

底質環境評価手法実用化調査

漁場環境科 田 島 健 司

1. 浦ノ内湾の概況

浦ノ内湾は土佐湾中央部に開口する奥行8.8km、最大幅2.2km、海面積約10.3km²の陥没湾で、湾中央部の最深部は22.5mと深く、逆に湾口部の水深は3～4mと浅い。湾内外の海水交換は主に潮汐流に依るが、湾口部が狭隘なため、湾外水が直接流入する範囲は大潮時でも湾口側3分の1程度にすぎない。

湾内外の海水交換は、塩分の高い湾外水が下層から流入し、塩分の低い湾内水が上層から流出するパターンが多く、湾内外の海水交換率は上下層の密度差が大きい夏季成層期が秋冬季の循環期より2倍以上も高いと推測されている。湾内水の2分の1が入れ替わるのに要する期間は、降水量の多いときで10日程度、降水量が少ない時期で20日から1ヶ月程度と見積られている。

湾内水の成層化は5月中旬に始まり、6月中下旬には最深部の上下層間の温度差は6～7℃にも達する。7月には底層の水温上昇によって温度差は小さくなるが、表層の塩分が低下するため、密度成層は9月上旬まで持続する。湾内の成層化に伴い、湾央から湾奥部の底層DOは、5月上旬3mgO₂/l以下、

6月下旬～8月中旬1mgO₂/l以下となる。湾奥部の底層DOが1mgO₂/l以下になるのは現場水温が20℃に達する時期にはほぼ一致する。底層の貧酸素化は湾央から湾奥側の広い範囲に及ぶが、8月下旬に成層が緩み始めると湾口側から短期間で解消することが多い。湾内の上下混合が起こる時期には、貧酸素水塊が下層から上層に押し上げられ、漁業被害をもたらした例もある。

湾内への陸上からの負荷量は少なく、大部分は給餌養殖による負荷と自家汚染された底泥からの溶出に伴う負荷である。湾内底質の有機汚染は、かつて養殖漁場があった湾奥部と現在の漁場である湾央部で高く、潮汐流の影響を強く受ける湾口部の底質環境は比較的良好に保たれている。湾内では底層流の大きさを反映し、湾口部では砂の比率が高く、湾奥ほど泥分の比率が高い。

湾内は富栄養化が進み、湾口部はアサリ漁場、湾口から湾央部の潮間帯は“地ガキ”漁場として生産性は高いものの、湾央から湾奥部では夏季に底層が貧酸素化することもある。採貝、刺し網、釣りなどが時期を限って営まれているにすぎない。

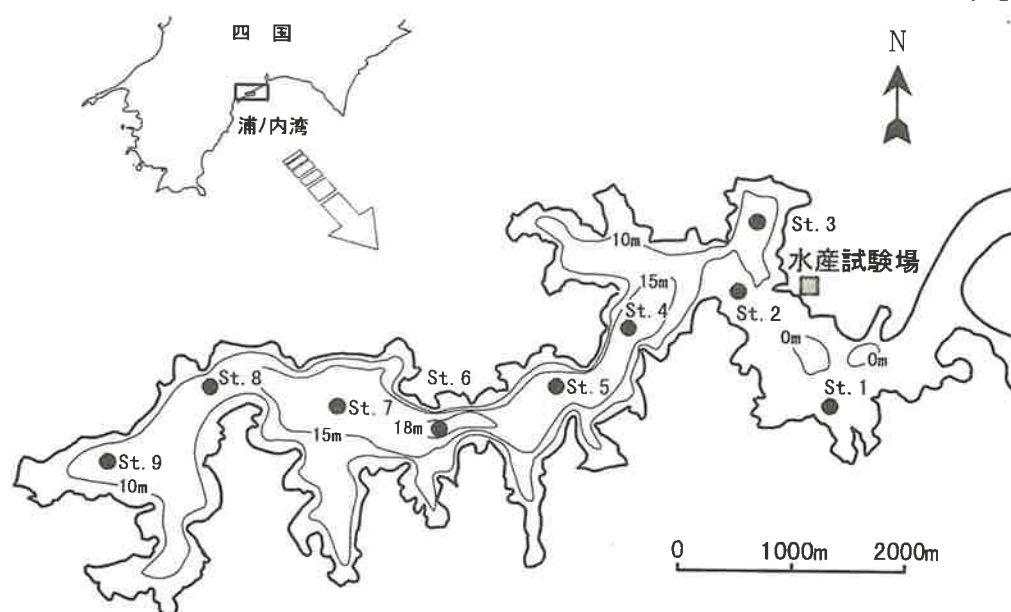


図1 調査海域と調査点（図中の細線は水深【m】を示す）

2. 調査の目的

底質環境の総合的な評価手法の開発に供するため、閉鎖性の強い浦ノ内湾において、水質、底質、底生生物の調査を行い、必要な知見を得る。

3. 調査方法（調査点・調査時期・調査項目）

浦ノ内湾内に9調査点；湾口部St.1～3、湾中央部St.4～6、湾奥部St.7～9を設定した（図1）。湾口部St.1～3は非養殖域で海水交換の良好な海域、湾中央部St.4～6は湾の最深部に位置し、給餌養殖が行われている海域、湾奥部St.7～9はかつて養殖が行われていたが現在は漁場として利用されていない海域である。

調査は底質環境が最も悪化した時期の直後の平成8年8月27～28日に、湾奥側St.9から湾口側に向かって順次、水質調査と採泥を行った。

(1) 水質調査

各調査点で海面からB-1 mまで、2 m毎に水温、塩分（EIL MC-5型サリノメーター）、溶存酸素（DO）濃度（YSI-57型酸素計）を測定した。

(2) 底質調査

採泥はスミス・マッキンタイヤー採泥器（0.05 m³）で3回行い、うち1回分を底質分析用、その他2回分を底生生物用の試料とした。泥温測定は採泥毎に行った。底質調査用の試料採取は、採泥器内の泥層を乱さないようにアクリルパイプ（外径45mm、内径40mm）で表層0～2 cmの柱状サンプル4本を分取し、その2本分を1試料として、AVS（検知管法）、COD（水質汚濁調査指針）、IL（塩酸処理試料、550℃、6時間）、MC（250メッシュ＝ポアサイズ63μで分別）の分析を行った。

AVSは採泥当日、CODは冷蔵保存した試料を2日以内に行った。

(3) 底生生物調査

各調査点で、スミス・マッキンタイヤー採泥器（0.05 m³）で底泥を採取し、中性ホルマリン（10%）で全量を固定した後、1 mmメッシュの篩で底生生物を選別、分類・秤量を行った。底生生物試料は、各調査点で2ロット採取した。

なお、浦ノ内湾の底質は極めて軟弱なため、重量のあるスミス・マッキンタイヤー採泥器は支柱が海底に潜り込んで正常に採泥できないことが多い。そのため、本調査では、採泥器の支柱に潜り込み防止用の補助板（25×25 cm）を取り付けたほか、着底・採泥時のショックを軽減するため、採泥器本体に直接結びつけたロープで静かに着底させ、その後垂下用フックを引き上げるという手順で採泥を行った。この方法だと、底質表面の乱れがほとんどない試料の採取が可能であった。

