

底質環境評価手法実用化調査（宿毛湾・野見湾）

漁場環境科 森山貴光・荻田淑彦・石川 徹

1. 調査の目的

養殖漁場の底質環境の実用的な評価手法を開発するため、代表的な漁場である宿毛湾および野見湾において水質、底質、底生生物の調査を行い、解析に必要な資料を得る。

2. 調査点と調査時期

1) 調査点(図-1)

宿毛湾：9 定点

野見湾：10 定点

2) 調査時期

宿毛湾：平成 10 年 8 月 17 ～ 18 日

野見湾：平成 10 年 10 月 5 日

3. 調査方法

1) 観測項目と方法

①水温、塩分、溶存酸素量

宿毛湾においては平成 9 年度同様、アイドロノート社製オーシャン 7 を用い、表層から B-1m までの間を 2m 間隔で測定、野見湾においては水温、塩分は EIL MC5 型サリノメーターを、溶存酸素量は YSI MODEL57 型溶存酸素計を用い、表層から B-1m までの間を 2.5m 間隔で測定した。

②泥温

採泥直後の底泥サンプルの表面から 2cm の泥温を佐藤計器 SK-1250MC 型温度計により測定した。

2) 分析項目と方法

①採泥方法

スミス・マッキンタイヤー型採泥器により 1 定点 3 回の採泥を行い、うち 1 回分の底泥から内径 40mm のアクリルパイプにより柱状サンプル 4 本を採取し、2 本を 1 組として底質分析用試料とし低温保存、残り 2 回分の底泥はベントス調査用試料として船上でホルマリン固定した。

②分析項目と方法

持ち帰った分析用試料は、肉眼で見分けられる貝殻片、木片、小石等を予め除去した後、酸揮発性硫化物(AVS)、化学的酸素消費量(COD)、強熱減量(IL)および泥分含有率(MC)を以下の方法で測定した。

AVS：検知管法(mgS/g・Drymud)。

なお、乾泥率測定後の試料を塩酸処理し IL 用試料とした。

COD：アルカリ性過マンガン酸カリ分解法(mgO₂/g・Drymud)

IL：塩酸処理後、550℃・6 時間(%)

MC：250(63 μ)メッシュで処理(%)

また、ベントスについては採取泥を 16 メッシュ(1mm)で篩わけ後、中性ホルマリン(ヘキサミン中和)で固定し日本海洋生物研究所に送付、同研究所において種類数、湿重量、多様度指数の算定が行われた。

3) 試料数

宿毛湾(9 定点)、野見湾(10 定点)の調査によって得られ、評価手法解析に供された本年度の試料数は以下のとおりとなった。

AVS、COD、IL、MC 用試料

19 調査点 × 2 試料 × 1 回(採泥) = 38 試料
ベントス用試料

19 調査点 × 1 試料 × 2 回(採泥) = 38 試料

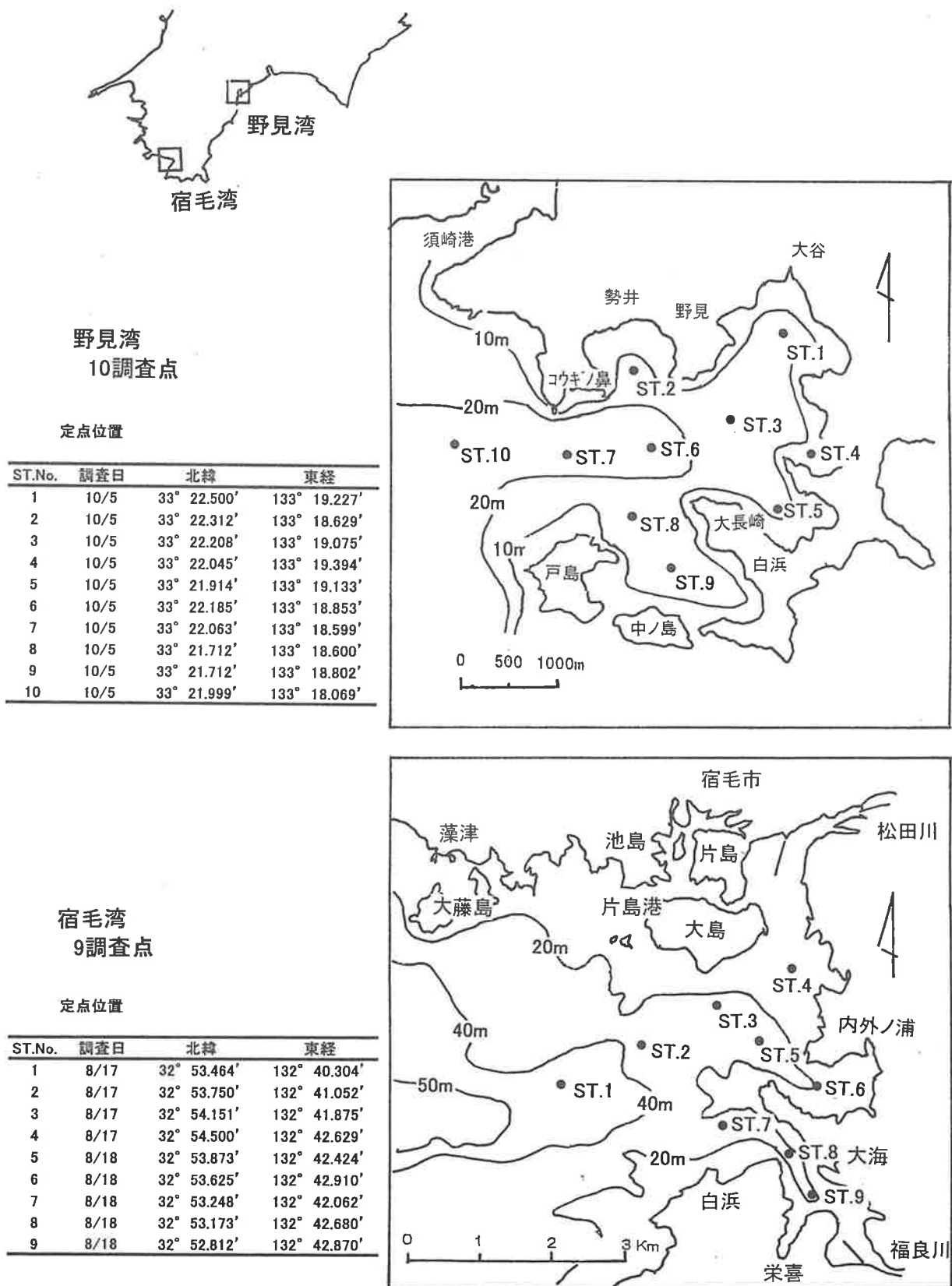


図-1 平成10年度調査海域

4. 調査結果

1) 調査対象水域の概要

①宿毛湾

宿毛湾は高知県南西端に位置し、豊後水道と太平洋に向かって開く、半開放性の湾で幅 20Km、奥行き 17Km、湾口部の水深は 100 ～ 150m と深く、リアス式海岸であるため湾奥部まで水深 30m 線が迫っている。湾内の水深 5m 層における平均流は湾口部では南東流、湾中央部では北西流、湾奥部では南東流であるが、湾奥部では潮汐流が卓越し、上中層と底層で逆位相が観察されることが多い。水温、塩分は冬季には 18℃台、34‰台でほぼ均質であるが、5 ～ 10 月には表層の水温上昇と塩分の低下により成層化が認められる。

底質は主湾部では岩礁、砂、砂泥域が多いが枝湾では泥が多い。湾内ではマダイを主とする魚類養殖が行われており、生産量は減少傾向にあるものの、湾内への汚染負荷の大部分はこれらの給餌養殖によるものと判断される。

②野見湾

野見湾は高知県中央部の須崎港に隣接する、幅 1km、奥行き 3km、面積約 4 km² の小湾で、戸島、中ノ島により太平洋と隔てられ、湾口は西部に開口している。水深は湾口部で深い、水深 20m 線は舌状に湾中央部に達している。湾口部においては黒潮支流の影響を受け、北西方向の流れが卓越するが、湾内では潮汐流の影響により水深 10m を境に上下層で逆の流れが存在し、下げ潮時には下層から流入し、上層から流出、上げ潮時には上層から流入、下層から流出する傾向が強い。平均水温は 18 ～ 29℃であるが、8 ～ 9 月には 20m 以深の底層においても 26℃を越える水温が観測される。塩分は底層では外海水の影響により 34‰を越えるが、表層では夏季には 31 ～ 32‰に低下する。溶存酸素量については漁場改良復旧基礎調査報告書(昭和55年3月)によれば、5 ～ 10 月には表層で 5ppm 以上と高いが、下層では貧酸素状況が認められている。同湾ではこのほか、水温下降期の 10 ～ 11 月に湾全域で 4ppm を下回る低酸素状況がしばしば出現する。

底質は上記報告書によれば 50 %以上が砂泥質で、COD20mgO₂/gDM 以上の汚染泥は中央部のごく一部に認められる程度、また、T-S(AVS)は湾中央部と湾奥部の一部で 0.5mgS/gDM 以上の値が認められる程度であったが、近年、給餌養殖の継続による底質悪化が認められている。湾内ではマダイ、カンパチを主とする魚類養殖が行われており同湾における汚染負荷のほとんどは、これらの給餌養殖によるものである。

2) 水質調査結果

①水温、塩分量、DO

ア. 宿毛湾(図-2)

水温

平成 10 年 8 月 17 ～ 18 日に実施した調査において観測された最高値は ST.6 の表層における 30.5℃、最低値は ST.1 の底層(B-1m)における 23.3℃で、水深の最も深い ST.1(48.0m)における表、底層間の温度差は 5.4℃、最も浅い ST.4(7.7m)におけるそれは 3.6℃であった。9 定点のうち最も外海水の影響をうける ST.1 および前年調査において底質悪化の認められた ST.3 及び ST.8 における水温の鉛直分布を見ると、表層部における水温低下が ST.1 に比べ ST.3、8 では急激であった。また、前年観測値との比較では ST.1 及び 3 では表層部を除き前年値より低めの分布が認められたが、枝湾部の ST.8 では表層部を除き前年並みないしやや高めの分布が認められた。

塩分

観測された塩分量の最高値は ST.1 の底層(B-1m)における 34.167‰、最低値は ST.5 の表層における 30.590‰で各定点の表層における観測値を見ると二級河川、松田川の影響を最も受けると思われる ST.4 では 33‰台であったが、枝湾である内外ノ浦の ST.5 及び 6 で 30‰台の低い値が観測された。ST.1、3、8 における鉛直分布を見ると、いずれの定点においても塩分量の増加は表層～水深 10m 付近では急激であるが、以深では緩やかであった。また、これらの値を前年と比較すると、いずれの定点においても 0.1 ～ 0.3‰少なめの分布が認められた。

DO

観測された DO の最高値は湾中央部 ST.3 の 4 ～ 8m 層における 7.3ppm、最低値は同定点の底層 (B-1m) における 5.0ppm であった。ST.1、3、8 における鉛直分布について見ると、主湾部にある ST.1 及び 3 では、表層から徐々に増加し、4 ～ 8m の水深において最高値が観測されたが、以深では減少した。これに対し枝湾部の ST.8 では 4 ～ 20m までは 6.8 ～ 6.9ppm の高い値が連続して観測されたが、20m 以深では急激に減少した。これらの値を前年観測値と比較すると、ST.1 及び 3 では水深 20 ～ 22m までは高め、以深では低めであったが、枝湾部の ST.8 では各水深とも前年値を上回った。

