

終了報告書

- ・派遣支援先 機関名：アラスカ大学 フェアバンクス校 IARC (国名：アメリカ)
- ・受入研究者 Prof. Larry Hinzman
- ・研究課題名（和文・英文）
(和文) 永久凍土地下氷の物理化学解析：エドマ（アイスコンプレックス）の構造および形成過程
解明に向けて
(英文) Physicochemical analysis of permafrost ground ice: Toward understanding of the
structure and formation history of Ice Complex
- ・派遣支援期間：平成 27 年 2 月 27 日 ～ 平成 27 年 3 月 18 日

研究の概要

北極圏永久凍土地帯には、エドマと呼ばれる極端に含水率の高い堆積層が、地表部分に広域にわたって発達している。

エドマ研究の重要性は以下の二点に要約される。1：温暖化によってエドマの融解が進行することで、その内部に保持されているメタンガスが大気中に放出され、地球規模の温暖化を加速させる恐れがある。2：氷河・氷床が発達していないアラスカ・シベリア地域における、アイスコアに代わる（古）環境プロキシとしてのポテンシャルを秘めている。

永久凍土の融解が引き起こす今後の環境変化を予測したり、エドマ試料から抽出した古気候情報を正確に解読したりするためには、先ずエドマ層の基本的な性状や由来を理解する必要がある。しかしながら、エドマの主要構成要素にも関わらず、地下水の構造に関する研究は、その他の堆積物（土壌）に対する調査に比べて限定的である。

そこで本研究では、実験室ベースで永久凍土地下氷の精密な構造解析を行い、実験で明らかになった氷の物理化学的特徴からエドマ層の形成プロセスや履歴を推定する。

研究手法

アラスカ各地で採取した永久凍土地下氷に対して、通常の可視光観察（光学顕微鏡観察および薄片偏光観察）に加えて X 線回折法による氷の構造解析を行った。

低温試料用結晶全方位アナライザーを用いて、地下水多結晶体を構成する各氷単結晶の方位を測定した。これまでの研究で調べられている氷結晶主軸（c 軸）に加えて、a 軸の方位決定も行った。また、共同研究者（北見工業大学、堀彰准教授）による回折 X 線のロッキング・カーブ測定を実施し、その線幅から氷試料に含まれる欠陥（転位）の密度（氷変形履歴の指標となる）を見積もった。

研究成果

採取地（箇所）毎に、様々なタイプの氷結晶ファブリックが観察された。例えば、図 1a-c はフェアバ

ンクス近郊の Fox 永久凍土トンネルで採取したサンプルの予備解析結果であり、明瞭な縦筋模様 (foliation) を有することから (図 1a) アイスウェッジ由来の氷体であると考えられる。結晶粒径は数ミリ程度で、粒形の異方性は小さい (図 1b)。氷結晶主軸方向は明瞭な水平方向単極大を示し (図 1c)、この結果はアイスウェッジが発達過程で水平方向の一軸圧縮を受けていたことを示唆している。バロー近郊のエドマ露頭サンプルも縦筋パターンが見られたが (図 1d)、結晶組織は Fox のものと大きく異なる。結晶粒径は数センチ程度あり、縦方向に伸長した形状を持つ。また、c 軸の向きは鉛直方向に卓越している (図 1f)。この試料の起源を推定するためには更なる解析が必要であるが、現地での産状からして、比較的新しい氷体であることが予想され、結晶ファブリックは主に形成 (凍結) 時の成長過程を反映しているものと考えられる。

地下氷の欠陥 (転位) 密度も試料毎に有意な差が見出され (共同研究者の未発表データであるためここでは公表しない)、この差異はこれまでに氷体が受けてきた変形履歴の違いを反映していると考えられる。

