

赤潮貝毒監視事業（赤潮調査）

漁場環境科 織田純生 村上幸二 広田仁志

1. 一般調査

(1) 目的

赤潮発生海域を対象とし、赤潮多発期に海洋調査を実施し、赤潮発生機構の解明及び発生予察手法の確立に資するための赤潮関連データの蓄積を図る。併せて漁業被害の未然防止と被害軽減対策を図る。

(2) 調査方法

ア. 調査場所及び定点

浦ノ内湾（図1）及び野見湾（図2）

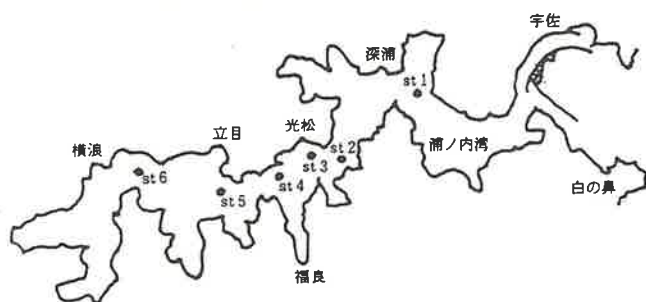


図1 浦ノ内湾調査点

st	北緯	東経
1	33° 26' 10"	133° 25' 24"
2	33° 25' 40"	133° 24' 40"
3	33° 25' 35"	133° 24' 20"
4	33° 25' 30"	133° 24' 03"
5	33° 25' 24"	133° 23' 26"
6	33° 25' 21"	133° 25' 08"

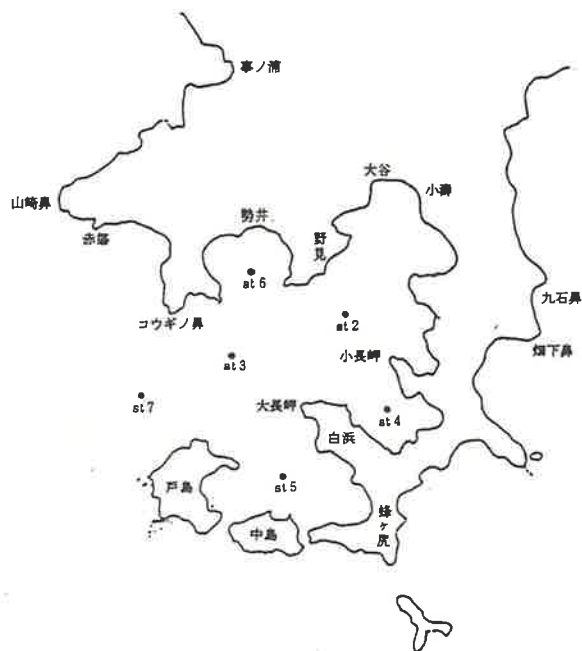


図2 野見湾調査点

st	北緯	東経
2	33° 22' 09"	133° 19' 00"
3	33° 22' 06"	133° 18' 33"
4	33° 21' 45"	133° 19' 17"
5	33° 21' 26"	133° 18' 52"
6	33° 22' 24"	133° 18' 33"
7	33° 21' 54"	133° 18' 00"

イ. 調査月日と調査項目

表1 一般調査月日と調査内容

（浦ノ内湾）

（野見湾）

回次	調査年月日	調査内容				
		気象	海象	水質	プランクトン	底質
1	H6.4.12	○	○	○	○	○
2	H6.5.11	○	○	○	○	○
3	H6.6.6	○	○	○	○	○
4	H6.7.4	○	○	○	○	○
5	H6.8.15	○	○	○	○	○
6	H6.9.5	○	○	○	○	○
7	H6.10.11	○	○	○	○	○

回次	調査年月日	調査内容				
		気象	海象	水質	プランクトン	底質
1	H6.4.22	○	○	○	○	○
2	H6.5.24	○	○	○	○	○
3	H6.6.21	○	○	○	○	○
4	H6.7.19	○	○	○	○	○
5	H6.8.23	○	○	○	○	○
6	H6.9.21	○	○	○	○	○
7	H6.10.25	○	○	○	○	○

