

海洋堆積物はその堆積年代に起因する様々な外的要因によって組成が異なり、また堆積環境によってそこに含まれる元素の化学状態が微妙に異なると考えられることから、海洋堆積物は古海洋環境を記録する貴重なプローブとなると考えられる。本研究は、このような観点から、遠洋性および沿岸域海洋堆積物それぞれについて、元素分析および化学状態分析のアプローチをとることによって、堆積当時の海洋環境を明らかにするための手法を確立することを目的としている。遠洋性堆積物に関しては、これまでも新生代第三紀から第四紀にかけての中長期的な古海洋環境変動の復元を試みた研究は多く見られるが、その一方で、近年の氷期・間氷期サイクルを経験した更新世以降に堆積した海洋堆積物の採取および正確な復元は非常に困難であった。本研究では、後期更新世以降に堆積した遠洋性堆積物を不攪乱状態で採取し、主成分から微量成分までを含んだ多元素分析値に対して主成分分析を用いる事で、古海洋環境評価を行うことの有効性について示している。沿岸域海洋堆積物に関しては、特に貧酸素水塊の影響を堆積物中の鉄が記録しているものにとらえ、貧酸素水塊直下にある堆積物の状態分析から、過去の貧酸素水塊の強度についての情報を得るための検討を行っている。

本論文は 7 章で構成されている。第 1 章では本論文の緒言として、上で述べたような研究背景と目的、および研究対象とする海洋堆積物について述べられている。

第 2 章では、南太平洋および南極海より採取された不攪乱遠洋性海洋堆積物に対して機器中性子放射化分析(INAA)法および即発ガンマ線分析(PGA)法を適用し、29-35 元素の元素濃度を誤差 10%以内で得ている。測定誤差を荷重した定量値を多次元ベクトルとみなし主成分分析に適用した結果、大陸性および島弧のダストと推定される固有ベクトルパターンを抽出することに成功している。これまでに十分な地球化学的な指標が存在しなかった遠洋性の陸源性碎屑物の供給源推定を、海洋堆積物の元素定量値から抽出する手法の確立を行った意義は大きい。

第 3 章では、現在ほとんど明らかにされていない後期更新世以降の南極海の堆積環境を推定するため Ross 海および Scotia 海より採取された堆積物について、堆積物に含まれる鉄の化学種分別を ^{57}Fe Mössbauer 分光法を用いて行っている。その結果、Scotia 海堆積物には初生的な海緑石中に含まれる 3 価鉄に由来する特異な化学種が存在することを明らかにしている。一方、Ross 海堆積物については同様の鉱物は堆積物コア全体で存在しない。このことから、Scotia 海堆積物が初生的な海緑石を局所的に生成させる還元的環境下にあったことを明らかにしている。

第 4 章では、2 章と同一試料を用いて、堆積物中に含まれる Mn 続成作用を堆積方向に評価している。広域 X 線吸収微細構造(EXAFS)スペクトルおよび非経験的多重散乱計算コードを用いた Mn 結晶構造の推定より、この海域における Mn 結晶系の変化が Mn ノジュールやクラストへの続成作用の起点であることを初めて示している。併せて生物遺骸を主成分とする CaCO_3 について、aragonite 型から calcite 型へと結晶構造の変化が約 2 万年

の間に起こっていたことを明らかにしている。従来、浅海では相転移速度が報告されていたが、炭酸塩補償深度を超える遠洋性の深海で、この相転移速度を明らかにしたことは本研究が初めての報告になる。

第5章では、人為的負荷が高く、堆積速度が大きい沿岸域を研究対象としている。1960年代から世界中の沿岸域で報告されている「死の海」の原因となる貧酸素水塊の経年的な挙動を明らかにするために、強い貧酸素水塊が発生することで知られる東京湾幕張沖に存在する浚渫窪地内の水域で、過去30年間に発生した貧酸素水塊の弱体化の証拠を、浚渫窪地内堆積物に残る非晶質 hematite の存在から明らかにしている。この結果は東京湾に複数ある水質観測地点がこれまで経年的に記録した海水中の溶存酸素量の記録とも調和的である。堆積物中の hematite の同定によって過去に発生した貧酸素水塊の動態評価をする手法は、新たな環境評価法として注目される。

第6章では、従来のPGA法と比較して検出感度が160-600倍向上したとされる新しい非破壊分析法、多重即発ガンマ線分析(MPGA)法について、現在までに明確な基準のない環境試料の測定条件の最適化の検討を行っている。本研究で提案されている最適化法による定量結果は、従来の地球化学的指標と整合性が見られ、MPGA法が環境試料に対して有望な分析法であることが示唆されている。

第7章では本論文の結言として、全体のまとめが述べられている。

以上のように、本研究は遠洋性および沿岸域海洋堆積物それぞれについて、元素分析および化学状態分析のアプローチをとることによって、堆積当時の海洋環境を明らかにするための手法を開発したのものとして、大きな学術的貢献があるものと認められる。

よって、本審査委員会は本論文が博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。