



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	日本のツンドラ、大雪山：永久凍土環境とその観測
Author(s)	石川, 守
Relation	シンポジウム「北の山で何が起きているのか：変容の持続的観測」 = Symposium on Northern Mountains: Past Change and Monitoring Network). 10月29日(金). 北海道大学学術交流会館, 札幌市.
Issue Date	2010-10-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/44276
Type	conference presentation
File Information	6_ishikawa.pdf



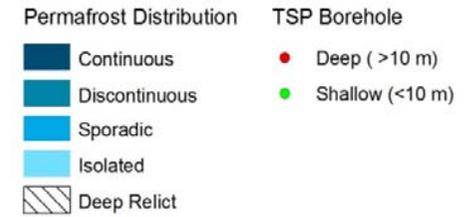
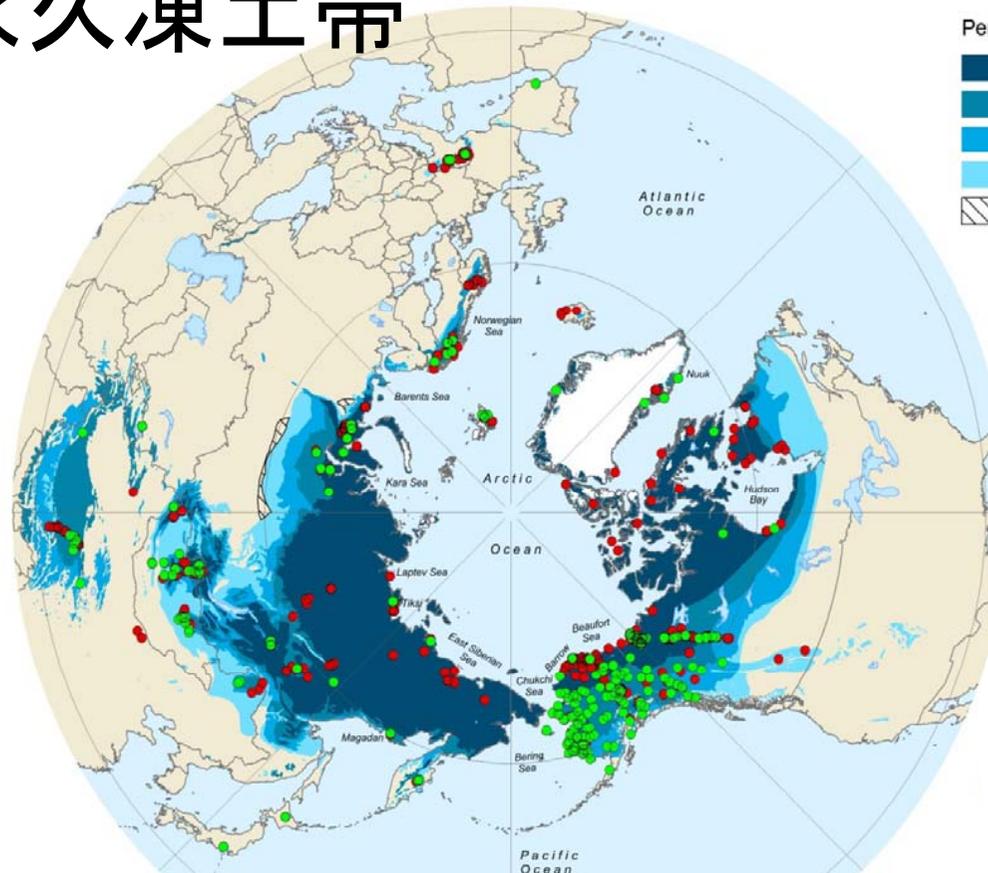


日本のツンドラ、大雪山 - 永久凍土環境とその観測 -

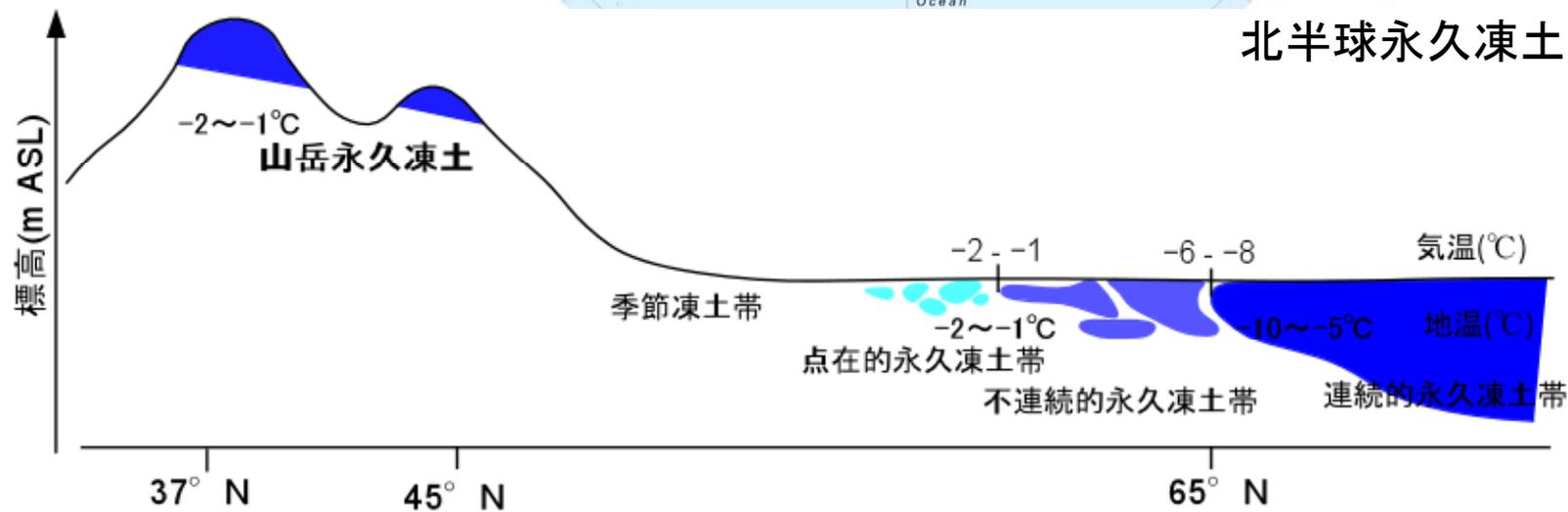
北海道大学 大学院地球環境科学研究所

石川 守

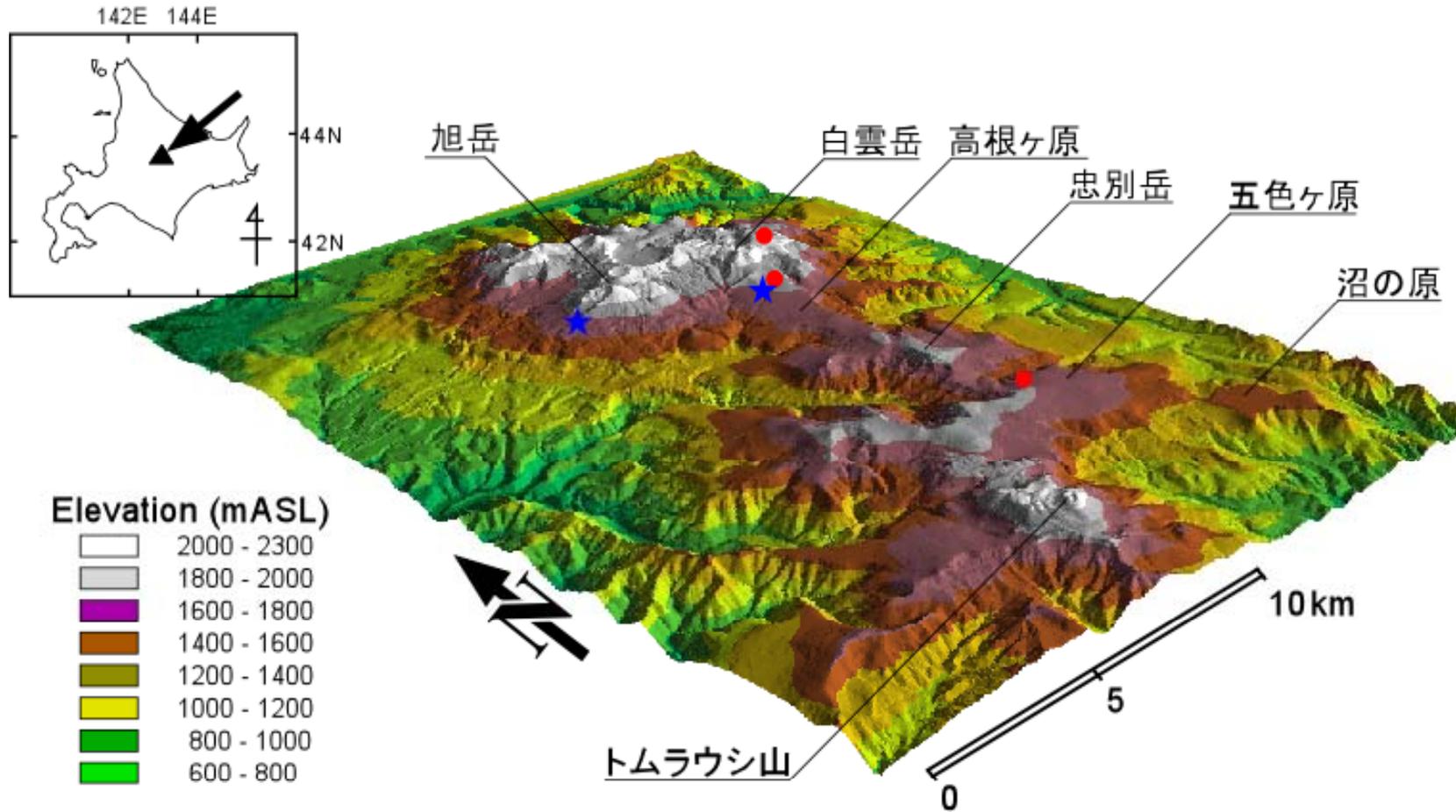
大雪山は永久凍土帯 の飛び地



北半球永久凍土分布



大雪山の地形・気象概要



● 年平均気温 (1999-2000)

