

養殖漁場環境保全技術開発試験*

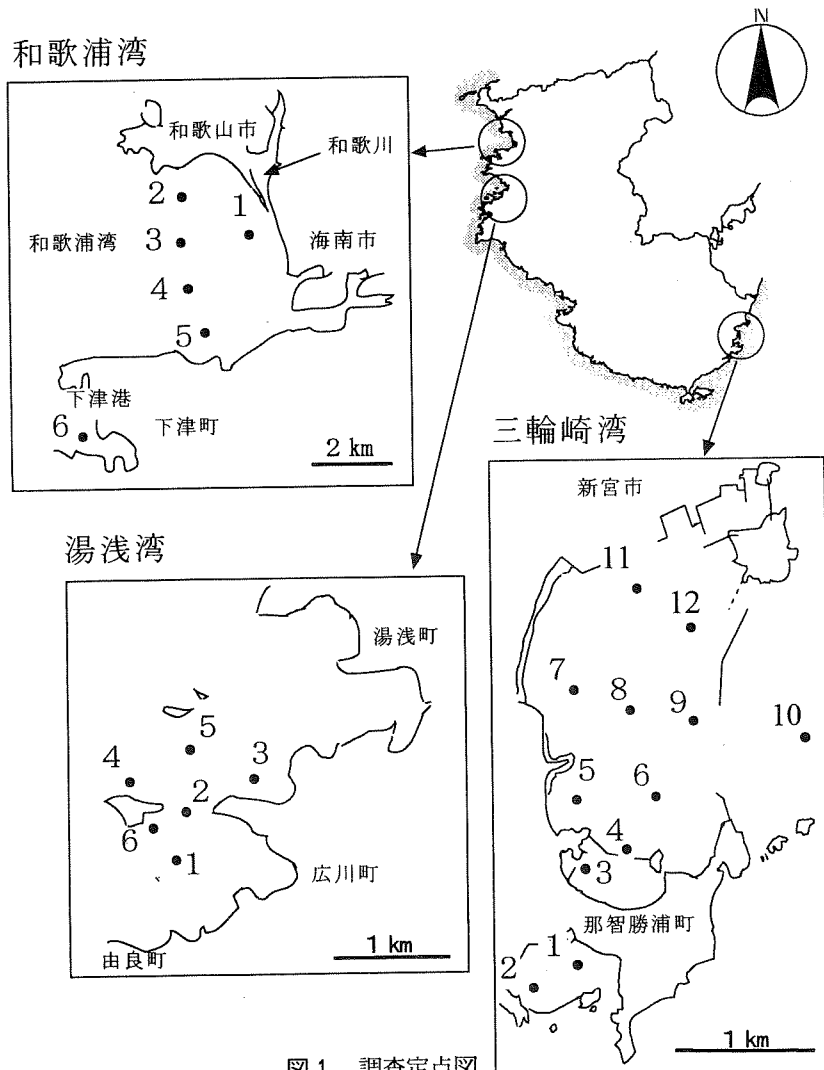
上出 貴士・小久保友義

目 的

県下の主要な内湾域で漁場環境の実態を把握するとともに環境改善技術を開発するための調査を行った。

方 法

調査は図1に示す和歌浦湾、湯浅湾、三輪崎湾の3水域に定点を設け、年4回の調査を行った(表1)。採水はバンドーン採水器を用いて、表層と海底上1m層の2層で行った。観測項目と分析方法は以下のとおりである。



* 養殖漁場環境保全技術開発試験費による。

表1 調査実施日

| | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
|------|-------|-------|--------|-------|
| 和歌浦湾 | 5月12日 | 8月9日 | 11月8日 | 2月21日 |
| 湯浅湾 | 5月12日 | 8月9日 | 11月8日 | 2月21日 |
| 三輪崎湾 | 5月13日 | 8月19日 | 11月29日 | 2月16日 |

水温：棒状水銀温度計

塩分：電気伝導度法

溶存酸素：ウインクラー・アジ化ナトリウム変法

クロロフィルa：吸光法

NH₄-N：インドフェノール改良法 (トラックス800)

NO₂-N：チアゾ化法 (同上)

NO₃-N：Cd カラムによりNO₂-Nに還元 (同上)

PO₄-P：ストリックランド・パーソンズ法 (同上)

結 果

1 和歌浦湾

和歌浦湾は湾口幅約5km、奥行き約4kmの開放的な水域である。湾内では船びき網や底びき網漁業とともに湾東部の浅海域では古くからノリ養殖が盛んで、現在は湾北部の和歌浦港周辺では四国方面から京阪神へ出荷するブリ類の中継地点として一部蓄養等も行われている。ところが、後背地には和歌山市、海南市と下津町など数十万人の人口を抱える市町が控えており、そこからの生活排水等による富栄養化の可能性が県下で最も懸念される水域である。

そこで、当湾に5定点、隣接する下津港に1定点の合計6定点を設定して調査を行った。

湾中央に位置し、最も陸水等の影響を反映すると思われるSt.4の各観測項目ごとの季節変化を図2に示す。春・夏季は表層水温と底層水温の差がみられたが、秋季は差が0.3℃とほぼ均一で混合期の状況を反映していた。冬季は表層水温が底層水温よりも0.9℃低く

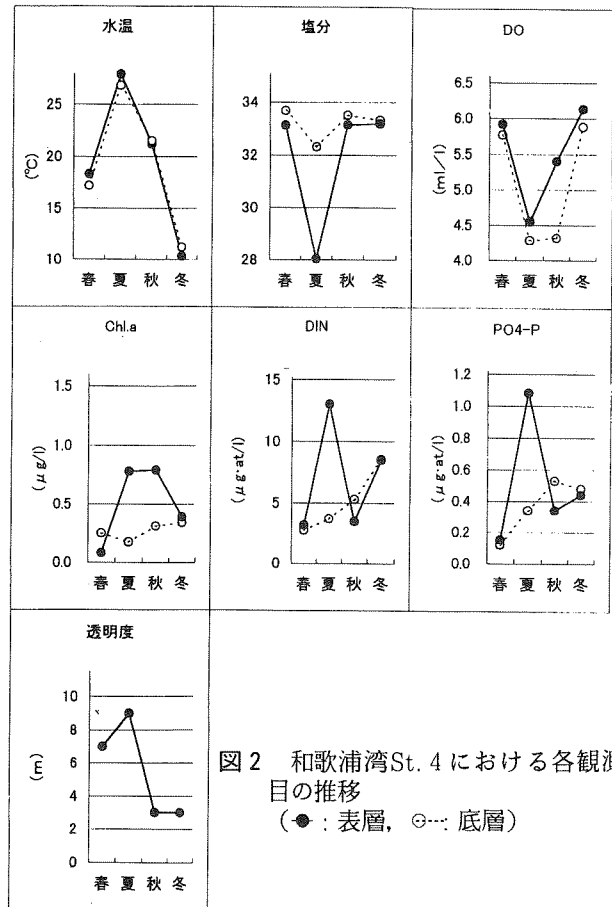


図2 和歌浦湾St.4における各観測項目の推移 (●: 表層, ○: 底層)

なったが、これは調査日前日に降雨があり、その降水が和歌川等から補給されたことによって水温の低下が生じたためである。

塩分は表層で28.04~33.19、底層で32.31~33.67と本調査における三海域では最も低い値を示した。また、夏季の調査では表層で28.04、底層で32.31と他の調査時に比べ著しく低くなっている。

