

UAV を利用した雪崩斜面におけるグライド量の面的計測

丸山ひかる¹・松元高峰²・渡部俊²・河島克久²

(1:新潟大学大学院自然科学研究科 2:新潟大学災害・復興科学研究所)

1. はじめに

グライドの測定には、これまでソリ式グライドメーターや歯車型グライドメーターが用いられてきた。しかし、グライドは地形や植生の影響を受けるため、1つの斜面であっても均一であるとは限らない。そのため、グライドの進行が全層雪崩の発生につながる過程を詳しく理解して、雪崩の発生予測に応用するためには、斜面全体のグライドの動態を知る必要がある。グライドメーターによる点でのグライド量の観測によって積雪の面的な動態を把握することは難しいので、グライドの面的分布の計測が可能な方法を開発することは重要な課題といえることができる。

近年、Feick et al. (2012)は、高分解能光学衛星画像を利用したグライドクラックの検出とマッピングが可能であることを明らかにしている。しかし、衛星画像からグライド量を計測する方法は確立されていないうえに、衛星画像の分解能は高くても0.3 m程度であり、グライド量を詳細に観測することには限界がある。そこで、本研究では、低空での写真撮影が可能で、より空間解像度の高い画像を取得することのできる UAV を用いて、雪面に設置したマーカーを追跡することによってグライド量を計測する方法の可能性を検討した。

2. 研究方法

本研究では、新潟県魚沼市大白川における低灌木の生育する南東向き斜面(平均傾斜約30°、幅約90 m×斜面長約140 m)を対象とした。まず、2020年12月25日にグライドメーター本体(センサー)とソリを図1に示す位置に設置した。次に、2021年2月13日に対象斜面上部の計9か所に直径30 mm、長さ2 mの測量ポールを設置し、その周りの雪面上に

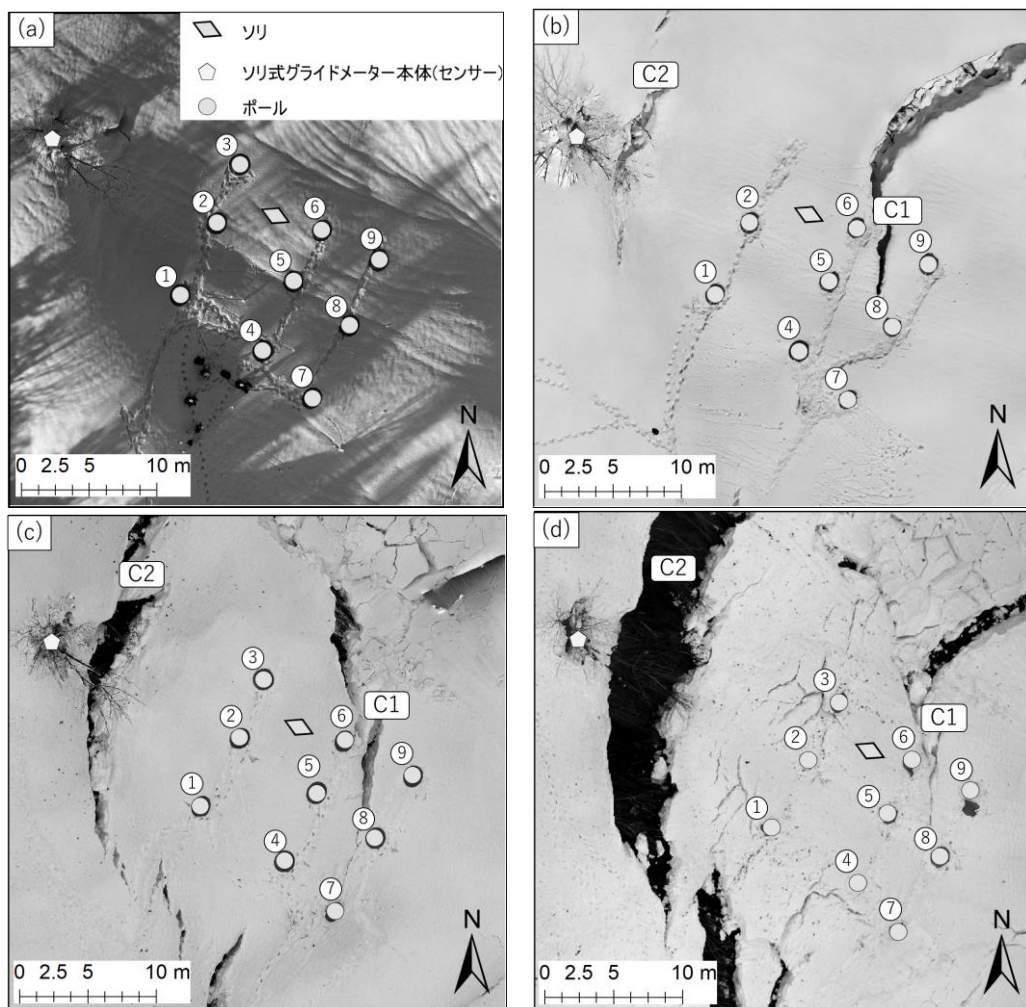


図1 対象地域の各観測日におけるポール、ソリの位置とクラックの様子((a)2月13日, (b)3月4日, (c)3月12日, (d)3月18日)

