

人工衛星データを用いた南極氷床質量変動に関する研究 A study on Antarctic ice-sheet mass changes using satellite data

長崎 鋭二^{1*}, 福田洋一¹, 山本圭香²
NAGASAKI, Eiji^{1*}, Fukuda Yoichi¹, Yamamoto Keiko²

¹ 京都大学理学研究科, ² オーストリア科学院 宇宙研究所

¹Graduate School of Science, Kyoto University, ²Space Research Institute, Austrian Academy of Science

南極氷床は地球全体の氷床の約90%を占めており、約60mの海面上昇に相当すると言われている。しかし、現場観測の難しさから人工衛星によるデータが得られるまでは南極全体の氷床質量変動を推定することは容易ではなかった。全球重力場の時間変化を観測する双子衛星 GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) の台頭後、南極全域の質量変化を推定することが可能となったが、GRACE は氷床の質量変動に加え、Glacial Isostatic Adjustment (GIA) の効果も含めた質量の積分値を観測しており、質量変化のソースを特定することができない。特に南極域においては、球面調和関数の低次項の誤差や、GIA モデル間の差異が GRACE データによる質量変動推定において大きな誤差源となってきた。

一方、ICESat (Ice Cloud and land Elevation Satellite) はレーザー高度計 GLAS (Geo-science Laser Altimeter System) を搭載した衛星で、氷床や雲・陸域の高さを観測することを目的としている。GRACE データと ICESat データを組み合わせることで、質量変動と体積変動の比較が可能であるが、実際には ICESat のデータは180日間隔、90日間のデータセットであり、GRACE による各月毎のデータと比較が難しいという問題を抱えている。他方で、EnviSat (Environmental Satellite) に搭載されたレーダー高度計 (Radar Altimeter2) は、陸地、海域に加えて氷床の高度変化も観測している。RA2 レーダー高度計は GLAS のレーザー高度計ほど精度は高くないものの、GRACE とほぼ同じ期間から観測を開始しており、GRACE の月毎のデータに対して35日毎のデータが取得可能であることから、ICESat データの補完に有用である。そこで、本研究では従来の GRACE の重力データ及び ICESat の高度計のデータに加え、EnviSat の高度計データを用いて南極氷床の質量変動を推定することを目的として、南極全体及び南極の27の氷床流域において3つのデータセットの解析を行った。

本研究から得られた南極全体の氷床質量変動は $-174 \sim -48.4$ Gt/year であり、既存の研究と概ね一致する。GRACE によって得られた氷床質量変動のトレンドと ICESat によって得られた体積変動のトレンドは空間分布において良い相関を示し、Amundsen Sea Sector や南極半島において大きな質量欠損が見られる。観測精度の問題から EnviSat による体積変動の線形トレンドは GRACE や ICESat とはあまり一致しないが、南極全体、あるいは流域毎の時系列変化においては GRACE との高い相関が見られる。両者は特に、傾斜の小さな流域においてより良い相関を示すことから、EnviSat データが地表の勾配の小さな領域では氷床の体積変動を捉えていることが明らかになった。本研究から、南極氷床変動において ICESat では得られなかった短い時間スケールの変動を捉えることができるようになった。

キーワード: 宇宙測地, GRACE, ICESat, EnviSat, 衛星高度計, 南極氷床質量変動

Keywords: Satellite geodesy, GRACE, ICESat, EnviSat, Altimeter, Antarctic ice sheet mass change