

吉井川河口域で発生するクリプトモナス赤潮とその発生環境

岩本俊樹

Environment and Occurrence of a Red Tide *Cryptomonas* in the Estuary of the Yoshii River

Toshiki IWAMOTO

吉井川は、岡山県東部を南北に連なる幹線流路延長133km、流域面積2,110km²の1級河川で、鴨越堰で海水と分断されている*1。鴨越堰は農業用の取水堰として約290年の歴史があり、吉井川が注ぎ込む児島湾まで約6kmの距離にある。1967年*2に現在のような形になった鴨越堰の下流汽水域では、'75年頃秋から春にかけて赤潮が発生し、その後も毎年のように頻発しているものの、他生物への影響は現在まで報告されていない。

今回、赤潮生物と、水温、塩分、栄養塩類等の水質環境、及び潮汐、河川流量などの物理環境との関係を初めて周年にわたって調査したので、得られた知見を報告する。

材料と方法

吉井川河口域及び周辺海域の概要を図1に示した。調査は、赤潮による着色がみられた2010年1月4日から6月7日にかけて5回と、'11年1月6日に行い、赤潮の水平分布と、表層あるいは中層、底層の水温、塩分との関係を調べた。また、'09年7月から'11年3月まで、毎月1または2回干潮時を中心にSt.1～3の表層から底層(川底10cm上)までの水深約1.5mの範囲で実施した。各調査時の水温、塩分、クロロフィルaは、Compact-CTD (アレック電子 ASTD) を用いて0.5m毎に計測した。St.1～3の調査では、表層と底層及び鴨越堰上

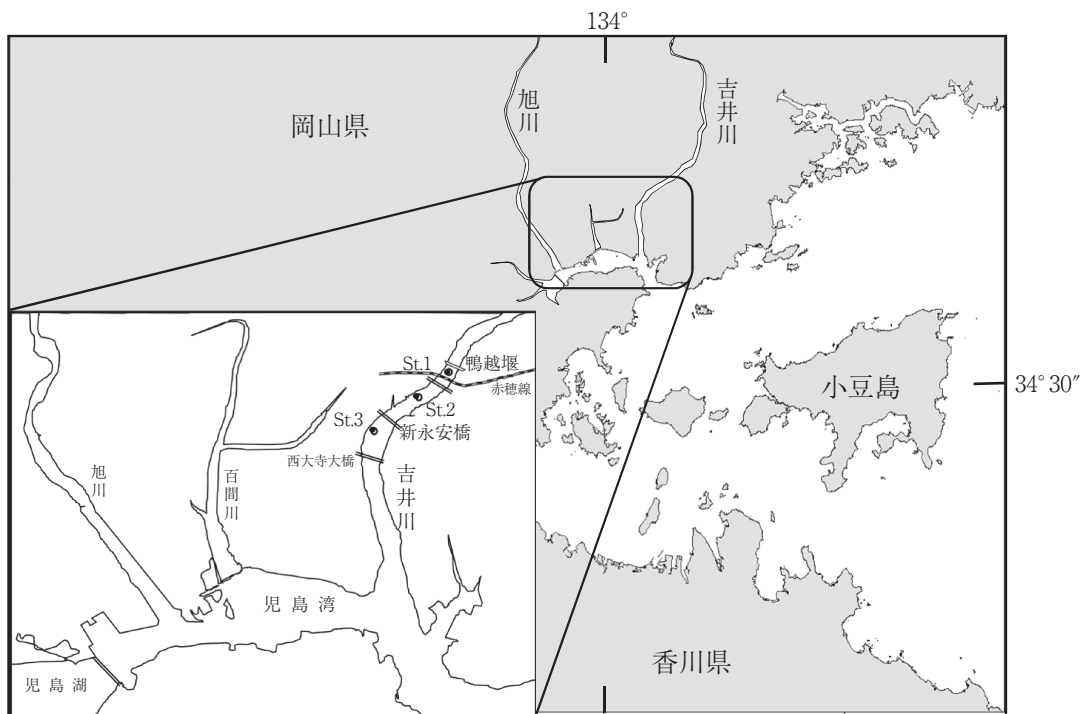


図1 調査水域図

*1 国土交通省中国地方整備局ホームページ. <http://www.cgr.mlit.go.jp/cginform/syokai/busyo/kasen/suikai/yosii.htm>