溶存酸素は夏季に最も低くなり、表層および底層でそれぞれ4.55、4.28ml/lとなった。溶存酸素でも3海域中最も低い値である。特に底層では夏季に4.28ml/l、秋季に4.32ml/lと低い値となった。水産用水基準による溶存酸素の基準値では4.0ml/l以上、夏季は3.0ml/l以上必要といわれており¹⁾、いずれも基準値以上であるが、三海域中では最も低い値を示す海域である。また、酸素飽和度は88.1%以上であり、貧酸素水塊形成には至っていない。

クロロフィルa量は1.0 μ g/l以下であり、通常は1.0 μ g/l以上で推移する例年より低い水準であった。例年であれば夏季は珪藻類等がよく増殖するが、本年は珪藻類が少なく透明度が良かった。これは植物プランクトンが少なかったためと思われるが、他の季節でもクロロフィルaは一貫して低かった。

DINについては表層では夏季に13.0 μ g \cdot at/lと非常に高くなった。底層は冬季になるに従って、次第に値が高くなった。PO₄-PもDIN同様の推移を示したが、底層では冬季に減少した。

透明度は春季は7m、夏季は9m、秋・冬季は3mで推移した。

次に、和歌浦湾周辺の観測項目の水平分布から検討する。ここでは当海域の特徴をよく表していると思われる項目について検討した。

まず、塩分についてみると、8月にSt. 1、4、5では大幅に塩分が低下する現象がみられ、これらは和歌川をはじめ和歌浦湾奥に流れ込む河川からの陸水によるものと考えられる。(付表1)。

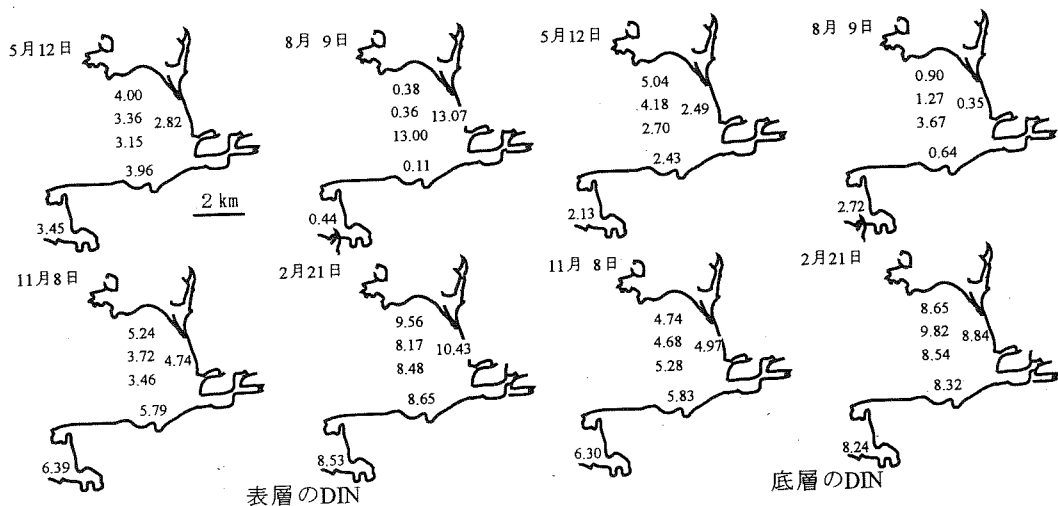


図3 和歌浦湾周辺におけるDINの分布
(数値の単位は μ g \cdot at/l)

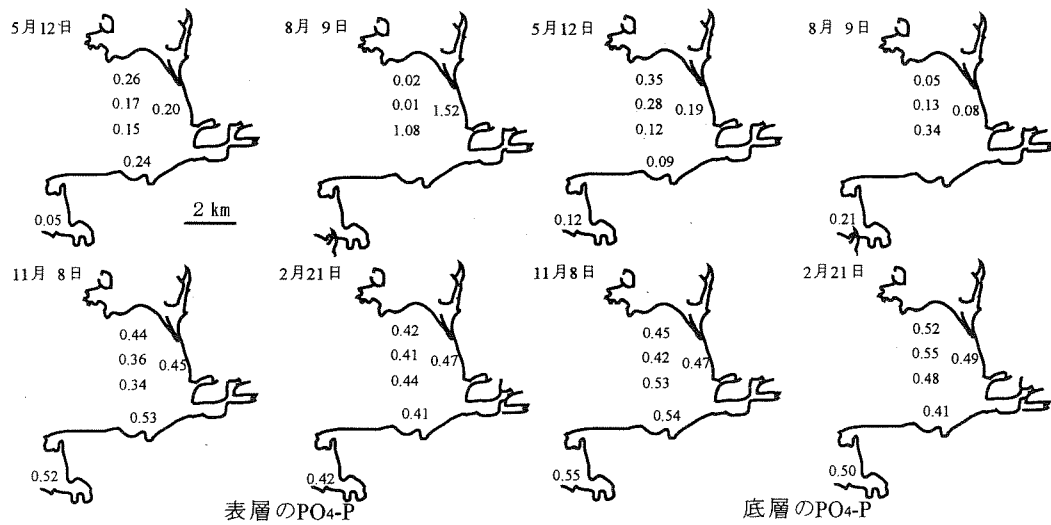


図4 和歌浦湾周辺におけるPO₄-Pの分布
(数値の単位は $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$)

また、DINとPO₄-Pの双方を見てみると(図3、4)、DINでは夏季にSt. 1、4で他の定点に比べて著しく高くなっている。また、調査前日に降雨のあった冬季の調査ではSt. 1の表層で10.43 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と高くなっており、この海域におけるDINの補給は主に和歌川など河川からの流入がおもな供給源になっているといえる。PO₄-Pについても同様で、夏季にはSt. 1、4で周囲より著しく高くなっている。しかし、一方では冬季には周囲と隔絶するような差は見られていない。PO₄-PについてはDINほど顕著ではないが、その補給はやはり和歌川など河川からの影響が大きいと思われる。

2 湯浅湾

湾口部約7 km、奥行き約6 kmの開放的な水域である。南部域では魚類や藻類の養殖が行われており、特にSt. 6付近では魚類養殖が盛んである。

St. 6の各観測項目ごとの季節変化を図5に示す。

水温は和歌浦湾に比べて若干高く推移する傾向があった。また、塩分は表・底層とも夏季に大幅に低下した。溶存酸素については表・

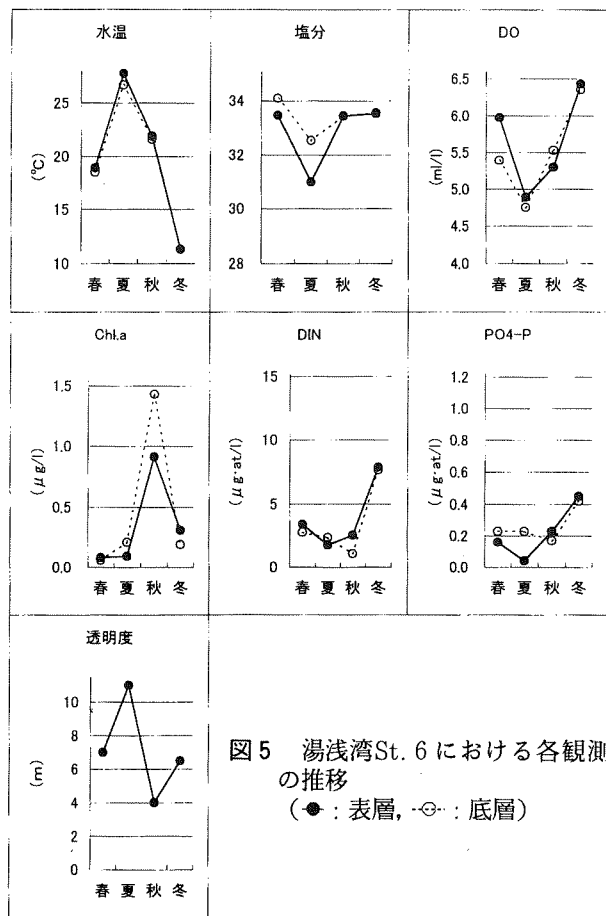


図5 湯浅湾St. 6における各観測項目の推移
(●: 表層, ○: 底層)