ウ．調査内容と観測層

表2 一般調査内容と観測層

調 査 内 容		観 測 層
気 象	天候，雲量，風向，風力	
海 象	水温，塩分，透明度，水深，水色	0， 2， 5， 10， B-1 m
水 質	DO, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, DIN, PO ₄ -P, DON, DOP	0， 2， 5， 10， B-1 m
底 質	IL, T-N, T-S, COD	(エクマンバージ採泥)
プランクトン	採水プランクトン ネットプランクトン(沈殿量のみ)	表層(St.3のみ表, 中, 底層) 底層～表層の垂直曳き

(3) 調査結果

① 赤潮発生状況

赤潮発生状況を表3に示した。昨年発生した *Prorocentrum*、*Fibrocapsa*、*Ceratium*等の赤潮はみられず、また*Noctiluca*赤潮が減少したことから、発生件数は8件と昨年の半分以下であった。浦ノ内湾では、*Gymnodinium mikimotoi*及び

Chattonella spp. 赤潮が例年より早い時期に発生、消滅したが、野見湾の*Heterosigma akashiwo*赤潮は例年並の時期であった。また、両湾ともこれらの赤潮の消滅以降は、赤潮の形成はみられなかった。漁業被害については、昨年より1件増で、*Heterosigma akashiwo*、*Gymnodinium mikimotoi*、*Chattonella* spp. による3件であった。

表3 赤潮発生状況

No	発 生 時	発 生 海 域	赤 潮 構 成 種	被 害 状 況
1	4.5	室戸市高岡～椎名地先	<i>Noctiluca scintillans</i>	無
2	4.25～5.16	浦ノ内湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	無
3	4.27～5.16	安芸市矢流地先沿岸	<i>Noctiluca scintillans</i>	無
4	5.12～14	野見湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	マダイ300尾 300千円
5	5.24	東洋町甲浦沖	<i>Noctiluca scintillans</i>	無
6	6.6～7.13	浦ノ内湾	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>	マダイ800尾 800千円
7	6.27～7.26	浦ノ内湾	<i>Chattonella</i> spp.	シマアジ1000尾, 1500千円, コノシロ等天然魚
8	7.20	大月町安満地漁協前	<i>Noctiluca scintillans</i>	無

② 浦ノ内湾

ア. 気 象

高知地方気象台における、平成6年の須崎地方の月平均気温、月間降水量、月間日照時間を図3に示した。

気温は1～3月まで平年より0.1～1.3℃低めに、その後は0.5～2.1℃高めに推移した。

日照時間は1～2月は平年並み、3月は平年より24h多く、4月は平年より18.5h少なかった。5～9月は平年より33.5～83.3h多く、10～12月は平年より12.1～20.2h少なかった。

降水量は2～4月及び11月は平年より多かったが、その他の月は平年より少なく、特に6月及び8月は200mm以上も少なかった。

イ. 海 象

浦ノ内湾中央部S.T.3の水温、塩分、透明度の推移を図4に示した。

水温は表層17.3～30.3℃、中層17.4～29.6℃、底層16.1～29.0℃の範囲で推移した。

6月以降は干天少雨となり、各層とも平年より高めに推移し、特に7月から9月の表層では30℃を越えることが多かった。

塩分は表層25.10～32.87‰、中層32.00～33.42‰、底層32.95～33.60‰の範囲で推移した。中層及び底層は調査期間中あまり変化はみられなかったが、表層は7月及び8月に台風等降雨の影響で低い値を示した。

透明度は1.8～3.6mの範囲で推移した。7月は赤潮の影響で低くなった。

ウ. 水 質

S.T.3の溶存酸素量、栄養塩類について以下に述べる。

酸素飽和度について、図5に示した。表層80.6～191.2%、中層37.1～105.7%、底層1.4～67.8%の範囲で推移した。表層ほぼ飽和か過飽和で推移したが、底層は5～9月にかけて貧酸素水塊が発達し、低い値となった。

