

論文審査結果の要旨

氏名 伊藤 幸彦

本州および北海道の東方沖合の黒潮親潮移行域には、黒潮続流から切離した半径 100 km スケールの高気圧性の渦が存在している。この黒潮暖水塊は、中規模傾圧渦として特徴的な力学過程を有するが、その高水温・高塩分の黒潮系の中核水と周辺水との間に形成される顕著な前線に、この海域を南北に回遊する浮魚類が集まるという側面もあり、暖水塊の動態に関する理解は非常に重要である。黒潮暖水塊の挙動の大きな特徴としては、数年に及ぶ長い存続期間と、海溝に沿って親潮域へと侵入する北上傾向の2つが挙げられる。実際、過去の観測結果からは、大型の黒潮暖水塊が5年以上にもわたって存続し、黒潮続流や他の暖水塊、さらに、親潮と相互作用しながら海溝に沿って徐々に北上するという挙動が報告されている。しかし、これらの特徴的な挙動の背後にある物理機構については依然として不明な点が多い。本論文は、詳細な数値実験を行うことによって、黒潮暖水塊の孤立渦としての挙動、および、海況場の中の渦としての挙動を再現するとともに、それらを支配している物理機構を力学的に明らかにしたものである。

本論文は5つの章と付録から成立している。第1章は導入部であり、過去の観測結果から、黒潮暖水塊の存在する海域・期間が調べられるとともに、その長期的な北上傾向の実態が紹介され、それに基づいて、本論文の目的と構成が述べられている。

第2章では、観測結果の解析から、黒潮暖水塊の構造が明らかにされるとともに、第3章における数値モデル研究に用いるための構造パラメータが見積もられている。

第3章では、まず、孤立暖水塊としての力学機構を調べるために、高解像度の数値モデルを用いたシミュレーションが行われている。急勾配の海底斜面を仮定し、上述の観測結果から決めた現実的な渦構造を考慮した実験においては、暖水塊は準定常的に北上していく。移動が西岸境界付近に沿って北向きであること、そして、海底付近で渦構造が半円状

に変化することから、伝播を支配している物理機構が非粘着壁による鏡像効果と等価であることが示されている。一方、暖水塊の強度、斜面の勾配、基本成層、 β 効果、側壁境界条件の5つのパラメータについての感度解析から、定常な北上のためには惑星 β 効果と地形性 β 効果の寄与による東西方向の安定性が重要であること、さらに、スケール解析から、鏡像効果が地形性 β 効果よりも卓越するためには、斜面勾配が暖水塊のアスペクト比より大きいことが必要であることも結論されている。

第4章では、2.5層のダブルジャイア風成循環モデルを用いて、逐次的に発生する黒潮暖水塊と黒潮親潮移行域に見られる渦や前線などとの相互作用が調べられている。この場合、黒潮暖水塊は、主に亜熱帯循環の北側の前線から切り離されて発生した後、前線 および 他の渦等と相互作用しながら伝播し、その後、減衰、または亜熱帯循環や他の暖水塊に吸収されて消滅するという挙動を示す。伝播途上でエネルギーの供給を受ける事例もあり、その存続期間は2000日間の計算期間で、約700日に達するものも出現する。亜熱帯循環・亜寒帯循環の強度をそれぞれ変化させた感度実験では、暖水塊の発生個数や強度、移動経路などが変化するが、これらは、それぞれ、黒潮統流の勢力、親潮第1分枝の南限緯度と関係づけられ、実際の観測結果とよく整合している。第3章の結果から、黒潮暖水塊の北上の基本機構として鏡像効果が提示されたが、第4章の結果は、黒潮暖水塊の長命性・境界領域における停滞・振動、また、親潮域における北東進が、他の暖水塊、黒潮統流や親潮との相互作用過程の観点から矛盾なく説明できることを示している。

以上述べてきたように、本論文は、黒潮暖水塊の孤立暖水塊としての側面、および、海況場と相互作用する渦としての側面から、詳細な数値実験を行い、その動態を明らかにすることで、当該海域の熱や物質の輸送交換過程に関する研究に大きく貢献したもので、学位論文として十分な水準に達していると判断できる。なお、本論文の第3章 および 第4章は 海洋研究所の杉本 隆成 教授との共同研究であるが、論文提出者が主体となって研究を行ったもので、その寄与が十分であると判断できる。

したがって、審査員一同は、博士 (理学) の学位を授与できると認める。