

大阪大学大学院 学生員○湯浅泰三
 仁済大学 校正員 尹 鐘星
 大阪大学工学部 正員 中辻啓二
 大阪大学工学部 正員 村岡浩爾

1. はじめに：

東京湾では、昭和53年の水質汚濁防止法の改正により、CODを対象とした総量規制が2度にわたって実施され、発生汚濁負荷量が減少している。しかしながら、水質の改善はまだまだの状況である。青潮は東京湾の汚染の代名詞のようになっている。それは夏期の強い成層化のために発生した海底部の貧酸素水塊が、初秋の北東風の作用により水表面に湧昇する現象であると言われている。しかし、その発生機構はまだ十分には解明されていない。そこで、本研究では、東京湾で観測された気象・海象データをもとに、気象と流動・密度構造の応答性を探り、青潮の発生時の特徴の把握を試みた。

2. 観測の概要

1993年08～09月と1994年06～09月に環境庁が実施した観測データを用いて解析を行った。図-1に示す観測点BとDで、海表面から海底までの11層で多層連続観測が行われた。流速、塩分、溶存酸素等の連続計測や平面分布は別途実施されている。風速、風向や降水量は千葉測候所で観測されたものを用いたが、海上観測点である富津岬沖(第二海堡)で得られたデータと比較をしたところ、風向の違いはほとんど見られなかった。しかし、風速に関して1.5倍から2.0倍の差が認められた。風応力の影響を議論するためには、海上で観測した風を用いるべきであることが分かる。

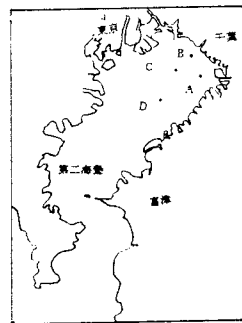


図-1 調査点の位置

3. 観測結果とその考察

1993年の07・08月は多雨・日照不足で、09月は台風のために大雨、強風であった。青潮は06月02日から始まり、09月22～26日までの間に7回発生した。観測期間中は表-1に示すように2回発生している。1994年は06月、07月と降水量が少なく、また07月、08月は猛暑、09月は残暑と暑さ厳しく、記録的な暑さと渇水であった。青潮の発生は06月07日から09月27～29日で6回発生し、観測期間では3回記録された。

図-2は風向・風速、降水量、観測点Bで得られた11層の水深での水温、ならびに観測点Dでの水温の鉛直分布の時間変動を示す。同図は1993年09月に観測された一例である。図(c)の海表面から海底までの11層の水温時系列に特徴的な事象が5回見られる。それぞれ04日、10日、15日、18日、23日に現れる階段状の水温変動である。各水深の水温が一定値になるのは鉛直方向に混合が生じていることを意味している。それは観測位置は異なるが、観測点Dでの水温の鉛直分布の時系列からも分かる。

その階段状の変動は二つのパターンに分類できる。一つは変動の生じる直前の水温分布で最高値(表層の水温)に収斂する場合と、最低値(低層での水温)に収斂する場合である。例えば、04日に事象が生じた前後の水温を見ると、23.8℃から20.6℃と分布していた水温が23.8℃に変化している。これに対して、23日には22.7℃から20.4℃であったのが、20.9℃から20.3℃に変化している。風向・風速の時間変動と比較すると、

表－1 青潮発生時の気象条件

Date	Wind	Rainfall
93/09/10-11	SW -SW	07-09 60 mm
93/09/22-26	SE -NNW	21-23 33 mm
94/07/29-30	NE- NE	25-27 SSE
94/08/21-22	SSE-N	21 123 mm
94/09/12-17	SE -NNW	12-17 162 mm

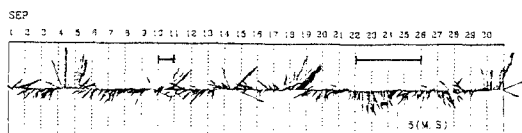
前者が生じるのは南西風（船橋から千葉を結ぶ海岸線に向かう接岸風）が吹く場合であり、後者が生じるのは北東風（離岸風）が吹く場合である。離岸風である北東風が吹くことによって表層水が沖に流され、それを補う形で底層の水塊が湧昇してきたと考えるのが一般的である。これに対して、南西風の場合には風によるせん断によって海岸に輸送されてきた表層水が沈み込み、表層から下層までの水温が表層水の水温と同一になると考えられている。

つぎに、青潮の発生時の気象条件を整理したのが表－1である。左から、発生日時、前日と発生日の風向き、そして降雨を示した。1993年の09月10日をのぞいて、北東風が連吹しているのが分かる。今一つ重要なことは青潮が発生する前に降雨が必ずあることである。つまり、この因果関係は図－2(b)の降雨記録からも分かる。強い北西風に加えて降雨による成層化の強化が青潮発生のための必要条件といえる。降雨の条件を満たさない94/07/29-30では発生前の25～27の3日間強い南方風が連吹しており、これが降水に代わって成層化を促進したものと推定できる。もう一つの例外である93/09/10-11は台風14号の通過により南寄りの強い風が吹いたときである。04日に薩摩半島に上陸した大型台風の影響を受けて南南西の強風を記録しており、異常な気象条件にあったと考えられる。

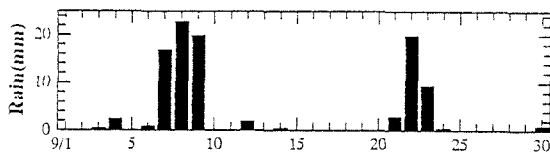
4. まとめ

東京湾の青潮の発生には、北東風（離岸風）の発達だけでなく、降雨あるいは強い南方風の連吹による成層化が必要であることが分かった。このことは、離岸風によって表層水が沖向きに流され、その流量を底層から補償する二次元的鉛直循環と考える従来の見解と一致する。しかしながら、本研究で指摘した成層の強化の効果をどのように考えるのか？ が今後の課題となる。

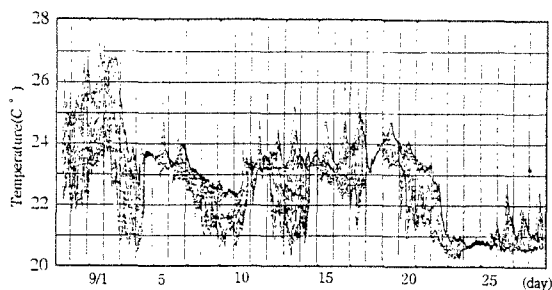
最後に、観測データの借用に関しては環境庁と運輸省の協力を得た。記して、謝意を表する。



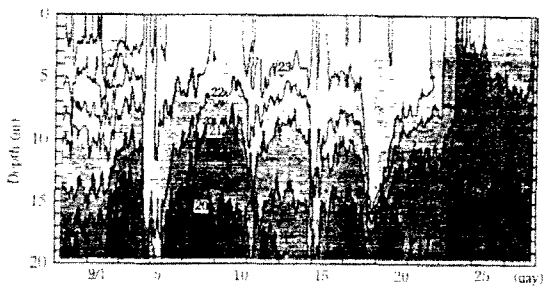
(a) 第二海堡での風向・風速（運輸省提供）



(b) 千葉測候所での降雨状況



(c) 観測点Bでの各水深別の水温（環境庁提供）



(d) 観測点Dでの水温鉛直分布（環境庁提供）

図－2 1993年09月の観測結果