ア. 野見湾(図-3)

水温

平成 10 年 10 月 5 日に実施した調査において観測された水温の最高値は、湾奥部 ST.3 の表層における 26.6℃、最低値は湾口部 ST.10 の底層 (B-1m) における 25.7℃で、両者の差 0.9℃は野見湾における水温分布としては極めて高低の少ない状況であった。また、ST.1、3、6、7 及び 10 における水温の鉛直分布について見ると、一部の定点を除き、表層から 15m 層までの水温はほぼ同様の値で、15m 以深で僅かに勾配が認められる状況であった。

塩分

調査時に観測された塩分の最高値は、外海水の影響を最も受ける ST.10 の底層 (B-1m) における 33.57 %、最低値は湾奥部の ST.3 及び枝湾内の ST.5 の表層における 32.00 %で、両者の差は 1.57 %と水温同様、同湾の塩分分布としては高低差の少ない、均質な状況であった。また、ST.1、3、6、7 及び 10 における鉛直分布について見ると、湾奥部 ST.1 及び 3 における表層から 5m 層までの増加が、他定点に比べ急激であったが、以深における増加は他定点とほぼ同様な傾向が認められた。

DO

調査時に観測された DO の最高値は湾奥部 ST.3 の 2.5m 層における 7.4ppm、最低値は湾口部

ST.7 の底層 (B-1m) における 4.7ppm で両者の差 2.7ppm は水温、塩分同様に少なく、鉛直分布についても湾奥部の ST.1 及び 3 における 5m 層までの減少が他定点に比べ顕著であったほかは各定点ともほぼ同様の分布が認められた。

3) 底質調査結果

① 泥温、底層 DO、COD、AVS、IL、MC

ア. 宿毛湾(図-4、5)

泥温

調査時に観測された泥温の最高値は、湾奥部の水深の最も浅い ST.4 における 27.5℃、最低値は湾奥部 ST.3 における 23.0℃で、前年同様、水深の深い湾北西部で低く、浅い湾南東部及び枝湾で高い傾向が認められた。

底層 DO

調査時に観測された最高値は、湾奥部の ST.4 における 8.4ppm、最低値は湾南東部 ST.5 における 4.4ppm で、枝湾部を除く湾南東部に低い値が認められた。

COD

最高値は湾奥部 ST.3 における 33.4mgO₂/gDM、最低値は湾南東部 ST.7 における 2.7mgO₂/gDM で、湾奥部で高く、湾中央部～湾口部で低い傾向が認められた。また、枝湾内の定点のうち、栄喜湾内の ST.8 及び 9 では前年をかなり下回る値が認められた。

AVS

最高値は枝湾である内外/浦に設けた ST.6 における 0.15mgS/gDM、最低値は湾口部 ST.1 および湾南東部 ST.7 における 0.01mgS/gDM で、0.1mgS/gDM を越える値は枝湾部の ST.9、湾奥部の ST.4 及び 5 で認められ、水平分布は前年とほぼ同様の傾向を示した。

IL

最高値は湾奥部 ST.3 における 8.3 %、最低値は湾口部の ST.1 における 4.2 %で、5.5 %を越える値は枝湾部の各点において認められたが、主湾部では ST.3 のみで、水平分布は前年度と同様の傾向を示した。

MC

最高値は上記 2 項目同様、ST.3 において認められ、その値は 94.5 %、最低値は湾口部 ST.1 において認められた 19.7 %で、湾中央～奥部及び枝湾部で高い前年とほぼ同様の分布を示した。

イ. 野見湾(図-6、7)

泥温

調査時に観測された泥温の最高値は湾南西部の ST.8 における 26.1 °C、最低値は湾口部中央の ST.10 における 25.4 °Cで、その差は少ないが水深の深い湾口部で高く、浅い湾奥部及び、中ノ島両側の水路から外海水の流入のある湾南西部で高い傾向が認められた。

底層 DO

観測された最高値は湾中央部 ST.6 における 5.4ppm、最低値は湾口部 ST.7 における 4.7ppm で、記述のとおり調査時の野見湾の水質はほぼ均質な状況にあり、底層 DO についても定点間の差は少ないが、枝湾部及び湾北部で僅かながら低い傾向が認められた。

COD

最高値は湾口部 ST.7 における 23.8mgO₂/gDM、最低値は ST.8 における 4.8mgO₂/gDM で湾奥部及び湾北部に高い値が認められた。

AVS

最高値は湾口部 ST.7 における 0.63mgS/gDM、最低値は COD と同じく、ST.8 で観測された 0.06mgS/gDM で、湾北西部で高く南東部で低い傾向が認められた。

IL

最高値は湾口部 ST.7 及び湾奥部 ST.1 における 8.1 %、最低値は湾口部 ST.10 における 4.2 %で、湾奥部及び湾北西部で高い傾向が認められた。

MC

最高値は湾奥部 ST.2 における 64.8 %、最低値は ST.8 における 17.2 %で、湾奥部及び湾北西部で高い IL に似た傾向が認められた(図-6,7)。

4) 底生生物調査

① 宿毛湾

調査において認められたマクロベントスは 7 動物門、72 種、1,893 個体で、前年調査に比べ動物門数では 1 門、種類数では 22 種減少したが、個体数は 870 個体増加した。また、平均出現個体数は 210 個体/0.1 m²で約 2 倍に増加したが、平均湿重量は 0.83g/0.1 m²で約 80 %に減少した(表-1)。

出現状況を動物門別に見ると、出現種類数は前年同様、環形動物が最も多く、全体の 70.8 %を占め、節足動物(15.3 %)、軟体動物(5.6 %)がこれに続き、これ等 3 動物門で全体の 91.7 %を占めた。この様な傾向は前年も認められ、環形動物の割合は 63.8 %と本年に比べ低率であるものの、3 動物門の合計値 92.5 %は、本年とほぼ同じ割合であった。

一方、出現個体数は環形動物のみで 94.5 %を占め、節足動物及び軟体動物はそれぞれ 1.7 %及び 1.6 %の低率に止まり、前年調査に比べ環形動物の著しい優占が認められた。

同様に湿重量についても、環形動物の割合が 73.4 %と前年調査(50.6 %)に比べ約 20 %も高く、逆に節足動物は 23.7%、軟体動物は 2.1 %と、前者で 12.5 %、後者では 7.4 %も低い値であった(図-8)。

これ等のマクロベントスを出現種類別に見ると、最も個体数の多かったものは多毛類の *Paraonides nipponica* で全出現個体数の 37.5 %、次いで *Cossura coasta* が 16.0 %、*Scoloplos sp.* が 10.3 %を占めたほか、優占 10 種はいずれも多毛類で全体の 80.6 %を占めた。なお、汚染指標種としては多毛類の *Lumbrineris logifolia* が ST.2、5、6 を除く各点で合計 101 個体、全出現個体数の 5.3 %認められ、最も出現数の多かった ST.8(60 個体)では同点の出現個体数の 13.7 %を占めていた。このほかシズクガイ(*Theora fragilis*)が ST.2、3、および 8 で計 19 個体が認められたが、出現個体数に対する割合は 1.0 %の低率であった。

さらに、出現状況を定点別に見ると、個体数は 38 ~ 439 個体/0.1 m²の範囲にあり、湾中央部及び枝湾部で少なく、湾口部及び湾奥部で多い傾向が、

湿重量についても 0.03 ～ 2.00g/0.1 m² の範囲にあり、個体数同様、湾中部及び枝湾部で僅かに少ない傾向が認められたが、前年調査において認められた 2.0g/0.1 m² を越える値は認められなかった。

これ等の結果から多様度指数 (bit) は 1.48 ～ 4.21 と前年調査とほぼ同様の値となり、個体数及び湿重量と同じく枝湾部で低い傾向が認められたが、最高値は前年と異なり湾中央部において認められた(図-9)。

②野見湾

調査によって認められたマクロベントスは、宿毛湾に比べ定点数は 1 点多いにもかかわらず、7 動物門、59 種類、927 個体にとどまった。また、平均出現個体数は 93 個体/0.1 m²、平均湿重量は 0.34 g / 0.1m² で、いずれも宿毛湾の値の 50 % 以下であったほか、多様度指数 (bit) の平均値も 2.28 と少なく、同湾の底生生物相の貧弱さが窺われた(表-2)。

出現状況を動物門別に見ると、種類数は宿毛湾と同じく環形動物が最も多く全体の 69.5 % を占め、節足動物 (11.9 %)、軟体動物 (8.5%) がこれに続き、これ等 3 動物門の合計値 89.9 % は宿毛湾 (91.7 %) とほぼ同様の値であったほか、出現個体数についても環形動物の割合が 94.7 % と最も多く、節足動物は 1.5 %、軟体動物は 1.6 % の低率で、環形動物が著しく優占する宿毛湾と同様な傾向が認められた。これに対し、湿重量では同様に上記 3 動物門が優占したが環形動物の割合は 63.3 % と宿毛湾に比べ約 10 % 少なく、逆に軟体動物は 7.8 % で約 5 % 多かった(図-10)。

また、出現状況を種類別に見ると、最も個体数の多かったものは多毛類のイトエラスピオ (*Prioiospio pulchra*) で全出現個体数の 47.1 % を占め、次いで同じ多毛類の *Caspiella* sp. が 6.9 %、汚染指標種である *Lumbrineris logifolia* が 4.5 % を占め、宿毛湾同様、優占 10 種はすべて多毛類で全体の 80.5 % を占めた。なお、出現した汚染指標種は上記の *Lumbrineris logifolia* のほか多毛類の *Paraprionospio* sp. Form A 及び二枚貝類のシズクガイ (*Theora frogilis*) の 3 種で、このうち

Lumbrineris logifolia は ST.1 で 1 個体 (ST.1 における個体数割合は 3.8 %)、ST.8 で 9 個体 (同 5.1 %)、ST.10 で 32 個体 (同 18.8 %)、合計 42 個体が認められ、全出現個体数に対する割合は 4.5 % であったが、*Paraprionospio* sp. Form A は ST.1・6・9 及び 10 で合計 5 個体が、シズクガイ (*Theora frogilis*) は ST.7 で 1 個体が認められたのみで、全出現個体数に対する割合は前者で 0.5 %、後者で 0.1 % の低率であった。

一方、定点別の出現状況について見ると、出現個体数は 26 ～ 175 個体/0.1 m² と宿毛湾に比べ少なかったが、湾口部で多く湾奥部及び AVS、COD 等の値の高い ST.7 において少ない傾向が認められた。湿重量は 0.06 ～ 1.20g/0.1 m² の範囲にあり、個体数のそれとよく似た、湾奥部で少なく、ST.7 を除いた湾口部で多い傾向が認められた。これ等の結果から得られる多様度指数 (bit) は 0.61 ～ 4.22 と宿毛湾に近い値で、枝湾部で低く、湾口部で高い傾向が認められた(図-11)。

