

山岳氷河の融解量の推定

地球環境科学研究科 地圏環境科学専攻 地球雪氷学講座
博士後期課程3年 紺屋恵子 (指導教員 成瀬廉二)

1. はじめに

氷河の質量は気候変動の影響を反映して変動する。しかし応答時間の遅れのためにその変動パターンは必ずしも他の指標と同じではない。また膨大な数の氷河が世界に存在し、地域差も大きい(Fig.1)。これらの氷河はそれらの地理的特徴が異なる(Fig.2)。さらに個々の氷河のなかでも場所による差が大きい。このような理由で、地球の全氷河域の観測による質量収支評価は困難なため、モデル計算が必要となる。

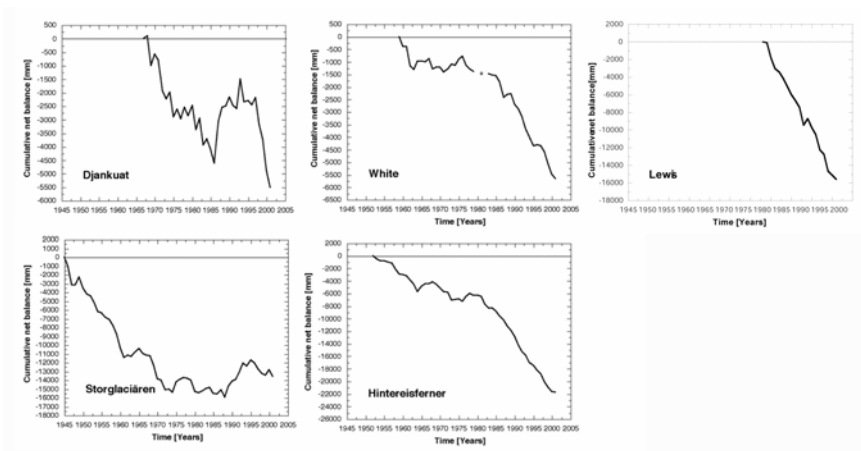


Fig.1 長期間観測されている氷河の質量収支年変動.
(Mass Balance Bulletin No.5, No.7 より代表的な5つを抜粋)

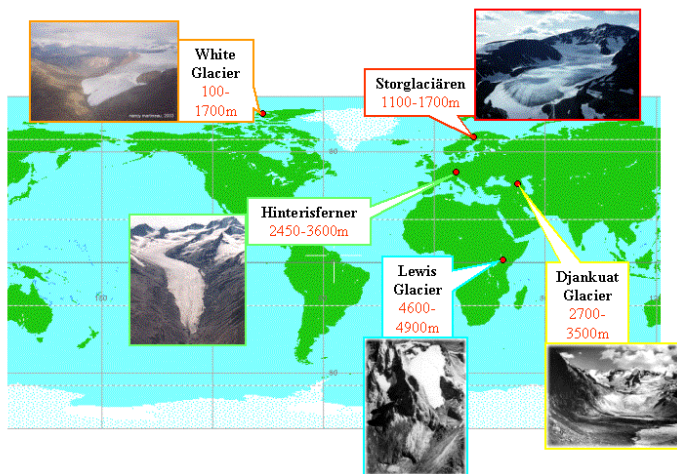


Fig.2 氷河は大きさ、標高、まわりの地形などが様々である。5つの氷河は Fig.1 と対応している。

2. ストール氷河の融解分布

氷河表面の多様な融解分布を表すため、熱収支法を拡張して氷河全域に使用した。計算はスウェーデン北部ストール氷河(Storglaciären)において8月上旬の約2週間について1時間間隔で行った。(フローチャートはFig.3)。短波放射は周囲の地形による影や表面傾斜を考慮した(Fig.4)。長波放射は気温と水蒸気圧から推定する方法を利用した(Fig.5)。顕熱・潜熱フラックスはバルク法で計算し、その際気象要素は実測値を使用した(Fig.6)。熱収支から推定される氷河全域の平均融解量は、氷河中央での気象観測と熱収支計算による融解量を下回っていた(Fig.7)。このことは、観測値を代表値とした場合に融解量を過大評価することを示す。

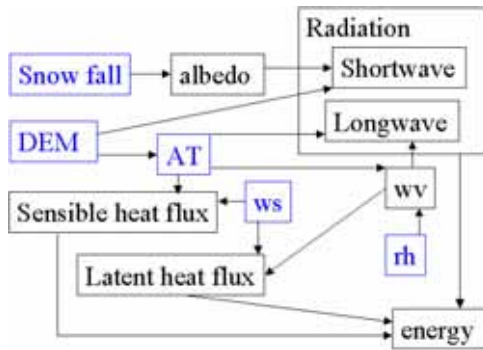


Fig.3 融解モデルのフローチャート . AT: 気温, ws: 風速, rh: 相対湿度, wv: 水蒸気圧.