底層とも夏季に5.00ml/lを下回ったが、他は5.30ml/l以上であった。

クロロフィルaは和歌浦湾同様低い値で推移したが、秋季は表・底層とも他に比べて大幅に増加した。

DINは1.07~3.41 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で推移したが、冬季には7.0 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 台となった。PO₄-PもDIN同様の推移を示し、冬季に最も高くなった。

透明度は11mと夏季に最も高く、秋季に5mと最も低くなった。

各項目の水平分布については、各定点とも似通った推移傾向を示しており、一定の傾向はなかった(付表2)。また、沿岸に大量の河川水を供給するような大型の河川が無いと、塩分濃度の低下も和歌川を有する和歌浦湾に比べて、その変動は小さい。DINやPO₄-Pなどの栄養塩類についても同様のことがいえる。また、養殖筏付近のSt.6のDINやPO₄-Pの値も他の定点と大きく変わることはなく、養殖漁業による本海域への汚染負荷も軽微なものであることが推察された。

3 三輪崎湾

湾口約2km、奥行き約1.5kmの湾で、湾北部で貝類養殖が行われている。この三輪崎湾周辺に10点と南の宇久井漁協地先に2点の計12の定点を設けて調査を行った。

貝類養殖の行われている海域に最も近いSt.12の各観測項目ごとの推移を図6に示す。

水温は夏季に表層で26.8°Cで最高値、冬季に15.6°Cで最低値となった。これは、和歌浦湾や湯浅湾に比べると夏季は約1°C低く、冬季は約4~5°C高い値であり、黒潮など外洋の影響を受ける本海域の性質をよく反映している。また、塩分も3海域中最も高く推移し、秋以降は表・底層ともに34.00以上であった。底層では33.50以上で推移し、塩分の高い外洋の強い影響下にあることが窺えた。

溶存酸素量も夏季に底層で4.91ml/lとなったものの、他は5.00ml/lを下回ることなく推移した。

クロロフィルa量は $10^{-1} \mu\text{g}/\text{l}$ のオーダーで推移し、低い値であった。

DIN、PO₄-Pもそれぞれ0.89~3.23 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、0.02~0.19 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で推移し、三海域中最も低い水準であった。

透明度は秋季に5mで最も低く、冬季に11mと最も高くなった。

次にいくつかの項目の水平分布についてみる。

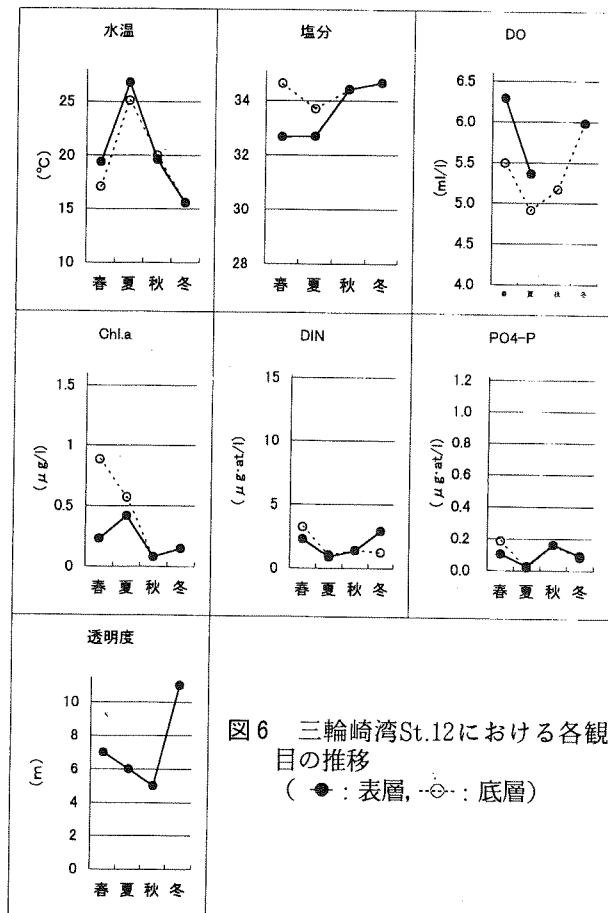


図6 三輪崎湾St.12における各観測項目の推移
(●: 表層, ○: 底層)

先ず、水温は湾外のSt.10で表・底層とも夏季に最も低く、秋・冬季に最も高い。一方で、最も湾奥のSt. 2、3で冬季に最も低くなる。塩分はSt.10が最も高い値で、その傾向は底層でより強い(付表3)。

DIN、PO₄-Pの水平分布を図7、8に示す。表層では後背に人家が多い漁港内及びその沿岸の定点St. 1~5で高く推移する傾向がみられた。また、底層では湾外のSt.10で高く推移し、それに伴いSt. 9の数値も高くなることがあり、本海域への外海からの栄養塩類補給の可能性がうかがえる。PO₄-P

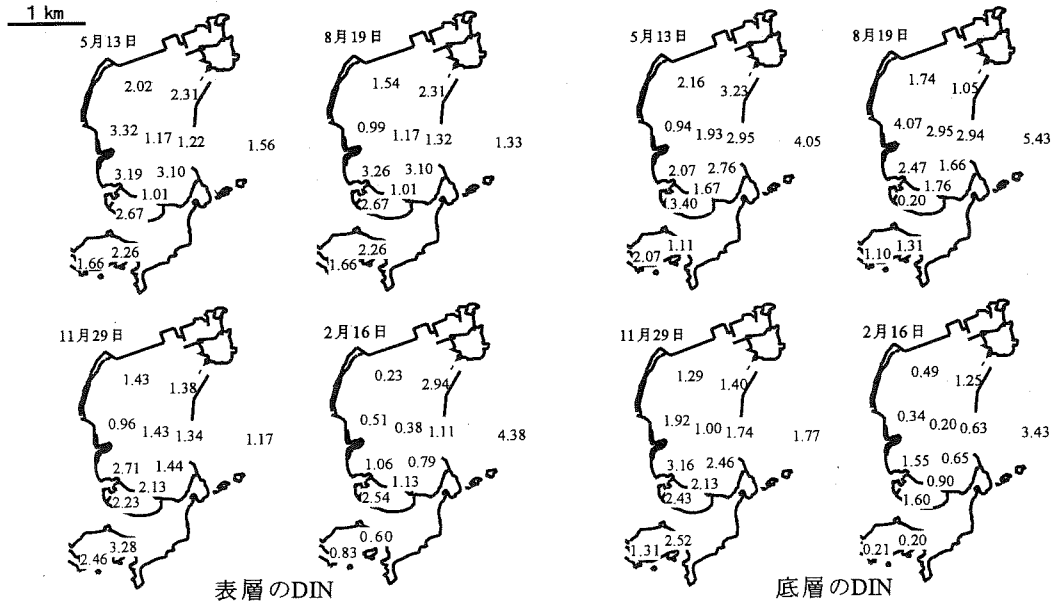


図7 三輪崎湾周辺におけるDINの分布
(数値の単位は $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$)

