

しもざらめ雪の急速発達

福沢卓也， 秋田谷英次（北大低温研）

1. はじめに

多くの雪崩は、弱層と呼ばれる剪断強度の小さい層を滑り層として発生する。しもざらめ雪は古くから典型的な弱層として知られている。従来、しもざらめ雪は、積雪中で0.1~0.2°C/cm程度の温度勾配のもとで3週間以上かけてゆっくりと形成されると考えられていた。これは、しもざらめが積雪中の深い部分で観察されるという事実に基づく考察であった。これに対して積雪表面付近では、雪温分布は気象変化にともない大きく摂動しており、しもざらめ雪は大きな温度勾配のもとで急速に発達することが考えられる。そこで今回、表面付近の雪温測定を行なうとともに、表層の雪粒の接写を行なったところ、大きな温度勾配(2°C/cm)のもと一夜のうちにしもざらめ雪が急速発達することがわかった。(本来、成長速度を考えると水蒸気圧勾配を考えなければならないが、ここでは簡単のために温度勾配についてのみ考えてみる。)

2. 雪温測定および接写

1989年12月から1990年3月までの内の50日間、問寒別にある雪崩観測所の南斜面において、表面から深さ10cmまでの雪温を2cm毎に測定した(図1)。測定は、日射の影響のない夜間に行なわれた。センサーには熱電対を用い、10分インターバルで雪温を測定した。雪温測定地点の近傍から、日没、日の出直後にそれぞれ雪をサンプリングして、表面から深さ1cmの部分の雪をガラス板の上にはらして接写を行なった。

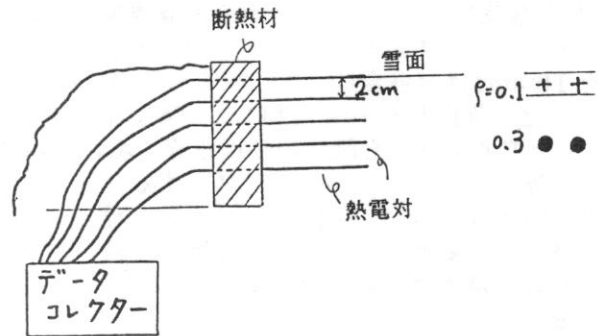


図1 雪温測定法と層構造(3/2)

3. 観測結果

1990年3月2日夜間の雪温測定結果と接写写真をそれぞれ図2，図3に示す。3月2日は終日快晴微風で、昼間は南斜面の積雪は内部昇温していた。図2から表面直下では内部融解が起こっていたことがわかる。日没(16:20)ののち、放射冷却により雪面温度が急激に低下した。積雪内部では融解水が再凍結するまで雪温

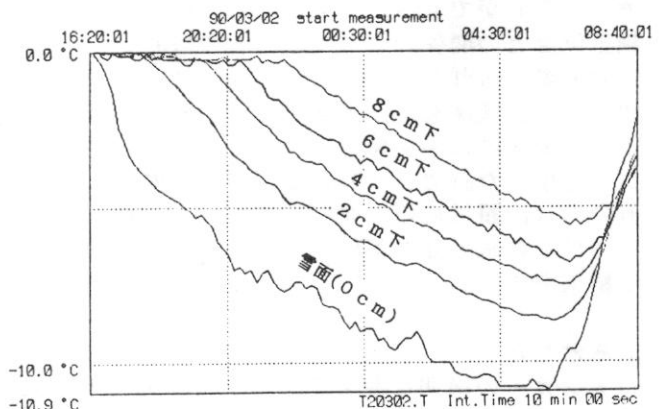


図2 各深さでの雪温の時間変化(3/2~3)

は0°Cに保たれ、その後熱伝導によって雪温が低下した。しかし、新雪の熱伝導率は小さいので表面と2cm下での温度差は大きいまま保たれた。日の出(6:30)ののち、表面雪温は急速に上昇しているが、これはセンサーが日射により暖められたためであると考えられる。結局、表面と2cm下との間に2°C/cm程度の温度勾配が14時間持続した。図3から、この間に表面直下では、新雪が1mm程度のしもざらめ雪に急速に変態したことがわかる。

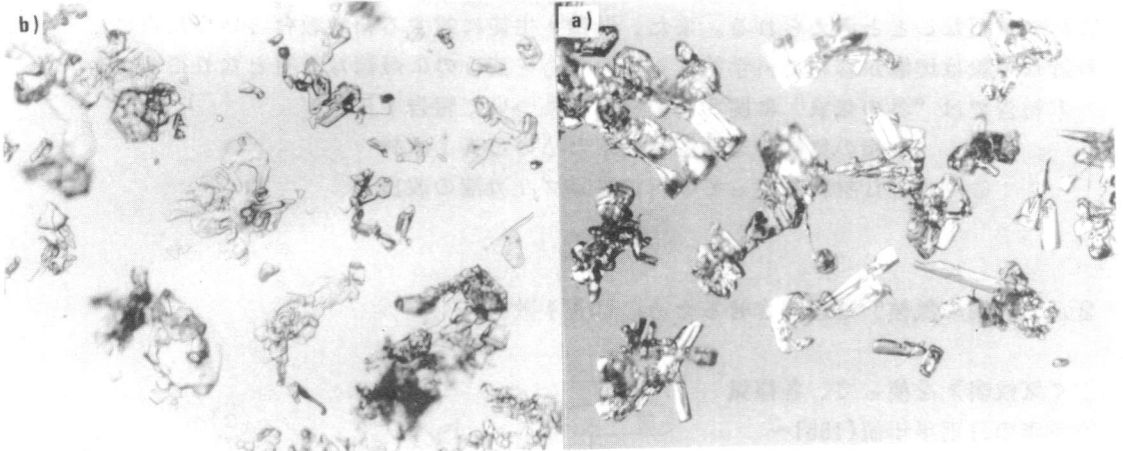


図3 表面下1cmでの雪粒の接写(バラ写し) 1mm
 a)3/2 16:30 新雪 b)3/3 6:30 しもざらめ雪

4. まとめ

上述のような、表層におけるしもざらめ雪の急速発達現象は、観測期間50日間のうち10回観測された。全てに共通の条件は、次のことだった。

- ①層構造は、密度の大きい旧雪の上に密度の小さい新雪が数cm載っている2層構造であった(図1)。
- ②昼間、日射があり積雪は内部昇温していた。
- ③夜間は、晴天微風で雪面は放射冷却していた。

以上のことから、昼間日射により内部昇温したのち、夜間、放射により雪面は冷やされたが、新雪の熱伝導率は小さいため、表層に大きな温度勾配が持続したと考えられる。また、昼間内部融解が起これば、更に大きな温度勾配が持続する。このことから、表層では大きな温度勾配(≒2°C/cm)のもと短時間(14時間)のうちに、しもざらめ雪は急速発達すると考えられる。