5. 野見湾、宿毛湾及び浦ノ内湾における調査結果の比較

野見湾 (1998 年)、宿毛湾 (1997 ～ 1998 年) 及び浦ノ内湾 (1996 年) の調査によって得られた各測定項目の平均値、最小・最大値および標準偏差を表-3 に示した。測定項目のうち IL、COD、AVS 並びに MC の平均値は野見、宿毛両湾に比べ浦ノ内湾がいずれも極端に高い。これに対し、底層 DO は同湾が最も低く、マクロベントスの個体数、湿重量及び多様度指数は最も少なく、閉鎖性で外海水の流入が緩慢な同湾の底質の汚染状況が窺われた。また、宿毛湾と野見湾を比較すると IL 及び AVS は野見湾が、COD 及び MC は宿毛湾がやや高く、両湾の相違は明瞭でないが、マクロベントスの個体数、湿重量並びに多様度指数は宿毛湾が野見湾を上回り、開放性の大型湾である同湾の底質が、同じく開放性でありながら面積が少なく、相対的に養殖負荷量の多い野見湾に比べ良好な状況が認められた。

表-4 にはこれ等 3 海域のうち開放性の湾である宿毛湾および野見湾における 1997 年以降の調

査によって得られた測定結果の項目間の相互相関係数を示した。

測定項目のうち、底層 DO は宿毛湾では底質項目との間に有意な相関が認められなかったのに対し、野見湾では IL、COD、AVS との間かなりの相関が認められた。また、マクロベントスの多様度指数、個体数及び湿重量は底層 DO を除いた底質項目との間に強い相関が認められたが、野見湾では多様度指数が IL、COD、AVS との間に強い相関を示すものの、個体数、湿重量はいずれの底質項目との間にも有意な相関が認められず、逆に底層 DO との間かなりの相関が認められた。

6. 合成指標値と底層 DO との関係

1997 年の解析結果から底質の汚染度を評価するための、以下の合成指標値の計算式が得られている。

$$Z1a=0.517(IL)+0.506(AVS)+0.508(MC)-0.465(H') \dots\dots\dots (1)$$

$$Z1b=0.599(IL)+0.554(AVS)+0.576(MC) \dots\dots\dots (2)$$

$$Z1c=0.511(COD)+0.506(AVS)+0.501(MC)-0.480(H') \dots\dots\dots (3)$$

$$Z1f=0.591(COD)+0.563(AVS)+0.575(MC) \dots\dots\dots (4)$$

()内は下表の平均値と標準偏差を用いて $(X-\bar{X})/SD$ で変換した値

(説明変量)	平均値	標準偏差
IL (%)	8.23	4.60
COD (mgO ₂ /gDM)	20.9	15.9
AVS (mgS/gDM)	0.54	29.4
C (%)	67.2	1.20
H' (bit)	2.76	2.25

これ等の式に宿毛湾(1997～1998年)及び野見湾(1998年)の調査結果を代入し、得られる合成指標値と調査時に測定された底層 DO との関係を図-12 に示した。両湾における合成指標値と底層 DO との関係を見ると、底層 DO はいずれの合成

指標値に対しても負の関係が認められるものの、相関係数は宿毛湾で 0.074 ～ 0.157、野見湾で 0.422 ～ 0.508 と低く、福岡湾で得られた 0.7 を越える良好な相関は認められなかった。

これ等の結果は底層 DO の極少期における採泥を前提とする本調査において、両湾における底層 DO 極少期の把握が十分でなく、宿毛湾で 3.08 ～ 3.77mg/l、野見湾で 3.29 ～ 3.57mg/l と、いずれも底層 DO 濃度の比較的高い時期に調査を行った結果と考えられる。

(参考文献)

- 1) 水産庁(1979):漁場改良復旧基礎調査報告書(須崎湾、野見湾、浦ノ内湾)、pp.13-19.
- 2) 野村和行(1975):宿毛湾におけるハマチ養殖漁場の環境構造とその変動傾向について、昭和 50 年度高知県水産試験場事業報告書、pp.126-148.
- 3) 日本水産資源保護協会(1997):平成 8 年度漁場富栄養化対策事業 底質環境評価手法実用化調査報告書、pp.156～157.
- 4) 日本水産資源保護協会(1998):平成 9 年度漁場富栄養化対策事業 底質環境評価手法実用化調査報告書、pp.171～173.

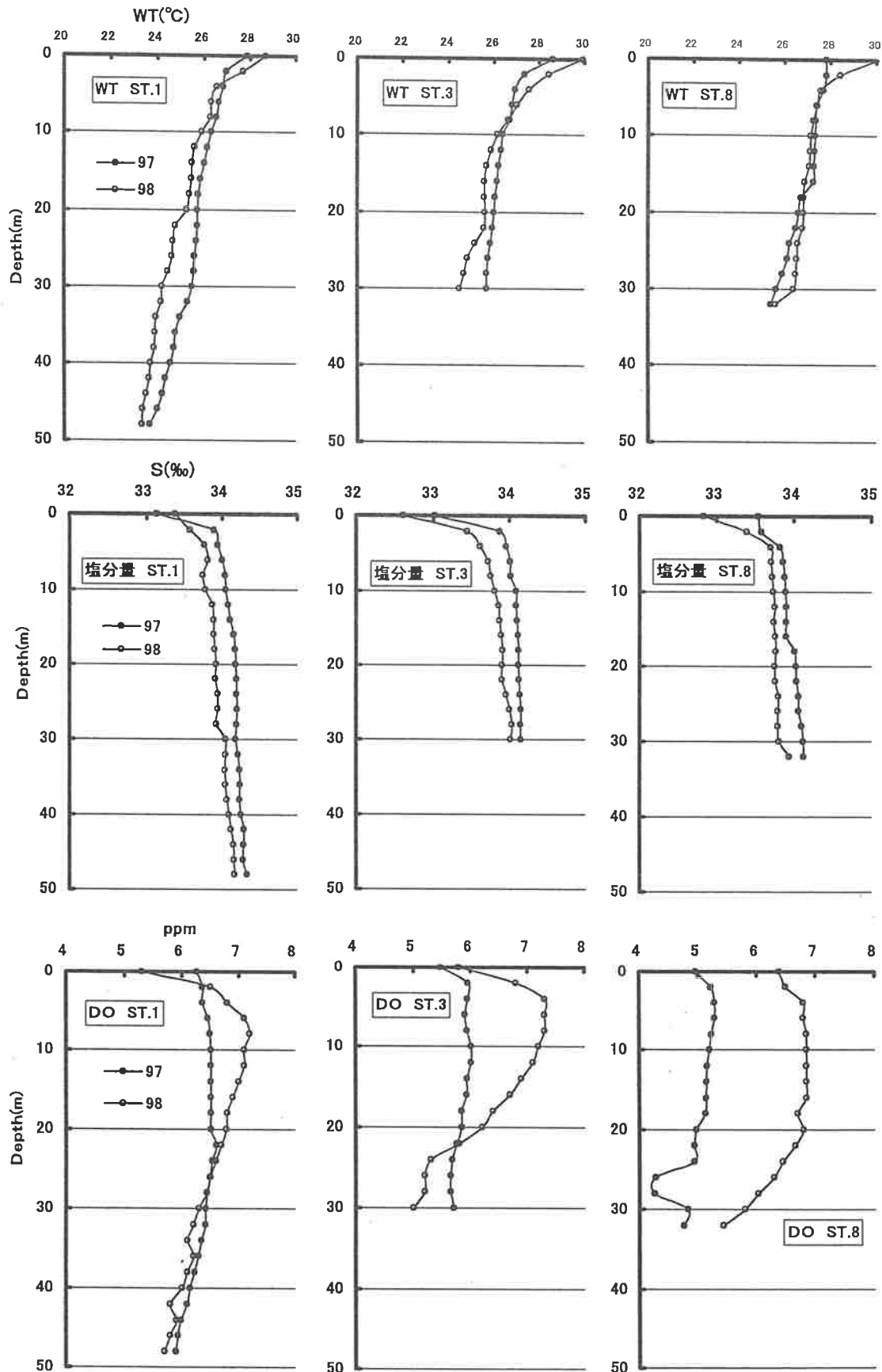


図-2 調査時の水温、塩分量、DOの鉛直分布(宿毛湾)

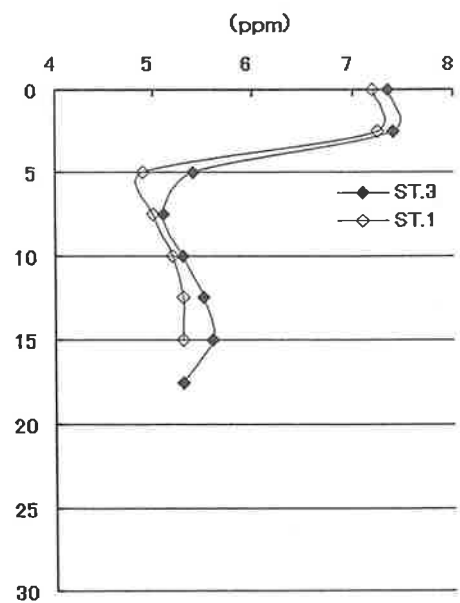
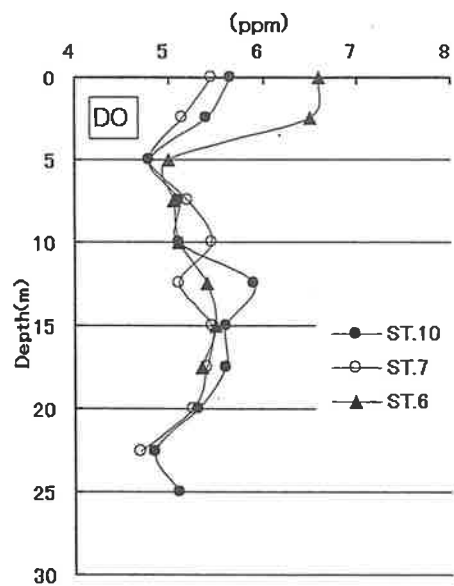
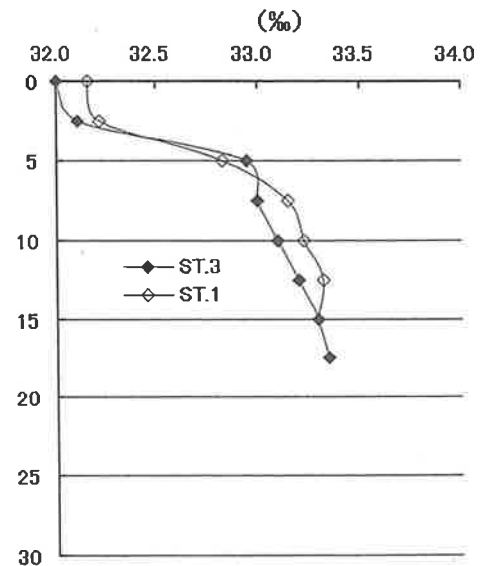
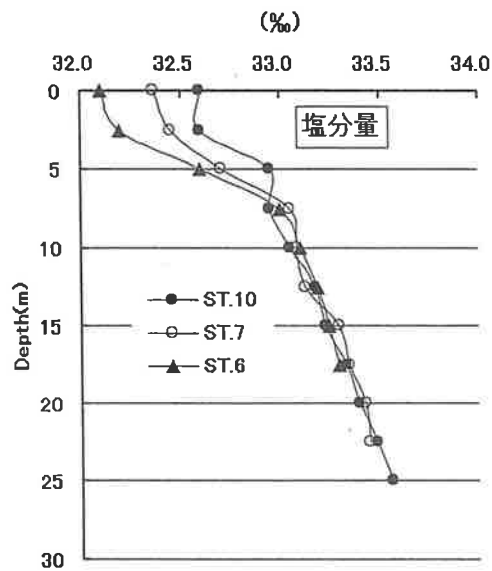
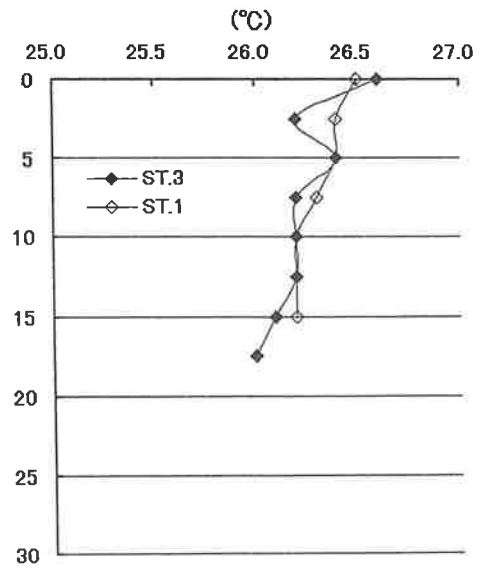
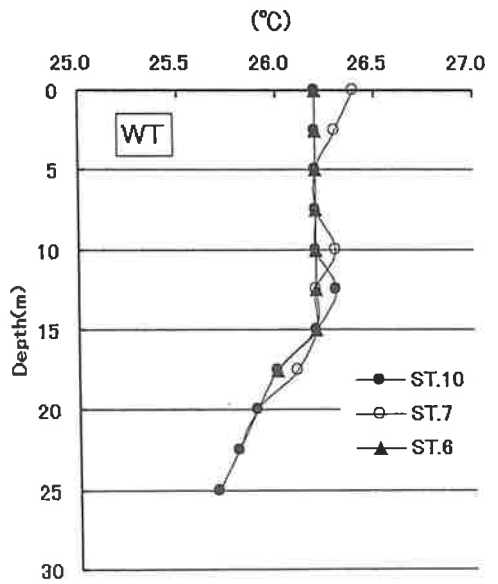