小泉岳(2135 mASL):	-4.7°C
白雲小屋(2000 mASL):	-3.8°C
忠別小屋(1635 mASL):	-2.0°C

★ 冬季間平均風速(樹林限界上)

白雲小屋(2000 m ASL):	8.6 m/s
- 曾根 & 高橋, 1988	
旭岳西斜面(1595 m ASL):	7.1 m/s
- 山田 他, 1978	

大雪山永久凍土研究史

1970年代：発見の時代

→ 夏季に地下氷の確認

1980年代：対比の時代

→ 永久凍土指標地形の発見，通年気温の観測成功

2000年代初め：空間動態把握の時代

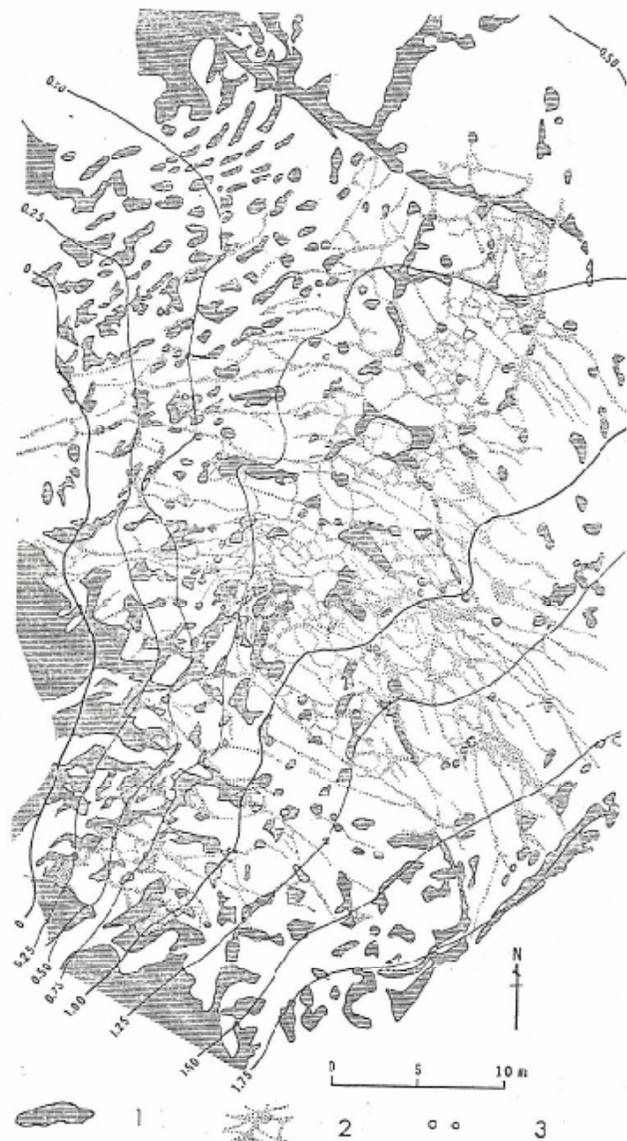
→ 点から面へと観測範囲の拡大、分布図の作成

2000年代後半～：変動監視の時代・研究対象多様化の時代

→ 複合気象要素の定点観測，長期監視体制の構築

2008年～：研究対象多様化の時代

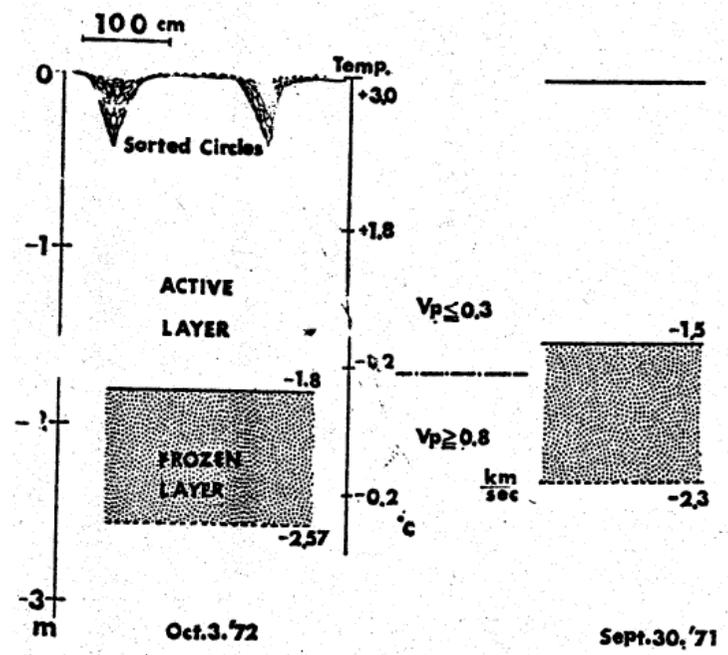
1970年代:発見の時代



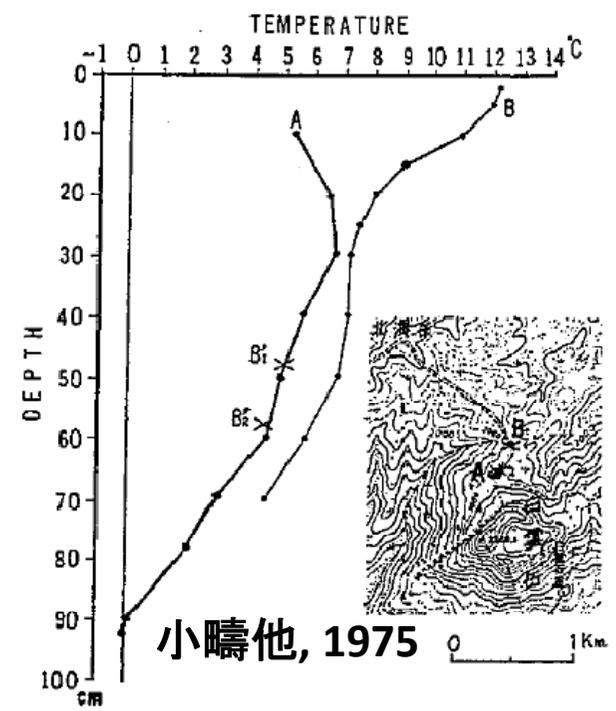
第2図 北海平の構造土 (Loc. 47)

- 1. 植生のある部分
 - 2. 表層構造土の粗粒部分
 - 3. 巨礫
- 等高線間隔は 25 cm. 0 = 約 2,060 m

構造土の分布
小疇, 1965



福田・木下, 1974



小疇他, 1975

1980年代:対比の時代

白雲小屋(標高2000m)にて年間を通した気温観測を実施

1985(-3.8°C) 1987(-4.9°C) 1988(-5.2°C)

旭川(6.3°C), Fairbanks (-3.4°C), Nome(-3.5°C)

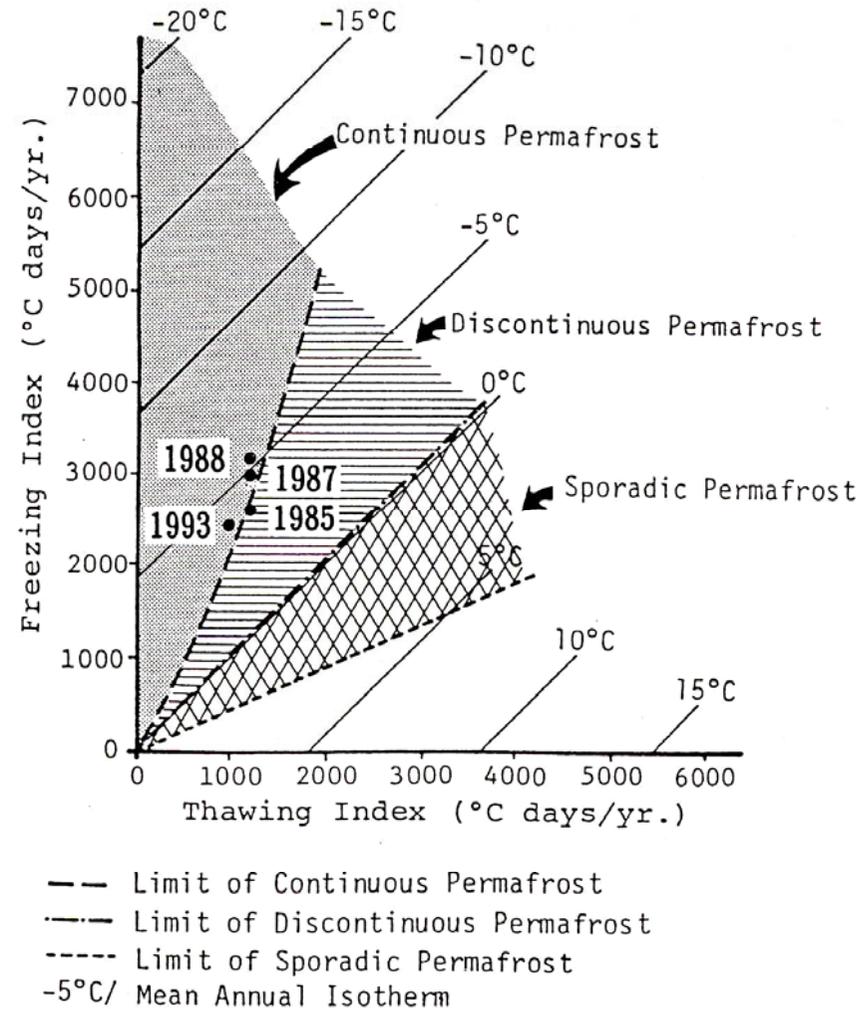
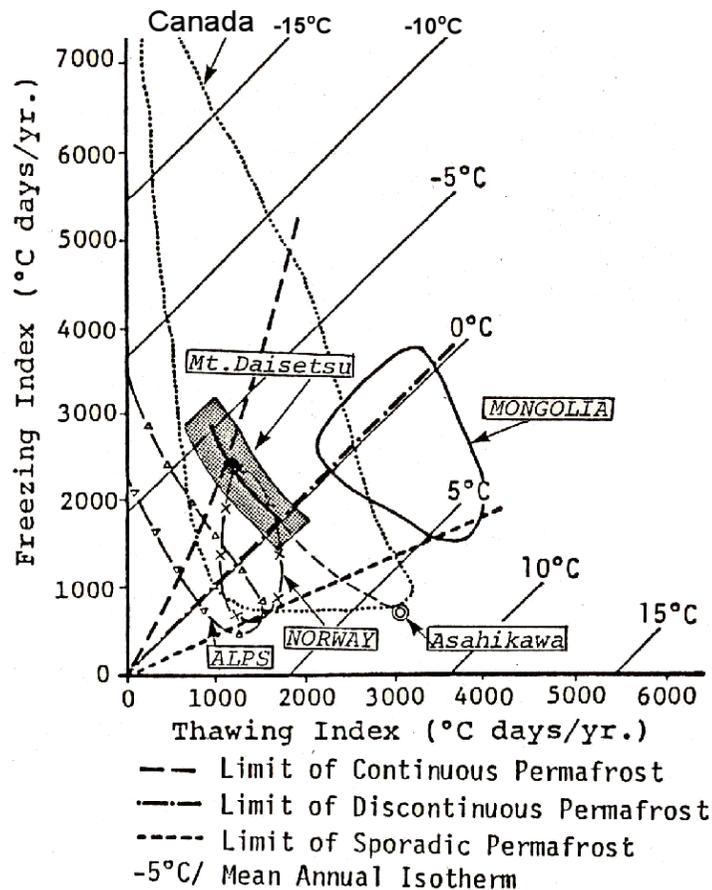


