

人工衛星データに基づいた南極半島域における grounding line の決定とその評価及び利用

(財) リモート・センシング技術センター 山之内 勤

はじめに

地球環境・気候変動とその人為的要因に関する問題は、気候学者のみならずマスコミを通じて一般にも事態の深刻さが伝わりつつある。一方、メディアのセンセーショナルな報告に惑わされることなく、ひとつひとつの事実を積み重ねることにより、こうした環境変動を定量的に、客観的に理解・把握していくことが重要である。

おりしも気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 4 次レポートにおいて、近年のいわゆる地球温暖化による極域氷床の海面上昇への寄与が指摘され、気候変動への人的要因の関連性はほぼ結びつけられ、今後はそれらをいかに定量的・客観的に把握し、結果を人類に対してフィードバックしていくかが重要となっている。こうした背景のもと、2007 年から 2009 年 2 月までの期間、International Polar Year (国際極年、略号 IPY) とよばれる国際的な研究プロジェクトが遂行された。IPY では科学上の最先端を探求するのみならず、極域と全地球との相互作用、及びその過程についての理解を深める、またそのための国際的な観測や資料の取得を行うといったテーマの元、世界各地で精力的な観測や研究がなされた。これらの研究・観測活動が大きな目標のひとつが、“南極域における氷の質量収支とその気候変動への影響・海面上昇への影響の見積もり”である。

前述の IPCC レポートによれば、なかでもグリーンランド及び南極の氷床が近年の海面上昇に寄与した可能性が高いと指摘されている。このうち南極域については、平均気温が上昇傾向にあるにもかかわらず氷床全体における氷の質量収支 (出入り) は横ばい、あるいはわずかに増加傾向にあるとの研究がなされており、定量的な氷の質量収支把握は未だに完全でない。

これらを定量的に評価するために必要な重要なパラメータとして、grounding line (接地線) がある。Grounding Line とは南極大陸と棚氷の境界域であり、南極大陸からの氷の流出量見積もりを定量化するためには極めて重要である。しかし、grounding line は当然氷の底部 (あるいは海底部) にあり、地表面からその位置をみつめることは非常に難しく、重要なパラメータであるにもかかわらず、grounding line の位置は正確に把握されているとはいえない現状があった。

こうした背景のもと、本研究では合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar 略号 SAR) と呼ばれる人工衛星を用いて grounding line の位置を正確に測定した。測定領域としては、現在南極域で最も棚氷の縮小が激しい領域といわれる南極半島域を主な対象とした。また得られた結果を研究としてまとめるのみならず、それらをデータベース化して広く世界の研究者へ向けて公開し、利用して頂くためにインターネット上に Web ページを作成し、無償でダウンロード可能なサイトを日本語・英語の両方で用意した。

ERS-1/2 データを用いた InSAR による grounding line の検出と検証

従来 grounding line は世界各国の南極観測隊における現地観測，あるいは Landsat と呼ばれるアメリカの人工衛星の光学センサ等で調査されてきていた．これらの調査結果が，Antarctic Digital Database(略号 ADD)とよばれるデジタルデータベースとして，英国 British Antarctic Survey (略号 BAS) により公開されている．しかし，広大な領域を現地調査でカバーすることは極域においては容易なことではなく，ごく局所的なデータにとどまっている．また，人工衛星による観測も手段のひとつとして考えられていた．しかし，従来の主要センサである光学センサは，太陽光の反射を観測するセンサであるため，極域では極夜あるいは太陽高度不足により 1 年の半分以上観測できないこと，大気（雲）による観測頻度の低下，及び棚氷-氷床境界域は両方とも氷のため色調が酷似していることによる判読の困難さといった課題があり，これまで grounding line の観測を十分になし得ることは難しかった．

こうした状況をふまえ本研究では，人工衛星搭載の合成開口レーダ(Synthetic Aperture Radar, 以下 SAR と略す)と呼ばれるマイクロ波センサを用いた grounding line の解析・抽出を行った．SAR センサはセンサ自らがマイクロ波を地表面に照射し，その後方散乱(跳ね返り)を観測するしくみのため，太陽光が不要である．またマイクロ波は大気を透過するという特徴を持っている．こうした SAR が持つ利点を生かすことにより，光学センサの利用時に生じた課題をクリアし，十分な観測データを確保することができた．また，SAR センサがもつ位相データを用いることにより，潮汐により上下運動する棚氷域(大陸から張り出しているが海に浮いている氷)と，短期的にみて変動しない南極氷床(陸上に乗っている氷)の境界域を検出することが，干渉 SAR (SAR Interferometry: 略号 InSAR) と呼ばれる技術を用いることで可能である．本研究では，この InSAR 解析技術を適用することにより，grounding line の位置抽出・決定を行った．Grounding line は，InSAR 画像上にフリンジと呼ばれる縞の集中であらわれるため，これらをデジタイズすることにより抽出し，Shape ファイルとよばれる GIS データ形式で保存を行った．

抽出された InSAR による grounding line データと，ADD 上にある grounding line データについて，その位置を重ね合わせることで両者の比較を行った．その結果，ADD では，場所によっては数百メートルに渡る位置のずれがあることや，微地形が正しく反映されていない地域があるといったことが判明した．西南極域や東南極域でみられた，ADD では島が半島で描かれていた，あるいは適切な判読がなされていないため単純に grounding line が直線でつないだような形状になっている等の大きな誤差は，南極半島では少なく，他地域に比べると ADD と InSAR の grounding line の間の乖離は少なかったと言える．これは，ADD の元データとなっている地上観測データが，南極半島の場合は他地域に比べて比較的良く整備されていることが原因としてあげられる．しかし，InSAR による grounding line の情報は ADD に比べてその観測原理の本質からしてより信頼度が高いものであり，今後は ADD の内容を本研究結果を基に行っていくことができると考えている．

Webを通じた grounding line データベースの構築と公開

我々は、研究の成果を広く公開し、極域科学・地球科学へ広く貢献することも本研究における重要な課題と位置づけ、作成した grounding line をデータベース化して公開することとした。海外からのアクセスも考慮し、日本語・英語の両方で Web ページを作成し、grounding line は一定の規格のもとでベクターデータ化し、ADD と同様の領域毎に区切った上でデータベース化した。現在日本の南極観測基地がある昭和基地周辺についてデータを公開している。本研究の終了後も引き続きデータの追加・更新を行い、2009 年内には西経 25 度・東経 40 度（東南極域）、西経 85 度・165 度（西南極域）、西経 60-80 度（南極半島域）について整備を行う予定である。こうして整備したデータが、極域における質量収支研究の基礎データとなり、極域科学、地球環境科学への貢献となれば幸いであると考えている。