*2 岡山県農林水産部耕地課ホームページ. <http://www.pref.okayama.jp/page/269683.html>

流で採集した試水の一部を-20℃で冷凍保存後、分析当日に解凍し、ビーエルテック(株)QuAAtro2-HRで溶存態無機窒素 (DIN), 有機態窒素 (Org-N), 溶存態無機リン (DIP), 有機態リン (Org-P) を測定した。赤潮生物の同定及び計数は、調査当日中にBurker-Turk血球計算盤と光学顕微鏡を用いて行った。

結 果

赤潮原因プランクトンの特徴 吉井川で発生した赤潮は、褐色を呈し単独種によるものであった。1個の細胞からなり、2本の鞭毛を有して進行方向を軸に回転しながら単独で遊泳した。細胞はやや扁平な米粒状であった。細胞の長さは15~30μm, 幅は5~10μmで、細胞の縁に沿って黄褐色の葉緑体があり、ガレット(咽喉部)が長軸方向に認められた。これらの特徴と、吉井川で'75年頃頻発した*Cryptomonas stigmatica**と形態等が同じであったことから、同種と判断した。

赤潮発生状況 吉井川における*C.stigmatica* 赤潮の着色範囲を調査日毎に図2に示した。

'10年1月4日の満潮時に実施した調査では、細胞密度は表層の5,700cells/mLが最高で、赤褐色の着色域は新永安橋を挟んで上下流に約1kmの範囲で見られた。調査点における表層と底層の水温は7.0~9.7℃, 塩分は7.76~29.38であった。

1月13日の最高細胞密度は底層で16,500cells/mLに達したが、着色域は限られた。同じく調査点における表層と底層の水温は3.3~9.5℃, 塩分は3.17~30.45であった。

4月7日の最高細胞密度は表層の41,700cells/mLで、干潮時の着色域は下流方向に広くみられた。調査点表層の水温は約13℃, 塩分は3.6~14.0であった。

5月6日の満潮時、赤潮は鴨越堰直下から児島湾付近まで広範囲に確認され、表層の最高細胞密度は10,300cells/mL, 調査点の水温は約22℃, 塩分は2.7~12.6であった。

