

## スウェーデン・ストール氷河での熱収支観測にもとづく融解量分布

紺屋恵子<sup>1,2</sup>・Regine Hock<sup>3</sup>・成瀬廉二<sup>2</sup>

1: 北海道大学大学院地球環境科学研究科, 2: 北海道大学低温科学研究所, 3: ストックホルム大学,

### 1. はじめに

氷河の融解は氷河の質量収支のみならず水収支にも深い関係があるため、その量の推定が必要である。本研究は以下の2点に着目して解析を行った。第一に、融解量の推定は熱収支法によって計算されるが、その過程には次のような気象学的問題がある。熱収支計算は氷河上の大気層が中立状態であることを仮定しているものの、氷河の存在によって形成される安定層のために、熱収支計算に誤差が生じる。本研究ではこの誤差を最小限に抑えて計算を行う。第二に、氷河の融解は面的に不均一な分布を示す。よって、氷河の質量収支・水収支を考えるには融解分布を考慮する必要がある。ここでは熱収支法を用いて融解を計算し分布を表す。

### 2. 観測方法

著者らは2003年夏季、スウェーデン・ストール氷河にて気象観測を行った。観測は以下2通りの方法で異なる期間について行った。

観測1) 氷河中央(図1, B)で気温・相対湿度、風速計を0.5, 1, 2, 4mの各高度に設置し、1分間隔で測定し、10分間隔で記録した。

観測2) 氷河上3点(図1, A, B, C)で上記各項目について高さ1mで測定を行った。

観測1、2と同時期に氷河中央部(図1, B)で放射4成分(短波上下、長波上下成分)の測定を行った。

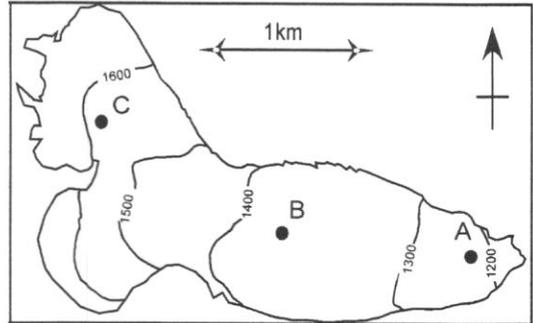


図1. ストール氷河。図中A,B,Cは気象観測地点

### 3. 熱収支計算

熱収支計算は以下のように融解に寄与する熱量が放射、顕熱、潜熱フラックスで構成されると仮定し、雨による熱量は無視した。

$$Q_M = Q_R + Q_H + Q_E \quad (1)$$

ここで、 $Q_M$ : 融解に寄与する熱量、 $Q_R$ : 放射、 $Q_H$ : 顕熱フラックス、 $Q_E$ : 潜熱フラックスである。また、顕熱、潜熱フラックスは以下のバルク式により計算した。その際、風速、気温のプロファイルから1mで得られた気象データがもっともよく表面の熱交換を代表しているとして、計算に用いた。また、バルク交換係数は、傾度法で計算し

た  $Q_H$ ,  $Q_E$  に最もよく合う 0.001 を採用した。

$$Q_H = C_H \rho C_p U_1 T_1 \quad (2)$$

$$Q_E = C_E \rho \lambda U_1 q_1 \quad (3)$$

ここで、 $C_H$ ,  $C_E$  はバルク輸送係数、 $\rho$ : 空気密度、 $C_p$ : 乾燥空気の定圧比熱、 $U$ : 風速、 $T$ : 気温、 $\lambda$ : 蒸発の潜熱、 $q$ : 比湿である。

### 3. 熱収支計算結果

図 2 に 7/29 - 8/10 の日平均計算値を示す。この期間の終わりには長波や潜熱フラックスはマイナスの値を示した。顕熱フラックスはこの期間の前半でとくに大きかった。

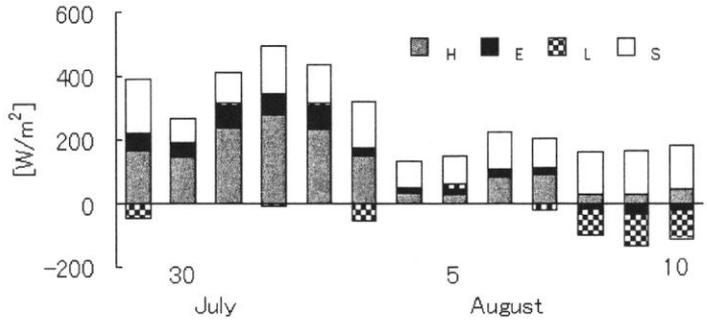


図 2. 熱収支計算結果 (日平均)