図-3 水温、塩分量、DOの鉛直分布(野見湾)

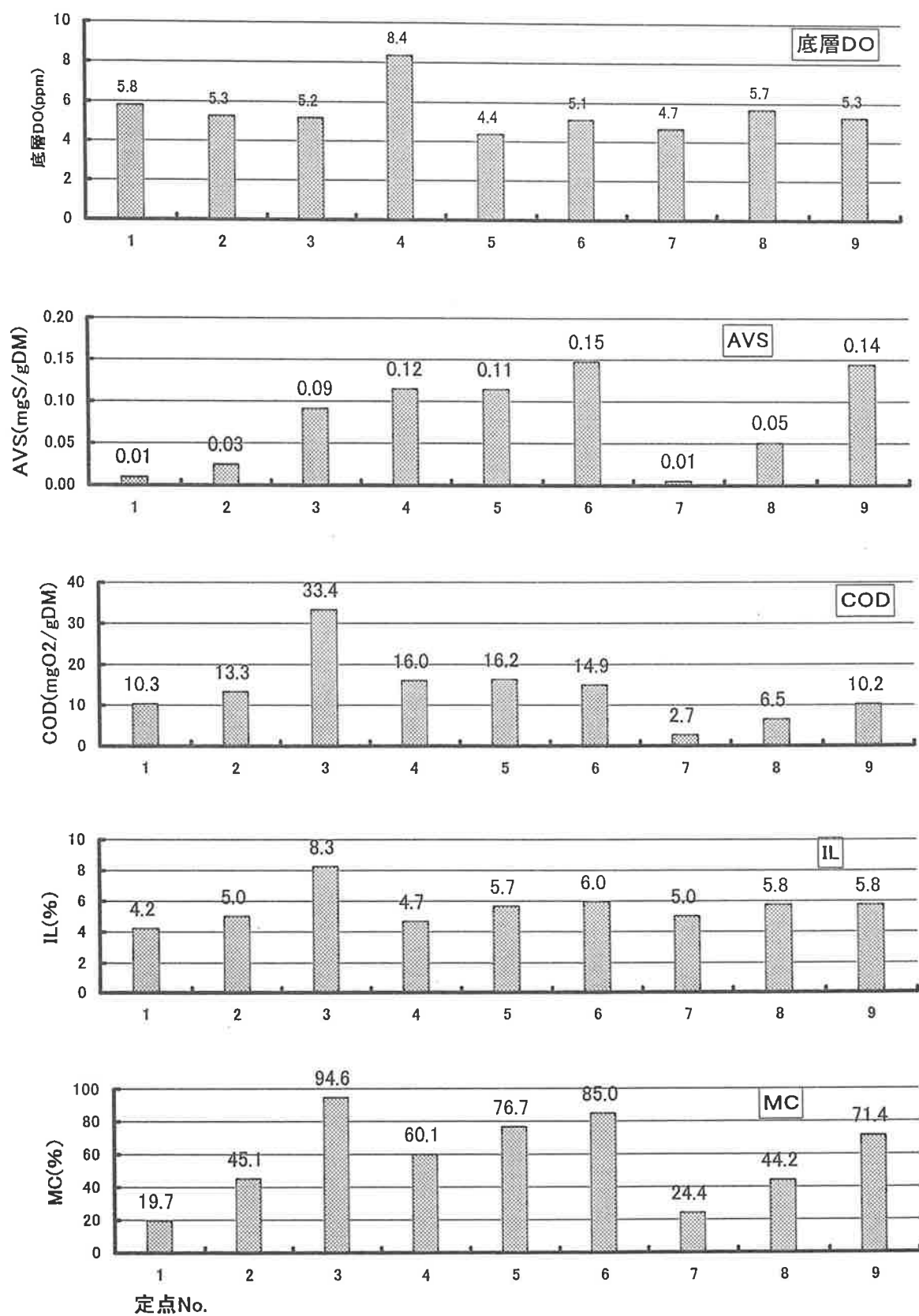
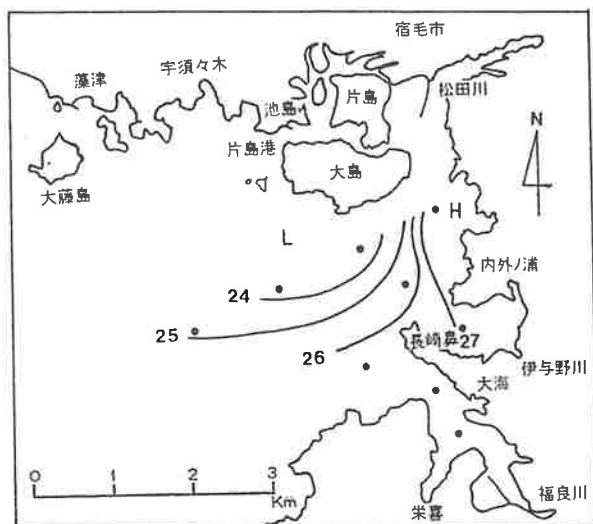
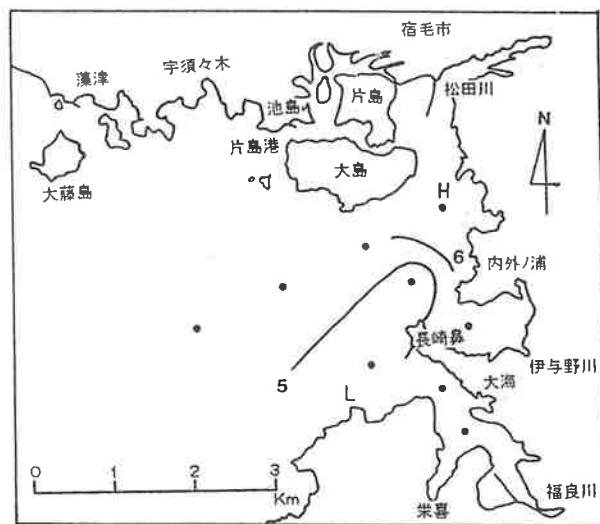


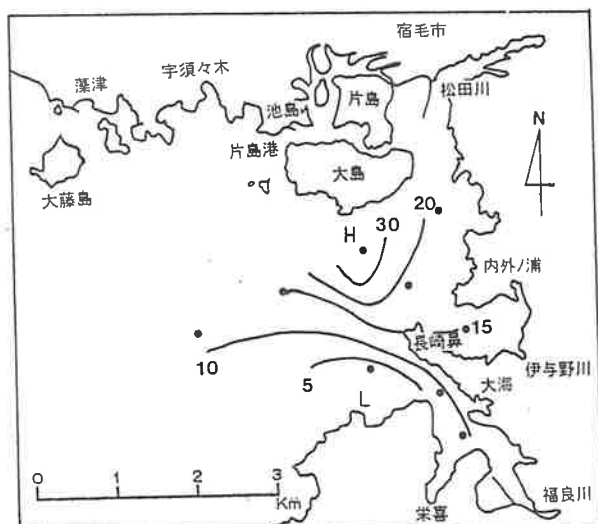
図 - 4 宿毛湾定点別底質項目(COD,IL,AVS,MC)



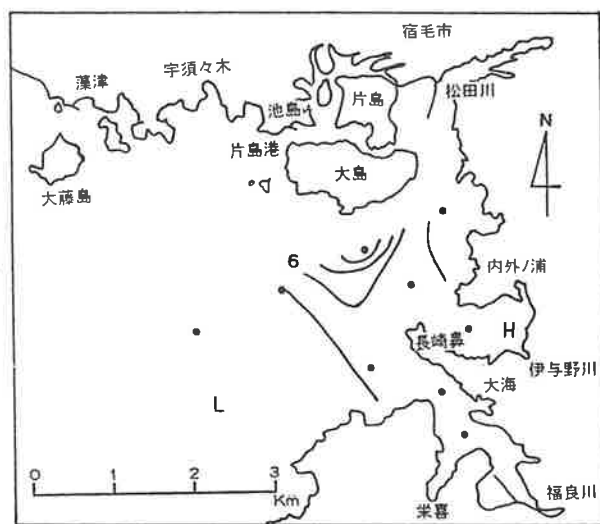
泥温(°C)



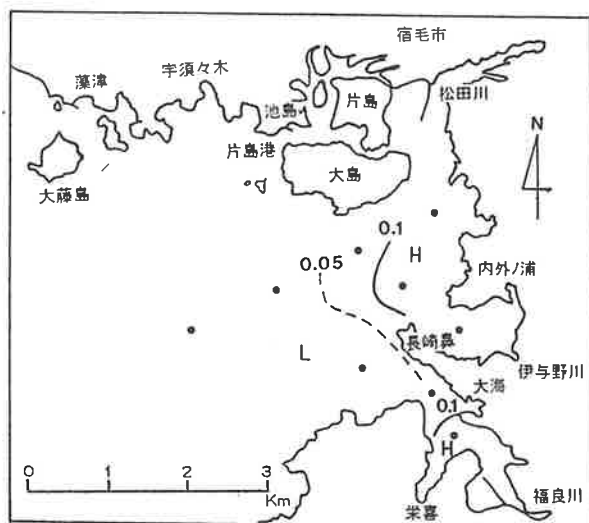
底層DO(ppm)