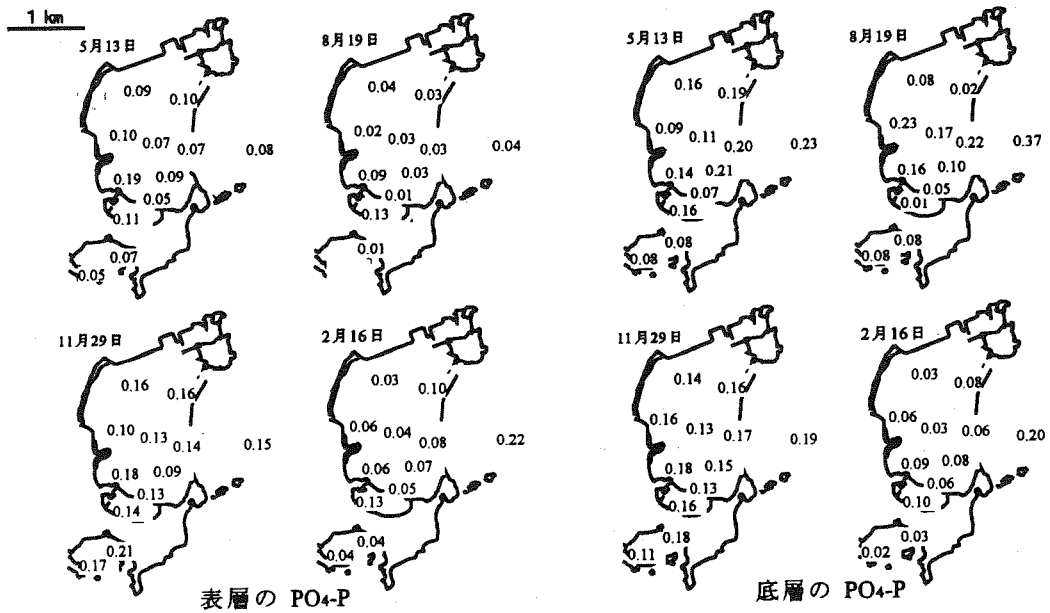


図8 三輪崎湾周辺におけるPO₄-Pの分布
(数値の単位は $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$)

は表層ではSt. 3が高く、底層ではSt.10をはじめSt. 6、8、9が高くなることがあった。熊野灘沿岸では湧昇流がしばしば発生することが竹内^{2,3)}によって報告されており、このことから本海域への栄養塩類の補給は陸上からの供給に加えて、外海の底層水が進入することで補給されていることも考えられた。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会、1983：水産用水基準（改訂版）、29pp.
- 2) 竹内淳一、1985：紀伊半島の東岸で春季と夏季に発生する沿岸湧昇、関東・東海ブロック水産海洋連絡会報第7、8合併号、38-54.
- 3) 竹内淳一、1987：熊野灘南部海域における暖水舌と沿岸湧昇、月刊海洋科学、19（8）、447-455.

付表1 和歌浦湾水質分析結果

調査日:1999(平成11)年 5月12日

| St. No. | Dep. m | 水温 | 塩分 | DO | 飽和度 | Chl.a | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|------|--------|------|-------|-------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | °C | | ml/l | % | μg/l | | | | | |
| 1 | 0 | 18.1 | 33.150 | 5.94 | 106.2 | 0.10 | 2.82 | 1.90 | 0.16 | 0.77 | 0.20 |
| | 5 | 17.1 | 33.276 | 5.74 | 101.0 | 0.14 | 2.49 | 1.94 | 0.18 | 0.37 | 0.19 |
| 2 | 0 | 18.0 | 33.064 | 5.68 | 101.3 | 0.08 | 4.00 | 2.84 | 0.15 | 1.01 | 0.26 |
| | 6 | 17.2 | 33.250 | 5.34 | 94.0 | 0.25 | 5.04 | 3.50 | 0.18 | 1.36 | 0.35 |
| 3 | 0 | 18.5 | 33.097 | 5.90 | 106.2 | 0.13 | 3.36 | 2.36 | 0.16 | 0.85 | 0.17 |
| | 17 | 17.0 | 33.721 | 5.50 | 96.9 | 0.14 | 4.18 | 2.93 | 0.53 | 0.72 | 0.28 |
| 4 | 0 | 18.3 | 33.124 | 5.92 | 106.2 | 0.08 | 3.15 | 2.29 | 0.16 | 0.70 | 0.15 |
| | 14 | 17.2 | 33.671 | 5.77 | 101.8 | 0.25 | 2.70 | 1.83 | 0.34 | 0.53 | 0.12 |
| 5 | 0 | 18.6 | 32.976 | 5.97 | 107.6 | 0.15 | 3.96 | 2.68 | 0.20 | 1.08 | 0.24 |
| | 7 | 17.2 | 33.474 | 6.07 | 107.0 | 0.17 | 2.43 | 1.70 | 0.24 | 0.49 | 0.09 |
| 6 | 0 | 18.0 | 33.251 | 6.23 | 111.2 | 0.23 | 3.45 | 1.94 | 0.13 | 1.38 | 0.05 |
| | 12 | 17.0 | 33.649 | 5.63 | 99.0 | 0.53 | 2.13 | 1.33 | 0.34 | 0.46 | 0.12 |

調査日:1999(平成11)年 8月 9日

| St. No. | Dep. m | 水温 | 塩分 | DO | 飽和度 | Chl.a | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|------|--------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | °C | | ml/l | % | μg/l | | | | | |
| 1 | 0 | 29.3 | 27.618 | 4.21 | 87.9 | 0.96 | 13.07 | 4.56 | 0.55 | 7.96 | 1.52 |
| | 4 | 28.3 | 30.828 | 4.64 | 97.2 | 0.49 | 0.35 | 0.03 | 0.07 | 0.25 | 0.08 |
| 2 | 0 | 28.5 | 30.733 | 4.98 | 104.6 | 0.37 | 0.38 | 0.01 | 0.07 | 0.30 | 0.02 |
| | 6.5 | 28.3 | 31.111 | 4.91 | 103.0 | 0.43 | 0.90 | 0.31 | 0.09 | 0.50 | 0.05 |
| 3 | 0 | 28.1 | 30.608 | 5.36 | 111.6 | 0.09 | 0.36 | | 0.08 | 0.28 | 0.01 |
| | 12 | 27.4 | 31.821 | 4.57 | 94.8 | 0.40 | 1.27 | 0.32 | 0.39 | 0.57 | 0.13 |
| 4 | 0 | 28.7 | 28.036 | 4.55 | 94.2 | 0.78 | 13.00 | 2.71 | 0.51 | 9.78 | 1.08 |
| | 14 | 26.8 | 32.307 | 4.28 | 88.1 | 0.17 | 3.67 | 1.11 | 1.30 | 1.27 | 0.34 |
| 5 | 0 | 27.9 | 29.981 | 5.02 | 103.7 | 0.17 | 0.11 | | 0.17 | | |
| | 5 | 28.0 | 30.454 | 5.31 | 110.2 | 0.15 | 0.64 | 0.33 | 0.19 | 0.13 | |
| 6 | 0 | 27.8 | 30.346 | 4.92 | 101.9 | 0.16 | 0.44 | 0.10 | 0.22 | 0.11 | |
| | 13 | 26.7 | 32.092 | 4.20 | 86.2 | 0.34 | 2.72 | 0.72 | 1.04 | 0.97 | 0.21 |

