

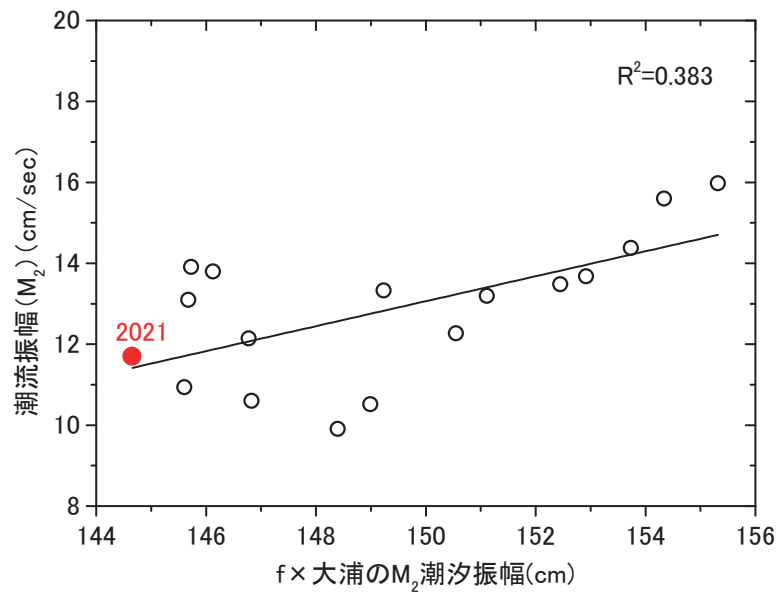


図 1-1-8. 潮汐振幅(大浦)と底層潮流振幅(P6)の経年変化

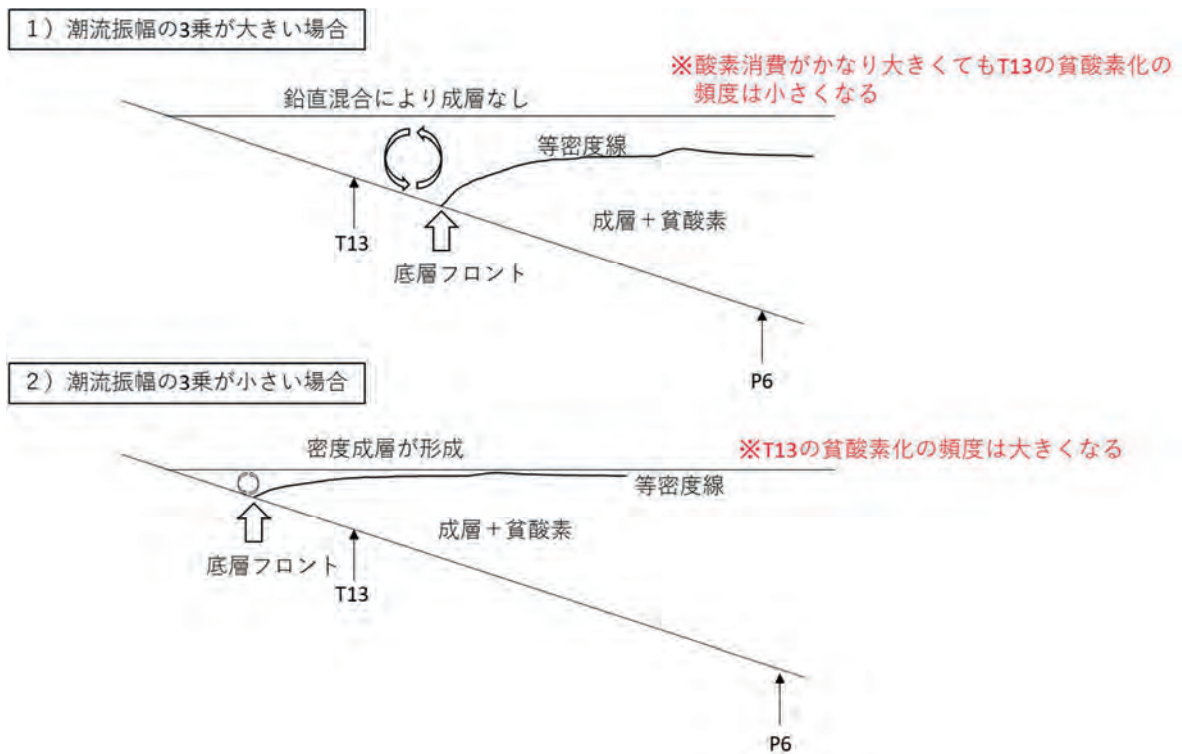


図 1-1-9. 底層フロントと密度成層・貧酸素との関係

参考文献

- 速水祐一 (2007) : 有明海奥部の貧酸素水塊—形成機構と長期変動—, 月刊海洋, 39, pp. 22–28.
- Hagy, J. D., W. R. Boynton, C. W. Keefe, and K. V. Wood.: Hypoxia in Chesapeake Bay, 1950–2001: Long - term change in relation to nutrient loading and river flow. *Estuaries*, vol. 27, pp. 634–658, 2004.
- Murphy, R. R., W. M. Kemp, and W. P. Ball.: Long - term trends in Chesapeake Bay seasonal hypoxia, stratification, and nutrient loading. *Estuar. Coast.* vol. 34, pp. 1293–1309, 2011.
- Scully, M. E.: Physical controls on hypoxia in Chesapeake Bay: A numerical modeling study. *J. Geophys. Res.* vol. 118, pp. 1239–1256, 2013.
- Scully, M. E.: The contribution of physical processes to inter - annual variations of hypoxia in Chesapeake Bay: A 30 - yr modeling study. *Limnol. Oceanogr.* vol. 61, pp. 2243–2260, 2016.
- Simpson, J.H. and J. R. Hunter: Fronts in the Irish Sea. *Nature*, vol. 250, pp. 404–406, 1974.
- 塚本秀史, 柳哲雄 : 有明海の潮汐・潮流, 海と空, 78, pp. 19–30, 2002.
- 藤家 亘, 井下 恭次, 白谷 栄作 : 諫早湾および有明海奥部における成層度と底層水の挙動, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 71 巻, 2 号, p. I_1237–I_1242, 2015.
- 松野健, 中田英昭 : 有明海の流れ場を支配する物理過程, 沿岸海洋研究, vol. 42, pp. 11–17, 2004.
- Souza, A.J., J.H. Simpson: The modification of tidal ellipses by stratification in the Rhine ROFI, *Continental Shelf Research*, vol. 16, Issue 8, pp. 997–1007, 1996.
- 徳永 貴久, 田井 明, 木元 克則 : 有明海湾奥西部の干潟縁辺域における DO 経年変動特性, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 69 巻, 2 号, p. I_1018–I_1023, 2013.
- 堤 英輔, 松野 健 : 有明海諫早湾湾口付近における外部, 内部潮汐流およびそれに伴う乱流混合の観測, 海の研究, 23 (2), pp. 45–72, 2014.

