

衛星指標画像を用いた積雪域自動判別手法の検討

18323288 穴牛康太

1. はじめに

新潟県は世界有数の豪雪地帯であり,雪による災害など甚大な被害を受けている.しかし,その一方で観光・リクリエーションへの活用や重要な水資源としての需要もある.このような雪の二面性から,雪害防止対策だけでなく雪の利用という観点からも積雪量の推定が必要である.

積雪の多くは山岳地帯に分布しており,人が山岳地帯に行き積雪を広域的に観測するためには,多大な人的・経済的資源が必要となる.また,雪崩や遭難といった危険が伴う.このような背景から,衛星画像などのリモートセンシング技術を活用した研究が進められている¹⁾.西原・谷瀬ら²⁾(2019年)の研究では,人工衛星データから抽出した積雪域から消雪した面積割合と融雪の進捗率が概ね一致していることが報告されており,積雪域を把握することが積雪量を把握することにつながると考えられる.

衛星画像を用いた積雪域の把握において雲は大きな影響を及ぼす.可視光域は,雪と雲の分光特性が類似しているため判別が困難である.

そこで本研究では,指標画像を用いて,複数の人工衛星に対応した,積雪域の自動判別手法を検討することを目的とする.

2. 使用データ

既往研究によると,学習精度は教師データが多いほど学習精度が向上することが明らかにされている.このように,学習には大量のデータが必要であるため,短波長赤外を搭載し,5年以上データのある Landsat8 の衛星データを使用し,教師データを作成した.

また,Landsat8 にはピクセルごとの品質情報が付与された pixel_qa バンドが提供されており,雪や雲が分類されている.このバンドの値を用いて画像データに正解となるラベルを与えた.

3. 解析方法

3.1 教師データの作成

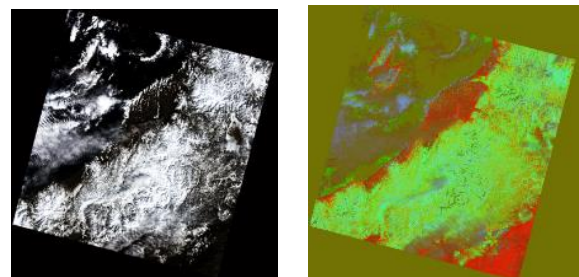
衛星画像データは物体の性質や水分量によって反射強度が異なる.雪や雲は水分量が増えやすいため降雪期から融雪期にかけて様々な分光特性を示す.それに加えて融雪期は山岳地帯のみ多くの雪が残り,植生の指標が高くなる.これらのことから,NDVI, NDSI, WhiteNess の3つの指標を合成した画像を教師データとして扱う. NDVI, NDSI, WhiteNess はそれぞれ,植物,雪,白色度の反射を強調した画像である.3つの指標は次のように算出した.図1に衛星画像データを示す.

$$NDVI \text{ (正規化植生指標)} = \frac{Nir-Red}{Nir+Red} \quad (1)$$

$$NDSI \text{ (正規化積雪指標)} = \frac{Green-Swir}{Green+Swir} \quad (2)$$

$$WhiteNess \text{ (白色度指標)} = \frac{\sqrt[3]{Green*Red*Nir}}{10000} \quad (3)$$

ここで,Nir 近赤外域,Green は緑(可視光域) Red は赤(可視光域),Swir は短波長赤外の反射率である.



(a)可視光域

(b) 指標画像

図1 衛星画像データ

3.1 指標画像の分割

本研究では,積雪域と雲域の領域判別を目的としているため,画素値ごとに分類することが望ましい.しかし,新潟県全域のフルシーン画像は約7821×7941の画素数で構成されているため,画素ごとに学習を行うとデータ量が膨大であり学習

する際に処理しきれない恐れがある。また、解析にかかる時間も膨大であると考えられる。したがって、本研究では、指標画像を 64×64 サイズで学習を行った。

3.3 判別モデルの構築

判別を行うためのモデルを構築するにあたって、入力サイズが学習精度および判別精度に及ぼす影響を考慮し、 64×64 サイズで入力する形の判別モデルを構築した (図3)。その結果、二値分類、三値分類、四値分類でそれぞれ、98%、96%、78%の学習精度が得られた (図4)。

