

# 養殖漁場環境保全技術開発試験\*

竹内 照文・小久保友義・山内 信

## 目 的

昨年度に引き続き、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

### 1 水 質

調査は図1に示す6水域に定点を設定し、四季に1回ずつ行った(表1)。採水はバンドーン採水器を用いて、表層と海底上1m層で行った。観測項目と分析方法は以下のとおりである。

水 温：STD (アレック電子k.k製AST-1,000)

塩 分：同上

溶存酸素量：ウインクラール・アジ化ナトリウム変法

クロロフィルa：吸光度法

NH<sub>4</sub>-N：インドフェノール改良法

NO<sub>2</sub>-N：ジアゾ化法

NO<sub>3</sub>-N：Cdカラム還元法

PO<sub>4</sub>-P：ストリックランド・パーソンズ法

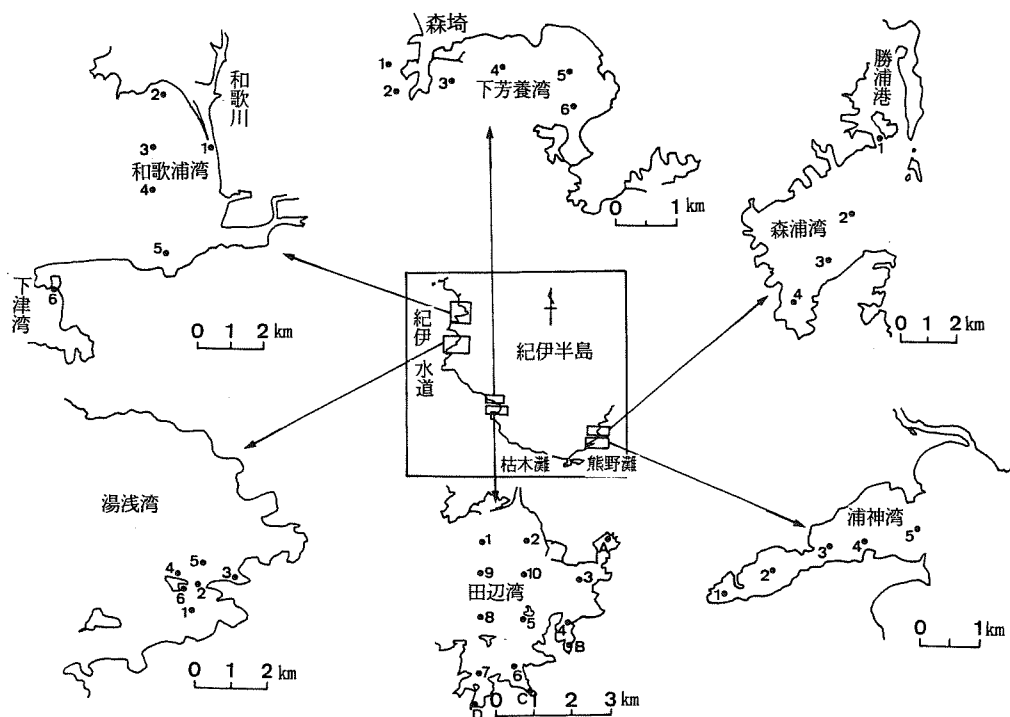


図1 調査水域と定点

\* 養殖漁場環境保全技術開発試験費による。

表1 調査の実施日(1995~'96年)

	春	夏	秋	冬
和歌浦湾	4. 27	7. 18	12. 14	2. 29
湯浅湾	5. 26	8. 9	11. 22	1. 11
下芳養湾周辺水域	5. 9	8. 3	11. 16	2. 8
田辺湾	5. 29	8. 10	11. 20	3. 13
浦神湾	5. 31	7. 19	10. 31	1. 25
森浦湾	5. 31	7. 19	10. 31	1. 25

## 2 底質

調査は図1に示す6水域に定点を設定し、夏季と冬季に行った(表1)。採泥はエクマンバージ採泥器で行い、表面から3cm深の泥を試料とし、分析当日まで-20℃で凍結保存した。分析方法は以下のとおりである。

COD:新編水質汚濁調査指針

IL:同上

TS:検知管法(西尾工業製ヘドロテック)

