

II-72 黒潮系暖水波及時に於ける冬季東京湾湾口部の流動・物質輸送特性

東京工業大学大学院 学生会員 ○吉岡 健
 東京工業大学工学部 正会員 日向 博文
 東京工業大学工学部 正会員 八木 宏
 東京工業大学大学院 正会員 灘岡 和夫

1. はじめに

強い閉鎖性を有する東京湾の水質環境を把握するには、湾口部での外洋水との海水交換能力を具体的に明らかにする事が重要となる。冬季湾口部においては熱塩フロント構造の存在が知られているが、これまでのところ、鉛直2次元的な熱塩フロント構造が安定に存在することを仮定した物質輸送の議論がなされてきた。しかしながら、湾口部の流況は東京湾特有の複雑な地形により3次元性の強い流況となっていることや、太平洋を東進する黒潮からの暖水波及という間欠的な作用が東京湾の流動や海水交換に大きく寄与していることが考えられる。そこで本研究では、現地観測を通して、黒潮系暖水波及時の流況および物質輸送・海水交換に果たす役割を明らかにすることを目的としている。

2. 現地観測概要

東京湾湾口部に係留されている浦賀航路1,3番ブイ(以下,Buoy1,3)の係留チェーン部に塩分・水温計を数台設置し、水温・塩分の長期連続観測(1998年1月23日~4月4日)を行った(図-1)。また、97年12月18・19日(Run1),98年1月28・29日(Run2),3月3・4日(Run3)の3回(計6日)に渡り、湾口部において観測船によるSurvey観測を実施した。まず初日は、湾軸縦横断方向の観測線Line1,Line2のどちらかにおいて,ADCP(RD社製,600kHz)及びSTD(アレック社製)を使用して,4往復,約1潮汐間の流速・水質観測を実施した。2日目には、図中×印で示した観測点の中から観測当日の海況を考慮して10数点を選定し,STDのみの広域観測を実施した。

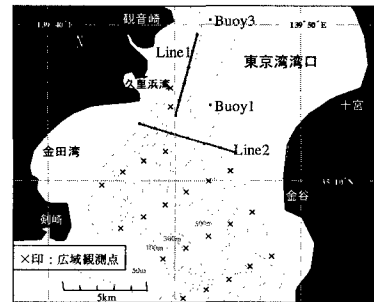


図-1 観測海域

3. 観測結果と考察

3.1 暖水波及による水温上昇: 図-2に示すBuoy1における水温の経時変化に見られるように、今回の観測期間中、3回の急激な水温上昇(図中矢印、以下A, B, Cと称する)が明確に捉えられた。この水温データに対して熱収支解析を行ったところ、この水温上昇が主として水平移流熱輸送によって引き起こされていたことから、

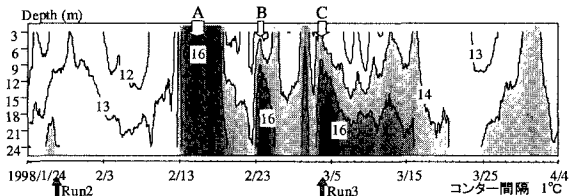


図-2 水温経時変化 (Buoy1)

この3期間では黒潮系暖水波及が生じていたことがわかった。このような暖水波及時の流動構造を明らかにするために、以下では、期間Cと同時期に行ったSurvey観測(Run3)の結果について検討を行う。

3.2 暖水波及時の3次元流動構造: 図-3に示されるLine2の水温分布および残差流シアの断面直交成分分布を見ると、波及した暖水は層厚約50mという極めて薄い層で湾口部の下層に位置する低水温塊(以下これを沿岸水と呼ぶ)の上ののって進入し、コリオリ力を受けて千葉県側に接岸している。神奈川県側上

キーワード: 東京湾湾口部, 冬, 現地観測, 黒潮系暖水波及, フロント, 物質輸送

連絡先: 〒152-8552 目黒区大岡山2-12-1 Tel 03-5734-2597 Fax 03-5734-3577

層部からは低水温の内湾水が流出し、さらにその下層からは暖水塊が潜り込んで進入している。これは、内湾水、黒潮系暖水、沿岸水という順に若干の密度差がついているためであり、場が密度流に支配された流況となっていることを明確に示している。なお、この暖水塊の層厚は、秋山¹⁾により九州東岸海域で捉えられた暖水舌の層厚にほぼ等しい。これらの結果より推定される黒潮系暖水波及時の湾口部での3次元流動場を模式的に表すと図-4 になる。このように湾口部表層では強い水温フロントが形成されているが、いわゆる熱塩フロントのように上層収束、下層発散というスカート状の流れが冬季に安定に存在するわけではなく、3次元性の強い密度流的パターンが現れる。しかも、図-2から明らかなように、このような流況は時間的に大きく変動している。

