

オホーツク海における数千年規模の急激で突然な寒冷化イベントと海氷変動

Millennium-scale rapid and intensive cooling events and sea ice fluctuations in the Okhotsk Sea

坂本 竜彦[1], 田辺 竜男[1], 清水 拓智[1], 池原 実[2], 中塚 武[3]

Tatsuhiko Sakamoto[1], Tatsuo Tanabe[1], Hirotohi Shimizu[2], Minoru Ikehara[3], Takeshi Nakatsuka[4]

[1] 北大・理・地球惑星, [2] 北大・低温研, [3] 北大・低温

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [3] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., [4] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.

<http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~tats/tats.html>

オホーツク海の季節海氷は、地球規模・地域的な気候変動に敏感に反応して変動する。本研究では、オホーツク海で得られた海底堆積物コア中の漂流岩屑（IRD）の解析し、10万年間にわたる海氷の変化を解明した。オホーツク海は、過去10万年間を通して常に季節海氷域であったが、氷期には海氷は拡大した。急激で突然な寒冷化・海氷拡大イベントが、1500年～6000年のスケールで発生する。この発生時期は、北西太平洋で認められるハイノリヒイベントと一致する。このオホーツク海の大規模な海氷拡大・寒冷化イベントは、北極周辺の気候循環が強くなった寒冷な時期に発生している。

オホーツク海のような縁海における季節海氷は、地球規模または地域的な気候変動に敏感に反応して変動する。本研究では、戦略基礎研究「オホーツク海氷の実態と気候システムにおける役割の解明」で得られた海底堆積物コア中の漂流岩屑（ice-rafted debris:IRD）の解析し、10万年間にわたる海氷の変化を解明した。本研究では、セディメントトラップ、海底表層堆積物試料、海底堆積物コアの3種類の試料を解析した。試料は、全試料から、有機炭素、炭酸塩、生物起源シリカを除去し、陸上起源砕屑粒子のみについて、Beckman-Colter LS230光散乱・レーザー回折型粒度分析装置で粒度組成測定し、一部試料について粉末X線回折で鉱物組成を検討した。

セディメントトラップは、サハリン島の東に位置するM4, M6の2点において、1998年の7月から2000年の8月までの2年間にわたって係留された。解析の結果、以下のことが明らかとなった。1) 陸上起源砕屑粒子は、秋と春にフラックスの増加が見られる。2) 秋のフラックスは、シルトサイズ以下の粘土鉱物を主体とし、春のフラックスは、粘土鉱物などをほとんど含まない、シルト以上で、主に砂サイズの粒子群で構成される。3) 粒径63マイクロメートル以上の粒子群は、海氷が融けてゆく時期およびそのすぐ後のみ認められ、海氷起源である。オホーツク海におけるIRDは、セディメントトラップ実結果をもとに、63マイクロメートル以上の粒子群と定義した。

海底表層堆積物試料は、XP-98, 99, 00航海（戦略基礎）、GH00航海（地質調査所）、MR00-K3航海（JAMSTEC）で回収された試料を用いた。解析の結果、以下のことが明らかとなった。1) 粒径63マイクロメートル以上の粒子群（=IRD）は、アムール河口域、サハリン沿岸などで多い。2) 体積%にして約5%以上のIRDの分布は、例年の海氷被覆領域の分布と非常に調和的である。3) オホーツク海の北西部のアムール河口域、西側などのハリン沿岸では、鉱物として、長石類の含有量が多い。一方、カムチャッカ半島西側、クリル諸島周辺では、角閃石が特徴的に含まれる。以上の結果から、IRDの含有率は、海氷の発達する領域で高く、海氷生成量（または融解量）と深く関与すること、海氷の起源としては、長石の分布は、反時計まわりのオホーツク環流に関与した海氷の運搬経路を意味し、また、カムチャッカ周辺では、局所的な海氷の供給があることを意味すると解釈される。

海底堆積物コアは、XP-98, 99航海で北緯50～51度の東西トランゼクトで得られたPC1, PC2, PC4の3本を用いた。海底堆積物コアは、淡緑色塊状の珪藻質シルトまたは粘土質シルトで構成される。コアの年代は、浮遊性・定生有孔虫殻の酸素同位体比層序、放射性炭素のAMS年代測定、帯磁率の変動パターンをもとにして決定した。PC1は123千年、PC2は94千年、PC4は約84千年の記録である。

過去10万年間のオホーツク海における海氷変動は、各コア地点において、各試料の陸上起源砕屑粒子中のIRD含有率が5%以上の時、その地点まで海氷が達していたという基準のもとで、以下の4つの海氷モードを識別し、復元した。

海底コア試料中には、ほぼ常にIRDは存在するので、過去10万年間を通して、オホーツク海は、常に数年以上多年氷となることはない、季節海氷域であったと推定される。氷期には、IRDの含有量は全体として高くなるので、オホーツク海では海氷の拡大が認められる。IRDの増加は、仮に海水準が100m低下したとして、沿岸の大陸棚での海氷が粒子を取り込む率が高くなる可能性はある。また、海氷の拡大は、海氷発達期間が長くなる、より海氷面積が広くなる、または、海氷生成量（=融解量）が多くなるなどのプロセスが考えられる。

この氷期スケールでの海氷の増加に加え，急激で突然の IRD の増加イベントが，1500 年～6000 年のスケールで発生する．年代軸の設定も誤差を考慮しても，このイベントは，東西のどのサイトでも認めれる．特に顕著なイベントの発生時期は，北西太平洋で認められるハインリッヒイベントの発生時期と一致する．復元されたオホーツク海の海氷変動は，Mayewski et al. (2000) が，GRIP 氷床コア中のダスト起源の元素の変動を EOF 解析したときの成分，Polar Circulation Index (PCI) の長期変動成分（6000 年周期）に告示する．北極周辺の大気循環の規模と強さが大きくなった寒冷な時期に，オホーツク海の海氷は拡大する．また，オホーツク独特の海氷拡大・寒冷化イベントが，サハリン沖およびカムチャッカ半島付近で認められる．