## 結果および考察

### 1 和歌浦湾

観測項目の季節変化を図2に示す。夏季調査は7月中旬に行われたが、表層水温が23℃台、底層水温が21℃台で例年よりは低水温であった。また、この時には表層の塩分が32.0台で、湾奥部に河川水の影響がみられた。このような中、酸素飽和度は112.3%、クロロフィルaは4.8μg/lで、植物プランクトンがいくぶん増殖していたが、表層のDINは1.0μg-at/l以下、DIPは0.05μg-at/l以下で極めて低く、植物プランクトンにより取り込まれたものと考えられる。また、この時を除くと塩分は33.0、34.0台であったが、表層のDINは春、秋季と冬季が各々9.0、11.0と8.0μg-at/l台、また、DIPは各々

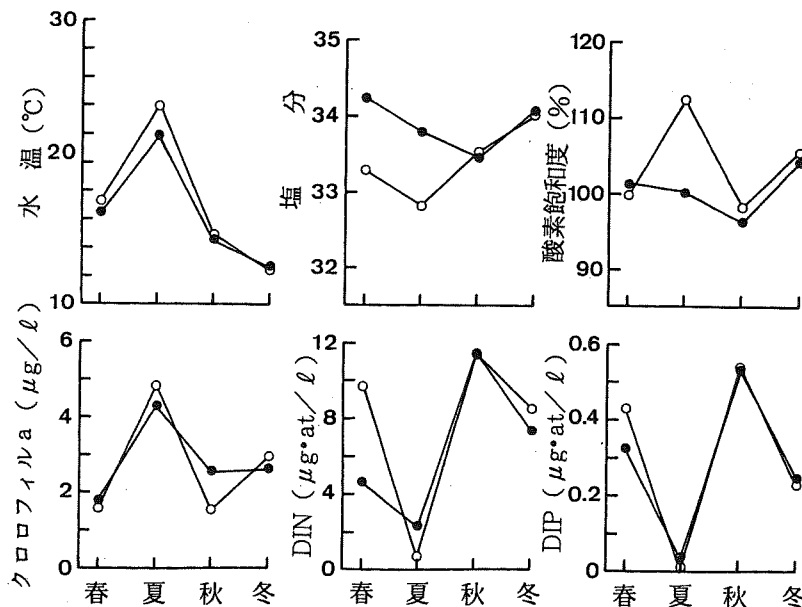


図2 和歌浦湾における観測項目の季節変化

○:表層, ●:底層  
全定点の平均値による

4、0.5と0.02  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 台で、栄養塩濃度が著しく高かった。特に、秋季にはDINとDIPが底層でも表層と同レベルであった。このDINは $\text{NO}_3\text{-N}$ によるものが多く、塩分濃度や酸素飽和度から考えると1994年の秋季調査<sup>1)</sup>で観測された現象と良く似ており、隣接する水域から運ばれてきたものと考えられる。

## 2 湯浅湾

観測項目の季節変化を図3に示す。水温は冬季が表、底層とも12℃台で昨年より約2℃程低かったが、夏季は28℃台ではほぼ同程度であった。表、底層間の水温差は夏季に約4℃あったが、その他はほぼ均一であった。また、夏季調査時には和歌浦湾と同様に表層の塩分がいくぶん低下し、河川水の影響が認められた。この時、表層のクロロフィルaは2.0  $\mu\text{g}/\text{l}$ で、植物プランクトンは少なかったが、栄養塩濃度は極めて低かった。また、この時を除くと表、底層の塩分は33.0台のことが多く、クロロフィルaは2.0  $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下で、外洋水の影響が弱く、かつ、植物プランクトンが極めて少なかった。このような状況の中、秋、冬季には $\text{NO}_3\text{-N}$ を主成分とするDINとDIPが高濃度であったが、この時の塩分濃度から考えると、栄養塩は降雨や外洋底層水から供給されたものでなく、和歌浦湾と同様に隣接する水域から運ばれてきたものと考えられる。