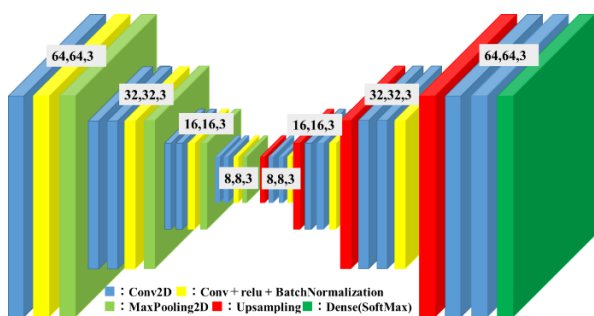


図3 構築した学習モデル

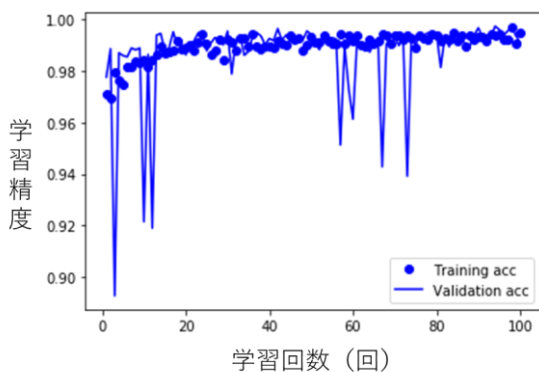


図4 学習モデルの学習結果

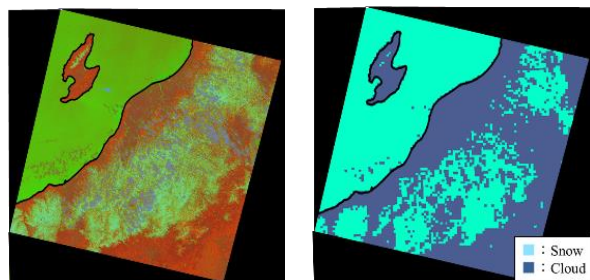
4. 結果と考察

4.1 Landsat8 データにおける判別結果と考察

構築した判別モデルに Landsat8 における未知データを与え判別を行った (図5)。判別結果から、Snow と Cloud は概ね正しく判別されているが Water として与えた海域が正しく判別されていないことがわかる。海域が正しく判別されなかった原因としては、海域における教師データの前処理や与え方に問題があると考えられる。海域の要素

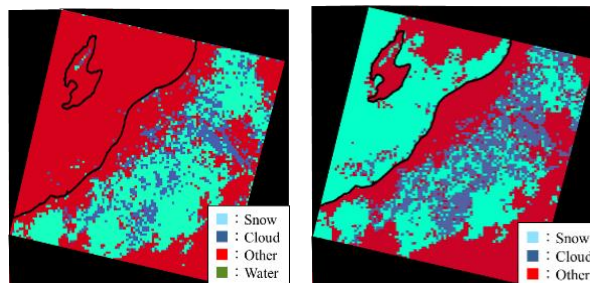
が雪として判別されているケースが多かったが、海域と雲域の反射強度が異なることに加え、指標を用いて積雪域を強調した画像を教師データとして使用しているため、海域における教師データの与え方や前処理、データ数が不十分であったことが大きな原因であると考えられる。

また、目視判別における評価を行った結果、三値判別における精度が最も高かった (表1)。このことから与えるラベルを増やすことで詳細な情報を学習できるため精度が向上すると考えられるがラベル数には最適な数が存在し、本研究における判別では、Snow/Cloud/Other の3つのラベルを与えた判別モデルが適したモデルであると考えられる。



(a)指標画像

(b)二値分類結果



(c)三値分類結果

(d)四値分類結果

図5 Landsat8 データにおける判別結果

表1 Landsat8 データにおける三値分類の評価

		モデル判別				
		Snow	Cloud	Other	合計	精度
目視判別	Snow	934	224	144	1302	71.7%
	Cloud	17	619	53	689	89.8%
	Other	13	5	1611	1629	98.8%
	合計	-	-	-	3620	87.4%

4.2 Sentinel-2 における判別結果と考察

判別モデルの汎用性を評価するために、Sentinel-2 における指標画像を用いて判別を行い、目視判別による評価を行った（図 6, 図 7）。Sentinel-2 における判別結果では、二値判別の判別精度が 83.3% と高く、三値、四値の判別精度はそれぞれ 33.3%、47.2% という結果となった。これは、使用する衛星データによって少しずつ波長帯が異なり、指標画像に多少の差異が生じるためであると考えられる。また、与えた指標画像は厚さの異なる雲が複数存在したことや雲が多く全体的に暗い画像であったことが判別に影響を及ぼしたと考えられる。