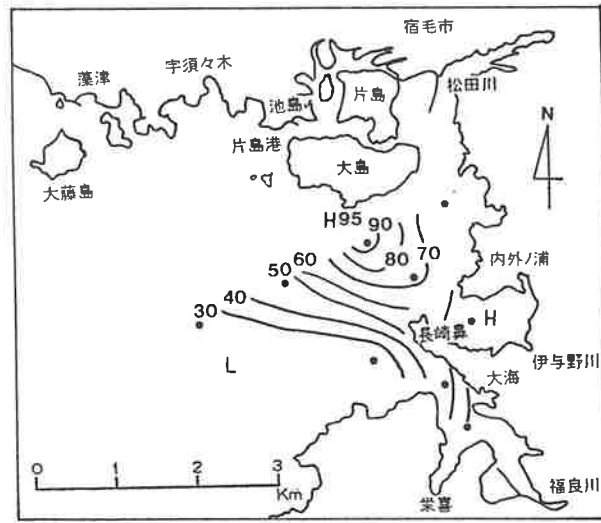
COD(mg O₂/g乾泥)



IL(%)



AVS(mg S/g乾泥)



MC(%)

図-5 調査時の底質(泥温、底層DO、COD、IL、AVS、MC)の水平分布 宿毛湾

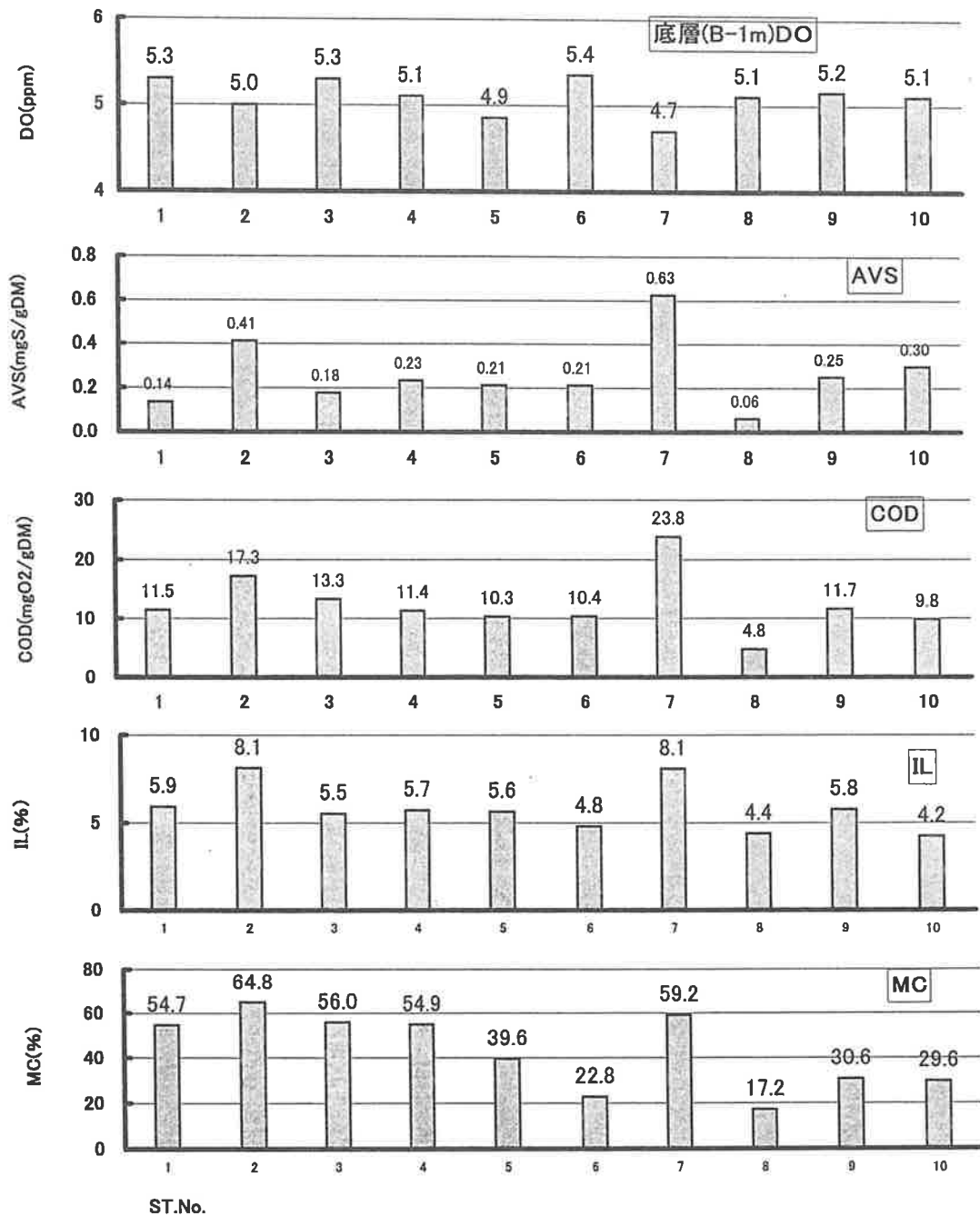
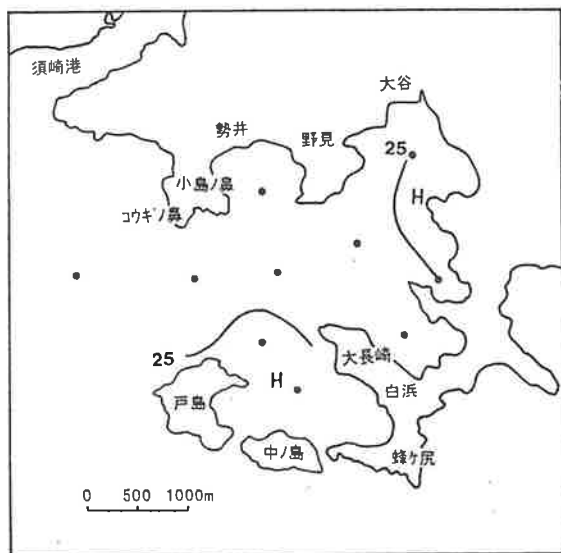
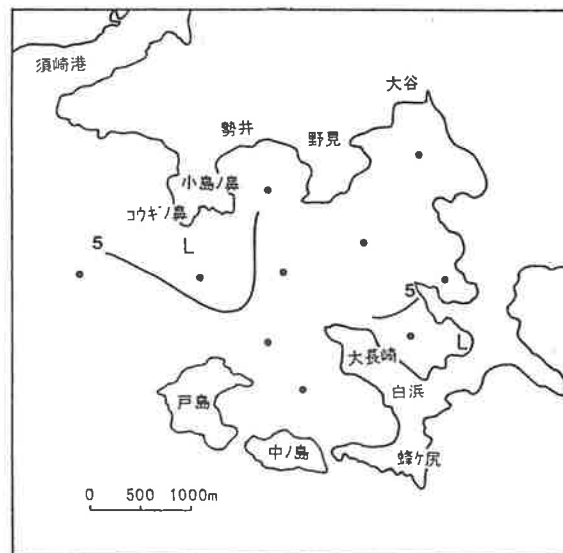


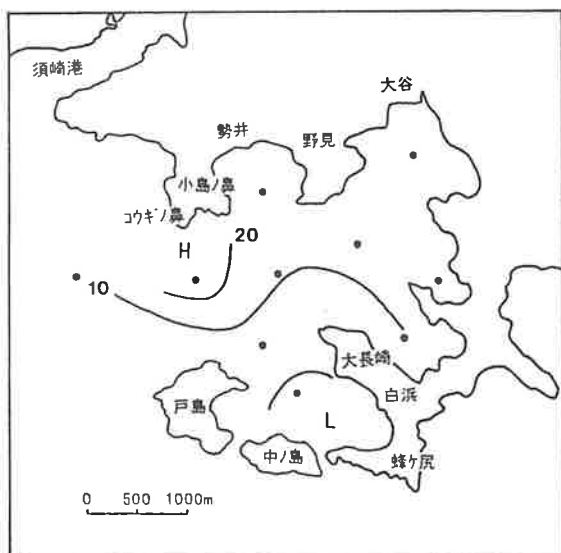
図-6 野見湾定点別底質項目(COD,IL,AVS,MC)



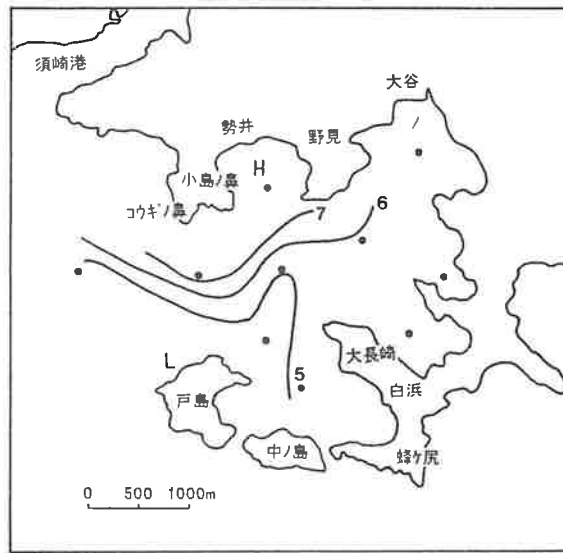
泥温(°C)



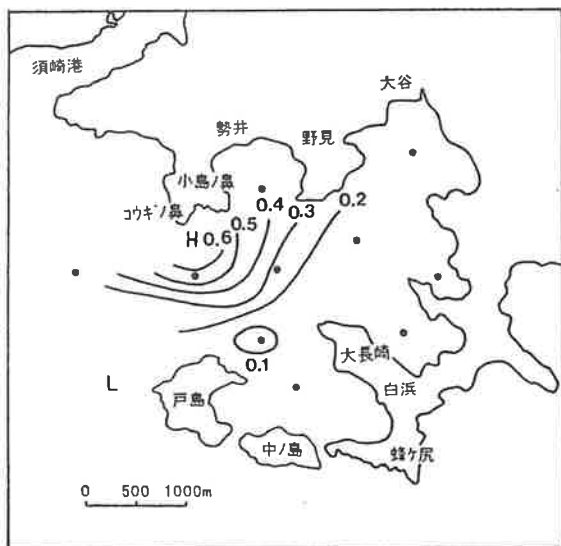
底層DO(ppm)



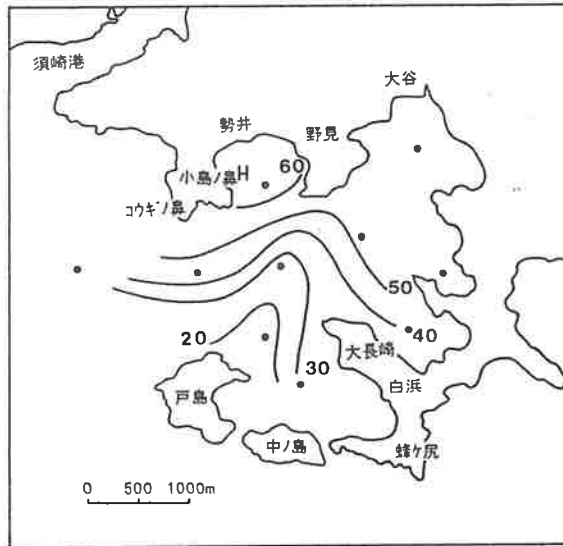
COD(mg O₂/g乾泥)