NH₄-Nの濃度は表層0.54～1.73 μg-at/ℓ、中層0.39～5.99 μg-at/ℓ、底層1.15～22.67 μg-at/ℓ

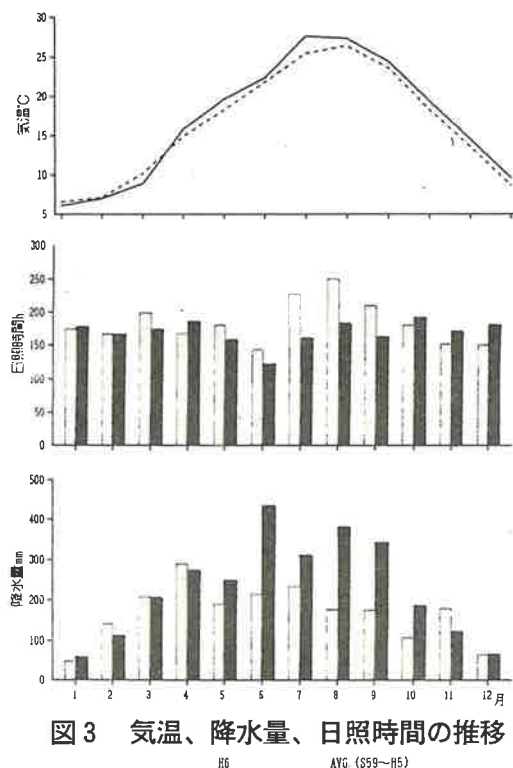


図3 気温、降水量、日照時間の推移

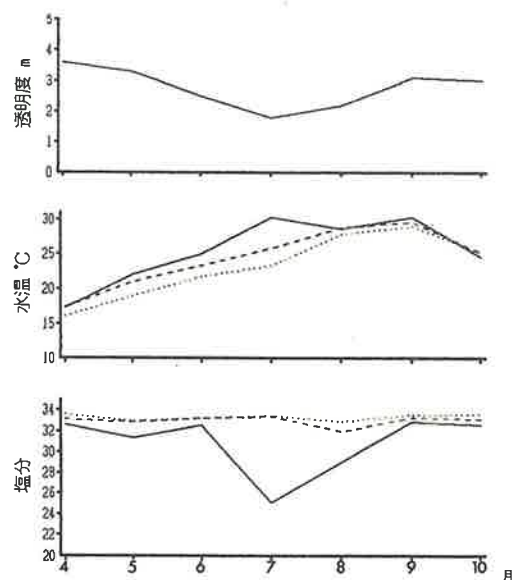


図4 水温、塩分、透明度の推移(浦ノ内湾S.T.3)

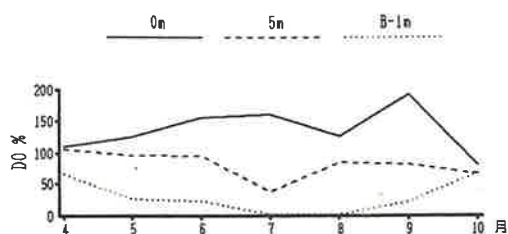


図5 酸素飽和度の推移(浦ノ内湾S.T.3)

の範囲で推移した。

$\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度は表層 $0.15\sim 0.51\ \mu\text{g-at}/\ell$ 、中層 $0.15\sim 0.55\ \mu\text{g-at}/\ell$ 、底層 $0.17\sim 0.80\ \mu\text{g-at}/\ell$ の範囲で推移した。

$\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度は表層 $0.06\sim 0.70\ \mu\text{g-at}/\ell$ 、中層 $0.21\sim 0.89\ \mu\text{g-at}/\ell$ 、底層 $0.19\sim 0.76\ \mu\text{g-at}/\ell$ の範囲で推移した。

DIN及びDONの推移を図6に示した。表層及び中層ではDONが大半を占めているが、底層では6月以降DINの割合が増加した。また、DINについては、各層とも平年より低い値となることが多かった。

