

II - 406

東京湾における水温鉛直分布特性への風外力の影響

大阪大学大学院 学生員 白井正興
 仁済大学 正員 尹鍾星
 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 東京湾の流動に関する研究は近年さかに行われ、その流動機構も明らかになりつつある。東京湾の流動特性を論じるためには、風外力等の気象の影響は無視できない。そこで、本研究では、1993年に環境庁が実施した水温分布の実測結果に基づいて、風外力や降雨の影響を解析するとともに、パロクリニック流れの3次元数値実験により東京湾の流動の風外力に対する応答性を評価する。

2. 観測の概要 環境庁水質保全局が実施した1993年6～9月の観測データを用いた。水温連続観測は、8月28日から9月30日の期間に行われた。それは、図-1に示す観測点B、Dで、海表面から海底までの11層での多層連続観測である。1993年の7月、8月は、多雨・日照不足で、9月は台風のため大雨強風であった。また、東京湾では夏季には南寄りの風が卓越することが知られているが、この観測期間中では北寄りの風が長期間にわたって吹いている。湾奥部の湧昇現象である青潮は、観測期間中に2回発生した。

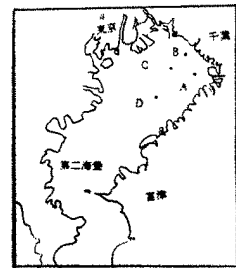


図-1 観測地点

3. 水温の鉛直経時変化 図-2は千葉測候所での降雨状況を、図-3は富津岬沖の第二海堡の風速ベクトルを示す。風速に関して、千葉測候所と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すると、風向の違いはほとんど見られなかったが、風速になると1.5から2.0倍となっている。海上風が東京湾の流動に与える影響は非常に大きいことが想像される。青潮の発生状況を表-1に示した。同表より、青潮が発生する前には降雨あり、青潮の発生と降雨は関連性が強いことが分かる。

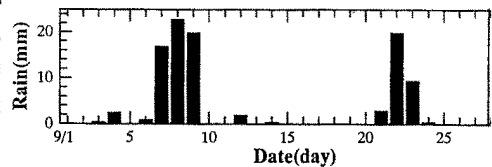


図-2 千葉測候所での降雨状況

図-4は図-1のD点においての1993年9月連続観測の結果である。上下層の水温が同一になる形態には2通りある。それらは(1)上層水の水温（約23℃）で同一になる形態、(2)下層水の水温（約21℃）で同一になる形態である。前者は南西風（船橋から千葉を結ぶ海岸線に向かう接岸風）が吹く時に特徴的に現れる。表層水は風のせん断によって海岸に輸送され、沈み込んで湾奥部分の表層から下層までの水温が同一になると考えられる。また後者は、北東風（離岸風）が吹く場合に発生しやすい。離岸風が吹くことにより、一般的には、表層水が沖向きに流され、その流量を補償する形で底層部の水塊が湧昇してくると考えられている。

上述の2点に着目して、図-4の水温鉛直分布の時間変化を眺めると以下ようになる。

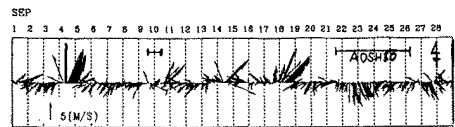


図-3 第二海堡での風速

（運輸省第二港湾局提供）

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

9月1日～4日までの期間は成層化が発達している。5日には強い南風のために沈み込みが起こり、上下層の水温の一樣化が生じている。そして、5日から10日にかけて北東風が連吹しているにもかかわらず成層化が発達する。この時図-2に見られるように降雨が観測されている。すなわち、降雨が成層化を促進させていると考えられる。そして、北東風の連吹により10日に青潮が発生している。11日にはまた、5m/s以上の強い南西風のために沈み込みが生じる。その後、11日～15日、16～18日には同じように、風が弱い状態で成層化が発達し、時折吹く5m/s以上の強い南西風のため沈み込みが生じる。そして、再び成層化が発達した後18日に北東風の連吹による底層水の湧昇と見られる上下水の水温の一樣化が見られる。

