

# 2015年における東京湾での岸壁定点観測による青潮発生メカニズムの考察

東京都市大学 学生会員 ○軽部 智章  
 東京都市大学 正会員 田中 陽二

## 1. 序論

東京湾は外洋との海水交換が乏しい閉鎖性内湾であり、頻繁に貧酸素水塊が形成される。夏季には北風が連吹し、貧酸素水塊が湧昇することで青潮が形成される。青潮は海洋生物に対し有毒な硫化水素を含み、時に海洋生物に甚大な被害をもたらす<sup>1)</sup>。そのため、東京湾で発生する青潮の実態把握が急務である。

青潮に関する既往の研究を以下に示す。中辻ら<sup>2)</sup>の研究では、青潮発生の前提条件として南風の連吹により密度成層が強化することが示されている。渡辺ら<sup>3)</sup>の研究では、青潮発生の条件として底層に貧酸素水塊が存在し、日平均気温にして4℃以上低下することが示されている。平成22年には、国土交通省が東京湾の沖合4箇所に観測機器を設置し連続観測を開始した。

このように、東京湾で発生する青潮の研究は様々な視点から行われていた。しかし、岸壁付近における青潮の形成メカニズムについて未だ知見が不足している。本研究では、青潮の発生前から消滅までの期間で現地観測を行い、岸壁付近における水質の時系列変化を考察することで、青潮形成前の水質の挙動を把握することを目的とする。

## 2. 観測概要

図-1に岸壁調査の観測地点を示す。現地観測の岸壁調査はSt.1（千葉みなと）とSt.2（検見川浜）の2地点で行った。St.1は船が停泊している岸壁で、水深は約4mであった。St.2は突堤の先端部で、水深は約8mであった。

観測器具は、多項目水質計（AAQ-RINKO）を用いた。これにより、水深・水温・塩分・濁度・クロロフィル-a・溶存酸素量（DO）・pHなどの青潮発生の指標となるデータを取得した。

岸壁調査は、2015年の8/17から9/30の期間で行い、26日間観測した。青潮発生時には、1時間おき

に観測した。夏季において青潮発生の最盛期となるためであり、青潮発生前後の水質データを取得する目的でこの期間を設定した。



図-1 岸壁調査の観測地点<sup>4)</sup>

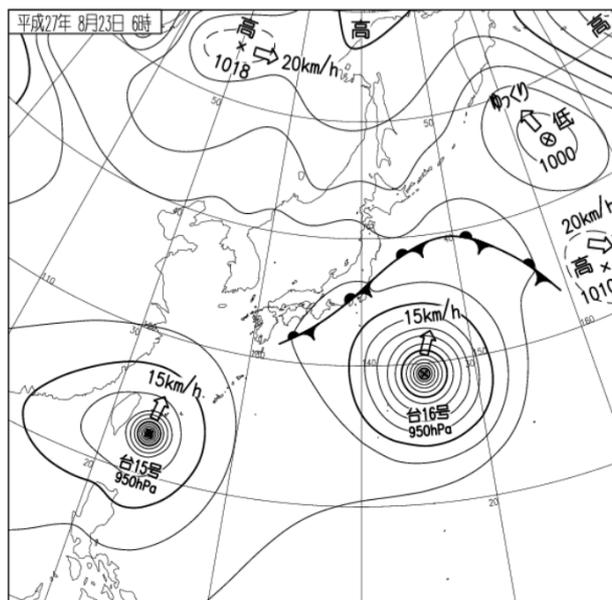


図-2 8/23 6:00の天気図<sup>5)</sup>

キーワード 青潮, 南風連吹, 湧昇

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 E-mail : g1218028@tcu.ac.jp

3. 観測結果

3.1. 観測期間の気象状況

図-2に8/23 6:00の気象データを示す。8/23 6:00から前線の通過による気圧の上昇に加え、台風16号の接近を確認した。図-3に海上保安庁が千葉灯標で観測した風速・風向を示す。8/23 0:00に夏季の季節風である南風から北風に転じ、8/26 12:00頃まで北風が連吹した。