Fig. 3 Relationship between permafrost zones and freezing and thawing indexes (after Harris, 1981). ● : In the case of Hakuun hut

Freezing Index: 日平均気温プラスの積算値

Thawing Index: 日平均気温マイナスの積算値

パルサ地形の発見



曾根・高橋 1986; 高橋・曾根 1988

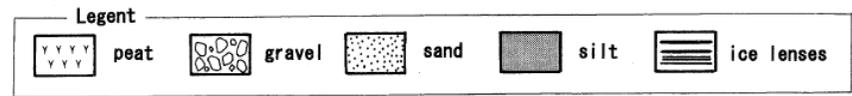
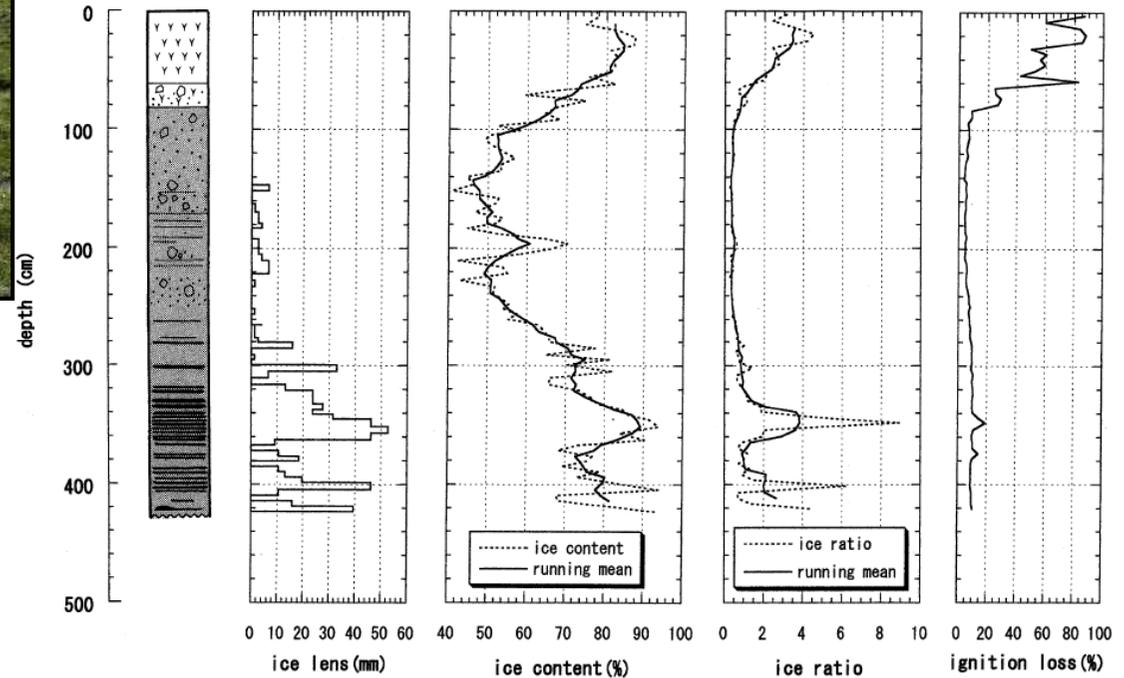
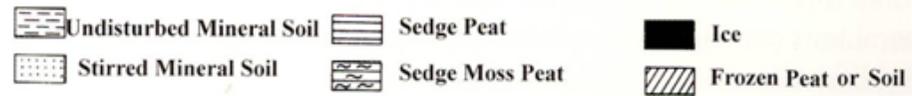
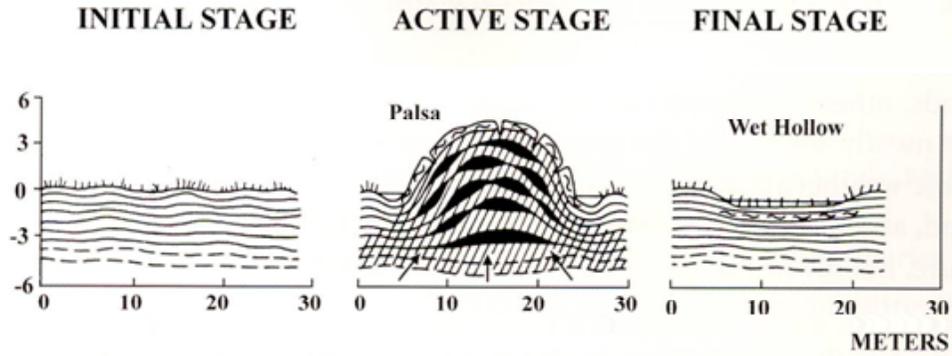
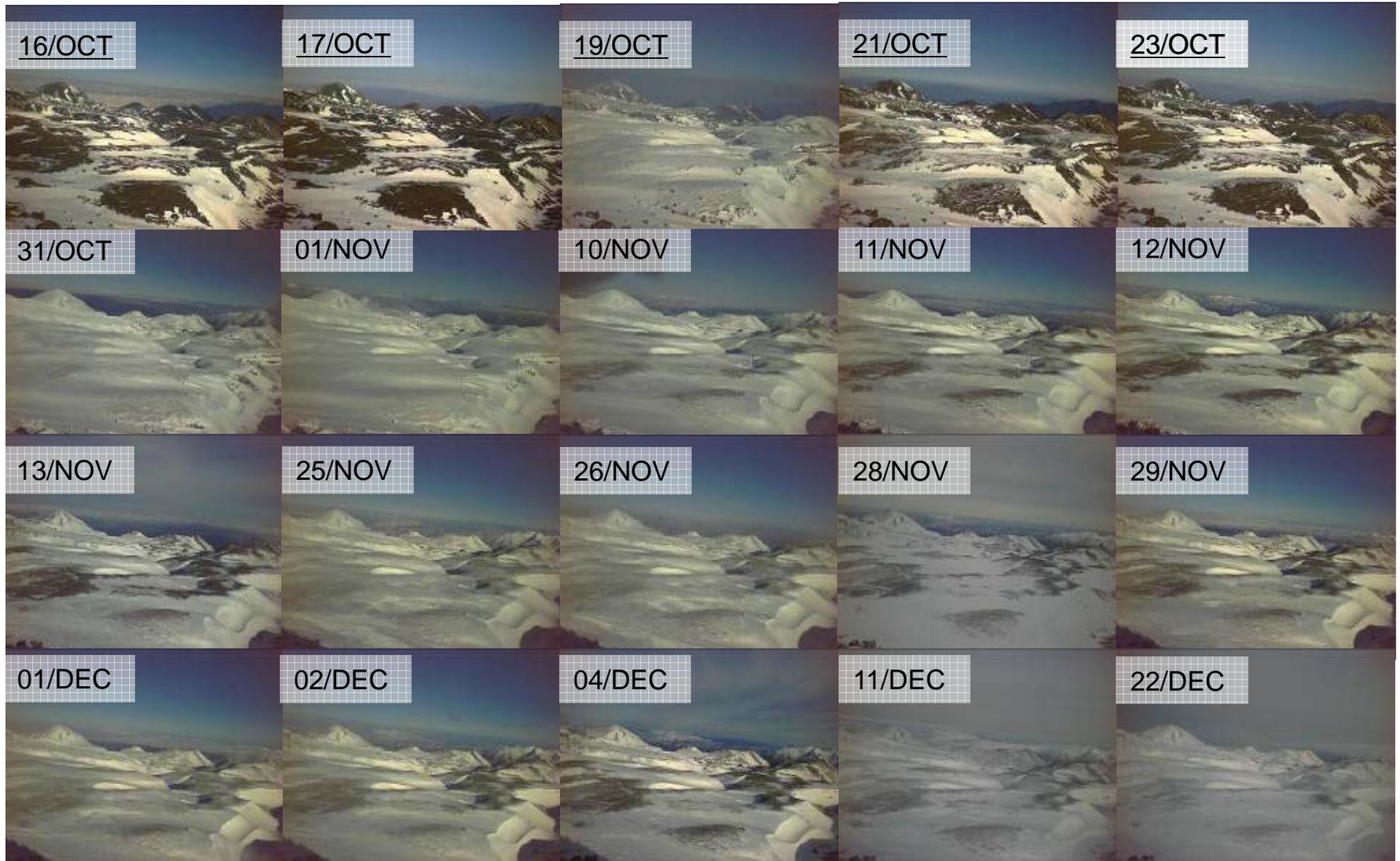


