

支笏湖畔の同時多発雪崩

○山田高嗣, 山田知充 (北大低温研), 大槻政哉, 竹内政夫 (日本気象協会)

川島由載, 池田保夫 (ドーコン)

1. はじめに

2001年2月1日午後4時半ごろ, 国道453号支笏湖畔の約4km区間(図1)において, 多数の斜面からほぼ同時に雪崩が発生した。雪崩は道路および湖まで到達し, バスと乗用車が立ち往生する被害が出た。その後, 雪崩発生危険性があるため, 昼間の監視や夜間通行止めなど, 3月下旬まで通行規制が行われた。支笏湖畔では, 表1に示すように1991年2月16日以来雪崩の発生記録がない上, 今回のように同時に多発した事例は雪崩の記録としても珍しい。雪崩発生予知に役立つ貴重なデータとなると考えられるので, ただちに現地調査を実施した。さらに, 過去の気象データを用いて雪崩発生と気象条件の関係について考察したので, ここにその結果を報告する。

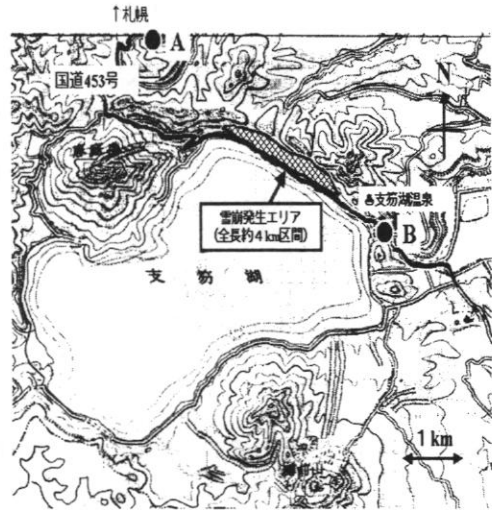


図1. 支笏湖周辺地図

●: 気象観測点 (A:北奥漁, B:支笏湖畔)

2. 雪崩の概要

雪崩が発生した翌日(2月2日)に現地調査を行った結果, 道路沿いの斜面計16箇所において表層雪崩の跡が確認され, 沢状斜面以外に樹木密度の大きい斜面からも発生していた。雪崩には, 大きなもので標高650m付近から発生し標高約250mの湖まで到達したのがあり, 各雪崩斜面における発生区の勾配は $35\sim 40^\circ$, 斜面方位はすべて南西向きであった。また, 3月2日にも1箇所ではあるが, 2月1日に発生した時と同じ斜面において全層雪崩が発生した。

3. 発生後の現地調査

比較的規模の大きかった第6覆道上の沢で発生した雪崩斜面を選び, 発生の翌日に積雪調査を行った。デブリ域の堆積の様子を図2(a)に, 積雪観測結果を図2(b)に示す。デブリ域では, 硬くしまった雪が堆積し, その上に比較的軟らかい雪塊が散らばっており, 覆道上をほぼすべて埋め尽くしていた。覆道上のデブリ堆積量は約 4000m^3 と推定された。デブリ内部には厚さ15cmの氷板が確認された。これは, 雪崩が停止する時の摩擦熱による融解・再凍結で形成されたと考えられる。また, 扇状の堆積域には,

※和泉・他(1996)より

表1. 支笏湖周辺の過去の雪崩履歴

発生日	場所	備考
1965年2月15日	支笏湖畔丸山～美笛間林道(3ヶ所)	不通
1970年2月9日	支笏湖周辺道路	不通
1970年3月16日	支笏湖畔道道砥石山付近	救助隊, 1名死亡
1970年3月16日14:30	支笏湖畔道道砥石山付近	通行人
1991年2月16日	道道札幌支笏湖線(8ヶ所)	通行止め
2001年2月1日16:30	国道453号支笏湖畔(16ヶ所)	車立ち往生

