

## 赤川上流域の積雪面積と積雪水量

## Snow cover area and snow water equivalent in upstream area in Aka River

小野寺雄治 ○藤井秀人

ONODERA Yuji FUJII Hideto

## 1. 研究背景・目的

温暖化の進行により積雪量の減少と融雪期の早期化が懸念され、融雪水を農業用水として使用する豪雪地帯では代かき期に農業用水への影響が懸念される。研究では、山形県の赤川上流域（流域面積 569km<sup>2</sup>）を対象に、衛星画像と Amedas 積雪深を用い、積雪面積の指標による違いや、積雪水量の年による違いを分析した。

## 2. 対象地区概要

研究対象地区とした赤川上流域(旧朝日村)の年降水量は 3,000~4,000 mm、中・下流域の扇状地・平野部で 2,000~2,500 mm である。水源となる上流域は特別豪雪地帯で、融雪水が代かき期の主たる水源となっている。赤川下流の庄内平野南部では豊かな稲作地帯（水田面積約 11,000ha）である。

## 3. 研究方法

Landsat 7 号は NASA が 1999 年 4 月に打ち上げた地球観測衛星で軌道周期は 16 日である。地表面を 8 つの波長帯 (band) で観測する ETM+ センサの画像を利用し解析を行う。利用した画像は 2001~2003 年 1~5 月の雲面積が 25% 以下の 10 画像である (表 1)。

表 1 利用した衛星画像の取得日

2001		3. 23	4. 7	
2002	1. 14	3. 26	4. 11	4. 27
2003	2. 18	3. 22	4. 7	5. 9

積雪面積は ArcGIS-10.2 を使用し、教師付き分類、NDSI、S3 の 3 つの指標により求め比較した。各指標から得られた面積は、トゥルーカラー画像の目視判読と画像撮影日のアメダス観測地点の積雪データを参考に評価した。

教師付き分類は画像から複数のサンプル (トレーニング サンプル) を作成し、クラス分けを行う。クラス分けは赤川上流域で主に確認された土地利用で市街地 (住宅地、水田、畑)、針葉樹林、広葉樹林、ダム湖、積雪域の 5 つのクラスに分けて行った。教師付き分類は目視判読でサンプルを作成するので目視に近い分類画像を作る。

NDSI は雪の分光反射特性が波長 0.6 μm 付近で高く、波長 1.5 μm 付近で低いことを利用する (式 1)。閾値以上の場合は積雪、閾値以下は非積雪と判定する。今回の閾値は一般的に使われる 0.4 でなく 0.1 を利用した。

$$NDSI = \frac{Band2 - Band5}{Band2 + Band5} \quad (1)$$

Band2: 0.53~0.61 μm (緑)

Band5: 1.55~1.75 μm (中間赤外)

S3 は積雪と植生の分光反射特性の違いを利用して積雪の判定を行う (式 2)。NDSI と異なり植生の分光反射特性も使用するので林床の積雪の有無も判定できる<sup>1)</sup>。

$$S3 = \frac{Band4(Band3 - Band5)}{(Band4 + Band3)(Band4 + Band5)} \quad (2)$$

Band3: 0.63~0.69 μm (赤)

Band4: 0.75~0.90 μm (近赤外)

Band5: 1.55~1.75 μm (中間赤外)

積雪水量は標高に応じた積雪面積と積雪深に積雪密度を乗じ算定した。積雪深は山形県内のアメダス観測地点の酒田、小国、長井、米沢、大井沢と県外の只見 (福島県) と酸ヶ湯 (青森県) の数値を使用した。加えて荒沢ダム管理所から提供の高岡、寿岡、荒沢、蘇岡及び上名川演習林の観測値を使用した。