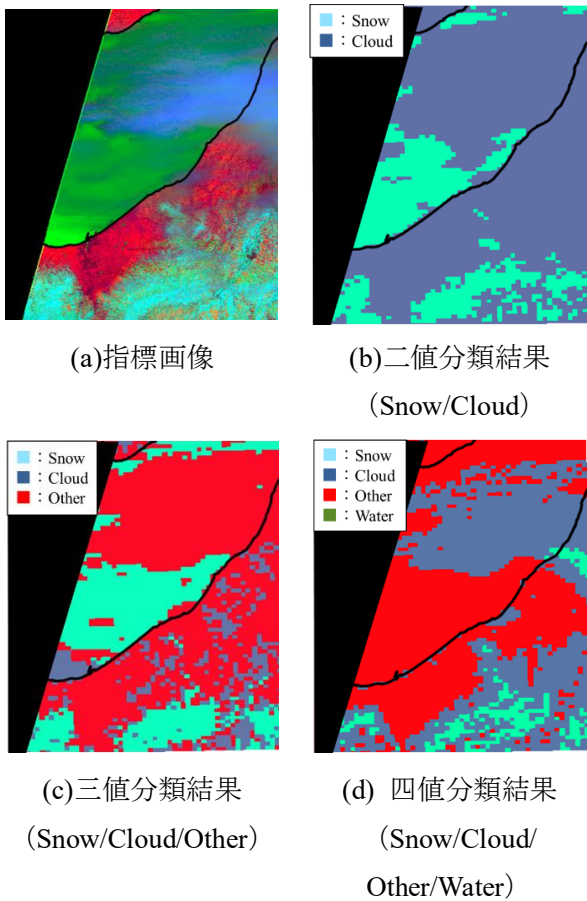


図 6 Sentinel-2 データ（雲あり）における予測結果と指標画像の比較

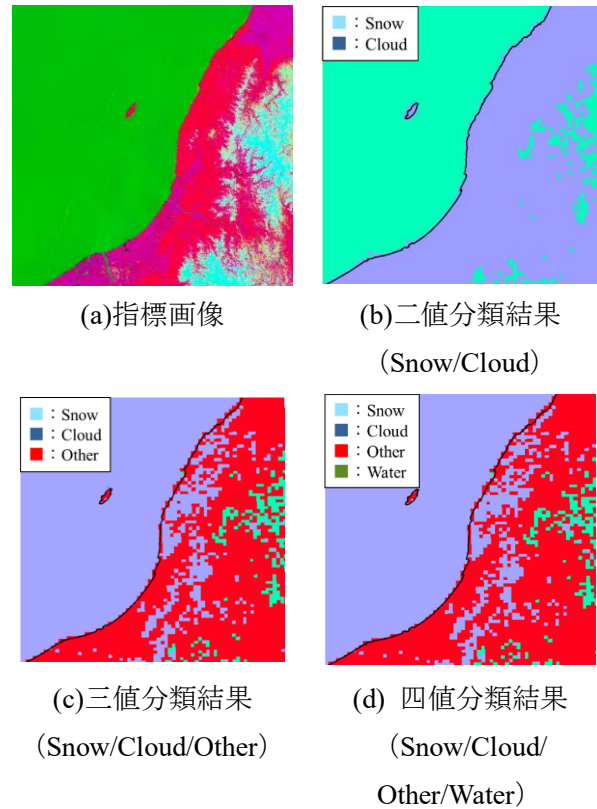
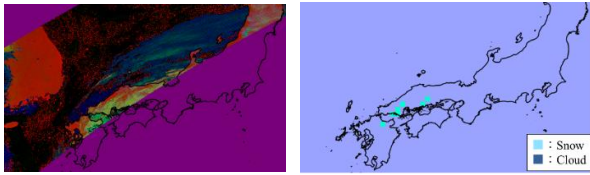


