

UAV 撮影画像を用いた氷河域の判定手法

日本大学 学生会員 ○宮澤 林太郎
 日本大学 正会員 朝岡 良浩

1. 緒言

近年、気温上昇により世界の多くの山岳氷河が縮小、消滅しつつある。本研究は南米ボリビアの山岳氷河を対象として、氷河縮小の対策として用いられている氷河融解・流出モデルで必要となる氷河面積を正確に観測するために、UAV (Unmanned Aerial Vehicle 無人航空機) を用いて観測を行い²⁾、その観測画像から氷河の判定を行った。本研究の目的として、UAV を用いた観測で得た各波長帯 (Red, Green, Blue, Near-infrared) の画像から氷河、非氷河の判定を行う。そのために UAV 画像から各波長帯の放射データを抽出、分光反射特性などを比較し、氷河域の識別する方法を検討するとともに、従来の人工衛星を用いた観測よりも UAV を使用した観測の方が高解像度であることを示し、判定手法を確立させる。

2. 対象地域

ボリビア多民族国は南米に位置する内陸国である。ボリビアの主要都市であるラパスと隣接するエル・アルトは年間降水量が約 500 mm と少なく、乾季 (5 月～10 月) は降水が非常に少ない。そのため、ラパス及びエル・アルトでは氷河の融解水が最大の水資源となっている。コンドリリ氷河はボリビア北部に位置する氷河である。流出する融雪水はトゥニ貯水池に貯留される。トゥニ貯水池の流域面積は約 90 km² となっており、首都圏の水需要の約 3 割を供給している。

3. 研究方法

研究方法の方針として、UAV 画像を用いて、適切な波長帯やその演算値に閾値を設けて、氷河域を抽出する。

UAV を用い、2017 年 8 月 31 日にコンドリリ氷河を撮影した。この際に使用した UAV は可視画像と近赤外画像を同時に撮影できる (図 1)。

氷河を撮影する際には地上に白板を設置した。基本的に白板の上では次式が成り立つため白板上の反射量から画像全体の入射量を算出することができる。

$$\text{入射量} = \text{反射量} \quad (3.1)$$

次に UAV で撮影した可視画像近赤外画像から赤 (Red)、緑 (Green)、青 (Blue)、近赤外 (Near-infrared) の各波長帯の 4 つに分類する。分光放射輝度の各波長帯は青 400～499 nm、緑 500～599 nm、赤 600～699 nm、近赤外 700～1000 nm である。4 つに分類した画像を、事前に求めた入射量と次式を用いて、各波長帯の反射率を求めた画像をそれぞれ作成する。

$$\text{反射率} = \text{反射量} / \text{入射量} \quad (3.2)$$

4 波長帯の反射率を示す画像を作成後、それらを重ね合わせ、画像上の雪、土、それらが混合している場所の 3 ヶ所に 25×25 ピクセルのポリゴンをそれぞれ設置し、その部分の各波長帯の反射率を抽出

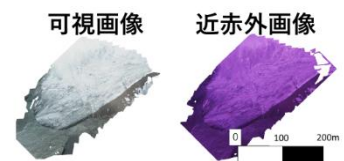


図 1 UAV で撮影した可視画像、近赤外画像

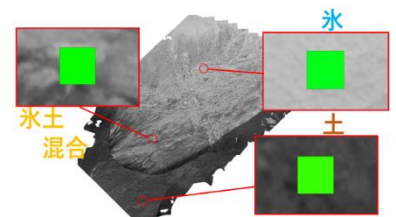


図 2 配置されたポリゴン

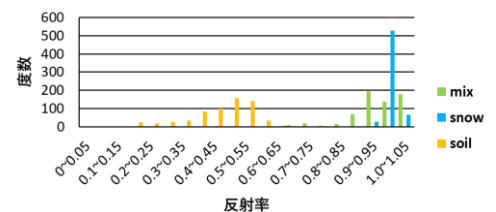


図 3 青の波長帯のヒストグラム

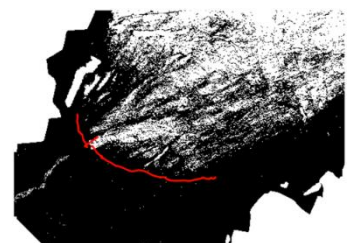


図 4 氷河域判定画像
 (青の波長帯の閾値 0.8)
 (白：氷河域 黒：非氷河域
 赤線：GPS の実測データ)

