

2008 年アラスカ・オーロラピークにおける 氷河流動測定・氷厚探査

福田武博(北海道大学環境科学院), 杉山 慎(北海道大学低温科学研究所),
白岩孝行(総合地球環境学研究所), 的場澄人(北海道大学低温科学研究所)

1. はじめに

我々は北太平洋北部の物質輸送および北米大陸西岸の古環境復元を目的とし、ローガン山(カナダ)・ランゲル山(アラスカ)での氷コア掘削を行っている(Shiraiwa *et al.*, 2003; Shiraiwa *et al.*, 2004)。より長い時間スケールの古環境情報を取得するため、降水量の少ないと考えられる内陸に位置するアラスカ山脈が注目された。2008年5月から6月にかけてこの地域で調査が行われ、全長180mに及ぶ氷コア試料を採取することに成功した。本報は、この掘削地域の氷河流動環境を理解するために行った氷河表面流動速度観測および氷厚探査の結果である。

2. 調査地域

調査を行った地域は、アラスカ山脈中央部、ヘイズ山の南東約15kmに位置するオーロラピーク(63.52°N, 146.54°W, 3068m a.s.l.)北麓の平坦な場所である(図1, 図2)。この地点は東西と北に流出する3つの氷河の分水嶺になっている場所である。

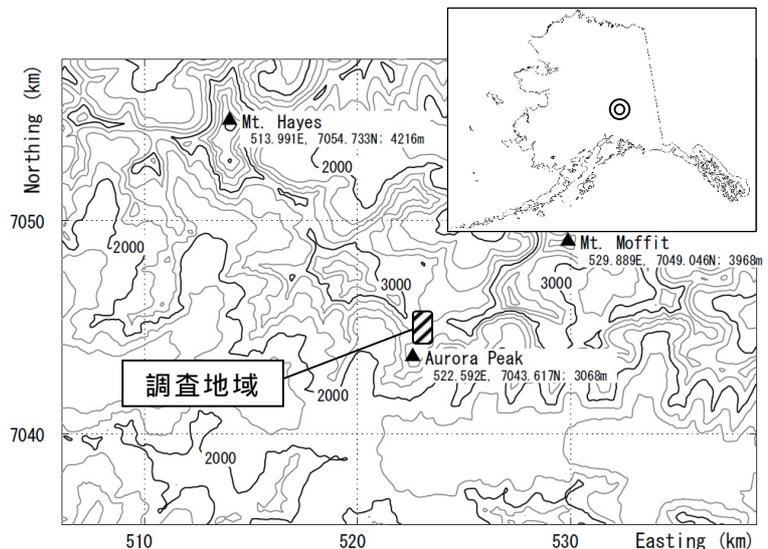


図1 調査を行ったオーロラピーク周辺の地形図



図2 南側から見下ろした観測地域の様子

は掘削地点およびベースキャンプを設営した地点を示す。

掘削地点を中心として北に 200m ,南に 500m , 東西各 200m の範囲において GPS (System1200, Leica Geosystem Ltd.)により表面高度を測定した . 2 台の GPS を干渉させて高精度かつ短時間での測定が可能なキネマティック法を用い ,各点約 30 秒間の測定により座標を取得した(測定点は図 3 を参照) . GPS の測定精度に雪面の不均一性などを加味すると , 測定誤差は 0.1m 以下と考えられる . 図 3 は , 測定された表面高度分布を , 掘削地点近傍に設置した GPS 基準局(2822m a.s.l.)からの高度差(m)によって示したものである . 観測地域は , 東西方向に対称な緩やかな鞍上の地形をしており , また掘削地点は鞍上地形の頂点付近に位置していることがわかった .

