

# 人工衛星画像を融雪期におけるダムの流水管理に活用する技術に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 28～令 3

担当チーム：水環境保全チーム

研究担当者：新目竜一、村山雅昭、巖倉啓子、  
谷瀬敦、野上毅、村上泰啓、  
西原照雅、山田嵩

## 【要旨】

定山溪ダム流域の融雪期における積雪のパターンや積雪面積率の推移を複数の衛星で撮影した衛星画像を用い、それらの衛星画像とダム流入量との関係を解析した。その結果、定山溪ダム流域の融雪期における積雪のパターンや面積率の具体的な進展が明らかになった。これらの結果は流域積雪水量との関係性を分析する事で、ダム管理に応用できる可能性がある。また、衛星クラウドサービスにより簡易に積雪面積率を算出できる事を示した。  
キーワード：人工衛星画像、融雪期、積雪面積率、ダム管理、衛星クラウドサービス

## 1. はじめに

積雪寒冷地では、融雪水をダムに貯留して水需要を賄っている。また、融雪期には融雪と強雨が同時生起して大規模な出水が発生する可能性がある。さらにダム流域は山間部に位置し、広範囲にわたるが、積雪の観測は融雪期前に1回の積雪調査及び流域内に1から2点のテレメータ観測しか行われていない。このため、融雪期のダム管理は、流域の積雪及び融雪の状況を把握できない中で、半ば経験的に、実際に流入して来る流量に対して対処する操作が行われている。

ダム流域のような立ち入りが困難な範囲の地表面の状況を広範囲に計測する手法として、人工衛星が用いられてきた。人工衛星画像を用いた積雪の量やその分布の推定に関しては、全球スケールから地域スケールまで、多数の研究が行われており、国内の山間部においても、1979年にLandsatのデータを直接受信できるようになって以降、多数の研究が行われている（例えば、武田ら<sup>1)</sup>、高橋ら<sup>2)</sup>、小池ら<sup>3)</sup>、風間ら<sup>4)</sup>、島村ら<sup>5)</sup>、朝岡ら<sup>6)</sup>）。これらの研究を概観すると、武田ら、高橋ら、小池ら、風間ら、島村らは人工衛星画像から抽出した雪線（積雪の面積）の情報に、融雪モデル、水文情報、標高と積雪の関係式を組み合わせ、山間部の流域における積雪相当水量や積雪分布を推定している。また、朝岡ら<sup>6)</sup>は10日間のコンポジット形式である人工衛星画像から積雪の有無を判別した結果から、日本全国の消雪時期を推定し、アメダス（気象庁）の積雪深から特定した消雪日と比較したところ、良好な精度で消雪日を推定できたことを報告している。この

ような手法を用いることにより、ダム流域における積雪状況の把握や、ダム流入量の予測といった、融雪期のダム管理に必要な情報を得ることが可能であると考えられる。

そこで本研究では、札幌市近郊の定山溪ダムを対象に、融雪期において、複数の人工衛星が撮影した画像から抽出した雪面の情報とダム流入量との関係を分析し、ダム管理に適用する手法を検討した。

## 2. 対象流域

本研究における対象領域は北海道札幌市近郊の豊平川上流域に位置する定山溪ダム流域である。図-1には定山溪ダムの流域図を示す。流域面積は104 km<sup>2</sup>、南北方向及び東西方向の延長は最大でそれぞれ約15 km及

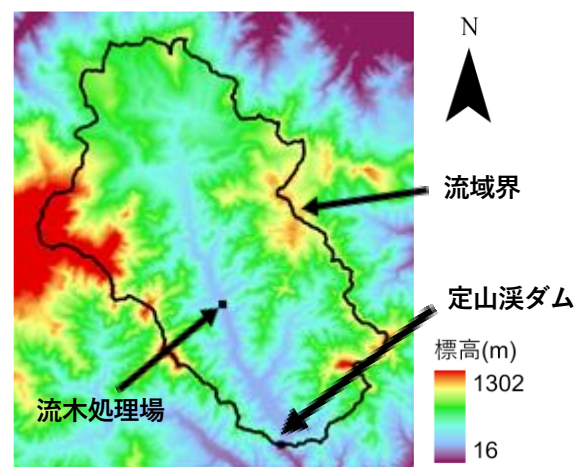


図-1 定山溪ダムの流域図

び約 12 km であり、流域の標高帯は概ね 400 m～1300 m である。図-2 には定山溪ダム流域の標高分布図を示す。図より、標高 500 m～900 m の区間はそれぞれ流域面積の 10%以上を占めているのに対し、最も低い標高帯である標高 300 m～400 m 区間及び標高 1000m 以上の区間が流域面積に占める割合はそれぞれ流域面積の 5%以下である。以降、流域を 3 つの標高帯に区分し、標高 300 m～600 m を低標高帯、標高 600 m～1000 m を中標高帯、標高 1000 m～1400 m を高標高帯とする。

### 3. 解析手法

#### 3.1 人工衛星画像

定山溪ダム流域における融雪期は概ね 4 月～6 月である。融雪期は、融雪初期、融雪ピーク期、融雪後期に分けることができ、防災の面から重要である融雪ピーク期には、数週間にわたりダム流入量が多い状態が続く。はじめに、2015 年から 2018 年の 4 年を対象に、4 月から 6 月の間に定山溪ダム流域が撮影された人工衛星画像を検索し、分析に使用する画像を選定する。対象とした人工衛星は水平解像度が数 m から数十 m であり、無償もしくは比較的安価に画像を入手することが可能な光学衛星である、Lansat8、Sentinel-2、Aster、RapidEye、SPOT、Pleiades とした。

#### 3.2 積雪領域の判別手法

積雪領域の推定には Hexagon 社の ERDAS IMAGINE に搭載されている教師なし分類を用いており、地表面を雪及び雪以外（植生、裸地、地物（建物や道路）、水域）に分類することで積雪領域を抽出した。本研究では手法の簡便性を重視し、目視による誤判読の修正は行っていない。分類した画像は、画像同士の比較を可能とするため、幾何補正を行い、リサンプリングにより水平解像度を平面直角座標系 12 系の 1 m に統一した。