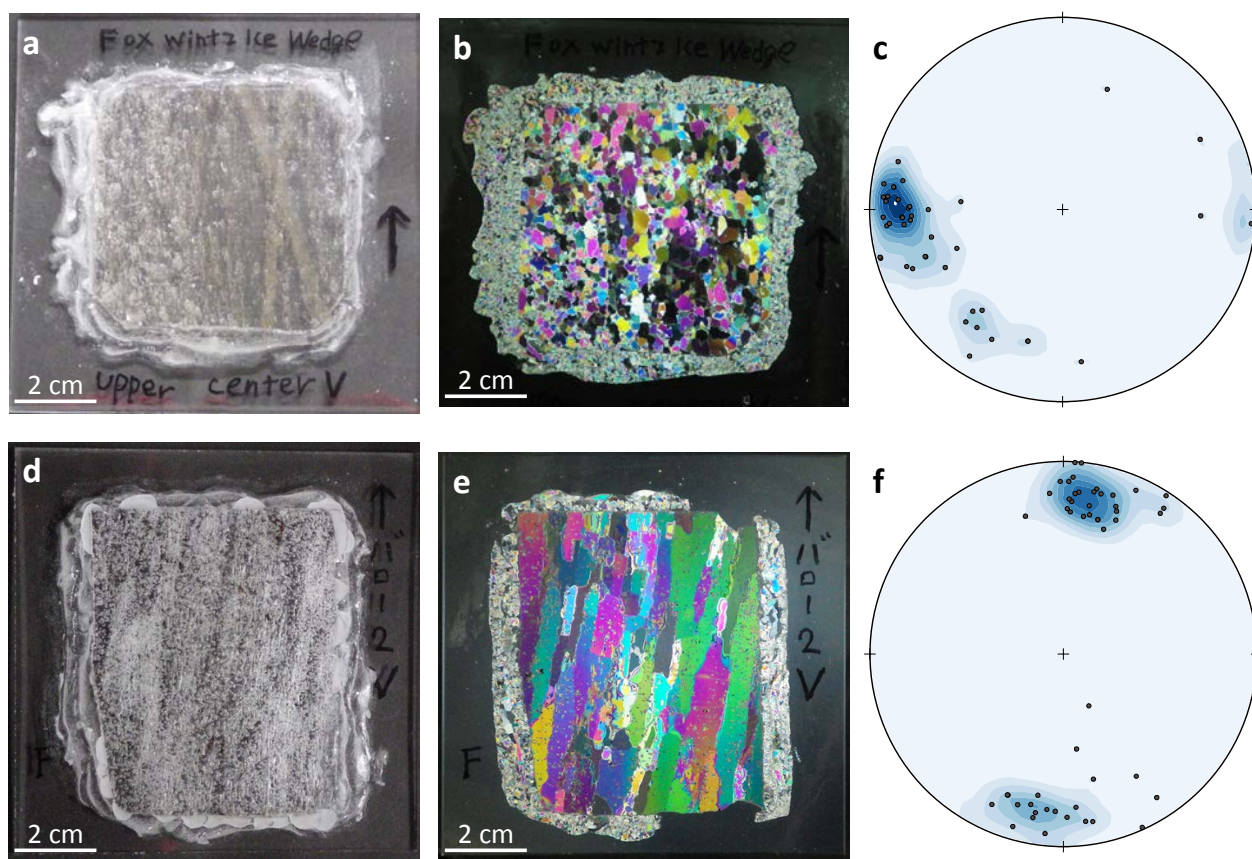


図 1. Fox 凍土トンネル地下氷 (a-c) およびバロー近郊エドマ露頭氷 (d-f) の厚片透過光写真、薄片偏光写真、ならびに氷結晶主軸方位投影図

今後の予定

さらに詳細な結晶構造解析を行う。得られた氷結晶方位データに対して統計解析を行い、結晶方位の密度分布や隣接粒子間の結晶方位差 (misorientation angle) を調べることで、地下氷の (再) 結晶化プロセスや応力場に関する情報を引き出す。また、産地や地下氷の部位によって氷の結晶性がどう変化するか系統的に調べることで、氷体の変形履歴を復元する。

今回の派遣で新たに日本に持ち帰った地下氷試料に対しても、同様の解析を進める。