

河川下流から河口域にかけての有毒赤潮発生機構の解明と抑制方法の検討

林美鶴

神戸大学自然科学系先端融合研究環

内海域環境教育研究センター准教授

1. 目的

淀川では、大堰から下流の感潮帯でシジミの漁や潮干狩りが行われている。2011年4月上旬に麻痺性貝毒が検出され、大阪府は摂食や出荷の自粛を要請した。同様の事態は2007年にも発生しており、その後の研究で海洋性の植物プランクトンで有毒種の *Alexandrium tamarense* により引き起こされたことが明らかになった。淀川では、通常は汽水域に生息するクリプト藻が優占することが多い。しかし比較的低塩分に強い *A. tamarense* が増殖・赤潮を形成すると貝毒が発生する。両者の競合関係が塩分で決まるのであれば、淀川流量の制御で *A. tamarense* 赤潮や貝毒発生を抑制できる可能性がある。

本研究の最終目的は、シジミ貝毒の原因種である *A. tamarense* が淀川内で赤潮を形成する原因・条件を定量的に明らかにして、その抑制・制御方法を示すことである。そのためには現場観測と、これで得られたデータを元にした数値生態系モデルによる解析が不可欠である。本年度は、先行研究を調査して現時点の知見を整理・理解すること、観測の詳細を決定し実施することを目的として研究を進めた。

2. 観測

研究対象域は、図1に示す淀川感潮帯である。淀川大堰から河口のL1までを解析対象域として、この中に4測点と下流側に1測点を設定した。測点位置と番号は先行研究を踏襲した。淀川大堰からStn. 1までの距離は約12kmである。研究対象である *A. tamarense* は10~15°C程度で発芽し、その後増殖することから、観測は2~5月に実施した。

A. tamarense シスト採取のため、発芽前の時期に採泥を行った。小潮時期である2月16日の概ね高潮時間帯である9:30~12:30に実施した。採取にはKK式柱状採泥器及びエクマンバージを用いた。Stn. 1及びStn. 3では柱状コアをそれぞれ3本採取し、表面から3cmまで1cm毎に3深度から採泥した。同地点・同深度のサンプルは混合して、空間差をなくした。Stn. 5では柱状コアを1本採取して先と同様に採泥し、別にエクマンバージで表層泥の採取を1回行って、合計4サンプルを得た。Stn. 7及びStn. 9ではエクマンバージによる表層泥採取をそれぞれ2回行って、これらを混合して各地点で1サンプルを得た。同時に、各測点でCTD観測と表層・底層の2層採水を行い大阪府環境農林水産総合研究所水産技術センター(以下水産技術センター)で *A. tamarense* 細胞密度の測定を行った。

解析対象域の物理・流動構造の時間変動を詳細に把握するため、大潮時期に一潮汐

間に渡り CTD と ADCP による隔時観測を実施した。図 2 に観測を実施した 3 月 8 日の、気象庁による尼崎港の予測潮位と各観測実施時刻を示す。CTD による水温、塩分、光量子、蛍光光度、溶存酸素濃度、及び濁度の鉛直分布観測は、図 1 に示した 5 測点と、それぞれの中間地点 4 測点の 9 測点でそれぞれ 4 回実施した。ADCP 観測は L1 での横断観測を 6 回行い、Stn. 9 から下流に向けて Stn. 1 まで観測した縦断観測を低潮時間帯に 1 回実施した。小潮時期の 4 月 2～3 日にかけても、一潮汐間に渡り隔時観測を行った。この観測では、以下の大潮観測に行った採水も実施した。