3.3 暖水波及時の物質輸送特性：さらに、暖水波及時の物質輸送特性を明らかにするために、熱、塩分および濁質フラックスを算出した。各フラックスは、移流成分、残差流水平シア成分、残差流鉛直シア成分、時間変動成分の計4成分に分解し、移流成分以外の成分の総和を分散成分とした。さらに、冬季平均的な熱輸送量を見積もるために、広域のデータに基づくBoxモデルにより算出し、分散成分との比較を行った。計算結果を表-1に示す。紙面の都合上、ここでは代表的な熱フラックスのみ考察する。まず、冬季平均的な熱フラックスに対し、暖水波及時にはその約5倍もの熱輸送が生じていることがわかった。暖水波及時のこのような強い熱輸送がその後3日以上続いていることを考慮すると、1回の暖水波及によって冬季1ヶ月間の平均熱フラックスの約50%もの影響をもたらしていることになる。次に分散成分の内訳を見ると、それには残差流の水平シア成分が最も大きく寄与している。これは、図-3からもわかるように、千葉県側で暖水が流入し、神奈川県側で内湾水が流出する傾向が熱輸送に強く反映することを意味する。このことは、湾口部での熱輸送形態を、湾軸方向に鉛直2次元的な熱塩フロント構造を前提として議論するのは不適切で、上記のような湾軸横断方向にも強い変動パターンを持った3次元的な流況の存在をふまえた解析を行う必要があることを示している。

4. 結論

①冬季に内湾水と外洋水の密度が均衡する時期においても、湾口部の残差流構造は、従来言われてきた熱塩フロント構造とは異なり、両者の微細な密度バランスやコリオリ力の効果に支配された3次元性の強い流況となっている。②黒潮系暖水波及時に外洋から湾内へ輸送される熱量は、冬季平均の約5倍程度であり、それには残差流の水平シア成分が最も大きく寄与している。

参考文献：1) 秋山秀樹：九州南・東岸海域に出現する黒潮系暖水舌の動態，月刊海洋，No. 26, 1994.

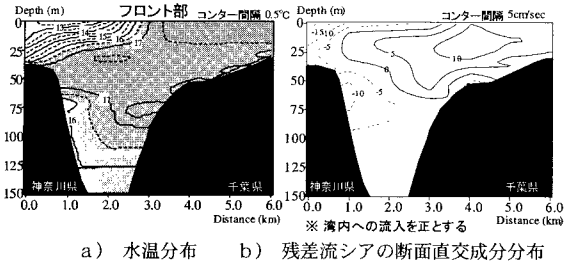


図-3 暖水波及時の横断面内流動構造 (Run3, Line2)

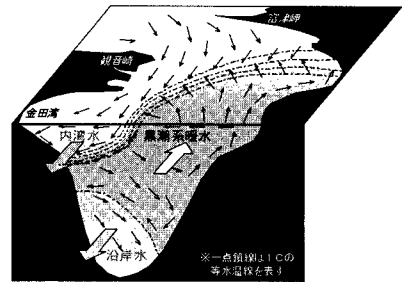


図-4 暖水波及時の湾口部流動構造

	Run3) 98年3月3日
①移流成分	-1.39×10^5
②分散成分(A+B)	1.62×10^5
A)残差流シア成分(a+b)	1.44×10^5
a)水平シア成分	1.22×10^5
b)鉛直シア成分	2.17×10^4
B)時間変動成分	1.80×10^4
ボックスモデルから求めた 冬季平均熱輸送量(分散成分)	2.94×10^4
①移流成分	-4.25×10^3
②分散成分(A+B)	1.47×10^4
A)残差流シア成分(a+b)	1.01×10^4
a)水平シア成分	9.05×10^3
b)鉛直シア成分	1.06×10^3
B)時間変動成分	4.60×10^3
①移流成分	-5.60×10^0
②分散成分(A+B)	-4.44×10^2
A)残差流シア成分(a+b)	-3.54×10^2
a)水平シア成分	-3.09×10^2
b)鉛直シア成分	-4.58×10^1
B)時間変動成分	-9.04×10^1

※湾内への流入を正とする

表-1 熱、塩分および濁質フラックス