共同研究報告書
整理番号第533号

ひまわり8号を用いた融雪期における雪面パターンの変化の分析と防災に活用する手法に関する研究

共同研究報告書

令和3年3月

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所
一般財団法人リモート・センシング技術センター

Copyright © (2021) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、国立研究開発法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、国立研究開発法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

共 同 研 究 報 告 書
第 533 号令和 3 年 3 月

ひまわり 8 号を用いた融雪期における雪面パターンの変化の分析と防災に活用する手法に関する研究

共同研究報告書

国立研究開発法人土木研究所　寒地土木研究所
寒地水圏研究グループ　水環境保全チーム

元上席研究員　新目　竜一※1
元上席研究員　村山　雅昭※2
元主任研究員　西原　照雅※3

一般財団法人リモート・センシング技術センター
研究開発部

主任研究員　門崎　学
研究員　山田　淑乃

※1：現　国土交通省北海道局　参事官付開発政策分析官
※2：現　北海道開発局留萌開発建設部　部長
※3：現　国土交通省北海道局水政課　開発専門官

要旨

本研究では，融雪期における水資源管理及び防災の観点からひまわり 8 号の画像を用いて，融雪期における雪面パターンの変化を分析し，これを防災に活用する手法を検討した．具体的には，ひまわり 8 号の画像から雪面のパターンの変化を分析，基準となる観測データを取得するため，雪面のパターンの変化と河川・ダム流量との関係を分析，雪面のパターンの変化を水資源管理や防災に活用する手法を検討した．ひまわり 8 号から得られたデータは，河川の流域における融雪の進捗度を表す指標となり得る可能性があることを示した．

キーワード：ひまわり 8 号，リモートセンシング，雪面パターン，融雪期，北海道

目次

1.はじめに 1

(1)研究項目並びに研究細目及び研究の分担 1

(2) 研究背景・目的 1

2.研究内容 3

(1) ひまわり 8 号の画像から雪面パターンの変化を分析 3

1) 雪面データの作成 3

2) 雪面データの分析 3

(2) 雪面パターンの変化と河川・ダム流量との関係を分析 4

(3) 雪面パターンの変化を防災に活用する手法の検討 4

3.まとめ 7

4.参考文献 7

1. はじめに

(1)研究項目並びに研究細目及び研究の分担

研 究 項 目	研 究 細 目	研 究 の 分 担		備考
		寒地土木研究所	リモート・センシング技術センター	
ひまわり 8 号を用いた融雪期における雪面変化の分析と融雪期の防災への活用に関する研究	ひまわり 8 号の画像から雪面のパターンの変化を分析	○	◎	
	雪面のパターンの変化と河川・ダム流量との関係を分析	◎	○	
	雪面のパターンの変化を水資源管理や防災に活用する手法の検討	◎	◎	

(2) 研究背景・目的

融雪期における水資源管理及び防災の観点から，山間部の積雪状況を連続して正確に追跡する必要がある．しかし，対象となる山間部は面積が広く立ち入りが困難であることから，時間的にも空間的にも，積雪状況を十分に観測することは困難である．また，人工衛星からは広い範囲を観測可能であるが，回帰日数が 10～15 日程度であり，雲があった場合は地表面を観測できない．

本研究では，2 分 30 秒おきに日本周辺を撮影しているひまわり 8 号の画像を用いて，融雪期における雪面パターンの変化を分析し，これを防災に活用する手法を検討する．

年度別計画表

研究課題名　：　ひまわり 8 号を用いた融雪期における雪面パターンの変化の分析と防災に活用する手法に関する研究

研究項目	研究細目	平成 29 年度				平成 30 年度				令和元年度				備考
		4～6	7～9	10～12	1～3	4～6	7～9	10～12	1～3	4～6	7～9	10～12	1～3	
ひまわり 8 号を用いた融雪期における雪面パターンの変化の分析と防災に活用する手法に関する研究	ひまわり 8 号の画像から雪面パターンの変化を分析	←	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
	雪面パターンの変化と河川・ダム流量との関係を分析			←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
	雪面パターンの変化を防災に活用する手法の検討										←	→	→	