6月7日にも満潮時に赤潮が広範囲で確認され、表層

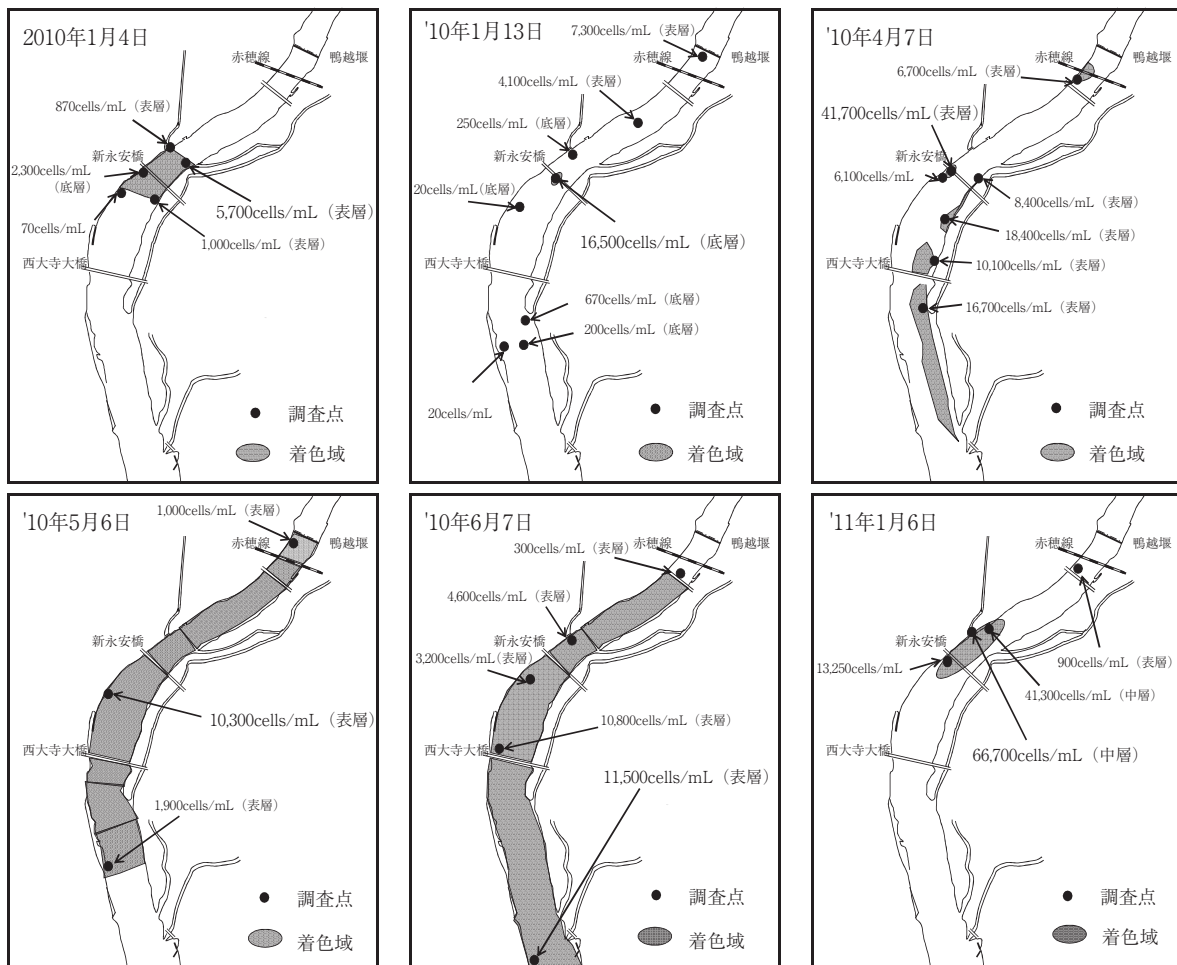


図2 吉井川河口域における赤潮発生状況と*C. stigmatica*が最高細胞密度となった調査点別水深帯とその細胞密度

* 羽田良禾 (未発表): 元広島鈴峰女子短期大学教授

の最高細胞密度は11,500cells/mL, 調査点の水温は22.5~22.9℃, 塩分は0.8~10.93であった。

6月中旬以降, 赤潮は確認されなかったが, 翌年1月に再び赤潮が確認され, '11年1月6日の満潮時の着色域は新永安橋付近で, 最高細胞密度は中層で66,700cells/mL, 調査点における表, 中, 底層の水温は5.5~9.5℃, 塩分は5.0~27.4であった。

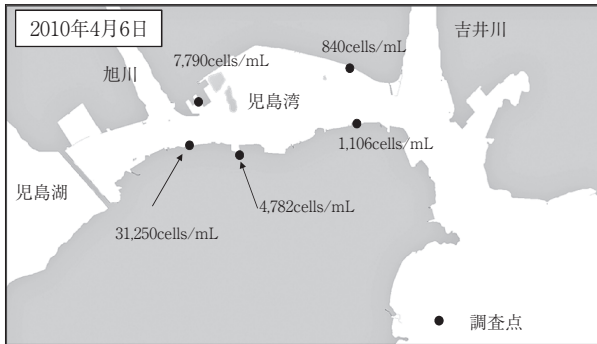


図3 児島湾における*C. stigmatica*の発生状況(表層)