イ 有明海湾奥西部における主要植物プランクトンの出現動態

(1) 試験等の方法

図 1-1-1 に示す鉛直断面定期観測定点における St.T2、T13、P6、P1 および B3 において、2021 年 7 月 5 日から 8 月 23 日にかけて週 1 回の頻度で、表層海水を採水して植物プランクトン細胞数を計数した。計数は、観測翌日に生海水 10~500 μL 中の植物プランクトン細胞数を生物顕微鏡で検鏡することで行った。

(2) 結果

各定点における *Chattonella* 属の細胞密度の推移を図 1-1-10 に示す。*Chattonella* 属は、7 月中旬に全ての定点で初認され、7 月下旬に St.B3 で、8 月上旬に St.B3 を除く定点で最高細胞密度が確認されたが、その後速やかに衰退して 8 月中旬には全ての定点で確認されなかった。各定点における最高細胞密度は 256~1,440 cells/mL であり、St.T13 が最も高かった。

各定点における珪藻類の細胞密度の推移を図 1-1-11 に示す。珪藻類は、4~17,030 cells/mL の範囲で確認された。観測期間のうち、7 月上旬から 8 月中旬までは、細胞密度が 1,220~2,320 cells/mL の範囲で確認された 7 月 5 日の St.T2 および T13、7 月 12 日の St.B3 および 8 月 2 日の St.T2 を除いて、ほとんどの観測で 1,000 cells/mL 以下であり、比較的低密度であった。一方で、8 月下旬は全ての定点で 1,420~17,030 cells/mL と比較的高密度であった。1,000 cells/mL 以上の細胞密度が確認された観測における優占種は、7 月 5 日の St.T2 および T13 が *Skeletonema* 属および *Chaetoceros* 属、7 月 12 日の St.B3 が *Chaetoceros* 属、8 月 2 日の St.T2 および 8 月 23 日の全ての定点で *Skeletonema* 属であった。

各定点における渦鞭毛藻類の細胞密度の推移を図 1-1-12 に示す。渦鞭毛藻類は、0~348 cells/mL の範囲で確認された。観測期間を通して、細胞密度が 148~348 cells/mL の範囲で確認された 7 月 5 日の St.T2、7 月 12 日の St.B3 を除く定点および 7 月 26 日の St.T13 を除いて、ほとんどの観測で 100 cells/mL 以下の出現であった。100 cells/mL 以上の細胞密度が観測における優占種は、7 月 5 日の St.T2 および 7 月 26 日の St.T13 で *Akashiwo sanguinea*、7 月 12 日の St.T2 で *A.sanguinea* および *Ceratium fusus*、7 月 12 日の St.T13、P6 および P1 で *C.fusus* であった。