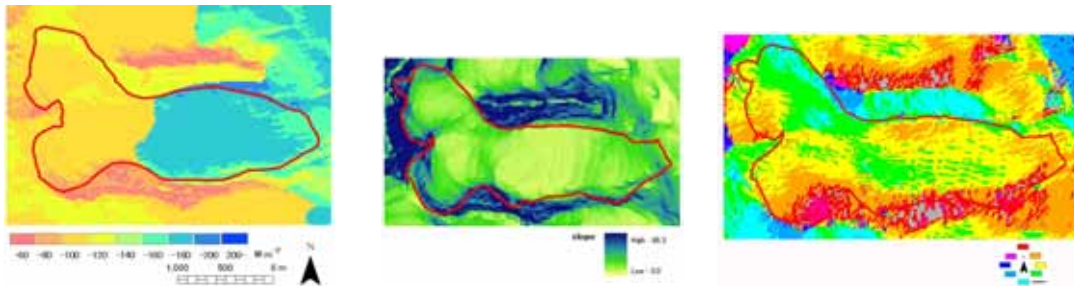


Fig. 4 7/29 の日平均放射収支量、表面傾斜角、表面傾斜方向

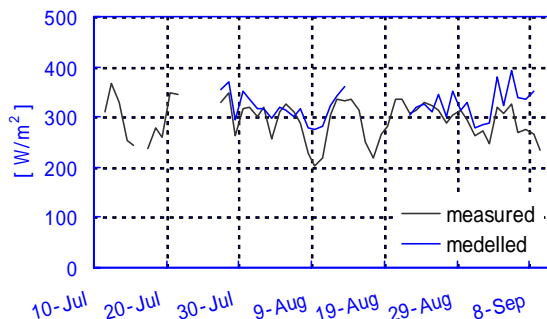


Fig. 5 氷河中央部における日平均長波放射量推定値と計算値(計算はPlüss and Ohmura (1999)による)

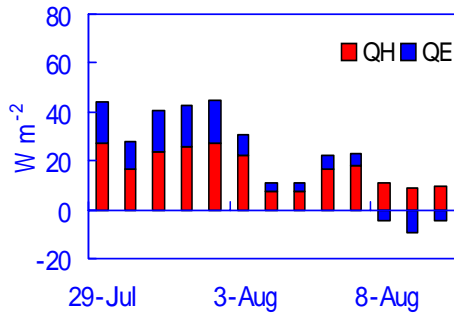


Fig. 6 氷河全域平均 乱流フラックス計算値（バルク法による）

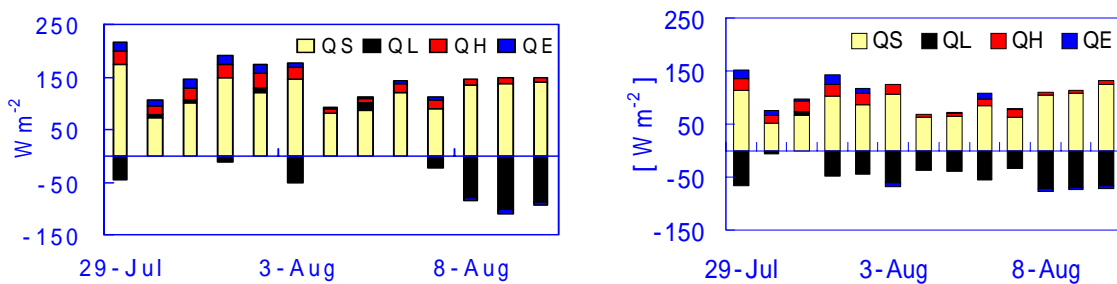


Fig. 7 熱收支 4 成分日平均値（左は中央部一点、右は全域での計算結果）

3. 氷河の気象条件

氷河上の気象条件は、氷河自体の存在が原因となり同様の地理的条件でも裸地上と大きく異なる場合がある。ストール氷河上の気象観測値と付近の裸地上での観測値、NOAAによるデータを比較した。氷河の存在による突出したな気象条件は見られず、氷河上の気温分布は広域的な逓減率から計算できる範囲にあった。氷河上の風速は稜線上より弱かった。この原因として、氷体が小さいために冷却効果が弱いこと、広域的に気温が低いこと、緩やかな傾斜の谷にある氷河であることが挙げられる。

4. 氷河の形状による応答性

氷河の融解に寄与するエネルギーのうち放射量は、流下方向、谷の開空率、太陽高度、表面傾斜により異なる。ストール氷河は西から東に流下し、表面のほとんどが緩やかな傾斜である北極圏の氷河である。この DEM をもとに、緯度、傾斜方向、谷の深さを変えて表面入射エネルギーの計算を行った。計算は単純化し、日射に影や表面傾斜の影響を考慮、長波は全域で一定、顕熱フラックスは気温の関数、潜熱フラックスは全域で一定とした。Fig.8は傾斜方向を4パターンに変えた結果である。北向きに流下している高緯度の氷河は他の方角に比べ日射の差が顕著である。南向きの氷河では長時間にわたり弱い日射が全域にあるため全域で入射エネルギーが多い。また、緯度や谷の深さの影響も大きいことが分かる(Fig.9)。これらの計算結果に対し、雲（透過率）と気温上昇に対する sensitivity test を行った。このモデルでは全エネルギーに対する日射の効果が大き