4. 調査結果

(1) 水質（水温、塩分、DO）

水温、塩分、DOの湾内鉛直断面の分布を図2に示した。調査時点の湾内は、水温、塩分ともに等値線の間隔は広く、密度成層は緩み始めていると判断された。

水温は、上層では全調査点で29℃台を示したが、湾口部は湾奥側に比べるとやや低くなっていた。鉛直的には、上層から下層に向かう弱い温度勾配が認められ、上下層間の温度差は湾口部0.6～0.7℃、湾中央部1.3～2.3℃、湾奥部1.0～2.0℃であった。

塩分は、上層では湾口部が32‰台と高く、湾央と湾奥部は31‰台であった。鉛直的には、湾央から湾奥では上層31‰台、中層32‰台、下層33‰台で、上下層間に弱い塩分勾配が認められた。33‰台の海水は、湾口部St.1～3；2～4 m以深、湾中央部St.4～6；6～8 m以深、湾奥部St.7；8 m以深にあり、最湾奥St.8～9の2 m以深では32‰台となっていた。湾口部St.2では、潮汐流による混合のため全層が均質となっていた。

湾内のDOは、St.3～4の上層では濃密な赤潮によって9 mgO₂/lを上回ったが、それ以外の調査点上層は5.8～8.7 mgO₂/lであった。また、DOの鉛直分布は湾口部上層で高く、湾奥部下層ほど低くなっていて、湾奥部St.6～9ではDO < 2 mgO₂/lが海底から5～12 mにまで達し、

特に S t. 8 ~ 9 では水深の半分に相当する 4 m 以深は $DO < 1 \text{ mgO}_2/\text{l}$ の無酸素状態となっていた。このような底層 DO の状態は平成 7 年度調査の底層 DO に比べると相当低く、湾内の年間最低値に比較的近いと考えられた。

なお、平成 8 年度赤潮調査事業等の観測によれば、湾中央部 S t. 5 ~ 6 付近の貧酸素化 ($DO < 2 \text{ mgO}_2/\text{l}$) は 6 月 10 日から 9 月 9 日までの約 3 ヶ月間で、特に 6 月 24 日から 8 月 15 日の 5 週間は $DO < 1 \text{ mgO}_2/\text{l}$ の無酸素状態となっていた。底層 DO が特に低かった期間の底層 (B-1 m) 水温は $22.4 \sim 27.7^\circ\text{C}$ 、最低 DO は $0.1 \text{ mgO}_2/\text{l}$ 以下であった。

(2) 底質

調査点別の泥温、COD、IL、AVS、MC等の分布を図. 3、底質項目相互間の関係を図. 4、平成 8 年度と平成 7 年度の調査結果の比較 (但し、平成 8 年度は 0 ~ 2 cm の分析値、平成 7 年度は 0 ~ 1 cm と 1 ~ 2 cm の分析値の平均) を図. 5 に示した。

泥温は、湾口部 S t. 1 ~ 3 ; $27.8 \sim 28.2^\circ\text{C}$ 、湾中央部 S t. 4 ~ 5 ; $26.9 \sim 27.7^\circ\text{C}$ 、湾奥部 S t. 7 ~ 9 ; $26.8 \sim 27.1^\circ\text{C}$ で、底層 (B-1 m) 水温より $0.3 \sim 0.9^\circ\text{C}$ 低く、その差は湾奥部ほど大きかった。

有機物量の指標となる COD と IL は、湾口部 S t. 1 ~ 2 で低く、S t. 5 ~ 7 を中心として湾中央から湾奥部で高い値が認められた。調査点別の有機物量は、S t. 1 ~ 2 ; $\text{COD} 2.3 \sim 3.1 \text{ mgO}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、 $\text{IL} 2.6 \sim 2.7\%$ 、S t. 3 ~ 4 ; $\text{COD} 17.0 \sim 22.7 \text{ mgO}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、 $\text{IL} 7.4 \sim 8.6\%$ 、S t. 5 ~ 9 ; $\text{COD} 38.7 \sim 51.6 \text{ mgO}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、 $\text{IL} 12.9 \sim 14.3\%$ で、両項目とも最大値は S t. 6 ; $\text{COD} 51.6 \text{ mgO}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、 $\text{IL} 14.3\%$ 、最小値は S t. 1 ; $\text{COD} 3.1 \text{ mgO}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、 $\text{IL} 2.6\%$ であった。COD と IL には平成 7 年度調査結果と同様高い相関 ($r=0.97$) が認められた。

年度間の比較では、平成 8 年度の COD は平成 7 年度より全般に高く、特に湾中央部 S t. 5 ~ 6

では $12 \sim 25 \text{ mgO}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ ($40 \sim 96\%$ 増) も高かった。IL は平成 7 年度とほぼ同値であったが、湾口部と湾奥部でやや低く、湾中央部ではやや高かった。平成 8 年度の湾中央部での有機物量が高くなったのは、養殖数量の増大に伴う新生堆積物の増加が主な理由であろうと考えられる。

底質の嫌気状態の指標となる AVS も COD、IL と同じく湾口部で低く、湾中央から湾奥部で高かった。調査点別の AVS は、S t. 1 ~ 3 ; $0.1 \sim 0.3 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、S t. 4 ; $0.9 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、S t. 5 ~ 9 ; $1.7 \sim 2.6 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ で、最大値は S t. 6 ; $2.6 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ 、最小値は S t. 1 ; $0.1 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ であった。AVS と COD あるいは IL についても相関は高かった (AVS : COD $r=0.93$ 、AVS : IL $r=0.87$) が、S t. 3 では AVS に比べて COD、IL が高く、S t. 6 では COD、IL に比べて AVS が高かった。S t. 3 はアサリ漁場内の調査点で、採貝作業で発生する濁りのため有機物量が高くなる傾向があるものの、底層 DO も高いため AVS の発生が抑えられ、逆に S t. 6 では底層 DO が極度に低いため、有機物量の割に AVS が高くなったと推定できる。

なお、平成 7 年度報告の AVS に誤りがあったので、訂正した結果を表. 3 に示した。平成 8 年度の結果は平成 7 年度に比べ、湾中央部 S t. 4 ~ 6 で $0.2 \sim 0.9 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ 高く ($14 \sim 120\%$ 増)、逆に湾奥部 S t. 7 ~ 9 では $0.2 \sim 0.5 \text{ mgS}/\text{g} \cdot \text{dry}$ ($18 \sim 20\%$ 減) 低くなっており、COD や IL と同様の傾向が認められた。

底層の流速を反映する MC は、砂州の発達する S t. 1 ~ 2 ; $6.6 \sim 10.9\%$ 、潮流の影響を受け易い S t. 3 ~ 4 ; $63.2 \sim 73.5\%$ 、更に湾奥の S t. 5 ~ 9 ; $\text{MC} > 90\%$ であった。年度間の比較では S t. 3 ~ 4 で平成 8 年度結果がやや高かったものの、その他の調査点ではほぼ同程度となっていた。

