

## 審査の結果の要旨

氏名 矢部（重村）いつか

日本海は、日本の北側に位置する縁辺海であり、水産・海運・気候などに重要な役割を果たす。その一方、国際的な問題や冬季の荒天などのため、船舶観測が難しい海域である。本研究は、人工衛星や係留系といった手段により取得されたデータを活用することで、大規模・小規模のふたつの現象に注目してそれぞれの特徴を明らかにした。本論文は以下の4章からなる。

第1章は、序論として、日本海は流入出口が限定された閉鎖的な縁辺海であり、日本海固有水と呼ばれる冷水の上に黒潮から分岐した対馬暖流の暖水が分布するという海の特徴が述べられた。また、海洋にはさまざまな時間・空間スケールの現象があることが提示され、それらを総合的に扱うことの重要性が指摘された。そのうえで、利用できるデータを考慮して、大規模現象として第2章の対馬暖流、小規模現象として第3章の近慣性波を扱い、それぞれの日本海における重要性が位置づけられた。

第2章は、日本海を代表する海流である対馬暖流やその蛇行と派生する中規模渦が扱われた。流路は、これまでは船舶データに基づいて定義されていたため、あいまいであったが、これらを客観的に抽出するため、人工衛星搭載の海面高度計データ（SSH）を用いる手法を考案した。地衡流はSSH等値線に沿うことから、各SSHの長さや平均流速をもとに流路となるSSHを抽出し、流入位置に基づいて既往研究で定義された4つの分枝流に分類した。これにより過去25年間の長期にわたる毎月の分枝流の位置データセットが作成され、また、その妥当性を他の観測データや地衡流速最大値の位置などから検証された。既往研究では、日本海西部に解析がとどまっていた各分枝流の流路について、日本海中部・東部における分布を定量的に示すことが可能となり、頻度分布をもとに季節変動に注目して解析がなされた。日本から沖合側を流れる分枝流は4分枝中でもっとも大きな流速を持ち、従来の蛇行流路に相当する。中部でも蛇行し渦を形成するが、日本海中央部の浅瀬である大和堆によってその南に分布は制限される。東部では、流出口である津軽海峡に向けて収れんするが、夏の方が岸に近づき、直進する傾向があることが明らかになった。他の分枝流についても、大和海盆での渦の季節変化や、渦活動の活発な時期などの特定がなされた。

第3章は、近慣性内部波の伝搬や増幅などを流速計データから解析した。潮汐がほとんど起きない日本海においては、台風などの気象擾乱に応答して海洋中に形成される内部波が短周期で卓越する。力学的に内部慣性重力波は、周波数の下限が地球の自転周期で決まる慣性振動数となるが、海流が渦を形成することで、この下限値に影響する。このため、対馬暖流の渦活動が活発である佐渡沖において1年間の係留系観測を実施し、海面から海底付近までの流速時系列を取得した。海面から深層までの流速観測は貴重なデータである。流速の近慣性成分をフィルター

により抽出し、大気擾乱が強い時期に海底付近まで波が励起されることを確認した。また、位相の進行からエネルギーは海面から注入されるが、高気圧性渦の底部で増幅されることや、時期によっては密度成層の躍層付近で反射していることを見出した。力学的な考察によって波の屈折により深層の鉛直波長が長くなることは、流速データが深層で鉛直に一様に近いことと整合的であった。

第4章は、上記の知見をもとに多様なスケール間の相互作用について考察がなされた。2章で提案した手法によれば、対馬暖流は季節変動だけでなく、沖合分枝は、より蛇行傾向を持つという25年間での経年変化が検出された。日本海は地球温暖化の影響が出やすい海とされることから、それとの関連が指摘された。また、メソスケールである対馬暖流の渦は、サブメソスケール構造を形成する。これについては、佐渡沖の流速データに加えて、乱流計など新しい測器を利用して研究する必要性が示された。さらに、近慣性波が砕波することで生じる鉛直混合は、鉛直湧昇を引き起こす。日本海において、湧昇によって深海の栄養塩が表面に供給されることによる生態系の維持や、懸念される深層循環の弱化への影響などが指摘された。

以上のように、本論文は、多様なスケール構造を持つ現象を観測データから統合的に明らかにしようとする意欲的な研究であり、我が国にとって重要な日本海という海域の流動場を客観的・定量的に把握することに成功した。

なお、本論文の第2章、第3章は、川口悠介、和川拓、藤尾伸三との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析や解釈をおこなったものであり、寄与が十分と判断する。

よって本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上 1921 字