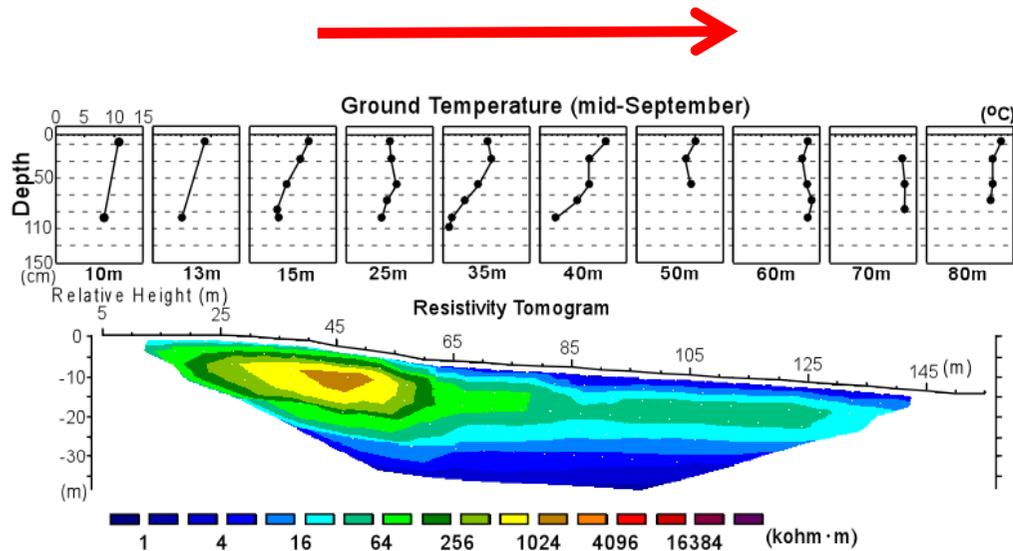
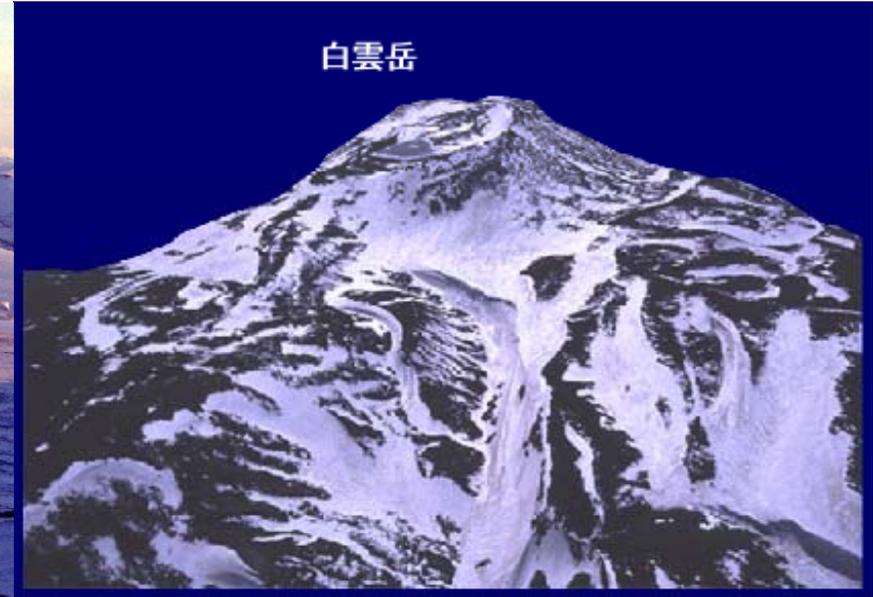
図 2 コア A によるパルサ B の柱状図, アイスレンズの析出量, 体積含水率, 含水比, 強熱減量. 柱状図と強熱減量は Sone and Takahashi (1993) による.

2000年代初め:空間動態把握の時代

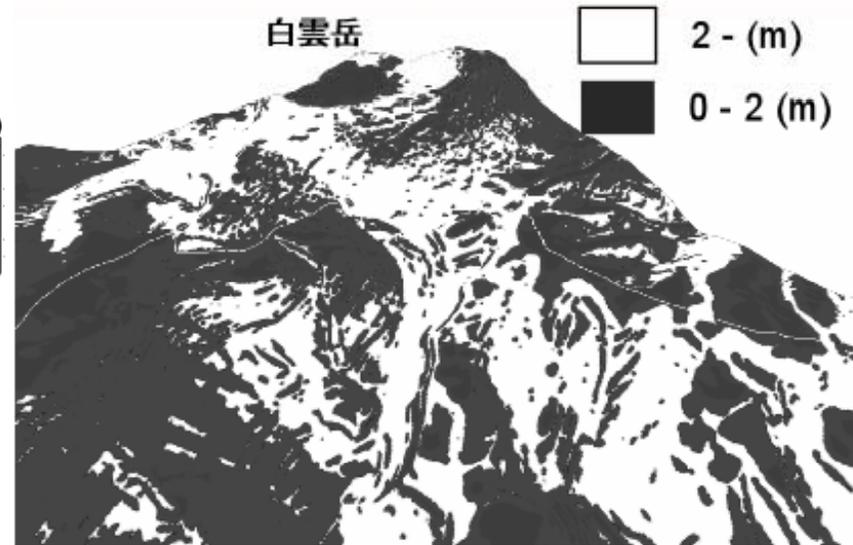
積雪環境



地上物理探査による永久凍土構造の把握・積雪分布推定



Ishikawa 2001

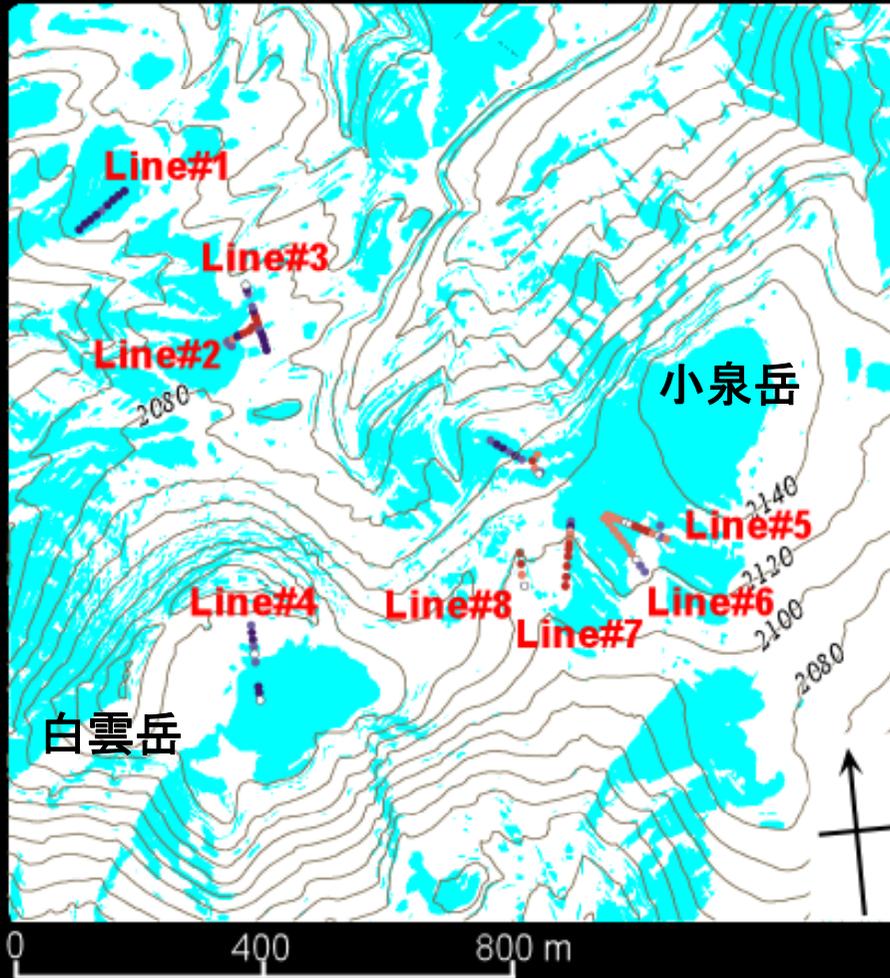
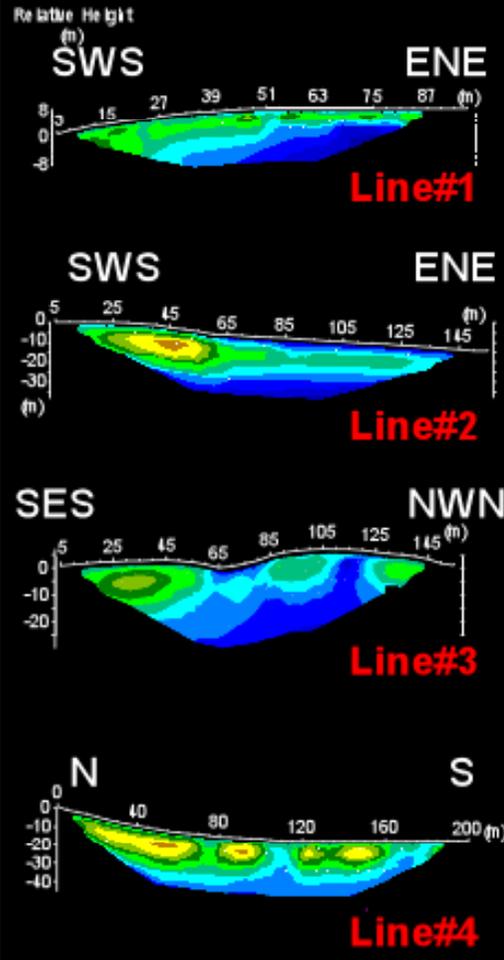


