

高解像度衛星画像を用いた熱帯氷河下流における湿地湛水域の抽出

日本大学工学部 学生会員 ○門間 洋仁

日本大学工学部 正会員 朝岡 良浩

サンアンドレス大学 非会員 Javier Mendoza

1. 背景

南米に存在するボリビア多民族国の首都、ラパス市と隣接するエル・アルト市は、年間降水量が 500mm と非常に少ない地域である。そのため、水資源の多くをアンデス山脈に存在する熱帯氷河の融解水に依存しているという工学的な特徴がある。しかし、近年の気候変動の影響で、熱帯氷河の長期的な減少が報告されている。熱帯氷河の減少に伴い、ラパス市およびエル・アルト市では、将来的に深刻な水資源不足が懸念され、対策が求められている。

熱帯氷河の特徴として下流に形成される湿地環境が挙げられる。熱帯氷河下流域は氷河の浸食作用により、U 字谷が形成され、谷底では土砂等の堆積により湿地湛水域が形成される。湿地湛水域は蒸発が発生するため、流域水資源の損失につながると考えられる。しかし、氷河下流域における湿地湛水面積の季節変化の実態や湿地が水循環に及ぼす影響は十分に解明されていない。

湿地湛水域の季節変化を把握するためには、合成開口レーダから得られる後方散乱係数画像が有効であると考えられる。しかし、後方散乱係数画像のみでは情報量に乏しく、湿地湛水域の抽出が困難である。そのため、湿地湛水域の抽出には教師データを必要とする。本研究は、熱帯氷河の一つであるトゥニ氷河とその下流域を対象に高解像度で可視波長を観測する人工衛星 Geoeye-1 を用いてボリビア熱帯氷河の下流に分布する湿地湛水域の抽出を行い、後方散乱係数の画像を用いた湿地湛水域抽出のための真値を作成した。

2. 対象地域

トゥニ貯水地集水域はボリビアの首都ラパス市やエル・アルト市から北北西に約 40km 離れた場所に位置しており、ラパス市を中心とした首都圏の水資源の約 3 割を担う。トゥニ貯水地にはトゥニ川が流入する。加えて、雨季に限定して導水路を介してコンドリリ川とワイナポシ川からトゥニ貯水地に取水する。トゥニ川、コン

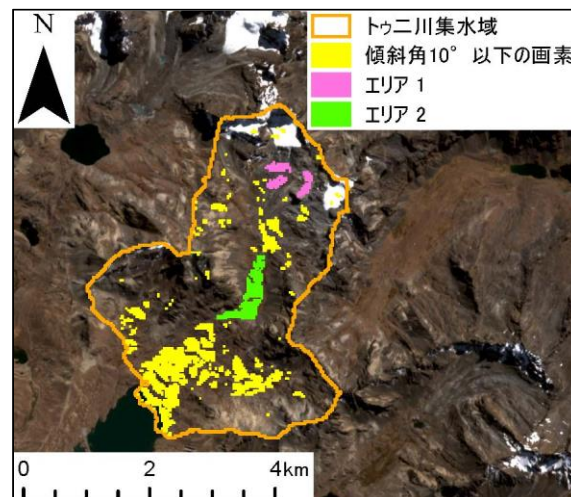


図-1 傾斜角 10° 以下の画素とテストエリア

ドリリ川、ワイナポシ川の上流域にはそれぞれトゥニ氷河、コンドリリ氷河、ワイナポシ西氷河が存在する。

3. データセットおよび研究手法

3.1 標高データ

上述のとおり湿地は谷底平野に形成されるので、U 字谷の斜面部は解析の対象から除外した。トゥニ貯水地集水域における傾斜角の分布図を作成するために標高データ SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) の Version1 を用いた。空間分解能は 30m である。本研究は傾斜角 10°以下の画素を湿地湛水域抽出の対象とした。傾斜角 10°未満の画素の分布を図-1 に示す。

3.2 Geoeye-1 衛星画像データ

本研究ではアメリカの Digitalglobe 社が運用している人工衛星 Geoeye-1 が観測した衛星画像を使用した。分解能は 2m である。本研究では 2016 年 5 月 18 日に観測した衛星画像を用いた。

湿地湛水域の判別は NDBI(正規化湿地指数)と竹内・木内(2015)が提案した NDBI(正規化植生指数)を使用した。NDBI および NDVI の計算式の(1), (2)式に示す。

$$NDBI = \frac{VIS(red) - VIS(blue)}{VIS(red) + VIS(blue)} \quad (1)$$

キーワード Geoeye-1, トゥニ貯水地集水域, 正規化植生指数, 正規化湿地指数, Otsu 法

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定中河原 1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8732