'10年4月6日には, 吉井川河口域以外の児島湾の漁港内で*C. stigmatica*が赤潮状態となったので特に付記する(図3)。着色域は定かではなかったが, 表層の最高細胞密度は31,250cells/mL, 調査点における水温は14.7~16.3℃, 塩分は8.0~14.7であった。

吉井川河口域における周年調査 St.1~3の水温は, 4.5~33℃で推移した。塩分は夏季に低め, 冬季は高めで成層傾向があり, 海水の影響がみられた。

St.1~3の表層と底層のDIN及びOrg-Nをそれぞれ平均し, 同時に調査した鴨越堰上流の値と比較して図4に示した。DINは, 8月から9月に減少し, 9月の底層が0.012mg/Lと最も少なかった。10月から12月かけて1mg/L程度に増加するものの, 1月に再び減少した。特に9月の表底層, 1~3月の底層で顕著に減少した。鴨越堰上流からの窒素の供給は, DINがほとんどを占めていたが, 9月はOrg-Nがそのほとんどを占めた。

同様にDIP及びOrg-Pの季節変化を図5に示した。DIPは7~12月に0.02~0.07mg/Lと増加した以外は低レ

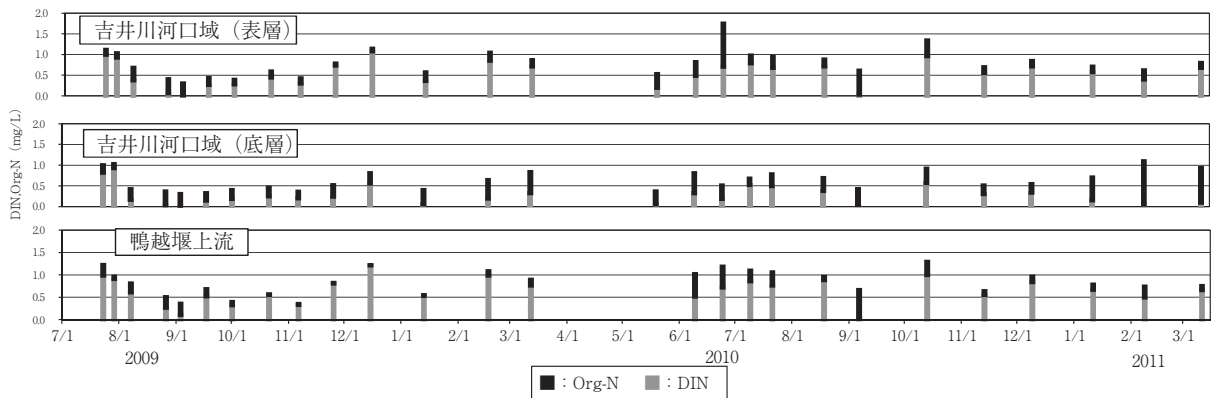


図4 吉井川河口域(表, 底層の3点平均値)及び鴨越堰上流における溶存態無機窒素(DIN)と有機態窒素(Org-N)の季節変化

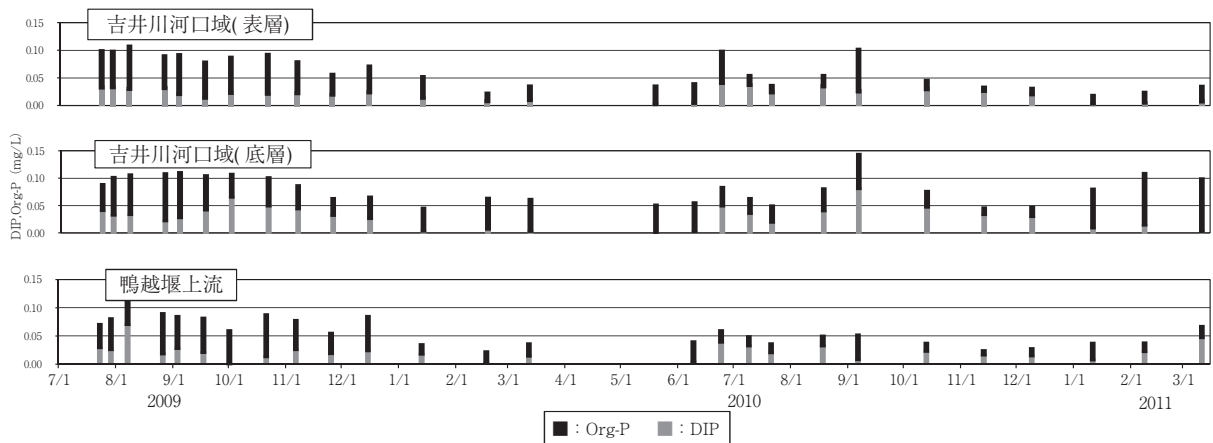


図5 吉井川河口域(表, 底層の3点平均値)及び鴨越堰上流における溶存態無機リン(DIP)と有機態リン(Org-P)の季節変化

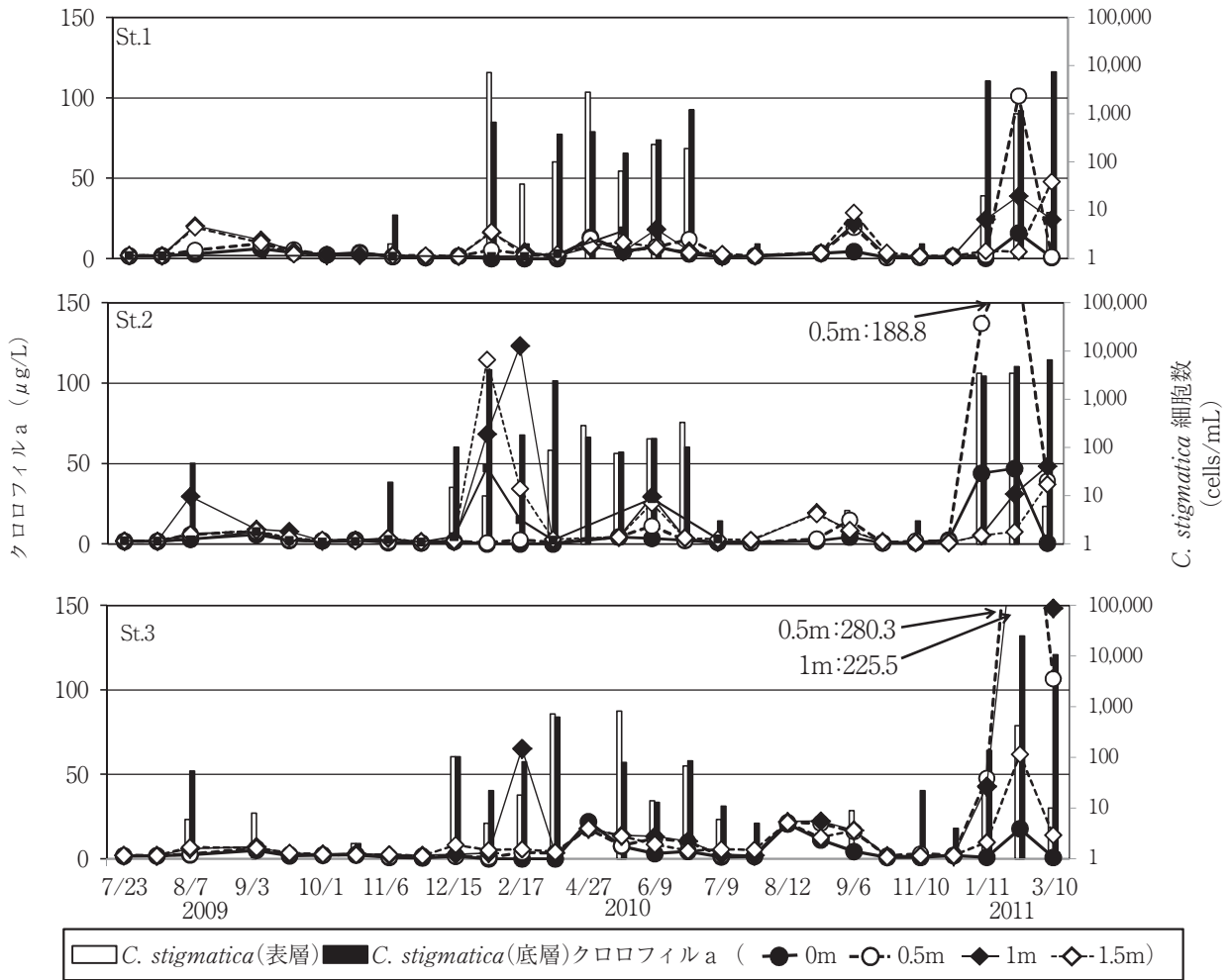


図6 St.1~3におけるクロロフィルaと*C. stigmatica*細胞数の季節変化

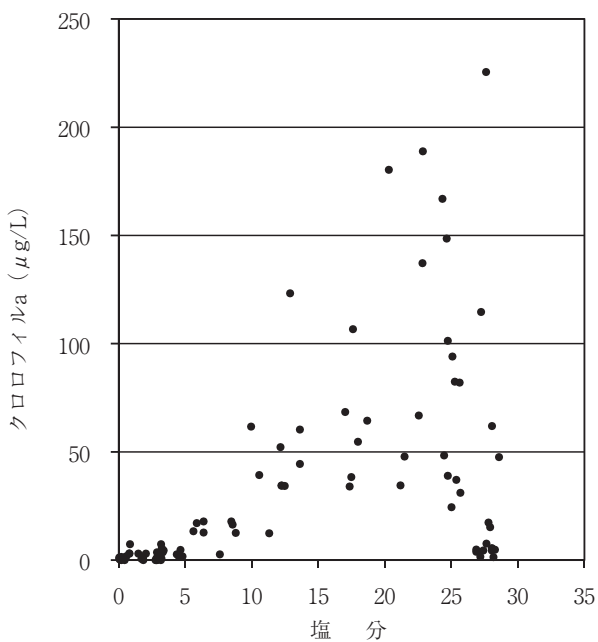


図7 St.1~3における*C. stigmatica*赤潮発生時の塩分とクロロフィルaの関係

ベルでOrg-Pがほとんどを占めた。鴨越堰上流からのリンの供給は、総量で0.02~0.12mg/Lで、ほとんどがOrg-Pであった。

