

II-126

利根川河口域における河口フロントの空間構造に関する現地観測

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 八木 宏
東京工業大学工学部 正会員 日向 博文

1. はじめに

近年の沿岸海洋学の発展に伴い、様々な沿岸フロント（熱塩フロント、潮汐フロント、河口フロント等）に関する研究が、特に海水の交換や混合、それによる生物生産への影響に着目して行われている。しかしながら、フロント部における微細構造に関しては、未だ未解明な部分が多いように思われる。その理由の1つとして、従来の海洋観測手法（例えば、係留ブイによる空間解像度の粗い計測や、衛星画像による海表面のみの計測等）では、フロントの微細な空間構造を明確に捉えきれないことが挙げられる。そこで本研究では、利根川河口域における河口フロントを調査対象とし、CTD チェーン・ADCPを用いた曳航観測手法を用いることにより、河口フロントの空間構造の把握を試みたので、その結果を報告する。

2. 現地観測の概要

現地観測は、平成9年12月4日に利根川河口海域において行った。観測日における気象状況は、天気は曇り、気温7℃、風速3 m/secであり、前日までの降水により、この時期としては多くの河川流量が期待された。計測方法は、図1に示すように、ワイヤーにとりつけた塩分・水温・水深計（CTD チェーン）と流速計（ADCP）を船速約3ノットで曳航することで、水平解像度の高い（数m程度）流速及び水質の鉛直断面計測を行うものである。測線は、フロント全域を捉えられるように、図2の点線で示すような形状で計5測線（1測線約5km）設けた。

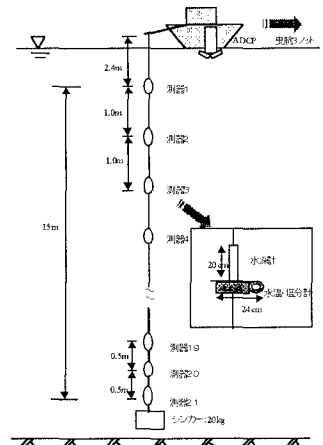


図-1 観測機器模式図

3. 観測結果・考察

図2に5測線のCTD計測により得られた、水面下0.5mにおける水平密度分布を示す。ここで、観測期間（am7:30～pm15:00）における海上風の変化は小さく、潮位差も0.3～0.4m程度であることから、測線間のtime lagは考慮せず、同時性が保たれているものとする。これを見ると、密度の急激に変化している部分が見られ、観測当日は明確な河口フロントが形成されていることがわかる。また、図2の矢印は、水面下1.5mにおける流速場を表し、観測海域全域で南東方向の流れであることがわかり、また鉛直方向にもほぼ一様であった。以下、観測当日において明確な河口フロントが形成されていたLine3に着目し、フロント域の物理機構に関してより詳しい検討を行う。図3は、Line3における各水深ごとの塩分変動を示したものである（横軸は利根川河口からの距離を示す）。これによると、河口フロントを介しての塩分の空間変動は大きく、フロントより河口側において、塩分値はスパイク状に変動しており、水平微細構造を伴った河川水の流入が示唆された。そこで、その水平微細構造の1つとして、フロント部における

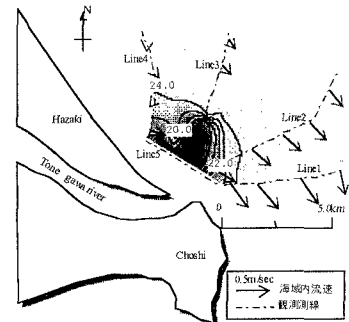


図-2 水平密度・流速分布図

キーワード：河口フロント、曳航観測、水平微細構造

連絡先：〒152-8552 目黒区大岡山2-12-1 Tel 03-5734-2597 Fax 03-5734-3557

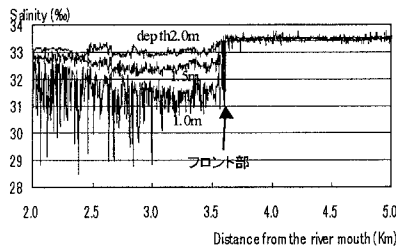


図-3 フロントを介しての塩分変動(line3)