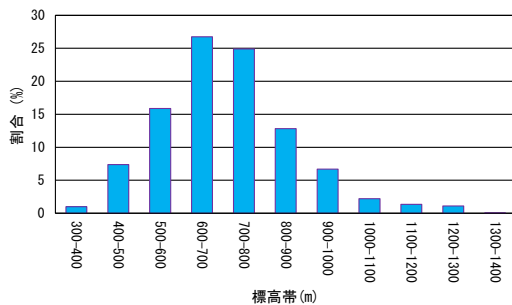


図-2 定山溪ダムの標高帯割合

#### 3.3 積雪面積率とダム流入量との関係性分析

ここでは、人工衛星画像が捉えた積雪面積率の変化がどの程度融雪の進行を捉えているかを把握するため、ダム流域全体の積雪面積率と融雪量の比較を行う。融雪の進行を把握する指標として、ダム管理所が 3 月上旬～中旬に推定したピーク期の流域積雪水量に対する、積算融雪量の割合として算出した融雪の進捗率を用いる。ダム管理所が流域積雪水量を推定した日は 2015 年が 3/12、2016 年が 3/10、2017 年が 3/9、2018 年が 3/8 である。流域積雪水量は、2015 年が最も多く、2016 年、2018 年、2017 年の順に少なくなる。積算融雪量は式(1)より求める。

$$SM_i = Q_i - R_i + E_{pt_i} \quad (1)$$

ここで、 $SM_i$ ：積算融雪量、 $Q_i$ ：積算ダム流入量、 $R_i$ ：積算流域平均降水量、 $E_{pt_i}$ ：積算可能蒸発散量であり、添え字  $i$  はダム管理所が流域積雪水量を推定した翌日から  $i$  日後までの積算値であることを示す。可能蒸発散量は、式(2)に示す Hamon 法<sup>7)</sup>を用いて求めた。

$$E_{pt} = 0.14D_0^2q_t \quad (2)$$

ここで、 $E_{pt}$ ：ダム管理所が流域積雪水量を推定した翌日から  $i$  日後の日可能蒸発散量、 $D_0$ ：日照時間（簡単のため月平均の 1 日の日の出から日没までの時間を 12 時間で除した値とした）、 $q_t$ ： $i$  日後の日平均気温に対する飽和絶対湿度である。ここでは、降水はすべて流出すること、蒸発散はすべて雪面において発生することを仮定している。

#### 3.4 Google Earth Engine を活用した積雪面積率の推定

現在、衛星クラウドサービスの普及が進んでいる。代表例として「Google Earth Engine」<sup>8)</sup>や「Tellus」<sup>9)</sup>等が挙げられる。その結果、前述のような GIS ソフトによる判読処理をせずとも、クラウド上で判読等の作業を行い、結果だけをダウンロードすることが可能になっている。ここでは、クラウドサービスの 1 種である Google Earth Engine（以後、GEE とする）による積雪面積率の推定について述べる

積雪判別手法には正規化指標 NDSI(Normalized Difference Snow Index)<sup>10)</sup>を用いた。NDSIは国際的にもよく用いられる指標であり、計算式は式(3)で表される。

$$NDSI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR} \quad (1)$$

ここで、 $Green$  は可視域緑色の反射率、 $SWIR$  は短波長赤外域の反射率である。NDSI は-1 から 1 の範囲を取り、一般に NDSI が 0.4 以上であれば積雪と判定される。た

だし、この0.4という値はLandsat5号に搭載されたTMセンサーを対象に、アメリカのシエラネバダ山脈を対象に設定された値である<sup>11)</sup>。本研究ではGEEの簡便性を重視して簡易に計算が可能なNDSIを用いた。

NDSIの計算範囲はダム流域が収まる範囲を設定している。本来であれば、ダム流域のみを対象とするべきであるが、今回は簡略化のためにダム流域の抽出は実施していない。

計算範囲内のNDSI値をヒストグラム化して、CSVファイルとしてダウンロードし積雪面積率の計算を行った。実際にNDSI画像の作成及びNDSIヒストグラムの作成を行った画面を図-3に示す。本研究では表-1に示す衛星画像の内、Landsat8により同一年に複数枚撮影された2017年のデータを解析の対象とした。

#### 4. 結果

##### 4.1 衛星画像の判読結果

表-1に取得した人工衛星画像の一覧を示す。2015年融雪期は6枚、2016年融雪期は8枚、2017年融雪期は7枚、2018年融雪期は8枚の画像が得られた。画像が得られるかどうかは人工衛星の軌道と天候に左右されるが、得られた画像の時間間隔は、数日の場合がある一方で、1ヶ月程度となる場合があった。

図-4に人工衛星画像から判読した積雪分布の変化を、図-5にダムの流域の積雪面積率とダム流入量との関係を示す。図-4に示した画像のうち、2015年4月24日、2017年6月9日、2018年5月11日及び5月21日の画像はダム流域全体を捉えていない。2015年4月

表-1 取得した人工衛星画像の一覧

番号	日付	衛星の種類
2015-1	2015年3月28日	Rapid Eye
2015-2	2015年4月22日	Rapid Eye
2015-3*	2015年4月24日	Aster
2015-4	2015年4月29日	Rapid Eye
2015-5	2015年5月24日	Rapid Eye
2015-6	2015年6月20日	Rapid Eye
2016-1	2016年4月1日	Rapid Eye
2016-2	2016年4月20日	SPOT6
2016-3	2016年4月27日	Rapid Eye
2016-4	2016年5月3日	Sentinel-2
2016-5	2016年5月14日	Rapid Eye
2016-6	2016年5月20日	SPOT7
2016-7	2016年5月23日	Sentinel-2
2016-8	2016年6月19日	SPOT7
2017-1	2017年4月10日	Rapid Eye
2017-2	2017年4月17日	SPOT6
2017-3	2017年4月28日	Landsat8
2017-4	2017年5月3日	Rapid Eye
2017-5	2017年5月20日	SPOT6
2017-6	2017年5月30日	Landsat8
2017-7*	2017年6月9日	Pleiades
2018-1	2018年4月9日	SPOT6
2018-2	2018年4月18日	Sentinel-2
2018-3	2018年4月29日	SPOT7
2018-4	2018年5月1日	Landsat8
2018-5*	2018年5月11日	Sentinel-2
2018-6*	2018年5月21日	Sentinel-2
2018-7	2018年5月27日	SPOT7
2018-8	2018年6月2日	Sentinel-2