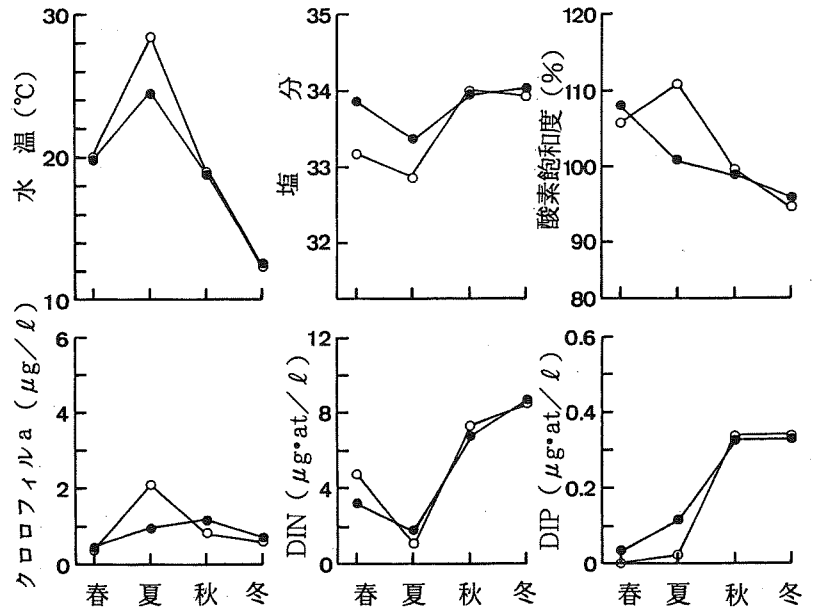


図3 湯浅湾における観測項目の季節変化

○：表層，●：底層  
全定点の平均値による

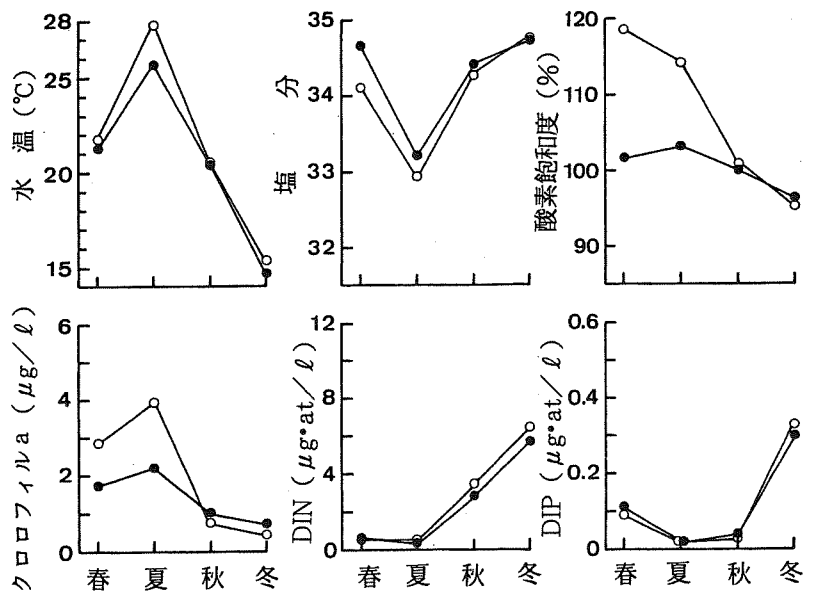


図4 下芳養湾周辺水域における観測項目の季節変化

○：表層，●：底層  
全定点の平均値による

## 3 下芳養湾周辺水域

観測項目の季節変化を図4に示す。夏季調査時には、表層水の水温が27.0℃台、塩分が32.0台、

酸素飽和度が110%台、クロロフィルaが約4  $\mu\text{g}/\text{l}$ で、河川水の影響が認められる定点で植物プランクトンがいくぶん増殖していた。このような状況の中、栄養塩はDINが1.0  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下、DIPが0.05  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下で極めて少なかったが、降雨に伴って陸上から供給された栄養塩がプランクトンに取り込まれたものと考えられる。また、冬季は、クロロフィルaが低く、植物プランクトンの増殖はみられなかったが、このような中、栄養塩は、DINが表層で6.54  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、底層で5.71  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で、極めて高く、DIPも同様であった。これは塩分濃度(34.70)から推測すると外洋底層水から供給されたものと考えられる。

