

「地球変動のメカニズム」
平成9年度採択研究代表者

今脇 資郎

(九州大学応用力学研究所 教授)

「黒潮変動予測実験」

1. 研究実施概要

最近、人工衛星による海洋観測、現場での黒潮の流量測定、海洋データの同化、海洋数値モデルなどにおいて目覚ましい進展があった。そこで、これらの分野で活躍している第一線の研究者を組織して、これまで夢であった海洋の変動の予測、特に日本南岸での黒潮の流軸位置や流量の変動の予測に挑戦することを計画した。具体的には、まず、黒潮域および北太平洋の亜熱帯循環域を中心にして海洋と気象の変動に関する観測データを収集する。つぎに、その観測データを海洋データ同化モデルによって力学的に整合性のあるデータに編集し、格子点データセットや海面フラックスのデータセットを作成する。これらの編集されたデータを初期値と境界条件として将来の変動を予測できる高分解能の予報モデルを開発する。さらに、これらのデータ同化モデルと予測モデルを統合し、最終的な実用予測モデルを開発する。短期変動（1ヶ月程度）については黒潮の流軸位置の予測を目標とする。経年変動（2～3年）については、海面での外力が既知であることを前提として、黒潮の流量を予測することを目指す。

これまでの研究で、日本南岸の黒潮の流量の季節変動は、北太平洋上の風応力から期待される変動よりもかなり弱い、10年以上の周期をもつ経年変動については、4年程度の遅れでよく追隨しているらしいことが分った。そこで、今後、伊豆・小笠原海嶺などの海底地形が、亜熱帯循環の変動に及ぼす影響を明らかにする。また、最新の海洋数値モデルが、現在の観測体制で得られるデータを基にして、海洋の変動をどこまで予測できるかを明らかにするとともに、黒潮の変動機構に関する基本的な理解を深めることを目指す。

2. 研究実施内容

研究チームは、本州南岸黒潮モニタリング・グループ、黒潮上流域モニタリング・グループ、海洋広域モニタリング・グループ、海洋データ同化Aグループ、海洋データ同化Bグループ、予測モデル実験グループ、および実用予測モデル・グループの七つのグループで構成されており、互いに緊密な連携を取りながら研究を進めて

いる。

本州南岸黒潮モニタリング・グループは、日本南岸での黒潮の流量の時間変化を明らかにする研究を行っている。四国沖の黒潮の流量変動を、衛星海面高度計データを基にして推定する作業を継続して行った。これまでに、1992年から5年間の流量変動の記録が得られた。図1にその結果を示す。理論値に比べて、実測値は季節変動がかなり小さいことが注目される。また、黒潮の流量に関する過去のデータを解析した結果、10年以上の長周期の変動については、北太平洋上の風応力の変動に、4年程度の遅れでよく追従しているらしいことが分った。そのほか、四国沖の黒潮の沿岸側と沖合側の海底にIES（倒立音響測深器）を設置し、流量の傾圧的な時間変化をモニターする観測を継続している。

黒潮上流域モニタリング・グループは、黒潮の上流域である東シナ海、トカラ海峡、および南西諸島南東海域における流速分布とその変動をモニターする研究を行っている。今年度は敬天丸による観測航海を4回実施し、これらの海域で黒潮横断観測や係留流速計の回収・設置を行った。それらの海洋観測データや漂流ブイ・データ、トカラ海峡横断フェリー搭載 ADCP データの解析を行った。その結果、1) 東シナ海陸棚斜面直上の黒潮逆流は空間的に連続した組織的な流系であり、トカラ海峡での流路変動と密接に関連していること、2) 奄美大島南東の陸棚斜面海域の表層に強い北東流が存在すること、3) 九州南方の黒潮にはN群とS群の二つの流路が存在すること、などが分かった。