※はデータの欠測あり

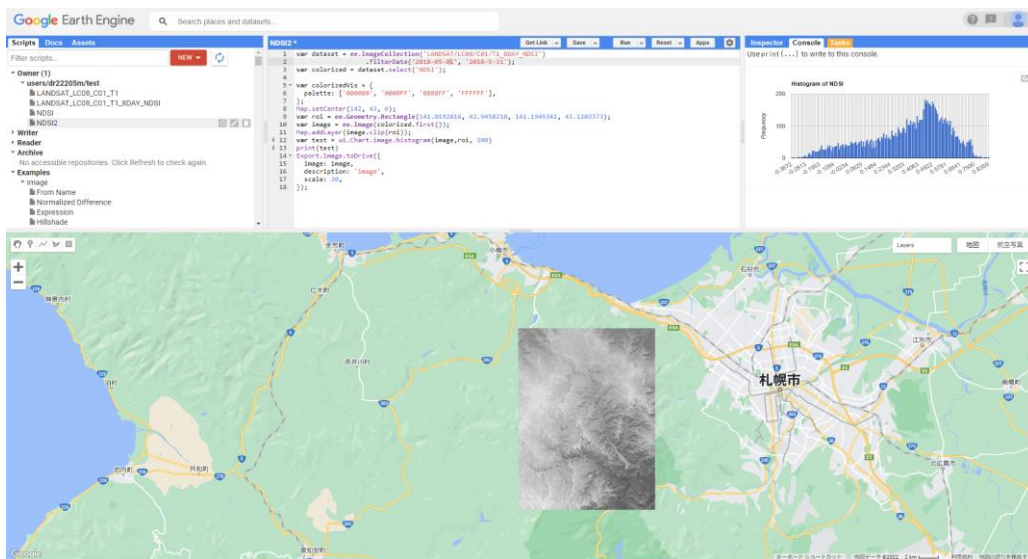


図-3 GEE の操作画面



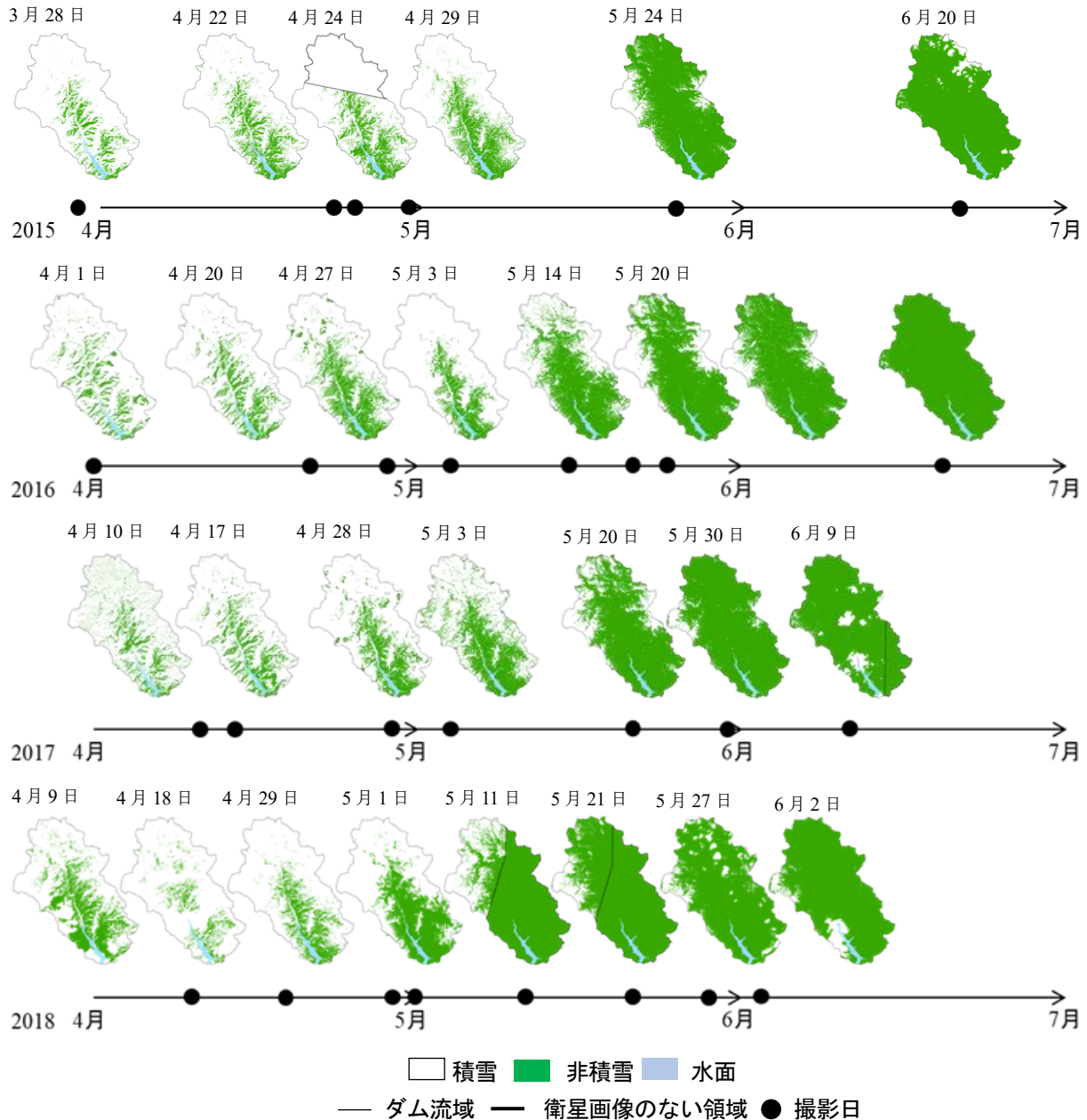


図-4 人工衛星画像から判読した積雪分布の変化

24日は流域の北側が欠損しているが、この範囲は流域内の標高が高い範囲であり、画像が撮影された時期は大部分が雪で覆われていると考えられることから、欠損している範囲は雪に分類した。また、2017年6月9日は流域の東側、2018年5月11日及び5月21日は流域の東側及び南側が欠損しているが、この範囲は流域内の標高が低い範囲であり、画像が撮影された時期は大部分が消雪していると考えられることから、欠損している範囲は雪以外に分類した。