Ishikawa & Sawagaki 2001

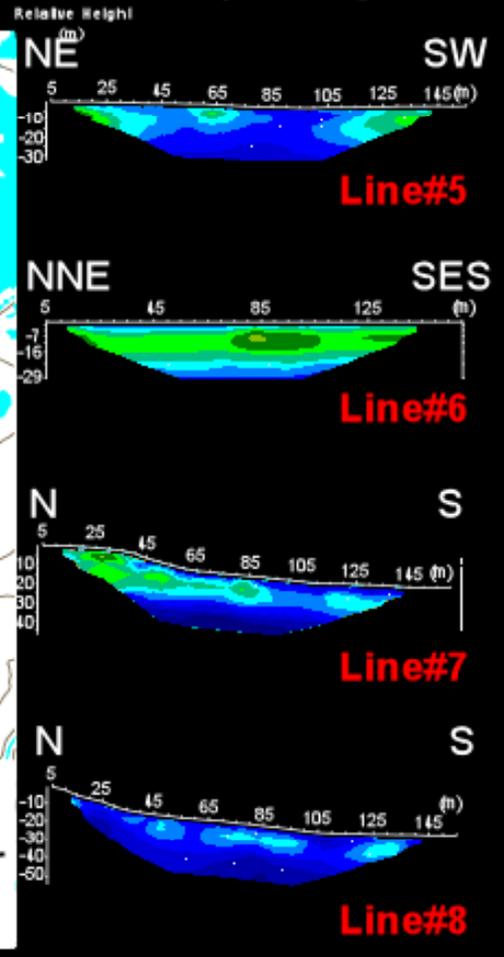
永久凍土分布図

Permafrost
 No Permafrost

Resistivity Tomogram



Resistivity Tomogram



1m Depth Ground Temperature(°C)

● 0.2 - 3.3
 ● 3.3 - 5.3
 ● 5.3 - 6.8
 ● 6.8 - 9.9
 ● 9.9 - 13.1

2000年代後半～: 変動監視の時代

永久凍土地帯での総合的な気象観測(2005～)



タワー観測

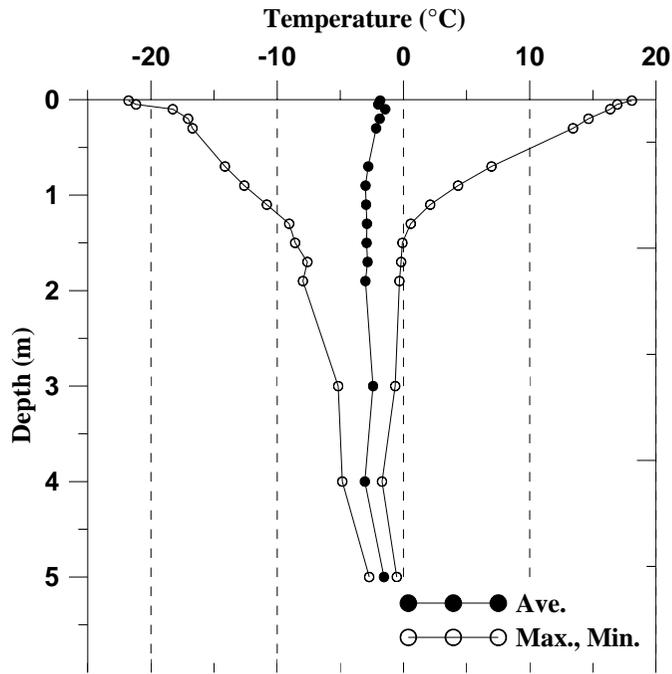
- 放射成分
- 気温・相対湿度
- 気圧
- 風向・風速
- 降水量

ボーリングによる永久凍土掘削

- 地温
- 土壌水分

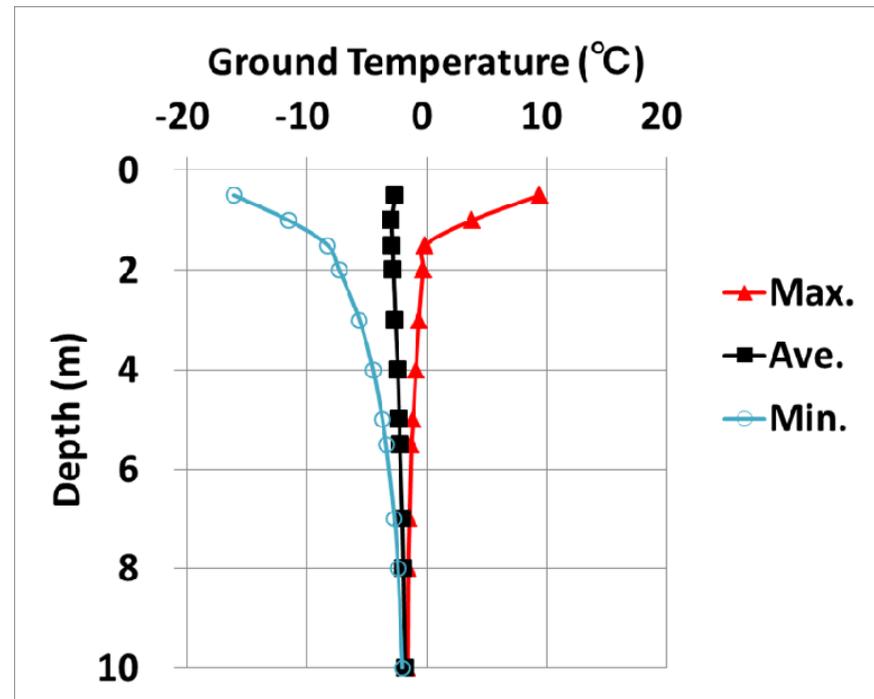
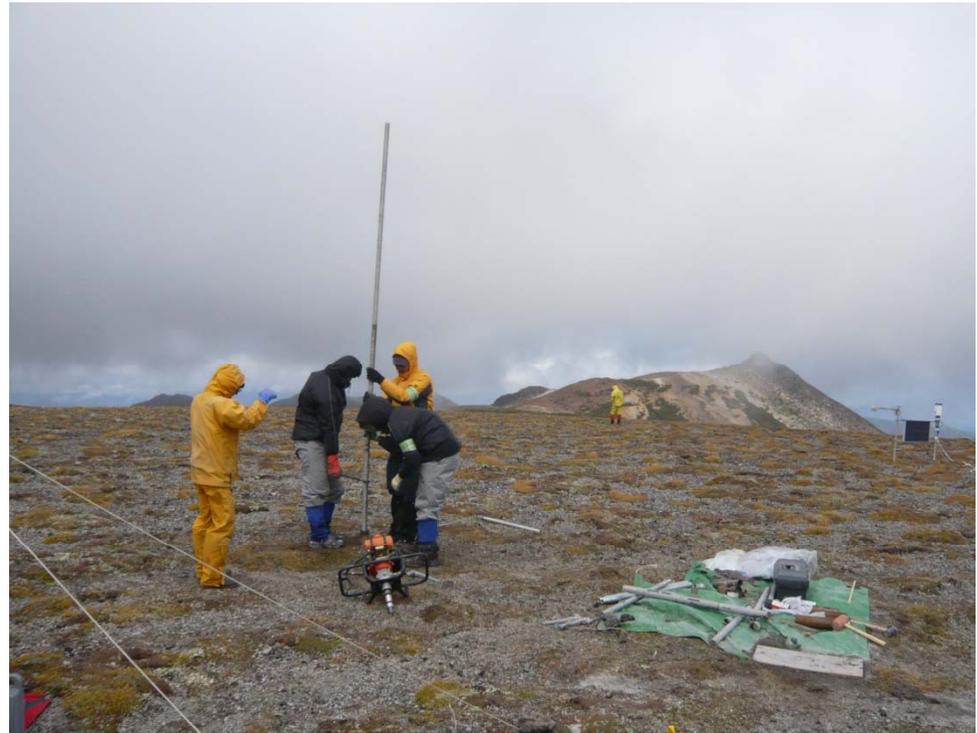


永久凍土はどの深さ まであるのか？



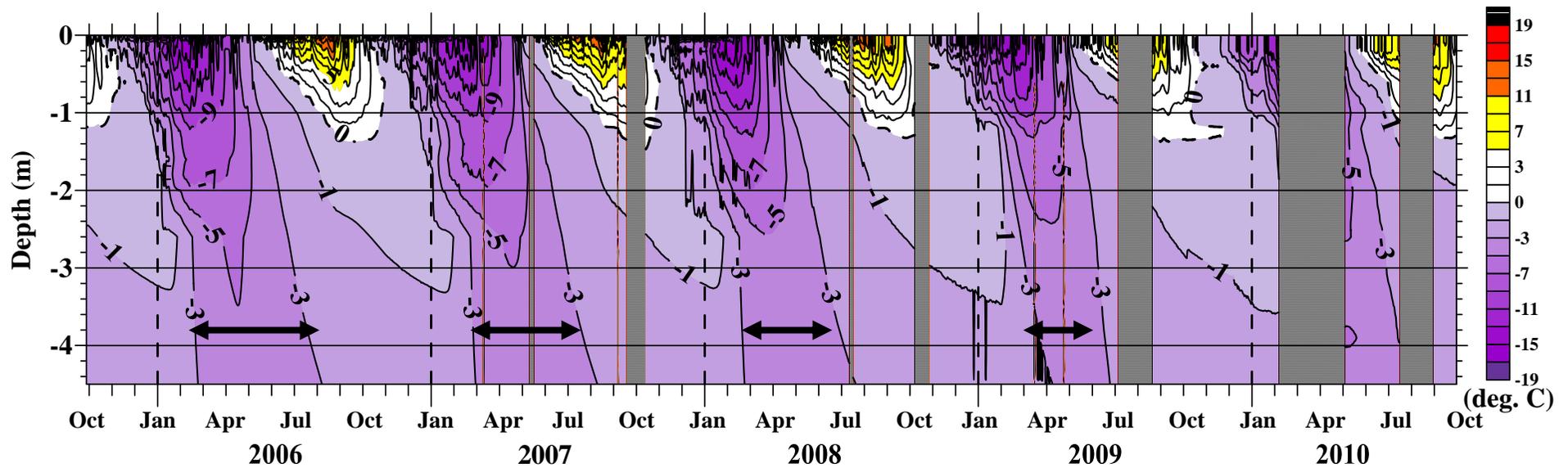
電気探査による永久凍土底部の推定
 Fukuda (1992) ... 8.7m
 Ishikawa (2000) ... 8.5m

