

# 論文審査の結果の要旨

氏 名 桂 将太

塩分は水温と並ぶ、海洋物理学の最も基本的な物理量であり、その変動は海洋循環をコントロールするとともに、水循環の変動を反映する。塩分は水温に比べて歴史的データの蓄積が乏しく、変動の理解が遅れていたが、近年のアルゴ観測網の構築により、任意の海域で 2000m 深までの変動を調べるのが可能となった。本研究では、太平洋の亜熱帯域において、回帰線水とバリエイヤーという 2 つの特徴的な海洋構造に着目することにより、表層塩分の構造と変動およびそれらのメカニズムを明らかにした。

本論文は 4 章から構成されている。第 1 章は導入であり、塩分変動研究の意義と歴史が紹介されたのち、本研究で着目する太平洋亜熱帯域の表層循環と塩分構造に関する知見が総括され、本論文の目的が示されている。

第 2 章では、アルゴ・フロートによる格子化水温・塩分データおよび各種フラックスデータの解析に基づき、塩分極大で特徴づけられる北太平洋回帰線水の変動が調べられた。回帰線水の形成域にあたる亜熱帯域中央の海面塩分極大における混合層塩分の変動は、東西で大きく異なっていた。東側では季節変動が卓越し、混合層塩分の収支は降水、蒸発、下層からの低塩分水のエントレインメントという鉛直プロセスで説明できた。これに対し、西側では経年変動が卓越し、下層からのエントレインメントは弱いことが分かった。西側での混合層塩分収支は閉じていないが、蒸発過多は、太平洋十年規模振動に関連して経年変動する水平渦拡散と釣り合っている可能性が示唆された。また、東側から出発した比較的高密度の回帰線水は、主密度躍層にサブダクトした後、比較的速やかに散逸するのに対し、西側からの低密度の回帰線水は西向きにフィリピン海へと輸送され、形成域の塩分変動を下流域へと伝えていることが明らかとなった。

第 3 章では、アルゴ・フロートによる水温・塩分の生データおよび格子化データなどの解析に基づき、等温層内の塩分成層で特徴づけられるバリエイヤーの南北太平洋亜熱帯域における変動と形成要因が調べられた。海面塩分極大の赤道側の塩分フロントに伴って存在するバリエイヤーは、厚さ、出現頻度ともに冬季に最大となり、その典型的な時間スケールは 10 日程度であった。次に、先行研究により示唆されてきたバリエイヤーの形成メカニズム、すなわち亜表層の高塩化プロセスと海面付近の低塩化プロセスが検証された。大洋横断型の船舶観測データの解析からは、先行研究で亜表層の高温化プロセスと考えられてきた高緯度側からの回帰線水のサブダクションが、バリエイヤーの形成に直接関わってはいないことが示された。一方、海面付近の低塩化プロセスと考えられてきた南

北方向のエクマン輸送は大きな寄与を示すものの、観測されるバリアレイヤーの季節変動を説明できなかった。以上の結果とバリアレイヤーの時間スケールの短さから、主に極向きのエクマン輸送による海面塩分フロントの傾きによって、亜熱帯域のバリアレイヤーが形成される可能性が初めて示唆された。上記は、海面塩分フロント域において海面塩分の南北勾配が海面密度の南北勾配に対して支配的であること、またバリアレイヤー厚と等温層深度の季節変動が合致していることから、妥当であると考えられた。実際、高解像度海洋大循環モデルの結果の解析からは、バリアレイヤー形成時に等温層内に塩分輸送の鉛直シアが生じていること、また、海面塩分フロントを横切る流速の鉛直シアは主に非地衡流成分によるものであることが示された。経年スケールでは、北・南太平洋亜熱帯域における冬季のバリアレイヤーの厚さは、貿易風の強度を通じて、それぞれ太平洋十年規模振動およびエルニーニョ・南方振動と関連していた。

第4章ではまとめと議論として、本研究の結果が総括されるとともに、今後の研究への展望が述べられている。

以上、本研究は北太平洋回帰線水の形成域における変動とメカニズムが東西で大きく異なり、経年変動の卓越する西側形成域から回帰線水が下流に輸送されている様子を明らかにするとともに、回帰線水形成域の赤道側で形成されるバリアレイヤーの季節・経年変動、ならびにバリアレイヤーが海面塩分フロントの傾きによって生じている可能性が高いことを示した。これらの成果は、北回帰線水とバリアレイヤーの形成過程に新たな知見を与え、太平洋表層塩分場の構造と変動の理解に大きく貢献したと評価される。以上より、本論文の成果は、観測データに基づく海洋物理学の研究として高く評価され、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、3章は指導教員である岡英太郎准教授他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。