$\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度は表層 $0.07\sim 0.46\ \mu\text{g-at}/\ell$ 、中層 $0.10\sim 0.86\ \mu\text{g-at}/\ell$ 、底層 $0.43\sim 4.00\ \mu\text{g-at}/\ell$ の範囲で推移した。表層では平年並み～若干低めの値となることが多かったが、底層では5～8月にかけて平年並み～若干高めの値となることが多かった。

DIP及びDOPの推移を図7に示した。表層及び中層では10月にT-Pの値が高くなった。底層のT-Pは大半がDIPで、また6～8月にかけて高い値を示した。これは底層の貧酸素化と一致している。

エ. プランクトン

珪藻類は4月に*Skeletonema costatum*、8月に*Rhizosolenia* sp. 鎖型、9月に*Chaetoceros* spp.、*Leptocylindrus danicus*、10月に*Nitzschia* spp.、*Rhizosolenia* sp. 鎖型がそれぞれ優占した。

渦鞭毛藻は、6月に*Gymnodinium mikimotoi*が、 $1\times 10^3\text{ cells}/\text{ml}\sim 3\times 10^4\text{ cells}/\text{ml}$ の密度で優占した。

ラフィド藻は、4月下旬～5月上旬にかけて、*Heterosigma akashiwo*が $1\sim 2\times 10^3\text{ cells}/\text{ml}$ の密度で優占し、また6月下旬～7月下旬にかけて*Chattonella* spp. が数個～ $2\times 10^3\text{ cells}/\text{ml}$ の密度で出現した。

③ 野見湾

ア. 海 象

野見湾中央部ST. 3の水温、塩分、透明度の推

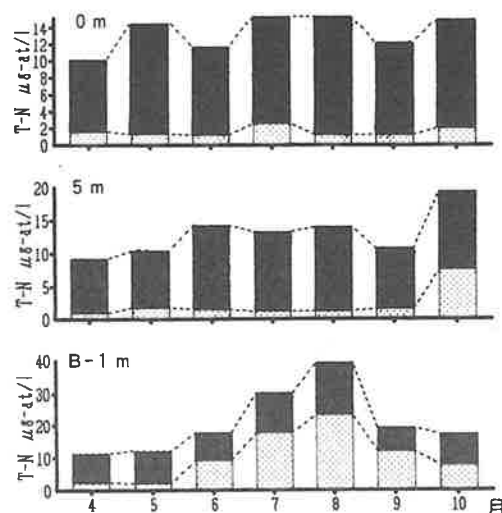


図6 DIN及びDONの推移(浦ノ内湾ST. 3)

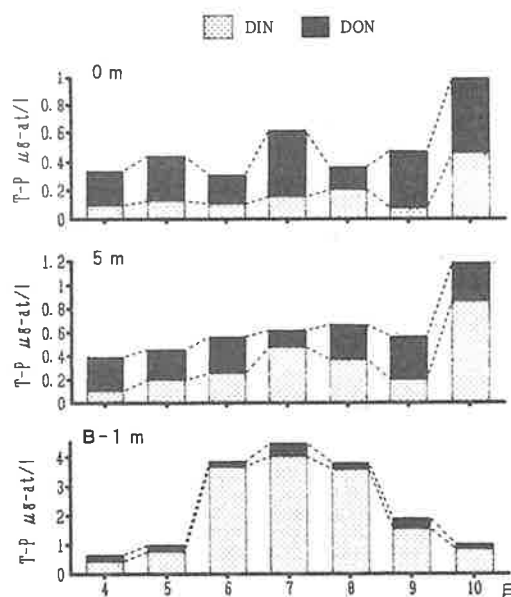


図7 DIP及びDOPの推移(浦ノ内湾ST. 3)

移を図8に示した。

水温は表層 $18.9\sim 29.4^\circ\text{C}$ 、中層 $19.0\sim 28.6^\circ\text{C}$ 、底層 $19.0\sim 27.0^\circ\text{C}$ の範囲で推移した。調査期間中、各層とも平年より高めに推移した。