図 1 研究対象域と観測場所

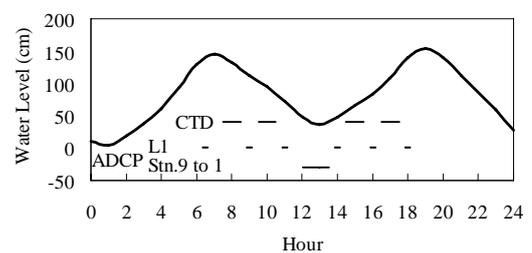


図 2 3 月 8 日の尼崎港予測潮位と観測時刻

大潮時期の 4 月 9 日、23 日、5 月 7 日、21 日の下げ潮時間帯に観測を実施した。大潮時期の観測では、まず L1 で ADCP による横断観測を行い、上流へ移動して Stn. 9～Stn. 1 の 5 測点で CTD による鉛直分布観測と 2 層採水を行い、再度 L1 で ADCP 横断観測を行った。小潮時期の観測では、L1 での ADCP 横断観測の後、CTD+採水と ADCP を 5 ルーチン繰り返した。採水は、表層(0m)をバケツで、底層(河床上 1m)を 5 L の北原式採水器で行った。これを分析用にポリ瓶に分注し、また船上でハンディ式蛍光光度計により蛍光光度を測定した。分析項目は、*A. tamarense* 細胞密度とクロロフィル a 濃度、全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、全リン、リン酸態リン、珪酸態珪素の各濃度である。細胞密度計測は冷暗状態で輸送して、大阪府立水産技術センターで即日計測した。クロロフィル a・全窒素濃度測定は(財)ひょうご環境創造協会に委託し、冷暗状態で輸送して、前者は海洋観測指針に準じ、後者は銅カドミウムカラム還元法で一両日中に測定した。それ以外は吸光度式多項目水質測定器 (WTW 社 photoLab 6100) により、硝酸はレゾルシノール法で、亜硝酸はグリース反応法で、アンモニアはインドフェノールブルー法で、全リンとリン酸はモリブデンブルー法で、珪酸はシリコンモリブデンブルー法で測定した。いずれのサンプルも冷暗状態で保存し、溶存物質計測用の試水は直ちに濾過し、また全リンは加熱分解してリン酸に置換して、一両日中に計測した。

3. 結果

図3に、3月8日のL1でのADCPによる隔時観測結果を示す。東西流速の分布を示しており、東流が正である。淀川は北東-南西に延びているので、正の表示は上げ潮流である。また図の左側が西岸なので、下流から見る断面図である。図2の潮位変動では、図3(a)が高潮、(b)~(c)の時間帯は下げ潮、図3(d)~(f)の時間帯は上げ潮である。これに対して図3では、(a)~(c)の時間帯では表層約1mの範囲で強い下げ潮流で、その中でも(b)の時間帯で若干深く且つ強い。それより下層では、(a)の時間帯では概ね0~若干の下げ潮流、(b)では概ね0~若干の上げ潮流、(c)では弱い上げ潮流で、潮位の低下(この間に1m弱低下)に伴い、河口循環流の傾向が強くなっていったことが伺える。潮位が上げ潮に転じて以降は、(d)の時間帯では表層の一部に下げ潮流が見受けられるが、中層を中心に強い上げ潮流が観測された。その後、(e)の時間帯で表層約1mでは下げ潮流、下層では上げ潮流の河口循環流の構造を示したが、(f)では表層の下げ潮流が弱く下層の上げ潮流が強くなって(d)の状態に近づいた。低潮時間帯のADCP縦断観測結果では、L1地点ではこの直後の観測である図3(d)と同様の傾向であった。中層を中心とする強い上げ潮流は、6800m付近のStn.3の底層に向かって伸びており、これより上流ではほぼ一様に下げ潮流だった。最も高潮時間帯に近かった17時前後の塩分の鉛直分布では、Stn.4までは底層まで淡水が分布し、Stn.3より下流では最大26以上が観測された。これらの結果から、高潮時・低潮時とも底層に海水が浸入するのはStn.3付近までで、それよりも上流は淡水で占められていると考えられる。Stn.3の底層高塩分水は水深2.5m以深に分布しており、これはADCPとほぼ一致していた。

この様に潮流の状態に関わらず、底層からの海水の貫入はStn.3までで、その水深も潮流には寄らないと考えられる。Stn.3付近では急激に水深が浅くなっているため、高密度の海水がこれより先に遡上できない可能性が考えられる。では、*A. tamarense*赤潮が発生した年には、何故これよりも上流にまで海水が浸入できたのか？本研究の主目的は*A. tamarense*赤潮の発生条件を定量的に明らかにするであるが、海水の遡上条件を明らかにすることも、赤潮の抑制・制御や予報にとって重要な課題であると考えられる。

