

論文審査の結果の要旨

氏名 金泰辰

本論文は、海水中の含有量がごくわずかであるにもかかわらず、海洋の生物地球化学的プロセスにおいて重要な役割を担っている亜鉛に着目し、その挙動の解明に挑み、周到な室内実験と外洋域でのフィールド調査を経て、独創性の高い研究成果を達成したものである。論文提出者は、汚染のないクリーン海水採取法、および船上で正確に亜鉛を分析するための手法を着実に構築し、それらの手法を太平洋（縁辺海を含む）からインド洋にわたる広範な海域でのフィールド研究に適用した。その結果、世界最高レベルの高い精度をもつ亜鉛データを取得することに成功し、亜鉛の存在状態も含めた詳細な濃度分布を太平洋とインド洋において初めて明らかにした。他の海洋観測データ（水温、栄養塩、クロロフィルなど）と比較することによって、亜鉛の供給源や海水中での生物地球化学的挙動について斬新な議論を展開した。本研究によって、外洋海水中の亜鉛の分布と挙動についての学術的理解は格段の進展をみたと言える。

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションで、海洋における微量元素研究の意義、微量元素として特に亜鉛を研究対象としたことの意味、およびこの研究のねらいと独創性について記載されている。第2章と第3章には、本研究で開発された分析化学と海洋観測の技術的側面についてまとめられている。まず第2章では、海水1リットルあたり僅か0~10ナノモルという微量の亜鉛の濃度とその存在状態を正確に知るための一連の分析化学的手法、すなわち試薬の精製からカソーディックストリップングボルタンメトリー（CSV）による高精度定量法まで、クリーン分析の手法が詳細に述べられている。また第3章には、フィールド調査の手法、すなわち観測船上において亜鉛の汚染を受けずに海水試料を採取するクリーンサンプリング技術とクリーンな環境下で海水試料を保存・分析する手法や問題点がまとめられている。第4章と第5章は、上記の手法を実際に外洋域での観測に適用した結果と考察である。まず第4章では北西太平洋およびその縁海（日本海、オホーツク海）、次いで第5章では北東インド洋およびアンダマン海において初めて得られた亜鉛の濃度と存在状態に関するデータが解析され、それらの海洋化学的意義、亜鉛の供給と除去メカニズム等について考察を進めている。最後の第6章には、本論文全体の結論が簡潔にまとめられている。

海水中の微量元素研究は、21世紀に入り世界的に急激な勃興をみた。それは汚染のない海水試料のサンプリング法が確立されたこと、および分析化学的な技術革新により、極微量元素の濃度を高精度で分析できるようになったことの2つの要因による。

国際的には、約 35 ヶ国が参加する GEOTRACES（海洋の微量元素・同位体による生物地球化学的研究）計画が、SCOR（海洋研究科学委員会）のサポートを受けた大型共同研究として躍進しており、我が国も太平洋とインド洋における観測を分担している。本論文で達成された海水中の亜鉛に関する研究は、まさにこの世界的な潮流の一環をなすもので、その重要性は国内外から高く評価されるものである。

本研究の実施にあたり、論文提出者は、学術研究船白鳳丸の 5 回に及ぶ航海に乗船した。微量元素の中でも、亜鉛はとりわけ汚染源が多く、正確な定量値を得ることが難しいことで知られている。第 3 章に詳述されているように、論文提出者は白鳳丸船上で 3 通りのクリーン採水法を試み、船上クリーンルーム内で直ちに亜鉛を高精度で分析しデータを比較することによって、船のスクリーンに装着している電飾防止のための亜鉛が、重大な汚染源の一つであることを突き止めた。そしてそれに適切に対処することによって汚染を除くことに成功した。他にも多くの障壁を試行錯誤の末に乗り越え、世界的に見て最高レベルの精度で亜鉛を分析し、斬新な研究成果を得るに至っている。海洋学の観点からも、分析化学の観点からも、記載内容は正確で独創性が強く、今後の海洋の微量元素研究を先導する優れた論文としての価値はきわめて高い。

なお、本論文の第 2 章は、小畑元・蒲生俊敬との、第 3 章は、小畑元・西岡純・蒲生俊敬との、第 4 章は、小畑元・近藤能子・小川浩史・蒲生俊敬との、第 5 章は、小畑元・蒲生俊敬との共同研究であるが、いずれの章においても、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上のように本論文の秀逸な内容と本人の寄与が十分に高いことから判定して、博士（理学）の学位を授与できると認める。