

## 論文審査の結果の要旨

氏名 遠藤 貴洋

日本南岸域における黒潮流路は興味深いことに大蛇行流路と非大蛇行流路の二様性を示す。この流路の二様性は、沿岸域の気象や漁業や船舶の運航などにも影響を及ぼすことから社会的にも大変関心のある話題である。学術的には流路変動を支配している力学機構の解明をめざして、多くの研究がなされて来たが、その物理機構についてはまだ未解明の部分が多い。特に大蛇行流路と非大蛇行流路の間の短期間の遷移過程についてはこれまであまり解明されて来なかった。たとえば非大蛇行流路から大蛇行流路への遷移は、九州南東沖での黒潮小蛇行、いわゆる「引き金蛇行」の発生（約 1 ヶ月）、四国沖での引き金蛇行の東進（約 3~4 ヶ月）、潮岬を通過した引き金蛇行の急激な増幅、および、それに伴う「S字型流路」の形成（約 1 ヶ月）の過程からなるが、これらを合計しても約 6 ヶ月程度の、比較的短期間に行われる。これら一連の遷移過程を矛盾なく再現した数値的研究はこれまでに報告されていない。

本論文は全四章からなり、第一章は黒潮蛇行の研究に関する総括的なレビューと後続の章の簡単な解説がなされる。第二章は日本南方におけるトリガー蛇行について二層の準地衡流モデルを用いて議論が展開される。第三章ではプリミティブ方程式系を用いて黒潮大蛇行の形成過程を初めて再現できたことが報告されている。第四章は結語である。

まず、第二章では引き金蛇行の発生、東進とその途上での増幅という過渡的応答に焦点を絞り、海底地形を含まない、準地衡流二層モデルを用いた数値実験の結果に基づいて考察している。短期的な流速変動をトカラ海峡内で強制的に与えることによって、観測結果とよく一致した引き金蛇行の発生過程、および、東進過程をうまく再現することができた。九州南東沖で発生した引き金蛇行は、下層に高気圧性渦と低気圧性渦とを励起しながら四国沖を東進する。特に低気圧性渦は、境界面変位の等値線と直交する方向の移流効果によって生じる渦柱の伸びを通して、上層の蛇行の谷の発達に重要な役割を果たしていることが明らかになった。これは引き金蛇行の増幅に、傾圧不安定が本質的な役割を果たすことを示している。

第三章では、前章で議論した単純化したモデルの結果を踏まえて、現実的な海底地形、密度成層の効果を考慮した、プリミティブ方程式系を用いて数値実験を行っている。引き金蛇行を発生させる、トカラ海峡内での局所的な流速変動をもたらす要因として、衛星海面高度計データの解析などから、西進する中規模渦の役割が指摘されている。そこで、この数値実験では中規模渦をトカラ海峡付近へ入射させ、黒潮と直接に相互作用させることによって、トカラ海峡付近へ西進してくる中規模渦が、引き金蛇行発生のトリガーとして作用する可能性について調べている。その結果、九州南東沖で発生した引き金蛇行が、潮岬を通過後、S字型流路を経由して大蛇行流路へと遷移していく一連の過渡的応答を再現することができた。注目すべきことは、引き金蛇行が急激に増幅してS字型流路を形成する時期に、潮岬のほぼ真南約 200km に位置する膠州海山を取り巻くように、深層における高気圧性の循環が急激に発達する様子を見出したことである。この膠州海山上の高気圧性循環は、深層であるにもかかわらず、その流速が約 0.1m/s にも達しており、等密度線と直交する方向の移流効果によって生じる渦柱の伸びを通して、上層の蛇行の谷の発達に重要な役割を果たしている。同時に、膠州海山上の高気圧性の循環それ自体も、渦柱の縮みを通してさらに強化されるため上層の蛇行の谷はより大きく発達してゆく。深層の高気圧性循環との相互作用によって上層の蛇行が発達するという結果は、傾圧不安定の機構が主要な役割を果たすことを示している。

中規模渦の効果や膠州海山の存在をあらわに考慮し、大蛇行流路の遷移過程における役割を明らかにした本研究は極めてユニークなものであり、日本南岸域における黒潮の流路変動を予測するための基礎となるものである。したがって博士(理学)を授与するのにふさわしい研究であると認める。なお、本論文の第二章、第三章は東京大学大学院理学系研究科日比谷紀之教授との共同研究であるが、論文提出者が主体となって計算、解析を行ったもので、その寄与は十分であると判断する。