

人工衛星マイクロ波データの後方散乱特性を用いた熱帯氷河先端部の抽出

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○富金原 史堯
 日本大学工学部土木工学科 正会員 朝岡 良浩
 サンアンドレス大学水理・水文研究所 非会員 Pablo Fuchs

1. 背景

南米大陸中央部に存在するボリビア多民族国は、5月から10月にかけて熱帯収束帯からはずれ乾季となり、極端に降水量が減少する。ボリビア首都圏の年間降水量は 650mm であり、乾季の水資源は貯水されている雨季の降水や熱帯氷河の融解水を貯水池から供給することによって賄っている¹⁾。首都圏より北北西 30km 地点に位置するトゥニ貯水池は、首都圏の水需要の3割を担う主要水源であり、年間 1m³/s を首都圏へ送水している(図-1)。しかし、地球温暖化によって氷河は長期的に減少傾向²⁾にあり、貯水量への影響および水不足が懸念されている。貯水量への影響を予測し、水不足への対策を講じるためには氷河域の観測が必要である。

本研究は能動型のマイクロ波センサであり昼夜や被雲率の多寡を問わず観測が可能である SAR(Synthetic Aperture Radar)を用いて月単位の熱帯氷河観測の可能性を検討する。

2. 対象地域

本研究はコンドリリ川集水域内の最上流部に存在するコンドリリ氷河を対象とした。トゥニ貯水池は導水管を介して雨季にコンドリリ川から取水する。

3. データセット

人工衛星 Sentinel-1A に搭載されている C-band 合成開口レーダにより観測された衛星画像データを用いた。期間は 2014 年 10 月から 2016 年 9 月まで各月 1 シーンを入手し、その内 2016 年 3 月、5 月、9 月の 3 シーンを使用した。衛星画像は SNAP(Sentinels Application Toolbox)を用いて補正した後、式(1)を用いて衛星画像の後方散乱係数 γ^0 を dB 値に変換した。

$$\gamma^0(\text{dB})=10\log_{10}(\gamma^0) \quad (1)$$

氷河先端のデータとして 2016 年 3 月と同年 9 月の GPS 測位データを検証に用いた。また、2016 年 5 月のトゥルーカラー画像（空間分解能 2m）を基に作成した氷河先端線のデータも検証として用いた(図-2)。

4. 研究手法

はじめに、氷河先端の観測データに対して縦断線と横断線を

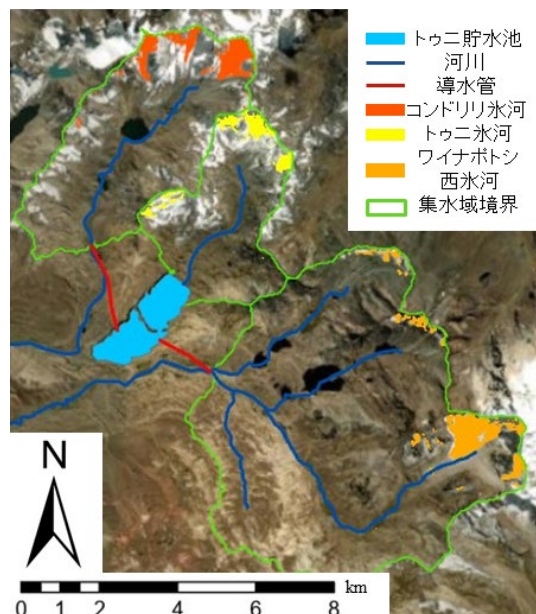


図-1 トゥニ集水域と 2016 年の氷河域

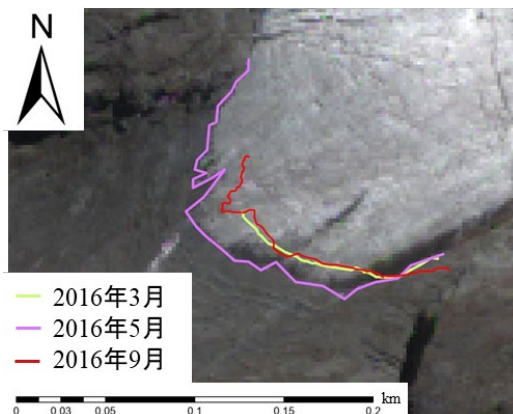


図-2 氷河先端線

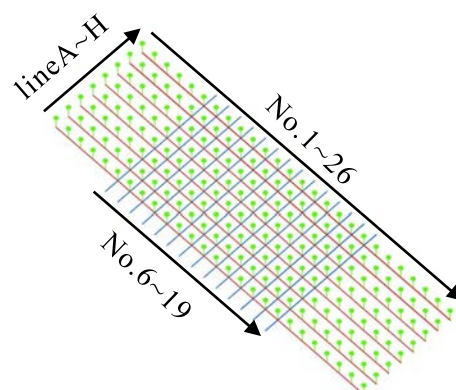


図-3 縦断線・横断線の番号

キーワード ボリビア, 気候変動, 合成開口レーダ, Sentinel-1

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

等間隔に設け、その格子点での後方散乱係数を抽出した(図-3)。地表が水面のように滑らかな場合、SAR より照射されたマイクロ波が鏡面反射するため後方散乱係数は低下する。一方で、地表面が粗い場合は拡散散乱によって後方散乱係数は大きくなる。これらの特徴から地面と氷河では後方散乱係数が異なると考えられる。縦断方向・横断方向の解析をそれぞれ行い、後方散乱係数の変化が最大となる区間を境界、すなわち氷河域先端として判別した(図-4)。

