

最終氷期最盛期以降のグリーンランド氷床融解による 海岸隆起量推定に関する問題点と氷床復元に与える影響

前李英明¹、三浦英樹²、奥野淳一²

¹ 法政大学

² 国立極地研究所

A question on the estimated coastal uplift along the Greenland due to isostatic rebound and its influence to the reconstruction of the ice sheet volume since the Last Glacial Maximum

Hideaki Maemoku¹, Hideki Miura², Jun'ichi Okuno²

¹ Hosei University

² National Institute of Polar Research

The previous studies have reported the Holocene marine limits (HML) and sea-level variations from the coastal area of Greenland (ex. Ten Brink, 1975; Funder, 1978), and Reeh (1989) and Henriksen (2008) compiled the map showing the amount of uplift during the Holocene along the coastal area of Greenland. However, the compiled map indicates that there are several extraordinary high strand areas which are over 100 m in HML. Actually, Fleming and Lambeck (2004) and Simpson et al. (2009) have tried to make the reconstruction of the Greenland ice sheets at the LGM using these data.

The Greenland ice sheet's response to present and future temperature change is a major issue for elucidating the future sea-level rising (Alley et al., 2010). The accurate reconstruction of the Greenland ice sheet at the Last Glacial Maximum (LGM) gives an important key for dissolution of these problems through the present satellite geodesy data which are revised by the Glacial isostatic adjustment (GIA) model (ex. Shepherd et al., 2012).

We conducted geological and geomorphological survey along the coast of Greenland, especially in the extraordinary uplifted areas by previous studies as mentioned above. Consequently we would introduce the reappraisal for the reconstruction of the Greenland Ice sheet at the LGM from revised geological and geomorphological data on the uplifted coasts and GIA modelling.

References

- Alley, R.B., Andrews, J.T., Brigham-Grette, J., Clarke, G.K.C., Cuffey, K.M., Fitzpatrick, J.J., Funder, S., Marshall, S.J., Fleming, K. and Lambeck, K., Constraints on the Greenland Ice Sheet since the Last Glacial Maximum from sea-level observations and glacial-rebound models. *Quaternary Science Reviews*, 23, 1053–1077, 2004.
- Funder, S., Holocene stratigraphy and vegetation history in the Scoresby Sund area, East Greenland. . Rapport, 129, *Grønlands Geologiske Undersøgelse*, Copenhagen, 1978.
- Henriksen, N., *Geological History of Greenland: Four billion years of Earth evolution*, Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), 2008.
- Reeh, N., Part 3. Quaternary Geology of Greenland. Fluton, R.J. (ed.) *Quaternary Geology of Canada and Greenland: 739-822*, Canada, 1989.
- Shepherd, A., Ivins, E.R., Geruo, A., Barletta, V.R., Bentley, M.J., Bettadpur, S., Briggs, K.H., Bromwich, D.H., Forsberg, R., Galin, N., Horwath, M., Jacobs, S., Joughin, I., King, M.A., Lenaerts, J.T.M., Li, J., Ligtenberg, S.R.M., Luckman, A., Luthcke, S.B., McMillan, M., Meister, R., Milne, G., Mougintot, J., Muir, A., Nicolas, J.P., Paden, J., Payne, A.J., Pritchard, H., Rignot, E., Rott, H., Sorensen, L.S., Scambos, T.A., Scheuchl, B., Schrama, E.J.O., Smith, B., Sundal, A.V., Van Angelen, J.H., Van De Berg, W.J., Van Den Broeke, M.R., Vaughan, D.G., Velicogna, I., Wahr, J., Whitehouse, P.L., Wingham, D.J., Yi, D., Young, D., Zwally, H.J., A reconciled estimate of ice-sheet mass balance, *Science*, 338, 1183–1189, 2012.
- Simpson, M.J.R., Milne, G.A., Huybrechts, P., Long, A.J., Calibrating a glaciological model of the Greenland ice sheet from the Last Glacial Maximum to present-day using field observations of relative sea level and ice extent. *Quaternary Science Reviews*, 28, 1631–1657, 2009.
- Ten Brink, N.W., Holocene history of the Greenland ice sheet based on radiocarbon-dated moraines in West Greenland. *Meddelelser om Grønland*, 201, 1–44, 1975.

