



雪崩の危険度評価に関する研究

Research on Evaluation of Avalanche Likelihood

積雪寒冷地の道路では、雪崩対策工の整備が進められ効果を発揮していますが、時に想定外の雪崩が発生し、通行止めになる事があります。そこで、寒地土木研究所では、道路管理を支援するという視点にたち、一般国道453号支笏湖周辺地域における雪崩発生と気象条件等との関係を調べ、この地域に適応した雪崩発生の危険性を簡易に判定する方法について研究を行っています。

On roads in cold, snowy regions, the countermeasures against avalanches tend to be effective except for unexpectedly large-scale avalanches. Such avalanches cause traffic closures. To assist road management, the CERI is surveying the relationship between avalanche occurrence and weather conditions in the area adjacent to National Highway 453, which runs along Lake Shikotsu and is researching a method to easily determine the likelihood of avalanche occurrence in this area.



支笏湖周辺における雪崩発生の特徴

Pattern of avalanche occurrence in the Lake Shikotsu area

これまでの支笏湖周辺における表層雪崩の発生パターンからの気象要因として、気圧傾度を間接要因、積雪安定度を直接要因として着目しました。
Based on past avalanche occurrence data, we focused on pressure gradient as an indirect factor and snow satiability index as a direct factor.

低気圧接近・発達により気圧傾度(I)が上昇傾向を示す。
A developing low-pressure system approaches, and the pressure gradient increases.

降雪により積雪深が6時から継続的に増加。
From 6:00 a.m., snow depth increases continuously due to snowfall.

多量降雪により積雪安定度(SI)が低下。
Snow stability index (SI) decreases due to heavy snowfall.

SIが小さい状態で続き、雪崩発生。
SI remains low, and avalanche occurs.

※雪崩発生前に気圧傾度が上昇し、発生時には積雪安定度が低下。
Pressure gradient increases before avalanche occurrence, and SI is low at the time of occurrence.

▲雪崩発生までの特徴
Avalanche occurrence process

①気圧傾度 I (hPa/100km)
100kmあたりの気圧の勾配
1) Pressure gradient (I) (hPa/100 km):
Gradient of pressure per 100 km

低気圧：方向 θ θ: angle
強さ V V: magnitude
Low-pressure system

▲支笏湖周辺における雪崩発生の気象要因
Weather factors responsible for avalanche occurrence in the Lake Shikotsu area

②積雪安定度 SIの基本的考え
2) Snow Stability Index (SI): Basic concept

SI = $\frac{SFI}{W \cdot \sin \theta}$

SFI: せん断強度指数
shear frame index
W: 上載荷重
snow load
θ: 斜面傾斜
slope angle

西(270°)から接近する低気圧が雪崩発生に影響を及ぼすことを考慮して気圧傾度 I を定めた。
Pressure gradient (I) was used to estimate the occurrence of avalanche, because these tend to occur when a low-pressure system approaches, usually from the west (270°).

$I = V \cos(\theta - 270^\circ)$

道路管理への適用

Application to road management

- 雪崩について道路管理するには、次のことが求められると考えました。
- ①雪崩発生前に危険度を判断し、体制準備ができる。
- ②発生の予測ができ、通行規制の判断ができる。
- ③危険度の低下を予測でき、規制解除の判断ができる。

そこで、

1. ①については、気圧傾度 I を活用する。
2. ②&③については、積雪安定度 SI を活用する。

こととし、これらの変動をモニタし下表に示した管理基準(案)によって、雪崩発生の危険度を判定しました。

To apply the avalanche likelihood factor monitoring system to road management, we assumed the following would be needed:

- 1) Advance knowledge of avalanche likelihood, for preparations.
 - 2) Forecast of occurrence, to enable decision-making for road closure.
 - 3) Forecast of decrease in likelihood, to enable decision-making for road closure cancellation.
1. For 1), use pressure gradient (I).
 2. For 2) and 3), use stability index (SI).

Based on changes in these factors and the draft of management criteria, in the table below the likelihood of avalanche occurrence was determined.

管 理 レベル Management level	要 素 Factor		
	積雪深 Snow depth (H)	気圧傾度 Pressure gradient (I)	積雪安定度 Stability index (SI)
I 注意 Caution	H ≥ 1m	—	—
II 警戒 Warning	H ≥ 1m	≥ 2.86	
III 通行止め Closure	H ≥ 1m		SI ≤ 2.0
解 除 Cancellation			SI > 2.0

▲支笏湖周辺における雪崩危険度監視システムの管理基準(案)
Management Criteria of Avalanche Likelihood Factor Monitoring System for the Lake Shikotsu Area (draft)