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (2)$$

ここで、 $VIS(red)$ は可視域(赤)の反射率、 $VIS(blue)$ は可視域(青)の反射率、 NIR は近赤外域の反射率、 VIS は可視域の反射率で、可視域の反射率を青から赤の3つのバンドで入れ替えることでNDVI値の変化を見た。本研究はNDVI画像を用いた水域と非水域の2値化、竹内・木内(2015)が提案したNDBI画像を用いた2値化を検討する。

閾値の決定にはOtsu法を使用した³⁾。Otsu法は画像に収録された値のヒストグラムから閾値を自動で検出して二値化する手法である。本研究ではNDVI画像とNDBI画像それぞれOtsu法による二値化処理を行い、湿地を判別した。また、NDVI・NDBIそれぞれのヒストグラムで双峰性を持たせるために、傾斜角 10° 以下の画素から、湿地湛水域の占有率が低いエリア1と湿地湛水域の占有率の高いエリア2を対象とした。それぞれのエリアを図-2に示す。

4. 結果および考察

Otsu法を用いて閾値を決定した結果を表-1に示す。Otsu法による二値化の結果、NDBIの閾値は最も小さい値となった、NDVIの閾値は用いた可視光の波長が長いほど、閾値の値も大きくなるという結果が得られた。

図-2にテストエリアを対象に算出したNDBI値とOtsu法により二値化した画像、表-1に閾値以上の画素値を示した領域の面積と面積率を示す。閾値以上の面積はNDBI、NDVIどちらも約50%という結果が得られた。

図-3にNDBIおよびNDVIの散布図を示す。NDVIとNDBIの2つの指標によっても2つのクラスターに分類できることを確認できる。今後は2種類の指標を用いて分類するフィッシャーの線形判別手法に取り組み、Otsu法による結果の妥当性を検討する。

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) Kairi Morizawa, Yoshihiro Asaoka, So Kazama, Luminda Niroshana Gunawardhana: Temporal glacier area changes correlated with the El Niño/La Niña Southern Oscillation using satellite imagery, Hydrological Research Letters, 15,

表-1 Otsu法による閾値の決定と二値化結果

	閾値	閾値以上の面積 (m ²)	割合 (%)
NDBI	-0.057	188,104	55.225
NDVI (青)	0.152	187,172	54.951
NDVI (緑)	0.201	187,680	55.100
NDVI (赤)	0.203	186,860	54.859

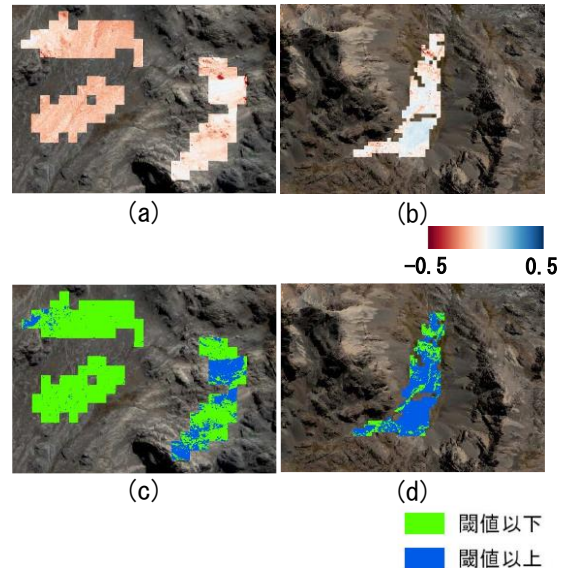


図-2 テストエリアのNDBI値および二値化結果

- (a) NDBI: エリア1 (b) NDVI: エリア2
(c) NDBI 二値化結果: エリア1
(d) NDBI 二値化結果: エリア2

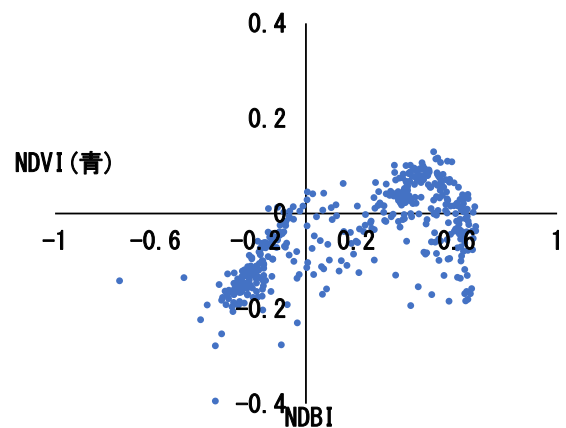


図-3 NDBI および NDVI の散布図

pp18-22, 2013.

- 2) 竹村北斗, 木内豪: アンデス山脈の高標高帯における湿地の分布・形態の同定と水文学的機能の考察, 土木学会論文集 B1(水工学), 71, 4, pp937-942, 2015.
3) 大津展之: 判別および最小2乗基準に基づく自動しきい値選定法, 電子情報通信学会論文誌 D, J63-D, 4, pp.349-356.