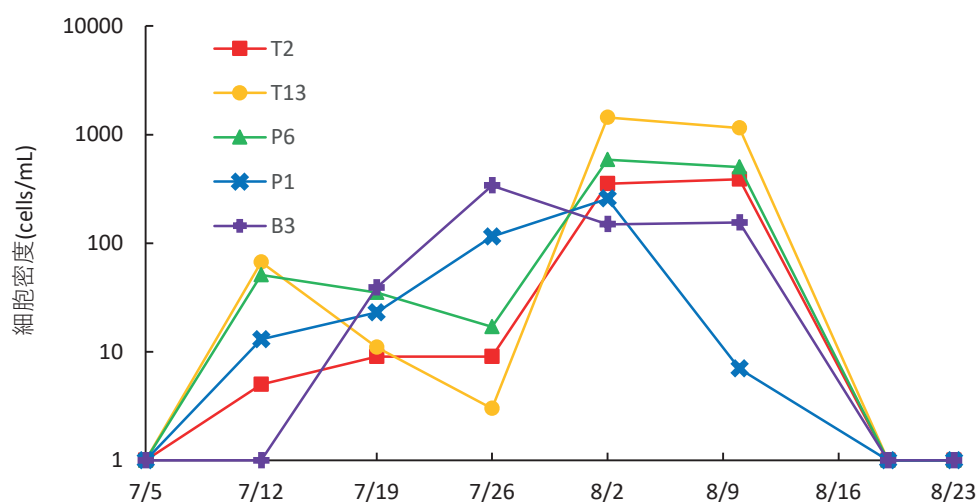


図 1-1-10. 各定点における *Chattonella* 属の細胞密度の推移

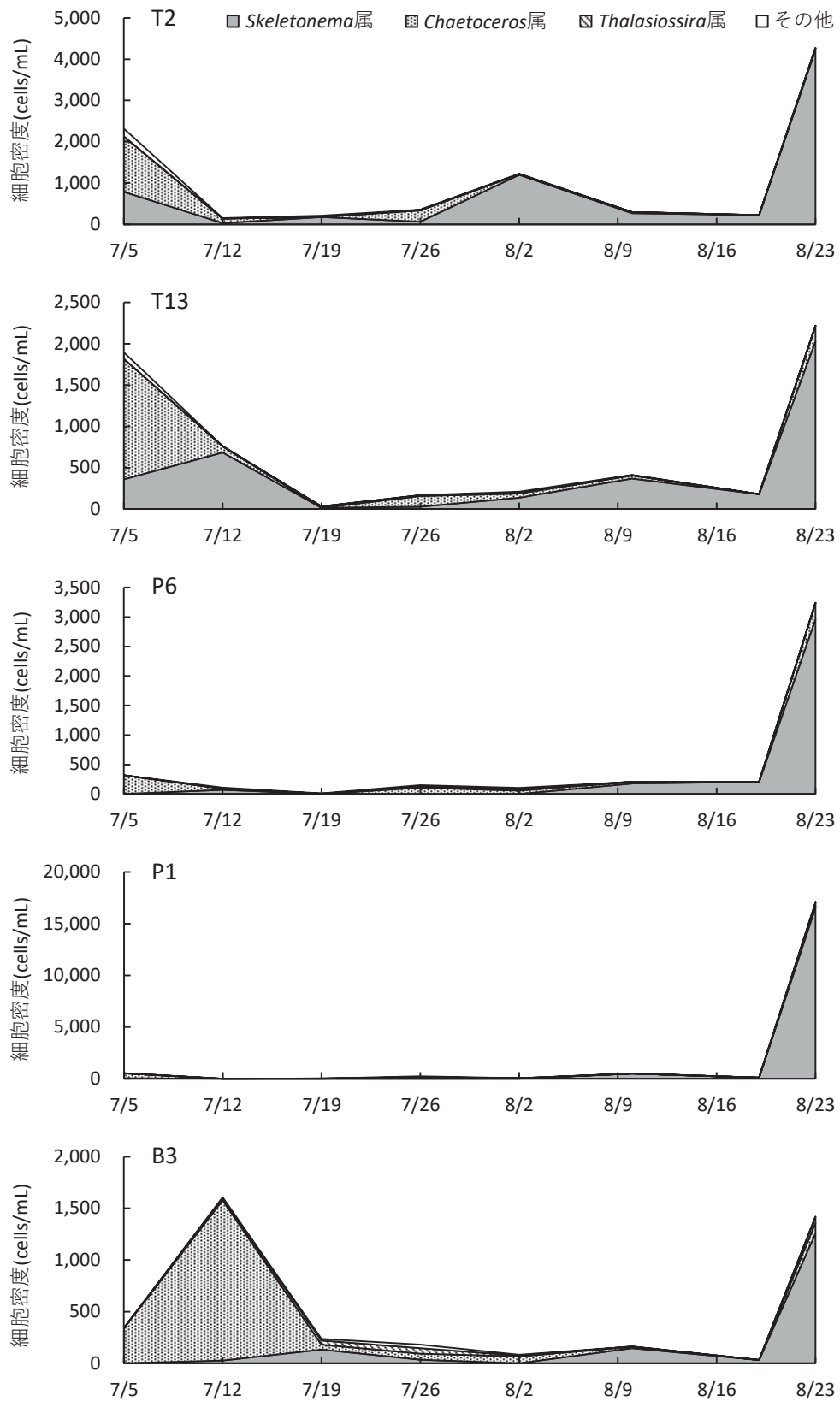


図 1-1-11. 各定点における珪藻類の細胞密度の推移

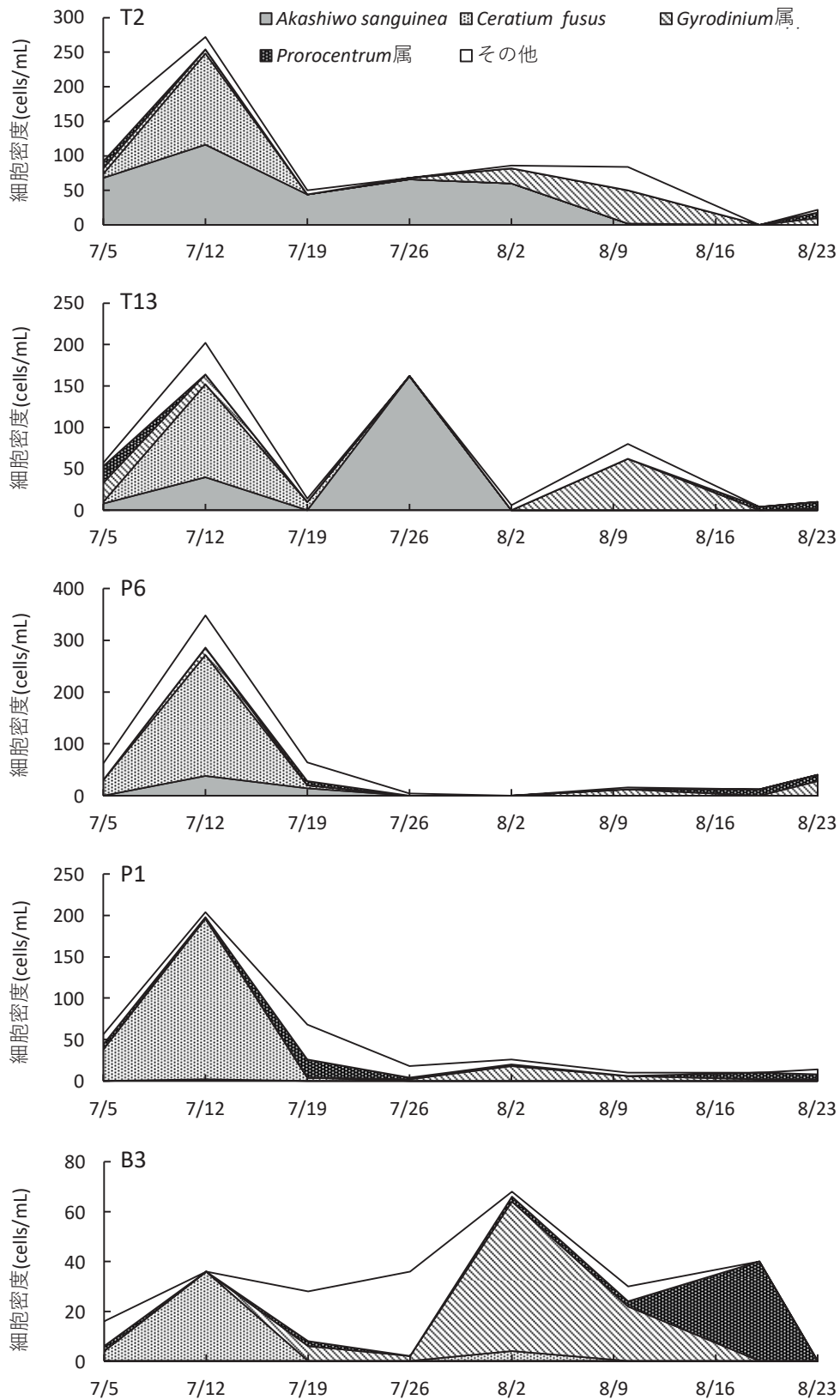


図 1-1-12. 各定点における渦鞭毛藻類の細胞密度の推移

ウ 有明海湾奥西部における栄養塩動態

(1) 試験等の方法

図 1-1-1 に示す観測定線上の観測点 T2、T13、P6、P1、B3 の各層（観測点 T2 は 0 m 層、B-1 m 層、観測点 T13 は 0 m 層、2m 層、B-1 m 層）で採取した海水について、海洋観測指針に準拠した空気分節方式を用いて、溶存態無機窒素（硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素）、リン酸態リン、ケイ酸態ケイ素の濃度を以下の方法で測定した。

- ・硝酸態窒素：銅・カドミウム還元－ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
- ・亜硝酸態窒素：ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
- ・アンモニア態窒素：インドフェノール青吸光光度法
- ・リン酸態リン：モリブデン青吸光光度法
- ・ケイ酸態ケイ素：シリカモリブデン青吸光光度法

(2) 結果及び考察

1) 溶存無機態窒素

調査期間における溶存態無機窒素濃度（以下、DIN と記す。）の推移を図 1-1-13 に示す。

観測点 T2、T13 では全層でほぼ同調していたが、観測点 P6、P1、B3 では 0、2 m 層と B-1 m 層が異なる挙動を示した。

