

氏名	淡路敏之 <small>あわじとしゆき</small>
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第696号
学位授与の日付	昭和56年7月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科地球物理学専攻
学位論文題目	潮流による海峡を通しての海水の交換及び混合の機構に関する数値実験的研究
論文調査委員	(主査) 教授 國司秀明 教授 中島暢太郎 教授 奥田節夫

論文内容の要旨

たとえば明石海峡のような狭い海峡部を通してその両側の海水がどのように交換し混合するかという問題は、いわゆる沿岸海洋物理学における最も重要な問題の一つである。申請者淡路敏之の主論文は、簡単なモデルについて数値実験的にその問題の解明を試みたもので、その内容は大きく2つの部分に分けることができる。

第1の部分は主論文の前半を構成する部分で、海水交換の主要な機構は海峡部における潮流の複雑さ——振幅ならびに位相の空間的非一様性——のために起こる海水粒子のいわゆるストークス・ドリフトであることが主張されている。

すなわち、申請者は、明石海峡の形を念頭において、その水平地形をごく簡単な形に単純化し、さらに水深は一定であるとした単純モデル海を考え、まずそこでの潮流の流速場をオイラー的に求めた後、その潮流の中に識別可能な多数の粒子を放って、それらの粒子の移動をラグランジュ的に追跡する数値計算手法を展開し、それによって海峡を通して海水がどのように交換するのかを調べた。その結果、海峡部では潮流の振幅及び位相に急激な空間的变化があるため、海水粒子の大きなストークス・ドリフトが生じ、1潮汐周期の間にその間の最大流入量の87%という従来考えられていたよりはるかに大量の海水の交換が起こることを示したのである。

また、一般に海峡部付近の潮流場は正弦波的な振動流成分の場と潮汐残差環流と呼ばれる準定常的な環流場とから成るが、申請者は、その前者の流れだけしか存在しない場合の計算を行い、その場合でも87%の約半分の40%という大きな交換率が得られることを示し、海峡部の海水交換に対して潮流振動成分がもつ役割が基本的に重要であることを強く指摘している。

このように、第1の部分で申請者は、海峡を通しての海水交換がどのような機構によるのかを論じ、その主な機構はむしろ決定論的な海水の移動変形であることを主張したのであるが、明らかにそれだけでは交換された海水の周囲海水への混合同化は起こり得ない。問題の完全な理解のためには、さらに実際の海

域で現実に存在している海水運動の乱れをとりいれて考える必要がある。申請者の主論文の内容の第2の部分はその点に関する数値実験の結果を示したもので、主論文の後半の部分を形成している。

すなわち、申請者は、マルコフ・チェイン・モデルによって、沿岸域での通常の値と考えられている $10^4 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 程度の拡散係数に相当する海水粒子移動の乱れを与えた数値実験を行い、その結果、少なくともその程度の強さの乱れでは、海水交換の量にはほとんど影響を与えないが、海水粒子のストークス・ドリフトと乱れとの結合作用の結果として、交換された海水粒子の存在範囲は著しく拡大されると同時に、局所的な混合も大きく増強され、交換した海水は比較的容易に周囲の海水に同化すると考えられることを示している。

なお、申請者の参考論文は、主論文の研究を発展させ、より現実的な地形の数値モデルについて行った鳴門・明石・紀淡3海峡を通しての海水交換に関する論文1篇と、環境庁の観測結果によって瀬戸内海の場合の海水変動の解析を行ったもの1篇、および塩分散に対する潮汐振動流の鉛直シアの効果に関するもの1篇である。

論文審査の結果の要旨

内湾における海水の水温・塩分は、大局的には、降水や蒸発あるいは河川水流入など海面や陸側からの熱と淡水の供給と、湾口や海峡を通しての隣接海域との熱と塩分のやりとりとに支配されている。その意味で、湾口や海峡を通しての隣接海域との海水交換の問題は、海洋物理学において基礎的に最も重要な研究課題の一つである。しかし、この問題の研究は、とくに狭い海峡部における流速観測の困難さなどのために、これまで必ずしも充分でなく、かなり任意的なさまざまな仮定を含む仮説という域を脱脚しきれない状態にあった。申請者の主論文は、この問題に対して、まともに海峡両側の海水がどう動きどう交換するのかを数値実験的に追跡し、それによってその本質を明らかにしようとした初めての試みの結果をまとめたものである。

申請者は、まず基本的な立場として、問題をいわゆるオイラー・ラグランジュ問題としてとりあげることと考え、また、対象モデルとしては、複雑さを避けるために、明石海峡の水平地形をごく簡単な形に単純化し、さらに水深を一定とした単純モデル海をとりあげ、それについて、まずオイラー型の運動と連続の方程式によって潮流の流速場を数値的に求めた後、その流速場の中での個々の海水粒子の移動をラグランジュ的に追跡するという手法によって計算を進め、問題を2つのステップを追って解明している。

第1のステップは、求められた潮流だけでいわば決定論的に海水粒子が動くとしたステップで、計算の結果、申請者は、海峡部では潮流の振幅及び位相に急激な空間的变化があるために、海水粒子の大きなストークス・ドリフトが生じ、1潮汐周期の間にその間の最大流入量の87%という従来考えられていたよりはるかに大量の海水の交換が起こることを示した。また、一般に海峡部付近の潮流は正弦波的な振動流成分の場と潮汐残差環流と呼ばれる準定常的な環流場とからなるが、前者の流れだけが存在するとした場合の計算を行った結果、それだけでも40%という大きな交換率が得られることから、申請者は、海峡部の海水交換に対して潮流の振動成分が持つ役割が基本的に重要であることを示した。これらの成果は、いずれもこの研究によって初めて解明された重要な成果で、高い評価を与えることができる。

このように、申請者は、第1のステップで、海峡を通しての海水交換の主な機構はむしろ決定論的な海水の大きな移動変形であると考えられることを示したが、明らかにそれだけでは交換された海水の周囲海水への混合同化は起こり得ない。問題の完全な解決のためには、さらに実際の海域で現実存在している海水運動の乱れをとりいれて考える必要がある。

そのために、申請者は、第2のステップとして、沿岸域での普通の値と考えられている $10^4 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 程度の拡散係数に相当する海水粒子の移動の乱れをマルコフ・チェイン・モデルによって与えた計算を行った。その結果、少なくともその程度の強さの乱れでは、海水交換量自体はほとんど変化しないが、前述した海水粒子のストークス・ドリフトとこの乱れとの結合効果によって、交換された海水粒子の存在範囲は著しく拡大され、また局所的な混合も大きく強められ、交換した海水は比較的容易に周囲海水に同化すると考えられることを示した。この結果も海峡部ならびにその近傍における海水混合の実態に対する大きな示唆を与えたものとして高く評価される。

以上のように、申請者の研究は海峡を通しての海水交換の問題の研究に初めて本格的な視野を与えたもので、なおいくつかの問題点を残してはいるが、参考論文としてあげられている鳴門・明石・紀淡3海峡に対する同じ手法の適用結果をも参考にして、この分野の今後の研究の発展に重要な貢献をしたものと認めることができる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。