

衛星重力と氷床研究

Impact of the future satellite gravity missions on ice-sheet researches

松岡 健一[1]

Kenichi Matsuoka[1]

[1] 北大・低温研

[1] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.

南極とグリーンランドに存在する氷床は地球上の淡水の 99%を貯留し、巨大な冷源を形成している。氷床に固定されている水(雪氷)の質量の変動は、降雪を中心とする堆積機構と、堆積した雪氷を海洋に移動させる氷床の流動機構によって、特徴付けられる。これらの機構を明らかにし、また質量変動をモニタリングすることは、氷床が熱・水循環に与える影響を明らかにし、地球の環境変動を解明する上で重要である。

衛星によるリモートセンシングは、大陸規模で質量変動を知るための最も強力な手法の一つである。1980年代以降、衛星搭載電波高度計によって氷床表面高度が計測されてきた。表面高度の変化が大きいグリーンランド氷床ではその季節変動をも捉えられているが、南極では10年間の変動すら検知限界以下であるのが現状である。近年では、GPSによって精密に位置を決めた航空機にレーザを搭載しスキャンすることにより、氷床表面高度を面的に得る観測も実施されている。さらには、レーザを衛星に搭載し同様な観測を行う計画もある(Geoscience Laser Altimeter System on ICESat)。しかしながら、電波高度計の場合には、電波照射面積が広く、傾斜が大きい沿岸部では使えないという問題点がある。また、表面高度は、質量変動だけではなく、表層付近の積雪の圧密によっても生じうるため、厳密に質量変動を捉えているとは言えない。そのため、大陸規模で雪氷の質量変動を知るとは現在でも困難であり、新しい手法の活用が望まれている。

衛星高度計に加えて、人工衛星による重力場の測定は新しい質量変動検知の道具として注目を浴びている。氷床地域に限れば、重力場に影響を与える要因は、i)地殻変動、ii)氷床の質量変動、iii)気圧が考えられる。i)は氷床周辺の露岩におけるGPS観測や地殻隆起モデルから、iii)は氷床内陸部に設置された無人気象観測点データ等から推定できる。またii)のうち降雪量の季節変動と長期的変動傾向は、測定の繰り返しにより分離可能である。Bentley and Wahr (1998)は、重力測定により南極氷床が海水準変動に与える影響を0.5 mm/aの精度で、また重力測定と衛星搭載レーザ高度計と組み合わせることにより0.1 mm/a程度の精度でそれぞれ検知可能であると述べている。

氷床に蓄えられた質量の総量の変動を捉えるためには、重力測定の空間分解能は粗くても構わない。しかしながら、堆積機構や流動機構を知るためには、空間分解能の高い測定が望まれる。降雪や降雪後の風による積雪の再分配などの機構に関する知見は、特に観測の少ない南極氷床で不足している。もし、空間分解能100 km以下で、積雪深にしてサブ cm スケール(水当量に換算して数 mm)で季節変化が捉えられれば、これらの研究は飛躍的に前進する。一方、氷床の流動は気候変動に支配されるだけではなく、氷床下の地質構造の影響を大きく受けるという考えが近年提唱されている。すなわち、氷床の流動速度が2桁も大きくなる氷流と呼ばれるものは、氷床流動によって浸食を受けやすい堆積岩が分布する地域に限って存在するという指摘である。もしこの指摘が正しければ、地質構造は、気候変動に対する氷床の応答時間や質量変動と密接に関係していることになる。重力場は地質構造の推定に有効であるが、測定は極めて限られている。大陸規模で氷床下10 km程度までの地質構造を調べ、雪氷学的な観測結果と対比することは、特に研究の進んでいない東南極地域での課題である。

以上述べてきたように、重力測定は氷床研究にとって有力な武器となる。講演では、衛星センサに重点を置きつつ航空機搭載センサにも言及し、氷床研究の立場から極域における重力測定への期待を述べる。

[参考文献]

Bentley, C.R., and J.M. Wahr, Satellite gravity and the mass balance of the Antarctic ice sheet, *Journal of Glaciology*, 44 (147), 207-213, 1998.