キーワード 可視画像、近赤外画像、分光放射、反射率、正規可植生指標、ボリビア

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL024-956-8732

する(図2)。氷河域の判定を行うためには各波長帯の特性を調べ、閾値を求めるために効果的な波長帯を求める必要がある。そのために抽出したデータを各波長帯ごとにヒストグラム化し、氷河域判定に有効な波長帯と反射率の閾値を算出し、それに基づいて氷河域判定画像を作成する。この画像と、GPSを用いて実際に現地で観測した氷河域の実測データを比較し、最も測定値と重なる閾値を決定した。

反射率の他にNDVI(Normalized Difference Vegetation Index)のヒストグラムを作成する。作成理由として、コンドリリ氷河には源流が流れているため、土地被覆判定で一般的に使用されるNDVIも作成することにした。NDVIを求める式は以下のとおりである。

$$NDVI = (\text{近赤外の反射率} - \text{緑の反射率}) / (\text{近赤外の反射率} + \text{緑の反射率}) \quad (3.3)$$

NDVIを求めることからコンドリリ川源流部分にも25×25ピクセルのポリゴンを設置した。

4. 結果及び考察

反射率をヒストグラム化した結果、重複データの少ない緑もしくは青の反射率のグラフを用いることが適していると判断し、本研究では青の画像を使用することにした。さらに全波長帯の傾向として雪と氷土混合の反射率の分布は重複している場所が多いのに対し、土と氷土混合の反射率は重複している箇所は比較的少ない。重複している箇所が少ないほうが氷河域の判定がしやすいことから、土と氷土混合の反射率分布の境界の反射率を用いて氷河域判定の画像を作成した。青の反射率のグラフから氷河域判定画像を作成するにあたり、反射率0.65を閾値とした(図3)。図3から反射率0.65を閾値として作成した画像では、実測データに沿って雪と土はおおむね分かれているといえるが、反射率0.65を閾値とした場合、土である領域を雪と判定してしまう箇所が発生した。そのため反射率を少しずつ引き上げ、雪と誤判定する部分を修正した。反射率を0.05ずつ引き上げていき、最終的に反射率0.8を閾値とした画像が最も適当となった(図4)。しかし、図4では左下部に流れる川を雪と判定してしまっている。この誤判定を除くためにNDVIを用いた。NDVIと反射率の画像を組み合わせ、閾値を設定することで川を除いた氷河域判定画像を作成した。各反射率、NDVIから川を判定する条件は以下のとおりである。

$$\text{青の反射率} < 0.8 \quad \text{かつ} \quad \text{近赤外の反射率} < 0.6 \quad \text{かつ} \quad NDVI < -0.20$$

使用したNDVIのヒストグラムが図5であり、各波長帯、閾値で作成された氷河域判定画像を図6に示す。結果から得られた課題として、高解像度が原因とされる氷河域の誤判定が発生したこと、川と雪の判別が完全にはできなかったことの二点が露見した。

5. 結言

本研究ではUAV観測から得られた各波長帯画像を用いて氷河、非氷河の判定を行い、各波長帯バンド及びNDVIのヒストグラムの比較から、適切な波長帯及び閾値を求めることができた。課題として、高解像度が原因とされる氷河域の誤判定および川と雪の判別が完全にできなかったことが挙げられる。

謝辞：本研究はJSPS科研費(17K06587, 代表：朝岡良浩)の助成を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 船木 翔太, 朝岡 良浩, 若林 裕之, 木内 豪, Javier Mendoza (2018): C-band合成開口レーダを用いた熱帯氷河の後方散乱特性, 土木学会論文集B1(水工学), 74/4, I_889-I_894.
- 2) 角張 龍平, 朝岡 良浩, 若林 裕之 (2018): 熱帯地域の山岳氷河を対象としたUAV観測の有効性について, 東北と雪の生活, vol33, pp23-28.

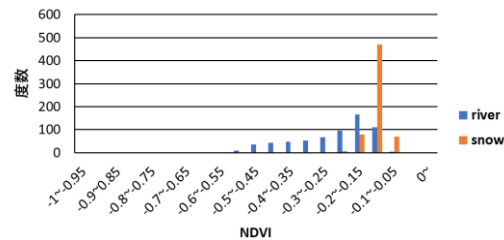


図5 NDVIの波長帯のヒストグラム

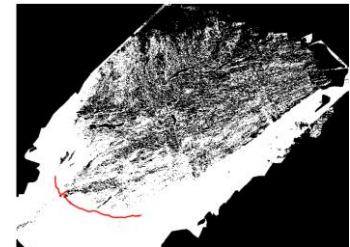


図6 最終的に求められた氷河域判定画像
(黒:氷河域 白:非氷河域
赤:GPSの実測データ)