

アジアの氷河上におけるクリオコナイト粒の構造と微生物

西山大陸¹、竹内望¹、瀬川高弘²

¹千葉大学大学院

²国立極地研究所

Structure and microbes of cryoconite granules on Asian glaciers

Hiromu Nishiyama¹, Nozomu Takeuchi¹ and Takahiro Segawa²

¹Graduate School of Science, Chiba University

²National Institute of Polar Research

Surface dusts on glaciers are called cryoconite and form spherical complexes of mineral particles and organic matter, named cryoconite granules. Cryoconite granules are formed by cyanobacteria growing on the glacier with entwine mineral particles and organic matters. Cryoconite granules are sized about 1mm in diameter and are dark color of humic substances. On Asian glaciers a large amount of cryoconite covered on their surface, decreases surface albedo and accelerate melting. Thus to clarify formation process of the cryoconite granules is important to evaluate glacier variation. In this study, I analyze structure and microbes in cryoconite granules of three Asian glaciers. The glaciers are Urumqi No.1 glacier in Tenshan mountains and Qiyi glacier in Chilen mountains, China, and, Yala glacier in Himalayan mountains, Nepal.

Based of the analyses of cryoconite granules there are morphological differences among three glaciers. Cryoconite granules in Urumqi No.1 glacier are sized average 1.11mm in diameter and colored blackish brown. Cryoconite granules in Qiyi glacier are average 0.94mm and colored brighter color than Urumqi's one. Cryoconite granules in Yala glacier are average 0.56mm and have darkest color than others. Thin section of cryoconite granules, the concentric layers found in most of granules' cross section and it is formed by brown and darker layer. Brown layer takes most of the part in cross section and contains fine mineral particles. Structures are grouped into four types and the proportions of the types to total granules were different among the glaciers. These four structures may indicate the different steps of formation process of cryoconite granules on the glacier. Microscopy revealed that community structure of micro organisms in the granules differed among the three glaciers. To describe the microbial community, we analyzed organisms of cryoconite granules using DNA assay by DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis). Extracts DNA from each glaciers' cryoconite granules, and amplified PCR(Polymerase Chain Reaction) with primer for cyanobacterium (CYA359F/781RGC-a,b). The results of DGGE showed several DNA bands in denaturing gradient gel and suggest that organism community structures is different among the glaciers. The indigenous species in each glacier may characterize cryoconite granules' structures.

氷河上に堆積している暗色の固体不純物は、一般にクリオコナイトと呼ばれている。クリオコナイトは主に有機物や、鉱物粒子で構成されている。これらの構成物は、氷河上に生息する糸状のシアノバクテリアの働きによって粒状の複合体を形成していることが多く、その複合体はクリオコナイト粒と呼ばれる。クリオコナイト粒は、通常直径 1 mmほどの球形で、バクテリアの腐植作用によってその粒の色は黒色に近い色をしている。アジアの氷河の消耗域の表面には、クリオコナイト粒が大量に蓄積していることが多く、そのような氷河では、クリオコナイト粒が氷河表面のアルベドを低下させて、融解を促進させることが明らかになっている。したがって、クリオコナイト粒の形成過程やその形成者についての理解は、氷河上における微生物の理解や氷河の質量収支への影響を考える上でも重要である。本研究ではアジアの3つの氷河の表面で採取されたクリオコナイト粒の形態や断面構造、表面状態を分析し、さらに形成者の特定を行うことで、氷河による違いを明らかにすることを目的とした。

顕微鏡による形態観察から、3つの氷河ではクリオコナイト粒の形態に違いがあることが明らかになった。中国、天山山脈に位置するウルムチ No. 1 氷河のクリオコナイト粒は、平均粒径 1.11 mm、色は褐色に近い黒色。同じく中国、祁連山脈に位置する七一氷河のクリオコナイト粒は、平均粒径 0.94mm で、ウルムチ No. 1 氷河と比べて表面の色は明るい褐色。ネパール、ヒマラヤ山脈に位置するヤラ氷河のクリオコナイト粒は平均粒径 0.56mm で、他の二つの氷河と比べると、最も暗色で黒に近い色であった。各氷河のクリオコナイト粒サンプルの薄片を作成し、断面構造を分析した結果、ほとんどのクリオコナイト粒の断面に、褐色な層とそれよりも濃い色の層の同心円状の層構造が観察された。褐色な部分には、粒の大部分を占め、細かい鉱物が多くふくまれていた。さらに断面構造には、大きく4つのタイプに分けることができ、それぞれの構造が占める割合は氷河によって異なっていた。これら4つの構造は、クリオコナイト粒の形成段階、また氷河上の形成環境の条件を反映していると考えられる。

さらに各氷河上のクリオコナイト粒の表面状態を観察したところ、形成者であると考えられる生物に違いがあった。このことからDGGE（変性剤濃度勾配ゲル泳動法）を用いたDNA分析を行い、クリオコナイト粒中に含まれる微生物群衆構造の分析を行った。各氷河のクリオコナイト粒サンプルからDNAを抽出し、それらをシアノバクテリア用のプライマー（CYA359F/781RGC-a, b）を用いてPCR（ポリメラーゼ連鎖反応）を行った。濃度勾配をもつゲルの中でPCRサンプルを電気泳動させた結果、いくつかのDNAバンドが現れた。DNAバンドは各氷河の生物種構成を示しており、各氷河の生物群集は異なっていた。各氷河における固有の種は、クリオコナイト粒の構造を特徴づけているのではないかと考えられた。

