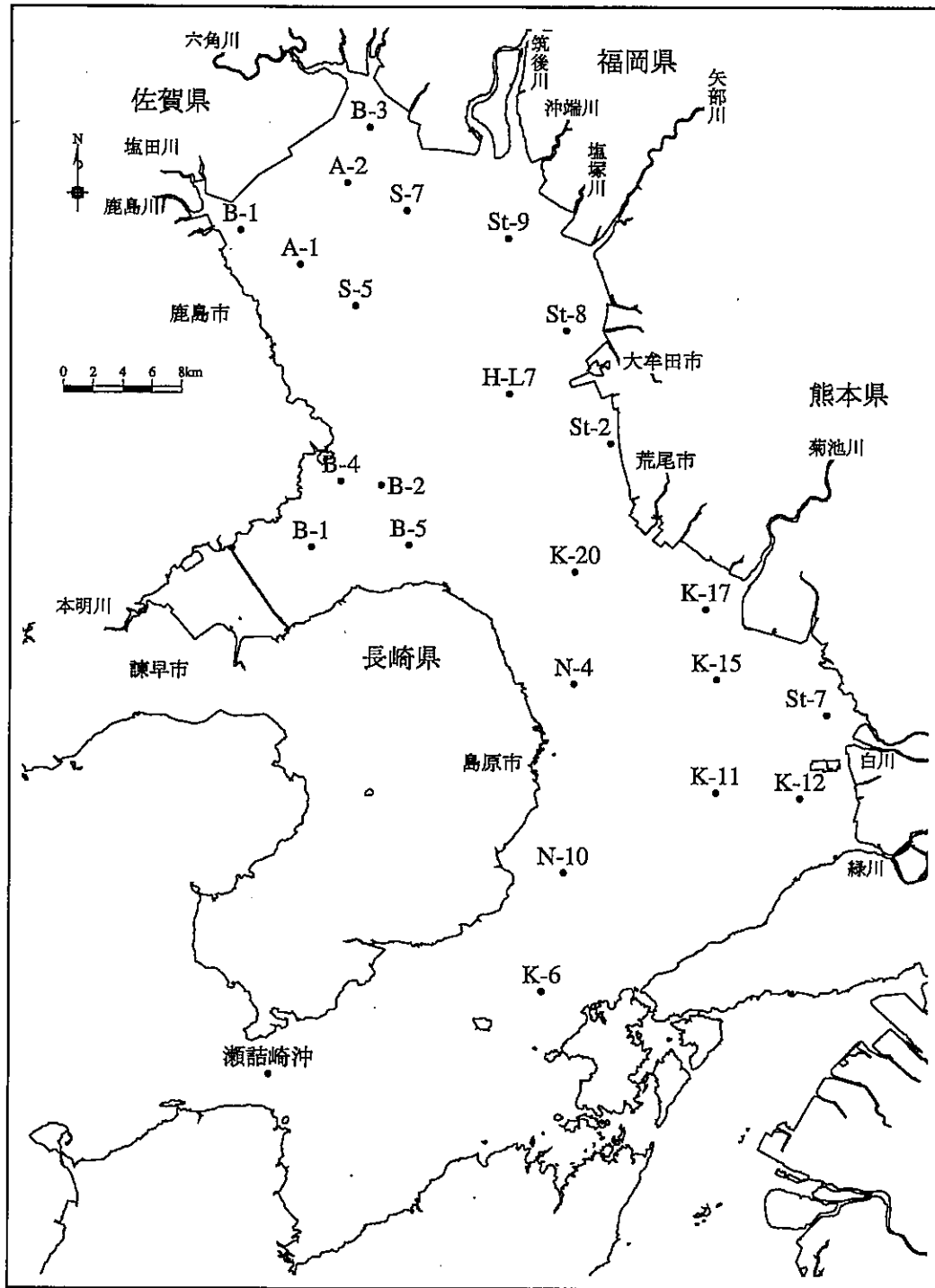
資料編

資料1 調査地点に関する資料

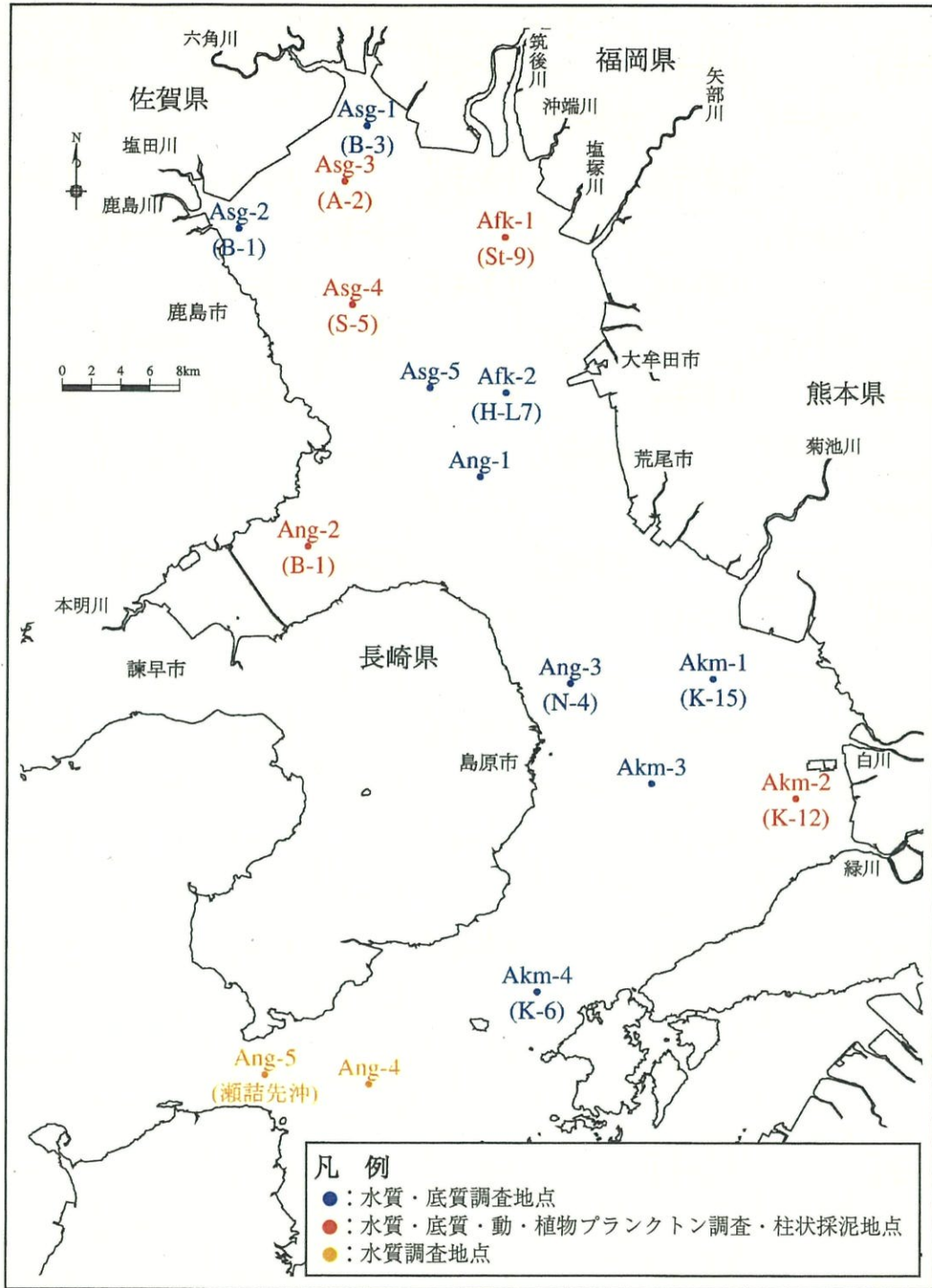
付表1 各調査地点の緯度、経度及び水深

| 調査地点名 | 緯度 | 経度 | 水深* (m) | 調査時期(月) | | | |
|--------|--------------|---------------|------------|---------|------|----------|--------|
| | | | | 12年度 | 13年度 | 14年度 | 15年度 |
| St-8 | N33° 01' 38" | E130° 23' 32" | 12 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| St-9 | N33° 05' 00" | E130° 21' 00" | 6 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| A-1 | N33° 04' 00" | E130° 12' 00" | 8,2 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| A-2 | N33° 07' 00" | E130° 14' 00" | 5,6 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| B-1 佐賀 | N33° 05' 14" | E130° 09' 24" | 3,3 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| B-3 | N33° 09' 02" | E130° 14' 56" | 3,5 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| S-7 | N33° 06' 00" | E130° 16' 36" | 9,1 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| St-2 | N32° 57' 30" | E130° 25' 30" | 3,5 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| St-7 | N32° 47' 30" | E130° 35' 00" | 6,7 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| K-12 | N32° 44' 24" | E130° 33' 51" | 6,1 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| K-15 | N32° 48' 48" | E130° 30' 12" | 27,9 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| K-17 | N32° 51' 24" | E130° 29' 42" | 16,6 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| B-1 長崎 | N32° 53' 36" | E130° 12' 36" | 10 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| B-4 | N32° 56' 03" | E130° 13' 51" | 9,9 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| B-5 | N32° 53' 42" | E130° 16' 50" | 14,4 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| S-5 | N33° 02' 30" | E130° 14' 24" | 15,1 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| H-L7 | N32° 59' 18" | E130° 21' 06" | 7 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| K-20 | N32° 52' 45" | E130° 24' 00" | 39,4 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| K-11 | N32° 44' 36" | E130° 30' 12" | 21,9 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| N-4 | N32° 48' 36" | E130° 24' 00" | 45,9 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| B-2 | N32° 55' 55" | E130° 15' 37" | 16,8 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| 瀬詰崎沖 | N32° 34' 04" | E130° 10' 59" | 54 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| N-10 | N32° 41' 36" | E130° 23' 36" | 60 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | - |
| K-6 | N32° 37' 12" | E130° 22' 42" | 52,6 | 2 | 8,2 | 5,8,11,1 | 5(6),8 |
| - | N32° 59' 28" | E130° 17' 48" | 19 | - | - | - | 5(6),8 |
| - | N32° 56' 12" | E130° 20' 00" | 24,4 | - | - | - | 5(6),8 |
| - | N32° 33' 45" | E130° 15' 29" | 49,3 | - | - | - | 5(6),8 |
| - | N32° 44' 55" | E130° 27' 33" | 49,9 | - | - | - | 5(6),8 |

水深は最終調査時のもの。 赤色の地点は柱状採泥を行った地点。



付図 1(1) 有明海の調査地点 (平成 12 年度～平成 14 年度)



図中、地点名の後ろのカッコ内は14年度までの調査地点名を示す。

付図 1(2) 有明海の調査地点 (平成15年度)

資料 2 調査方法・分析方法に関する資料

資料 2.1 調査方法及び現場測定項目

(1) 底質

船上よりスミス・マッキンタイヤー型採泥器（採泥面積 0.05 m²）を用いて表層泥を 3 回採取し、それらを混合し容器に移して分析試料とした。採取時には、付表 2 に示す現地測定項目についても同時に測定を実施した。

さらに、付表 1 の赤色で示した地点においては、潜水土による柱状採泥を行った。

採取した試料は暗所に保管しながらすみやかに搬送車で運搬し、搬送車では試料中の生物活性を抑えるために低温とし、実験室に持ち帰った。

付表 2 現地測定項目（底質）

| 測定項目 | 測定方法 |
|--------|------------------------|
| 泥温 | 1/10℃目盛り水銀棒状温度計による現地観察 |
| 外観・混入物 | 現地観察 |
| 色相 | 標準土色帳による現地目視観察 |
| 臭気 | 現地観察 |

(2) 底生生物

船上よりスミス・マッキンタイヤー型採泥器（採泥面積 0.05 m²）を用いて、表層泥を 3 回採取し、全量を 0.5mm 目のふるいでふるい分けした。ふるい上の残渣を容器に移し、ホルマリンで 10%濃度に固定し、分析試料とした。

資料 2.2 分析方法

(1) 底質

底質の分析方法を付表 3に示す。

付表 3 底質分析方法

| 項 目 | 測 定 方 法 |
|--------------|----------------------------|
| T-N(全窒素) | 海洋環境調査法 7.5.1.7) CHN分析計による |
| T-P(全リン) | 底質調査方法 II.19 |
| I. L. (強熱減量) | 底質調査方法 II.4 |
| 粒度組成 | JIS A 1204 |

(2) 底生生物

採取した試料は、2L ポリ容器に移し、最終濃度が10%になるようにホルマリンを添加して固定した。

なお、干潟泥等の場合、現地でのふるいがけは困難な場合が多い。その場合には、採取した底泥をすべてホルマリンで固定し、試料搬入後に分析室でふるいがけ作業を行った。

分析室では、搬入された試料中から、目視もしくは実体顕微鏡下で底生生物を選別した。選別された底生生物については、実体顕微鏡及び生物顕微鏡を用いて、種類の同定を行い、種別個体数の計数、種別湿重量の測定を行った。