雪崩危険度監視システム

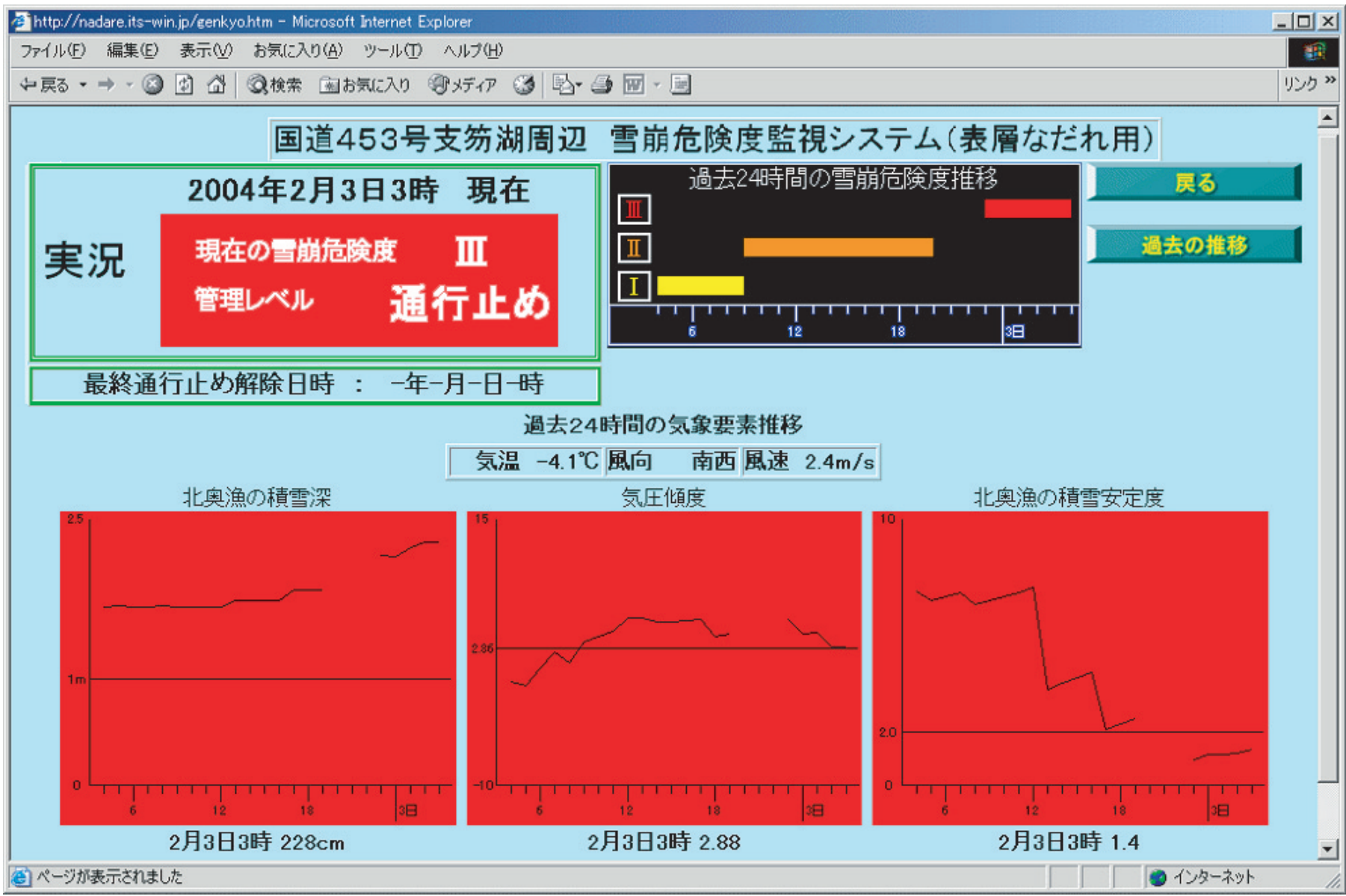
Avalanche likelihood factor monitoring system

検討結果を踏まえ、H15年度の冬期に道路テレメータデータを活用した支笏湖周辺における雪崩危険度監視システム(下図)を構築し、試験的に運用を行いました。まとめとしては、

- ・危険度を道路テレメータデータで1時間毎に求められた。
- ・今冬期、1度だけ雪崩が確認され、当システムでも捉えられた。

今後、データを蓄積し精度向上を図ります。

In view of the examination results, we constructed the avalanche likelihood factor monitoring system for the Lake Shikotsu area (figure below) that employs road telemeter data and we operated the system on a test basis in the winter of fiscal 2003. The system provided avalanche likelihood every hour using the telemeter data. During the winter, there was one avalanche that was forecast by the system. More data must be accumulated to improve its accuracy.



▲雪崩危険度の現況 (Web画面)
Example of current avalanche likelihood (web page)