

論文審査の結果の要旨

氏名 木戸芳樹

本論文は、4章、二部構成からなっている。

第1章は、全体を通じた序論である。そこでは、近年の古気候学・古海洋学の進展に伴って、古環境指標の高精度化や高時間解像度分析の要請が高まっていること、そうした要請に答えるべく、堆積物コアの主要元素組成をぬれたままその場で迅速に分析する手法としてXRF スキャナーが開発されたが、未だ定量化の目処が立たずにいること、などの研究背景が記述されている。

第2章は、第一部に当たり、XRF マイクロスキャナーを用いた含水堆積物試料の大気圧条件化での迅速定量法の開発に関する記述が行なわれている。ここで言うXRF マイクロスキャナーとは、X線分析顕微鏡の機能を利用して本研究で開発した、微小領域の迅速、定量分析装置のことで、ここではXGTと呼んでいる。第1節では、第一部の序論として、XRF スキャナー装置の現状と問題点が述べられ、XGTの利点が記述されている。第2節では、XGTの原理、定量分析に用いる為の工夫、新たに開発した透過X線強度測定法の説明がなされている。第3節では、XGTを用いて含水堆積物試料を定量分析する際の試料準備法、特に、含水堆積物試料表面の乾燥、変質を防ぐため、試料表面にX線透過フィルムをかぶせる必要がある事、が述べられている。第4節では、実験に用いた分析手法について、記述されている。第5節では、XGTを用いた含水堆積物試料中の主要元素の迅速定量法について、詳しく記述されている。即ち、従来のXRF スキャナーを用いた含水堆積物試料中の主要元素定量法における最大の問題点は、水によるXRF吸収を評価していないことにある事、その影響を正しく評価するには測定領域下の試料の含水率を定量する必要がある事、XGTは、XRFと同時に測定される透過X線強度を用いる事により、含水率を精度よく推定でき、試料中の間隙水によるXRFの吸収を正確に評価する事が可能である事、などが記述されている。また、X線透過フィルムと試料表面の間に薄い水薄膜が形成され、それによる吸収が、Al, Si, Kなどの軽元素においては無視できない事を示し、しかし、泥質な含水堆積物試料では、形成される水薄膜の厚さが試料の含水率に比例するので、その関係を利用して水薄膜によるXRF吸収の影響を補正できると記述している。第6節では、第5節で導いた補正方法を用いて、実際に各元素の乾燥試料換算のXRF強度を推定する方法について記述している。第7節では、実際の含水堆積物試料にこの方法を応用した場合の、測定誤差や処理スピードについて記述されており、一領域当たり6分でAl, Si, K, Ca, Ti, Feの主要6元素と含水率の定量を行なう事が出来ると報告している。そして、第8節では、本手法の独自性と有効性が説明されている。

第3章は第二部にあたり、そこでは、第一部で開発した手法を実際の含水堆積物（日本海堆積物）に応用し、僅か1ヶ月で、長さ50mのコア試料を1.25cm間隔で分析し、古海

洋学的に有効なデータを得た事を具体的に記述している。第 1 節では、第四紀日本海古海洋学の現状がレビューされ、第 2 節では、使用したコア試料の採取地点やコアの岩相などが記述されている。第 3 節では、試料の準備法が、第 4 節では、第二部で用いた分析手法が説明されている。ここでは、コアに記録された海洋環境変化やその時代などを知る為に、XGT に加えて、色、有機物含有量、有孔虫の酸素同位体比、有孔虫群集組成などの分析がなされている。第 5 節では、これらの分析結果が記述されており、第 6 節では、有孔虫の酸素同位体比および群集組成を用いる事により、日本海第四紀堆積物の年代を過去 64 万年に渡って推定し、6 回の氷期 - 間氷期サイクルを認定している。第 7 節では、XGT により測定された主要元素組成を用いて、生物源シリカ、生物源炭酸塩、陸源砕屑物の含有量や過剰硫黄量（底層水間限度の指標）を推定する方法について説明し、第 8 節では、それらの時代変動パターンを復元し、日本海では、i) 間氷期極相期に生物源シリカ含有量が高い事、ii) 生物源炭酸塩含有量は氷期に高く、間氷期に低い傾向があり、間氷期には深層水が炭酸塩鉱物を溶かし易くなることが原因と思われる事、iii) 氷期極相期には、過剰硫黄量が高くなり、海水準低下に伴って底層水が強還元的になったことを示す事、などを明らかにしている。

最後に第 4 章では、全体のまとめがなされ、本研究で開発した XGT による含水試料の主要元素組成および含水率の定量法が、堆積物コアの非破壊、迅速分析に極めて有効であり、その有効性は、第四紀日本海堆積物を用いた高解像度解析により実証されたと結んでいる。

本委員会は、論文提出者に対し、平成 18 年 1 月 19 日に学位論文の内容および関連事項について、口頭試験を行なった。委員会は、本論文で開発した含水堆積物試料の主要元組成および含水率の大気条件化における非破壊、迅速、定量分析法は、極めて斬新、先端的で、急速に高解像度化が進む古海洋学において革新的な手法であり、それを応用した日本海堆積物の研究例も独創的であると評価し、審査委員全員一致で合格と判定した。

なお、本論文の第一部は、越川敏忠、多田隆治との、第二部は、南 育絵、多田隆治、藤根和穂、入野智久、池原 研、J. H. Chun との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。