



Title	Reconstruction of temporal variation of Asian dust provenances in silt and clay fractions in Japan Sea sediments since 10 Ma based on a quantification of each source contribution using a statistical end-member decomposition of powder X-ray diffraction profiles [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	李, 梅花 Alison
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15126号
Issue Date	2022-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87456
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Lee_Muifa_Alison_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 李 梅花 Alison

審査委員	主査	准教授	入野 智久
	副査	教 授	鈴木 光次
	副査	教 授	山本 正伸
	副査	准教授	関 宰
	副査	准教授	山下 洋平
	副査	教 授	沢田 健 (理学研究院)

学 位 論 文 題 名

Reconstruction of temporal variation of Asian dust provenances in silt and clay fractions in Japan Sea sediments since 10 Ma based on a quantification of each source contribution using a statistical end-member decomposition of powder X-ray diffraction profiles
(日本海堆積物の粒度別粉末X線回折プロファイルの統計的端成分分解に基づくアジア起源風成塵供給源別定量とその時代変化の復元)

日本海の堆積物は、風成塵と河川由来の様々な碎屑物から構成されている。風成塵の起源を理解することは、過去の風系やモンスーンの変動を復元するために不可欠である。そこで本研究では、日本海の統合国際深海掘削計画 (IODP) U1425 地点から得られた堆積物を用い、後期中新世から更新世にかけてのシルトおよび粘土画分に含まれる風成塵ならびに河川起源碎屑物の寄与の完全な復元が行われた。全長370 m、9.69 MaをカバーするU1425D堆積物コアから180試料を採取し、シルト ($>4\ \mu\text{m}$) と粘土 ($<4\ \mu\text{m}$) の粒度分画を行った上で、それぞれの鉱物組成を粉末X線回折法により評価した。

Parallel factor analysis (PARAFAC) 法をX線回折プロファイルに対して適用し、端成分分解を行った上で、供給源の特定とその寄与を定量化した。その結果、6成分のPARAFACモデルを構築し、3つのアジアのダスト源（タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠、オルドス高原）、日本列島の河川起源、2つの生物起源（珪藻土、オパールCT）端成分が同定された。

U1425地点堆積物の鉱物組成は、シルト画分と粘土画分の供給源変動を示しており、8 Maと2.7 Maに大きな変動が起きたものと解釈された。後期中新世において、日本列島からの河川起源碎屑物の高い質量堆積速度 (MAR) は、9.7–8 Ma の強い夏季モンスーンを反映していた。8–7 Ma の間に、アジア起源風成塵が卓越するようになり、後期中新世寒冷化と同調してアジアの乾燥化が進んだことが示唆された。風成塵フラックスは更新世に劇的に増加し、最大 $3.1\ \text{g cm}^{-2}\ \text{kyr}^{-1}$ となり、ゴビ砂漠、タクラマカン砂漠、オルドス高原が日本海への風成塵の 3 大供給源となった。

タクラマカン起源ダストの日本海堆積物への寄与は 10–50%であり、そのフラックスは後期中新世から鮮新世にかけては $0.5\ \text{g cm}^{-2}\ \text{kyr}^{-1}$ 未満であったが、更新世に徐々に増加

し、0.29 Ma に $1.67 \text{ g cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ と最高値に達した。タクラマカン起源風成塵の MAR はシルト画分に多く、粘土画分の値よりも高かった。日本海へのゴビ砂漠起源ダストの寄与は 10 Ma 以降、20–50% の範囲にあった。その MAR は、0.96 Ma に $1.72 \text{ g cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ と最も高く、鮮新世に最も低くなった。9.24 Ma から 0.73 Ma までの間、粘土画分中のゴビ砂漠起源ダストの MAR はシルト画分より高かった。タクラマカンからのダストはシルトが占めたのに対し、ゴビからのダストは粘土が卓越しており、それぞれ、偏西風と東アジア冬季モンスーンにより日本海へ運搬されていたことを示していた。

粘土画分中のゴビ起源ダストは、後期中新世全球寒冷化、北半球氷床拡大、中期更新世気候遷移の 3 つの時期に増加し、全球寒冷化や氷河期に伴う冬季モンスーン風の強化が反映されていたことがわかった。タクラマカン起源ダストは、偏西風が卓越する前期中新世から後期更新世にかけての温暖な時期に、日本海堆積物への主要な砂塵寄与者となった。オルドス起源ダストは、中国東北部における 2 Ma 以降のアジア乾燥化の進行により 0.95–0.85 Ma に大きく増加した。

本研究を通して、粉末X線回折による鉱物組成データの定量的端成分分解の有効性が示されたとともに、アジア起源ダストの風下への運搬に対する偏西風や季節風といった各風系の役割が明らかとなった。また、その長期的気候変動への応答パターンの復元に成功したことにより、今後、さらに時間解像度の高い試料セットへの応用を通して、東アジア気候変動史の詳細復元と変動メカニズムへの理解に資するものと期待される。

審査委員一同は、以上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ることも認め、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。