図-4を見ると、4月上旬は概ねダム流域全体に雪が分布しているが、融雪が進むに伴い、標高の低い範囲から標高の高い範囲に向かって雪線が後退している。

具体的には、流域内において最も標高が低い範囲であるダム湖の周辺から、東西北の3方向に雪線が後退し、最終的には、5月下旬から6月上旬にかけて、流域の北側（例えば図-4の2015年5月24日）、流域の東側（例えば図-4の2017年5月30日）、流域の西側の順に消雪となり、流域全体が消雪となる。図-4に示した毎年の画像を比較すると、融雪の進行に伴い、毎年類似した積雪分布のパターンが現れている。なお、2015年6月20日、2017年6月9日、2018年5月27日及び6月2日の画像においては、雲が雪に分類されているが、本研究にて採用した手法では雲と雪の区分は困難である。

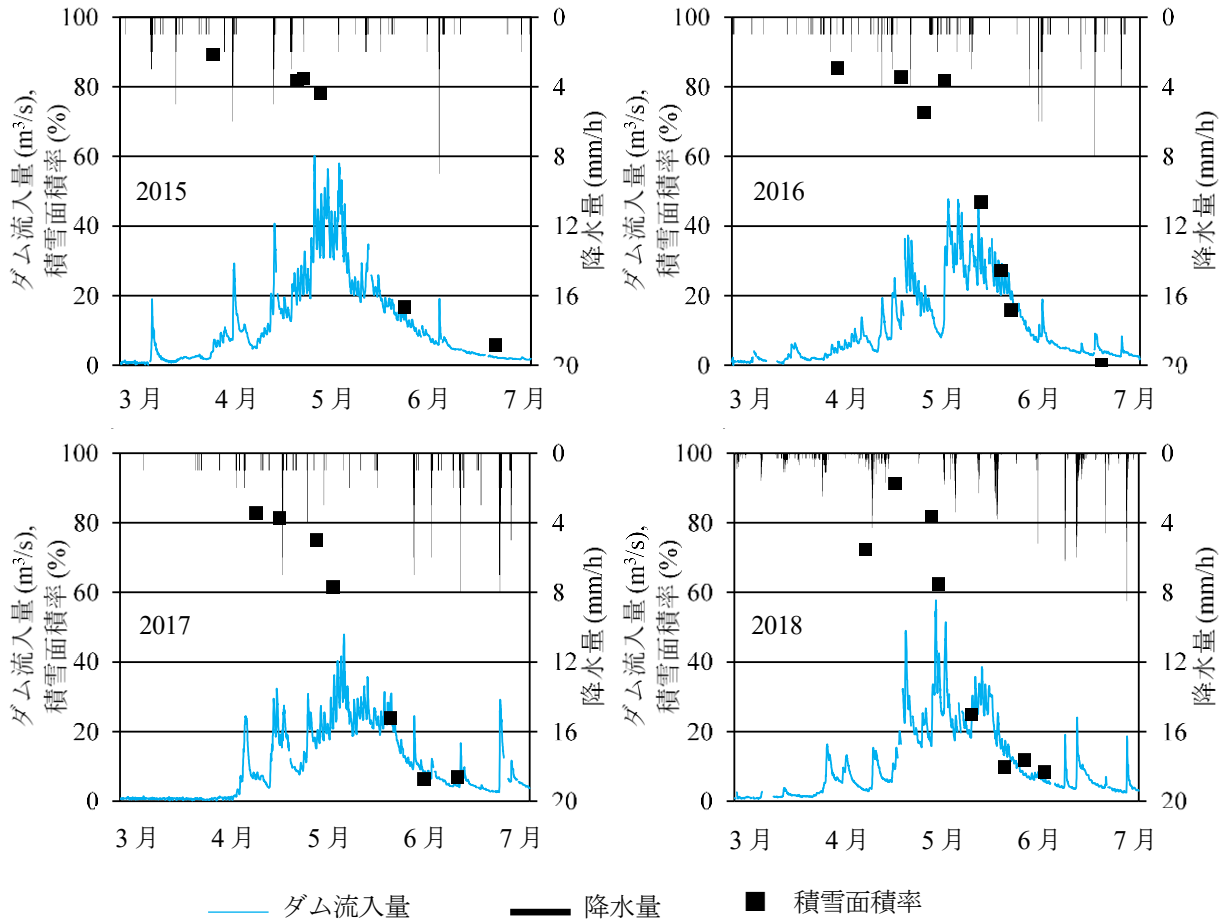


図-5 ダム流入量と積雪面積率の関係

#### 4.2 ダム流入量との関係性分析

次に、図-4 に示した流域内の積雪分布の変化と図-5 に示したダム流入量を比較する。はじめに、融雪期におけるダム流入量の特徴を述べる。3月までは降水が積雪として流域に蓄積され、ほとんど流出しないことから、ダム流入量が非常に少ない状態が続く。融雪期に入ると、日射があり気温が高い日中の融雪量が多く、日射が無く気温が低い夜間の融雪量が少ないため、これを反映してダム流入量に日変動が現れる。図-5を見ると、4月上旬頃から日変動が現れ、ダム流入量が徐々に増加していることから、この時期に融雪が始まったと考えられる。その後、4月下旬から5月下旬にかけてダム流入量が多い状態が続いており、この時期が融雪のピーク期と考えられる。ピーク期以降は、ダム流入量が徐々に減少すると同時に日変動が小さくなり、日変動が見られなくなった6月上旬に融雪が終了したと考えられる。また、降水があった際にダム流入量は急激に増加している。図-4 と図-5 を比較すると融雪のピーク期は、2015年4月22日～5月24日、2016年

