

## 陸奥湾湾口部の流動構造と水交換に及ぼす風の影響

|                    |      |        |
|--------------------|------|--------|
| 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 | 学生会員 | ○ 山中亮一 |
| 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 | 正会員  | 西田修三   |
| 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 | 正会員  | 川崎浩司   |
| 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 | 正会員  | 中辻啓二   |

### 1. はじめに

本研究の対象としている陸奥湾は本州最北に位置し、湾北部の幅約 10km の平館海峡を通じて津軽海峡につながる閉鎖性の強い内湾である(図-1)。陸奥湾は他の閉鎖性内湾で見られるような赤潮の発生などによる水質被害は少ないが、急激な水温変化や貝毒発生など水産業に関わる問題を抱えており、陸奥湾の流動構造と水交換機構の実態把握が望まれている。

筆者らは 1995 年より 2000 年まで毎年夏季の成層期に陸奥湾湾口部を中心に現地観測を実施し、陸奥湾の流動構造と水交換機構について解析を行ってきた。その結果、湾口部における流動とフラックス構造は、強い時空間的不定性を有し、日本海と太平洋との水位バランスにより決定される海峡部の流動と地形性循環流の発生がこの不定性の要因であることが明らかとなった。さらに、

風や気圧変動などの気象擾乱が前述の急激な流動を引き起こし、大規模な水交換が生じている可能性を示唆する結果が得られた。しかし、湾口部の流動構造の把握とその発生メカニズムの解明には更なる現地観測データの蓄積とともに、数値シミュレーションによる解析が有効である。

そこで本研究では、2000 年 8 月下旬に行った現地観測結果の解析を行うとともに、海峡部も含めた領域の流動構造を把握するための再現計算を試みた。また、風況を変化させた数値実験により、湾口部の流動に及ぼす風の影響についても解析を行った。

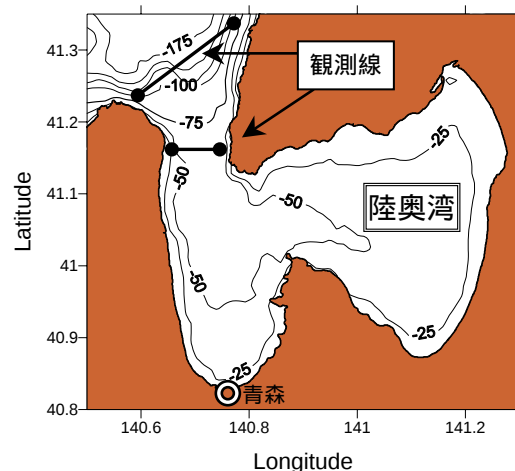


図-1 観測線

### 2. 現地観測の概要と結果

現地観測は図-1 に示す観測線において 2000 年 8 月 26～30 日に実施した。観測時の潮汐は津軽海峡内では日潮不等がみられたが湾内(青森)では日潮不等は湾外ほど大きくなく半日周期が卓越していた。図-2 に 8 月 29 日の湾口部の測線中央における南北流速と密度の鉛直分布の経時変化を示す。観測には ADCP とクロロフィルセンサー付き STD を用いた。流速は北方成分(湾外流出)を正とした。流速・密度ともに時間変化が大きく、負の流速値で示される南向きの流動の発生にともない密度が高くなっているのがわかる。陸奥湾湾口部では、過去の現地観測で内部波の伝播にともなう流速・密度変動が観測されており、図-2 に示された流速・密度の経時変化も内部波の影響を大きく受けていると考えられる。密度分布は上層で一様化し、水深 40 m 付近で成層構造を有している。上層での鉛直混合の要因としては湾外の強い水平循環流と風による混合が考えられるがその詳細は明らかではない。

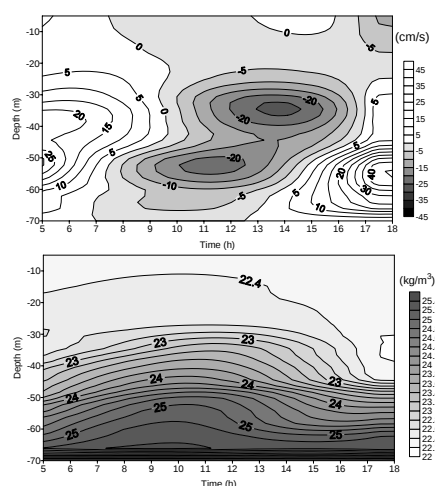


図-2 湾口部の南北流速と密度の鉛直分布の経時変化 (観測結果)

キーワード：陸奥湾，現地観測，水交換，吹送流，内部波，数値シミュレーション

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2 - 1 Tel:06-6879-7606 Fax:06-6879-7607

### 3．数値モデルによる再現計算

観測日(8月29日)の流動と密度場の再現を試みた。数値モデルは3次元パロクリニックモデルのODEM(中辻, 1994)を用いた。計算期間は8月3日より30日までの27日間とし、はじめの5日分は初期流動場の形成のために密度差による浮力効果を考慮しないパロトロピックモードで計算を実施し、その後22日分はパロクリニックモードで計算を行った。初期密度場は8月の観測統計値を基に与え、開境界における水位変動は主要6分潮( $P_1, K_1, O_1, M_2, K_2, S_2$ )を考慮した。また、気象に関しては日射量は夏季の日変動を繰り返し与え、無風条件で計算を行った。図-3に8月29日5時から17時までの表層における残差流ベクトル図を示す。既往の研究で存在が指摘されている竜飛崎から発生する循環流と陸奥湾東湾における反時計回りの弱い循環流が再現されている。