塩分は表層 $33.40\sim 34.55\text{‰}$ 、中層 $33.65\sim 34.55\text{‰}$ 、底層 $34.35\sim 34.70\text{‰}$ の範囲で推移した。各層とも4月は平年並みであったが、5月以降平年より高めに推移した。

透明度は $2.5\sim 7.8\text{ m}$ の範囲で推移した。6月は湾外水の差し込みにより高くなった。

イ. 水 質

ST. 3 の溶存酸素量、栄養塩類について以下に述べる。

酸素飽和度について、図 9 に示した。表層67.4～133.1%、中層63.0～120.6%、底層56.9～108.3%の範囲で推移した。6月は湾外水の差し込みにより、表層より中、底層が高くなり、7月は表層付近での珪藻類プランクトンの増殖により過飽和となった。また、9～10月は中、底層付近で比較的低い状態が続いた。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度は表層0.19～14.91 $\mu\text{g-at}/\ell$ 、中層1.16～9.77 $\mu\text{g-at}/\ell$ 、底層1.26～11.25 $\mu\text{g-at}/\ell$ の範囲で推移した。

$\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度は表層0.13～0.85 $\mu\text{g-at}/\ell$ 、中層0.21～1.00 $\mu\text{g-at}/\ell$ 、底層0.30～0.95 $\mu\text{g-at}/\ell$ の範囲で推移した。

$\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度は表層0.25～3.16 $\mu\text{g-at}/\ell$ 、中層0.21～1.97 $\mu\text{g-at}/\ell$ 、底層0.33～2.11 $\mu\text{g-at}/\ell$ の範囲で推移した。

DIN及びDONの推移を図10に示した。表層及び中層ではDONの割合が多く、底層ではDINの割合が比較的多かった。DINについては、6月以外は表層及び中層で平年より低い値となることが多かった。また、底層では夏場に低くなる傾向が認められた。

DIP及びDOPの推移を図11に示した。T-Pは6月の表層及び10月の中層及び底層で比較的高い値となった。底層ではDIPの割合が多く、また夏場に低くなる傾向が認められた。

ウ. プランクトン

珪藻類は4月、5月、7月、8月及び9月に優占し、その種類はそれぞれ*Thalassiosira* spp.、*Chaetoceros* spp.、*Rhizosolenia* sp. 鎖型、*Rhizosolenia* sp. 鎖型及び*Nitzschia* spp.、*Skeletonema costatum*及び*Thalassiosira* spp.であった。

ラフィド藻は、5月中旬に*Heterosigma akashiwo*が $9 \times 10^4 \text{ cells}/\text{ml}$ の密度で優占した。

6月はプランクトンの密度が非常に少なく、10月

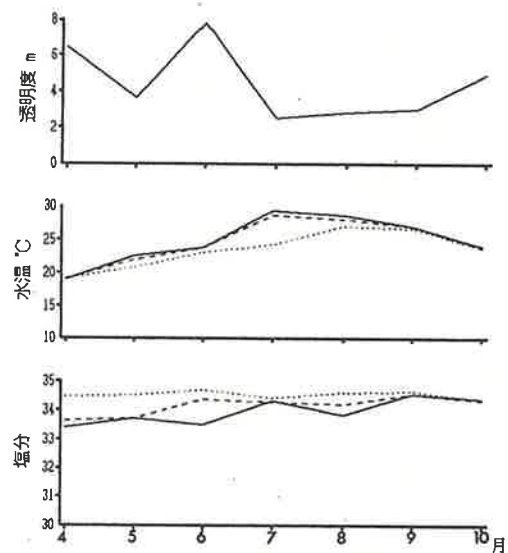


図8 水温、塩分、透明度の推移(野見湾ST. 3)

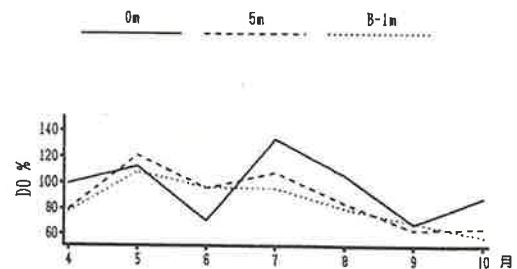


図9 酸素飽和度の推移(野見湾ST. 3)