調査日:1999(平成11)年11月 8日

| St. No. | Dep. m | 水温 | 塩分 | DO | 飽和度 | Chl.a | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|------|--------|------|-------|-------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | °C | | ml/l | % | μg/l | | | | | |
| 1 | 0 | 21.4 | | 5.33 | 83.0 | 0.64 | 4.74 | 0.50 | 0.89 | 3.35 | 0.45 |
| | 6 | 21.4 | 33.147 | 5.50 | 103.8 | 0.80 | 4.97 | 0.66 | 0.87 | 3.44 | 0.47 |
| 2 | 0 | 21.7 | 33.121 | 4.98 | 94.5 | 1.03 | 5.24 | 0.96 | 0.88 | 3.40 | 0.44 |
| | 13 | 21.6 | 33.148 | 4.95 | 93.9 | 0.54 | 4.74 | 0.38 | 0.90 | 3.46 | 0.45 |
| 3 | 0 | 21.6 | 33.088 | 5.26 | 99.6 | 0.95 | 3.72 | 0.56 | 0.71 | 2.45 | 0.36 |
| | 16 | 21.5 | 33.093 | 4.97 | 94.1 | 0.98 | 4.68 | 0.64 | 0.88 | 3.17 | 0.42 |
| 4 | 0 | 21.9 | 33.132 | 5.40 | 102.9 | 0.79 | 3.46 | 0.53 | 0.64 | 2.29 | 0.34 |
| | 7.5 | 21.5 | 33.507 | 4.32 | 81.9 | 0.31 | 5.28 | 0.39 | 0.66 | 4.23 | 0.53 |
| 5 | 0 | 21.2 | 32.968 | 4.99 | 93.8 | 0.45 | 5.79 | 0.92 | 0.83 | 4.03 | 0.53 |
| | 4 | 21.2 | 32.983 | 4.92 | 92.5 | 0.75 | 5.83 | 1.01 | 0.74 | 4.09 | 0.54 |
| 6 | 0 | 21.7 | 33.095 | 4.73 | 89.7 | 0.38 | 6.39 | 0.71 | 0.93 | 4.75 | 0.52 |
| | 13 | 22.0 | 33.299 | 4.90 | 93.5 | 0.40 | 6.30 | 0.74 | 0.97 | 4.60 | 0.55 |

調査日:2000(平成12)年 2月21日

| St. No. | Dep. m | 水温 | 塩分 | DO | 飽和度 | Chl.a | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|------|--------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | °C | | ml/l | % | μg/l | | | | | |
| 1 | 0 | 10.7 | 32.855 | 6.23 | 97.1 | 0.31 | 10.43 | 2.52 | 0.94 | 6.97 | 0.47 |
| | 6 | 12.3 | 33.312 | 5.80 | 94.8 | 0.31 | 8.84 | 1.54 | 1.02 | 6.28 | 0.49 |
| 2 | 0 | 12.0 | 32.970 | 6.34 | 101.4 | 0.33 | 9.56 | 2.04 | 0.95 | 6.57 | 0.42 |
| | 13 | 11.9 | 33.549 | 5.65 | 90.6 | 0.39 | 8.65 | 1.58 | 1.09 | 5.99 | 0.52 |
| 3 | 0 | 11.0 | 33.128 | 6.25 | 98.2 | 0.50 | 8.17 | 1.25 | 0.97 | 5.96 | 0.41 |
| | 16 | 12.2 | 33.660 | 5.62 | 90.7 | 0.41 | 9.82 | 2.16 | 1.17 | 6.50 | 0.55 |
| 4 | 0 | 10.6 | 33.185 | 6.13 | 95.6 | 0.39 | 8.48 | 1.47 | 1.03 | 5.98 | 0.44 |
| | 7.5 | 11.2 | 33.324 | 5.88 | 92.9 | 0.34 | 8.54 | 1.51 | 1.04 | 5.99 | 0.48 |
| 5 | 0 | 10.3 | 33.129 | 6.25 | 96.8 | 0.52 | 8.65 | 1.57 | 1.00 | 6.08 | 0.41 |
| | 4 | 10.2 | 33.148 | 6.15 | 95.1 | 0.31 | 8.32 | 1.50 | 0.96 | 5.86 | 0.41 |
| 6 | 0 | 10.6 | 33.240 | 6.29 | 98.1 | 0.39 | 8.53 | 1.55 | 0.87 | 6.12 | 0.42 |
| | 13 | 11.7 | 33.533 | 5.75 | 91.8 | 0.23 | 8.24 | 1.43 | 1.03 | 5.78 | 0.50 |

付表2 湯浅湾水質調査結果

調査日：1999(平成11)年 5月12日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a μg/l | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | μg-at/l | | | | |
| 1 | 0 | 19.2 | 33.462 | 6.06 | 110.6 | 0.08 | 2.22 | 1.58 | 0.10 | 0.54 | 0.05 |
| | 13 | 15.4 | 33.043 | 5.50 | 94.4 | 0.15 | 4.76 | 3.25 | 0.15 | 1.35 | 0.25 |
| 2 | 0 | 19.6 | 33.454 | 5.96 | 109.5 | 0.02 | 4.23 | 2.61 | 0.14 | 1.48 | 0.15 |
| | 17 | 18.3 | 34.015 | 5.14 | 92.6 | 0.06 | 4.02 | 2.98 | 0.15 | 0.89 | 0.32 |
| 3 | 0 | 19.1 | 33.552 | 5.68 | 103.5 | 0.06 | 2.95 | 2.25 | 0.09 | 0.60 | 0.19 |
| | 9 | 18.2 | 33.721 | 6.15 | 110.5 | 0.06 | 1.70 | 1.38 | 0.07 | 0.26 | 0.16 |
| 4 | 0 | 19.6 | 33.424 | 5.97 | 107 | | 3.47 | 2.03 | 0.79 | 0.65 | 0.13 |
| | 20 | 18.2 | 33.894 | 5.84 | 105.2 | | 2.19 | 1.63 | 0.13 | 0.43 | 0.16 |
| 5 | 0 | 18.7 | 33.426 | 6.02 | 108.9 | 0.08 | 3.76 | 2.34 | 0.08 | 1.33 | 0.26 |
| | 26 | 18.7 | 34.287 | 5.16 | 94.0 | 0.17 | 3.00 | 2.28 | 0.16 | 0.56 | 0.25 |
| 6 | 0 | 18.9 | 33.470 | 5.97 | 108.3 | 0.08 | 3.41 | 2.72 | 0.11 | 0.58 | 0.16 |
| | 17 | 18.5 | 34.094 | 5.39 | 97.6 | 0.06 | 2.77 | 2.11 | 0.12 | 0.54 | 0.23 |