以上、底質 4 項目 (MC、COD、IL および AVS) の結果から、湾内の有機汚染度を概観すると、汚染の少ない方から順に、① S t. 1 ~ 2、② S

t.3～4、③S t.5～9の3区域に類型化できると考えられた。

(3) 底生生物（マクロベントス）

調査点毎の出現個体数、湿重量、種類数及び多様度指数を表. 4に示した。調査時期が底層の貧酸素化後ということもあり、湾中央部S t.5より湾奥側でマクロベントスは確認できず、無生物状態となっていた。湾内S t.1～4のマクロベントスの出現種類数は延べ40種類で、生物の認められた調査点での平均出現個体数は52.0個体/0.1㎡（全調査点平均23.1個体/0.1㎡）、平均湿重量は1.10g/0.1㎡（全調査点平均0.49g/0.1㎡）であった。主な出現種は、二枚貝類、多毛類、端脚類で、個体数では二枚貝類のホトトギスガイ（7.2%）、シズクガイ（4.8%）、多毛類ではTelepsavus costarum（15.9%）、Lumbrineris logifolia（10.1%）、Euclymeninae sp.（8.2%）、端脚類ではAmpelisca miharaensis（7.7%）が多く出現した。種類毎の湿重量が全体に占める割合も個体数の出現率とはほぼ同程度であった。底層が貧酸素化する調査点と貧酸素化しない調査点の間に位置するS t.4では、汚染指標種であるTelepsavus costarumとParaprionospio sp. Form Aの2種類が確認されたが、個体数・重量ともに少なかった（多様度指数0.90bit）。生物の確認されたS t.1～4の多様度指数の平均は2.69bit（0.90～3.50bit）、湾内9調査点での平均は1.19bitであった。マクロベントスの確認できなかった調査点は平成7年度調査ではS t.7より湾奥の3調査点であったが、平成8年度調査ではそれより湾口側に位置するS t.5より湾奥側5調査点（S t.5～9）が無生物状態となっていた。

(4) 主成分分析による底質の判定

平成7年度調査では、底質4項目、IL（あるいはCOD）、AVS、MC及びH'の相関行列を用いたPCAで得られる第1主成分得点Z 1a（CODを使用した場合Z 1e）が対象地点の有機汚染度

の判定指標として概ね妥当であることが示されている。

$$Z 1a = 0.505 (IL) + 0.521 (AVS) + 0.507 (MC) - 0.466 (H') \dots\dots\dots(1)$$

$$Z 1e = 0.487 (COD) + 0.528 (AVS) + 0.511 (MC) - 0.472 (H') \dots\dots\dots(2)$$

但し、上式の（ ）内は下記の平均値、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 (%)	8.96	4.78
COD (mg/g乾泥)	23.6	17.7
AVS (mg/g乾泥)	0.69	0.66
MC (%)	70.6	30.0
H' (bit)	2.54	1.06

平成7年度に得られた(1)、(2)式に平成7年度及び平成8年度の浦ノ内湾の調査結果を代入して求めた調査点毎の主成分得点を表. 5に示した。主成分得点Z 1a、Z 1eはともに底質環境の良い湾口側ほど低く、有機汚染度の高い湾中央から湾奥で一様に高かった。しかも、養殖漁場のS t.6とその湾奥側のS t.7は他の調査点に比べてさらに高い値となっていて、湾内の有機汚染度の高さと主成分得点の分布はよく符合していると考えられた。

図. 6には主成分得点Z 1aおよびZ 1eについての年度間の関係を示した。主成分得点Z 1a、Z 1eの平成7年度と平成8年度の回帰分析で得られた一次式は、次のとおりであった。

$$Z 1a_y (H 8) = 0.93 x (H 7) + 0.41 \quad (r = 0.97)$$

$$Z 1e_y (H 8) = 0.98 x (H 7) + 0.51 \quad (r = 0.97)$$

年度間の相関は両式とも $r = 0.97$ と非常に高かったものの、近似直線のy切片はZ 1a、Z 1eともに“0”より大きく、平成8年度のスコアは平成7年度を基準にすると若干高く推測されるよ

うであった。平成8年度の調査結果では、平成7年度に比べてAVSとCODが高く、多様性指数も低かったことがその理由であると考えられた。

図. 7には、外部要因としての底層DOと主成分得点の関係を示した。底層DOが低ければ主成分得点Z1a（あるいはZ1e）は高く、逆に底層DOが高ければ主成分得点は低くなり、両者の回帰分析からは次の一次式が求められた。

$$Z1a = -0.97 \cdot \text{底層DO} + 3.87 \quad (r=0.84) \quad \dots\dots(3)$$

$$Z1e = -0.91 \cdot \text{底層DO} + 3.54 \quad (r=0.83) \quad \dots\dots(4)$$

(3)、(4)式を用いて、平成8年度の各調査点の主成分得点からそれに対応する底層DOを計算すると表. 6のとおりであった。いずれの調査点でも推測値は実測値にほぼ等しく、底質の主成分得点と底層DOの関係を示す(3)、(4)式の妥当性は高いと考えられた。しかし、両式で推測された底層DOは、有機汚染度が低い湾口側では実測値より低く、逆に、有機汚染度の高い湾奥側では高めの傾向が認められた。底質の主成分得点と底層DOの回帰分析では、外部要因としての底層DOは対象調査点の年間最低値であることが望ましいとされるが、数少ない観測でこの条件を満たすことは容易ではなく、平成7年度の場合も、底層DOが浦ノ内湾の年間最低値でなかったことが誤差の要因になったと考えられた。

参考文献

- 1) 高知県水産試験場(1988)：4-(1)内湾における漁場環境の総合的保全技術の開発。昭和62年度赤潮対策技術開発試験報告書，pp110。
- 2) 宗景志浩・木村晴保・村田宏・森山貴光・田島健司(1991)：浦ノ内湾における湾外水の差込み現象と貧酸素水塊の消長について。日水誌57(9)，pp1635-1643。
- 3) 日本水産資源保護協会編(1980)：新編水質汚濁調査指針，恒星社厚生閣，pp.244-245、256-

257。

- 4) 玉井恭一・森本晴之(1990)：底質とベントスからみた浦ノ内湾の有機汚染。日本ベントス研究会誌38，pp.27-34。
- 5) 玉井恭一(1996)：合成指標手法による底質評価の実用化(合成指標の解析)。平成7年度底質環境評価手法実用化調査報告書，pp113-124。

図・表一覧

- 表1 平成8年度底質環境評価手法実用化調査結果(水質)
- 表2 平成8年度底質環境評価手法実用化調査結果(底質)
- 表3 平成7年度底質環境評価手法実用化調査結果(AVSの訂正)
- 表4 平成8年度ベントス調査結果
- 表5 底質4項目の第1主成分得点
- 表6 主成分得点と底層DOの回帰分析による底層DOの推測

- 図1 調査海域と調査調査点
- 図2 水温・塩分・DOの鉛直分布
- 図3 底層DO、底質項目(泥温、COD、AVS、IL、MC)及び生物多様度の分布
- 図4 底質項目(COD、AVS、IL、MC)相互間ならびにAVSと生物多様度の関係
- 図5 底質項目の年度間比較(平成7年度と8年度)
- 図6 主成分得点Z1aならびにZ1eの年度間比較
- 図7 底層DOと主成分得点Z1aならびにZ1eの関係(平成7年度)

