

# 富山県立山における赤雪中の雪氷藻類の色素構成と種の多様性

中島智美<sup>1</sup>、竹内望<sup>1</sup>、植竹淳<sup>2</sup>、田邊優貴子<sup>2</sup>、宮内謙史郎<sup>1</sup>、岡本智夏<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学

<sup>2</sup> 国立極地研究所

## Diversity of snow algal taxa and pigment compositions of red snow in Mt. Tateyama in Toyama prefecture, Japan

Tomomi Nakashima<sup>1</sup>, Nozomu Takeuchi<sup>1</sup>, Jun Uetake<sup>2</sup>, Yukiko Tanabe<sup>2</sup>, Kenshiro Miyauchi<sup>1</sup> and Chika Okamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chiba University

<sup>2</sup>National Institute of Polar Research

Snow algae are photosynthetic microbes inhabiting melting snow surface in alpine and polar regions. Their blooms cause visible red or green colored snow due to various pigments in their cells. Such colored snow can reduce surface albedo and result in melting rate acceleration. Variation in snow color may be associated with environmental conditions and/or community structure of the algae. However, detailed information is not known. It is important to understand that taxa and pigments of algae in order to reveal generation process of colored snow. In this study, we analyzed pigment compositions and 18S rRNA gene of algal snow collected in the melting season of 2014~2016 on Mt. Tateyama in Toyama prefecture, Japan. This study aims to describe the spatial and temporal variations of algal pigments and community structure on snow field of Tateyama Mountains in Japan and discuss relationship among species, life cycles, and the pigments.

The absorption spectra of pigment extracts from the collected snow samples showed various absorption peaks. The spectra varied among the samples and collection sites and can be classified into 5 types (Types A-E). The spectra varied spatially and seasonally in the study areas. The algal community structure also varied spatially and seasonally. The diversity of algal phylotype and pigment compositions may be associated with environmental conditions, seasonality of algal life cycles, or the dispersal process of the algae.

雪氷藻類は融解期の雪氷表面に繁殖する光合成微生物である。雪氷藻類の繁殖は北極圏、南極などの世界各地の融解期の氷河をはじめ、日本の高山の残雪上でも観察することができる。雪氷藻類が雪や氷の上で繁殖すると、もともと白い色の雪や氷を赤色や緑色に色づけることが知られている。その要因は、雪氷藻類の細胞中に複数の色素が含まれているためである。雪氷を着色する藻類の存在は雪氷表面のアルベドを低下させ、雪や氷の融解が促進される。藻類中の色素は、藻類の繁殖条件や種によって変化すると考えられているが詳しいことはまだわかっていない。着色雪を構成する藻類の種や色素についての理解は、着色雪の発生プロセスを明らかにするために重要である。そこで本研究では、毎年着色雪が観察される富山県立山において調査を行い、着色雪に含まれる色素の空間的変化を明らかにし、色素と藻類の繁殖条件や種との関係を理解することを目的とした。

着色雪の採取は、2014年から2016年にかけて富山県立山の標高約2500mの室堂平や雷鳥沢周辺の合計9地点の残雪上で行った。採取したサンプルは冷凍、冷蔵保存し、実験室に持ち帰った後、分析を行った。サンプルを融解後、GF/Fフィルターで濾過した後、ジメチルホルムアミド(DMF)に色素を抽出し、分光光度計を用いて吸光スペクトルの測定、HPLC(高速液体クロマトグラフィー)を用いて色素の定量を行った。さらに2015年のサンプルは、次世代シーケンサーを用いて18S rRNA遺伝子のDNA分析を行い、含まれている藻類の同定、系統解析を行った。

調査の結果、すべての調査で赤く色づいた積雪(赤雪)を観察することができた。各調査で採取された赤雪中の藻類の抽出色素の吸光スペクトルを測定した結果、吸収極大を示す波長によってタイプA~Eの5タイプに分類することができた。HPLCにより、各色素タイプに含まれる色素分析を行った結果、すべてのタイプでクロコフィル類のクロコフィルa、カロテノイド類のアスタキサンチン、およびルテインが検出された。各タイプの吸光スペクトルの波形が異なったのは、藻類が持つ各色素量の割合がそれぞれ異なっているからであると考えられる。雷鳥沢周辺では、タイプAとタイプB、タイプCが現れていたが、室堂平周辺ではタイプDとタイプEのみが確認された。さらにタイプBは2014年と2015年、タイプCは2015年、タイプDは2015年と2016年、タイプEは2016年にのみ現れた。タイプAは毎年現れたが、2015年7月には現れなかった。このことから、各色素タイプは限られた場所や時間にのみ現れるということがわかった。藻類の18S rRNA遺伝子のDNA分析を行った結果、合計で206 OTU、つまり206種類に相当する藻類のDNA配列を検出することができた。このうちOTU1のクラミドモナス属とOTU2のクロコモナス属の2種の藻類が全体の約80%以上を占めていた。藻類の種構成は、室堂平

周辺では OTU 2 の藻類が最も多かったのに対して、雷鳥沢周辺などのその他の地点では OTU 1 の藻類が多かった。6 月においては OTU 1 と OTU 2 の割合がそれぞれ全体の 67% と 13% を占めていたのに対し、7 月においては 48% と 38% と割合が変化していた。藻類の種構成も、色素構成が場所や季節により変化したのと同様に変化しているということがわかった。以上の結果から、立山の赤雪は単一の色素や種で構成されるのではなく、場所や季節によって色素や種の構成が大きく異なることが示された。その原因は、積雪上の環境の違いや藻類の生活史ステージや分散過程が異なるからであると考えられる。