

# 論文審査の結果の要旨

氏名 八木 雅宏

千島列島海域には、強い日周潮汐流と複雑な海底地形の相互作用に起因した強い乱流鉛直混合の存在が示唆されている。この強い乱流鉛直混合とその変動は、水塊を変質し、気候にも影響を与える可能性が示されている。しかし、ロシア実効支配下で観測が制限されるため、これまで乱流鉛直混合の観測は殆ど行われてこなかった。本研究では、千島列島海峡の中で最も深く、海峡を通じた交換流量も最も大きいために、水塊変質や気候変動にも大きな影響を持つことが予想されてきたブッソル海峡において、初めて直接乱流観測を行い、深層に及ぶ大きな乱流鉛直混合の存在を実証した。また、密度データから乱流鉛直混合の鉛直構造を間接的に求める手法を開発し、ブッソル海峡全体での平均乱流鉛直構造を初めて観測データに基づいて示し、水塊変質に対する影響を議論した。

論文は全5章からなる。第1章は序章であり、千島列島海域・ブッソル海峡での乱流鉛直混合の重要性と、研究の背景と目的が述べられると共に、関係する既往研究が総括されている。

第2章では、ブッソル海峡西水道における中深層（600–1300 m 深付近）に及ぶ強い乱流鉛直混合が、直接乱流観測により実証されている。2006・2007年夏季にブッソル海峡西水道において、強い潮汐流を分解できる一日間繰り返し乱流直接観測を乱流計・CTD・LADCPを用いて世界で初めて実施し、その結果を示した。これにより、中深層の強い乱流鉛直混合の存在が明らかにされ、その乱流混合が平均流と日周潮汐流の重ね合わせにより1日1回生じる中深層の大きな流速鉛直シアと対応することが示された。大きなシアを作る日周潮汐流の鉛直構造は、低次鉛直モードの地形性捕捉波で説明可能であった。

第3章では、水温塩分の観測データのみから乱流鉛直混合の鉛直構造を求める手法が開発されている。ブッソル海峡のみならず、千島列島海域では、乱流強度直接観測データは非常に少ないため、他のデータを用いた乱流強度の間接見積もりが必要である。ここでは、比較的豊富にある海水密度データを用いて、観測された密度逆転を元に乱流エネルギー散逸率の間接的見積もりを行い、直接観測値と比較することでその見積もり値を校正した。一方、従来の手法によ

る乱流強度の見積もりには鉛直方向の欠損が多く、千島列島海域の乱流強度の鉛直構造を解明することは困難であった。そこで、従来の手法を改変し、密度データのノイズ除去、密度逆転の判別基準の変更、内挿・平滑化などを行うことで、標準偏差 2.8 倍、相関係数 0.84 で、鉛直方向に連続した散逸率の見積もりが可能な手法を開発した。この手法は、千島列島海域のように乱流が強く密度逆転の多い海域で、散逸率の鉛直分布を見積もるのに有効である。

第 4 章では、第 3 章で開発された手法を適用することによって、ブッソル海峡全体の乱流鉛直混合強度の平均鉛直構造が示され、水塊変質への影響が議論されている。2001 年に実施されたブッソル海峡横断面での CTD 一日観測結果に基づいて、ブッソル海峡全体での乱流鉛直混合の定量化を行った結果、海峡中央の海山の周りの中深層の、海底から 400–500 m 離れた深度において、強い乱流混合の存在が示された。海底直上での境界層よりも上方の中深層に極大を持つ強い乱流混合の一部は、鉛直構造を持った日周潮汐流と鉛直勾配のある平均流が重なることによって生じていた。こうして得られた乱流混合の平均鉛直構造から等密度面を横切る輸送速度が見積られ、オホーツク海と太平洋の間での水塊の厚みの差の原因となる可能性が示された。

第 5 章では、総合考察と結論、今後の課題が述べられている。

以上のように、本論文は、ブッソル海峡における中深層で極大を持つ強い乱流混合の鉛直構造とその影響を明らかにし、乱流の鉛直構造の一部が比較的単純な鉛直構造を持つ日周潮汐流と平均流の重ね合わせで説明できることを示す等、海洋物理学に貢献する成果を挙げた。また、本論文で開発した乱流強度の間接的見積もり手法は、今後、乱流強度の定量化や乱流発生過程の解明に貢献するものである。したがって本学の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 2～4 章は指導教員である安田一郎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あり、その寄与は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。