調査日：1999(平成11)年 8月 9日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a μg/l | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | μg-at/l | | | | |
| 1 | 0 | 29.3 | 30.991 | 4.91 | 104.8 | 0.09 | 1.11 | 0.48 | 0.24 | 0.39 | |
| | 12 | 28.3 | 32.280 | 4.94 | 104.4 | 0.07 | 1.40 | 0.76 | 0.37 | 0.26 | 0.06 |
| 2 | 0 | 28.5 | 31.078 | 4.53 | 95.3 | 0.06 | 4.18 | 3.92 | 0.27 | | 0.07 |
| | 21 | 28.3 | 32.649 | 4.39 | 93.0 | 0.23 | 3.46 | 1.83 | 0.83 | 0.80 | 0.29 |
| 3 | 0 | 28.1 | 31.191 | 5.25 | 109.7 | 0.07 | 1.49 | 1.00 | 0.21 | 0.28 | 0.07 |
| | 10 | 27.4 | 31.881 | 4.73 | 98.1 | 0.15 | 1.52 | 1.16 | 0.19 | 0.16 | 0.30 |
| 4 | 0 | 28.7 | 31.213 | 4.77 | 100.8 | 0.06 | 0.47 | 0.22 | 0.13 | 0.12 | 0.02 |
| | 21 | 26.8 | 32.713 | 4.46 | 91.9 | 0.41 | 1.87 | 0.83 | 0.49 | 0.56 | 0.15 |
| 5 | 0 | 27.9 | 31.205 | 5.69 | 118.5 | 0.09 | 1.07 | 0.57 | 0.12 | 0.38 | 0.04 |
| | 26 | 28.0 | 32.862 | 4.64 | 97.8 | 0.18 | 3.10 | 1.02 | 1.04 | 1.84 | 0.28 |
| 6 | 0 | 27.8 | 30.995 | 4.89 | 101.5 | 0.09 | 1.76 | 0.82 | 0.09 | 0.84 | 0.04 |
| | 18 | 26.7 | 32.544 | 4.75 | 97.8 | 0.21 | 2.38 | 1.22 | 0.46 | 0.69 | 0.23 |

調査日：1999(平成11)年11月 8日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a μg/l | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | μg-at/l | | | | |
| 1 | 0 | 22.1 | 33.437 | 5.58 | 106.8 | 0.56 | 0.67 | 0.32 | 0.08 | 0.28 | 0.16 |
| | 14 | 21.9 | 33.425 | 5.51 | 105.1 | 1.12 | 0.95 | 0.46 | 0.07 | 0.41 | 0.14 |
| 2 | 0 | 22.0 | 33.434 | 5.50 | 106.1 | 0.70 | 1.60 | 0.69 | 0.19 | 0.72 | 0.18 |
| | 20 | 21.6 | 33.389 | 5.47 | 103.9 | 0.85 | 0.81 | 0.49 | 0.05 | 0.27 | 0.17 |
| 3 | 0 | 21.8 | 33.486 | 5.31 | 101.2 | 1.20 | 1.59 | 1.09 | 0.11 | 0.39 | 0.33 |
| | 9 | 21.9 | 33.395 | 5.43 | 103.6 | 1.06 | 1.47 | 0.99 | 0.11 | 0.38 | 0.31 |
| 4 | 0 | 21.9 | 33.469 | 5.86 | 111.9 | 0.80 | 1.32 | 0.28 | 0.24 | 0.80 | 0.16 |
| | 25 | 21.8 | 33.467 | 5.08 | 96.8 | 1.06 | 1.79 | 0.29 | 0.32 | 1.18 | 0.20 |
| 5 | 0 | 21.8 | 33.434 | 5.59 | 106.6 | 0.87 | 1.07 | 0.52 | 0.12 | 0.43 | 0.14 |
| | 22 | 21.8 | 33.451 | 5.15 | 98.1 | 1.04 | 1.71 | 0.49 | 0.26 | 0.95 | 0.19 |
| 6 | 0 | 21.9 | 33.436 | 5.30 | 101.1 | 0.91 | 2.55 | 1.99 | 0.12 | 0.44 | 0.23 |
| | 18 | 21.6 | 33.414 | 5.53 | 105.0 | 1.43 | 1.07 | 0.61 | 0.10 | 0.36 | 0.17 |

調査日：2000(平成12)年 2月21日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a μg/l | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | μg-at/l | | | | |
| 1 | 0 | 11.4 | 33.591 | 6.14 | 97.5 | 0.23 | 8.15 | 1.34 | 0.93 | 5.88 | 0.44 |
| | 13 | 12.4 | 33.606 | 6.05 | 97.9 | 0.23 | 7.59 | 1.21 | 0.84 | 5.54 | 0.43 |
| 2 | 0 | 11.2 | 33.552 | 6.17 | 97.6 | 0.23 | 8.11 | 1.36 | 0.92 | 5.83 | 0.41 |
| | 19 | 11.2 | 33.564 | 6.12 | 96.8 | 0.23 | 7.56 | 1.15 | 0.92 | 5.49 | 0.42 |
| 3 | 0 | 11.0 | 33.469 | 6.32 | 99.7 | 0.17 | 7.79 | 1.37 | 0.90 | 5.52 | 0.41 |
| | 9.5 | 10.9 | 33.502 | 6.10 | 95.9 | 0.17 | 9.39 | 2.08 | 0.81 | 6.50 | 0.48 |
| 4 | 0 | 11.6 | 33.599 | 5.97 | 95.2 | 0.15 | 7.59 | 1.10 | 0.98 | 5.51 | 0.44 |
| | 23 | 11.5 | 33.605 | 6.10 | 97.0 | 0.23 | 9.08 | 1.67 | 0.98 | 6.43 | 0.46 |
| 5 | 0 | 11.5 | 33.385 | 6.27 | 99.8 | 0.23 | 7.41 | 1.02 | 0.96 | 5.43 | 0.44 |
| | 25 | 11.3 | 33.588 | 6.28 | 99.6 | 0.59 | 7.43 | 1.28 | 0.94 | 5.21 | 0.42 |
| 6 | 0 | 11.3 | 33.530 | 6.43 | 102.8 | 0.31 | 7.85 | 1.23 | 0.95 | 5.67 | 0.45 |
| | 18 | 11.3 | 33.568 | 6.35 | 101.5 | 0.19 | 7.65 | 1.16 | 0.88 | 5.61 | 0.42 |

