

# 論文審査の結果の要旨

氏名 増島 雅親

北太平洋中層水は、ポテンシャル密度 26.6 から 27 に存在する鉛直的な塩分極小域およびその周辺の海水として定義され、北太平洋亜熱帯海域に広く分布している。北太平洋中層水は、人為起源二酸化炭素を中層へ隔離する媒体として、また、亜寒帯海域の栄養物質を亜熱帯海域に輸送し生物生産を支える物質循環過程として、さらに、数 10 年規模の気候変動に関わる海洋過程として重要な役割を担っている。北太平洋中層水の形成には、降水過剰により表層が低塩分となる亜寒帯海域の水が亜熱帯水中層に輸送される必要があるが、従来の研究では、その輸送過程および輸送量についての議論が定性的な範囲に限られていた。本論文では、従来の研究で用いられてきた無流面を仮定せずに、直接測流やインバース法を用いて定量的な議論を行い、亜寒帯水の亜熱帯海域への輸送過程や輸送量、さらに、北太平洋中層水の分布の成り立ちを明らかにした。

本論文は 4 章から成立している。第 1 章では、導入部として北太平洋中層水の重要性、また、従来の研究で示された中層水形成過程と本研究の目的が述べられている。第 2 章では、東経 150 度以西の混合水域における詳細な海洋観測に基づいた中層流量分布、さらに、亜寒帯水の混合水域および亜熱帯海域への輸送形態が議論されている。第 3 章では、東経 150 度以东における塩分極小水の変質過程が調べられるとともに、北太平洋中層水分布の北限決定に関わる物理過程が議論されている。第 4 章では、全体のまとめと結論、ならびに、今後の課題が述べられている。

本論文では、日本東方海域における東経 150 度以西の海域で行われた合計 3 回の詳細な海洋観測（春 2 回、秋 1 回）を用いて中層流量の見積もりが行われた。中層までの海流を直接測定できる垂下式超音波流速計を中心とした観測から、平均で毎秒 400 万トンを超える亜寒帯水が北海道沿岸の亜寒帯前線を横切り、日本東岸に沿って大きな変質を受けることなく黒潮続流域まで南下することで中層に新しい塩分極小を形成していることが明らかとなった。この亜寒帯

水の亜熱帯海域への直接輸送は、従来考えられてきた渦による輸送とは全く異なる過程であり、その輸送量を評価した意義は大きい。一方、より沖合の海域においても、中規模渦の周辺で亜寒帯前線を横切って亜寒帯水が南の混合水域へ流入するという輸送過程が存在することが示された。

一方、東経 150 度以東における北太平洋中層水の変質と分布については、従来、観測データを基にした議論が全くなかった。本研究では、海面風応力場に整合的な  $\beta$  スパイラル法を気候値データに適用して現実に近い流速場を求め、流量・渦位保存の拘束条件のもとに、粒子追跡実験を行った。その結果、黒潮続流域周辺で形成された塩分極小水が、その構造を保ちながら北太平洋中層水分布域の北縁に沿って輸送されることが示され、亜熱帯海域に分布している北太平洋中層水的主要な起源が黒潮続流周辺で形成された塩分極小水であることが明らかとなった。また、東経 150 度以西の混合水域北部の塩分極小水が東方の移行領域へ輸送される過程で、その塩分極小構造を消失してしまう現象が中層等密度面追従型フロートによる観測データから初めて確認された。データ解析の結果、塩分極小水が冬季に東経 155-165 度・北緯 40-45 度付近の海域を通過している間に、表層から発達した低塩分混合層が塩分極小上部にまで到達して塩分極小構造を消失させていく過程が明らかとなった。

以上、本研究は、北太平洋中層水を形成する低塩分水の輸送過程や循環境界を横切る亜寒帯水の直接輸送を初めて観測から定量的に明らかにしたものであり、今後のモデル・理論的研究を明確に方向付けた成果として高く評価できる。さらに、北太平洋中層水の分布に、塩分極小構造の消失という現象が関連していることを観測事実に基づいて明らかにした点は、北太平洋の海洋構造・物質分布の理解に大きく寄与するものと認められる。

なお、本論文の第 2 章は指導教員である安田一郎教授、共同観測を実施した廣江 豊博士・渡邊朝生博士との共著論文として公表済みであり、第 3 章は、安田一郎教授との共著論文として近々投稿される予定であるが、いずれも論文提出者が主体となって研究を行ったもので、その寄与が十分であると判断する。

したがって、論文提出者に博士（理学）の学位を授与できると認める。