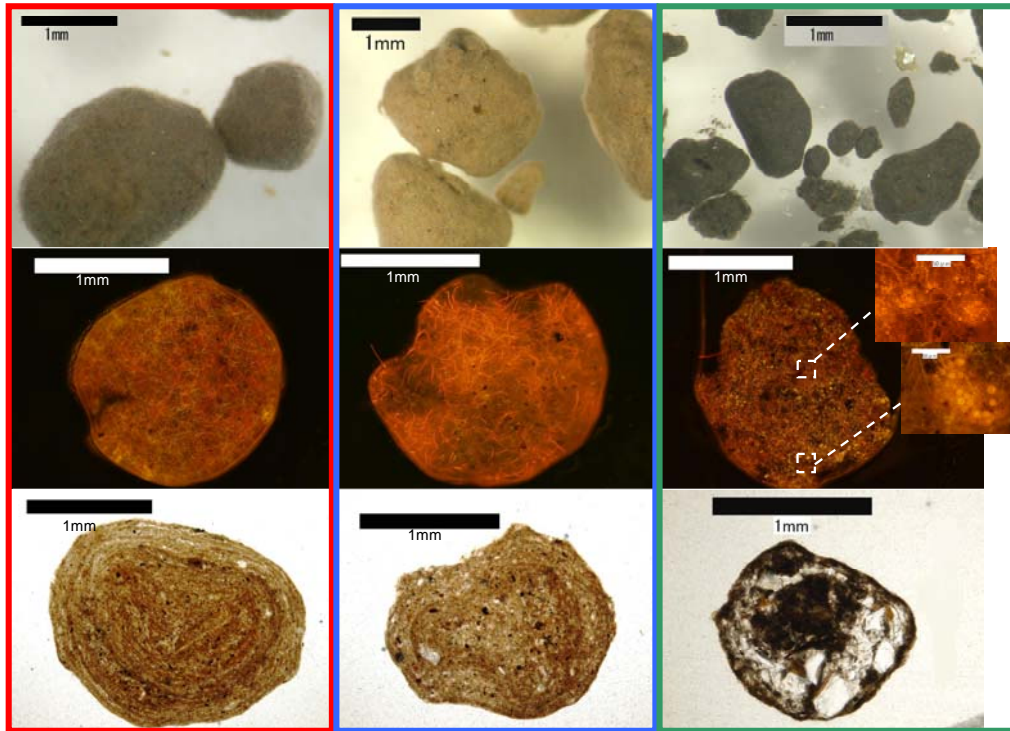


Figure1. Cryoconite granules in each glacier. (left: Urumqi No.1, middle: Qiyi, right: Yala)
 Upper stage is the picture of cryoconite granule using stereomicroscope. Scale: 5mm.
 Middle stage is the picture of cryoconite granule's surface using fluorescence microscope. Scale: 1mm
 Lower stage is the picture of cryoconite granule's cross section using optical microscope. Scale: 1mm

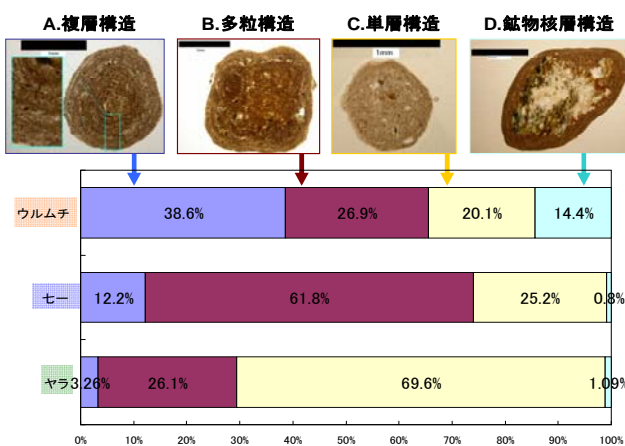


Figure2. The proportion of structures of cryoconite granules in three glaciers.

Type A. The structure has multi-layers in inside.

Type B. The structure has more than two smaller granules in inside.

Type C. The structure has no any layers in inside.

Type D. The structure has mineral particle at the center of the granule.

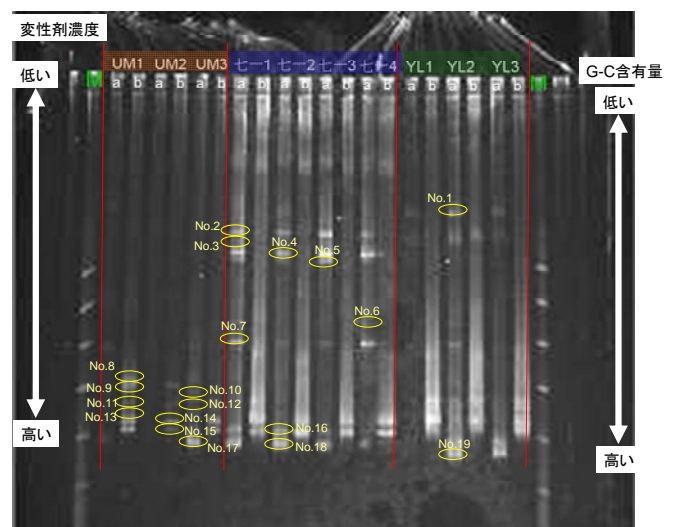


Figure 3. DNA bands obtained by DGGE