

学 位 論 文 題 名

Construction of an alkaline tephrostratigraphical  
framework of the late Quaternary in Japan  
by INAA-scanning of marine sediment cores

(海底堆積物コアの放射化分析による第四紀後期の  
日本のアルカリ岩質テフラ層序の構築)

学位論文内容の要旨

論 文 要 旨

The successful establishment on the rate of climate mode response in different parts of the world reveals the importance of paleoclimatology. So, it is essential to develop a method for more accurate and high precision chronology to provide information on mechanisms of abrupt climate changes. Detection of micro-tephra layers provide the potential for identifying tephra horizons for precise correlation of sediment sequences and absolute age control, as well as supplying information about eruptive histories and the area distribution originating from a source. However, the detection of cryptotephra horizons to moderate eruptive events has not yet been established, because of the difficulty in precisely distinguishing the distal cryptotephra distributed a few hundred kilometers from the source.

The Ulleung and the Baegdusan from a back-arc basin source are specified distinctly by its alkaline to trachytic explosive volcanism, in contrast to providing the distal tephra layers to the Japan Sea. To detect the multiple cryptotephra derived from some geochemical different eruptions, I carried out INAA obtained with the space of 1 centimetre from 15 deep-sea cores consecutively. The contribution of tephra components was confirmed by microscopic observation, EDS-EPMA analysis and refractive index measurement on grains extracted from these positions. Our assessment of the geochemical data related to Ta/Sc ratios indicate the existence in the mixture between alkaline cryptotephra and general sediments with a chemical composition with a grain size of less than tens of micrometres in the bulk samples, which are highlighted as new geochemical method for detecting probable positions of distal tephra of different rock-type based on the observed sediment sequences by INAA.

I detected several newly alkaline tephtras that are stratigraphically located between

the K-Ah tephra (6.3 ka) and Aso-4 tephra (89 ka) in the Japan Sea. This study focuses on the stratigraphic implications of the cryptotephra for both volcanic sequence of the Ulleung Island eruptions is classified into trachyte and rhyolite fields by plotting  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  versus  $\text{SiO}_2$  diagrams. In addition, the success in the discrimination depend on trace element pattern from detected several cryptotephra from previous eruptions of the each same volcano.

In this study, the major and minor elements, grain shapes and mineral compositions of tephra layers from marine core are analyzed in order to identify the cryptotephra, and to combine them with reanalyzed data of the pre-reported B-V (24.5 ka), and B-J (51.5 ka) tephra in the northern part of Japan Sea.

I evaluated age model to determine the age-depth relation of the core, and to determine the age of each tephra deposit. The age model for five marine cores are constructed based on two marker tephra layers, AT (29 ka), Aso-4 ( 89 ka), and comparison of the ages of the base of each dark layer formations, which were calculated using the above age model, are correlated with detected several cryptotephra layers.

The research of cryptotephra will affords the most comprehensive tephrochronology for both volcanic eruption histories in the Japan Sea and millennial-scale variation records in the distal sites from the source. Finally, my research will enhances lead to improved understanding of the mechanisms, timing and environmental effects of abrupt climatic changes during the Quaternary.

# 学位論文審査の要旨

主 査 准教授 豊 田 和 弘

副 査 教 授 南 川 雅 男

副 査 教 授 平 川 一 臣

副 査 教 授 中 川 光 弘 (大学院理学研究院)

副 査 研究グループ長 高 木 真 吾 (独立行政法人産業技術

総合研究所地質情報研究部門)

## 学 位 論 文 題 名

### Construction of an alkaline tephrostratigraphical framework of the late Quaternary in Japan by INAA-scanning of marine sediment cores

(海底堆積物コアの放射化分析による第四紀後期の  
日本のアルカリ岩質テフラ層序の構築)

堆積層中に挟まれた火山噴出物(テフラ)は広い地域での厳密な同一時間面を示す鍵層となるため、テフラ層序を高密度に調査すれば、過去の気候激変を復元する上で欠かせない高分解能で高確度な年代軸となりうるため注目を集めている。とはいえ、肉眼では検出できないほど希薄なテフラ層(クリプトテフラ)を数多く地層中から効率よく検出して、そのテフラの給源火山を特定すること、また同一火山からのテフラ層群を噴火毎に区別するのは困難な作業である。

