十勝岳周辺における航空レーザ計測データ等の利活用について

朝日航洋株式会社　福田　真・○高貫潤一・三浦　順・秋山幸秀・吉田　剛
国土交通省北海道開発局旭川開発建設部　塚本博紀
国土交通省北海道開発局札幌開発建設部　野嶽秀夫
環境防災総合政策研究機構　岡田　弘
北海道大学大学院　吉本充宏

1．はじめに

十勝岳の火山基本図は国土交通省国土地理院より 1/10,000 および 1/5,000 が発行されている（図-1 部分）．1/10,000 火山基本図は 1989 年，1/5,000 火山基本図は 1986 年に発行され，これらは 1988-89 年の噴火以前に測量されたものであり，噴火以降の地形は表現されていない．1988-89 年の噴火では降灰，火山弾，火砕サージ，火砕流，泥流等の様々な噴火現象が発生しており，火山基本図と 2009 年に実施した航空レーザ計測のデータを比較することにより，1988-89 年噴火時以降の地形変化を把握することが可能となる．特に，火口付近の噴石の分布，火口壁の侵食，リル・ガリー等の発達状況をはじめとした火山微地形を表現した今回の航空レーザ計測等のデータは，今後の火山活動に伴う土砂移動等の地形変動を解析する上での基礎データとして，さらには火山砂防計画等への利活用が可能となる．

また，積雪深の観測はこれまで定点観測が主流であったが，航空レーザ計測により無雪期と積雪期のデータの差分を解析することで，点ではなく面的に積雪深データを得ることが可能となる．この積雪深データは，積雪期の火山噴火の際に発生する融雪型火山泥流の発生予測に重要かつ正確な融雪水量の推定を可能とする．

図-1　火山基本図（1/5,000）

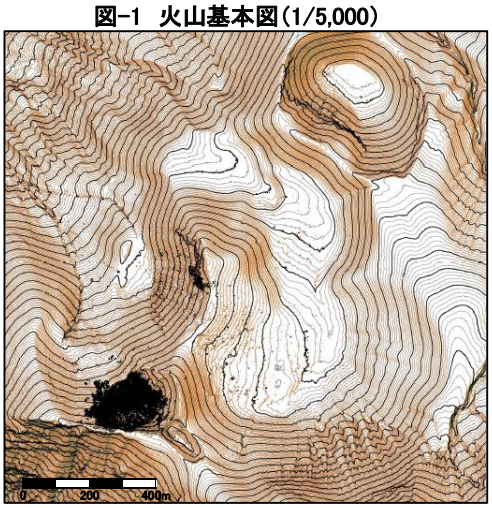

図-2　航空レーザ計測による等高線図

2．航空レーザ計測による火山地形および積雪深計測

回転翼航空機搭載型レーザ計測システム（ALMAPS）を使用し，地形データの計測条件の良い積雪前の落葉期（2009 年 10 月）に十勝岳周辺で航空レーザ計測を実施した（図-2）．データ取得密度は 1m メッシュに設定し，フィルタリングにより樹木等を除去した後に DEM（数値標高モデル）データを作成した．また，2010 年 2 月の積雪期には火砕流想定範囲 [1]に基いて，積雪面の DSM（数値表層モデル）データを計測し無雪期の DEM との差分により積雪深分布を算出した．

3．火山の詳細微地形解析への利活用

3．1　十勝岳火口群付近の微地形解析結果

- 1988 - 1989 噴火の際に 62-Ⅱ火口から噴出した長径約 20m～数 m 大の火山弾やインパクトクレーターの分布がグラウンド火口内に確認できた [2]（図-3，写真-1）．
- グラウンド火口周辺のリル・ガリー等の微小な侵食地形の発達状況が明瞭に把握できた．
- 火山基本図では表現されていない小さな火口跡がいくつか見られた．
- 摺鉢火口や中央火口の内壁には，溶岩層の露出やアグルチネートが急崖となって表現されていた．

3．2　溶岩流や火山泥流の微地形解析結果

- 北向火口第二溶岩流では，2 枚以上重なったアア溶岩流の層序関係や舌状末端崖等，溶岩流の様々な地形を陰陽図表現から明瞭に捉えることができた．
- 焼山溶岩流やグラウンド火口溶岩流において舌状ローブの溶岩末端崖，溶岩じわ，溶岩堤防，割れ目，滑落崖，陥没などの溶岩流の流れの特徴を示す微地形を読み取ることができた．
- 溶岩流の重なり合う関係から，その新旧を推察して火山形成史を組み立てることにも活用できる．
- 中央火口溶岩流の上面に 1926 年噴火の大正泥流が堆積していると思われる範囲については，表面地形が溶岩流と異なり滑らかであり，流下方向である北西方向に線状の構造が見られた．