7 月 5 日には全観測点の全層で 1 桁台の低い値を示した。7 月 12 日には、観測点 T2、T13 の全層、観測点 P6、P1 の 0、2 m 層では 20 μM 以上の高い値を示したが、観測点 P6、P1 の B-1 m 層と観測点 B3 の全層では引き続き 1 桁台の低い値を示した。その後 7 月 19 日から 8 月 2 日にかけて全観測点の全層で 1 桁台の低い値が続いた。8 月 10 日から 23 日にかけては、観測点 T2 の全層、観測点 T13 の 2、B-1m 層、観測点 P6、P1、B3 の 0、2 m 層では 8 月 19 日をピーク（34.2～67.9 μM ）に増加したが、8 月 23 日には減少に転じた。同期間、観測点 T13 の 0 m 層、観測点 P6、P1、B3 の B-1 m 層では増加を続けた。

2) リン酸態リン

調査期間におけるリン酸態リン濃度（以下、 $\text{PO}_4\text{-P}$ と記す。）の推移を図 1-1-14 に示す。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は、0.1～5.8 μM の範囲で概ね DIN と同調して増減したが、8 月 23 日の観測点 P6、P1、B3 においては、底層で最も高い値を観測した。

3) ケイ酸態ケイ素

調査期間におけるケイ酸態ケイ素濃度（以下、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ と記す。）の推移を図 1-1-15 に示す。7 月 5 日から 8 月 2 日にかけて、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ は、18.5～209.1 μM の範囲で概ね DIN と同調して増減した。

8 月 2 日から 10 日にかけて、観測点 T2、T13、P6、P1 の 0 m 層で大幅な増加が見られた。その後、調査点 T2、T13 では 19 日に減少し、23 日に再び増加したが、調査点 P6、P1 ではほぼ横ばいで推移した。同期間、調査点 T13、P6 の 2 m 層は増加を続けたが、調査点 P1、B3 の 2 m 層は 19 日をピークに増加し、23 日には減少した。8 月 2 日以降、調査点 T2、T13、P6、P1、B3 の B-1 m 層、調査点 B3 の 0 m 層では横ばいから漸増傾向で推移した。