実施期間　平成 29 年 6 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日

2. 研究内容

(1)ひまわり 8 号の画像から雪面パターンの変化を分析

対象領域は図-1 に示す北海道である．北海道は太平洋，日本海，オホーツク海の特性の異なる 3 つの海に囲まれていることや，大雪山系や日高山脈などの地形により，地域によって大きく異なる気候特性を持っている．対象期間は 2016 年融雪期（2016 年 3 月 1 日～6 月 30 日）とし，Yogo et al.[1)]の方法を用い，パラメータを調整して，日単位で雪面分布のデータを作成する．

1) 雪面データの作成

はじめに，各日 10:00～16:00 の間に 10 分間隔で取得されたデータ（1 日当たり 36 枚）それぞれについて，各ピクセルを区分する．使用する指標はバンド BB の反射率，輝度温度，正規化水指標(NDWI), 正規化植生指標(NDVI)である. 次に雲の部分を除去するため, 各ピクセルを Fine, Low-confidence Cloud，High-confidence Cloud に区分する．このうち，Fine，Low-confidence Cloud に区分されたピクセルに対し, 雪の判定を行う. この段階で各ピクセルは Snow (Fine), No Snow (Fine), Snow (Low-confidence Cloud)，No Snow (Low-confidence Cloud)に区分され，1 日当たり 36 個のデータとなる．各ピクセルについて，Fine 及び Low-confidence Cloud に区分されたデータの合計数に対する Snow と判定されたデータの割合を用い，日単位で Snow，No Snow，Cloud に区分した後，1 つのデータにコンポジットする．データの水平分解能は約 2km である．作成した雪面分布のデータの精度は，積雪深を観測しているアメダス地点のデータとの比較により検証する．具体的には，アメダス地点が含まれるピクセルを対象として，積雪の有無の適中率を求める．この際，水面が含まれているピクセルを除外した 73 点を対象とした．