図 7 Sentinel-2 データ（雲なし）における予測結果と指標画像の比較

4.2 MODIS における判別結果と考察

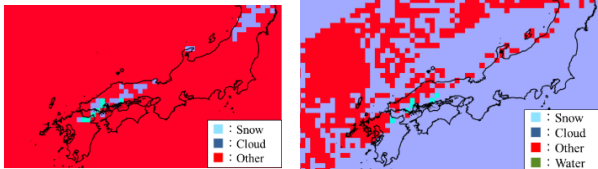
Sentinel-2 と同様に、Landsat8 データを利用して学習した判別モデルにおける Landsat8 以外の人工衛星データへの有用性を確認するために、MODIS データを用いて領域の判別を行った（図 8, 図 9）。

MODIS データを使用したケースも Landsat8 データや Sentinel-2 データを使用したケースと同様に、地表面が雲域、海域や河川領域が積雪面として判別されていることがわかる。また、Landsat8 データや Sentinel-2 データを使用した結果と比較して判別が正確に行われていないように見て取れる。Landsat8 データおよび Sentinel-2 データを用いた判別結果と同様に、二値、三値分類の判別精度が高く、四値分類の判別精度が低い結果となったが、Snow の判別精度が 0.0% であることから、積雪域の判別が行われていないことがわかる。また、二値分類および四値分類の結果において、雲の少ないデータを用いたほうが判別精度が高いことがわかる。



(a) 指標画像

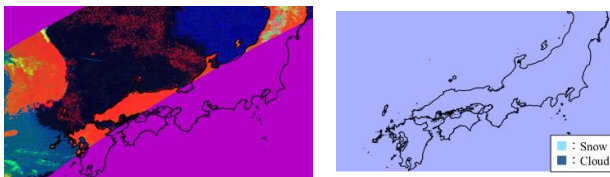
(b) 二値分類結果
(Snow/Cloud)



(c) 三値分類結果
(Snow/Cloud/Other)

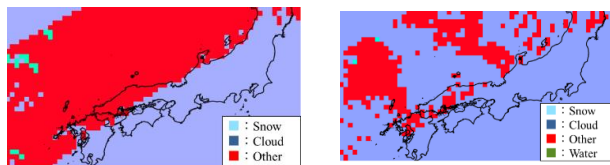
(d) 四値分類結果
(Snow/Cloud/
Other/Water)

図 8 MODIS (雲あり) データにおける
予測結果と指標画像の比較



(a) 指標画像

(b) 二値分類結果
(Snow/Cloud)



(c) 三値分類結果
(Snow/Cloud/Other)

(d) 四値分類結果
(Snow/Cloud/
Other/Water)

図 9 MODIS (雲なし) データにおける
予測結果と指標画像の比較

5. まとめ

Landsat8 データを用いて作成した指標画像を教師データとして学習を行い、64×64 サイズのパッチごとに二値、三値、四値分類を行う学習モデルの作成を試みた結果、それぞれ 98%、97%、78%の精度で学習を行う判別モデルが得られた。

作成したそれぞれの判別モデルに Landsat8 におけ

る未知データを与え判別させた結果、二値分類で 70.6%、三値分類で 87.4%、四値分類で 55.2%の精度で判別が行われた。判別モデルの汎用性を評価するために、Sentinel-2 と MODIS における指標画像を用いて判別を行い、目視判別による評価を行った結果、概ね Landsat8 と同様の判別結果が得られたが、積雪域が正しく判別されていなかった。この原因として、用いる衛星データによって、波長帯が多少異なり、判別に多少の影響を及ぼした恐れがあると考えられる。したがって、異なる衛星データを使用して指標画像を作成する際に微調整が必要であると考えられる。

また、雲の少ないデータを用いたほうが判別精度が高いことから、雲の量や雲の厚さによって判別精度に影響が生じることが確認された。このことから、雲として教師データを与える際にも工夫が必要であると考えられる。

これらのことから、教師データの生成や与え方が大変重要であり、工夫が必要であることが確認できた。

<参考文献>

- 1) 風間 聡,川村 宏,枝松 芳枝,沢本 正樹：日本リモートセンシング学会誌 Vol.12 No.4(1992)pp.59-69 AVHRR/NOAA データによる積雪域抽出パラメータの経時変化
- 2) 西原 照雅,谷瀬 敦：Journal of Remote Sensing Society of Japan Vol.39 Mo.4(2019)pp.299-306
人工衛星画像から抽出した雪面の情報を融雪期のダム管理に活用する手法の検討