積雪密度は建築基準法で定めている多雪地域の一般的な積雪密度  $0.3\text{g}/\text{cm}^3$  を用いた。

#### 4. 結果と考察

**4.1 積雪面積** 3つの指標で求められた積雪面積を表2に示す。教師付き分類では10画像すべてでS3よりも積雪面積は小さく算定されたがその時期ごとの変動は類似した傾向が見られた。

表2 指標別の積雪面積

Landsat撮影日		積雪面積(km <sup>2</sup> )		
		教師付分類	NDSI	S3
2001	3.23	519	569	569
	4.7	519	483	559
2002	1.14	506	569	569
	3.26	528	545	568
	4.11	445	442	451
	4.27	287	310	344
2003	2.18	549	547	569
	3.22	506	569	569
	4.7	517	533	568
	5.9	229	374	300

NDSIでは閾値を0.4で算出すると林床の積雪が判定されず過少になったため、閾値を0.1で算出した。なお、表2のNDSIの値は閾値0.1のものである。

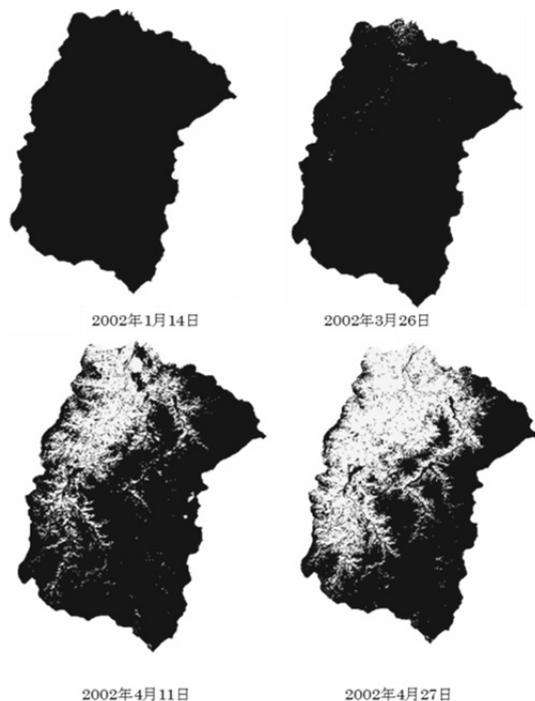


図1 S3による2002年積雪面積の変化  
黒い部分が雪(1.14、3.26、4.11、4.27)

**4.2 積雪水量** 積雪水量は年により1～3月が最大で、融雪期に減少することが確認できる(表3)。積雪面積はS3を使用した。

表3 S3指標により算定した積雪水量

Landsat撮影日	積雪面積(km <sup>2</sup> )		赤川上流域 総積雪水量 (億m <sup>3</sup> )
	S3指標		
2001	3.23	569	4.7
	4.7	559	2.9
2002	1.14	569	3.1
	3.26	568	3.3
	4.11	451	1
	4.27	344	0.4
2003	2.18	569	3.7
	3.22	569	4.8
	4.7	568	3.7
	5.9	300	0.7

**4.3 冬期気温との関係** 赤川上流域内に隣接するアメダス大井沢(標高440m)の12月～3月の月平均気温と3月下旬の積雪水量を年ごとに比較すると、冬期の平均気温が高い年ほど、総積雪水量が少なくなった(表4)。

表4 赤川上流域積雪水量と冬期気温の関係

Landsat撮影日	積雪面積(km <sup>2</sup> )	赤川上流域 総積雪水量 (億m <sup>3</sup> )	12～3月 月平均 気温(°C)
2001.3.23	569	4.7	-1.62
2002.3.26	568	3.3	-0.67
2003.3.22	569	4.8	-1.77

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、3つの指標で積雪面積を算定し、各指標の特徴を把握した。指標の検証のため、Amedas積雪深を利用したが観測点が少なく十分な検証が行うことができなかった。また積雪水量の算出に必要な積雪密度の観測データも少ないため、建築基準法に記載してある積雪密度の数値を使用した。算定結果の向上のため、融雪流出量から積雪水量を算定する方法で検証する方法を検討している。

#### 参考文献

- 1) 斎藤篤思・山崎剛(1999):積雪のある森林域における分光反射特性と植生・積雪指標,水文・水資源学会誌,p28-p38