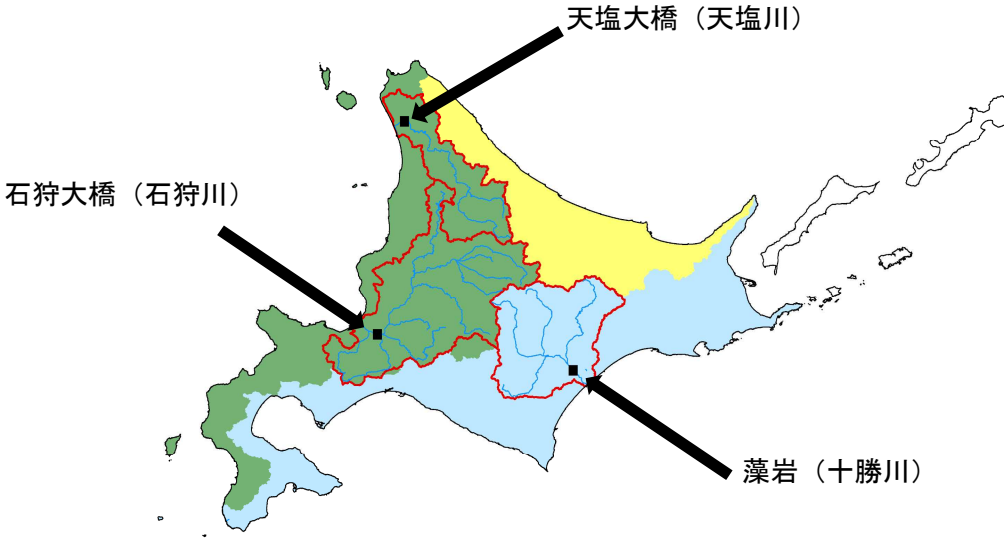


図-1　対象領域及び流量観測点

このように作成した毎日の雪面分布のデータについて，対象とする範囲の面積に対する雪面の割合を指標として分析を行う．

2) 雪面データの分析

はじめに，冬の天候の特徴を捉えていることを確認するため，天候が異なる日本海側，太平洋側，オホーツク海側に分けて分析する．具体的には，対象範囲を標高 100m 区間に区切り，それぞれの標高区間の面積に対する雪面の割合を求める．ここで，作成した雪面分布のデータの水平分解能が約 2 km であることから，国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルの 10 m メッシュから算出した平均値を雪面分布のデータの各ピクセルの標高とした．なお，対象とする標高区間の面積に対して，Cloud と判定された面積が 30 %以上の日はデータから除外した．

図-2 にひまわり 8 号により取得されたデータから作成した雪面分布のデータを 10 日間隔で示す．冬の日本海側は曇や雪の日が多いこと，太平洋側は晴天の日が多いことを反映し，3 月は日本

海側の雪面分布が捉えられていない日が見られる．一方で，4 月になると，広範囲の雪面分布を捉えられる日が増加している．各日計 36 枚の画像を使用すれば地表面を捉えられる可能性が高くなると想定したが，1 日を通して厚い雲に覆われた日といった，地表面を全く捉えられない日があった．

作成した雪面分布のデータとアメダス地点の積雪深から積雪の有無の適中率を求めたところ，積雪ありの的中率は 89.6 %，積雪なしの的中率は 99.7 %であった．なお，これらの的中率は，ひまわり 8 号により取得されたデータから地表面を判読できなかった日，アメダスの積雪深が欠測であった日を除外して算出した．

(2)雪面パターンの変化と河川・ダム流量との関係を分析

融雪期における河川の流量の特徴を捉えていることを確認するため，対象とした 3 河川の流域面積に対する雪面の割合を求める．この際，それぞれの流域面積に対して，Cloud と判定された面積が 30 %以上の日はデータから除外した．雪面の割合と比較する指標として，融雪の進捗を表現する指標（*SM*）を作成する（式-1．以降，融雪の進捗度という）．具体的には，各河川について，3 月 1 日から雪面の割合が流域面積の 5%を下回った日までの期間（河川により異なる）を対象とし，河口に最も近い地点における河川の流量の積算値（Q_{Total}）から，流域の降水量の積算値（R_{Total}）を引いたものを 3 月 1 日時点の各流域における積雪相当水量の総量とみなす．使用した河川の流量観測地点は，天塩川が天塩大橋，石狩川が石狩大橋，十勝川が茂岩である（図-1）．ここで，降水量は気象庁の解析雨量から求め，簡単のために蒸発散は無視している．河川の流量は国土交通省の水文水質データベースから入手した．

$$SM = \frac{\sum(Q_d - R_d)}{Q_{Total} - R_{Total}} \qquad (1)$$

日流量（Q_d）から流域の日降水量（R_d）を引いたものは，1 日当たりの積雪相当水量の減少量，言い換えれば 1 日当たりの融雪量に相当すると考えられる．積雪相当水量の総量に対する，融雪量の日積算値の割合を進捗度と定義する．融雪の進捗度は，3 月 1 日に 1，融雪の終了した日に 0 となる．

図-3 に天塩川（(c)オホーツク海側），石狩川（(a)日本海側），十勝川（(b)太平洋側）の各流域における雪面の減少の割合を，図-4 には雪面減少の減少割合と式-1 により導いた融雪の進捗度との関係を示す．図-4 を見ると，天塩川は流域における雪面の減少の割合と融雪の進捗度が良く一致している．一方，石狩川及び十勝川は，雪面の減少の割合が融雪の捗度と比較して過小ではあるものの，減少の傾向は両者とも一致している．