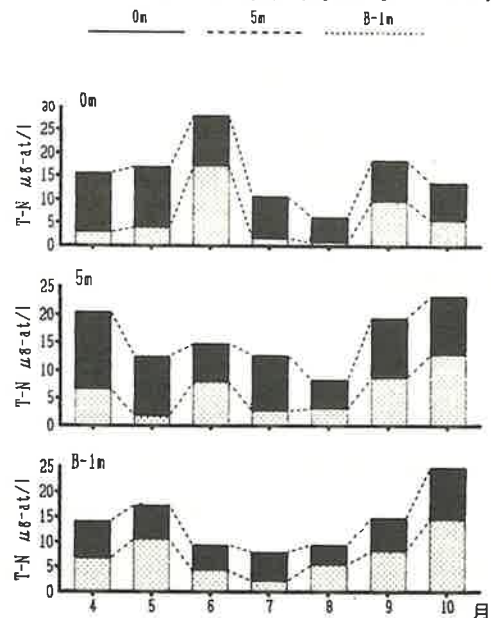


図10 DIN及びDONの推移(野見湾ST. 3)

□ DIN ■ DON

も比較的少なかった。また渦鞭毛藻が優先することはなかった。

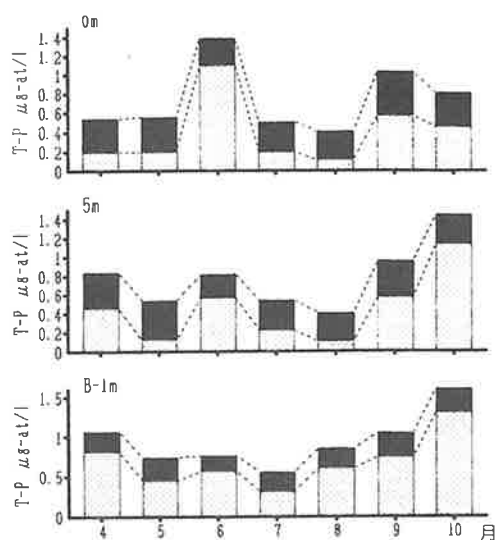


図11 DIP及びDOPの推移(野見湾ST. 3)

□ DIP ■ DOP

2. 連続調査

(1) 目的

赤潮多発期の海洋環境を連続的に把握し、赤潮発生環境要因を模索し、赤潮予察手法の確立を図る。

(2) 調査方法

ア. 調査定点 図1のST. 3（光松）

イ. 調査月日と調査内容

(3) 調査結果

連続調査を6月28日から7月8日まで6回実施した。水温は表層27.2～31.5℃、中層25.6～26.7℃、底層23.3～23.6℃、塩分は表層19.20～31.20‰、中層33.13～33.55‰、底層33.14～33.65‰の範囲で推移した。6月29日夜の大雨により、湾奥の河川からかなりの濁水が流入し、30日から7月2日にかけて光松付近まで広がった。この影響を受け、表層塩分は30日以降低い状態が続いた。

溶存酸素は、表層6.4～7.8ml/lと高い状態が続いたが、底層では0.07～0.2ml/lと貧酸素化が著しかった。

ST. 3 2m層のプランクトン及び栄養塩類の

推移を図12に示した。プランクトンについては、珧藻類の減少にともない*Gymnodinium mikimotoi*が増加する傾向が認められた。*Chattonella* spp. は、8日まで300cells/ml以下で推移したが、珧藻類及び*Gymnodinium mikimotoi*が減少した18日には、800cells/mlまで増加した。

表4 連続調査月日と調査内容（浦ノ内湾）

回次	調査年月日	調査内容				
		気象	海象	水質	プランクトン	底質
1	H6.6.28	○	○	○	○	
2	H6.6.30	○	○	○	○	
3	H6.7.2	○	○	○	○	
4	H6.7.4	○	○	○	○	
5	H6.7.6	○	○	○	○	
6	H6.7.8	○	○	○	○	

