

# 融雪期の Landsat 画像を利用した積雪観測頻度マップの作成

長岡技術科学大学 大学院修士課程 非会員 張 宏涛  
長岡技術科学大学 正会員 高橋一義

## 1. はじめに

新潟県を含む日本海沿岸地域は、世界有数の豪雪地帯である。降積雪は災害の要因である一方、積雪は貴重な水資源でもある。積雪を水資源として有効利用するには、その分布を時間的・空間的・定量的に捉えることが重要である。これまで山岳地帯の積雪分布を衛星観測画像から生成した積雪観測頻度マップを参照し、地上観測画像から推定する取り組みがある<sup>1)</sup>。本研究では、1980年代後半から2019年までの多数の雲なし Landsat 画像を用いて、より高精度の積雪観測頻度マップを作成し観測頻度と標高の関係を調べた。本稿では、その作成過程と結果について報告する。

## 2. 対象領域および使用データ

新潟県南魚沼市を流れる魚野川流域を含む範囲を対象領域とする。また積雪観測頻度マップの作成には、観測データの蓄積が豊富な Landsat 画像の内、地上分解能 30m のセンサ画像が利用できる Landsat5 号(TM センサ) と Landsat8 号(OLI センサ)の画像を利用する。

## 3. 方法

### 3.1 データ検索と入手

USGS のサイトにおいて、Landsat5 号の打ち上げ直後の 1985 年から 2019 年まで期間を対象に融雪期(3~6月)の衛星画像を検索し、対象領域に雲がない衛星画像をダウンロードして入手する。入手データは、地図投影済みの反射率画像とする(処理レベル2)。

### 3.2 積雪領域の判別

積雪領域の判別には、TM および OLI 画像から作成した正規化積雪指標 NDSI<sup>2)</sup>(Normalized Difference Snow Index)画像を利用する。NDSI 画像において、NDSI 値が閾値(本研究では 0.4

とする)以上の画素を積雪域と判別する。NDSI の式を次に示す。

$$NDSI = \frac{G - R}{G + R} \quad (1)$$

ここで  $G$  は可視域緑色の反射率(TM センサは  $0.53\text{--}0.60\mu\text{m}$ 、OLI センサは  $0.525\text{--}0.59\mu\text{m}$ )、 $R$  は中間赤外域の反射率(TM センサは  $1.55\text{--}1.75\mu\text{m}$ 、OLI センサは  $1.56\text{--}1.66\mu\text{m}$ )である。

### 3.3 積雪観測頻度マップの作成

入手した Landsat 画像から判別した積雪域画像の観測日を考慮せず単純に重ね合わせ、積雪観測頻度マップを作成する。積雪観測頻度 1 は平地、山岳地ともに現れるため、積雪頻度 2 以上を対象とする。

### 3.4 積雪観測頻度データと標高の関係

積雪観測頻度マップは、雲下の積雪領域の推定に利用される。そこで、作成した積雪観測頻度マップと標高の関係を調べ、雲下の積雪領域推定の基礎資料とする。積雪観測頻度を区間一定の区間で区切った積雪観測頻度を等間隔に区分し、各区間に対応する標高の平均値を調べる。標高データは、国土地理院のサイトから入手した 10m メッシュ DEM データを利用する。

## 4. 結果と考察

### 4.1 雲なし Landsat 画像

1985 年から 2019 年までの衛星画像の内、対象領域に雲がない画像は、1988 年から 2019 年に 29 シーン確認できた。おおむね 1 年に 1 回の頻度で画像が得られる形となった。その一覧を表 1 に示す。

### 4.2 積雪観測頻度マップ

積雪領域を判別した 29 シーンの画像から積雪観測頻度マップを作成した。結果を図 1 に示す。図 1 中で、赤色領域ほど雪が融けにくい地

表1 入手した Landsat 画像の撮影日一覧

西暦	観測日	西暦	観測日
1988	3/11、4/28	2005	3/10、4/27
1991	3/4、4/5、5/7	2007	5/3
1993	4/26、5/28	2008	3/18、5/21
1994	4/29	2009	3/5、3/21、4/6
1995	3/15	2010	4/25
2000	4/13	2013	6/4
2001	4/16、6/3	2015	3/22、4/23
2003	6/9	2017	5/30
2004	5/26	2018	6/2
		2019	4/18