Iwahana et al., 2008



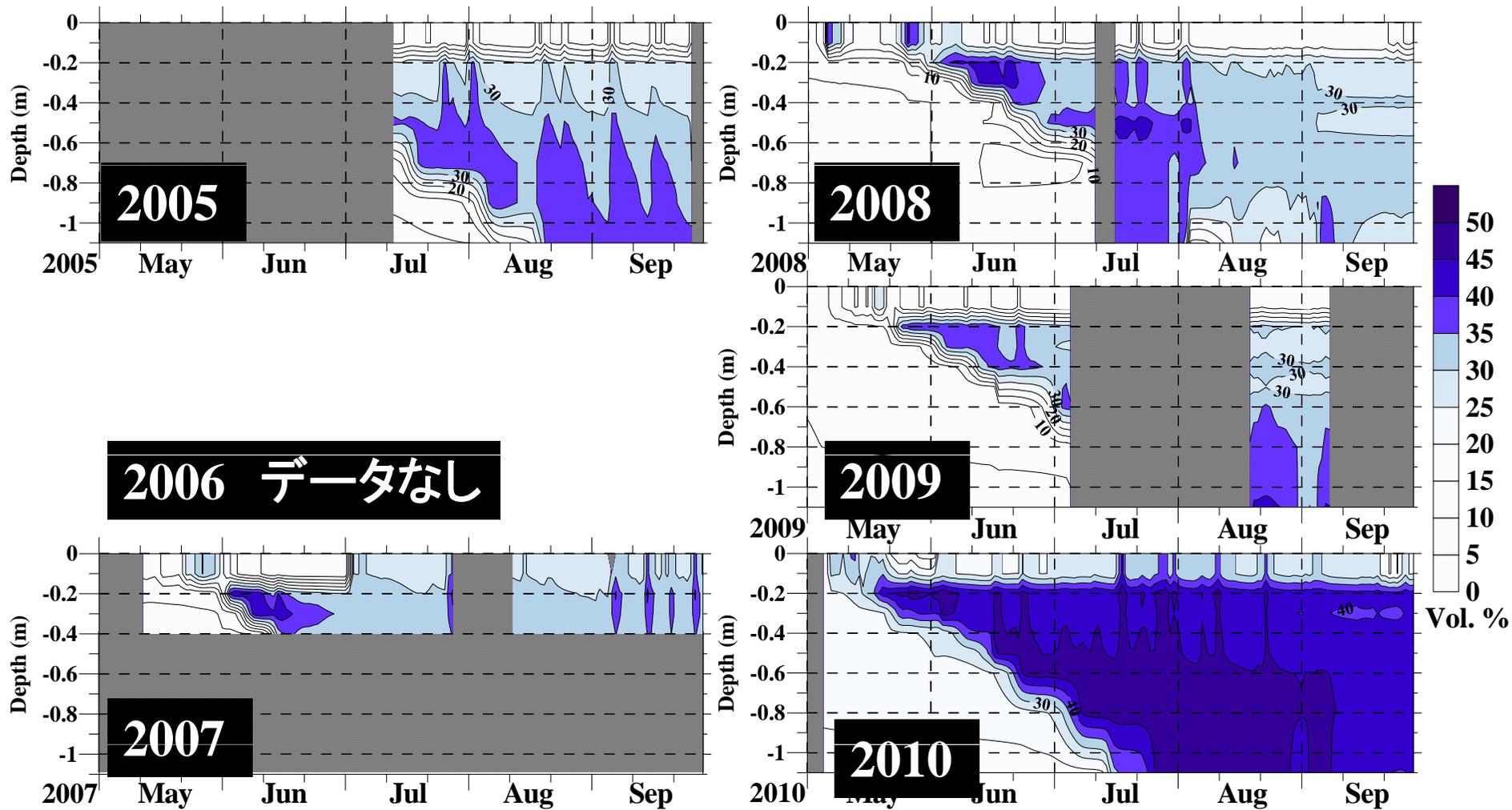
地温モニタリングの継続

5年間の5m地温プロファイルの変化

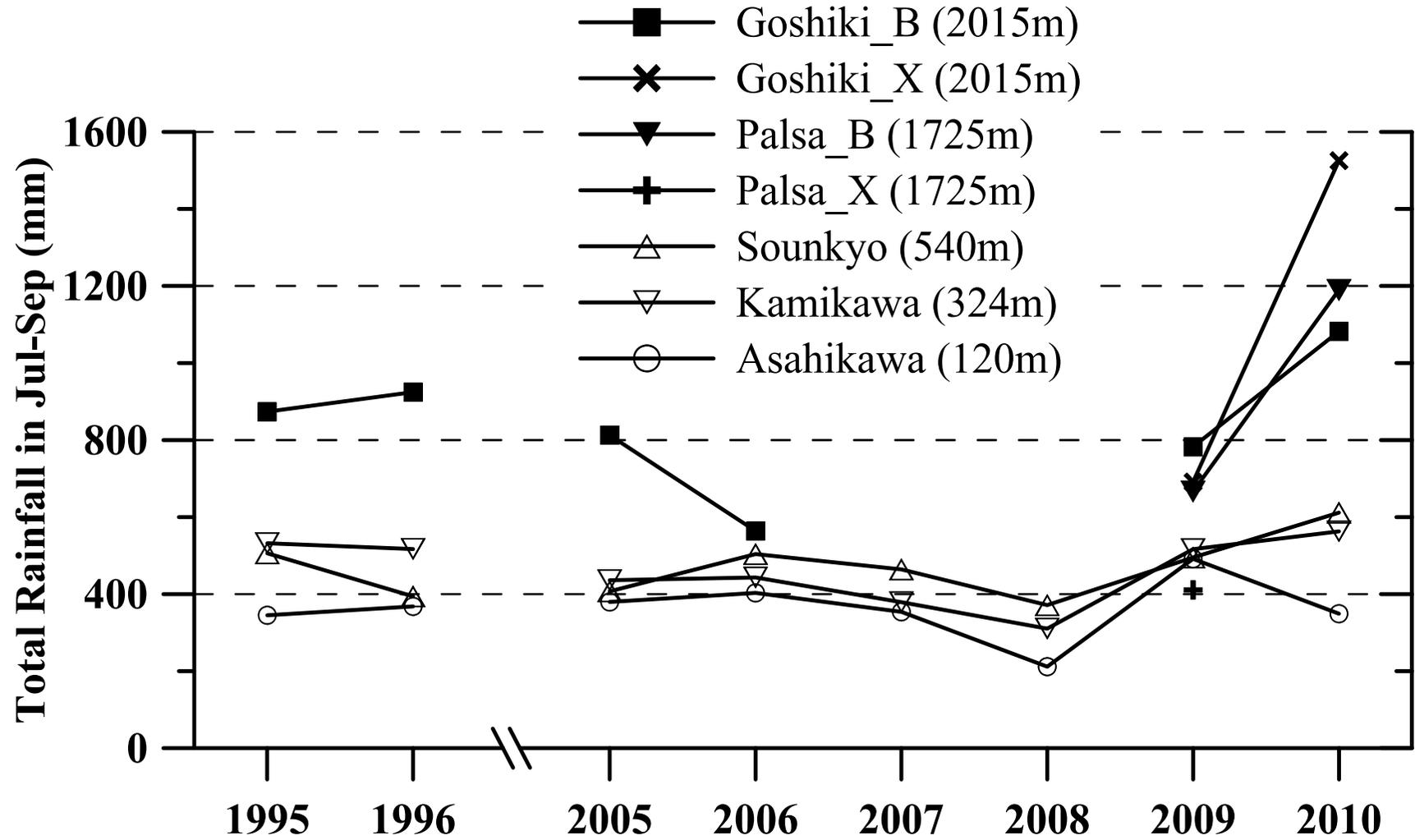


•永久凍土温度は，温暖化傾向？

活動層内の土壌水分変化

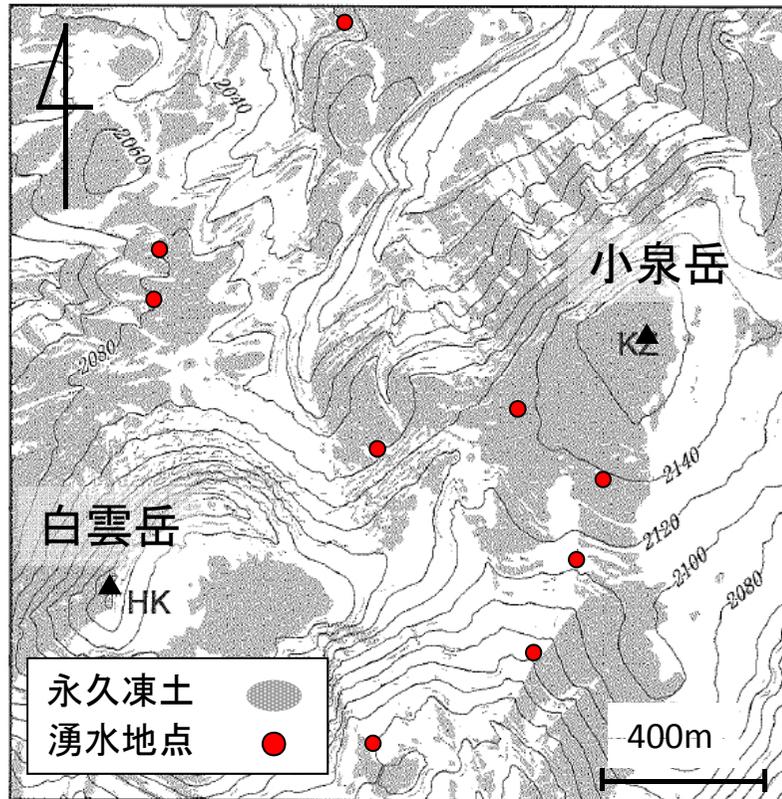


降水の変動



2000年代後半～: 研究対象範囲の拡大

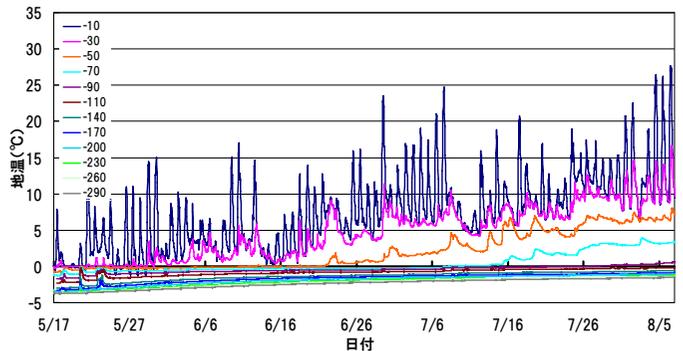
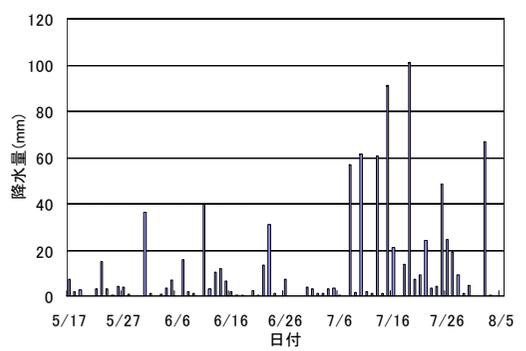
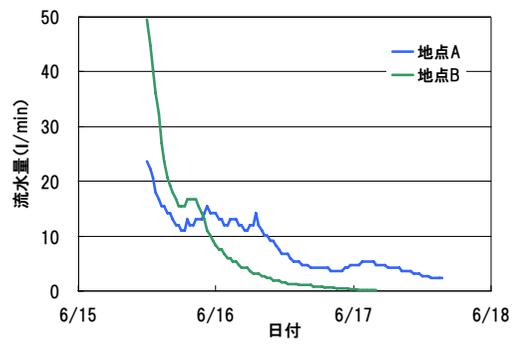
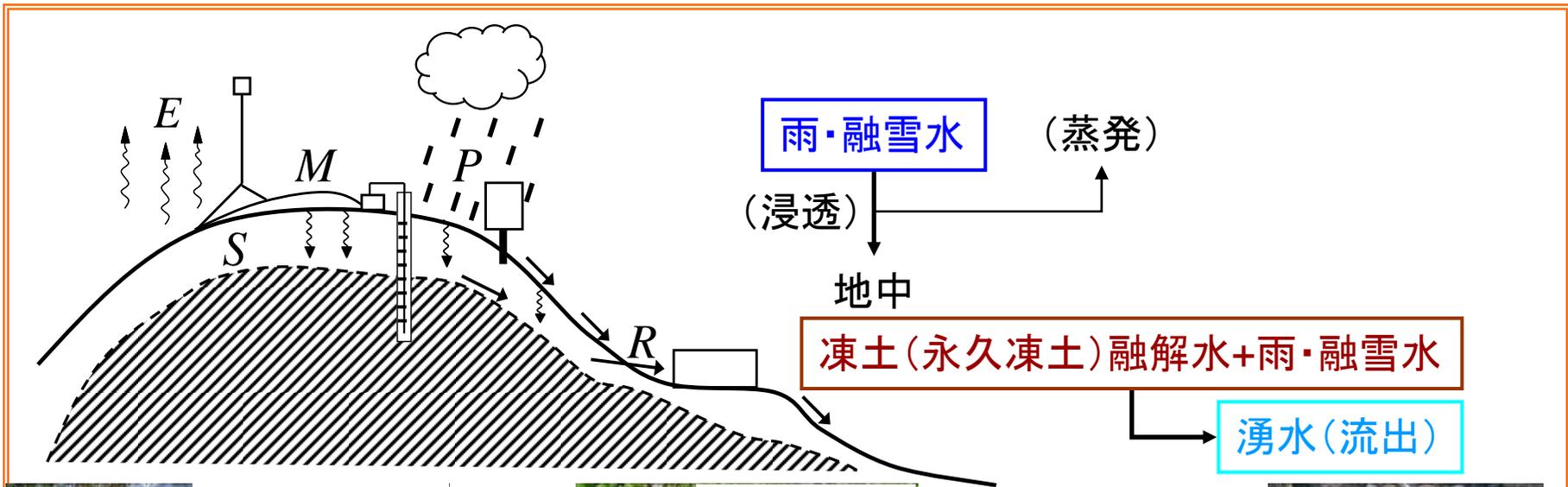
大雪山高山帯の永久凍土域には、多数の湧水流出地点が存在する



