

氏名	いちかわ かわおる 市川 香
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第1654号
学位授与の日付	平成7年5月23日
学位授与の要件	学位規則第4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	人工衛星海面高度計による海面力学高度場の推定

論文調査委員 (主査) 教授 今里哲久 教授 奥西一夫 教授 廣田 勇

論文内容の要旨

海面は完全な球面ではなく、凹凸があり、その大部分は重力の分布にともなうものであり、残りは海水自身が動くことによって作られている。したがって、全球海洋での重力分布が分り、海面の凹凸が分れば、海水運動の分布が分ることになる。極軌道人工衛星に、海面高度計を搭載して海面凹凸分布を測定する試みが、1975年 GEOS-3 によって試みられた。その後、Seasat, Geosat, ERS-1, Topex/Poseidon へと受け継がれ、現在に至っている。高度計データから海洋信号を取り出すには、衛星毎に大きさの異なる軌道誤差と観測誤差、そしてジオイド誤差を除去した後、2次元的に分布した格子点上に値を割り振らなければならない。これらの誤差の除去には、従来同一軌道法と交差法を用いて行われてきたが、それぞれ欠点を持ち、格子点上に割り振られた海洋信号を十分な精度で取り出すという点で問題が多かった。申請者は、最適内挿法を用いて高精度で誤差を除去し、格子点上へデータを割り振る方法を提案し、海面力学高度の時間変動成分と定常成分の精度の定量的評価を試み、北西太平洋の黒潮を中心とした海洋現象の解明にどのように利用できるのかを示した。

まず、人工的に作られた高度計データを用いて、手法の特性を調べた。その結果、高度計データの観測誤差と軌道誤差だけが最適内挿法によって精度良く除去できること、150km 程度以上の空間的広がりをもつ現象は正しく再現できること、解析領域全体にわたる平均高度は軌道誤差の一部として失われることを明らかにした。

Geosat の1986年11月～1987年11月のデータにこの方法を適用し、時間変動成分について検討した。日本列島の8つの検潮所に於いて取られた検潮記録と比較し、両者の相関係数は0.85、回帰直線の傾きは1.11で、rms は6cm という高精度で時間変動成分が得られることを示した。一方、1年間にわたって時間平均した海面力学高度を、従来の海洋観測データから得られている気候学的平均で置き換えることによって得られた定常成分と時間変動成分とを加えた合成海面力学高度から推定される表層地衡流速と、1987年3～11月に追跡された漂流ブイから得られた流速とを比較し、流速の東西成分では0.70、南北成分では

0.82という高い相関係数を得た。また、日本南岸での黒潮海域では、両者の回帰直線の傾きは、東西成分では0.10と小さいが、南北成分では0.41であった。したがって、合成海面力学高度によって、黒潮を含む流動場の時間変動の実用的な記述が可能であることを示した。

この手法によって黒潮海域の合成海面力学高度が精度良く再現できたので、その時系列を作成して海面高度の変動の状況を解析した。黒潮流軸の変動と、リングの切離と西進との関連、内部領域における中規模渦の変動の状況などを、熱赤外画像や漂流ブイの軌跡のデータとの比較検討によって詳細に示した。

さらに、ジオイド成分として消し去られた海洋信号をジオイドモデルから復活させ、絶対海面力学高度が求まるかどうかを検討するために、船舶観測データの気候値を用い、地衡流を仮定して定常成分を推定した。この結果を用いて北太平洋海域でのジオイドの分布を求めている。

論文審査の結果の要旨

海水面は完全な球面ではなく、凹凸があり、その大部分は重力の分布にともなうものであり、残りは海水自身が動くことによって作られている。したがって、全球海洋での重力分布が分り、海面の凹凸が分れば、海水運動の分布が分ることになる。極軌道人工衛星に、海面高度計を搭載して海面凹凸分布を測定する試みが、1975年 GEOS-1 によって試みられた。その後、Seasat, Geosat, ERS-1, Topex/Poseidon へと受け継がれ、現在に至っている。高度計データから海洋信号を取り出すには、衛星毎に大きさの異なる軌道誤差と観測誤差、そしてジオイド誤差を除去しなければならない。これらの誤差の除去には、従来同一軌道法と交差法を用いて行われてきた。

軌道パターンは衛星毎に異なり、軌道の決定精度、観測の信頼性も衛星毎に異なる。したがって、同一軌道法のように、観測点分布に制限を加える処理法では、こういったデータを扱うのは適していない。また、交差法では解析領域内の交差点を全て均等に扱ってしまうために、高度計毎に観測精度や軌道誤差の強度が異なるといった効果を取り入れることはできない。海面高度データを表層流速データに変換するには、規則的な2次元正方格子点上に値を割り振らなければならない。申請者は、最適内挿法を用いて高精度で誤差を除去し、2次元格子点上へデータを割り振る方法を提案し、海面力学高度の時間変動成分と定常成分の精度の定量的評価を試みた。

まず、人工的に作られた高度計データを用いて、手法の特性を調べた。その結果、高度計データの観測誤差と軌道誤差だけが最適内挿法によって精度良く除去できること、150km程度以上の空間的広がりをもつ現象は正しく再現できること、解析領域全体にわたる平均高度は軌道誤差の一部として失われることを明らかにした。

Geosatの1986年11月～1987年11月のデータにこの方法を適用し、日本列島の8つの検潮所に於いて同時に取られた潮位変動記録と比較し、平均自乗誤差は6cmという高精度で時間変動成分が得られることを示した。一方、1年間にわたって時間平均した平均海面力学高度を、気候学的平均で置き換えることによって得られた定常成分に時間変動成分を加えた合成海面力学高度から表層地衡流速を推定した。これを1987年3～11月に追跡された漂流ブイから得られた流速と比較し、流速の東西成分では0.70、南北成分では0.82という高い相関係数を得た。また、定常流としての性質がきわめて強く、高度計データから流速検

出がきわめてむつかしい黒潮が流れる海域でも、両者の回帰直線の傾きは、東西成分では0.10と小さいが、南北成分では0.41となり、この手法を用いれば、合成海面力学高度によって黒潮を含む流動場の時間変動の実用的な記述が可能であることを示した。

黒潮流軸の変動と、リングの切離と移動など、北西太平洋の黒潮を中心とした海洋現象の変動を時間的にも、空間的にも高精度できめこまかく捉らえることに成功している。

ジオイド成分として消し去られた海洋信号をジオイドモデルから復活させ、絶対海面力学高度が求まるかどうかを検討するために、船舶観測データの気候値を用い、地衡流を仮定して定常成分を推定した。この結果をもとに、北太平洋海域でのジオイドの分布を求めている。

このように、申請者の提案する方法は、衛星の観測点分布に関する制限は無く、相関関数を変更することによって、衛星毎に精度や誤差の大きさが異なる効果を取り入れることができる。また、複数の衛星から同時に得られた高度計データを解析して、海洋信号の時間・空間分解能を共に向上させることも可能である。この意味で、本研究の方法は、汎用性が高いといえることができる。さらに、申請者は、この手法を北西太平洋の黒潮海域に適用して、黒潮の変動とそこから生起するリングの変遷を高精度で再現することに成功しており、衛星海洋物理学を前進させるのに大きく貢献したものである。

よって本申請論文は、博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、主論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。