ここは、黒潮系外洋水に影響されやすく、環境変動の少ない水域であるが、降雨後や外洋底層水の進入時には栄養塩濃度が増加し、環境が急変するものと考えられる。

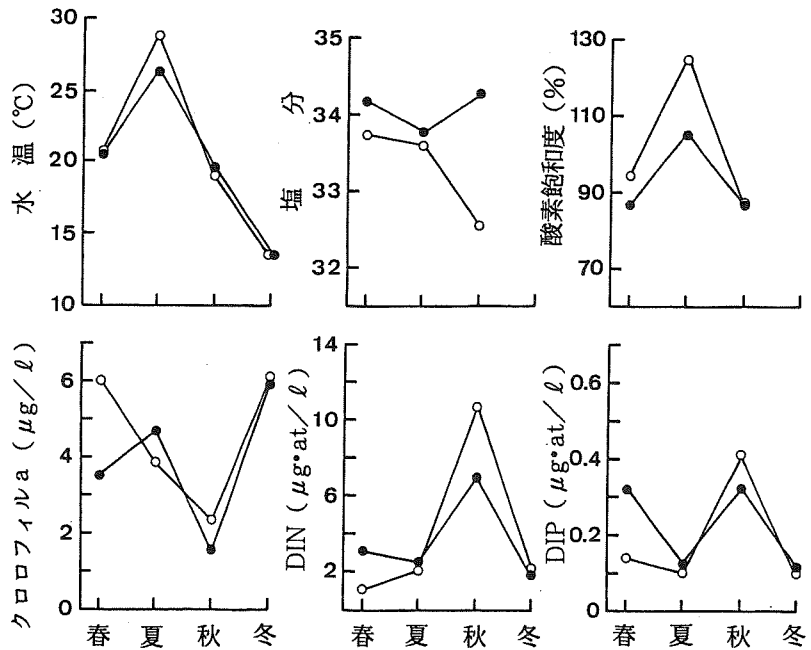


図5 田辺湾における観測項目の季節変化

○: 表層, ●: 底層

全定点の平均値による

#### 4 田辺湾

観測項目の季節変化を図5に示す。夏季調査時には表層水温が28.9 $^{\circ}\text{C}$ 、底層水温が26.4 $^{\circ}\text{C}$ で、成層が形成されていたが、この時を除くと表、底層の水温がほぼ均一であった。また、春、夏季と冬季にはクロロフィルaがいくぶん高く、植物プランクトンの増殖していることが窺えたが、栄養塩はこれらに取り込まれたものと考えられ、DINが3.0  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下で極めて低く、DIPも春季の底層を除くと0.3  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下であった。

一方、秋季調査時には表層の

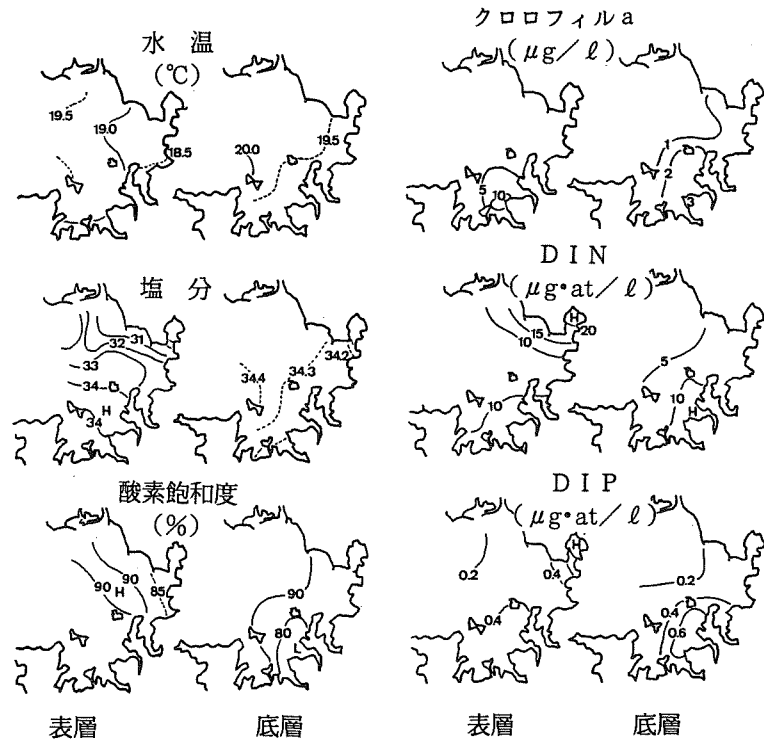


図6 田辺湾の表、底層水における観測項目の水平分布 (1995年11月20日)