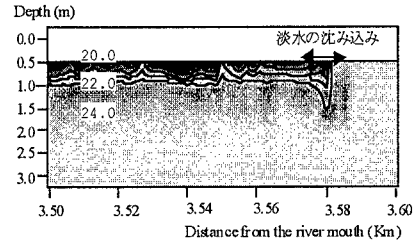


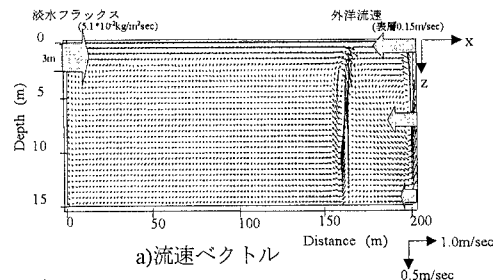
図-4 フロント部の鉛直密度分布図(line3)

鉛直密度分布（図4）に着目すると、河川水は水深約1.2mという極薄い層で広がっており、フロント部では収束流により励起されると思われる淡水の沈み込みが生じていることがわかる。この沈み込みの水平スケールは約15mと非常に微細であり、このようなフロント形状は、従来考えられてきた河口フロントの理論形状¹⁾と大きく異なるものである。

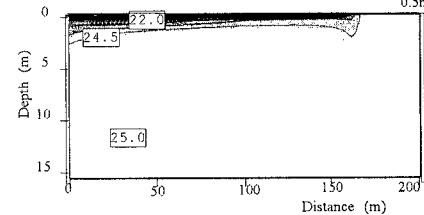
4. 数値解析

4.1 計算概要：現地観測より明らかとなった、フロント部における淡水の沈み込みの物理メカニズムを明らかにするために、実スケールを想定した鉛直2次元計算を行った。用いたモデルは、静水圧を仮定したレベルモデルであり、鉛直渦動粘性係数は $\kappa-\epsilon$ modelを用いて計算した。初期条件として、観測で得られた密度分布（淡水 1.022kg/m^3 、外洋水 1.025kg/m^3 ）を与え、左側境界から淡水フラックスを、右側境界からADCPより得られる外洋流速のLine3に平行する成分を与えてその過渡過程を検討した。

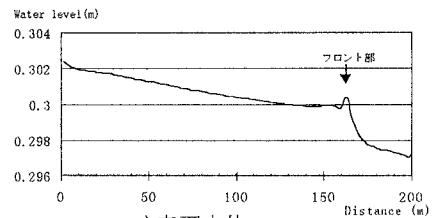
4.2 計算結果：計算結果を図4a)、b)、c)に示す。流速ベクトルを見ると、フロント部において強い収束流が発生し、その結果、観測結果と同スケールの淡水の沈み込みが得られた。このような、フロント部でのみ生ずる強い収束流は、c)に示すようなフロントにおける急激な水位上昇による水面勾配、及びx方向の移流の効果により、水平流速が大きく減速されて生ずることがわかった。すなわち、フロント域における力学バランスを考える際、x方向の移流の効果を考慮する必要がある、それが水面勾配と境界面の内部摩擦力のみのバランスによる河口フロントの理論形状との相違であるといえる。また、この収束流は、河川からの流入フラックスやフロントに向かう外洋の流速、フロント間の密度差が大きくなると、より強化される結果となり、このような作用がフロントの強弱を支配することが示唆された。



a) 流速ベクトル



b) 鉛直密度分布図



c) 表面水位

図-4 計算結果

5. 結論

①曳航観測を通して、従来の観測手法では得られない水平解像度での河口フロントの計測に成功し、河口フロント部における収束流に起因すると見られる淡水の沈み込みを捉えた。②数値計算による解析から、フロントにおける従来の理論とは異なる物理機構を指摘した。

参考文献：1) 沿岸フロント近傍の流動構造：柳哲雄，沿岸海洋研究ノート，No. 29, 1992.