調査担当者

漁場環境科	米田実
	田島健司
	村上幸二
	織田純生

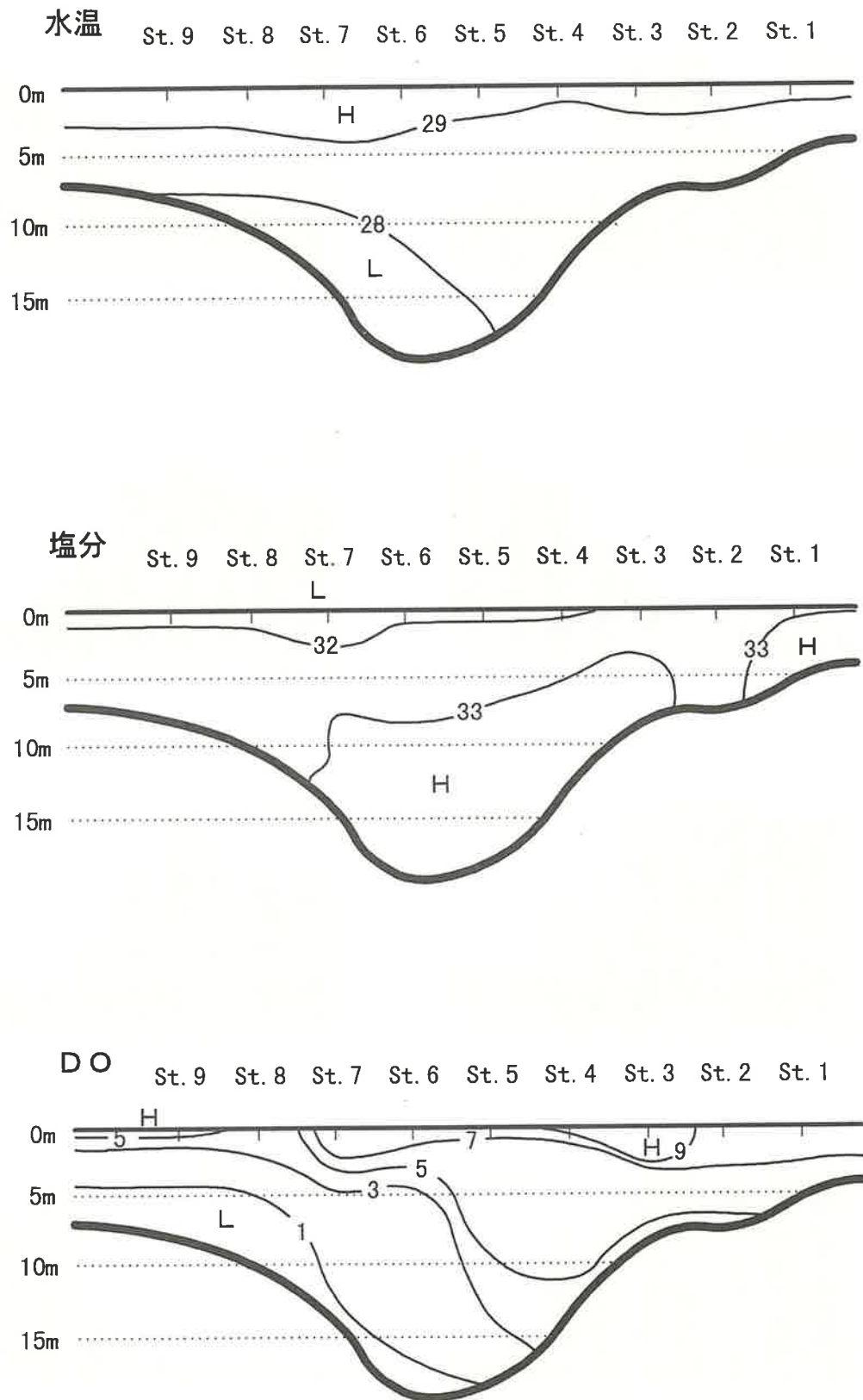


図2 調査時の水温・塩分・DOの鉛直分布

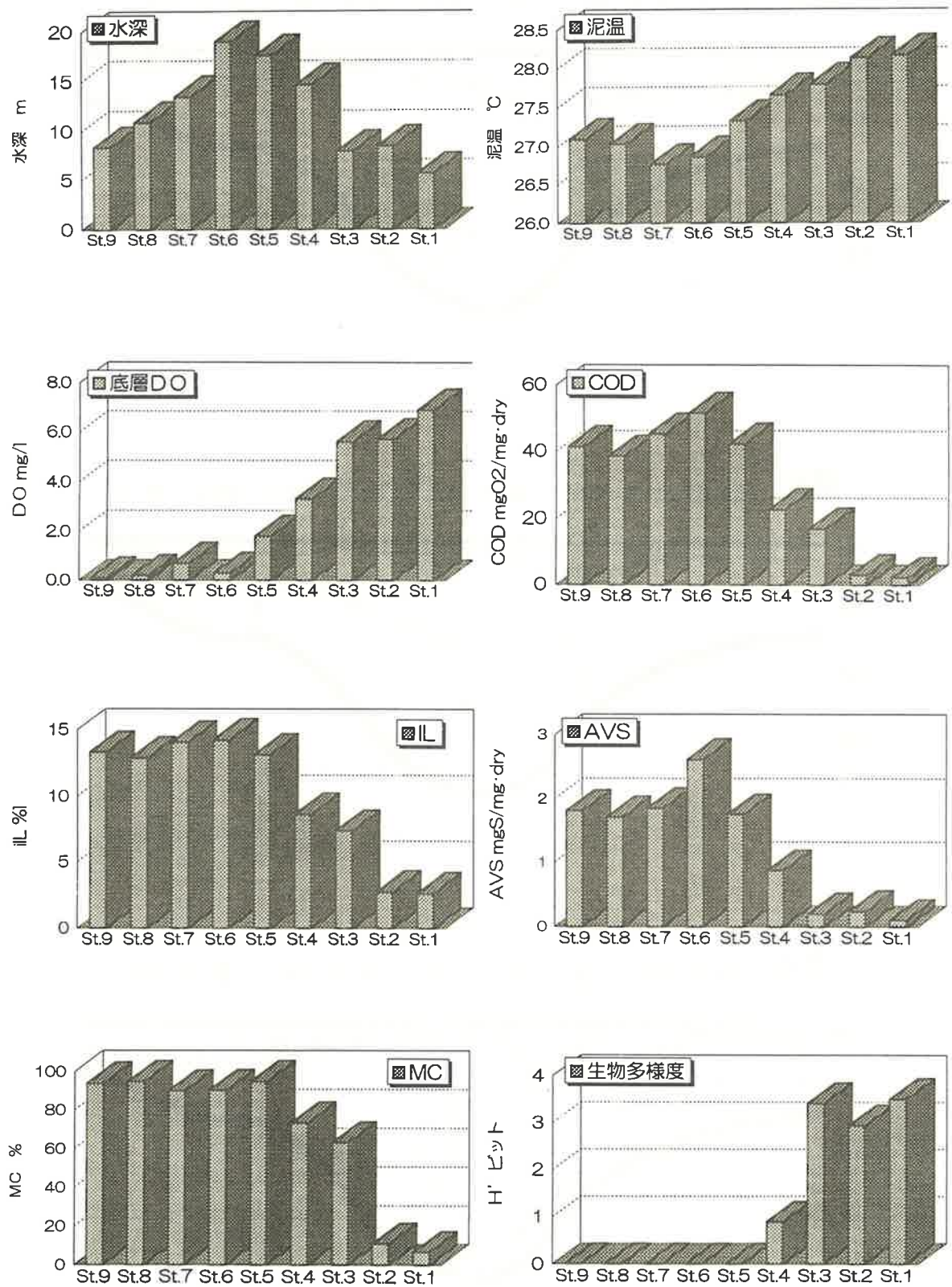


図3 底層DO、底質項目（泥温・COD・AVS・IL・MC）及び生物多様度の分布
（St. 9 が湾奥側、St. 1 が湾口側）

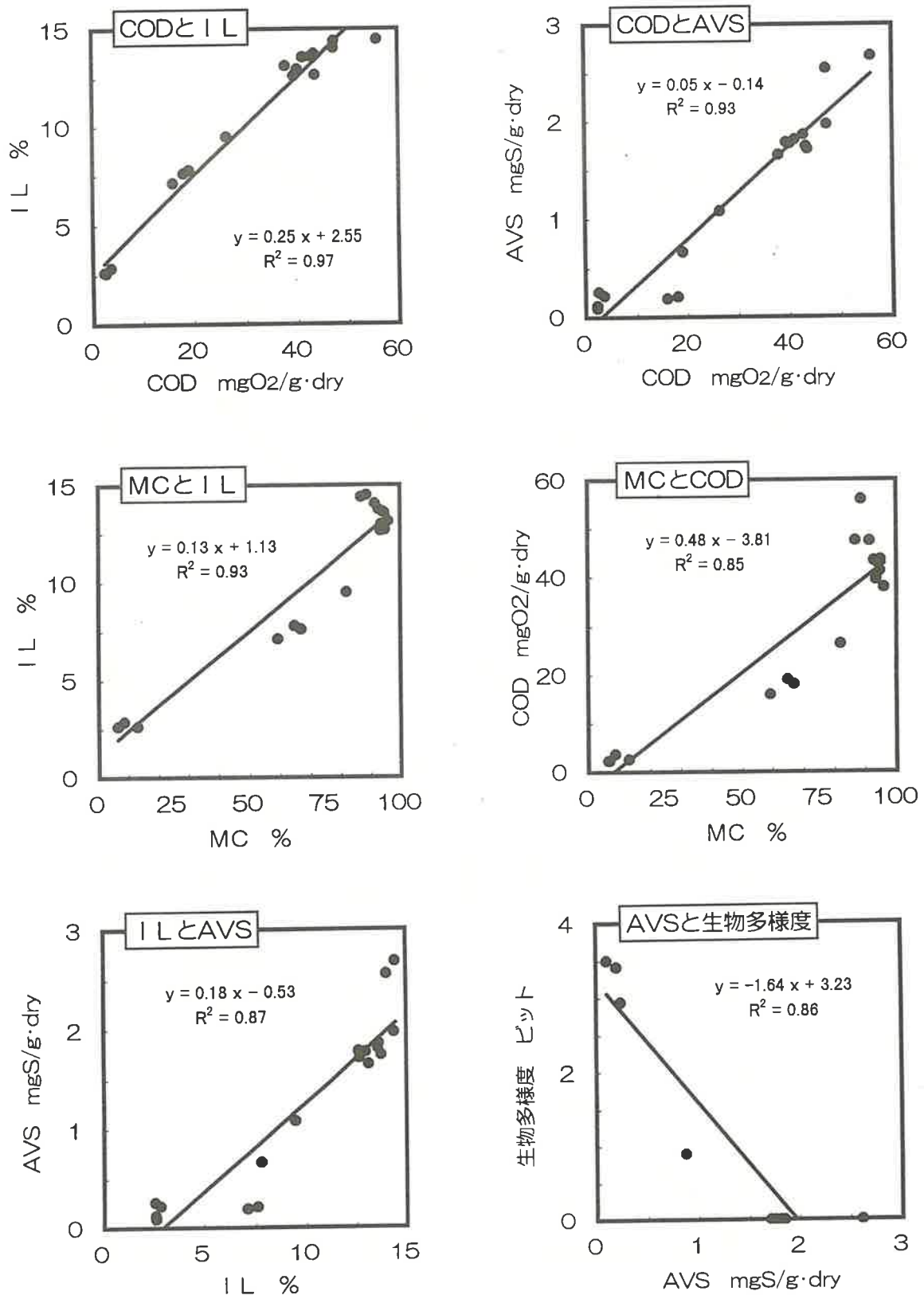


図4 底質項目 (COD、AVS、IL、MC) 相互間ならびにAVSと生物多様度の関係

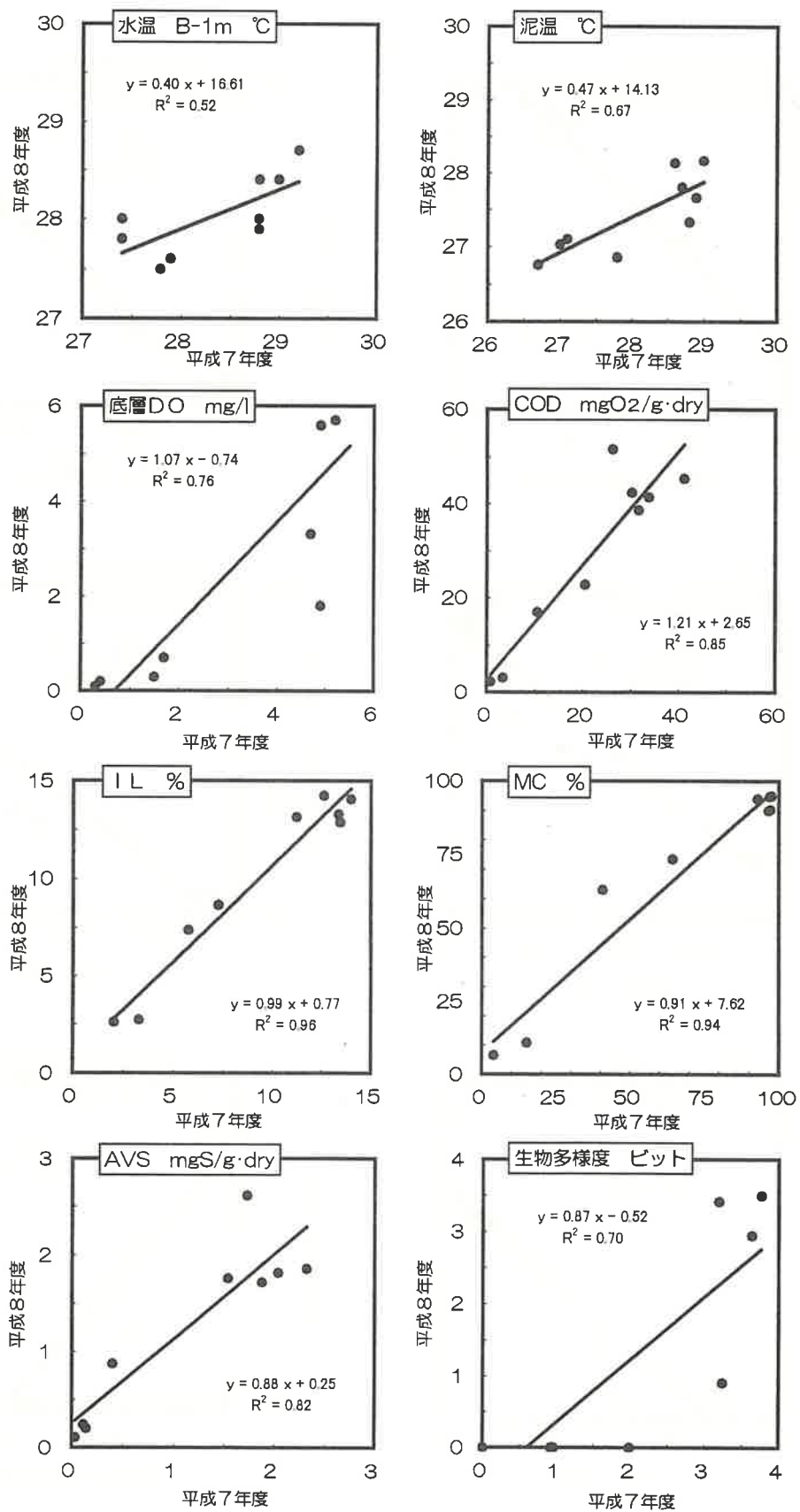


図5 底質項目の年度間比較（横軸：平成7年度、縦軸：平成8年度）

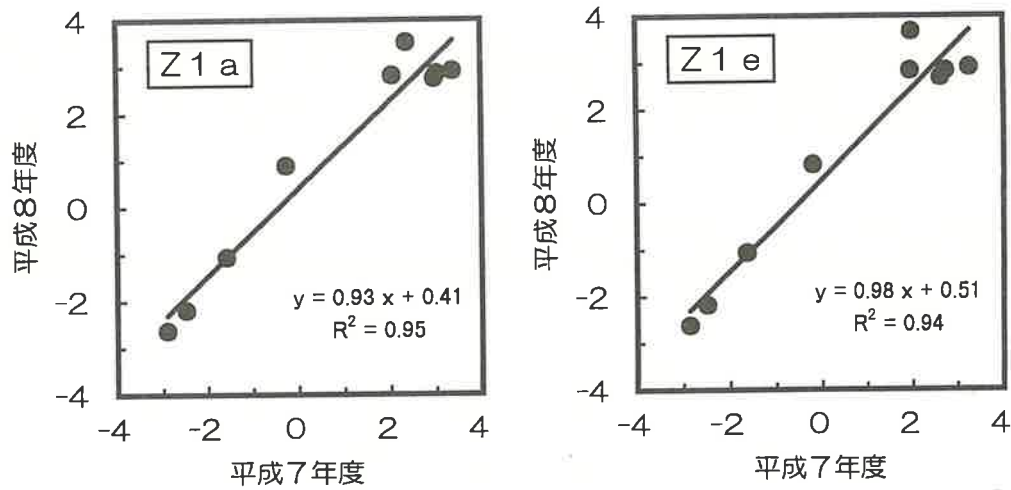


図6 主成分得点 Z 1 a (左) ならびに Z 1 e (右) の年度間比較

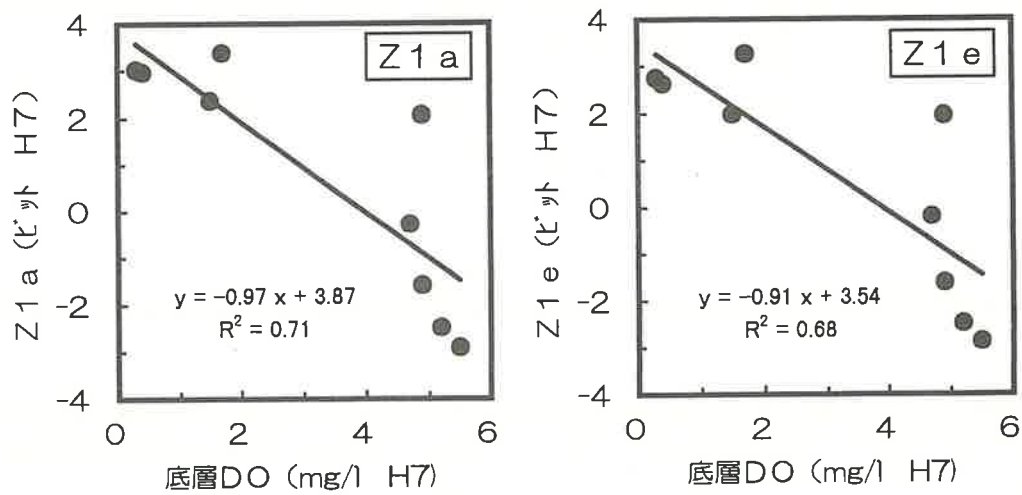


図7 底層DOと主成分得点 Z 1 a (左) ならびに Z 1 e (右) の関係 (平成7年度)

表1 平成8年度底質環境評価手法実用化調査結果（水質）

定 点	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
調査日	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.27	8.27	8.27	8.27
水 深	5.7m	8.5m	8.0m	14.7m	17.6m	19.0m	13.5m	10.9m	8.4m