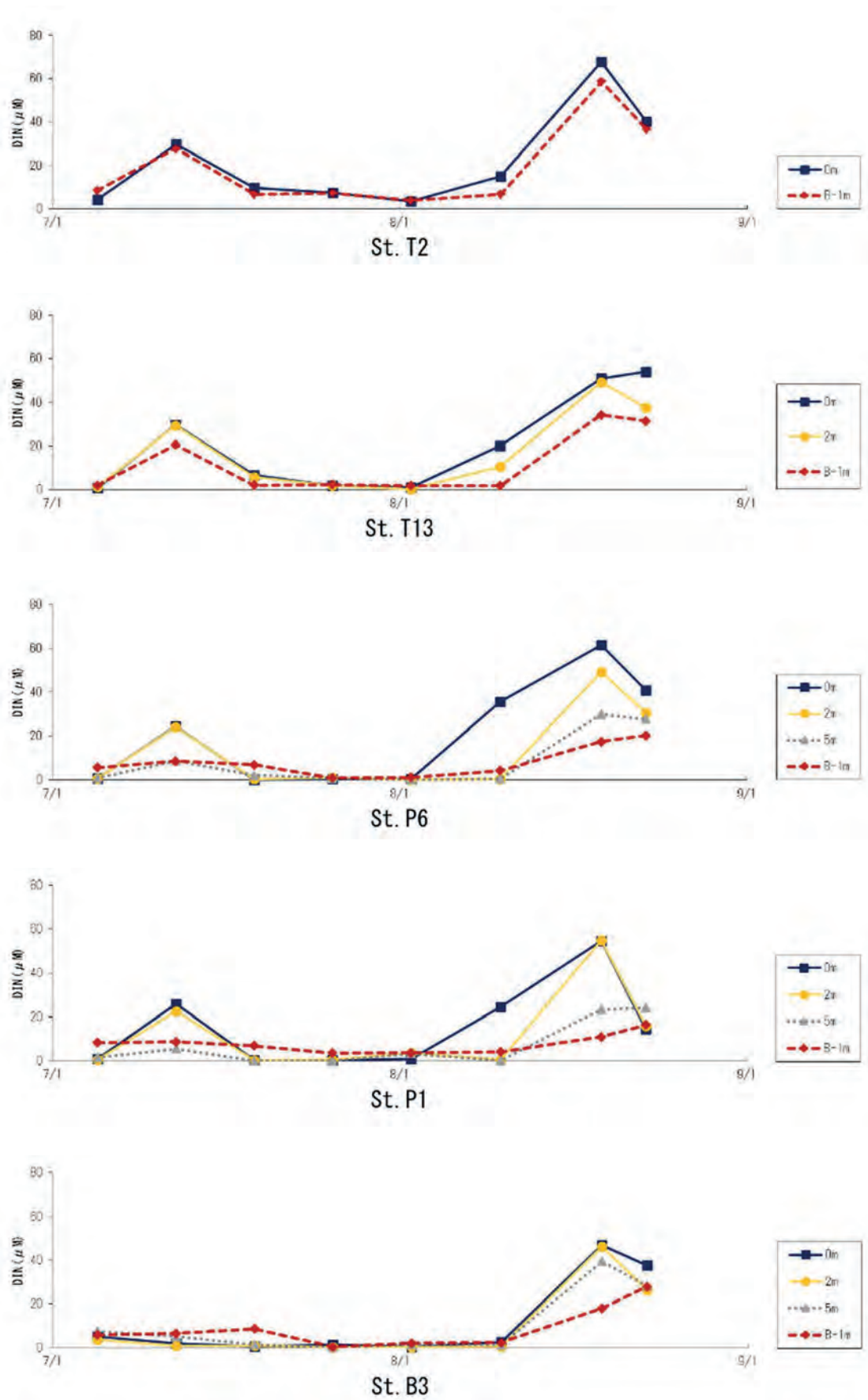


図 1-1-13. 有明海奥部西側海域における溶存態無機窒素の経時変化

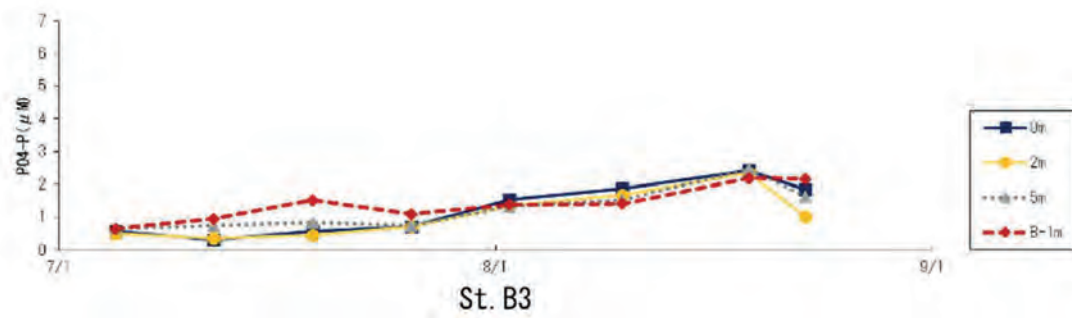
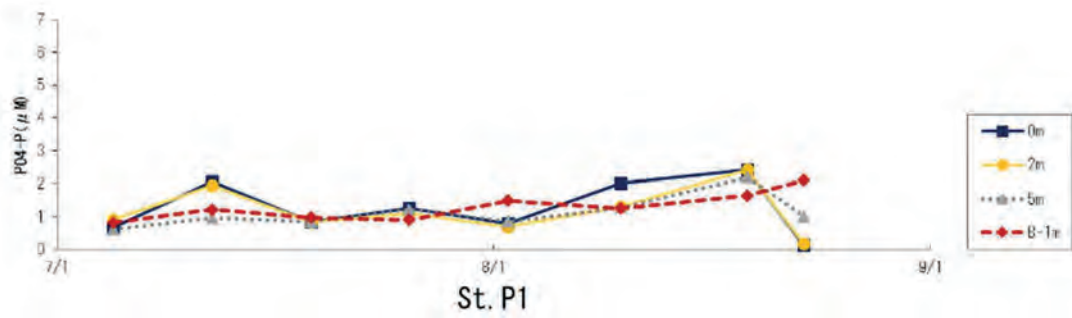
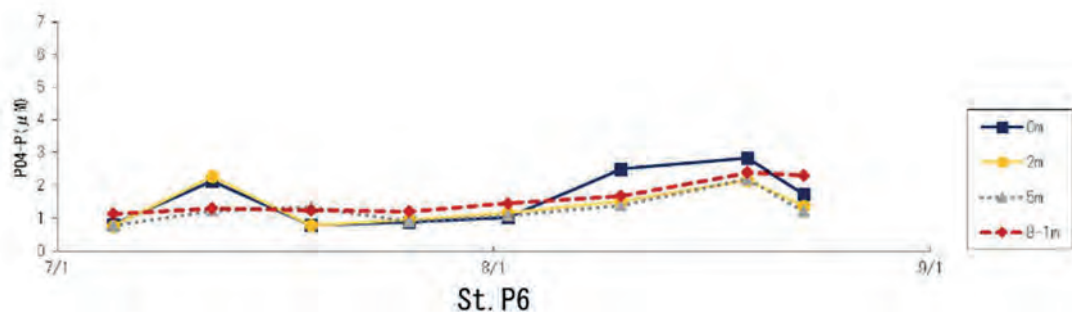
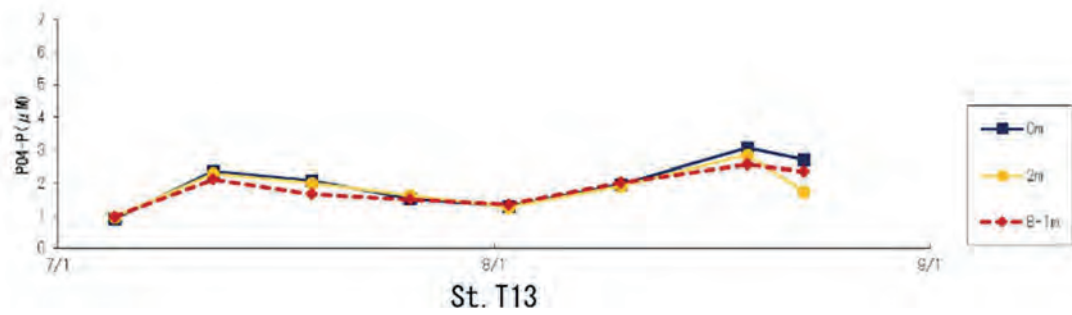
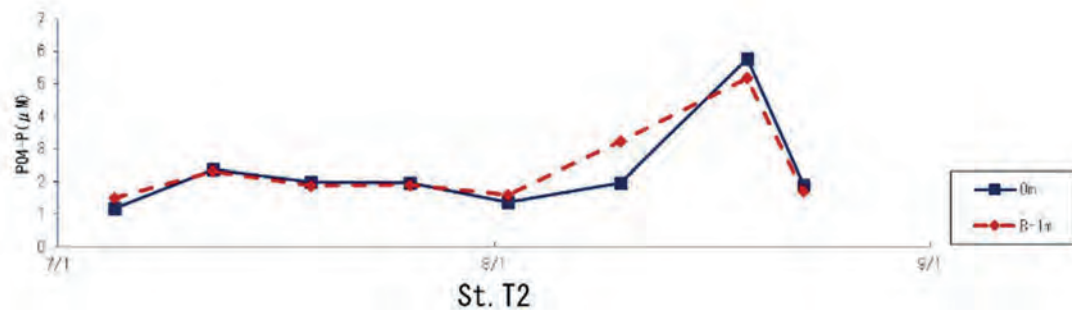