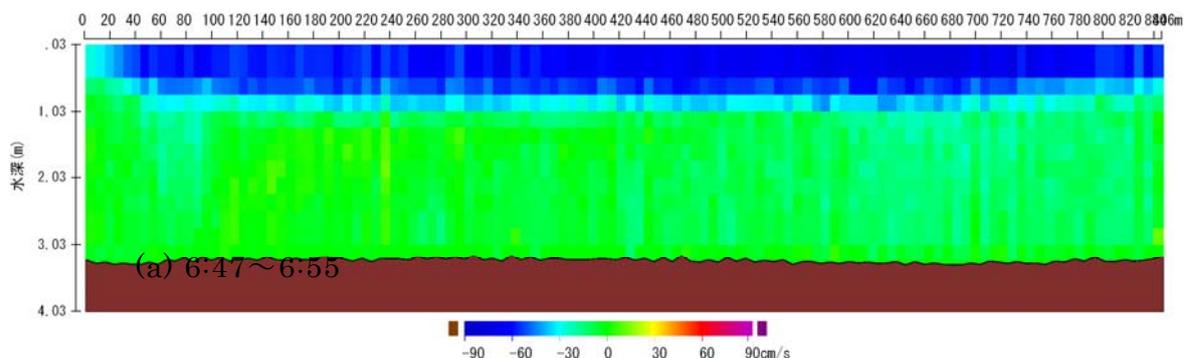


図3 3月8日のL1における東西流速分布の時間変動
東流(上げ潮)が正。横軸は、西岸からの距離。

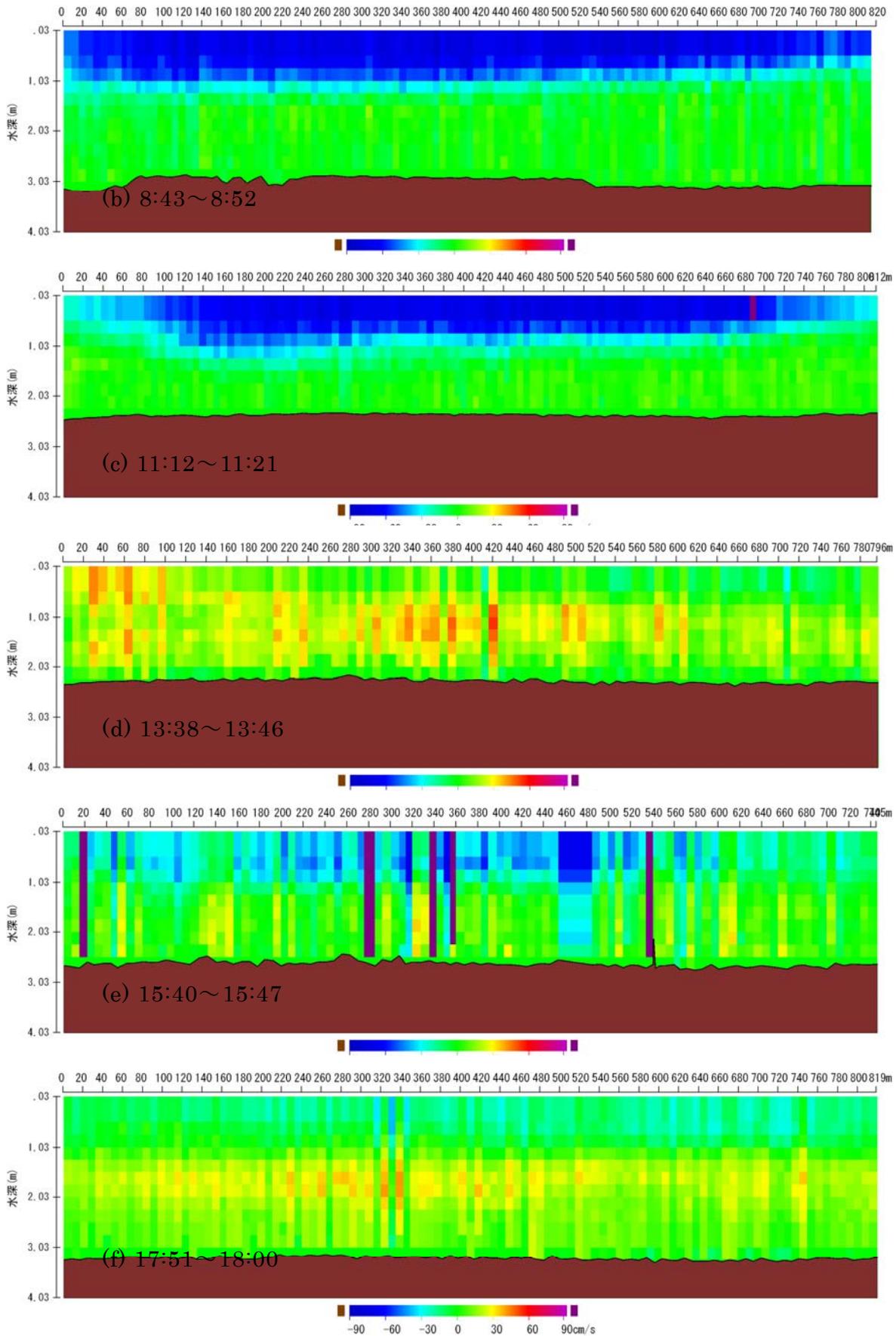


図3 (続き) 3月8日のL1における東西流速分布の時間変動
東流(上げ潮)が正。横軸は、西岸からの距離。