水温									
	℃								
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
0m	29.3	29.1	29.3	29.4	29.2	29.8	29.6	29.8	29.0
2m	28.8	29.0	29.0	28.8	29.0	29.1	29.6	29.4	29.4
4m	28.7	28.8	28.8	28.5	28.9	28.6	29.0	28.5	28.7
6m	-	28.7	28.5	28.3	28.6	28.2	28.3	28.2	28.2
8m	-	-	-	28.3	28.5	28.1	28.1	28.0	-
10m	-	-	-	28.3	28.3	28.0	27.9	-	-
12m	-	-	-	28.1	28.3	28.0	27.7	-	-
14m	-	-	-	-	28.1	27.7	-	-	-
16m	-	-	-	-	28.0	27.6	-	-	-
B-1m	28.7	28.4	28.4	28.0	27.9	27.5	27.6	27.8	28.0
泥温	28.2	28.1	27.8	27.7	27.3	26.9	26.8	27.0	27.1

塩分									
	‰								
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
0m	32.80	32.75	32.60	31.70	31.50	31.60	31.50	31.70	31.40
2m	32.80	32.80	32.63	32.85	32.55	32.70	31.60	32.30	32.34
4m	33.00	32.83	33.10	32.92	32.65	33.10	32.80	32.80	32.80
6m	-	32.93	33.10	33.00	32.90	32.92	32.85	32.85	32.88
8m	-	-	-	33.00	33.00	32.90	33.00	32.85	-
10m	-	-	-	33.06	33.02	33.05	32.93	-	-
12m	-	-	-	33.10	33.07	33.00	33.00	-	-
14m	-	-	-	-	33.10	33.10	-	-	-
16m	-	-	-	-	33.10	33.00	-	-	-
B-1m	33.00	32.98	33.14	33.14	33.10	33.05	33.00	32.85	32.90

DO									
	mgO ₂ /l								
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
0m	8.1	8.3	9.4	9.0	8.2	8.7	7.6	5.8	6.0
2m	7.0	7.5	10.1	6.5	6.6	5.7	7.0	3.1	2.7
4m	6.9	6.9	6.6	5.5	6.7	3.5	4.4	1.5	1.1
6m	-	6.1	6.1	4.8	5.2	2.2	2.5	0.8	0.2
8m	-	-	-	5.1	5.4	1.5	1.5	0.3	-
10m	-	-	-	5.9	4.8	2.5	2.0	-	-
12m	-	-	-	3.8	5.0	2.4	1.6	-	-
14m	-	-	-	-	3.5	2.1	-	-	-
16m	-	-	-	-	2.6	1.0	-	-	-
B-1m	6.9	5.7	5.6	3.3	1.8	0.3	0.7	0.2	0.1

