

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 DAIYROV MIRLAN  
 学位 博士 ( 理学 )  
 学位記番号 新大院博 (理) 第 431 号  
 学位授与の日付 平成 30 年 3 月 23 日  
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当  
 博士論文名 **Regional geomorphological conditions related to recent changes of glacial lakes in the Issyk-Kul Basin, the northern Tien Shan.**  
 (天山山脈北部、イシク・クル湖流域における最近の氷河湖変動に関わる地形環境に関する研究)

論文審査委員 主査 教授・浮田 甚郎  
 副査 教授・河島 克久  
 副査 教授・副島 浩一  
 副査 准教授・奈良間 千之

博士論文の要旨

キルギスタン北東部の天山山脈に位置するイシク・クル湖流域では、2006 年～2014 年の間に数か月～1 年出現・出水する短命氷河湖からの大規模出水が 4 回発生している。特に 2008 年 7 月の西ズندان氷河湖の出水による洪水では甚大な被害をもたらされた (Narama *et al.*, 2010, 2018)。そこで本研究では、衛星画像解析及び現場観測よりこの対象地域、特にテスケイ山脈とクンゴイ山脈について氷河湖面積の季節内時間スケールの変動を調べその特性と気象・地形的要因の関係について考察した。

2013 年～2016 年の 6 月～10 月に取得した 128 枚の衛星画像 (Landsat8/OLI) を用いて、339 個の氷河湖 (>0.0005 km<sup>2</sup>) それぞれについて各年の季節変動を、停滞、拡大、縮小、出現、消滅、短命の 6 タイプに分類して解析を行った。その結果、これら 6 タイプのうち停滞を除く 5 タイプの出現頻度分布が毎年大きく違っており、同年のクンゴイ山脈とテスケイ山脈でも大きく異なることが分かった。

これらの氷河湖変動の時空間特性をもたらす原因として、気象要素である気温と降水量との関係を調べた所、特に明瞭な関係性は見出せなかった。しかし本研究の解析期間が短いこともありこの結果は統計的に有意とは言い難い。

次に、上記の 4 つの大規模出水を生じた氷河湖周辺では氷を含むデブリ地形、湖水を溜める湖盆地形、アイストンネルが確認されており、これらの地形的特徴が氷河湖変動の要因として重要かどうかを調べた。最初に、衛星画像解析より氷河前面に発達する 1110 箇所のデブリ地形を抽出した。次に、内部に氷を持つデブリ地形の分布を調べるために、ALOS-2/PALSAR-2 を用いた差分干渉 SAR (DInSAR) 解析を行い、484 箇所の埋没氷を含むデブリ地形を抽出した。さらに、1979 年と 2016 年の空中写真と UAV 画像から作成したオルソ画像から地形の長期的変化を調べたところ、氷河前面における湖盆の形成、アイストンネルに伴う地形変化が確認された。地温と気温の観測より、年平均気温は-4℃、年平均地温は-3.3～-1.3℃の結果が得られ、この地域のほとんどの氷河湖・湖盆とデブリ地形が山岳永久凍土の環境下にあることがわかった。

最後に、氷河湖変動に寄与する要因としてアイストネルの閉鎖について、氷河湖の出現時期から凍結タイプと崩落タイプに分類した。ここで、凍結タイプは冬期にトンネル内部の水が凍結して閉鎖するタイプで春の融雪時に氷河湖が出現する。崩落タイプは夏季にアイストネル内部の崩落やトンネル入り口付近の斜面変化に起因して閉鎖が起こるタイプで融解時期に出現する。さらに現地調査を含むより詳細な地形変化の解析から、岩屑や氷の堆積によりアイストネルの閉鎖が起き、それが氷河湖変動に寄与しているという結果を得た。

#### 審査結果の要旨

以上、本研究・博士論文では現地調査及び衛星画像解析から、この対象地域に於いて氷河前面に発達する埋没氷を含むデブリ地形の存在と融解時のアイストネルの閉鎖という地形環境が氷河湖変動の要因となるという新たな知見を得た。すなわち、これまでの主にヒマラヤ域における氷河湖変動の研究をもとにした、温暖化傾向に伴う気象要因による氷河湖変動とは別に、地形環境要因による氷河湖変動への寄与を示した。これは雪氷学・山岳地形学に取って新たなかつ重要な知見であり、よって本論文は博士（理学）の博士論文として十分であると判定する。