グリーンランド氷床は、地球上に存在する氷河の約10%の体積を占めることから、それに変動が生じた場合には、海水量変化や海洋熱塩循環に大きな影響を与えることが予想される。将来のグリーンランド氷床の融解条件とその影響を評価する上で、最終氷期最盛期以降におけるグリーンランド氷床の氷床縁の分布や氷床高度の変動史を正確に復元することは、きわめて重要な情報と言える。

特に、最終氷期最盛期におけるグリーンランド氷床の高度を復元については、① 氷河学的方法 (Denton & Hughes, 1981のCLIMAPモデル) と、② 完新世の旧汀線高度分布図と地球の粘弾性モデルを組み合わせたGIA (Glacial Isostatic Adjustment) モデルによる方法 (Tushingham & Peltier, 1991のICE-3Gモデルや Okuno & Nakada, 1999のARC4モデル) の2つの立場から研究が行われてきた。しかし、両者の復元結果には大きな相違があり、未だに最終氷期最盛期のグリーンランド氷床の実像は十分に明らかにされていない。

特に、後者のGIAモデルに基づく最終氷期最盛期の氷床高度復元図 (Fleming & Lambeck, 2004など) に着目すると、いずれの復元図でも東部と西部と北部の3地域に特異的に融解量の大きな地域 (最終氷期最盛期以降で約1000m以上の融解) が存在している。この復元のモデルに用いられている完新世高海面期の高度のデータは、主として1970~90年代に蓄積されたものであり (Henriksen, 2008 や Rinterknecht et al., 2009 による編集図など)、その原典の論文にあたると、高海水準期の根拠となるデータとして、海成貝化石の採取高度と年代値のみが示され、離水地形、地層、化石の産状などの記載が不十分な論文が多い。最近では貝化石の存在だけで、過去の海水準を認定することは非常に危険であり、それらの産状や周りの地形などを総合的に判断して結論を出すことが主流であり、グリーンランドの一連の研究成果には再検討の余地があると言える。

本研究では、上記の特異的な融解量を示す地域のひとつであり、わずか100 kmの範囲で10~155 mまで多様な完新世海面高度の値が報告されている、グリーンランド西部のシシミウとカンガルスファック周辺、および、東部のスコアスピー湾東岸を調査対象地域として、野外調査によって隆起海浜地形を精査・再検討した。その結果、少なくとも完新世では、100mを超える高度には、過去の海岸線があった証拠を見つけることができず、周辺の地形や海成砂層の分布からは、せいぜい40m~60mくらいが上限であるという結論に達した。これら新たに正確な完新世高海面期の高度を基にして、従来のGIA モデルに基づく最終氷期最盛期のグリーンランド氷床復元との相違について検討する。

引用文献

Denton, G.H. and Hughes, T.J. eds. (1981) *The Last Great Ice Sheets*. New York: John Wiley & Sons.

Fleming, K. and Lambeck, K. (2004) Constraints on the Greenland Ice Sheet since the Last Glacial Maximum from sea-level observations and glacial-rebound models. *Quaternary Science Reviews*, 23, 1053–1077.

Funder, S., Kjeldsen, K.K., Kjaer, K. H. and Cofaigh, C. O. (2011) The Greenland Ice Sheet during the past 300,000 years: A review. In *Quaternary Glaciations-extent and chronology A Closer Look*. eds. Ehlers, J. et al., 699-713. Elsevier.

Henriksen, N. (2008) Geological History of Greenland: Four billion years of Earth evolution, *Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)*.

Okuno, J. and Nakada, M (1999) Total volume and temporal variation of meltwater from last glacial maximum inferred from sea-level observations at Barbados and Tahiti. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 146, 283-293.

Tushingham, A.M. and Peltier, W.R. (1991) ICE-3G: a new global model of late Pleistocene deglaciation based upon geophysical predictions of post-glacial relative sea level change. *J. Geophys. Res.*, 96, 4497-4523.