St.1~3の0, 0.5, 1, 1.5m層におけるクロロフィルaと、表層と底層それぞれの*C. stigmatica*細胞数の季節変化を図6に示した。*C. stigmatica*は'09年11月頃から増殖し、翌年1月のSt.1の表層で最高7,280cells/mLとなり、7月頃まで高密度で存在し、その後、衰退した。12月から再び増殖し、'11年1月から調査終了まで高密度で推移した。*C. stigmatica*の増減はクロロフィルaと同様の傾向を示した。

St.1~3の赤潮発生時の0.5m層毎のクロロフィルaと塩分の関係を図7に示した。クロロフィルaは塩分が5~28の範囲で高い値を示したが、塩分0~5, 29以上では細胞数が減少した。

考 察

クリプト藻綱は、海水、淡水、汽水域中に広く分布し、極めて普遍的な存在であり200種類以上が記載されている¹⁾が、我が国における報告例¹⁻⁴⁾は少なく、種やそれらの生理生態については、ほとんど解明されていない。毎年のように赤潮状態になる吉井川においても系統だった調査は行われてこなかった。本調査期間中も例年と同様に、河川流量* (図8)が減少する秋から5、6月頃まで、時には児島湾内にも赤潮が観察された。なお、細胞数1,000cells/mL程度から着色し始め、明らかに赤潮となるのは10,000cells/mL前後であった。