図 1-1-14. 有明海奥部西側海域におけるリン酸態リンの経時変化

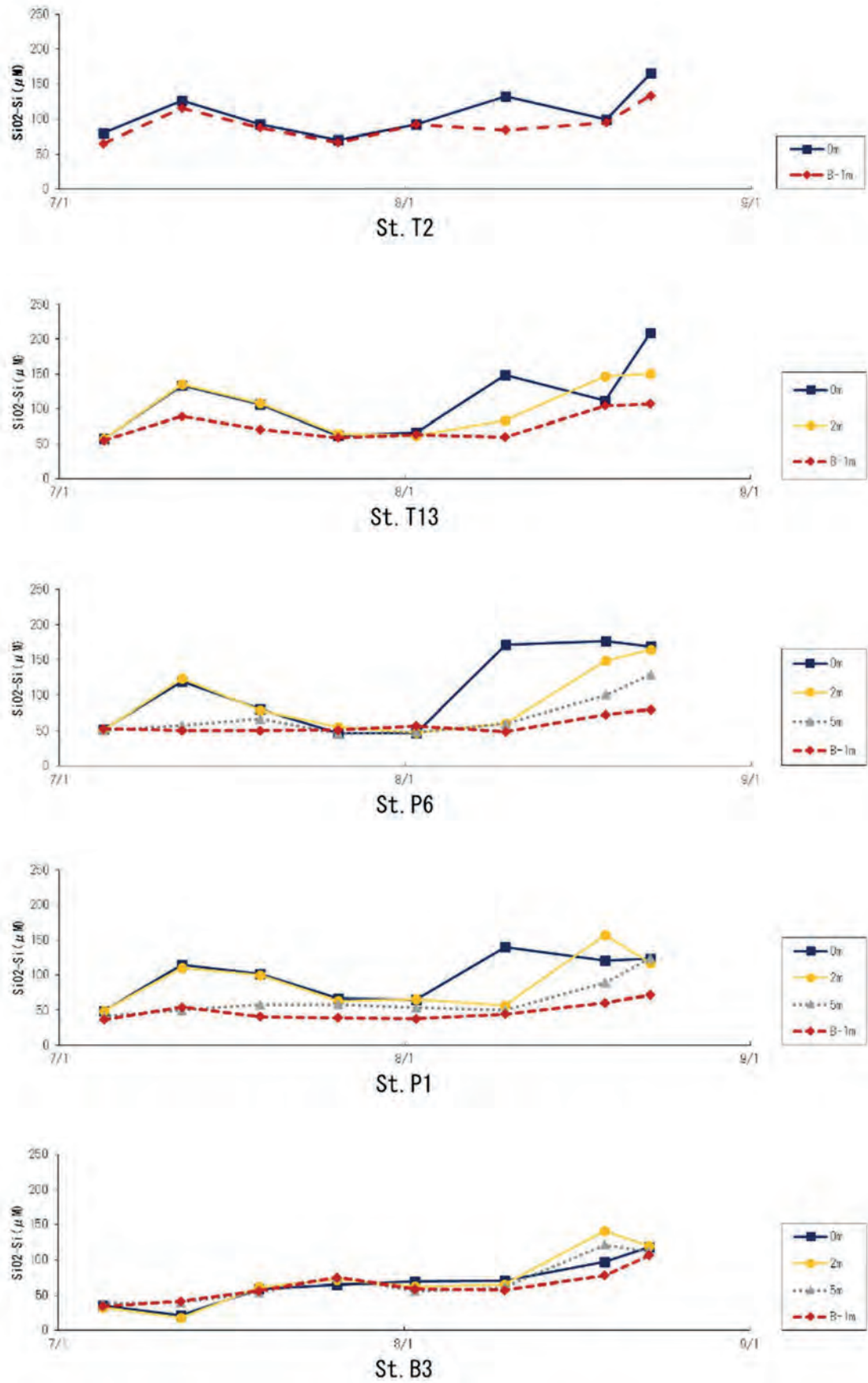


図 1-1-15. 有明海奥部西側海域におけるケイ酸態ケイ素の経時変化

②有明海熊本県海域

熊本県水産研究センター 浅海干潟研究部

丸吉浩太、向井宏比古、安藤典幸

1. 全体計画

(1) 目的

有明海熊本県海域において、その環境特性を把握し、閉鎖性海域における貧酸素水塊等による漁業被害の軽減に必要な知見を得る。

2. 令和3年度計画及び結果

(1) 目的

全体計画に同じ

(2) 試験等の方法

図 1-1-16 に示す有明海熊本県海域の 8 測点において令和 3 年 7 月から 9 月の間に隔週の間隔で定期観測を実施した。

調査地点：宇土市網田沖から荒尾市沖（沖合点）5 点、熊本港地先から玉名市岱明町地先（沿岸点）3 点

調査頻度：隔週（7 月から 9 月 計 6 回）

調査項目：多項目水質計（JFE アドバンテック社製 AAQ176 型）を用いて、表層から底層までの水温・塩分・クロロフィル蛍光値・濁度・溶存酸素等の鉛直観測を行った。また、原則として表層・中層・底層から栄養塩（溶存態無機窒素・溶存態無機リン・溶存態ケイ素）・溶存酸素・植物プランクトンの組成・細胞密度を測定するための採水を行った。また、解析には調査をとおして取得したデータ及び気象庁が公開しているアメダスデータ（熊本市）、国土交通省が公開している河川の水位データを使用した。



調査点	北緯	東経