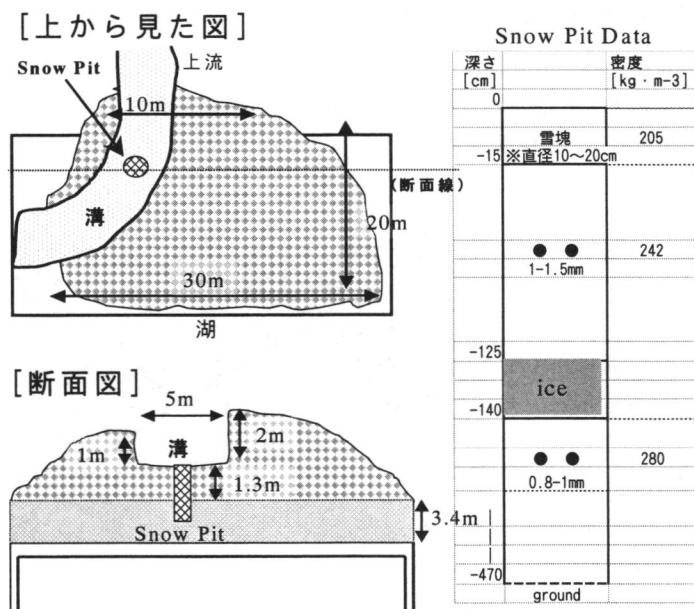


図2. (a)デブリ付近の様子(模式図)

(b)積雪断面観測結果

深さ [cm]	粒径 [mm]	密度 [kg・m ⁻³]
99		
90	+ / (風成)	0.5-1 150
70	/ /	0.8-1 167
68	□ □	1-1.5 450 ← 弱層
64	□ □	1-1.5 333
57	□ ○	1-2 192
56	▽ ▽	
48	○ ○ □	1-2 275
34	○ ○	3< 250
20	○ ○	2-3 210
10	● ○	1-1.5 257
笹と混在		

図3. 積雪断面観測の結果
(層構造・密度分布)

深さ1~2m, 幅約5mの開水路状の溝があった。この溝は、非常に硬く滑らかな壁面を表し、後続の雪崩が先行の雪崩を削剥したものと考えられる。

一方、斜面上部では、風により再堆積した新雪で覆われていたため破断面をはっきりと確認できなかった。そこで、発生区と思われる標高約500m地点で自然積雪の断面観測を行った。その結果(図3), 下層はザラメ、こしもざらめ、氷板の層からなっていた。深さ68cm~70cmの位置にこしもざらめ雪の弱層があり、その上に厚さ約30cmの新雪とこしまり雪からなる層が確認された。弱層のせん断強度は88kgf・m⁻²であり、積雪荷重(46.9kg・m⁻²)と斜面傾斜 θ (35度と仮定)から積雪安定度(SI=(せん断強度指標 shear frame index)÷(積雪荷重・sin θ cos θ))を計算すると3.99となった。この結果は、積雪が比較的安定していたことを示している。

図4に、雪崩発生箇所から約2km離れた北奥漁(道路テレメーター、標高約600m)と約1km離れた支笏湖畔(AMeDAS、標高約250m地点)の気象データを示す。雪崩が発生した2

月1日に気温の上昇(0℃付近まで昇温)と共に多量の降雪(24時間で59cm)が認められた。密度の大きい新雪層が短時間に多量に堆積し、自重が新雪の破壊強度を超えて雪崩に至ったと推定された。そこで、この様な事例を過去に遡って検討してみる。

4. 気象データの解析

表1に示した支笏湖周辺における過去の雪崩履歴の中で、気象観測データがある1991年2月16日の雪崩事例を取りあげ、当時の気象条件との関係を考察した。雪崩発生前の気象データによると、雪崩発生前日(2月15日)から積雪深が1日に36cmも増加し、気温も0℃付近まで上昇しており、今回の雪崩と同様の特徴が認められた。

そこで、同じような気象条件がどの程度の頻度で発生しているかを、支笏湖畔(AMeDAS、標高約250m地点)における過去24冬季分の気象データを用いて調べてみた。表2に、日最高気温が0度を上回る日と0度以下の日に分け、日降雪深(午前9時から翌日午前9時までの積雪深増加量)の階級別日数を示す。今回の2001