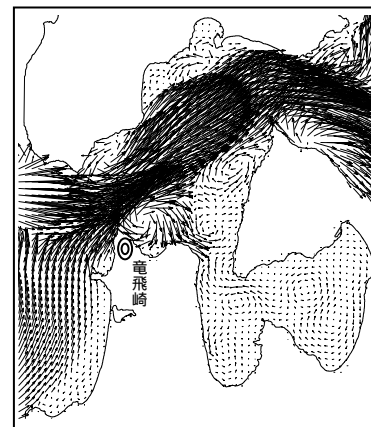


図-3 残差流

### 4．湾口部の流動と水交換に及ぼす風の影響

上述の計算と同様の手法で東風(風速 10m/s)と西風(10m/s)を考慮した場合の数値実験を行った。風速は8月29日のみ表層に与えた。図-4に図-2に対応する湾口中央における南北流速と密度分布の経時変化を示す。いずれも南北流の転流の時刻は図-2に示した観測結果と一致しているが、大きな密度変化は再現できていない。12時以降の中層からの流入も十分には再現されていない。これは30m以浅の密度分布の違いにより湾内への流入水深がずれたことによるもので、初期密度場と気象変化を統計値で与え、実測値を用いていないことが原因と考えられる。

無風条件と比べ10m/sの東風を考慮した(b)の場合には、水深10m以浅の表層で流速値が正で示される北向きの流れが卓越している。これは東風により湾内水が陸奥湾西岸に吹き寄せられて西岸でセットアップが起り、その結果北向き流れが生じたためと考えられる。また、水深60m付近では負の南流が卓越しており、風により生じた表層流に対する補償流が加わったものと考えられる。(c)に示す西風の場合は逆に上層で南向きの流れが発生している。このように、湾口部の流動構造に風が少なからぬ影響を及ぼしていることがわかる。東風(5m/s, 10m/s)および西風(10m/s)を与えた場合の湾口断面通過流量の経時変化を求めた。図-5に無風の場合との流量偏差量の変化を示す。東風5m/sと10m/sによる偏差を比較すると、風速の増加に比して流量が大きく増加していることがわかる。また、風向の違いは、偏差の正負に現れ、その大きさはほぼ等しいことがわかる。

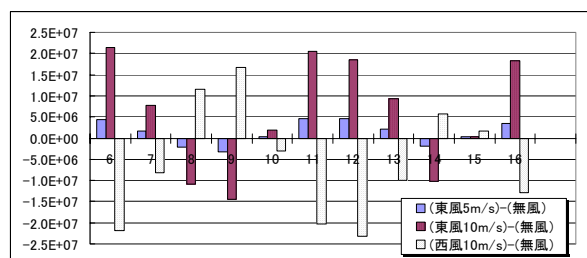


図-5 風による湾口部通過流量の偏差量( $\text{m}^3/\text{hour}$ )の経時変化

### 5．おわりに

数値実験により、陸奥湾の湾口部通過流量は東西風により大きく影響を受けることが明らかとなった。今後は気圧の変動を加味した気象擾乱の影響について解析を実施する予定である。

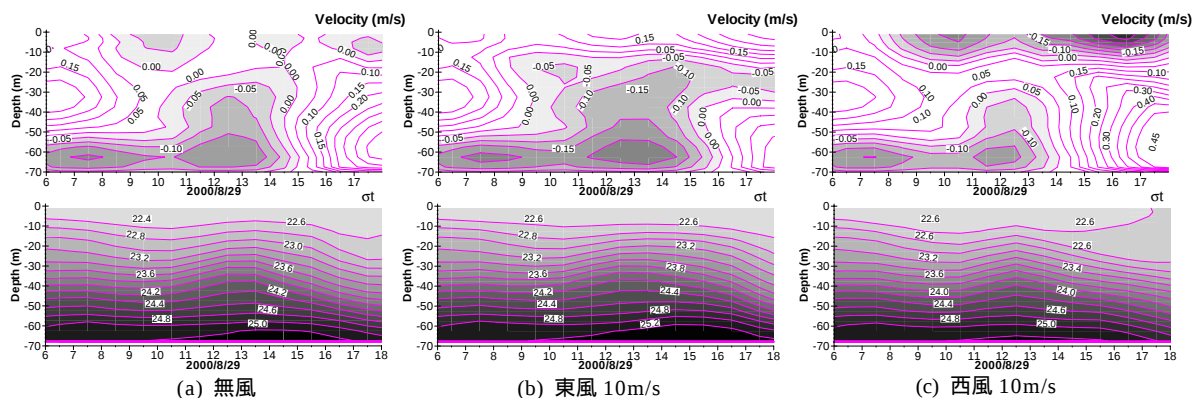


図-4 湾口部の南北流速と密度の鉛直分布の経時変化(計算結果)

[参考文献] 中辻啓二 (1994): 大阪湾における残差流系と物質輸送, 水工学シリーズ 94-A-9, 土木学会水理委員会, pp. A9.1-28.