表2 平成8年度底質環境評価手法実用化調査結果（底質）

泥温										℃
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	
1st	28.2	28.1	27.8	27.7	27.3	27.0	26.9	27.0	27.1	
2nd	28.2	28.2	27.8	27.6	27.3	26.8	26.6	27.1	27.1	
3rd	28.1	28.1	27.8	27.7	27.4	26.8	26.8	27.0	27.1	
平均	28.2	28.1	27.8	27.7	27.3	26.9	26.8	27.0	27.1	

AVS										mgS/g・dry
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	
S_1	0.12	0.22	0.21	0.67	1.71	2.68	1.74	1.78	1.77	
S_2	0.09	0.26	0.19	1.08	1.81	2.55	1.97	1.65	1.86	
平均	0.11	0.24	0.20	0.88	1.76	2.62	1.86	1.72	1.82	

COD										mgO ₂ /g・dry
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	
S_1	2.3	3.6	18.1	19.1	43.5	55.9	43.3	39.4	40.2	
S_2	2.3	2.5	16.0	26.4	41.2	47.3	47.4	37.9	42.8	
平均	2.3	3.1	17.0	22.7	42.4	51.6	45.4	38.7	41.5	

IL										%
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	
S_1	2.6	2.9	7.6	7.8	12.7	14.5	13.8	12.6	13.0	
S_2	2.6	2.6	7.1	9.5	13.6	14.0	14.4	13.1	13.6	
平均	2.6	2.7	7.4	8.6	13.1	14.3	14.1	12.9	13.3	

MC										%
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	
S_1	6.5	8.7	66.9	64.8	95.0	88.9	93.0	93.5	93.7	
S_2	6.7	13.1	59.4	82.1	94.8	91.6	87.0	96.1	94.2	
平均	6.6	10.9	63.2	73.5	94.9	90.3	90.0	94.8	94.0	

表3 平成7年度底質環境評価手法実用化調査結果（AVSの訂正）

AVS										mgS/g・dry
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	
A0~1cm	0.03	0.06	0.09	0.33	1.47	1.85	2.17	1.76	2.11	
A1~2cm	0.05	0.15	0.17	0.62	1.62	1.72	1.97	2.01	1.33	
B0~1cm	0.02	0.06	0.10	0.27	1.41	1.69	3.11	2.26	3.00	
B1~2cm	0.04	0.17	0.21	0.37	1.63	1.63	2.05	1.47	1.70	
平均										
0~1cm	0.03	0.06	0.10	0.30	1.44	1.77	2.64	2.01	2.56	
1~2cm	0.05	0.16	0.19	0.50	1.63	1.68	2.01	1.74	1.52	

表4 平成8年度ベントス調査結果

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
サンプル1									
個体数	38	30	55	12	0	0	0	0	0
重 量	0.52	0.21	2.35	0.11					
種類数	15	9	15	2					
H'	3.05	2.65	3.15	0.98	-	-	-	-	-
サンプル2									
個体数	21	15	30	7	0	0	0	0	0
重 量	0.07	0.07	0.99	0.06					
種類数	11	7	12	2					
H'	3.23	2.61	3.31	0.59	-	-	-	-	-
合 計									
個体数	59	45	85	19	0	0	0	0	0
重 量	0.59	0.28	3.34	0.17					
種類数	21	12	18	2					
H'	3.50	2.94	3.41	0.90	-	-	-	-	-

個体数:尾、重量:g、種類数 / 0.05m² (但し合計は/0.10m²)

表5 底質4項目の第1主成分得点

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
平成7年度									
Z _{1a}	-2.906	-2.480	-1.581	-0.267	2.057	2.364	3.377	2.969	3.024
Z _{1e}	-2.860	-2.479	-1.626	-0.202	1.961	1.994	3.257	2.637	2.752
平成8年度									
Z _{1a}	-2.634	-2.197	-1.063	0.882	2.812	3.527	2.904	2.748	2.857
Z _{1e}	-2.614	-2.184	-1.053	0.827	2.831	3.672	2.904	2.685	2.829

但し Z_{1a}:IL、AVS、MC、H'の4項目

Z_{1e}:COD、AVS、MC、H'の4項目

表6 主成分得点と底層DOの回帰分析による底層DOの推測

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
H7:Z1a	-2.906	-2.480	-1.581	-0.267	2.057	2.364	3.377	2.969	3.024
底層DO	5.5	5.2	4.9	4.7	4.9	1.5	1.7	0.4	0.3
回帰式	$Z_{1a} = -0.97 \cdot DO + 3.87 \quad (r = 0.84)$								
H8:Z1a	-2.634	-2.197	-1.063	0.882	2.812	3.527	2.904	2.748	2.857
底層DO									
推測値	6.7	6.2	5.1	3.1	1.1	0.4	1.0	1.2	1.0
実測値	6.9	5.7	5.6	3.3	1.8	0.3	0.7	0.2	0.1
H7:Z1e	-2.860	-2.479	-1.626	-0.202	1.961	1.994	3.257	2.637	2.752
底層DO	5.5	5.2	4.9	4.7	4.9	1.5	1.7	0.4	0.3
回帰式	$Z_{1e} = -0.91 \cdot DO + 3.54 \quad (r = 0.83)$								
H8:Z1e	-2.614	-2.184	-1.053	0.827	2.831	3.672	2.904	2.685	2.829
底層DO									
推測値	6.8	6.3	5.1	3.0	0.8	-0.2	0.7	0.9	0.8
実測値	6.9	5.7	5.6	3.3	1.8	0.3	0.7	0.2	0.1