1	32 度 40.802 分	130 度 29.360 分
2	32 度 45.002 分	130 度 28.860 分
3	32 度 49.974 分	130 度 27.670 分
4	32 度 53.492 分	130 度 23.950 分
5	32 度 57.300 分	130 度 21.161 分
7	32 度 45.202 分	130 度 32.160 分
8	32 度 48.601 分	130 度 30.860 分
9	32 度 51.503 分	130 度 30.668 分

図 1-1-16. 調査地点図

(3) 結果および考察

1) モニタリング調査

①水温

図 1-1-17 に水温の推移を示す。調査期間中、水温は 22.0℃から 30.8℃で推移した。7 月中旬以降、表層付近から上昇しはじめ、鉛直差が大きくなり、St.3 では表層付近で 30℃を上回った。

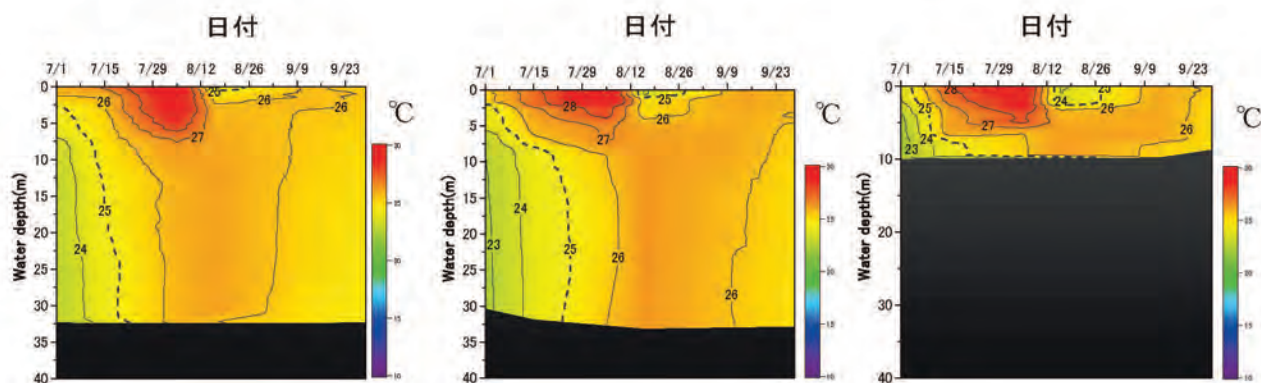


図 1-1-17. 水温の推移(代表 3 点: 左図から St.1、St.5、St.9)

②塩分

図 1-1-18 に塩分の推移を示す。調査期間中、塩分は 1.8 から 32.7 で推移した。8 月中旬から 8 月下旬に表層付近で低下し、特に沿岸点の St.8 での低下が大きかった。

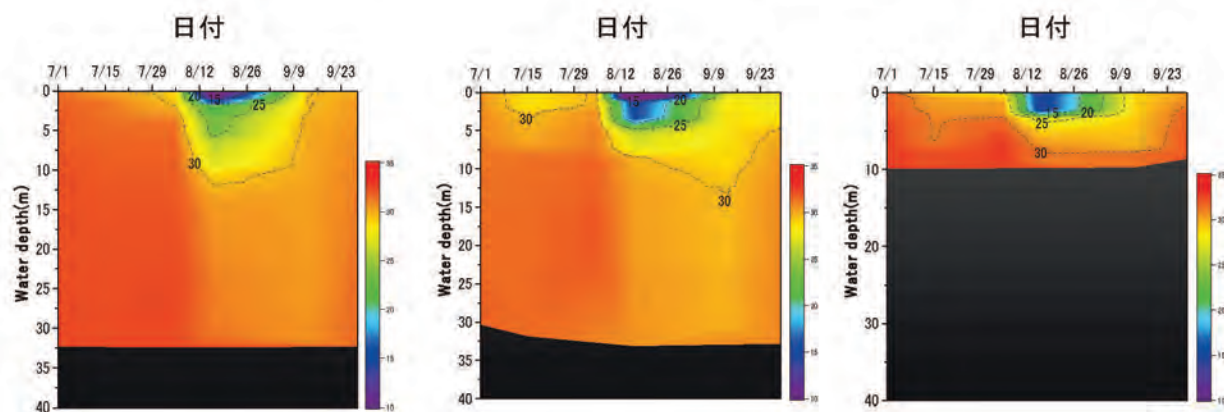


図 1-1-18. 塩分の推移(代表 3 点: 左図から St.1、St.5、St.9)