### 4. 面分布の計算

2章と同様に式(1), (2), (3)により、GIS上で15mグリッドのDEMを用いて計算を行った。その際、面分布の効果を表すため、以下のような作業を行った。

- 1) 短波放射に関しては周囲の地形による陰や表面傾斜の影響を考慮した。大気による減衰や雲の効果を検討するため、気象ステーションでの観測値と氷河域での最大値が同地値であると仮定した。朝、昼、夕の日射の面分布を計算し、その平均値を日平均値とした。
- 2) アルベド、長波放射、風速は氷河全域で同値と仮定した。
- 3) 気温は観測値と、氷河上3点での観測から得られた低減率 5.5K/km を用いた。
- 4) 比湿は相対湿度の観測値が氷河上で一定であると仮定し、気温分布を合わせて計算を行った。

### 5. 面分布計算の結果

日射量は太陽高度により異なる値、分布を示した。顕熱、潜熱フラックスは気温や比湿変化を反映し、高度変化を示した。総エネルギーの分布は高度変化のみならず日射の分布も表し、氷河の南北縁辺でことなる値を示した。

氷河全域の融解量と放射、気温、風速の日平均値を比較したところ、融解量変化は放射や気温変化により追従することが分かった。

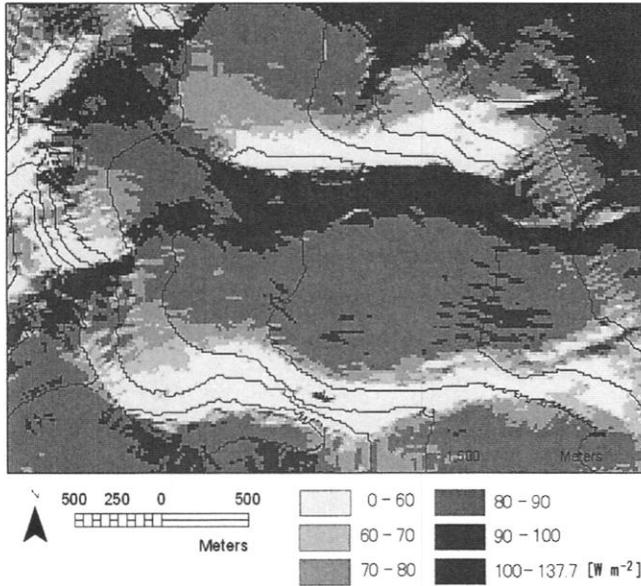


図 3. 融解量面分布

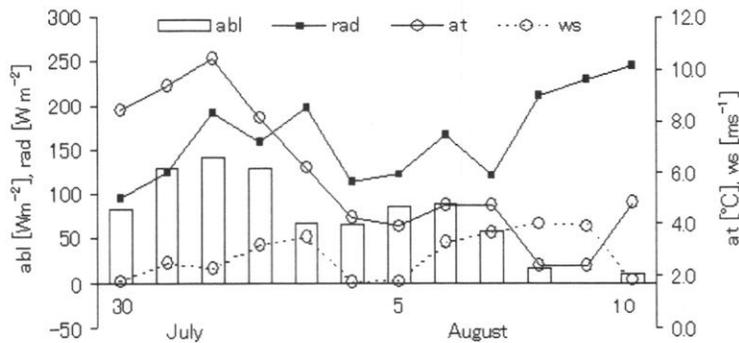


図 4. 日平均融解量（氷河領域平均）と気象各要素の日平均値

6. 今後の課題

熱収支計算に関しては、バルク係数や計算に用いる気象データの観測高度が計算結果に与える影響を検討する必要があるだろう。

面計算では、簡単化のため氷河全域に対して同一のアルベド値を用いたが、アルベドの日射に対する影響を考慮して雪・氷面に対してことなるアルベドを用いる必要がある。

7. 謝辞

本研究は、北海道大学地球環境科学研究科 21 世紀 COE プログラム「生態地球圏システム劇変の予測と回避」の一環として行われた。