3.2. 水質時系列変化

図-4に、観測した表層における水質時系列変化(溶存酸素量、濁度、密度)を示す。8/24から8/27の期

間、目視により海面が白濁していたことから青潮発生を確認した。図-4の水質時系列変化からもDOが急低下し、濁度と密度が急上昇しており青潮を確認できた。

図-4より、St.1とSt.2を比較する。密度においては、両地点間での違いが見られなかった。しかしDOと濁度においては、大きく異なる値を示す場合があった。特にDOではSt.2はSt.1より高い傾向が見られた。

4. 考察

4.1. 観測した青潮の発生メカニズム

図-5に、海上保安庁が東京湾沖で観測した風向を示す。8/23 0:00頃に南風から北風に転じた。図-6に、St.1の8/23 14:07における水質鉛直変化を示す。8/23の北風連吹開始後から約14時間後では、表層においてDOが高く濁度と密度が低いことから青潮には至らなかった。

図-7に、St.1の8/24 11:48における水質鉛直変化を示す。8/23 0:00の北風連吹開始後から約36時間後では、DOが鉛直方向一様に0mg/Lとなり、表層で濁度・密度ともに高いことから青潮発生を確認した。

一般的には北風が18~30時間連吹することで、密度界面が湧昇し青潮に至るとされている<sup>2)</sup>。今回、北風連吹時間が36時間で青潮に至った。連吹時間は多少長くなったが、観測した青潮は大規模であり、一般的なメカニズムで青潮が発生したと考えられる。

4.2. St.1とSt.2の比較

表層の水質に大きな差が生じた8/25 11:00に着目する。8/25 11:00において、St.1では青潮が発生しており、St.2では青潮には至らなかった。図-4より、St.2の方がSt.1よりDOが高く、濁度が低い。

図-8に8/25の水温・塩分のTSダイアグラムを示す。水温・塩分をTSダイアグラムで比較することで、St.1とSt.2に流入する水塊の起源推定を行った。図-8よりSt.1の3.0mとSt.2の4.4mでの水塊が同じであることが示された。つまり、沖から同じ水塊がSt.1とSt.2に流れていた。同じ水塊が流入したが表層の水質に差が生じたのは、地理的要因だと考えられる。St.1は、東京湾奥部の岸壁で極めて閉鎖的である。St.2は突堤であり、波の影響が強くSt.1より対流が生じやすい。図-9にSt.2の8/25における水質鉛直変化を示す。図-9より、St.2の地理的要因で底層の貧