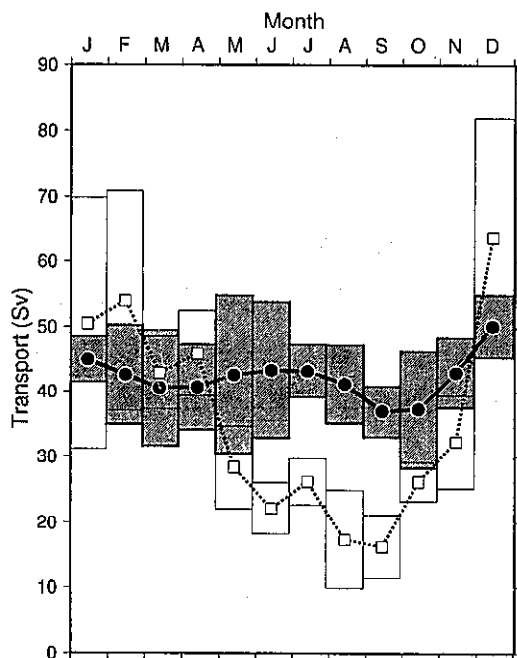


図1：日本南岸での黒潮の流量の平均的な季節変化。黒丸付の実線は実測された黒潮流量（1000 m 以浅）の変化、四角付の点線は北太平洋の海上風応力データから理論的に求めた 30° N での西岸境界流の流量の変化を表す。1993～1997 年の 5 年間の時系列データから月平均値を求めた。縦のバーは標準偏差を表す。

海洋広域モニタリング・グループは、西部北太平洋を定期運行している鉱石運搬船「ファースト・ジュピター」の船底に装着した ADCP によって、長期間にわたって広域の表層 250 m 以浅の海流データを蓄積することを目指している。今年度は、日本—オーストラリア間の航海が 6 航海実施されたが、その全てについてデータを取得した。8 月の航海では同船に 3 名が乗船し、並行して XBT や XCTD の観測を実施した。前年度の観測と比較した結果、エル・ニーニョの位相の違いによる、黒潮の源流域における水温・塩分場の構造の差異が明らかになった。

海洋データ同化 A グループは、強い非線形性を示す西岸境界流などの初期値化に適した同化手法である Weak Constraint を、現実の黒潮に適用し、日本南岸での流軸の短期変動予測の可能性を検討した。現実の代表的な流軸変動イベントとして、定常蛇行が発達し始める直前と、蛇行が減衰して直進流路になる直前に着目し、衛星海面高度計データを用いた初期値化とその後の 60 日間の予測を行った。直進流路から蛇行流路への遷移についての予測は、観測結果とよく一致したが、蛇行から直進流路への予測では、流路の遷移は再現されなかった。今後、海底地形の効果を取り入れるなど数値モデルの検討を行う。

海洋データ同化 B グループは、日本南岸の黒潮流量の変動を 2~3 年先まで予測するために、海洋大循環モデルを用いて、北太平洋中央部に経年変動する風応力を与えた数値実験を行った。1 度×1 度の太平洋全域のモデルに 1/5 度×1/5 度の西太平洋モデルを接続して、まず季節変動を含む定常場を再現することを試みた。計算結果は日本南岸の黒潮流量をよく再現している。次に 3 年周期で変動する風応力場を与えて、黒潮流量の変動を調べた。その結果、北太平洋中央部 (160° E 付近) の風応力の変動は、2 年程度の時間遅れで琉球列島沖の流量に影響を与えているが、主要な変動は伊豆海嶺までしか到達していないことが分かった。

予測モデル実験グループは、中解像度海洋循環モデルを用いた黒潮の季節・経年変動実験と、高解像度海洋循環モデルの開発を行った。中解像度モデルは水平格子間隔 1/2 度の海洋大循環モデルであり、海上風応力と海面熱フラックスで駆動される。本年度は主に季節変動実験を行い、本州南方黒潮域のトルク・バランスについて解析した。その結果、海底地形の影響が黒潮の季節変動に大きく関連していることが示唆された。高解像度モデルでは、黒潮域の水平格子間隔を東西 1/8 度・南北 1/10 度まで細かくしている。本年度はモデルを開発しテスト積分を行った。

実用予測モデル・グループは、実用的な黒潮変動の予測を行うためのモデルの開発を続けている。実用的なデータ同化を行うためには、用いる観測データの海域ごとの詳細な統計的特性を把握しておく必要がある。そのため TOPEX/POSEIDON 海面高度計データの統計解析を行い、同化モデルに必要な誤差共分散行列を求めた。また、既存のデータ同化システムは混合層モデルを含んでいないために表層の密度

構造が現実的でない。そこで混合層モデルのためのデータ同化の一方法として適応変分法を開発し、それが従来の最適内挿法やアジョイント法よりも優れていることを示した。

3. 主な研究成果の発表（論文発表）

○Ichikawa, H. (Kagoshima Univ.), S. Imawaki (Kyushu Univ.), H. Uchida (JST), S. Umatani (Kyushu Univ.) and M. Fukasawa (Tokai Univ.): Mean values of volume and temperature transports of the Kuroshio south of Japan in 1993-1995, "Proc. 4th Intl. Scientific Symp., Role of Ocean Sciences for Sustainable Development, (UNESCO/IOC/WESTPAC), 2-7 February 1998, Okinawa, Japan", p.22-31. Mar. 1999.

他 5 件