半径 0.9 m の円形のブルーシートを敷いた。測量ポールの設置後、2 月 13 日、3 月 4 日、3 月 12 日、3 月 18 日、4 月 1 日、4 月 21 日の計 6 回にわたって UAV による空撮を行った。用いた UAV は、2 月 13 日から 4 月 1 日は DJI 社製の Phantom4、4 月 21 日は測位精度の高い同社製の Phantom4RTK である。得られた画像から、Agisoft 社製 Metashape Professional を用いて、オルソモザイク画像と数値表層モデル（以下、DSM）を作成した。画像内の不動点を用いて Phantom4RTK の位置情報に基づき、Phantom4 の写真から作成したオルソモザイク画像に正確な位置情報を与える処理を行った。なお、対象斜面付近の積雪深は、254 cm（2 月 13 日）、264 cm（3 月 4 日）、239 cm（3 月 12 日）、220 cm（3 月 18 日）、148 cm（4 月 1 日）であり、4 月 21 日の観測時には斜面の積雪は完全に消失していた。

本研究では、2 月 13 日から 4 月 1 日までのデータで解析を行い、各インターバルのポールの移動量を ArcGIS 上で計測し、これをグライド量とした。ただし、ArcGIS 上で計測したグライド量は水平投影されたものであるため、ソリ式グライドメーターの値と比較するために、雪面傾斜を用いて、グライド量を斜面方向に直している。

3. 結果と考察

各地点における観測インターバルごとのグライド量を図 2 に示す。ここで、地点 3 では 3 月 4 日にポールが確認できなかったため、2 月 13 日から 3 月 12 日までのグライド量を示している。地点 1 から 9 の累積グライド量は、8627 mm ~ 10340 mm であり、地点により差が認められた。2 月 13 日から 4 月 1 日までの累積グライド量をグライドメーターの値と比較すると、ソリに近い地点 2, 3, 5, 6 の平均は 9869 mm であるのに対し、グライドメーターは 11196 mm であり、どの地点においてもグライドメーターの値より小さかった（82 ~ 92 %）。その理由の 1 つは、グライドメーターが地形に沿って移動しているのに対し、UAV によるグライド量は 2 時期のポールの位置の直線距離により求めているためであると考えられる。

次に、時間的変化を見てみると、地点 8, 9 では、2 月 13 日から 3 月 4 日の期間で、他地点の 2 倍以上動いていることが分かる。これは、2 月 13 日から 3 月 4 日の間に地点 5, 6 と地点 8, 9 の間にクラック C1 が発生し（図 1(b)）、地点 8, 9 のみ他の地点よりもグライドが促進されたためであると考えられる。また、3 月 12 日には上部クラック C2 が明瞭になり（図 1(c)）、さらに 3 月 18 日には、C2 が急激に拡大している（図 1(d)）。これを受けて、どの地点においても 3 月 12 日以降グライド量が急激に増加しており、UAV によるグライド量の測定結果は、クラックの形成とよく対応していることが分かる。

以上のことから、UAV を利用してグライド量を計測することは可能であると考えられる。ただし、グライドメーターの値と UAV で求めたグライド量には累積で 1.5 m 程度の差があるため、グライド量のより正確な値を求めるためには、何らかの補正を考える必要がある。

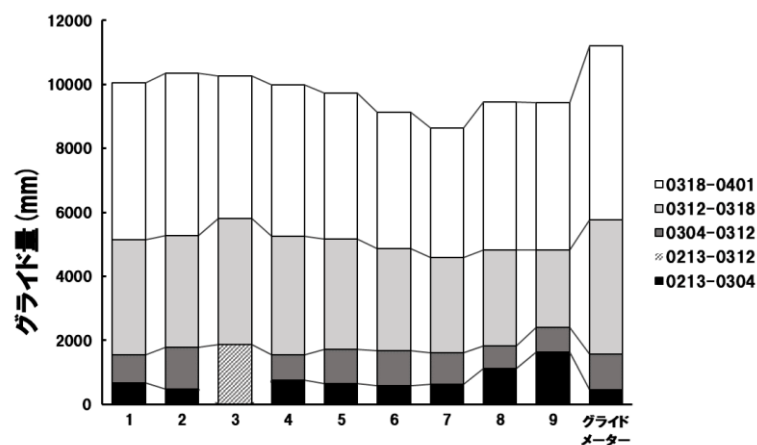


図 2 各地点における観測インターバルごとのグライド量

文献

Feick, S., Mitterer, C., Dreier, L., Harvey, S. and Schweizer, J. (2012): Automated detection and monitoring of glide-snow events using satellite-based optical remote sensing and terrestrial photography. *Proceedings of 2012 International Snow Science Workshop*, 603-609.