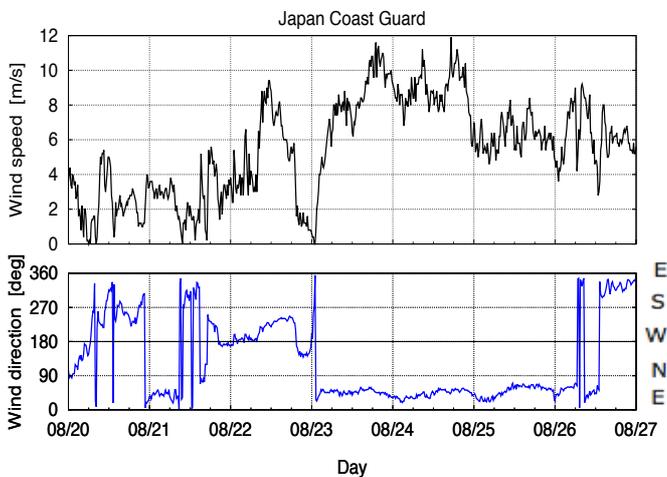


図-3 8月23日6時の気象データ<sup>6)</sup>

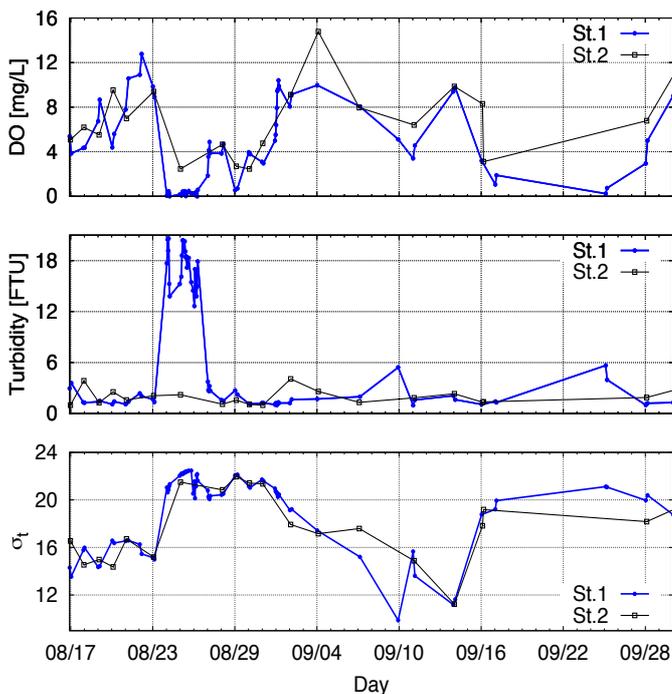


図-4 表層の水質時系列変化(上から溶存酸素量、濁度、密度)

酸素水塊が表層まで至らず、青潮が形成されなかったと考えられる。

4.3. 青潮発生前の水質の挙動

環境庁水質保全局が東京湾沖で実施した観測データを解析したことによる中辻らの知見によると、東京湾での青潮発生前には南風の連吹によって密度成層が強化されることが示されている<sup>2)</sup>。



図-5 8/22～8/25の風向データ<sup>6)</sup>

図-10に2015年における海上保安庁が東京湾沖で観測したデータと St.1 (岸壁) で観測したデータの表層と底層の密度差・DO・風向を示す。図-10より、8/24 11:00にDOが急低下しており、青潮が発生した。海上保安庁のデータより、青潮発生前の8/22から8/23まで南風が連吹したが、表層と底層の密度差に変化が見られなかった。St.1(岸壁)でのデータでは、南風の連吹により密度差がほぼ0で、密度成層が崩れている。中辻らの知見とは異なった結果が得られた。

図-11に、2014年における海上保安庁が東京湾沖で観測したデータと St.1 (岸壁) で観測したデータの表層と底層の密度差・DO・風向を示す。この年では、図-11より8/27にDOが急低下しており、青潮が発生した。海上保安庁のデータより、8/27の青潮発生前に南風の連吹によって密度成層は強化され、中辻らの知見のようになった。しかし St.1 (岸壁) でのデータでは、南風の連吹により密度差がほぼ0となり密度成層が崩れた。