域と解釈できる。

#### 4. 3 積雪観測頻度データと標高の関係

最大積雪観測頻度が 29 であったので、頻度 5 を区分幅として標高との関係を調べた。結果を図 2 に示す。頻度 5 以下の場合を除き、観測頻度の増加にともない標高が高くなるのが分かる。そこで、頻度 6 以上において積雪観測頻度  $F$  と標高  $H$  の関係を直線で近似すると、 $H = 53.58 F$  となった。ここから、頻度が 1 回増えると積雪域の標高帯が 50~60m 高くなるのが分かる。なお、頻度 5 以下は図 1 中で青色領域に該当し、その多くが平地や群馬県側であった。

#### 5. まとめと今後の予定

1980 年代後半から 2019 年まで融雪期の多数の雲なし Landsat 観測画像から積雪頻度観測マップを作成し、頻度と標高の関係を調べた。その結果、頻度 6 以上の領域において頻度と標高に比例関係があることを確認した。今後は、河川流域に対象を絞り込み、頻度と標高の関係を調べる予定である。また、部分的に雲が存在する画像を利用して、積雪観測頻度の更新方法を検討する予定である。

##### 【参考文献】

- 1) 渡邊映：多時期 Landsat - TM データを用いた融雪パターン抽出，土木学会関東支部新潟会第 22 回土木学会 関東支部新潟会研究調査発表会論文集，pp. 299-300，2004
- 2) Dozier, J: Spectral signature of alpine snow

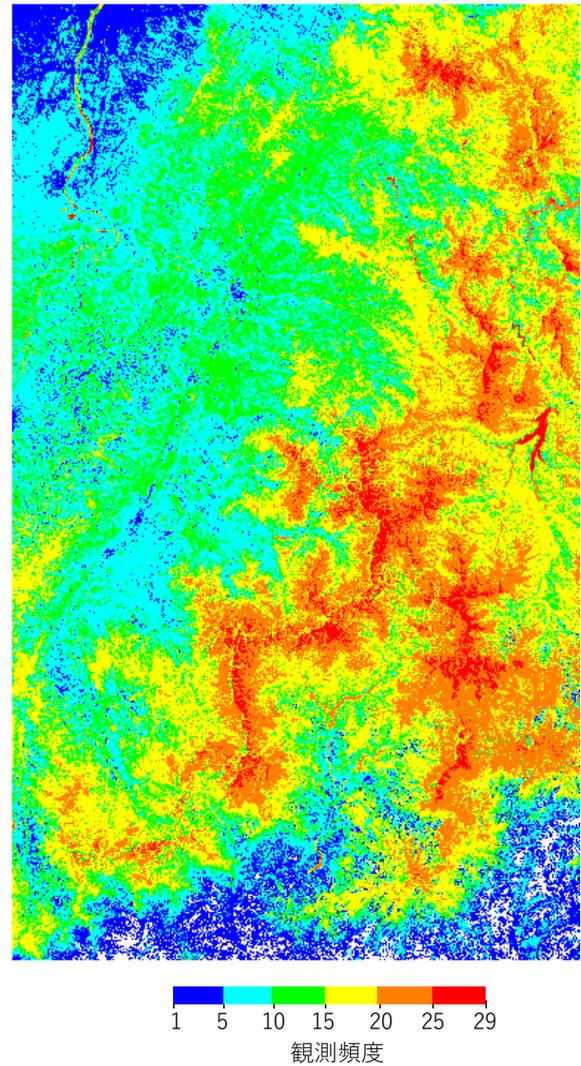


図1 積雪観測頻度マップ

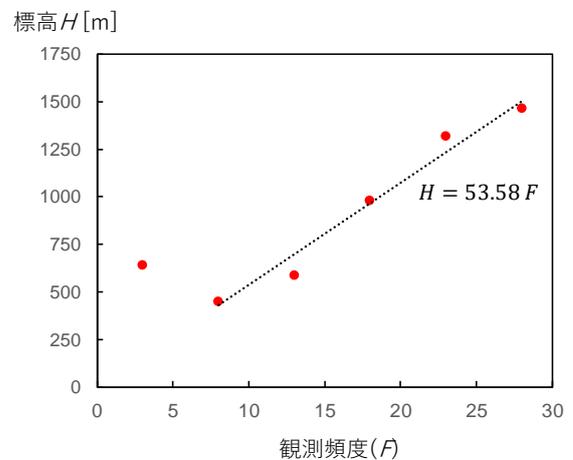


図2 積雪観測頻度と標高の関係

cover from the Landsat Thematic Mapper, Remote Sensing of Environment, 28, pp.9-22,1989.