いため、透過率を変えた場合の変化が顕著に現れた。

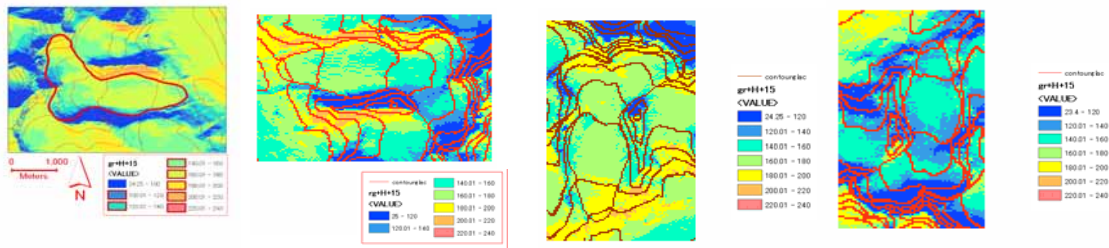


Fig. 8 北緯 65 度、Storglaciären の DEM を使った流下方向の sensitivity test

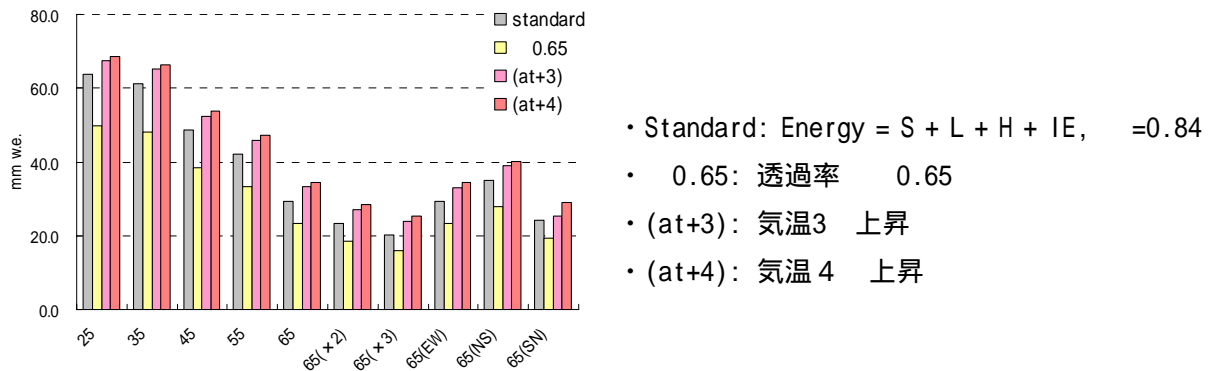


Fig. 9 緯度、谷の深さ、4つの流下方向についてそれぞれ透過率、気温 (+3, +4) を変化した sensitivity test 結果

5. 海水準への影響

IPCC(2001)では、氷河の融解が海水準上昇に寄与する割合を計算している。気温の上昇に伴って大きく質量収支が変動するのは気温に対して敏感に応答する氷河である。一方、放射の影響が大きな氷河は晴天率、降水量が影響する。各緯度で晴天率や水蒸気量の変化により大気による日射の減衰率が変わった場合を想定した計算を行った。地球上の全山岳氷河で Storglaciären と同様に融解が進んだと仮定すると、透過率 0.65、気温+3、気温+4 の各場合について山岳氷河の寄与による海面上昇の予測値は、それぞれ-0.97、+0.27、+0.36mm/yr である。

本年度発表の研究成果

紺屋恵子, Regine Hock, 成瀬廉二 (2004) 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. 北海道の雪氷 (日本雪氷学会北海道支部)

Konya, K., Hock, R. and Naruse, R. (2004) Distributed melt-rate calculations based on the energy balance over Storglaciären, Sweden, IGS(International Glaciological Society) symposium, Geilo, Norway.

紺屋恵子・Regine Hock・成瀬廉二 (2004) Storglaciären の気象学的特徴と融解量意分布. 2004 年度日本雪氷学会全国大会, 2004 年 9 月, 彦根

Konya, K., Hock, R. 2004: Local climate on and around a glacier - a case study of

Storglaciaren. AGU Fall meeting, San Francisco, USA.

Konya, K., Hock, R. and Naruse, R. (2005) Runoff from glaciers in different climatic and geographic conditions. IAHS Scientific Assembly, Brazil.