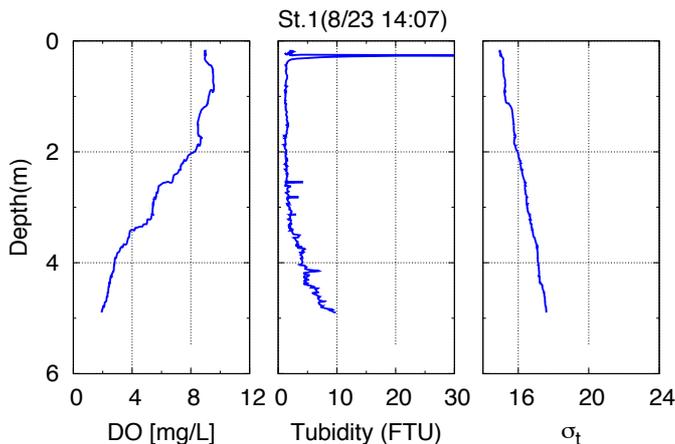


図-6 8/23 14:07の St.1における水質鉛直変化

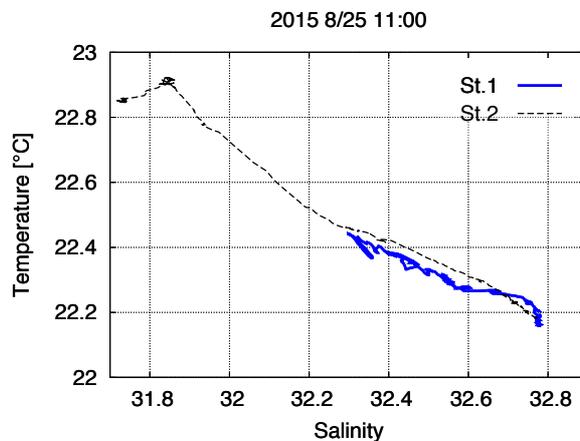


図-8 8/25の TS ダイアグラム

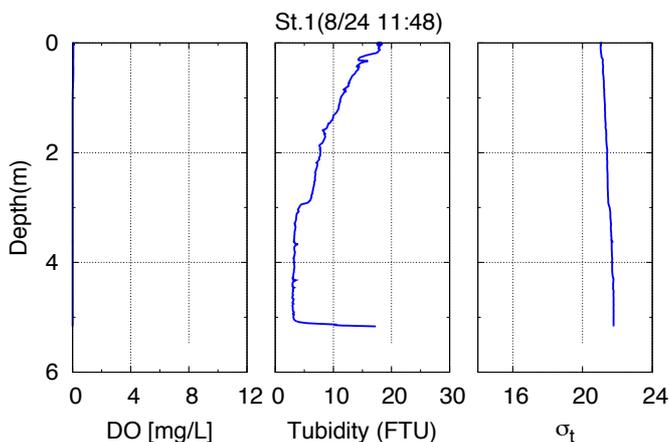


図-7 8/24 11:48の St.1における水質鉛直変化

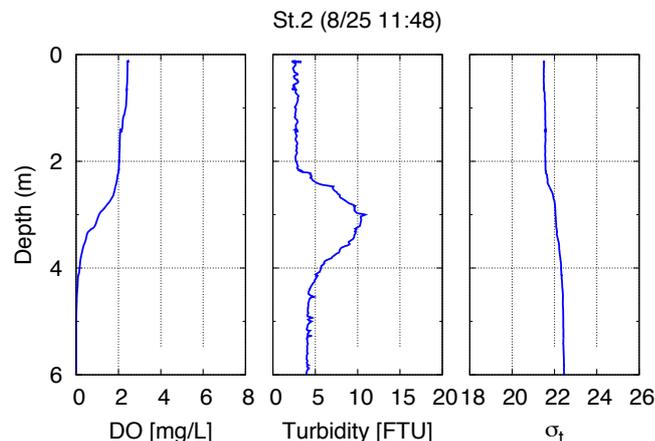


図-9 8/25における St.2の水質鉛直変化

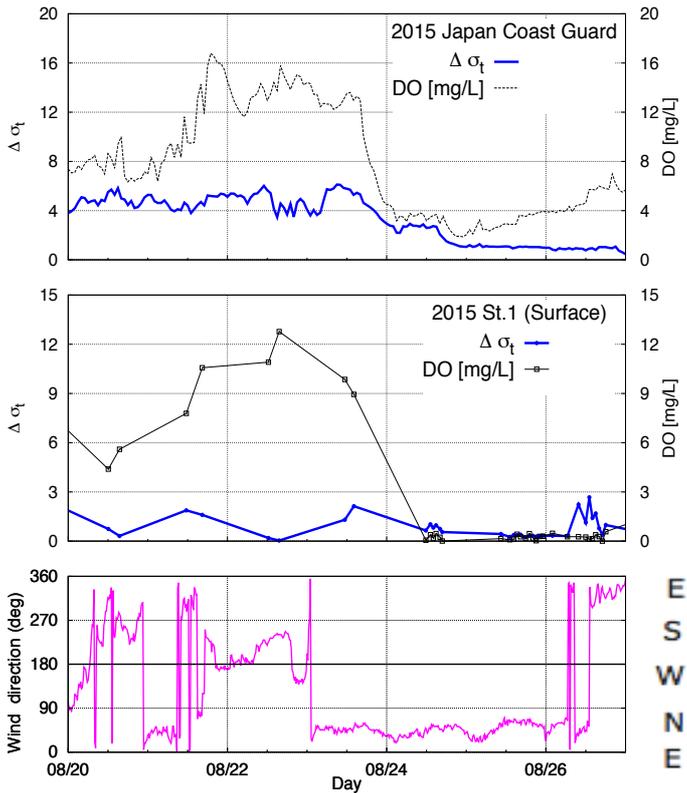


図-10 2015年の水質時系列変化と風向(上から海上保安庁<sup>6)</sup>・St.1)