IL(%)



AVS(mg S/g乾泥)



MC(%)

図-7 調査時の底質(泥温、底層DO、COD、IL、AVS、MC)の水平分布 野見湾

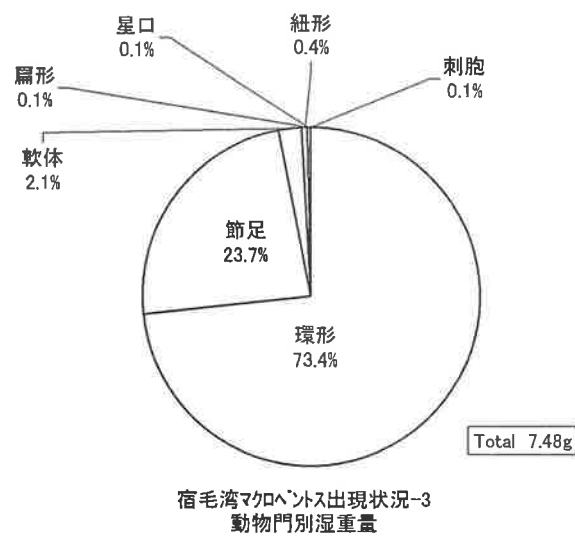
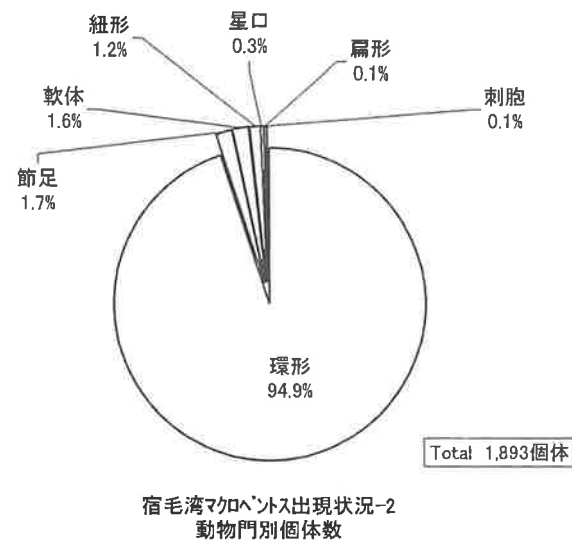
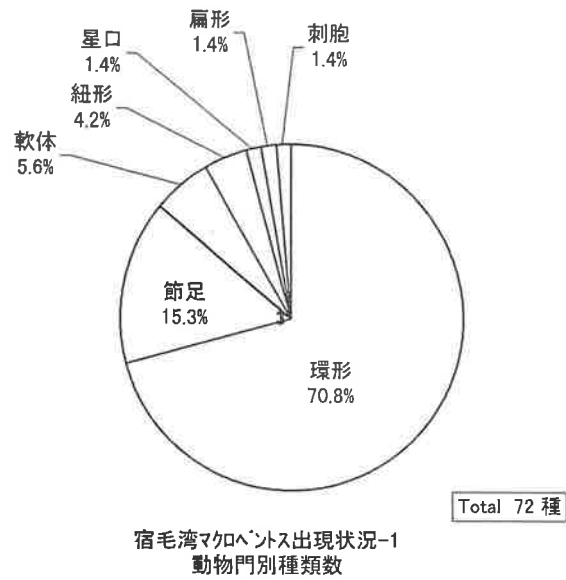
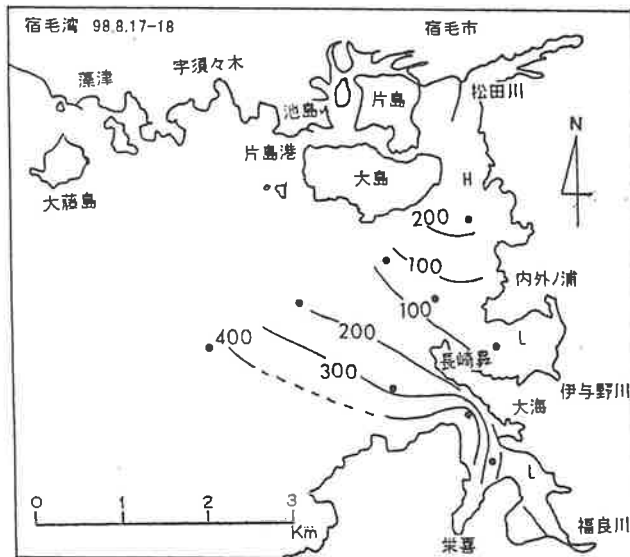
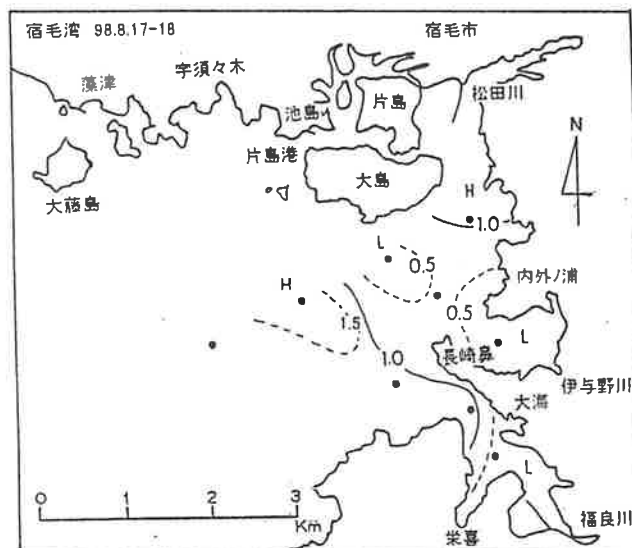


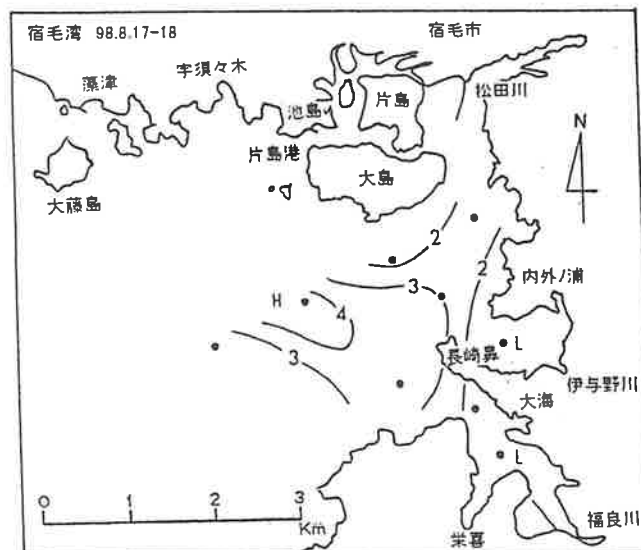
図-8 宿毛湾における動物門別マクロベントス出現状況(98.8.17-18)



マクロベントス個体数(g/0.1m²)



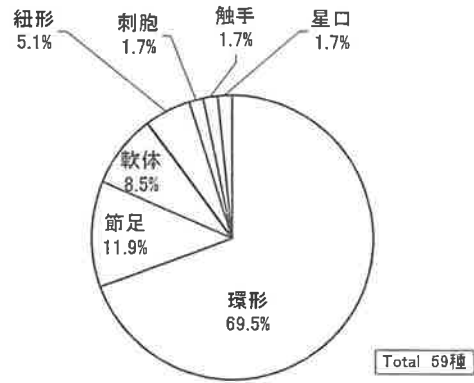
マクロベントス湿重量(g/0.1m²)



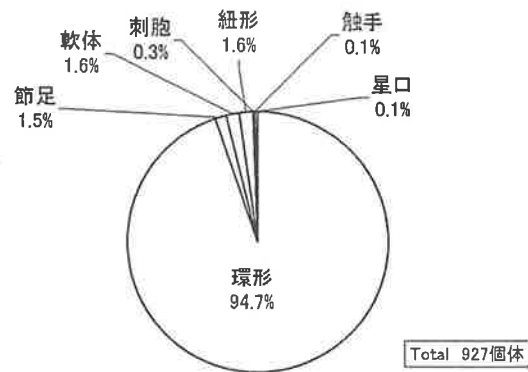
ベントス多様度(H')

図-9 宿毛湾におけるマクロベントス分布状況(98.8.17-18)

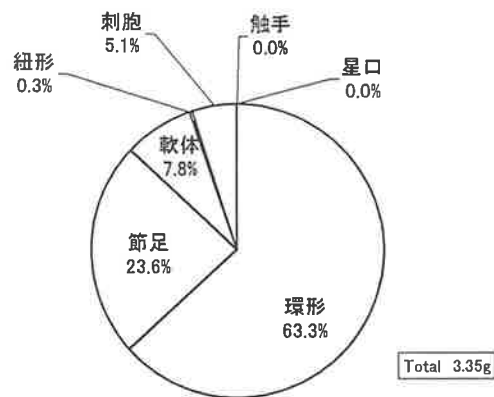
底質環境評価手法実用化調査（宿毛湾・野見湾）



野見湾マクロベントス出現状況-1
動物門別種類数

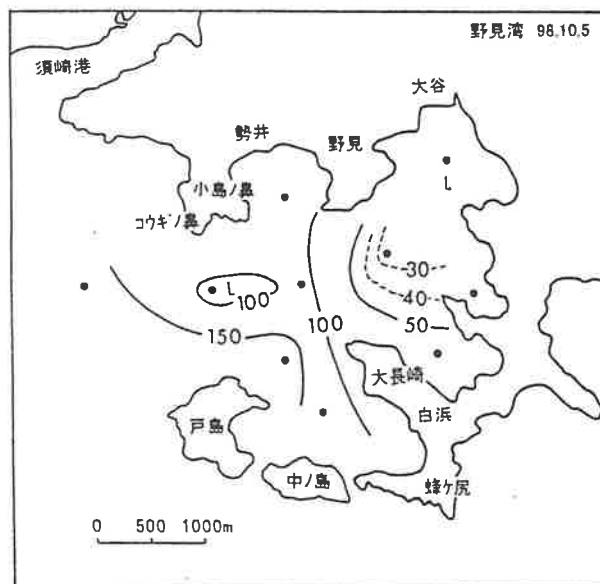


野見湾マクロベントス出現状況-2
動物門別個体数

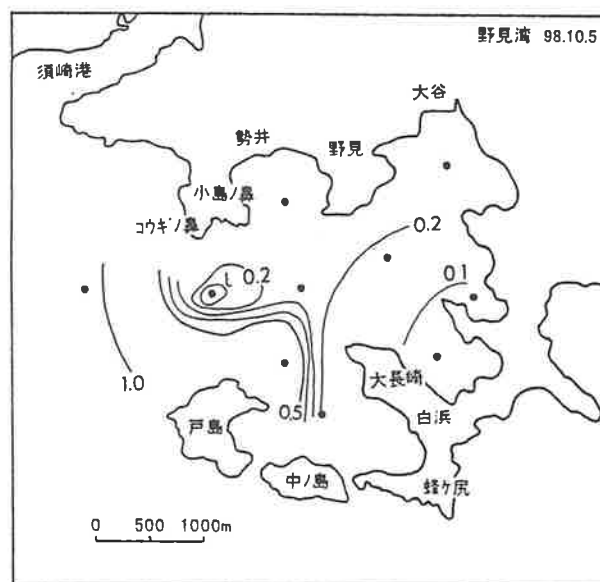


野見湾マクロベントス出現状況-3
動物門別湿重量

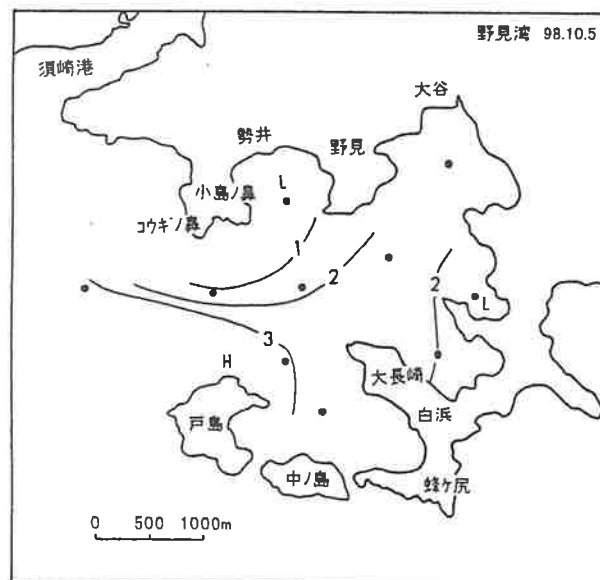
図- 10 野見湾における動物門別マクロベントス出現状況(98.10.5)