塩分濃度が32.0台で、会津川河口を中心に北部域に河川水の影響がみられたが、酸素飽和度は表、底層とも70~90%台、クロロフィルaはSt.6の表層を除くと $4.0 \mu\text{g}/\text{l}$ 以下で、極めて均一な分布を示した。栄養塩は $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ が増え、表層ではDINが $10.64 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で、河川水の影響がみられる北部域と南部域で増加し、また、底層では南部域で高かった。一方、DIPもDINと同様に湾全域にわたって高かったが、南部域の底層で著しかった(図6)。この時には植物プランクトンが少なかったため、河川水や底泥から溶出した栄養塩が取り残され、高い濃度が保持されていたものと考えられる。

## 5 浦神湾

観測項目の季節変化を図7に示す。春、秋季の調査時には表層の塩分濃度が32.0台で湾全域に河川水の影響がみられた。ところが、春季はクロロフィルaが $3.35 \mu\text{g}/\text{l}$ で、植物プランクトンがいくぶん増殖していたが、DINとDIPはほとんど枯渇していた。

一方、秋季は、クロロフィルaが $1.25 \mu\text{g}/\text{l}$ で、この時には表層のDINとDIPが各々6.61、 $0.30 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で、栄養塩が高い濃度で保持されていた。また、冬季は塩分濃度が高く、外洋水の影響が強くと考えられるが、表層と底層のDINとDIPが各々8.0、 $0.39 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で栄養塩濃度が著しく高かった。この栄養塩は $\text{NO}_3\text{-N}$ によるものが大部分であるので、外洋底層水によってもたらされたものと考えられる。

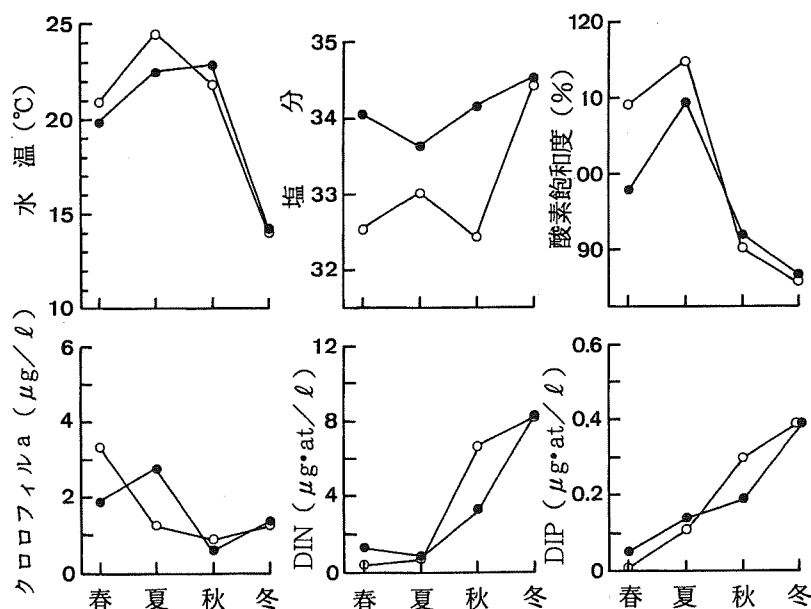


図7 浦神湾における観測項目の季節変化

○：表層，●：底層

全定点の平均値による

## 6 森浦湾

観測項目の季節変化を図8に示す。春、夏、秋季には表層の塩分濃度が32.0台で河川水の影響が認められた。また、クロロフィルaは何れも $0.5\sim 1.5 \mu\text{g}/\text{l}$ 前後で植物プランクトンの増殖が認められなかったが、DIN濃度は春、夏季が低く、秋季は高い濃度で保持されていた。秋季は表、底層水温が逆転し、底層水の塩分濃度が高かったことから、塩分が低く、栄養塩濃度の高い海水がトラップされていたものと考えられる。一方、春、夏季は底層水の塩分が33.0台で通常より低かったことから湾内水が混合されながら、均一化する過程で栄養塩が拡散していったものと考えられるが、今後、栄養塩の供給とともに消費される過程についても究明すべきであろう。また、冬季は浦神湾と同じ日に調査したが、当湾でも浦神湾と同様に塩分濃度が高く、クロロフィルが低く、栄養塩濃度