【マクロベントス: その1】

単位: N=個体数/0.05m²

W=湿重量(g)/0.05m², 0.001±0.01g未満

番号	動物門	科	学名	調査点 採取回	和名／項目	SL1			SL2			SL3			SL4			SL5														
						1	2	合計	1	2	合計	1	2	合計	1	2	合計	1	2	合計												
1	紐形		NEMERTINEA sp.①		紐形動物門①	1	0.01																									
2	紐形		NEMERTINEA sp.②		紐形動物門②																											
3	軟体	多板	Ischnochitonidae sp.		ウミサザガイ科																											
4	軟体	腹足	Adalidae sp.		カハキヤガイ科	1	0.00	1	0.00	2	0.00	1	0.00																			
5	軟体	腹足	Ascidacea sp.		ミナコサ目																											
6	二枚貝		Musculista japonica		ヤマトシズガイ																											
7	二枚貝		Musculista senhousia	アツタタシガイ科	アツタタシガイ	1	0.22																									
8	二枚貝		Montacutidae sp.	アツタタシガイ科	アツタタシガイ	3	0.03	3	0.01																							
9	二枚貝		Fukia mutica	アツタタシガイ科	アツタタシガイ	1	0.20	1	0.20																							
10	二枚貝		Ruditapes philippinarum	アツタタシガイ科	アツタタシガイ	1	0.20	1	0.20																							
11	二枚貝		Semele zebuensis	アツタタシガイ科	アツタタシガイ	1	0.20	1	0.20																							
12	二枚貝		Theora fragilis	アツタタシガイ科	アツタタシガイ	1	0.00	1	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	2												
13	環形	多毛	Onchodromus pugettensis		ゼリシホ																											
14	環形	多毛	Sigambra tentaculata		(オキコガイ科)																											
15	環形	多毛	Platynereis bicanaliculata		ウミシズガイ																											
16	環形	多毛	Nephtys polybranchia		シロコガイ																											
17	環形	多毛	Glycera convoluta		(ナミコガイ科)																											
18	環形	多毛	Eunice sp.		(ナミコガイ科)																											
19	環形	多毛	Lumbiniteris lagfolla		(ギネンシガイ科)																											
20	環形	多毛	Dorvillea sp.		(カウシガイ科)																											
21	環形	多毛	Scaloplos sp.		(オキコガイ科)																											
22	環形	多毛	Parapionospio sp. Form A		(ズビガイ科)																											
23	環形	多毛	Polydora sp.		(ズビガイ科)																											
24	環形	多毛	Prionospio depauperata		シラサズガイ																											
25	環形	多毛	Pseudopolydora sp.		(ズビガイ科)																											
26	環形	多毛	Spio sp.		(ズビガイ科)																											
27	環形	多毛	Telesavus costatum		アツタタシガイ科																											
28	環形	多毛	Chaetozone sp.		(ズビガイ科)																											
29	環形	多毛	Tharyx sp.		(ズビガイ科)																											
30	環形	多毛	Notomastus sp.		(ズビガイ科)																											
31	環形	多毛	Praxillella affinis		(ウミシズガイ科)																											
32	環形	多毛	Euclymeninae sp.		(ウミシズガイ科)																											
33	環形	多毛	Galatowenia sp.	(ウミシズガイ科)																												
34	環形	多毛	Owenia fusiformis	(ウミシズガイ科)																												
35	環形	多毛	Streblosoma sp.	(ウミシズガイ科)																												
36	環形	多毛	Fabriciella sp.	(ウミシズガイ科)																												
37	環形	多毛	Ampelisca brevicornis	ズビガイ																												
38	環形	多毛	Ampelisca miharaensis	ズビガイ																												
39	環形	多毛	Oranospio sp.	ズビガイ																												
40	環形	多毛	Thalassidroma	ズビガイ																												
合計					38	0.52	21	0.07	59	0.59	30	0.21	15	0.07	45	0.28	55	2.35	30	0.99	85	3.34	12	0.11	7	0.06	19	0.17	0	0	0	0
Shannon-Weaver's index (H')					3.05	3.23	3.50	2.65	2.81	2.84	3.15	3.31	3.41	0.98	0.99	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	

【マクロベントス(1個体以上): その1】

番号	動物門	科	学名	調査点 標記 和名／項目	SL1			SL2			SL3			SL4			SL5			
					1	2	合計	1	2	合計	1	2	合計	1	2	合計	1	2	合計	
1	1	刺胞	花虫	<i>Cerianthus filiformis</i> ムナギサノホコシノミヤゴ	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
2	2	軟体	腹足	<i>Notha livescens</i> ムナギサノホコシノミヤゴ					2	33.46			2	33.46						
									1	1.08			1	1.08						

底質環境評価手法実用化調査

ベントス分析結果(流の内湾 1996年8月)

単位: N=個体数/0.05m²
W=湿重量(g)/0.05m², 0.00は0.01未満

W=調査量(m²)/0.05m², 0.001は0.01未満

動物門			学名	調査点 採定回 和名/項目	SL6				SL7				SL8				SL9				総合計			
					1		2		合計		1		2		合計		1		2				合計	
					N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W			N	W
1	線形		NEMERTINEA sp. ①	線形動物門①																	2	0.02		
2			NEMERTINEA sp. ②	線形動物門②																	3	0.00		
3	軟体	多環	Isochnochitonidae sp.	ウミシロガイ科																	1	0.00		
4		腹足	Agelidae sp.	カタビラガイ科																	2	0.00		
5			Aeolidacea sp.	ミナミツノ目																	1	0.01		
6		二枚貝	Musculista japonica	ヤマトシズガイ																	1	0.22		
7			Musculista senhousia	ホトケシガイ																	15	2.50		
8			Montacutidae sp.	アサギガイ科																	3	0.01		
9			Fukia mutica	アサギガイ																	6	0.08		
10			Ruditapes philippinarum	アサギ																	1	0.18		
11			Semele zebuensis	アサギガイ																	1	0.20		
12			Theora fragilis	シズガイ																	10	0.01		
13	環形	多毛	Ophiodromus pugettensis	オビウロガイ																	3	0.00		
14			Sigambra tentaculata	(カキ)ガイ科																	1	0.00		
15			Platynereis bicanaliculata	ウミシロガイ																	1	0.01		
16			Nephtys polybranchia	ウミシロガイ																	2	0.00		
17			Glycera convoluta	(ナミ)科																	1	0.01		
18			Eunice sp.	(ナミ)科																	2	0.02		
19			Lumbineris lagfolla	(キネ)ガイ科																	21	0.10		
20			Dorvillea sp.	(カキ)ガイ科																	1	0.00		
21			Scoloplos sp.	(カキ)ガイ科																	1	0.00		
22			Paraprionospio sp. Form. A	(カキ)科																	9	0.03		
23			Polydora sp.	(カキ)科																	1	0.00		
24			Prionospio depauperata	ウミシロガイ																	2	0.01		
25			Pseudopolydora sp.	(カキ)科																	7	0.01		
26			Spio sp.	(カキ)科																	3	0.00		
27			Telesavus costatum	アサギガイ																	33	0.31		
28			Chaetozone sp.	(ミミ)ガイ科																	1	0.01		
29			Tharyx sp.	(ミミ)ガイ科																	2	0.00		
30			Notomastus sp.	(イコ)ガイ科																	4	0.04		
31			Praxillella affinis	(イコ)ガイ科																	4	0.04		
32			Euclymeninae sp.	(イコ)ガイ科																	9	0.20		
33			Galathea sp.	(イコ)ガイ科																	17	0.18		
34			Owenia fusiformis	(イコ)ガイ科																	1	0.00		
35			Strabosoma sp.	(イコ)ガイ科																	2	0.09		
36			Fabriciinae sp.	(イコ)科																	14	0.01		
37	節足	甲殻	Ampelisca brevicornis	ヒナガシガイ																	1	0.00		
38			Ampelisca miharaensis	ヒナガシガイ																	16	0.02		
39			Cragonidae sp.	ヒナガシ科																	1	0.01		
40			Thalamita sinica	フナヘニガシ																	208	4.38		
計					0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	208	4.38
Shannon-Weaver's Index (H')					—																			

【マクロベントス(1個体以上) : その2】

動物門		綱	学名	調査点 採定回 和名/項目	SL6				SL7				SL8				SL9				総合計			
					1		2		合計		1		2		合計		1		2				合計	
番号	動物門	綱	学名	調査点 採定回 和名/項目	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
1	動物門	花巻	Cerastium filiformis	ムサビガイ																	2	33.46		
2		軟体	Niotha liversensis	ムサビガイ																	1	1.08		
3		二枚貝	Ruditapes philippinarum	アサギ																	2	8.40		
4		節足	Thalamita sinica	フナヘニガシ																	1	12.70		
計					0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	55.64