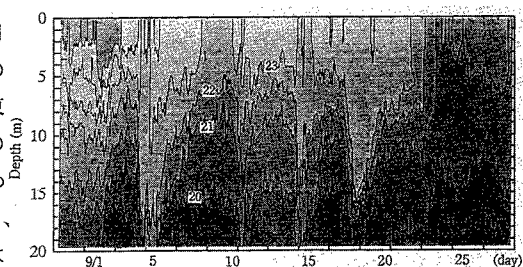


図-4 観測点Dでの水温鉛直分布
(環境庁水質保全局提供)

4. 風外力の流動に及ぼす影響評価 図-5(a)は無風状態の密度・潮流系の計算結果を示す。図中の線は等密度線を表す。湾奥中央部の-5mと-8m水深で時計廻りの循環が明瞭に認められる。これは、大阪湾、伊勢湾の湾奥で見られた高気圧性の渦に相当する。

図-5(b)は図-5(a)の残差流系に6m/sの北東風を吹かせた実験の結果を示す。無風状態の計算で見られた上層流出・下層流入のパターンがさらに強まっており、-8m層では強い水平方向の循環が存在することが分かる。等密度差線は北東方向に平行に広がっており、東岸では底層水が湧昇、あるいは上層水と混合していることが推察できる。風外力は、循環流を助長する役割を果たしていることが分かる。

次に、南西風6m/sを対象にした計算結果を図-5(c)に示す。表層流出・下層流入の循環特性はあまり変わらないが、風がないときに生じていた循環はほとんど消失している。また、特徴的なのは、等密度線が東京湾の長軸にほぼ直交していることである。同図で長軸方向の σ_t 値が22から17へと岸に向かって減少しており、南西風により湾奥で低密度水が滞留することが分かる。

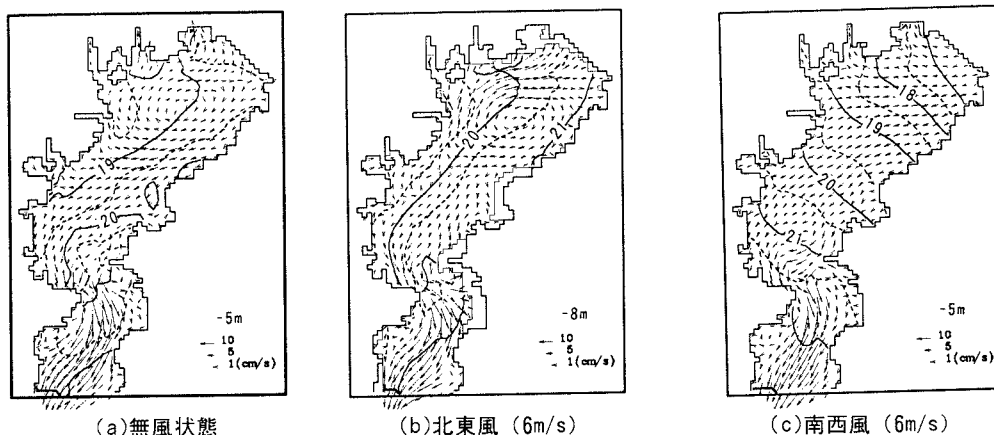


図-5 風・潮流・密度流の影響を受けた残差流系

5. まとめ 東京湾での湾奥部の上下層が同一水温になる形態には、南寄りの風による沈み込み、北寄りの風による湧昇の2通りがあることが確認できた。また、降雨は成層化を強化する役割を果たしており青潮の発生と強い関連性がある。3次元バロクリニック流れの数値実験より、風外力の東京湾の残差流系と密度構造に及ぼす影響を検討した。

最後に、観測データは、環境庁水質保全局と運輸省第二港湾建設局の協力を得た。記して、謝意を表する。