4月20日～5月23日、2017年4月17日～5月20日、2018年4月18日～5月21日の間に取得した画像が対応すると考えられる。つまり、定山溪ダム流域では融雪ピーク期に、積雪分布のパターンが、ダム湖周辺の標高が低い範囲が消雪した状態から、流域の東側及び西側のみに積雪が残る状態に変化することを示している。この傾向を図-5 に示したダムの流域面積に占める積雪面積率は、融雪の初期には80%以上でほとんど変化しないが、融雪ピーク期に入ると積雪面積率が80%以上から20%以下まで急激に低下する。雲を雪と誤判読している画像が含まれるため、融雪が進行しているにも関わらず積雪の割合が増加する場合があるが、全体的には融雪の進行とともに、積雪の割合が減少する傾向が見られる。なお、2016年4月27日～5月3日にかけて雪面の割合が増加しているが、春香山地点(標高568m)において観測している積雪深を見ると、2016年4月29日～5月1日の間に積雪深が25cm増加しており、この期間に降雪があったことを反映したものである。

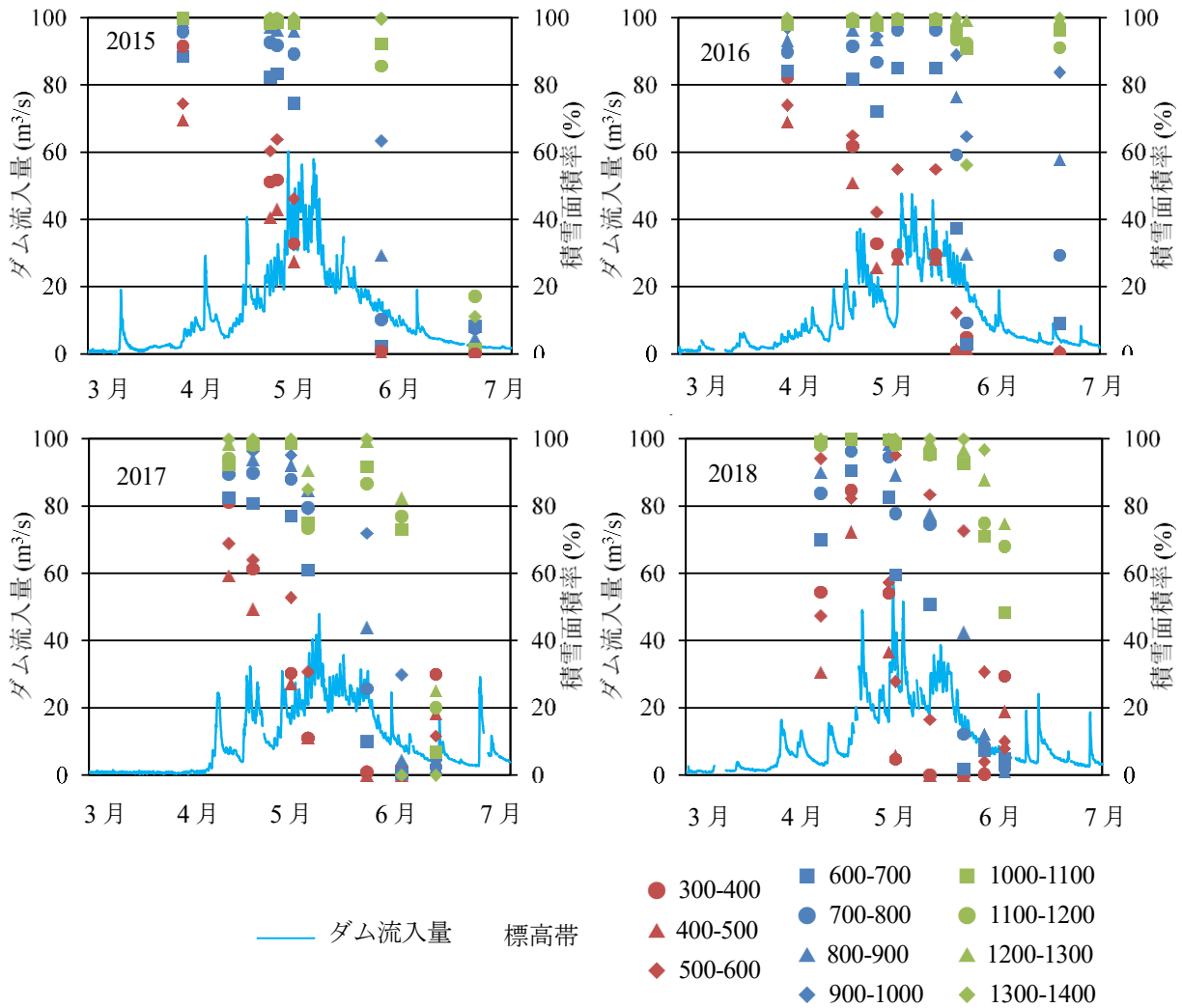


図-6 ダム流入量と 100 m 標高帯の積雪面積率の関係

### 4.3 標高帯別の分析結果

図-6 に標高を 100 m 区間に区切り、区間毎に標高帯の面積に占める雪面の面積の割合を図示した。点の色は、赤が低標高帯 (300 m~600 m)、青が中標高帯 (600 m~1000 m)、緑が高標高帯 (1000 m~1400 m) を示している。図より、融雪の進行に伴い、標高の低い範囲から順に雪面の面積が低下していることがわかる。融雪のピーク期は、低標高帯において融雪が進行中かつ中標高帯において融雪が開始する時期に始まり、低標高帯において消雪かつ中標高帯において融雪が進行中の時期に発生する傾向が見られる。高標高帯では、融雪のピークが概ね終了している 5 月下旬においても雪面の割合が概ね 80 % を超えており、大部分が消雪に至っていない。

図-7 にダム流域全体に占める消雪した面積の割合と融雪の進捗率との関係を示した。図より、消雪した面積の割合は融雪の傾向を良く捉えており、消雪した

面積の割合は融雪の進捗率と概ね一致していることがわかる。なお、定山溪ダム流域においては、ダム管理所が推定している流域の流域積雪水量は、水収支に対して 20 % 程度の誤差があるため<sup>12)</sup>、図-7 に示した積算融雪量の割合は、融雪が終了した際に 100 % とならない場合がある。

