

## 複数の衛星画像を用いた湿地湛水域抽出手法の検討

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

南米のボリビア多民族国に位置するトゥニ貯水地では降水量が 500mm と非常に少ない。そのため水資源の多くをアンデス山脈の熱帯氷河からの融解水に依存している。しかし、近年の気候変動の影響により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が、このような湿地湛水域の季節変化の実態は十分に解明されていない。

湿地の季節変化の推定には、全天候性を有する人工衛星搭載の合成開口レーダが観測するマイクロ波データが有効であると考えられる。しかしマイクロ波データは単偏波の画像であるため単バンドを用いた土地被覆分類には教師データが必要となる。

本研究は高分解能で多くの光学センサを搭載した人工衛星 Worldview-3 と C バンド合成開口レーダを搭載した人工衛星 Sentinel-1 の衛星画像を組み合わせることにより、トゥニ貯水地集水域に存在する湿地湛水域を抽出した。

### 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、コンドリリ川、ワイナポトシ川が存在し、トゥニ貯水地にはトゥニ川が流入する。3 つの河川の上流域にはそれぞれトゥニ氷河、コンドリリ氷河、ワイナポトシ氷河が存在する。

表-1 worldview-3 の解像度、観測時期、観測波長帯

解像度	観測時期
2m	2015/7/11
バンド名	観測波長帯 (nm)
コースタルブルー	400~450
青	450~510
緑	510~580
黄	585~625
赤	630~690
レッドエッジ	705~745
近赤外1	770~895
近赤外2	860~1040

表-2 Sentinel-1 の解像度、観測時期、観測波長帯

解像度	観測時期
10m	2014/10~2016/9
バンド名	観測波長帯 (cm)
C(マイクロ波)	5.6

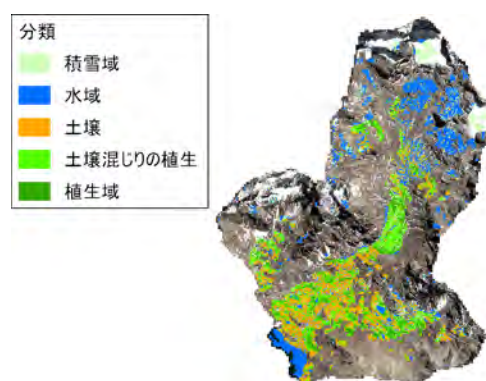


図-1 土地被覆分類の結果(傾斜角 15° 以下の範囲)

### 3. データセットおよび研究手法

#### 3.1 標高データ

湿地は下流部の平地に形成されるため流域の平坦部を抽出した。標高データを用いて流域の傾斜角を算出し、傾斜角 10° 以下の画素と傾斜角 15° 以下の画素を平坦部として抽出した。標高データは SRTM・Version1 を使用した。空間解像度は 1" (約 30m) である。また傾斜角 10° 以下の範囲から作成したフォールスカラー画像を用いた目視判別により湿地湛水域の占有率が低いエリアと湿地湛水域の占有率が高いエリアを選定し、併せてテストエリアとして設定した。