年 2 月 1 日は、日最高気温が 0.7°C 、日降雪深が 25cm であった。過去に降雪深が 40cm 以上あった日があるのだが、いずれも（記録に残る）雪崩は発生していない。

支笏湖畔（AMeDAS）で観測している午前 9 時から翌日午前 9 時までの日降雪深では、短時間に多量の降雪があってもその後の積雪の圧密により日降雪深は小さな値になってしまうと考えられる。そこで、北奥漁（道路テレメーター）

において毎時観測している積雪深データを用いることにした。降雪が終わるまでの任意の 24 時間あたりの降雪深が 30cm 以上の日は 1996 年 2 月 18 日以降 10 日あり、日最高気温との関係調べたところ（図 5）、雪崩が発生した 2 月 1 日は他の日に比べ降雪深と日最高気温の値は共に大きく、この時の気象状況は気温が高く降雪量が多いという点に大きな特徴があった。

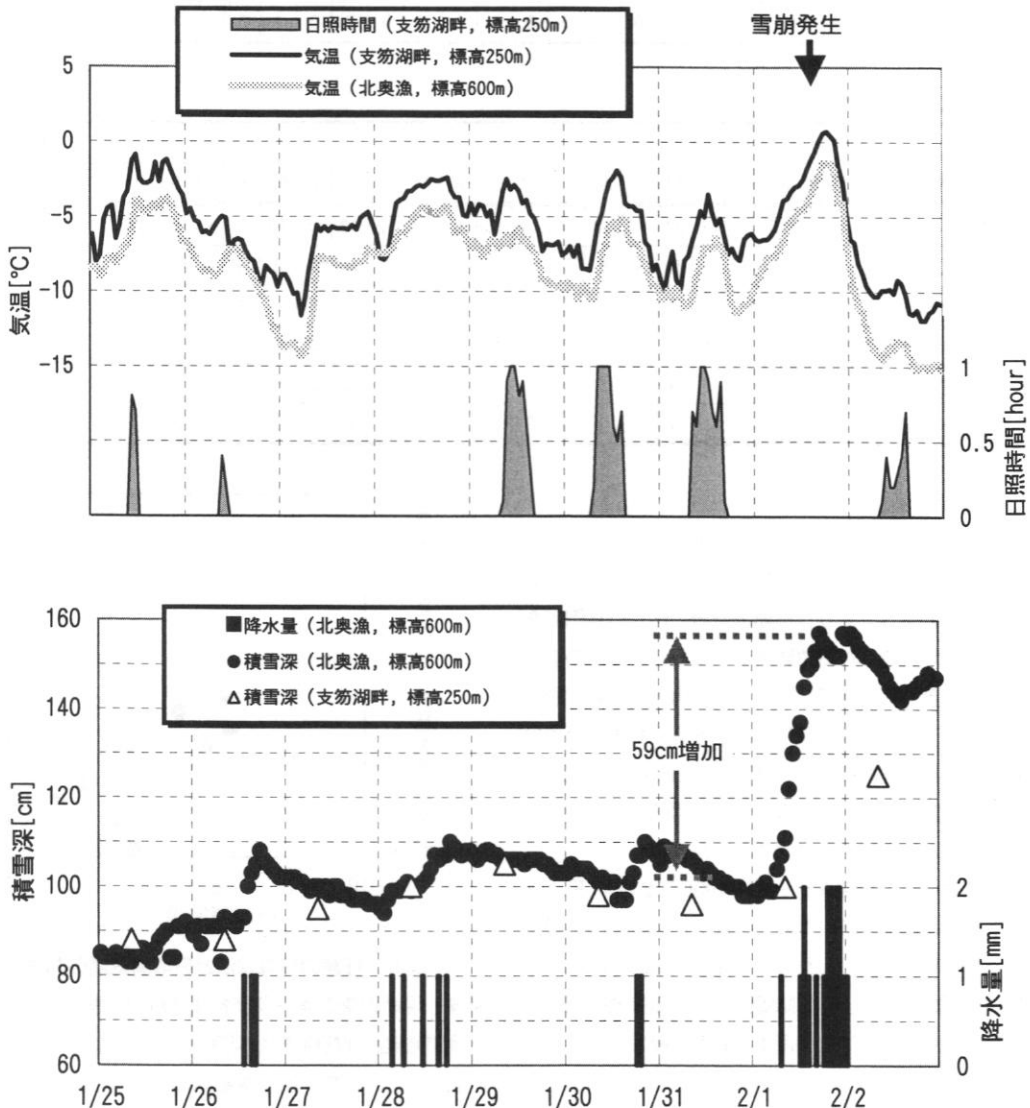


図 4. 雪崩発生前の気象データ (2001 年 2 月 1 日 16:30 頃雪崩発生)

表 2. 日降雪深の階級別日数（支笏湖畔 AMeDAS データ，白抜きが雪崩発生日）

日最高気温>0℃の場合

日降雪深	年																				
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
1～9cm	1	6	10	8	13	4	8	4	8	13	6	13	9	13	7	9	11	7	9	5	10
10～19cm	0	5	6	2	5	1	0	3	3	3	2	5	3	0	2	2	4	2	5	3	0
20～29cm	1	2	0	1	2	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0
30～39cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
40～49cm	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50cm～	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

日最高気温≤0℃の場合

日降雪深	年																				