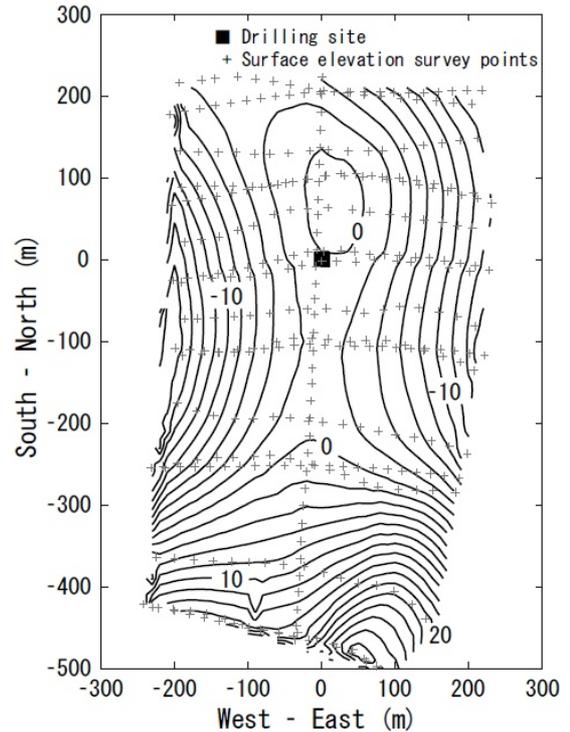


図 3 掘削地点周辺の表面地形

3. 観測方法と結果

3.1. 表面流動速度

2008 年 5 月 20 日から 6 月 9 日にかけて , 氷河表面の流動速度観測を行った . 表面高度を測定した範囲に 18 本の測量用ポールを約 100m 間隔で設置した . 測量用ポールは雪面より 0.5m 以上垂直に差込み , 風や雪の影響で傾かないようにした(図 4) . 観測用ポールの上端に自作のアタッチメントを取り付け , GPS アンテナを取り付けられるようにしている . 2 台の GPS を干渉させて高精度の測定が可能なスタティック法を用い , 各点約 1 時間の測定により座標を取得した . 測定精度は水平方向に 2-3mm , 垂直方向に 5mm 程度である . およそ 2 週間後 , 再び全ての観測点で同じ測定を行い , 座標を取得した . 2 回の観測で得られた座標の差より流動速度を求めた .

図 5 に各観測点 () の流動速度を示す . 水平方向の流動速度をベクトルで , 鉛直方向の流動速度を下部の数字で示す . 約 20km はなれた GPS 固定局を使って氷河上に設置した基準局の絶対的な動きを求め , 各観測点の流動速度を補正している . 流動方向は最大傾斜方向にほぼ等しく , 掘削地点から東西に 200m はなれた傾斜部では年間 10m 程度の流動速度であった . 掘削地点では , 鉛直方向の流動速度が -8.0 m a^{-1} , 水平方向は測定限界以下であった .



図 4 流動速度測定に用いた測量ポールと GPS アンテナ

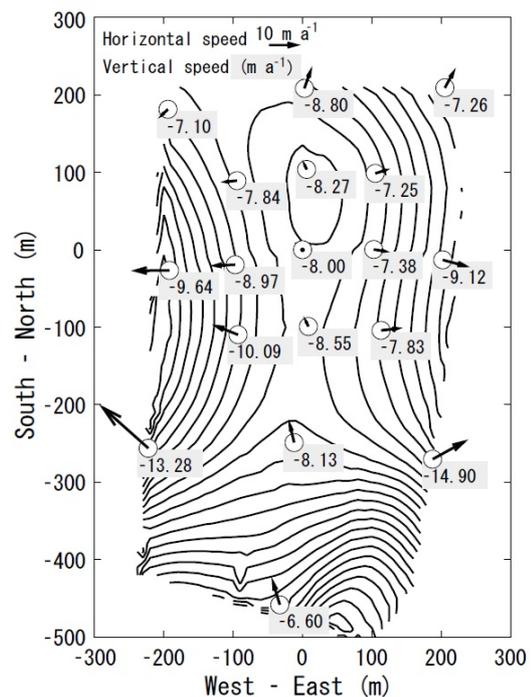


図 5 掘削地点周辺の表面流動速度

3.2. 氷厚探査

表面高度を測定した範囲で Ohio 州立大学製作のアイスレーダーを用いて氷厚探査を行った。このアイスレーダーは送信機と受信機からなり、送信機で中心周波数 5MHz の高電圧短パルスを発生させ、氷を伝播し岩盤で反射したパルスを受信機で受信するものである。本観測では受信機 - 送信機間距離は 20 m と設定した。受信したパルスの波形は、デジタルオシロスコープ (THS720 std, Tektronix Japan, Ltd.) と PC を用いて保存した。南北に通る尾根に沿った測線 (図 7 参照) 上で得られた受信パルスの波形を図 6 に示す。往復伝播時間約 1.5-2.5 μs に岩盤からの反射シグナルが確認された。同様な探査を東西方向にも 6 箇所行い、岩盤からの反射波が到達する時間を測定した。

次に、氷河中の電波伝播速度を測定した。同一の地点で受信機と送信機の水平距離を変化させ、岩盤反射波の到達時間の変化から、氷河中の電波伝播速度を 184.9 m us^{-1} と求めた。

各地点における岩盤反射波到達時間と上記の電波伝播速度を用いて氷厚分布を求めた (図 7)。観測地域の表面地形は東西に対称な鞍状地形をしていたが、氷厚は複雑な分布を示し、西側から東側にむけて氷厚が増加している。また、掘削地点の氷厚は 250m である。

4. 議論

図 8 は観測地域の表面および岩盤地形を示す。表面地形は緩やかな鞍状地形を呈しているが、岩盤地形は東側に谷を持つ地形であることがわかった。岩盤地形と表面地形が異なる氷河が形成された原因として、東西での降雪量の違い、フィルン層の流動特性、観測範囲外の地形の影響などが考えられる。今後は氷河流動モデルを使った数値実験によって、この氷河の形成メカニズムを明らかにする予定である。