栄養塩類については、4日にDON、DIP及びDOPが高い値となったが、これは6月29日の降雨の影響によるところが大きいと考えられた。

また、これらは同様の傾向で推移したが、DINについては、2日に増加し、その後減少した。プランクトンの消長との関係は、明瞭な対応は現れなかった。

3. 臨時調査

(1) 目的

漁業被害をともしう恐れのある*Gymnodinium mikimotoi*、*Heterosigma akashiwo*、*Chattonella* spp. などの赤潮発生時に実施した。

(2) 調査方法

ア. 調査海域：高知県海域

イ. 調査日及び調査点：適宜決定

ウ. 調査項目：プランクトン細胞数、水温、塩分、DO、透明度など

エ. 調査実施日及び調査内容（表5）

- ① *Heterosigma akashiwo*は、浦ノ内湾で4月下旬から5月中旬、野見湾で5月中旬に発生した。浦ノ内湾では最高密度2,300cells/

mlで被害はなかったが、野見湾では最高密度89,700cells/mlに達し、養殖マダイに被害がでた。

- ② *Gymnodinium mikimotoi*は、6月上旬から7月上旬にかけて浦ノ内湾で発生し、特に6月10日から20日にかけて、湾奥から水試前にかけての広範囲で10,000cells/ml以上の高密度（最高密度34,700cells/ml）で分布し、この間に養殖マダイに被害がでた。6月28日には、500cells/mlに減少したものの、7月4日には再び8,600cells/mlに達した。

- ③ *Chattonella* spp. は、浦ノ内湾で6月27日ごろから、*Gymnodinium mikimotoi*赤潮に混在して発生し、7月8日までは10~300 cells/ml程度で推移したが、13日から湾内の所々でパッチ状の呈色水域がみられ、2,000~3,000cells/mlに達し、このころ養殖シマアジや天然魚のコノシロ等に被害がでた。その後18日頃から減少し、台風通過後の26日には消滅した。

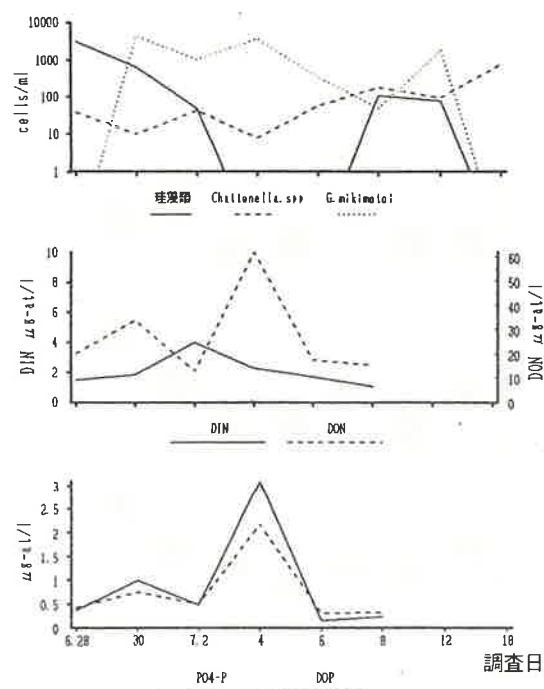


図12 ST. 3 2 m層におけるプランクトン及び栄養塩類の推移

表5 臨時調査月日と調査内容

回次	調査年月日	調査内容				備考
		気象	海象	水質	プランクトン	
1	H6.4.7	○	○	○	○	土佐清水港
2	H6.4.28	○	○	○	○	浦ノ内湾
3	H6.5.12	○	○	○	○	野見湾
4	H6.5.13	○	○	○	○	
5	H6.6.8	○	○	○	○	浦ノ内湾
6	H6.6.10	○	○	○	○	
7	H6.6.17	○	○	○	○	
8	H6.6.20	○	○	○	○	
9	H6.6.27	○	○	○	○	
10	H6.6.28	○	○	○	○	
11	H6.7.8	○	○	○	○	
12	H6.7.13	○	○	○	○	