付表3-1 三輪崎湾水質調査結果

調査日:1999(平成11)年 5月13日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a $\mu\text{g/l}$ | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|-----------------------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 19.6 | 32.964 | 6.34 | 116.2 | 0.48 | 2.26 | 1.62 | 0.02 | 0.63 | 0.07 |
| | 5 | 18.0 | 34.455 | 5.92 | 106.5 | 0.31 | 1.11 | 0.97 | 0.02 | 0.13 | 0.08 |
| 2 | 0 | 19.5 | 33.316 | 6.19 | 113.5 | 0.39 | 1.66 | 1.20 | 0.04 | 0.42 | 0.05 |
| | 5.5 | 18.1 | 34.536 | 5.92 | 106.7 | 0.56 | 2.07 | 1.43 | 0.05 | 0.59 | 0.08 |
| 3 | 0 | 21.4 | 32.500 | 5.57 | 104.8 | 0.23 | 2.67 | 1.10 | 0.06 | 1.50 | 0.11 |
| | 2 | 20.9 | 32.912 | 5.87 | 109.9 | 0.23 | 3.40 | 2.00 | 0.06 | 1.34 | 0.16 |
| 4 | 0 | 19.8 | 32.353 | 6.14 | 112.3 | 0.34 | 1.01 | 0.83 | 0.01 | 0.17 | 0.05 |
| | 4 | 18.5 | 34.044 | 6.22 | 112.5 | 0.26 | 1.67 | 1.31 | 0.03 | 0.33 | 0.07 |
| 5 | 0 | 19.7 | 32.947 | 6.04 | 110.7 | 0.08 | 3.19 | 1.64 | 0.13 | 1.42 | 0.19 |
| | 1.5 | 19.2 | 33.529 | 6.21 | 113.3 | 0.09 | 2.08 | 1.46 | 0.05 | 0.56 | 0.14 |
| 6 | 0 | 19.6 | 32.945 | 6.26 | 114.6 | 0.18 | 3.10 | 2.54 | 0.02 | 0.54 | 0.09 |
| | 9.5 | 17.8 | 34.473 | 6.39 | 114.7 | 0.14 | 2.76 | 1.74 | 0.05 | 0.97 | 0.21 |
| 7 | 0 | 19.6 | 32.160 | 6.08 | 110.8 | 0.42 | 3.32 | 2.31 | 0.04 | 0.96 | 0.10 |
| | 8 | 18.0 | 34.440 | 6.12 | 110.2 | 0.29 | 0.94 | 0.80 | 0.01 | 0.13 | 0.09 |
| 8 | 0 | 19.6 | 32.510 | 6.36 | 116.1 | 0.24 | 1.17 | 0.96 | 0.01 | 0.20 | 0.07 |
| | 10 | 17.7 | 34.516 | 5.92 | 106.0 | 0.40 | 1.93 | 1.35 | 0.02 | 0.56 | 0.11 |
| 9 | 0 | 19.0 | 32.832 | 6.27 | 113.6 | 0.32 | 1.22 | 0.99 | | 0.23 | 0.07 |
| | 18 | 17.2 | 34.592 | 5.56 | 98.8 | 0.63 | 2.95 | 1.40 | 0.16 | 1.37 | 0.20 |
| 10 | 0 | 19.2 | 33.138 | 6.04 | 110.1 | 0.25 | 1.56 | 1.17 | 0.03 | 0.36 | 0.08 |
| | 27 | 17.2 | 34.581 | 5.68 | 100.9 | 0.40 | 4.05 | 2.21 | 0.15 | 1.70 | 0.23 |
| 11 | 0 | 19.5 | 32.272 | 6.21 | 113.0 | 0.32 | 2.02 | 1.69 | 0.02 | 0.31 | 0.09 |
| | 14 | 17.1 | 34.604 | 5.13 | 91.0 | 1.05 | 2.16 | 1.32 | 0.10 | 0.74 | 0.16 |
| 12 | 0 | 19.4 | 32.666 | 6.29 | 114.6 | 0.23 | 1.67 | 1.67 | 0.01 | 0.64 | 0.10 |
| | 12 | 17.1 | 34.622 | 5.49 | 97.5 | 0.88 | 1.75 | 1.75 | 0.19 | 1.29 | 0.19 |

調査日:1999(平成11)年 8月19日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a $\mu\text{g/l}$ | DIN | NH ₄ -N | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|-----------------------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 27.6 | 19.691 | 4.97 | 95.8 | 0.34 | 7.93 | 2.52 | 0.27 | 5.14 | 0.01 |
| | 4.5 | 25.1 | 33.651 | 4.63 | 93.4 | 0.23 | 1.31 | 0.93 | 0.20 | 0.19 | 0.07 |
| 2 | 0 | 27.7 | 28.550 | 5.08 | 103.6 | 0.82 | 2.04 | 1.30 | 0.13 | 0.62 | |
| | 6 | 25.2 | 33.708 | 4.35 | 87.8 | 0.57 | 1.10 | 0.93 | 0.09 | 0.09 | 0.05 |
| 3 | 0 | 27.5 | 29.287 | 4.74 | 96.9 | 0.32 | 6.03 | 1.90 | 0.19 | 3.94 | 0.13 |
| | 2 | 27.3 | 32.625 | 4.91 | 102.1 | 0.56 | 0.72 | 0.69 | 0.03 | 0.01 | 0.01 |
| 4 | 0 | 27.5 | 30.319 | 4.97 | 102.3 | 0.53 | 1.68 | 1.27 | 0.08 | 0.33 | 0.01 |
| | 4 | 26.1 | 33.384 | 4.66 | 95.4 | 0.31 | 1.76 | 1.63 | 0.10 | 0.03 | 0.05 |
| 5 | 0 | 27.1 | 30.776 | 4.80 | 98.3 | 0.25 | 3.26 | 1.76 | 0.27 | 1.23 | 0.09 |
| | 5 | 26.7 | 33.227 | 4.43 | 91.5 | 0.40 | 2.47 | 1.61 | 0.18 | 0.68 | 0.16 |
| 6 | 0 | 27.6 | 29.042 | 5.27 | 107.8 | 1.06 | 1.09 | 0.93 | 0.03 | 0.13 | 0.03 |
| | 9 | 24.9 | 33.722 | 4.66 | 93.6 | 0.37 | 1.66 | 1.14 | 0.12 | 0.41 | 0.10 |
| 7 | 0 | 27.5 | 29.704 | 4.98 | 102.1 | 0.82 | 0.99 | 0.77 | 0.05 | 0.17 | 0.02 |
| | 11 | 24.6 | 33.798 | 4.22 | 84.5 | 1.02 | 4.07 | 2.98 | 0.26 | 0.83 | 0.23 |
| 8 | 0 | 27.6 | 30.687 | 5.18 | 107.0 | 0.65 | 0.73 | 0.68 | 0.01 | 0.05 | 0.03 |
| | 12 | 24.2 | 33.833 | 4.54 | 90.2 | 0.23 | 2.95 | 1.66 | 0.27 | 1.02 | 0.17 |
| 9 | 0 | 26.7 | 32.058 | 5.35 | 109.7 | 0.40 | 1.32 | 1.22 | 0.05 | 0.05 | 0.03 |
| | 20 | 23.8 | 33.908 | 4.68 | 92.4 | 0.16 | 2.94 | 1.30 | 0.33 | 1.32 | 0.22 |
| 10 | 0 | 26.3 | 30.444 | 4.89 | 98.6 | 0.15 | 1.33 | 0.88 | 0.02 | 0.43 | 0.04 |
| | 27 | 21.6 | 34.171 | 4.32 | 82.3 | 0.17 | 5.43 | 1.84 | 0.70 | 2.89 | 0.37 |
| 11 | 0 | 27.3 | 31.489 | 5.47 | 113.0 | 0.42 | 1.54 | 1.42 | 0.03 | 0.09 | 0.04 |
| | 11 | 24.8 | 33.510 | 4.49 | 90.1 | 0.66 | 1.74 | 1.47 | 0.07 | 0.20 | 0.08 |
| 12 | 0 | 26.8 | 32.688 | 5.36 | 110.6 | 0.42 | 0.89 | 0.82 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| | 9.5 | 25.1 | 33.709 | 4.91 | 99.1 | 0.57 | 1.05 | 0.98 | 0.01 | 0.06 | 0.02 |

