

論文審査の結果の要旨

氏名 長島佳菜

本論文は、ユーラシア大陸から飛来し日本海に堆積する風成塵の粒径・フラックス・供給源を復元し、数千年～数万年スケールでのアジアモンスーンの強度および偏西風ジェット的位置の変動を考察した論文である。論文は全部で3章からなる。

第1章では、過去約10万年の間に繰り返し起こった千年スケールでの急激な気候変動（いわゆるダンスガード-オシュガー・サイクル；D-O サイクル）と同じタイミングで、アジアモンスーンが急激な変動を繰り返したとする先行研究を挙げ、しかしアジアモンスーンがどのように変動したのか、具体的な変動様式が明らかにされていない点を指摘している。そして本研究の目的が、日本海の南北2地点に堆積する風成塵を指標として用い、数千年スケールでのアジアモンスーン・偏西風の空間的な挙動を明らかにする事であることを述べている。

第2章では、日本海半遠洋性堆積物から風成塵を抽出する方法を確立するために、日本海半遠洋性堆積物に含まれる砕屑物の供給源特定が試みられている。まず砕屑物の供給源特定に用いた日本海の2つのコア試料（MD01-2407、PC-5）、そして供給源地域の試料について、各々の採取地点、および年代モデルについて説明がなされている。次にこれらの試料について、石英のESR（Electron Spin Resonance）分析および結晶化度の測定が行われ、石英の供給源について議論されている。その結果、日本海堆積物に含まれる石英の供給源が、タクラマカン砂漠～中国黄土高原、シベリア～中国東北部、そして日本島弧であることが明らかにされた。さらに、全石英に占める風成塵起源の石英の含有量と、砕屑物中のシルトおよびクレイの各粒度フラクションの含有量との比較から、日本海半遠洋性堆積物に含まれるシルトフラクションは、ほとんどが風成塵から構成され、クレイフラクションは主に日本島弧起源の砕屑物から構成されていることが示されている。この結果から、日本海半遠洋性堆積物に含まれるシルトフラクションを抽出することで、風成塵の情報が得られることが明らかにされた。また、風成塵の供給源として特定された、タクラマカン砂漠～中国黄土高原とシベリア～中国東北部の両地域から日本海へと供給される風成塵の相対的な寄与率は、北半球の夏の日射量に連動した2～3万年周期の変動や、数千年周期での変動を示すことが明らかにされた。

第3章では、第2章で得られた結果に基づき、日本海南北の半遠洋性堆積物に含まれるシルトフラクションを抽出し、その粒径やフラックスの復元が試みられた。復元された各々の指標の時系列変化から、北半球の夏の日射量に連動した変動が、さらに風成塵粒径の時系列変化からは、D-O サイクルに連動した数千年スケールでの変動が示

された。そこで、これらの結果に基づき、風成塵供給源の乾燥度や、風成塵を巻き上げる強風の発生頻度についての制約条件が列挙された。そして制約条件が意味するアジアモンスーンや偏西風の挙動について、考えられる説を列挙した上で、先行研究に基づきそれらの説の妥当性が検討された。以上の結果から、数万年スケールで偏西風ジェット軸が南北に移動したことが結論付けられ、さらに夏季モンスーンフロントとの移動、または冬季モンスーン強度の変化、または高緯度地域における冬季の降雨量変化が起こった可能性が示された。また、数万年スケールでの検討に基づき、数千年スケールでの変動についても同様に解釈された。即ち、D-O サイクルに連動して、偏西風ジェットの位置が南北に移動したこと、また夏季モンスーンフロントや冬季モンスーン強度が変わった可能性が示された。

審査委員会においては、本論文を、無機化学、古海洋学、古気候学的側面から総合的に審査を行った。そして、研究を進める際に先ず、i) 粒度による風成塵の認定方法を徹底的に吟味した事、ii) その供給プロセスを考察する上で重要な起源の復元を定量的に行い、新たな指標（石英の結晶度）の有効性を発見した事、iii) ESR による供給源の復元について、日本島弧起源の碎屑物を定量的に評価することによって、氷期極相期及び亜氷期における南シベリアー中国東北部地域からの風成塵供給の重要性を示しことなどが評価された。これらは、無機地球化学的に見て、また古気候・古海洋学的にも、極めて独創性の高い研究であると判断された。更に、論文の後半においては、v) 過去 15 万年間にわたる南北 2 地点から得られた日本海深海堆積物中の風成塵を、本研究で確立した方法を用いて高時間解像度で復元、vi) 約 10 万年スケールの粒度の変動を発見し、それらが北半球の日射量変動と相関が良いことから、偏西風やアジアモンスーンの強度やパターンによって引き起こされたものだと考察した。vii) 更に数千年スケールの風成塵の変動を新たに指摘した事は、複雑で困難な課題に果敢に挑んで得た成果であると高く評価された。

なお、本論文第 2 章は谷篤史、豊田新、多田隆治との共同研究であり、第 3 章は松井裕之、多田隆治、谷篤史、豊田新との共同研究であるが、論文提出者が主体となつて分析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

上記の点を総合的に審査した結果、本論文は古気候・古海洋学の新しい発展に寄与するものであり、博士（理学）の学位に十分値すると結論した。