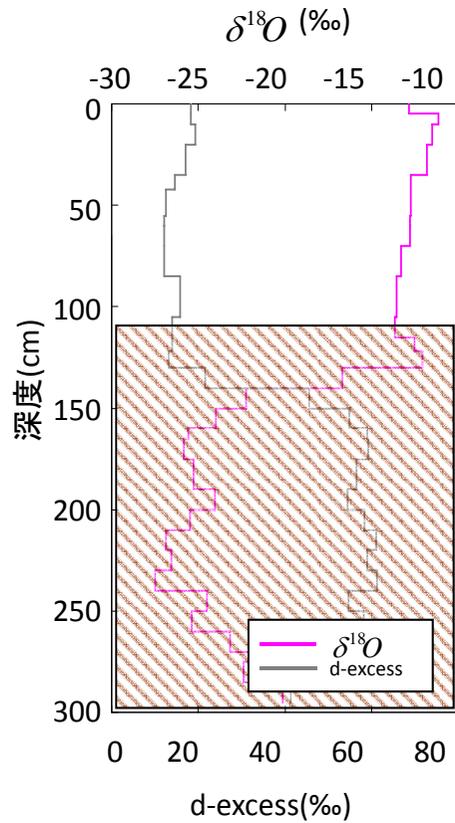
2000年の永久凍土分布予測図
(Ishikawa 2001)と湧水地点

湧水はどのように涵養されているのか？

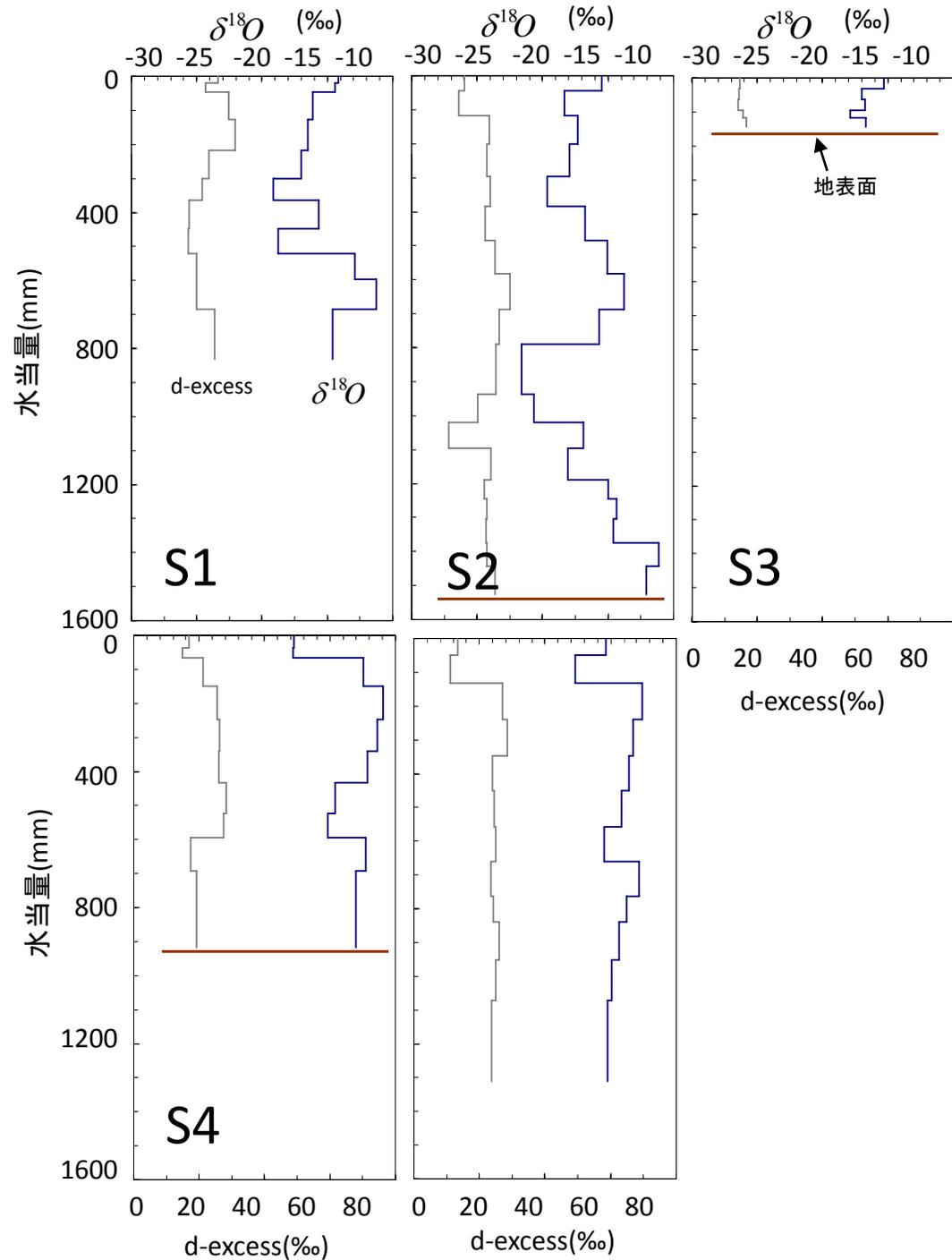
大雪山永久凍土帯における水循環研究



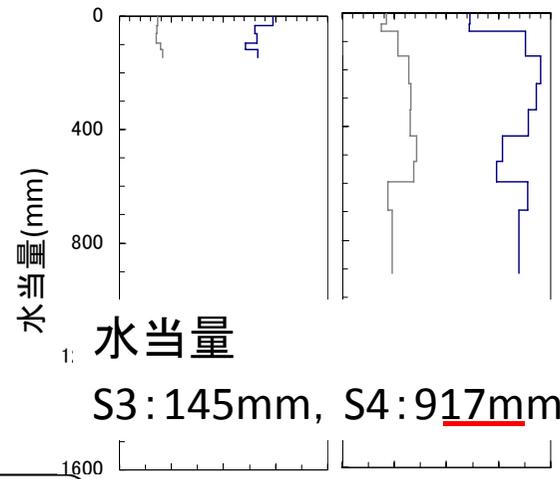
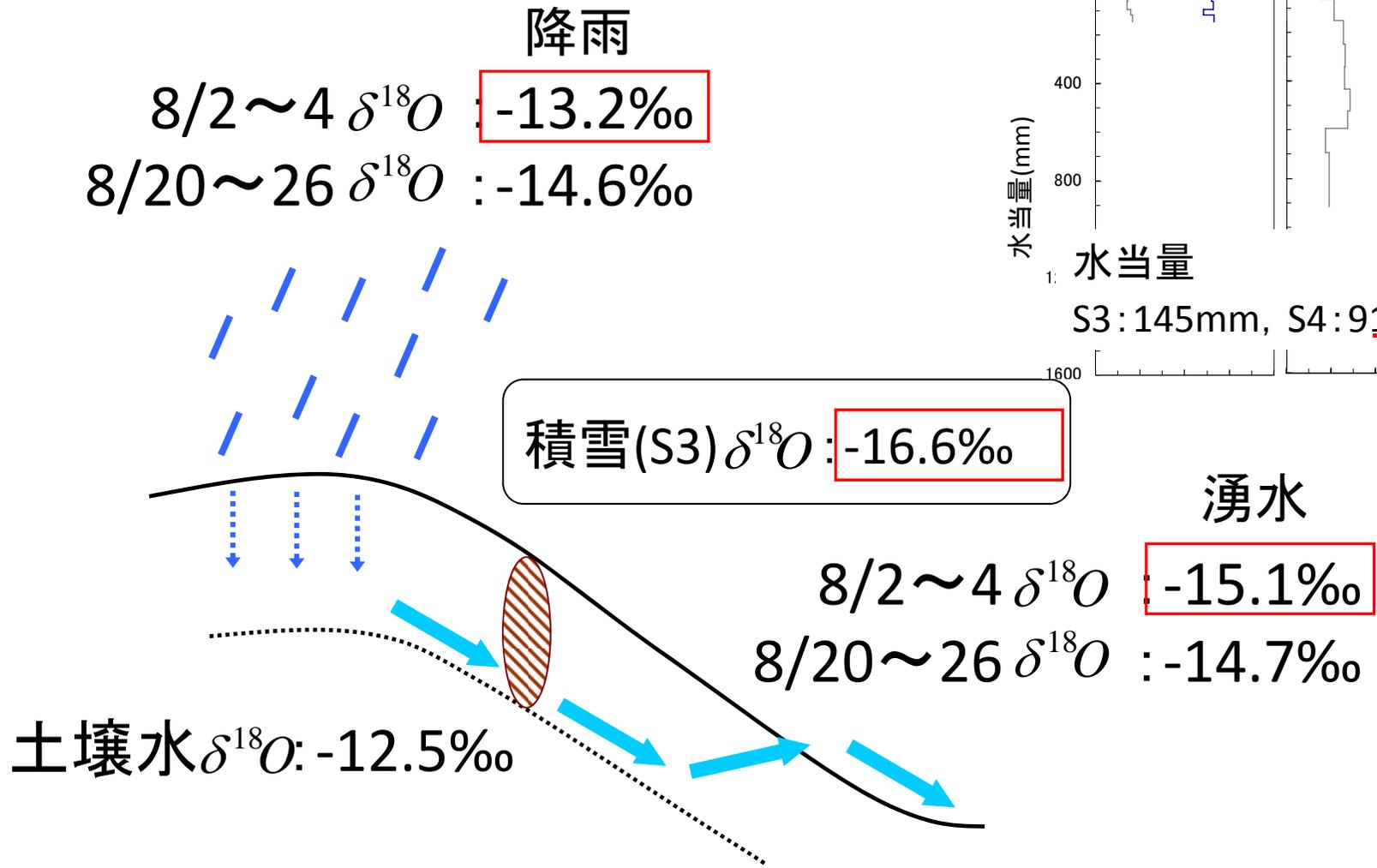
土壌水・積雪の水安定同位体比



最大融解深
 (約105cm)まで
 平均 $\delta^{18}O$: -12.7‰