キーワード Otsu 法, worldview-3, Sentinel-1, 後方散乱係数, トゥニ貯水地

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

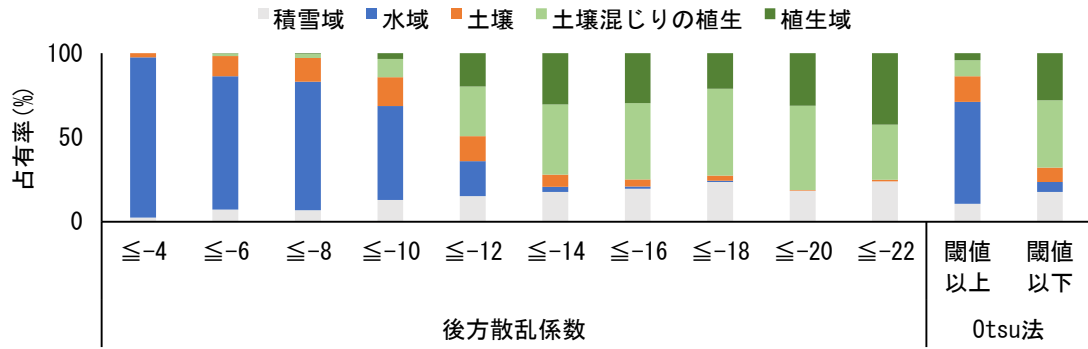


図-2 後方散乱係数に対する土地被覆分類の割合

3.2 衛星画像データ

本研究では人工衛星 Worldview-3 と人工衛星 Sentinel-1 の衛星画像を土地被覆分類に用いた。Worldview-3 および Sentinel-1 衛星画像の解像度，観測時期，観測波長帯を表-1，表-2 に示す。

3.3 土地被覆の分類

初めに集水域下流に存在する積雪域を抽出した。Worldview-3によって観測されたRed Edge (Band6) の画像に閾値 (DN=140)を設け，閾値を上回る画素を積雪域とした。次にWorldView-3の衛星画像からNDVI, NDWIの画像を作成し，Otsu法<sup>1)</sup>を適用してテストエリアの画像を2値化することで土地被覆の分類を行った。正規化植生指数(NDVI)と正規化水指数(NDWI)は(1)，(2)式を用いて算出した。

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{RED - SWIR}{RED + SWIR} \quad (2)$$

ここでREDは可視光(赤)の反射率，NIRは近赤外光の反射率，SWIRは短波長赤外光の反射率である。Otsu法は各センサの画像から得られる DN 値のヒストグラムを用いて二値化する手法である。

4. 結果および考察

本研究は NDVI のヒストグラムを Otsu 法により二値化し，NDVI の低い画素を非植生域，NDVI の高い領域を植生域として分類した。次に非植生域の NDWI のヒストグラムと植生域の NDVI のヒストグラムより，再度 Otsu 法を適用して水域，土壌，土壌混じりの植生，植生域に分類し，分類の結果を傾斜角 15° 以下の範囲に適用した(図-1)。分類結果と，Sentinel-1 衛星画像の後方散乱係数の関係を示すために，(1)後方散乱係数を Otsu 法により二値化した領域，(2)後方散乱係数を 2db

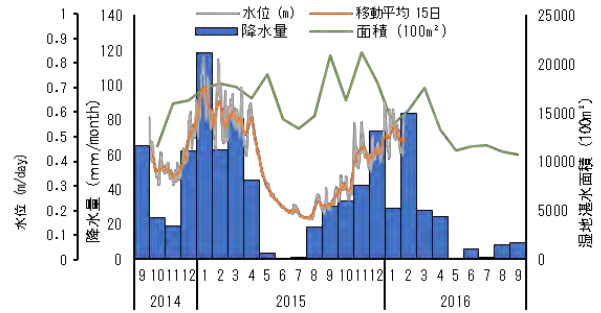


図-3 トウニ川集水域の湿地湛水面積及び月合計降雨量、トウニ川の日平均水位

毎における各分類の含有率を算出した(図-2)。後方散乱係数の高い領域ほど，水域の含有率が高いということを確認できる。湿地のような水深の低い水域ではマイクロ波の表面散乱よりも体積散乱の方が卓越するため後方散乱係数は高くなると考えられる。この結果より水域と分類した領域は湿地湛水域の可能性が高いと考えられる。そこで水域の占有率が，50%以上である-10dbを閾値に決定し，閾値以上の後方散乱係数の値を示した領域を湿地湛水域とした。

図-3 にトウニ川集水域における湿地湛水面積及び月合計降雨量，トウニ川の日平均水位の変化を示す。湿地湛水面積は降水量，河川水位と同様に雨季に増加，乾季に減少する傾向を示したことから湿地湛水域拡大の要因として，降水や河川からの氾濫が挙げられることが示唆された。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費(20K04712，代表朝岡良浩)の支援により実施された。ここに謝意を示す。

参考文献

1) 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, 1980.