しかし、日本列島に降下するアルカリ岩質テフラの供給火山は、日本海西端の韓国・鬱陵島周辺と中朝国境の白頭山の2カ所に限られる。この偏西風によって日本にもたらされる大陸性テフラは、日本の沈み込み帯の島弧火山から供給されるテフラとは大きく異なる組成を持つため、その特異性から日本のテフラ群の中からの判別は容易である。それでも、第四紀後期に鬱陵島も白頭山もそれぞれ数回以上噴火しているのに、広域テフラとして確定していたのは、鬱陵島から約1万年に飛来した U-0ki(鬱陵隠岐)テフラと、約千年前の白頭山の大噴火に由来する B-Tm(白頭山苦小牧)テフラの2つのみで、U-Ym と B-J のテフラに関してはその噴出年代に不確定さが残っていた。

また日本海における第四紀堆積物中は明暗色互層があり、その変遷は氷期と間氷期での世界的な海水準変動やより短期の数千年周期の世界的な気候変動などとも対比されている

ので、地球環境の研究試料として重要である。しかしその色調の変化に乏しいコアもあり、肉眼で見えるアルカリ岩質テフラ層も限られているため、その層序には不明な点が残されている。

そこで本研究では、まず日本海堆積物中の微量元素の連続垂直分布の測定が、アルカリ岩質クリプトテフラの検出に特に高感度である事を示した。次に日本海南部から日本海東北部にかけての複数のコアを用いて、第四紀後期中に日本に降下したアルカリ岩質テフラ層をすべて走査して、検出したテフラ層内から抽出した火山ガラスの分析から、供給火山と噴火毎での化学組成の相違を見つけ出した上で、対比をおこない、明暗色互層の年代とも比較して、より精密なテフラ層序を確立する事を目的とした。

まず、日本海南部の海底コア中の数千万年から1万数千年前の堆積層を1 cm 毎に連続して分取したバルク試料の中性子放射化分析を行った。4つのコア中のタンタル/スカンジウム含有量比からそれぞれ1〜3層の異常がU-0ki 以外に検出され、その層から抽出したテフラ粒について顕微鏡観察と EPMA-EDS 分析をおこなった結果、97%が鬱陵島系火山を給源とするアルカリ岩質テフラ粒と考えられる。また肉眼では判別できなかったクロム/スカンジウム含有量比の異常層、これから抽出された流紋岩質火山ガラス粒について、屈折率測定と EPMA-EDS 分析を行った結果、その 94-97%の粒子が K-Ah というテフラ成分と特定された。

肉眼で確認できるテフラ層中のテフラ粒子は 0.2 mm よりも粗粒であるのに対して、本手法で検出されたクリプトテフラ層中のテフラ粒の大部分は 0.04 mm 以下の大きさで、その抽出にはかなりの手間が必要となる。本法はテフラ成分とそれ以外の通常の堆積物成分との間の化学組成の大きな相違を利用したものであり、日本海堆積物中の重量比で約 2% に希釈された鬱陵島系テフラ層でも検出できる事がわかった。

次にこれらの手法を用いて、東北地方西岸の4つの日本海コア内における3〜9万年前の年代での層を走査したところ、U-Ym を含む2層の鬱陵島系テフラと B-J を含む3層の白頭山系テフラ層が、それぞれ3つのコアから検出された。検出層から抽出した火山ガラス中の主成分・微量元素の定量を行い、噴火ごとの化学成分の違いを特定できた。コア間での各テフラ層の対比をおこなう事で、試料コア中の不明瞭な明暗色互層の年代も一部確定する事ができた。さらに北海道西岸の2つの日本海コア内の3〜15万年前の層について同様に走査したところ、B-J を含む6〜7層の白頭山系テフラ層が検出されており、白頭山の詳しい噴火履歴を再現できる事を示唆している。

以上の事から、本研究では注目されているクリプトテフラの高感度な新検出法を示し、それが効率的な手法である事を日本海の堆積物で実証して、日本の第四紀後期のアルカリ岩質テフラ層序を確立しつつあることを示した。この新手法を活用することで、世界の他の活動的縁辺部地帯におけるテフラ層序も飛躍的に精密になり、過去の地球環境変動の復元に寄与する事が期待される。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、

大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。