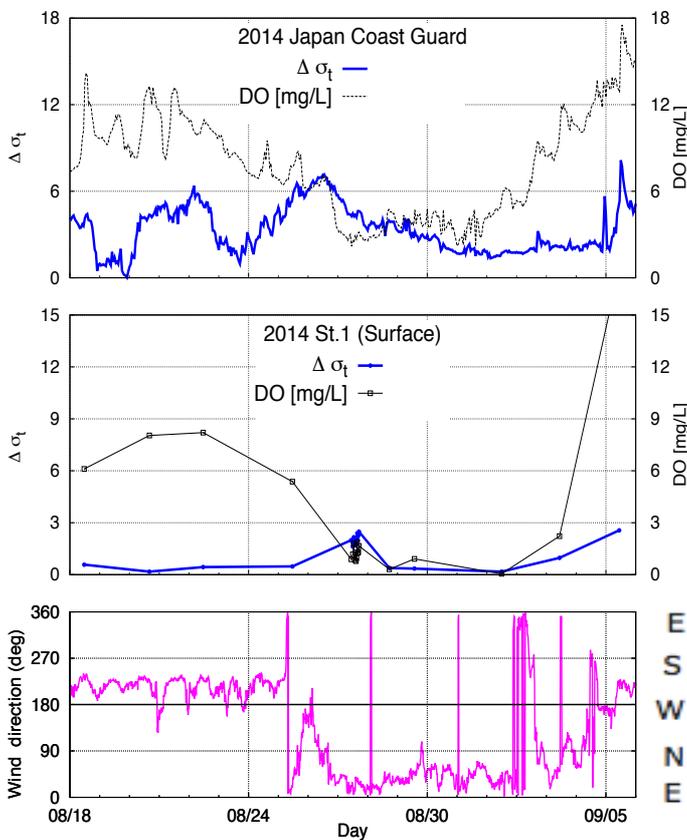


図-11 2014年の水質時系列変化と風向(上から海上保安庁<sup>6)</sup>・St.1)

図-10と図-11より、中辻らの知見である青潮発生前の前提条件を修正し以下に示す。南風の連吹により、沖では密度成層が強化され、岸壁付近では密度成層が崩れる。また、沖では密度成層の強化が生じない場合もある。

5. まとめ

東京湾での岸壁定点観測を、2015年の8/17から9/30の期間で行い、青潮の発生から解消までを解析した。以下の知見が得られた。

- 1) 8/24に発生した青潮は大規模であり、36時間北風が連吹し、青潮に至った。
- 2) 8/23 0:00頃から連吹した北風により、8/24 12:00頃に大規模な青潮が発生した。8/27 12:00頃に無風状態となり、青潮が解消した。
- 3) 青潮発生には地形的要因が大きく影響すると考えられる。
- 4) 青潮の前提条件は、南風の連吹により沖での密度成層の強化に加え、岸壁での密度成層の崩れである。また、沖での密度成層の強化が発生しない場合もある。

謝辞：本研究は環境省総合推進費「人工構造物で囲まれた内湾の干潟・藻場生態系に及ぼす貧酸素・青潮影響の軽減策の提案(研究代表者・中村由行)」により行われた。観測に際して、関東地方整備局千葉港湾事務所にご協力をいただいた。横浜国立大学中村由行教授・比嘉紘士研究員からは研究協力とアドバイスをいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 丸茂恵右, 横田瑞郎: 貧酸素水塊の形成および貧酸素の生物影響に関する文献調査, 海洋生物環境研究所研究報告. 第15号, pp.1-21, 2012.
- 2) 中辻啓二, 尹 鐘星, 湯浅泰三, 村岡浩爾: 東京湾における吹送密度流と青潮発生機構との関連性. 海岸工学論文集, No.42, 1066-1070. 1995.
- 3) 渡辺正孝, 木幡邦男: 赤潮の発生機構と青潮の生成環境. 環境科学会誌, 8(4), 449-460, 1995.
- 4) 国土地理院: 地理院地図, maps.gsi.go.jp, 2015-08, 閲覧
- 5) 気象庁: 天気図(実況・予測) <http://www.jma.go.jp/jp/g3/>, 2015-09, 閲覧.
- 6) 海上保安庁: 東京湾リアルタイム水質データ, <http://www4.kaiho.mlit.go.jp/kaihoweb/passag3MapServ>, 2015-09, 閲覧.