### 4.4 GEE による NDSI 値の計算結果

図-8 及び図-9 には NDSI 画像を示す。ただし、NDSI 画像は流域界追加等の処理を GIS ソフトにより行い作成している。図を見るといずれも標高の高い山間部において NDSI 値が高く、積雪が存在していると考えられる。また、時期による積雪分布の違いも確認できる。さらに図-10 及び図-11 にはカラー合成画像を示す。このカラー合成画像は赤バンドに短波長赤外域、緑色に近赤外域、青色に赤色を割り当てたものであり、積雪領域を水色に、雲領域を白く表示させる事ができる。標高の高い山間部において NDSI 値が高く、積雪が存

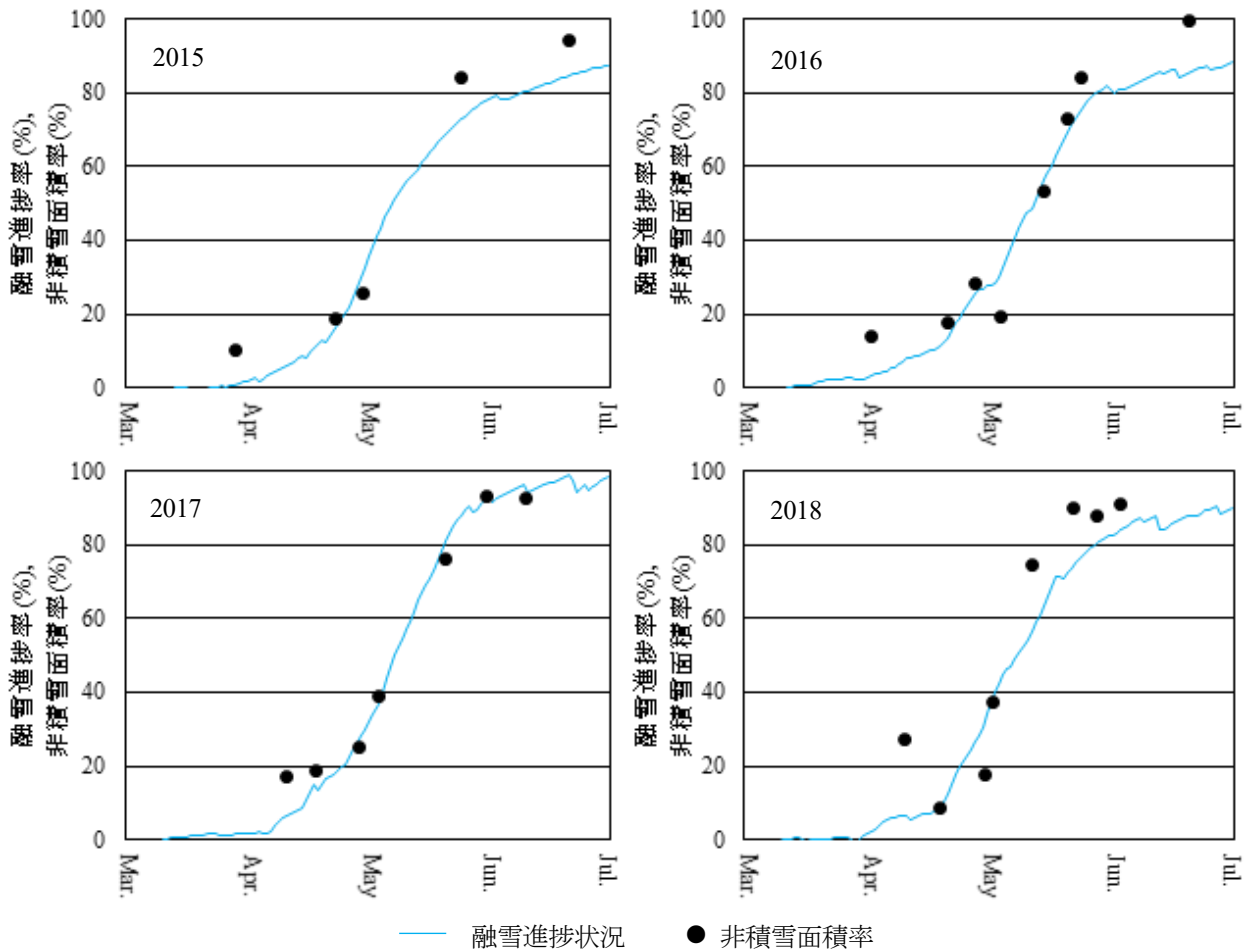


図-7 ダム流域全体の非積雪面積率と融雪進捗率との関係

在していると考えられる。また、カラー合成画像との比較では NDSI 値が高い領域において、カラー合成画像では青白い積雪領域となっており、積雪が存在していると考えられる。

図-12 及び図-13 には NDSI 値のヒストグラムを示す。ただし、このヒストグラムは GIS ソフトによる流域界の抽出処理を行い、作成している。図-12 を見ると NDSI 値は積雪領域の多さを反映し、NDSI 値は 0.4 以上の領域に集中している事が分かる。一方で、図-13 では積雪領域は一部である事から、NDSI 値は 0.4 未満の値に集中している。

## 5. 考察

### 5.1 融雪初期の特徴

定山溪ダム流域は、毎年 4 月上旬頃まで流域全体が積雪に覆われた状態であるが、この時期に取得した人工衛星画像から求めた流域面積に占める積雪面積率(図-5)は 80%~90%であり、100%に達していない。定山溪ダム流域は、その大部分が森林であるため、積雪が樹木の樹冠に覆われている箇所が多く、特に樹冠

の密度が大きい範囲では、人工衛星から樹冠の下にある積雪を撮影することは困難である。このため、樹冠の密度が大きい範囲では樹冠の下に雪があったとしても、樹冠が撮影されてしまうことから、判読の際に雪以外と判定され、雪面の割合が 100%に達しなかったと考えられる。また、同時期における標高帯ごとの雪面の割合(図-6)を見ると、標高の高い範囲ほど雪面の割合が 100%に近づく。定山溪ダム流域では、標高が高い範囲に、ササや草原といった植生が見られるが、ササや草原は積雪下に埋没している。このような範囲の積雪は、人工衛星から積雪を撮影することが可能であることから、標高が高くなるに伴い、雪面の面積の割合が 100%に近づいたと考えられる。