マクロベントス個体数(g/0.1m²)



マクロベントス湿重量(g/0.1m²)



ベントス多様度(ベツ)

図- 11 野見湾におけるマクロベントスの分布状況(98.10.5)

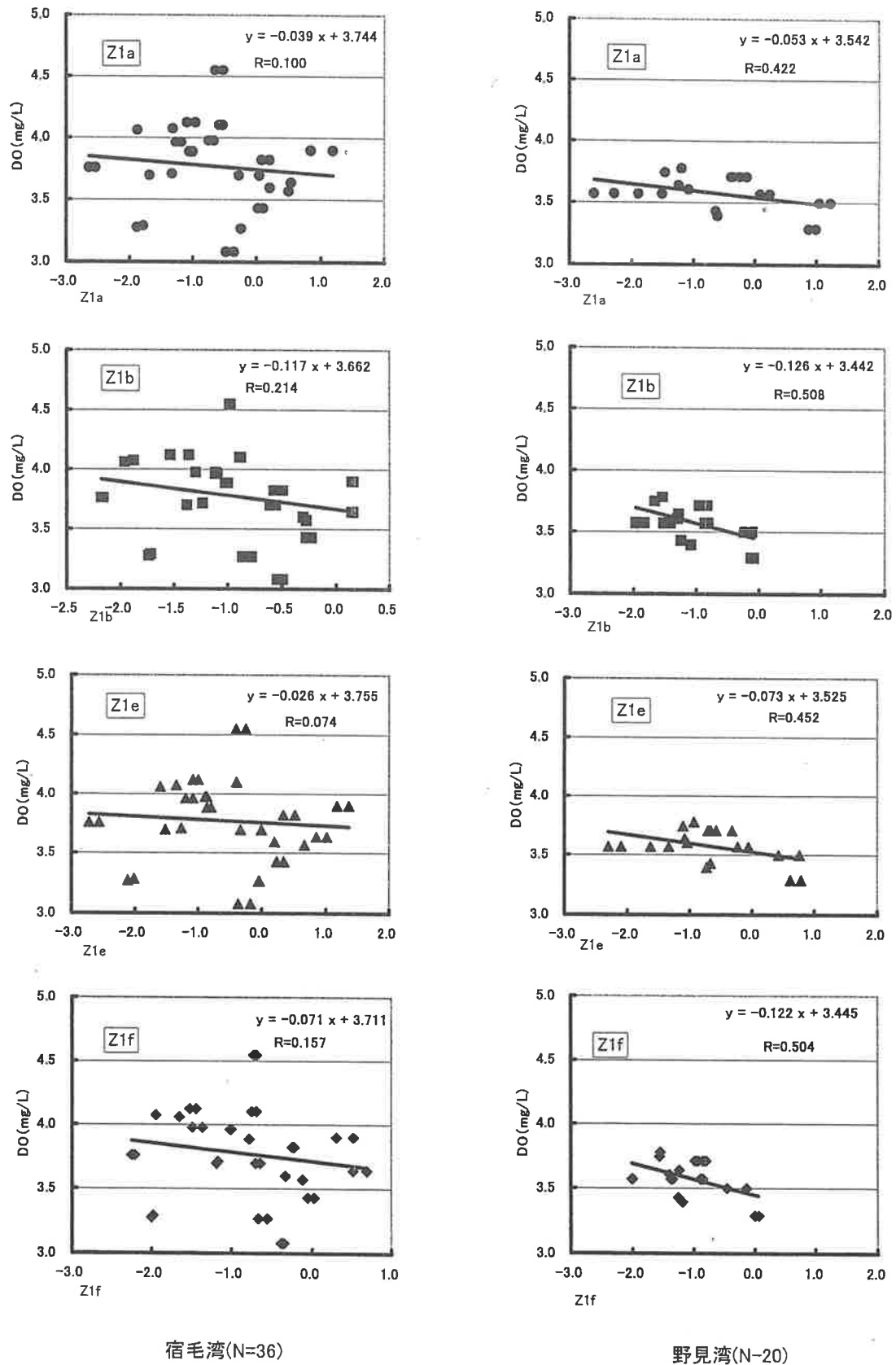


図-12 1995～1997年の解析によって得られた各合成指標と宿毛湾及び野見湾における底層DOとの関係

表-1 宿毛湾におけるマクロベントス出現状況(98.8.17-18)

動物門	調査点	ST.1		ST.2		ST.3		ST.4		ST.5		ST.6		ST.7		ST.8		ST.9		合計	
	種類数	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
環形	51	408	0.88	173	1.27	73	0.27	259	0.59	30	0.30	38	0.02	283	0.83	431	1.29	102	0.04	1,797	5.49
節足	11	7	0.09	4	0.70			7	0.35	3	0.27	1	0.01	3	0.24	6	0.11			31	1.77
軟体	4	1	0.00	8	0.02	10	0.06	1	0.08					1	0.00	1	0.00	1	0.00	23	0.16
紐形	3	4	0.01	7	0.01	8	0.01			5	0.00	1	0.00	5	0.00	1	0.00	2	0.00	33	0.03
刺胞	1	1	0.01																	1	0.01
扁形	1	2	0.01																	2	0.01
星口	1	2	0.00											4	0.01					6	0.01
ST.別計	種類数	39		35		10		16		13		10		32		26		14		72	
	個体数	425		192		91		267		38		40		296		439		105		1,893	
	湿重量	1.00		2.00		0.34		1.02		0.57		0.03		1.08		1.40		0.04		7.48	
bit(H')		2.27		4.21		1.75		2.10		3.08		1.48		3.75		1.91		1.90		—	

個体数単位:個体数/0.1m²湿重量単位:g/0.1m²

表-2 野見湾におけるマクロベントス出現状況(98.10.5)

動物門	調査点	ST.1		ST.2		ST.3		ST.4		ST.5		ST.6		ST.7		ST.8		ST.9		ST.10		合計	
	種類数	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
環形	41	24	0.01	127	0.09	26	0.16	35	0.06	61	0.04	100	0.09	94	0.06	161	0.66	92	0.06	158	0.89	878	2.12
節足	7	1	0.23	1	0.24	1	0.01			2	0.02	1	0.12			1	0.02	3	0.02	4	0.13	14	0.79
軟体	5													1	0.01	7	0.14	7	0.11			15	0.26
紐形	3	1	0.00					2	0.00							5	0.00	2	0.00	5	0.01	15	0.01
刺胞	1																			3	0.17	3	0.17
触手	1											1	0.00									1	0.00
星口	1															1	0.00					1	0.00
ST.別計	種類数	10		5		9		7		9		11		6		34		17		31		59	
	個体数	26		128		27		37		63		102		95		175		104		170		927	
	湿重量	0.24		0.33		0.17		0.06		0.06		0.21		0.07		0.82		0.19		1.20		3.35	
bit(H')		2.59		0.61		2.59		1.41		2.01		1.97		1.02		4.22		2.70		3.72		—	

個体数単位:個体数/0.1m²湿重量単位:g/0.1m²

表-3 野見湾(N=20)、宿毛湾(N=36)及び浦ノ内湾(N=20)の測定結果の比較

項目	海域名	平均	最小	最大	標準偏差	備考
IL (%)	野見湾	5.82	3.91	8.36	1.36	
	宿毛湾	5.46	3.52	8.37	1.15	
	浦ノ内湾	9.89	2.61	14.47	4.61	
COD(mgO ₂ /gDM)	野見湾	12.41	4.50	24.90	5.10	
	宿毛湾	14.41	2.31	35.53	7.57	
	浦ノ内湾	29.39	2.26	55.94	18.20	
AVS(mgS/gDM)	野見湾	0.26	0.06	0.64	0.16	
	宿毛湾	0.10	0.00	0.27	0.07	
	浦ノ内湾	1.24	0.09	2.68	0.89	
MC (%)	野見湾	42.9	17.2	65.7	16.6	
	宿毛湾	58.8	10.2	96.8	25.1	
	浦ノ内湾	68.7	6.5	96.1	34.8	
DO(mg/l)	野見湾	3.57	3.29	3.75	0.14	
	宿毛湾	3.77	3.08	4.55	0.35	
	浦ノ内湾	1.91	0.07	4.83	1.84	
個体数(/0.1m ²)	野見湾	93	26	175	55	
	宿毛湾	162	5	439	138	
	浦ノ内湾	23	0	85	32	
湿重量(g/0.1m ²)	野見湾	0.34	0.06	1.20	0.38	
	宿毛湾	0.91	0.03	2.74	0.77	
	浦ノ内湾	0.49	0.00	3.34	1.09	
多様度指数(H')	野見湾	2.28	0.61	4.22	1.13	
	宿毛湾	2.50	0.72	4.79	1.09	
	浦ノ内湾	1.19	0.00	3.50	1.60	

ベントデータは合計値(/0.1m²)

表-4 測定項目間の相互相関係数

宿毛湾('97-'98)

	IL	COD	AVS	MC	底層DO	H'	個体数	湿重量
IL								
COD	0.747 **							
AVS	0.368 *	0.514 **						
MC	0.703 **	0.783 **	0.717 **					
底層DO	-0.219	-0.055	-0.189	-0.192				
H'	-0.533 **	-0.500 **	-0.531 **	-0.729 **	-0.075			
個体数	-0.408 *	-0.577 **	-0.588 **	-0.654 **	0.398 *	0.217		
湿重量	-0.430 **	-0.370 *	-0.381 *	-0.552 **	0.240	0.454 **	0.547 **	

野見湾('98)

	IL	COD	AVS	MC	底層DO	H'	個体数	湿重量
IL								
COD	0.839 **							
AVS	0.740 **	0.889 **						
MC	-0.547 *	-0.530 *	-0.696 **					
底層DO	0.756 **	0.711 **	0.502 *	-0.298				
H'	-0.768 **	-0.693 **	-0.573 **	0.329	-0.758 **			
個体数	-0.167	-0.070	0.111	-0.162	-0.470 *	0.383		
湿重量	-0.491	-0.332	-0.170	0.090	-0.452 *	0.681 **	0.743 **	

