

審査の結果の要旨

氏名 バウティスタ エンジェル トゥガデ 七世

1945年、人類が核エネルギーの利用を開始して以降、核実験、使用済み核燃料の再処理工場、原子力事故などをソースとして様々な人為起源核種が環境中に流入している。これらの核種は、生成されたサイトから、長距離に渡り、また、時間的にも長期間に渡って移行・拡散していく。その移行プロセスは、核種の大気での運搬、大気と海洋の間の交換、および、海水（海流）による運搬によって成り立っている。自然界には、核種濃度の変化を時系列に記録している試料があり、その詳細な解析は、核種の移行プロセスを解明するために役立つばかりでなく、大気や海洋の動きやその時間的な変動を復元するためにも重要な情報を提供する。しかしながら、実際に天然のアーカイブに対する核種の分析データは非常に限られているのが現状である。

そこで、本研究は、代表的な核分裂生成核種であるヨウ素 129 に着目し、天然アーカイブ中の記録を読み取り、グローバルな視点から核種移行・拡散過程を理解することを目的とした。分析対象としては、フィリピン島の東（Baler）および西（Parola）に位置する化石サンゴを選んだ。サンゴは成長に伴って海水中の核種を取り込んでいくため、核種濃度の変化を高時間分解能で記録しており、本研究の目的に相応しい。本研究では、さらに、同じサンゴ試料に対して、炭素 14 を分析し、ヨウ素 129 と比較・考察する事により、核種移行プロセスと大気・海洋の動きの関係をより詳細に考察した。

第1章ではヨウ素 129 の基礎的事項と、本研究の目的が述べられている。

第2章では、ヨウ素 129 と炭素 14 について、その起源および移行プロセスに関する先行研究の知見が詳細にレビューされている。

第3章は試料の説明と実験方法の記述に充てられている。特に本研究では、高い時間分解能の分析を行うため、1-4g という少量のサンゴ試料からヨウ素 129 を分析する試料処理方法を開発した。

第4章は結果と考察である。サンゴの成長方向に沿ってみられる年縞のカウンティングと、Sr/Ca 比の分析結果を元に決定された年代モデルをベースに、ヨウ素 129 および炭素 14 それぞれの詳細な時系列データが得られた。重要な結果としては、第一に、Baler、Parola 両試料に共通して、1962年にはっきりしたピークが見られたことである。1962年は、大気圏核実験によるヨウ素 129 の生成量が最大の年である。第二に、1970年代以降において、ヨウ素 129 の顕著な

増加が見られると同時に、使用済み核燃料再処理工場からの排出のピークやチェルノブイリ事故に対応するピークがサンゴ中のヨウ素 129 の記録にも見られることである。このように、ヨウ素 129 の時系列データは、特筆されるヨウ素 129 の人為的生産イベントを直接記録している。これは、ヨウ素 129 の大気-海洋交換速度が高いためと考えられる。一方、炭素 14 の時系列データでは、大気圏核実験による濃度の上昇は比較的ゆっくり立ち上がり、1970 年代でピークを記録するとその後は、ゆっくりと減少に転じる。このプロファイルは先行研究による他の地域のサンゴのものと整合している。これは炭素 14 の場合、大気-海洋交換速度は比較的小さく、海流が移行を支配している事を示している。しかし、太平洋に面した Baler では炭素 14 の上昇は、Parola からほぼ 3 年遅れている。これは、炭素 14 濃度の低い南半球からの海流の混入の影響であると解釈された。また、1976 年に比較的鋭いピークが見られるが、これは PDO (Pacific Decadal Oscillation) と呼ばれる周期的気候変動の影響により、Baler 付近の海流のパターンが変化し、炭素 14 濃度の高い、中緯度海水が流入してきたため、と考えられた。ヨウ素 129、炭素 14 の時系列プロファイルに見られるいくつかの特徴的な変動の解釈は、核種移行に関するボックスモデル計算でも良く再現された。

以上の分析結果・考察から、1962 年におけるヨウ素 129 の鋭いピークは、北半球のアーカイブにおけるタイムマーカーとなることを見出された。このことは、同章において、さらにグリーンランドアイスコア中のヨウ素 129 を分析し、やはり 1962 年にピークが見られる事が示され、実証されている。

第 5 章で、まとめと結論が述べられている。

以上、まとめると、本研究では、環境中の核種濃度を記録している天然アーカイブである化石サンゴ中のヨウ素 129 と炭素 14 の詳細な時系列データを解析し、核種移行プロセスに、大気、海洋の運動、およびその時間変動（気候変動）が複雑に関係していることが示された。このことは、今後様々な天然アーカイブ中の核種分析を進めることによって、詳細な核種分布や移行プロセスが明らかになるばかりでなく、過去の気候変動を解析する重要な手法となり得ることを示しており、本研究は、新たな研究領域の端緒を体現したといえる。

以上のことから、本論文は新規性、有用性、学術的価値および進捗度の観点から審査した結果、本審査は合格と認められる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。