付表3-2 三輪崎湾水質調査結果

調査日：1999(平成11)年11月29日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a μg/l | DIN | NH ₄ -N | μg-at/l | | |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|------------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
| 1 | 0 | 19.9 | 34.021 | 4.88 | 90.4 | 0.25 | 3.28 | 1.57 | 0.21 | 1.50 | 0.21 |
| | 5 | 19.8 | 34.019 | 4.83 | 89.3 | 0.23 | 2.52 | 1.11 | 0.19 | 1.22 | 0.18 |
| 2 | 0 | 19.4 | 33.885 | 4.90 | 90.0 | 0.44 | 2.46 | 1.28 | 0.18 | 1.00 | 0.17 |
| | 5 | 19.3 | 34.019 | 4.98 | 91.3 | 0.54 | 1.31 | 0.69 | 0.13 | 0.50 | 0.11 |
| 3 | 0 | 17.3 | 33.558 | 5.12 | 90.5 | 0.06 | 2.23 | 0.94 | 0.14 | 1.15 | 0.14 |
| | 3.5 | 17.2 | 33.567 | 5.31 | 93.7 | 0.15 | 2.43 | 1.00 | 0.15 | 1.28 | 0.16 |
| 4 | 0 | 18.6 | 33.877 | 5.18 | 93.8 | 0.06 | 2.13 | 0.81 | 0.16 | 1.17 | 0.13 |
| | 4 | 17.5 | 33.543 | 5.26 | 93.3 | 0.08 | 2.13 | 0.84 | 0.13 | 1.16 | 0.13 |
| 5 | 0 | 18.6 | 33.080 | 4.98 | 89.9 | 0.08 | 2.71 | 0.98 | 0.19 | 1.54 | 0.18 |
| | 5.5 | 17.3 | 33.452 | 5.31 | 93.8 | 0.06 | 3.16 | 1.19 | 0.19 | 1.79 | 0.18 |
| 6 | 0 | 19.5 | 33.822 | 5.20 | 95.6 | 0.16 | 1.44 | 0.64 | 0.11 | 0.68 | 0.09 |
| | 7.5 | 18.8 | 33.657 | 4.97 | 90.2 | 0.14 | 2.46 | 0.94 | 0.16 | 1.35 | 0.15 |
| 7 | 0 | 20.0 | 33.946 | 5.19 | 96.4 | 0.14 | 0.96 | 0.46 | 0.13 | 0.37 | 0.10 |
| | 8.5 | 19.9 | 33.959 | 5.37 | 99.4 | 0.31 | 1.92 | 1.16 | 0.16 | 0.60 | 0.16 |
| 8 | 0 | 20.4 | 34.423 | 5.84 | 109.4 | 0.11 | 1.43 | 0.70 | 0.19 | 0.34 | 0.13 |
| | 11 | 20.0 | 34.186 | 5.19 | 96.4 | 0.23 | 1.00 | 0.46 | 0.14 | 0.41 | 0.13 |
| 9 | 0 | 20.2 | 34.161 | 5.10 | 95.1 | 0.15 | 1.34 | 0.62 | 0.18 | 0.55 | 0.14 |
| | 14 | 20.0 | 34.145 | 5.26 | 97.6 | 0.14 | 1.74 | 0.83 | 0.20 | 0.71 | 0.17 |
| 10 | 0 | 21.3 | 34.000 | 5.29 | 100.2 | 0.22 | 1.17 | 0.61 | 0.16 | 0.40 | 0.15 |
| | 28 | 21.3 | 34.128 | 5.18 | 98.3 | 0.14 | 1.77 | 0.90 | 0.21 | 0.66 | 0.19 |
| 11 | 0 | 19.9 | 33.956 | 5.12 | 94.8 | 0.32 | 1.43 | 0.74 | 0.16 | 0.54 | 0.16 |
| | 11 | 19.7 | 33.990 | 5.21 | 96.2 | 0.32 | 1.29 | 0.68 | 0.15 | 0.46 | 0.14 |
| 12 | 0 | 19.6 | 34.418 | | | 0.08 | 1.38 | 0.41 | 0.27 | 0.70 | 0.16 |
| | 11 | 20.0 | 34.406 | 5.17 | 96.2 | 0.08 | 1.40 | 0.42 | 0.26 | 0.72 | 0.16 |

調査日：2000(平成12)年 2月16日

| St. No. | Dep. m | 水温 °C | 塩分 | DO ml/l | 飽和度 % | Chl.a μg/l | DIN | NH ₄ -N | μg-at/l | | |
|---------|--------|-------|--------|---------|-------|------------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | NO ₂ -N | NO ₃ -N | PO ₄ -P |
| 1 | 0 | 13.5 | 34.108 | 5.99 | 99.3 | 0.33 | 0.60 | 0.30 | 0.09 | 0.21 | 0.04 |
| | 5.5 | 13.5 | 34.093 | 6.26 | 103.9 | 0.23 | 0.20 | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.03 |
| 2 | 0 | 13.2 | 34.076 | 6.09 | 100.4 | 0.40 | 0.83 | 0.54 | 0.07 | 0.22 | 0.04 |
| | 5.5 | 13.4 | 34.118 | 6.05 | 100.2 | 0.23 | 0.21 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | 0.02 |
| 3 | 0 | 13.4 | 34.473 | 5.87 | 97.4 | 0.06 | 2.54 | 1.10 | 0.12 | 1.32 | 0.13 |
| | 2.5 | 13.5 | 34.578 | 5.88 | 97.9 | 0.02 | 1.60 | 0.73 | 0.10 | 0.77 | 0.10 |
| 4 | 0 | 15.0 | 34.608 | 5.92 | 101.3 | 0.34 | 1.13 | 0.62 | 0.15 | 0.37 | 0.05 |
| | 3.5 | 14.1 | 34.600 | 6.17 | 103.9 | 0.15 | 0.90 | 0.44 | 0.09 | 0.37 | 0.06 |
| 5 | 0 | 14.5 | 34.565 | 5.84 | 99.0 | 0.14 | 1.06 | 0.41 | 0.10 | 0.55 | 0.06 |
| | 5 | 14.0 | 34.563 | 5.94 | 99.7 | 0.08 | 1.55 | 0.74 | 0.12 | 0.70 | 0.09 |
| 6 | 0 | 15.3 | 34.612 | 5.86 | 100.7 | 0.22 | 0.79 | 0.31 | 0.08 | 0.40 | 0.07 |
| | 7 | 14.0 | 34.615 | 5.82 | 97.7 | 0.23 | 0.65 | 0.22 | 0.08 | 0.35 | 0.08 |
| 7 | 0 | 15.2 | 34.548 | 5.92 | 101.6 | 0.31 | 0.51 | 0.30 | 0.05 | 0.15 | 0.06 |
| | 8 | 15.2 | 34.542 | 5.88 | 100.9 | 0.40 | 0.34 | 0.10 | 0.05 | 0.20 | 0.06 |
| 8 | 0 | 15.3 | 34.520 | 5.88 | 101.0 | 0.39 | 0.38 | 0.16 | 0.04 | 0.18 | 0.04 |
| | 12 | 15.4 | 34.571 | 6.01 | 103.4 | 0.39 | 0.20 | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.03 |
| 9 | 0 | 15.8 | 34.641 | 5.92 | 102.8 | 0.23 | 1.11 | 0.30 | 0.12 | 0.69 | 0.08 |
| | 17 | 15.6 | 34.695 | 5.79 | 100.1 | 0.51 | 0.63 | 0.23 | 0.09 | 0.31 | 0.06 |
| 10 | 0 | 16.8 | 34.742 | 5.52 | 97.5 | 0.17 | 4.38 | 0.95 | 0.30 | 3.12 | 0.22 |
| | 29 | 17.0 | 34.734 | 5.35 | 94.8 | 0.40 | 3.43 | 0.23 | 0.30 | 2.90 | 0.20 |
| 11 | 0 | 15.2 | 34.598 | 6.23 | 106.9 | 0.39 | 0.23 | 0.09 | 0.03 | 0.11 | 0.03 |
| | 7.5 | 14.8 | 34.080 | | | 0.37 | 0.49 | 0.27 | 0.06 | 0.17 | 0.03 |
| 12 | 0 | 15.6 | 34.659 | 5.98 | 103.4 | 0.15 | 2.94 | 0.92 | 0.11 | 1.91 | 0.10 |
| | 10 | 15.6 | 34.661 | 5.98 | 103.4 | 0.15 | 1.25 | 0.44 | 0.11 | 0.71 | 0.08 |