前述した通り、毎年 4 月上旬頃まで流域全体が積雪に覆われており、この時期は積雪深が減少するものの消雪となる範囲が少ない。このため、融雪初期においては、流域全体に占める雪面の割合はほとんど変化せず、融雪の進行を捉えにくい可能性がある。



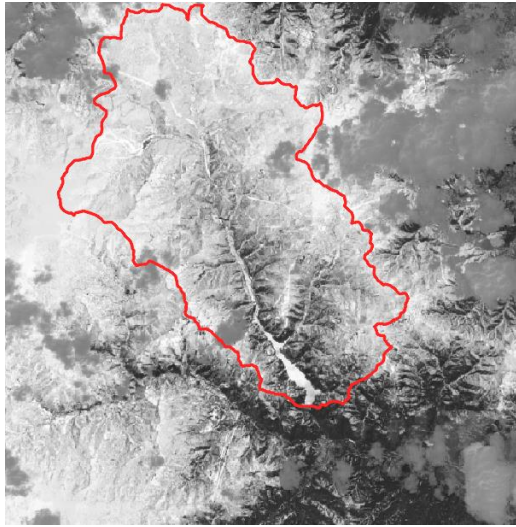


図-8 2017年4月28日のNDSI画像

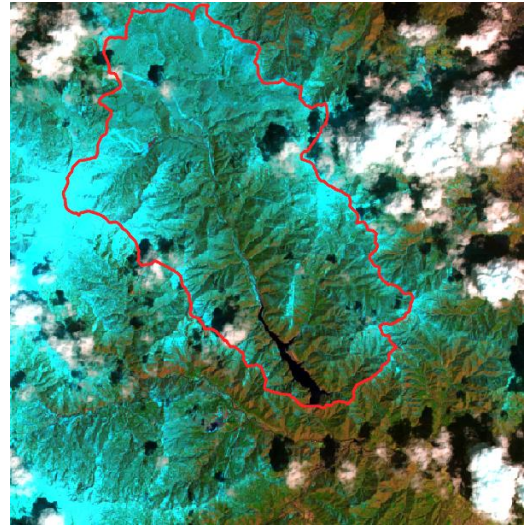


図-10 2017年4月28日のカラー合成画像

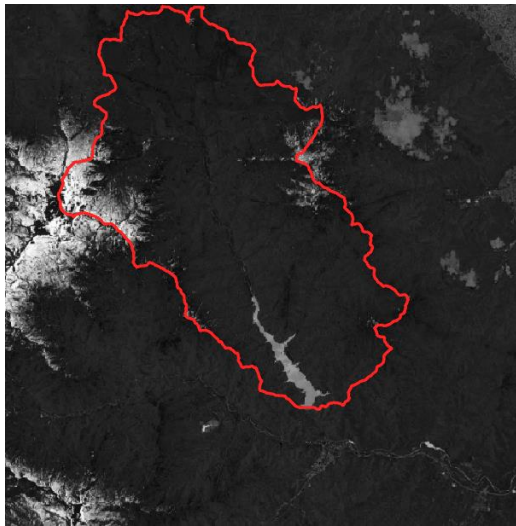


図-9 2017年5月30日のNDSI画像

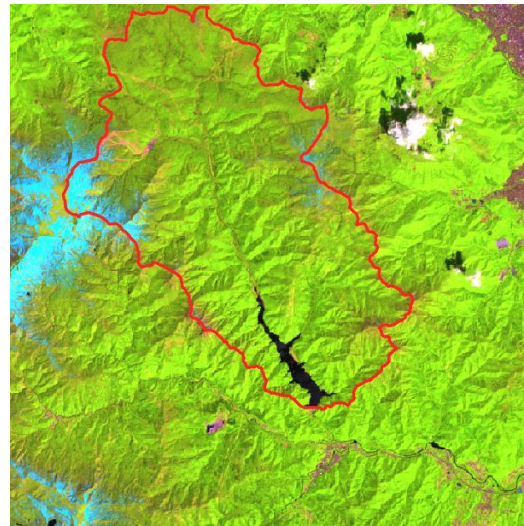


図-11 2017年5月30日のカラー合成画像

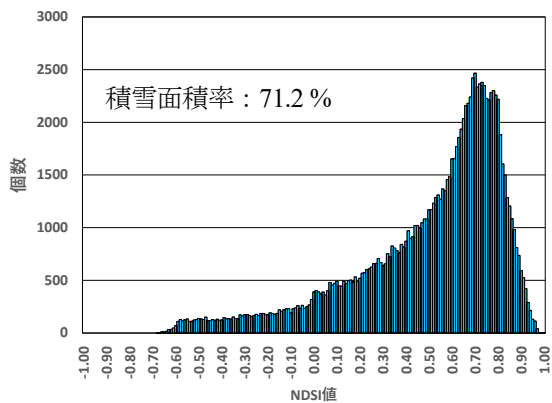


図-12 2017年4月28日のNDSI値ヒストグラム

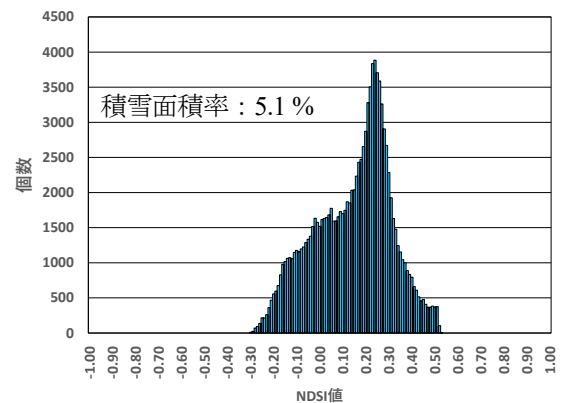


図-13 2017年5月30日のNDSI値ヒストグラム

## 5.2 人工衛星画像のダム管理への適用

対象とした定山溪ダムでは、融雪のピーク期において、1) 雪面分布のパターンが、ダム湖周辺の標高が低

い範囲が消雪した状態から、流域の東側及び西側のみに積雪が分布する状態に変化する、2) ダム流域に占める雪面の面積が 80%以上から 20%以下まで低下する、3) 低標高帯において融雪が進行中かつ中標高帯にお