が高かった。

以上、昨年から今年にかけて県下の主要な内湾域で環境調査を行ってきたが、田辺湾を除くと富栄養化が進行すると顕在化する現象である貧酸素水塊の発生は認められなかった。ただ、昨年度の結果<sup>1)</sup>から、6水域とも底泥のCOD濃度が高く、有機物汚染の進行していることが明らかになった。<sup>1)</sup> これらの水域では海水交換が良好であると考えられるため、水質はあまり悪化してなかったが、海水の停滞した時には急激な酸素消費により貧酸素水塊が形成され、養殖魚類に被害を及ぼすことが考えられる。

また、今年度の調査は降雨の直後に行われたことが多く、表層の塩分濃度が低下していた。このような中、クロロフィルaが高く、植物プランクトンが増殖している時には栄養塩濃度が低く、植物プランクトンの少ない時には栄養塩が取り残されていた。すなわち、降雨後には河川水を通して陸上起源の栄養塩が供給されていることが明らかになった。また、和歌浦湾や湯浅湾では栄養塩濃度の高い海水が隣接する水域から運ばれていることが推察された。

更に、浦神湾と森浦湾では冬季調査が同じ日に行われたが、何れも塩分濃度が高く、湾内が外洋水に覆われていたものと思われるが、このような中、栄養塩濃度が極めて高かった。この栄養塩はNO<sub>3</sub>-Nが大部分を占めていることから外洋水を起源とするものと考えられるが、両湾とも同時に起こっていた。外洋底層水からもたらされる栄養塩の供給は内湾域だけでなく、外洋に面した水域でも起こっていると考えられる。近年、当県沿岸域では磯焼けが大きな問題となっており、その原因については魚類による捕食や黒潮系暖水の進入等いくつか考えられている。ただ、海藻の生長を考えると栄養塩についても無視することが出来ず、水域毎に栄養塩の供給機構を究明することが必要であろう。

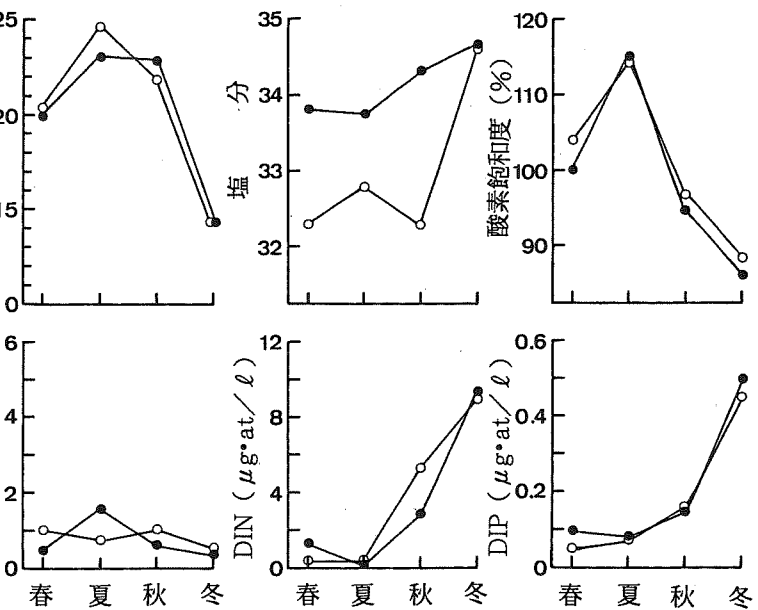


図8 森浦湾における観測項目の季節変化

○：表層，●：底層  
全定点の平均値による

## 文 献

- 1) 竹内照文・山内 信・小久保友義：養殖漁場環境保全技術開発試験。平成6年度和歌山水試事報、72-82