

## 論文審査の結果の要旨

氏名 相木 秀則

ジブラルタル海峡から大西洋に流出する高密度の地中海水は、イベリア半島の大陸棚に沿って中層に沈み込み、レンズ状の孤立渦となって離岸することが知られている。ポルトガル沿岸で次々と生み出されるこの中層渦は、いずれも強い高気圧性の回転を示し、2-3年かけて北大西洋中央部へ移動する。このような亜表層のレンズ状渦は、世界各地の中層水の形成域でしばしば観測されている。しかし、従来の多くの研究では、レンズ状の地中海水塊そのものに焦点をあてたものがほとんどであり、周辺の流れ場を含めた三次元的な力学構造および形成メカニズムの理解は不十分であった。本論文は、中層への水の注入実験から始まり、レンズ状渦の移動メカニズムを理論的に考察し、さらに高解像度三次元モデルを用いて海底斜面を下る密度流を再現することによって、渦形成の初期段階をとらえ、中層渦が生まれる際の周囲の流れ場の構造とその役割を詳しく調べた。

本論文は5章から成っている。第1章は導入部であり、これまでの観測で明らかにされた地中海水渦の描像と数値的研究の必要性、および本論文の内容と目的について述べている。第2章では、海底の効果がない状況下で中層への水の注入実験を行い、強非線形渦の移動メカニズムを調べた。渦の速い移動は傾圧流に普遍的な流れ場の南北のずれによるものであることを見出し、特に傾圧第1モードの惑星波の性質を満たすことを示した。第3章では、三次元非静水圧モデルを用いて海底斜面上の密度流を再現し、中層レンズ状渦が表層に低気圧渦を伴って形成されることを明らかにした。これを詳しく解析し、海底斜面上での密度混合の影響により渦対が形成されることを指摘し、また、沖合の平均流に渦が運ばれることで切離が繰り返されることに着目しその役割を論じている。第4章では、海底斜面上で中層への水の注入実験を行い、3章での渦形成を再考察

した。その結果、表層の低気圧渦が沿岸境界流と岬との作用で形成されることを明らかにした。さらに背景の流れ場は、地中海水の中層への流入により励起された順圧の地形性波動から生じたものであることが示された。第5章では、本論文のまとめと中層孤立渦の形成条件が述べられている。

本論文の特筆すべき成果は、以下の3点である。一つ目は、中層渦の3次元的な流れ場の構造を明らかにし、傾圧的に結合した表層渦を伴って形成されることを示したことである。このことは、従来の地中海水塊の分布に焦点がおかれた観測は渦の力学的特性を偏って抽出していたことを示唆している。二つ目は、海底斜面上の密度流の役割の本質をとらえ、実験構成を単純化することに成功したことである。水の注入と抜き取りという理想化した外力を導入することで、(i)沿岸流と地形との相互作用、(ii)傾圧流の不安定の効果、(iii)沈み込みによる密度混合の効果等を切り離して議論することが初めて可能になり、一つ一つの役割が明確になった。三つ目は、岬のような急峻な地形を周りで起きる密度流の地衡流調節にともなって、順圧の地形波や流れが励起されることを新しく見出した点である。中層水の流入は中層だけでなく、表層にも大規模な流れ場を作り出し、さらにその存在が傾圧渦の切離に欠かせないことが初めて示された。

以上述べてきたように、本学位論文は、海洋物理学・地球流体力学の見地から、中層孤立渦の形成過程の研究に大きく貢献する成果であると評価でき、学位論文として、十分な成果が得られていると、審査員一同判断した。

なお、本論文第2、3、4章は、指導教官である山形俊男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、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。