表.5 平成10年度底質環境評価手法実用化調査結果(宿毛湾)

調査日:1998.8.17-18

St	水深 m	底層DO ppm	泥温 °C	AVS mgS/g乾泥	COD mgO ₂ /g乾泥	IL %	MC %	多様度指数 ビット	個体数 /0.05m ²	湿重量 g/0.05m ²
1	48.0	5.8		0.02	5.6	4.3	20.8	1.87	336	0.62
				0.00	15.1	4.1	18.5	3.13	89	0.38
		平均値	25.0	0.01	10.3	4.2	19.7	2.50	213	0.50
2	41.5	5.3		0.02	13.5	4.6	44.6	3.95	138	1.62
				0.03	13.2	5.5	45.7	3.36	54	0.38
		平均値	23.3	0.03	13.3	5.0	45.1	3.66	96	1.00
3	31.0	5.2		0.09	31.2	8.4	94.5	1.71	52	0.22
				0.10	35.5	8.2	94.8	1.67	39	0.12
		平均値	23.0	0.09	33.4	8.3	94.6	1.69	46	0.17
4	7.7	6.5		0.13	15.5	4.7	59.5	2.17	147	0.43
				0.10	16.5	4.7	60.6	1.87	120	0.59
		平均値	27.5	0.12	16.0	4.7	60.1	2.02	134	0.51
5	26.5	4.4		0.11	17.0	5.6	76.5	2.41	13	0.01
				0.12	15.5	5.8	77.0	2.83	25	0.56
		平均値	25.4	0.11	16.2	5.7	76.7	2.62	19	0.29
6	16.5	5.1		0.17	11.8	5.8	84.3	1.51	28	0.02
				0.12	18.0	6.1	85.7	0.82	12	0.01
		平均値	27.2	0.15	14.9	6.0	85.0	1.17	20	0.02
7	32.0	4.7		0.00	3.1	5.1	23.3	3.65	187	0.75
				0.01	2.3	4.9	25.6	3.44	109	0.33
		平均値	26.9	0.01	2.7	5.0	24.4	3.55	148	0.54
8	31.0	5.7		0.03	6.4	5.5	42.0	1.71	265	0.98
				0.07	6.6	6.0	46.3	1.93	174	0.42
		平均値	25.1	0.05	6.5	5.8	44.2	1.82	220	0.70
9	20.0	5.3		0.13	10.5	5.9	69.9	1.24	50	0.02
				0.16	9.9	5.7	72.9	2.18	55	0.02
		平均値	26.0	0.14	10.2	5.8	71.4	1.71	53	0.02
平均	28.2	5.5	25.5	0.08	13.7	5.6	57.9	2.30	105	0.42
標準偏差	12.4	1.1	1.6	0.06	8.6	1.1	25.6	0.89	90	0.41
最低値	4.4	4.4	0.0	0.00	2.3	4.1	18.5	0.82	12	0.01
最高値	48.0	8.4	27.5	0.17	35.5	8.4	94.8	3.95	336	1.62

表.6 平成 10 年度底質環境評価手法実用化調査結果(野見湾)

調査日:1998.10.5

St.	水深 m	底層DO ppm	泥温 °C	AVS mgS/g乾 泥	COD mgO ₂ /g乾 泥	IL %	MC %	多様度指数 ビット	個体数 /0.05m ²	湿重量 g/0.05m ²
1	14.0	5.3		0.14	11.4	5.7	56.1	2.16	8	0.23
				0.13	11.6	6.1	53.4	2.39	18	0.01
		平均値	26.0	0.14	11.5	5.9	54.7	2.28	13	0.12
2	17.0	5.0		0.43	20.8	8.4	65.7	0.55	94	0.30
				0.40	13.7	7.9	64.0	0.70	34	0.03
		平均値	25.8	0.41	17.3	8.1	64.8	0.63	64	0.17
3	17.5	5.3		0.18	13.3	6.2	54.4	2.55	11	0.13
				0.17	13.3	4.8	57.5	1.80	16	0.04
		平均値	25.8	0.18	13.3	5.5	56.0	2.18	14	0.09
4	14.5	5.1		0.19	11.7	5.8	55.2	0.95	17	0.05
				0.28	11.0	5.7	54.6	1.46	20	0.01
		平均値	26.0	0.23	11.4	5.7	54.9	1.21	19	0.03
5	16.5	4.9		0.22	10.8	6.1	39.9	1.98	32	0.02
				0.20	9.8	5.2	39.3	1.67	31	0.04
		平均値	25.7	0.21	10.3	5.6	39.6	1.83	32	0.03
6	16.5	5.4		0.22	10.1	4.3	22.6	2.12	49	0.16
				0.21	10.6	5.3	22.9	1.71	53	0.05
		平均値	25.8	0.21	10.4	4.8	22.8	1.92	51	0.11
7	23.0	4.7		0.64	24.9	8.3	58.2	0.94	76	0.05
				0.62	22.7	7.8	60.2	1.23	19	0.02
		平均値	25.5	0.63	23.8	8.1	59.2	1.09	48	0.04
8	13.5	5.1		0.06	5.0	3.9	17.2	4.15	126	0.63
				0.06	4.5	4.9	17.3	3.61	49	0.19
		平均値	26.1	0.06	4.8	4.4	17.2	3.88	88	0.41
9	15.5	5.2		0.23	10.1	5.9	30.4	2.30	44	0.06
				0.27	13.2	5.7	30.9	2.77	60	0.13
		平均値	26.0	0.25	11.7	5.8	30.6	2.54	52	0.10
10	25.0	5.1		0.30	10.0	4.0	28.8	3.83	70	0.63
				0.30	9.6	4.5	30.5	3.16	100	0.57
		平均値	25.4	0.30	9.8	4.2	29.6	3.50	85	0.60
平均	17.3	5.1	25.8	0.26	12.4	5.8	42.9	2.10	46	0.17
標準偏差	3.8	0.2	0.3	0.16	5.1	1.4	16.6	1.03	33	0.21
最低値	13.5	4.7	25.4	0.06	4.5	3.9	17.2	0.55	8	0.01
最高値	23.0	5.4	26.1	0.64	24.9	8.4	65.7	4.15	126	0.63

表-7平成9年度底質環境評価手法実用化調査結果(宿毛湾)

調査日:1997.8.26~28

調査日: 1997.6.29 28

St.	水深 m	底層DO ppm	泥温 °C	AVS mgS/g乾 泥	COD mgO ₂ /g 乾泥	IL %	MC %	多様度指 数 ヒット	個体数 /0.05m ²	湿重量 g/0.05m ²
1	49.0	5.9	24.2	0.05	9.7	4.3	37.2	2.07	213	2.17
			24.2	0.05	9.2	6.0	34.1	2.11	121	0.57
			平均値	24.2	0.05	9.4	5.2	35.6	2.24	167
2	42.3	5.7	24.2	0.05	12.9	5.3	53.0	3.52	53	0.25
			24.0	0.04	13.5	5.2	52.7	3.26	48	0.11
			平均値	24.1	0.05	13.2	5.3	52.8	3.71	51
3	29.5	5.6	25.3	0.11	24.2	7.9	96.3	0.00	2	0.10
			25.4	0.15	28.7	7.6	96.8	0.92	3	0.07
			平均値	25.4	0.13	26.4	7.8	96.5	0.72	3
4	7.7	5.9	26.9	0.09	12.3	4.2	69.0	2.20	81	0.44
			26.8	0.09	10.9	4.3	68.6	2.09	88	0.23
			平均値	26.9	0.09	11.6	4.2	68.8	2.31	85
5	25.5	5.6	25.2	0.13	18.0	5.5	51.5	3.01	43	0.26
			25.6	0.19	18.6	5.8	48.0	3.19	66	1.08
			平均値	25.4	0.16	18.3	5.7	49.7	3.34	55
6	17.5	5.5	26.8	0.18	17.6	4.7	77.3	0.92	10	0.00
			26.3	0.17	17.7	5.2	79.2	1.42	12	0.79
			平均値	26.6	0.17	17.6	4.9	78.2	1.37	11
7	25.5	5.4	26.2	0.01	3.2	3.8	10.2	4.66	80	1.43
			26.8	0.01	3.6	3.5	11.0	4.34	104	0.74
			平均値	26.5	0.01	3.4	3.7	10.6	4.79	92
8	32.5	4.9	24.3	0.27	20.9	6.3	80.8	1.95	7	0.10
			24.3	0.26	18.9	5.9	80.9	2.05	13	0.50
			平均値	24.3	0.26	19.9	6.1	80.8	2.55	10
9	21.0	4.7	25.8	0.13	16.3	5.2	66.1	1.60	43	0.10
			26.0	0.13	15.3	5.0	62.6	1.40	36	0.04
			平均値	25.9	0.13	15.8	5.1	64.3	1.55	40
平 均	27.8	5.5	25.5	0.12	15.1	5.3	59.7	2.26	56.8	0.50
標準偏差	12.5	0.4	1.1	0.08	6.5	1.2	25.2	1.21	53.3	0.57
最低値	7.7	4.7	24.0	0.01	3.2	3.5	10.2	0.00	2.0	0.00
最高値	49.0	5.9	26.9	0.27	28.7	7.9	96.8	4.66	213.0	2.17

但し、統計値は各調査点の生データを使用して計算

表-8平成8年度底質環境評価手法実用化調査結果(浦の内湾)

調査日:1996.8.27~28

St.	水深 m	底層DO ppm	泥温 °C	AVS mgS/g乾 泥	COD mgO ₂ /g 乾泥	IL %	MC %	多様度指 数 ヒット	個体数 /0.05m ²	湿重量 g/0.05m ²
1	5.7	6.9	28.2	0.11	2.3	2.6	6.6	3.50	29.5	0.30
2	8.5	5.7	28.1	0.24	3.1	2.7	10.9	2.94	22.5	0.14
3	8.0	5.6	27.8	0.20	17.0	7.4	63.2	3.41	42.5	1.67
4	14.7	3.3	27.7	0.88	22.7	8.6	73.5	0.90	9.5	0.09
5	17.6	1.8	27.3	1.76	42.4	13.1	94.9	0.00	0.0	0.00
6	19.0	0.3	26.9	2.65	51.6	14.3	90.3	0.00	0.0	0.00
7	13.5	0.7	26.8	1.86	45.4	14.1	90.0	0.00	0.0	0.00
8	10.9	0.2	27.0	1.72	38.7	12.9	94.8	0.00	0.0	0.00
9	8.4	0.1	27.1	1.82	41.5	13.3	94.0	0.00	0.0	0.00
平 均	11.8	2.7	27.4	1.24	29.4	9.9	68.7	1.09	11.6	0.24
標準偏差	4.6	2.6	0.5	0.89	18.2	4.6	34.8	1.42	16.7	0.58
最低値	5.7	0.1	26.8	0.09	2.3	2.6	6.5	0.00	0.0	0.00
最高値	19.0	6.9	28.2	2.68	55.9	14.5	96.1	3.31	55.0	2.35

但し、各調査点の値は2試料の平均値

統計値は各調査点の生データを使用して計算