(3) 雪面パターンの変化を防災に活用する手法の検討

ここまで，ひまわり 8 号により取得されたデータから作成した雪面分布のデータの特徴や河川の流量及び降水量から定義した融雪の進捗度との関係を分析した．作成された雪面分布は，北海道の天候の特徴や標高による影響を概ね捉えていることがわかった．すなわち，着目する範囲に対する雪面の割合のような，河川の流域における融雪の進捗度を表す指標となり得る可能性があることを示した．

ひまわり 8 号は静止衛星であることから，他の衛星と比較して時間分解能が非常に高いことが特長である．様々な制約条件があるため単純に比較はできないが，西原・谷瀬 [2]が融雪期のダム管理に活用するために衛星データを収集した際，分析に使用できたデータ数は 1 融雪期（概ね 4 月～6 月）当たり 6～8 点であった．対して，図-4 に示した通り，ひまわり 8 号を使用した場合は，1 融雪期に 40～50 点が取得できており，時間分解能の高いひまわり 8 号の優位性が表れている．今後，ひまわり 8 号の時間分解能を活用して高頻度に流域の雪面割合等を推定することにより，融雪洪水予測等への応用の可能性があると考えられる．

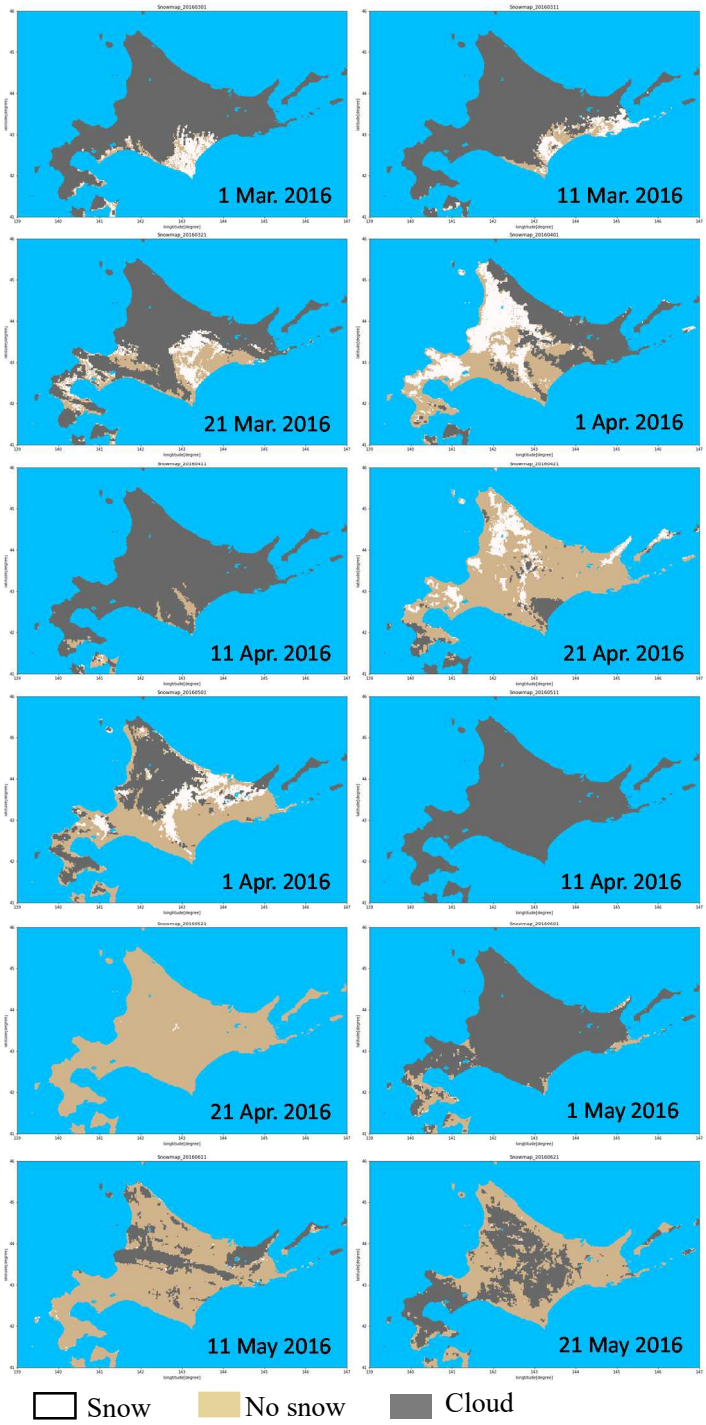


図-2　ひまわり 8 号による雪面分布図

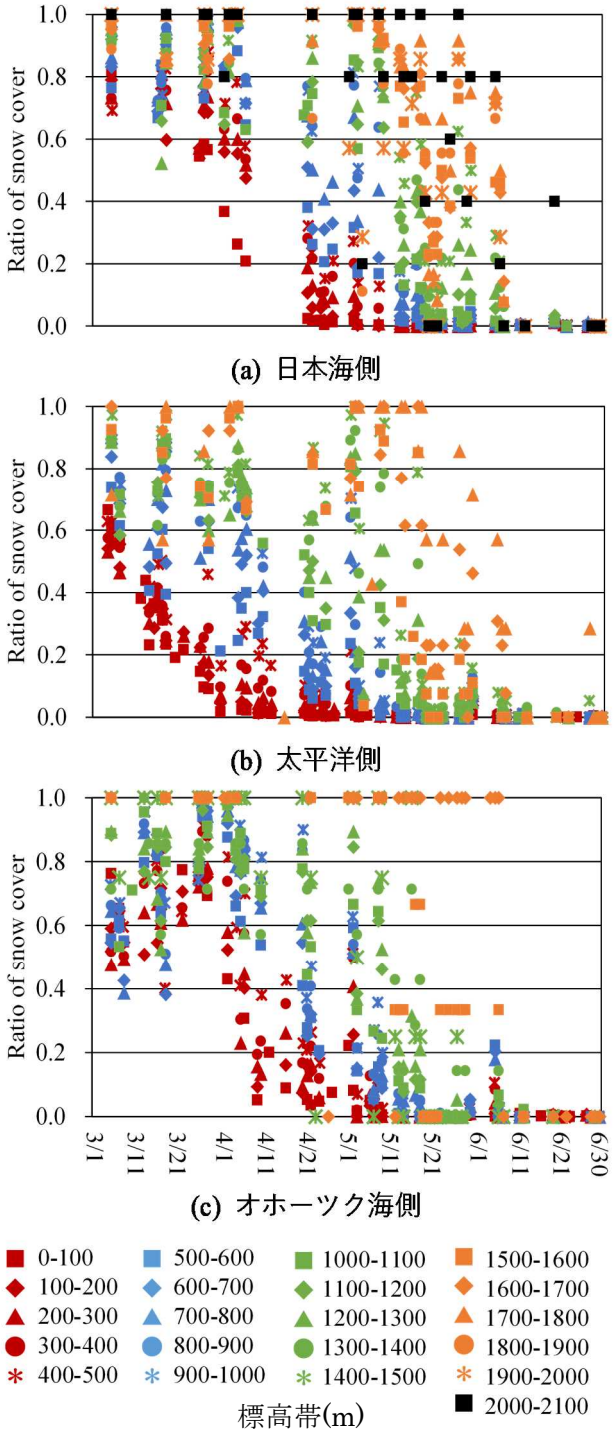
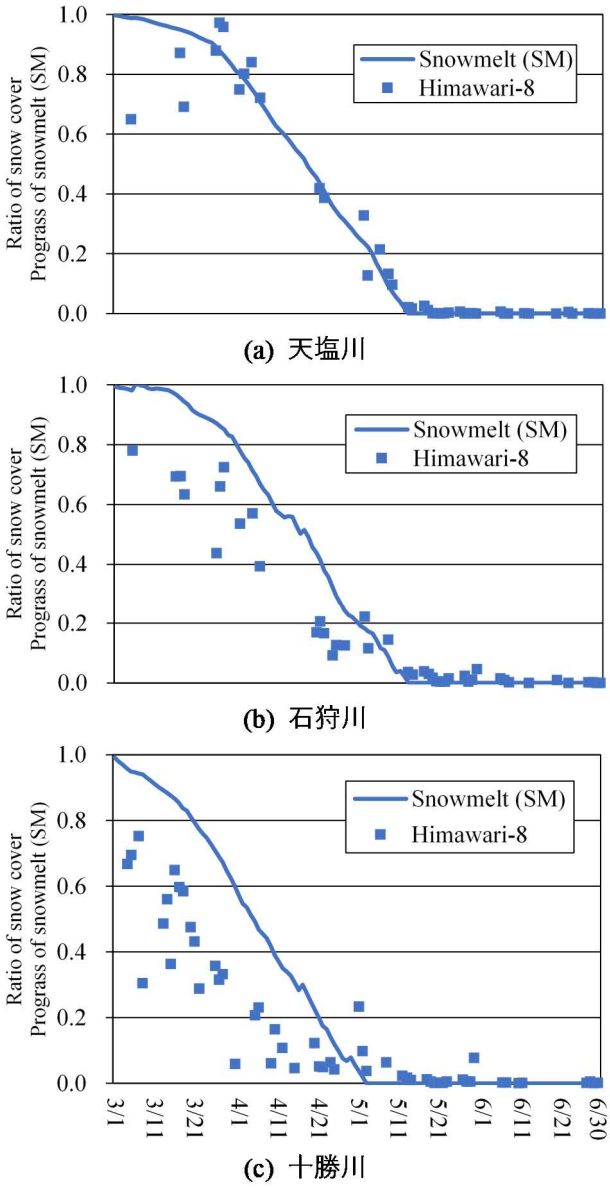