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
1～9cm	9	13	18	15	9	17	24	17	16	14	16	13	6	25	12	12	15	15	9	14	21
10～19cm	2	5	2	2	6	6	9	4	6	5	4	2	4	1	3	5	7	3	4	2	1
20～29cm	0	1	2	3	1	1	2	2	0	0	0	0	1	4	1	0	2	0	4	2	0
30～39cm	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
40～49cm	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50cm～	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

5. まとめ

今回調査対象となった 2001 年 2 月 1 日に発生した雪崩は、計 16 箇所という多数の斜面においてほぼ同じ時間に発生しており、雪崩の記録上珍しい事例であった。現地調査及び気象観測データから、気温の上昇と共に多量な降雪が認められ、密度の大きい新雪層が崩れ落ちて表層雪崩が発生したと考えられる。過去の気象データの解析により、降雪深と日最高気温の関係から、雪崩が発生した日の気象状況は気温が高く降雪量が多いという点で特徴的であった。

毎時観測した積雪深データは 1996 年 2 月 18 日以降のものしかなく、データ数が少ないため統計的処理まではできなかった。しかし、今後の気象観測の継続と雪崩履歴の記録により、降雪深と日最高気温の関係から雪崩発生を簡易的に予測する基準を模索できると期待される。

引用文献 和泉・他. 1996. 北海道の雪崩災害資料 (1902～1996 年). 低温科学, 物理編, 52, 27-45.

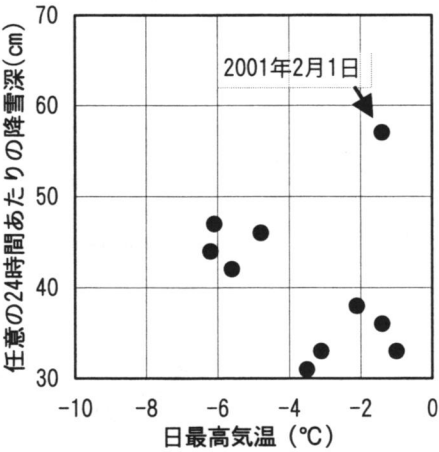


図 5. 任意の日降雪深と日最高気温の関係

謝辞 現地調査の実施及び各種資料の収集にあたり、札幌開発建設部札幌道路事務所には多大な協力をしていただいた。また、現地調査の際には、北海道大学低温科学研究所の Jim McElwaine 氏並びに北海道大学ワンダーフォーゲル部には現地調査のサポートをしていただいた。ここに記し、深く感謝の意を表する。