過去の赤潮発生時期から、本種は低水温時で増殖する種と考えられていたが、水温が20℃以上に上昇した5、6月においても本種は広範囲で増殖した。このことから、本種の増殖可能水温は従来考えられていた以上に広く、他のクリプト藻綱同様⁵⁾に広い水温耐性をもち、周年にわたり個体を維持することができるものと思われた。また、塩分とクロロフィルaとの関係から、本種は、塩分5~28の範囲で増殖することが伺えた。同じクリプトモナス藻綱で、汽水域において赤潮を呈する*Plagioselmis* sp.では、塩分と赤潮状態には相関がみられ、河川流量の増加による希釈がその原因であるとの報告⁶⁾がある。本種も表層において希釈により細胞数が低下した可能性が考えられ、また、底層の高塩分域にもエスチュアリ循環流等による希釈が考えられた。

渦鞭毛藻が増殖するのに必要な栄養塩は硝酸態窒素で0.02~0.05mg/L、DIPで0.02mg/L以上とされている⁷⁾。本調査ではDINは9月に、DIPは5、6月にそれぞれ下回ったが、渦鞭毛藻はOrg-Pの一部を利用しているとの報告⁸⁾があることから、無機態栄養塩が低い期間も吉井川河口域では*C. stigmatica*が増殖するのに十分な栄養塩

が存在していた可能性がある。

河川におけるプランクトンの細胞密度は増殖速度と河川流量のバランスによって決まる⁶⁾ことから、本種による赤潮は、鴨越堰下流域において、塩分5~28の水塊が滞留し易く増殖に適すること等の条件が秋から春にかけて重なることで発生するものと思われた。一方、水温と栄養塩はここでは制限要因になっていなかった。したがって、夏季は降雨量の増加とともに吉井川の河川流量が増加し、希釈されることで本種による赤潮状態が解消されるものと考えられた。

文 献

- 1) 千原光雄, 村野政昭, 1997: 日本産海洋プランクトン検索図説, 東海大学出版会, 27-30.
- 2) 福代康夫, 高野秀昭, 千原光雄, 松岡数充, 1995: 日本の赤潮生物, 内田老鶴圃, 18-21.
- 3) 山路 勇, 1966: 日本海洋プランクトン図鑑, 保育社, 498-499.
- 4) (社) 日本水産資源保護協会, 1987: 赤潮生物研究指針, 292-303.
- 5) 宇佐美和哉, 2008: 加茂川上流部における*Rhodomonas* sp. 赤潮の発生機構, 三重大学生物資源学部生物圏生命科学科 生物海洋学研究室卒業論文.
- 6) 伴 道一, 福田裕毅, 木村晴安, 1999: 中筋川における栄養塩濃度分布と冬季の赤潮発生について, 農業土木学会論文集 202, 67, 525-532.
- 7) 門田 元, 1987: 淡水赤潮, 恒星社厚生閣, 247-284.
- 8) 呉 碩津, 2005: 近年の瀬戸内海における有害・有毒渦鞭毛藻の分布拡大とその原因: 溶存態有機リンの生態学的重要性, 沿岸海洋研究, 43, 1, 85-95.

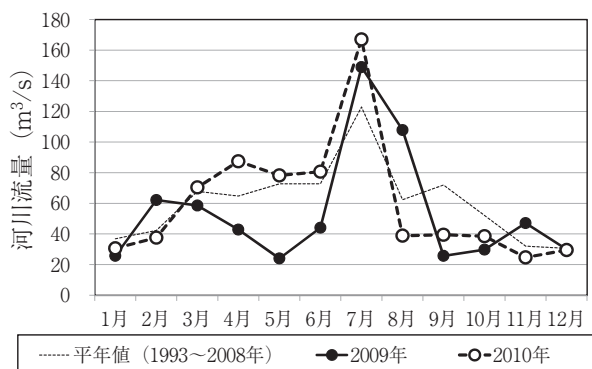


図8 吉井川河川流量の季節変化 (津瀬観測所)