いて融雪が開始する時期に始まり、低標高帯において消雪かつ中標高帯において融雪が進行中の時期に発生することがわかった。加えて、高山帯においては、融雪のピークが終了した時期でも大部分が消雪に至らないことが解った。一般的に、標高が高くなるに伴い積雪深が大きくなり、定山溪ダムにおいては標高 600m～1000m の分布が多いことから、この標高帯に多くの積雪が蓄積され、ここの融雪の開始や進行がダム流入量への寄与が大きいが考えられる。また、流域積雪水量が最も多かった 2015 年と最も少なかった 2017 年を比較すると、流域積雪水量が少ない 2017 年の方が積雪面積率が減少する時期が早く(図-5)、1000 m～1400 m(高標高帯)における融雪の開始が早い(図-6)。このことは、雪面分布のパターンや雪面の割合は、毎年の積雪の状況や融雪の進行を反映した指標となり得ることを示している。

本稿では定山溪ダムを対象としたが、他のダムにおいても、融雪期に見られる特有の雪面分布のパターンや雪面の割合が存在すると考えられる。このような情報をダム流入量と関連づけておくこと、山田ら<sup>13)</sup>のようにダム流域の積雪面積率と流域積雪水量の関係を構築しておく事で、人工衛星画像をダム管理に活用できる可能性がある。

一方で、本研究で示した手法をダム管理に適用する際の課題もある。融雪期において短期間に人工衛星画像を入手出来るかどうか人工衛星の軌道及び天候に左右されることである。

### 5.3 GEE の活用

NDSI 値を用いた場合であっても、GIS ソフトによる積雪面積率 (75.2%及び 6.5%) と大きな差は見られず十分に積雪面積率を計算できていると考えられる。GEE では衛星画像の検索から選定、積雪判別、結果のダウンロードを行う事が可能であり、従来の GIS ソフトを用いた場合と比較して大幅に省力化が可能である。また、既存コードの活用し対象領域の変更も容易である。

## 6. まとめ

本研究では、札幌市近郊の定山溪ダムを対象に、融雪期において、複数の人工衛星が撮影した画像から抽出した雪面の情報とダム流入量との関係を分析し、ダム管理に適用する手法を検討した。その結果、融雪期に定山溪ダム流域に毎年出現する傾向のある特有の雪面分布のパターンや、雪面の割合を捉えることができ、このような情報をダム流入量と関連づけておくことや

より、人工衛星画像をダム管理に活用できる可能性があることを示した。

また、クラウドサービスである GEE を活用した検討においても既存のソースコードを活用する事で誰でも簡単に人工衛星画像の解析が可能になりえる事を示した。ただし、GEE は無償のサービスであり、サービスの継続性等について課題を有する。

## 参考文献

- 1) 武田要、高橋裕：Landsat 雪線情報と積算暖度法による流域最大積雪水量算定に関する研究、土木学会論文報告集、第 311 号、pp.81-92、1981.
- 2) 高橋裕、武田要、森蘭繁光、小池俊雄：Landsat 積雪面積情報の利用による流域積雪水量推定に関する研究、第 26 回水理講演会論文集、pp.171-176、1982.
- 3) 小池俊雄、高橋裕、吉野昭一：積雪面積情報による流域積雪水量の推定、土木学会論文集、第 357 号/II-3、pp.159-165、1985.
- 4) 風間聡、沢本正樹：衛星データを用いた東北地方の積雪水資源量推定、水工学論文集、第 38 巻、pp.107-112、1994.
- 5) 島村雄一、泉岳樹、松山洋：スノーサーベイとリモートセンシングに基づく山地積雪水資源量の推定—新潟県上越国境周辺を事例に一、水文・水資源学会誌、第 18 巻 4 号、pp.411-423、2005.
- 6) 朝岡良浩、小南裕志、竹内由香里、大丸裕武、田中信行：衛星観測に基づく積雪水量の広域推定と融雪係数の地域特性、水文・水資源学会誌、第 20 巻 6 号、pp.519-529、2007.
- 7) 土木学会：水理公式集平成 11 年版、p.18、1999.
- 8) N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore: Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, Remote Sensing of Environment, 202, pp. 18-27., 2017.
- 9) さくらインターネット株式会社:日本発の衛星データプラットフォーム, <https://www.tellusxdp.com/>, 2022 年 1 月 11 日最終アクセス.
- 10) Dozier, J.(1989): Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper. Remote Sensing of Environment, 28, 9-22.
- 11) Hall D.K., Riggs, G.A. and Salomonson, V.V. : Alogorithm theoretical basis document (ATBD) for the modis snow and sea ice-mapping algorithms, NASA/Goddard Space Flight Center, 2001.
- 12) 鳥谷部寿人、浜本聡、石谷隆：道内直轄ダムにおける近

年の積雪水量と融雪期の水収支について、第 54 回（平成 22 年度）北海道開発技術研究発表会、2010.

- 13) 山田嵩、星野剛、村上泰啓：衛星クラウドサービスを活用したダム流域の融雪状況の把握、第 64 回北海道開発技術研究発表会、2022.

## Research on technology to utilize satellite imagery for water management of dams during snowmelt season

Research Period: FY2016-2021

Research Team: Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment  
Engineering Research Group, Watershed  
Environmental Engineering Research Team

Author: SHIMME Ryuichi  
MURAYAMA Masa-aki  
IWAKURA Keiko  
TANISE Atsushi  
NOGAMI Takeshi  
MURAKAMI Yasuhiro  
NISHIHARA Terumasa  
YAMADA Takashi

**Abstract:** Satellite images taken by multiple satellites were used to capture the progress of pattern and area of snow cover during snowmelt period in the Jozankei Dam basin and the relationship between those satellite images and the dam inflow was analyzed. As a result, the specific progress of pattern and area of snow cover was found for snowmelt period in the Jozankei dam basin. In addition, we found that a satellite cloud service could be used to calculate the snow cover area ratio without using GIS software.

**Keywords:** satellite images, snow cover distribution, dam inflow, snowmelt period, satellite cloud service