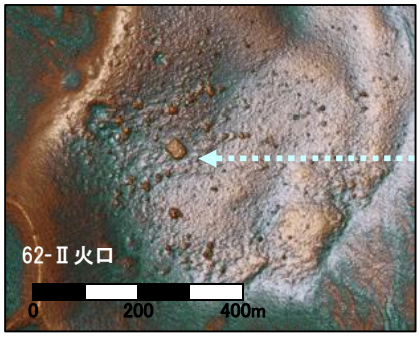

図-3 グラウンド火口内の火山弾の分布

写真－1 長径約 20m の巨大な火山弾

扁平し多角形状の割れ目を生じていることから、堆積時は未固結であったことを示す

4. 積雪分布解析への利活用

積雪は尾根や谷等の地形，風向きにより吹き溜まる場所等の様々な条件により，一様な厚さを示さない．一般に積雪深の観測はポールや赤外線，超音波を用いる等の手法があるが，いずれも定点観測であり，面的に広域の積雪深分布を捉えることは難しい．しかし，航空レーザ計測により無雪期と積雪期のデータの差分をとることにより，点ではなく面的に積雪深データを得ることができる．

また，稜線付近に発生するクラック，雪しわ等の現象から雪崩発生の予測位置や予測範囲を検討し，雪崩ハザードマップを作成する際の基礎データとして活用可能である．

4．1 積雪量の算出と積雪密度の設定

1926 年の十勝岳噴火の際に発生した大正泥流を考慮すると，噴火時の積雪量の規模がそのまま泥流災害の規模に反映する．積雪量は毎年異なり，多い年もあれば，少ない年もある．さらには，融雪期（残雪期）には谷筋に遅くまでスノージャム状の高密度な雪が残ることが多い．したがって雪の性質，乾雪と湿雪によってもその密度が異なり，融雪水量への換算量に差異が生じる．今回，融雪水量を算出するにあたっての積雪密度は，石狩川流域の過去の観測例[3)]の 0.1～0.4g/cm^3 から 0.3g/cm^3 を用いた．

4．2 融雪水量の計算結果

今回得られた積雪深データを用いて，冬期（2 月中～下旬）に火砕流が発生した場合の融雪水量を算定した結果を表-1 に示す．また，計算にあたって火砕流は 3 段階の規模と美瑛川・富良野川の 2 つの流域を想定して，以下の 5 パターンとした（図-4）．十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会（第 2 回）により発表されている融雪水量は，旧避難小屋観測点での積雪深 110cm にて白金温泉および富良野川 4 号透過えん堤付近まで到達する火砕流を想定した場合，美瑛川・富良野川流域ともに融雪水量は 228 万m^3 [1)]と予測されているが，今回の融雪水量算定値は美瑛川 264 万m^3，富良野川 229 万m^{3}となり，ほぼ整合する結果となった．

表-1 火砕流規模ごとの融雪水量（積雪密度 0.3g/cm^3）

想定火砕流パターン	火砕流範囲面積(km^2)	火砕流範囲内積雪量(m^3)	平均積雪深(m)	融雪水量(m^3)
A	6.37	7,630,862	1.26	2,289,258
B	7.58	8,828,526	1.16	2,648,557
C	2.96	4,767,152	1.61	1,430,145
D	2.85	4,764,961	1.67	1,429,488
E	1.08	2,089,014	1.93	626,704

A. 白金温泉街付近まで到達する火砕流の範囲（美瑛川） 1+2+3

B. 4 号透過えん堤付近まで到達する火砕流の範囲(富良野川) 1+4+5

C. 望岳台～横断道路付近まで到達する火砕流の範囲（美瑛川） 1+2

D. 望岳台～横断道路付近まで到達する火砕流の範囲（富良野川） 1+4

E. 旧避難小屋付近まで到達する火砕流の範囲 1

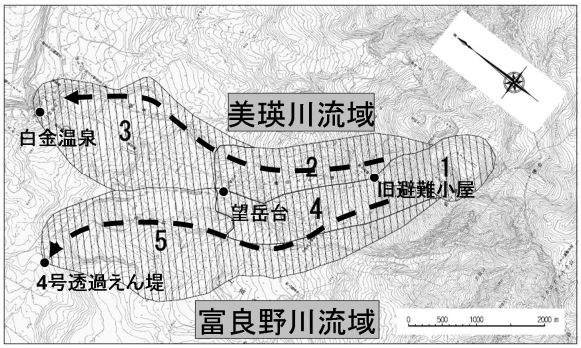

図-4 火砕流到達想定範囲

5. 今後の課題

複雑な火山地形の微地形解析精度を高めるためには，今後現地調査結果との検証が必要である．また，融雪水量計算の際の積雪密度の設定にも，実際に積雪断面のサンプリング調査を実施し確認する必要がある．

【参考文献】

1)平成 20 年度第 2 回十勝岳噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会：討議資料

2)藤原伸也ほか：北海道中央部，十勝岳火山の最近 3,300 年間の噴火史 火山，vol.52,p253-271,2007

3)宮原雅幸ほか：石狩川流域における積雪深推定モデルについて：1999 年度 土木学会北海道支部年次学術講演会

4)日本雪崩ネットワーク訳：雪崩リスクマネジメント p278,2004