5. 結果および考察

縦断線の後方散乱係数に基づいて氷河先端線を抽出した場合(図-5)，3月ではNo.14 から 18，5月ではNo.7 から 8 および No.14 から 16，9月ではNo.16 から 17 で観測データに近い先端線を抽出できた。また，横断線の後方散乱係数に基づいて氷河先端線を抽出した場合(図-6)，3月では lineE から H，5月では lineD から H および lineE から H，9月では lineE から G で観測データに近い氷河先端線を抽出できた。氷河先端線が過小，また過大に抽出した場所に関しては，地表面の状態や材質に依らず地形の傾斜によりマイクロ波の後方散乱が安定しなかったことが要因として考えられる。

3月の氷河先端の抽出は No.15 から 18 で先端を過小に抽出されたことに対して lineD から H では観測データに近い場所で抽出した。一方で，No.14 から 16 は抽出できているが，lineA から D では過大に抽出した。また5月の先端線の抽出は No.9 から 12 で先端線が過小に抽出したことに対して，lineA から D では縦断線よりも近い場所で抽出ができた。この結果から，縦断線と横断線双方の解析を総合的に判断することで，より高い精度で氷河先端線を抽出できると考えられる。

本研究では，地面と氷河の境界を後方散乱係数の変化量によって抽出したが，今後の課題として，具体的な閾値を設定し妥当性を検討することで明確な判別条件を設定し，より適切な氷河先端線を抽出できるようにする。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (20K04712, 代表: 朝岡良浩) および JSPS 二国間交流事業の支援により実施された。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 舩木ら: ボリビア・トゥニ貯水池集水域の氷河縮小が流出量に及ぼす影響, 土木工学会論文集G(環境), Vol.72, No.5, pp.I_45-I_51, 2016.
- 2) Morizawa et al.: Temporal glacier area changes correlated with the El Niño/La Niña Southern Oscillation using satellite imagery, Hydrological Research Letters, Vol.7, No.2, pp.18-22, 2013.

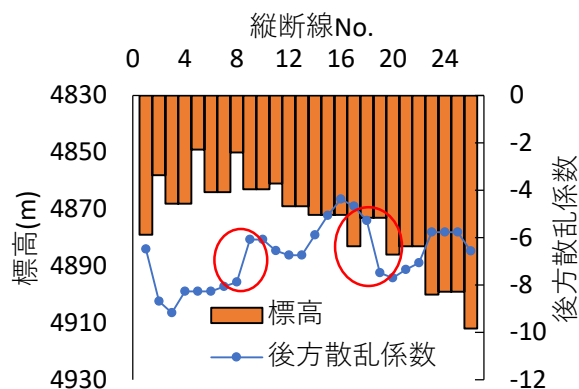


図-4 横断線 lineD (2016 年 5 月)

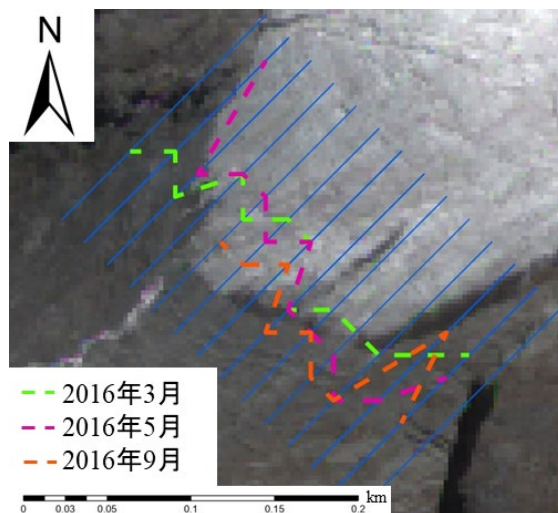


図-5 縦断線から抽出した氷河先端線

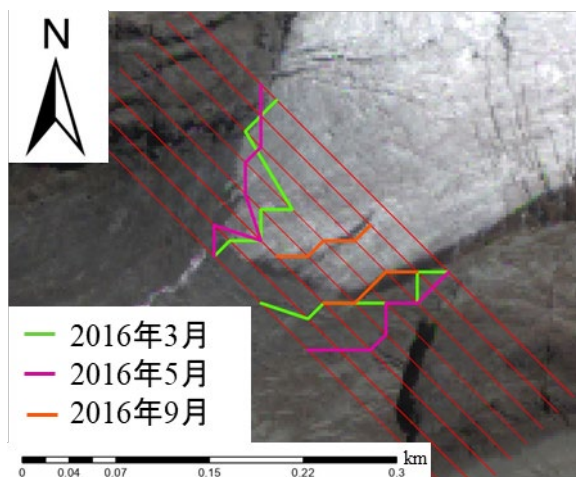


図-6 横断線から抽出した氷河先端線