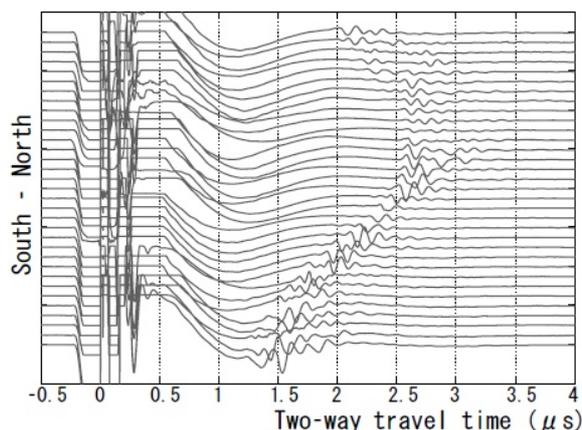


図 6 掘削点を南北に縦断する測線 (図 7 参照) において観測された受信パルスの波形
縦軸は反射波の強度を示す。

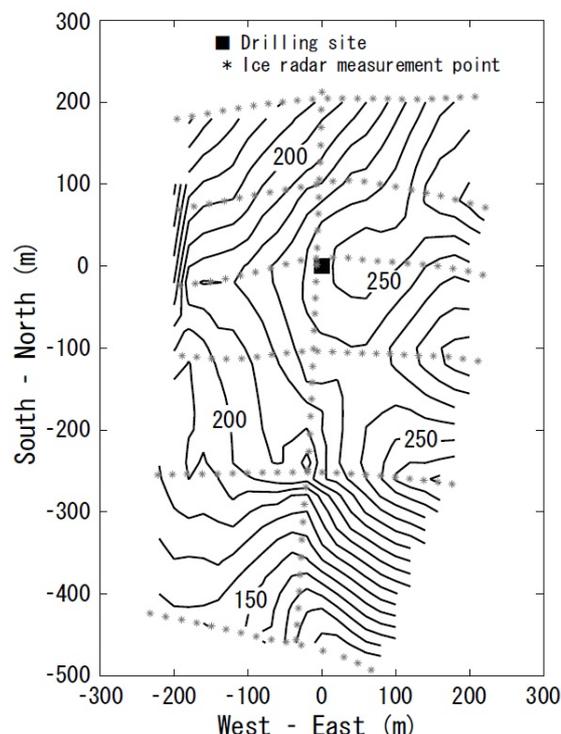


図 7 本観測によって測定された掘削地点周辺の氷厚分布。

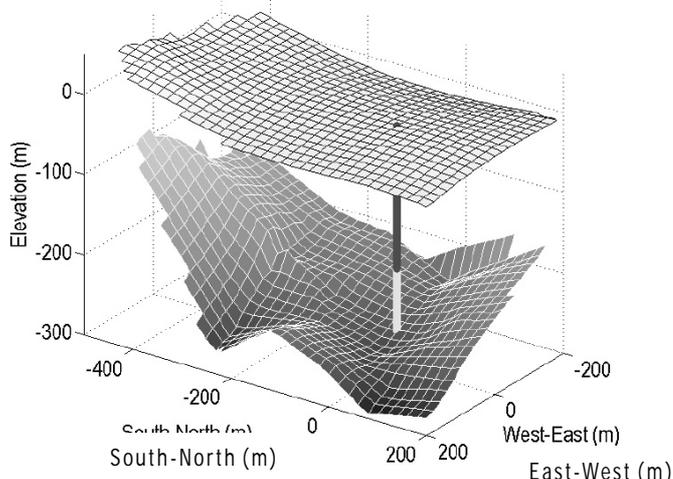


図 8 調査地域の表面地形と岩盤地形

直線は掘削孔(濃灰が掘削成功箇所)を示す。

5. まとめ

アラスカ・オーロラピークの氷コア掘削点において表面測量，流動測定および氷厚探査を行い，以下の点が明らかになった．

- ・調査地域は南北方向に尾根を持つ鞍状地形であった．
- ・氷河表面流動は掘削点付近を中心とした発散場を示し，東西に 200 m 離れた地点での水平流動速度は約 10 m a^{-1} であった．
- ・氷厚は複雑な分布を示し，表面地形と岩盤地形は一致していない
- ・掘削地点は鞍状地形の頂点付近に位置し，流動速度は鉛直方向に 8 m a^{-1} ，水平方向には測定限界以下であった．
- ・掘削地点の氷厚はおよそ 250 m．

謝辞

本研究は科研費・基盤研究 B 19340137 の助成を受けた．現地では吉川謙二氏（アラスカ大学フェアバンクス校）および観測メンバーにご協力いただいた．本文を取りまとめるにあたり，ここに深く謝意を表します．

参考文献

Shiraiwa, T., Goto-Azuma, K., Matoba, S., Yamasaki, T., Segawa, T., Kanamori, S., Matsuoka, K. and Fujii, Y. (2003): Ice core drilling at King Col, Mount Logan 2002. *Bull. Glaciol. Res.*, **20**, 57-63.

Shiraiwa, T., Kanamori, S., Benson, C.S., Solie, D. and Muravyev, Y.D. (2004): Shallow ice-core drilling at Mount Wrangell, Alaska. *Bull. Glaciol. Res.*, **21**, 71-77.