③海水密度 (σ_T)

図 1-1-19 に海水密度 (σ_T) の推移を示す。調査期間中、 σ_T は 0.0 から 22.3 で推移した。8 月中旬から 8 月下旬に表層付近で低下したが、これは塩分の低下による影響が大きいものと考えられた。

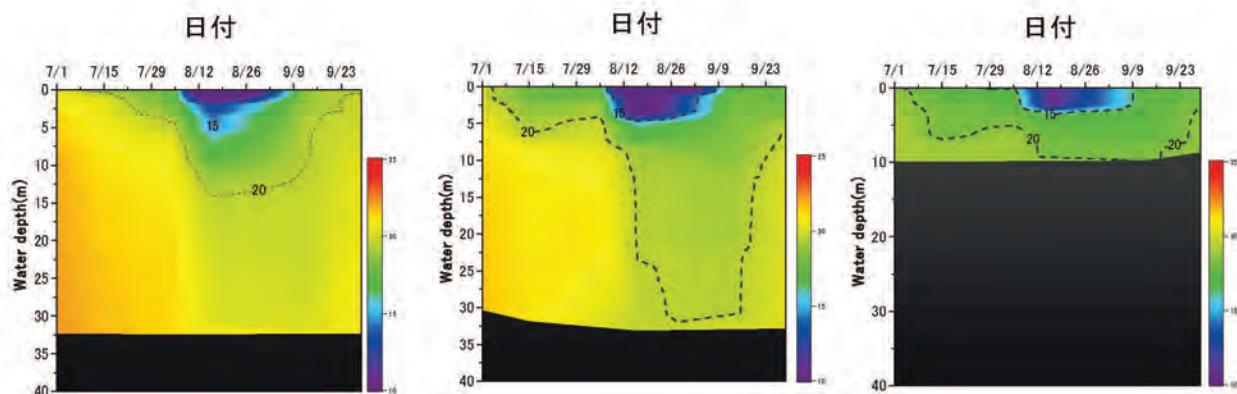


図 1-1-19. σ_T の推移(代表 3 点:左図から St.1、St.5、St.9)

④クロロフィル a (植物プランクトン発生状況)

図 1-1-20 に調査期間のクロロフィル a の推移を示す。調査期間中、クロロフィル a は $0.63 \mu\text{g/l}$ から $39.6 \mu\text{g/l}$ で推移した。7 月上旬から 8 月上旬および 9 月下旬に中層付近で増加した。

7 月 1 日、St.7 でスケルトネマ属が約 $4,300 \text{ cell/ml}$ 確認され、他の調査点においても $60 \sim 3,300 \text{ cells/ml}$ 程度確認されたが、7 月 15 日には減少した。

7 月 15 日、St.3 でケラチウム属が約 $1,400 \text{ cell/ml}$ 確認され、他の調査点においても $11 \sim 100 \text{ cells/ml}$ 程度確認された。シャットネラ属も全調査点において、 $1 \sim 130 \text{ cells/ml}$ 程度確認された。

8 月 5 日、再びスケルトネマ属が全調査点において $190 \sim 1,100 \text{ cell/ml}$ 程度確認されたが、8 月 16 日には減少した。

9 月 13 日、St.2 でキートセロス属が約 $1,400 \text{ cell/ml}$ 確認され、他の調査点においても $70 \sim 850 \text{ cells/ml}$ 程度確認された。

9 月 29 日にキートセロス属は減少したが、スケルトネマ属が全調査点に拡大し、St.7 で最大 $3,200 \text{ cells/ml}$ 確認された。

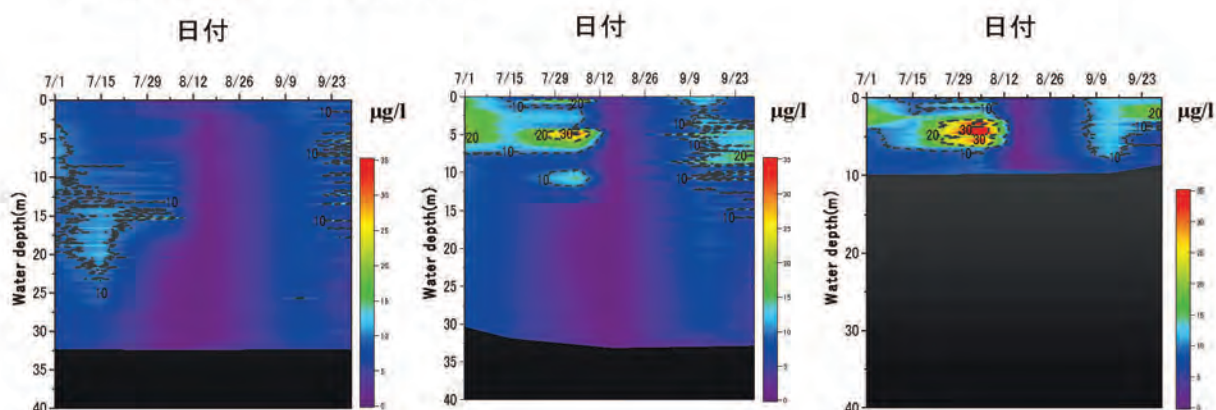


図 1-1-20. クロロフィル a の推移(代表 3 点:左図から St.1、St.5、St.9)