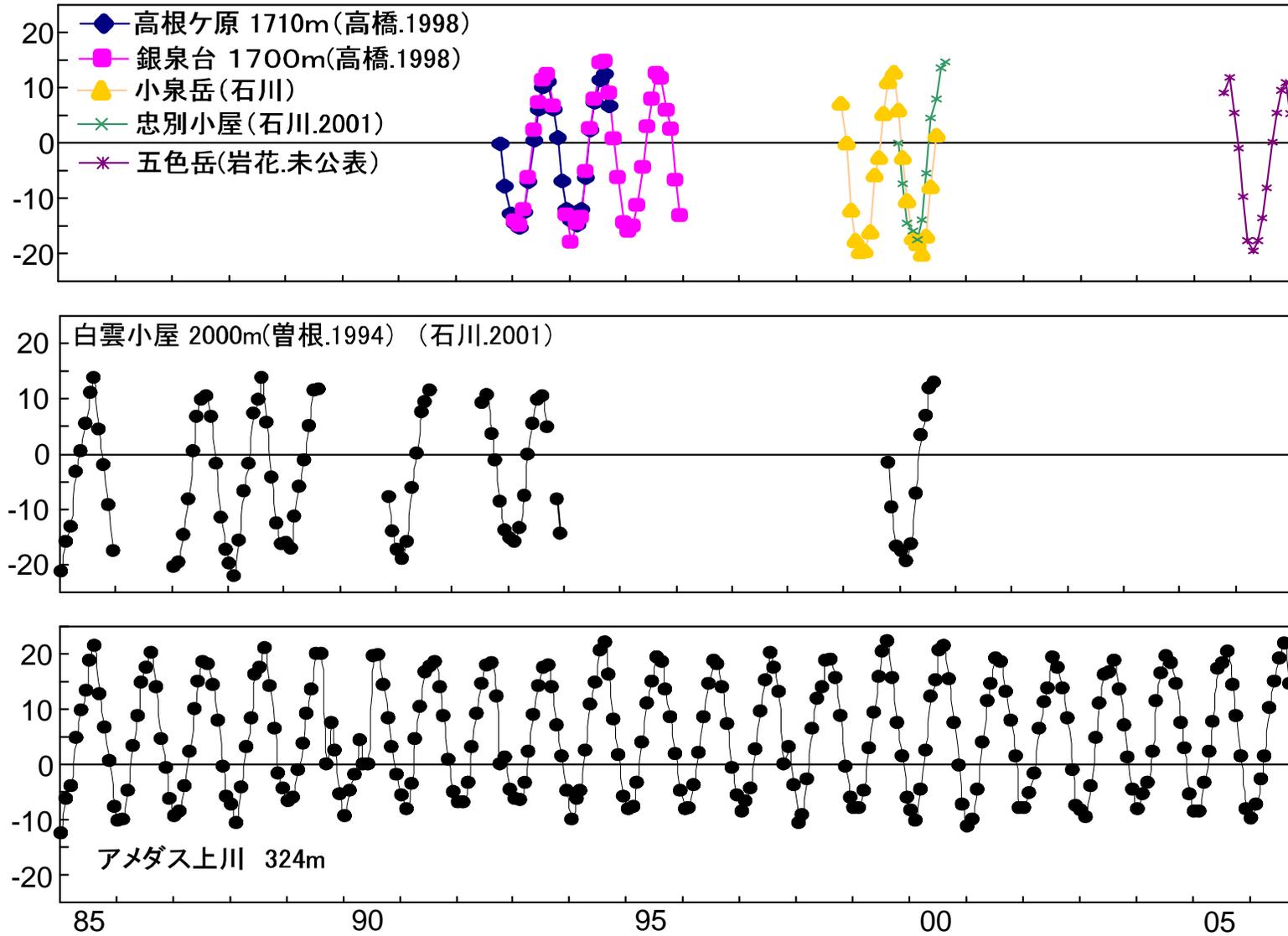


湧水に占める降雨，融雪水，土壤融解水の寄与



湧水に融雪水が混合 → 8月まで融雪水が土壤中に貯留

大雪山は温暖化しているか？



大雪山での研究の意義

- 日本では唯一、ある程度の広がりを持って存在する永久凍土
- 北極域や高山域のアナロジーサイト
 - 海外調査の試験場
 - 比較研究(水・熱循環、地形現象など)
 - メンバーは、シベリア・アラスカ・モンゴル・南極などにもフィールドをもつ
- 身近な観測サイト、しかし誰でも調査できる環境ではない

ほんとうのところは…

山が好きでやっています。