Ratio of snow cover
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(a) 日本海側
(b) 太平洋側
3/1
3/11
3/21
4/1
4/11
4/21
5/1
5/11
5/21
6/1
6/11
6/21
6/30
(c) オホーツク海側
0-100
100-200
200-300
300-400
400-500
500-600
600-700
700-800
800-900
900-1000
1000-1100
1100-1200
1200-1300
1300-1400
1400-1500
1500-1600
1600-1700
1700-1800
1800-1900
1900-2000
2000-2100
標高帯(m)

図-3　雪面面積率の変化



(a) 天塩川

(b) 石狩川

(c) 十勝川

図-4　雪面の減少の割合と融雪の進捗度との関係

3. まとめ

本研究では，ひまわり 8 号の画像から雪面のパターンの変化と，基準となる観測データを取得するため，雪面のパターンの変化と河川・ダム流量との関係の分析を行い，雪面のパターンの変化を水資源管理や防災に活用する手法を検討した．その結果，ひまわり 8 号により取得されたデータから作成した雪面分布のデータが北海道の天候の特徴や標高による影響を概ね捉えていることがわかった．また，他の衛星と比較して時間分解能の高いひまわり 8 号の優位性が確認できた．

今後，ひまわり 8 号の高い時間分解能を活かして，融雪洪水予測等への応用の可能性を示した．

4. 参考文献

1) Yogo, Y., Ioka, Y., Tanikawa, T., Hosaka, M., Ishida, H. and Aoki, T.: Algorithm Theoret ical Basis for the Himawari-8, -9/AHI Cryosphere Product Part 1: Snow Cover, MET EOR OLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE, No. 64, pp.1-12, 2019.

2) 西原照雅，谷瀬敦: 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，日本リモートセンシング学会誌, Vol.39, No.4, pp.299-306, 2019

共同研究報告書
COOPERATIVE RESEARCH REPORT of P.W.R.I.
No.533 January 2021

編集・発行 ©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国立研究開発法人土木研究所
寒地土木研究所　寒地技術推進室
〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 電話 011-590-4046