

南極氷床で最も早く流れる”しらせ氷河”の変動と 地球温暖化への影響評価の研究

千葉大学環境リモートセンシング研究センター 西尾 文彦

1. 調査研究の実施内容

南極氷床は、地球全球規模における雪氷が最も多く存在する。最近ではこの氷床が、地球温暖化現象に起因する降雪量の増加に伴い、増大する傾向が見られている。一方で、南極氷床には多くの氷流が存在し、氷床全流出量の約 50 %が氷流によって流出している。とくに、東南極氷床においては流出量の 85 %が氷流によって海へ流出していると見積もられている。氷床の氷は海氷とは異なり、海へ流出することは、地球規模での海面上昇に大きく寄与することになる。

南極氷床において、しらせ氷河は最も流れの速い氷河（氷流）として知られており、継続的にモニタリングすることが必要と考えられる。とくに、氷流化の物理的現象の解明は、加速する温暖化の影響を調べることに関係が強く、極めて重要な研究である。しかし、氷河・氷床の観測には現地踏査に危険が伴う地域を多く含むことから、人工衛星によるリモートセンシングデータの活用が有効である。

本研究では、雲などの気象条件の影響がほとんどなく光学センサと同程度の分解能が得られる合成開口レーダ（SAR）による衛星画像を用いた、東南極地域におけるしらせ氷河のモニタリングのための基盤的技術の確立と、可視センサや気象データを用い複合的に解析し、総合的なモニタリングを目的としている。

しらせ氷河のように流動が速い対象には、SAR の振幅画像のペアに画像相関法を適用することが有効であると考えられる。我が国で打ち上げた L バンド SAR である JERS-1（Japanese Earth Resources Satellite-1）と ALOS（Advanced Land Observing Satellite）衛星搭載の SAR データを比較・解析することにより、しらせ氷河の 11 年が経過した変動の知見を得られると期待される。このことから、両衛星搭載の SAR の振幅画像間が 1 回帰だけ離れたペアに画像相関法を適用してしらせ氷河の流速ベクトルを求め、季節変動と年々変動を調べた。さらに、SAR を用いたしらせ氷河のモニタリングに加えて、気象データや他の衛星データを複合的に解析することにより、しらせ氷河の総合的なモニタリング技術の確立を進めた。

2. 調査研究の成果

しらせ氷河のように流動が速い対象には、SARの振幅画像のペアに画像相関法を適用することが有効であると考えられ、本研究ではLバンドSARを用いることにより11年のしらせ氷河の変動の知見を得るために、JERS-1とALOS衛星搭載のSARデータについて、振幅画像間が1回帰だけ離れたペアに画像相関法を適用してしらせ氷河の流速ベクトルを求めた。

ALOS/PALSARによるしらせ氷河の流速プロファイルから、上流からGrounding lineへと流速が速くなり、Grounding line付近において流速が一定となり、Grounding lineから浮氷舌へと再び流速が速くなる傾向が見られた。この傾向は、JERS-1/SARの流速プロファイルと同様な傾向を示した。ALOS/PALSARの氷流中心におけるGrounding lineの流速は 2.27 ± 0.15 km/aであり、観測時期によらずほぼ一定の流速であった。一方、JERS-1/SARでは 2.33 ± 0.28 km/aであり、流速推定誤差を考慮すると11年間において、流速は変化していないと考えられる。以上の結果は、Rignot (2002)によりしらせ氷河のGrounding lineの平均流速算出結果が2.3 km/aと報告されており調和的である。

ALOS/PALSARの氷流中心における季節変動を調べた結果、上流部が27.2 m/46-days、下流部が19.9 m/46-days、1996年から1998年では、それぞれ16.7 m/46-days、23.0 m/46-daysであった。現在では上流部における流速が速くなっており、このことはJERS-1/SARとALOS/PALSARの両SARデータとの平均流速の比較からも示された。今後、この原因について、さらに研究を進める必要があると考えられる。

しらせ氷河の流速への地球環境の影響については、本研究では、可視センサを用いることで、海氷の崩壊が起きている現象を把握できることが分かった。また、熱バンドを用いることで、開放水面の温度を把握できる可能性が示された。さらに、マイクロ波放射計から観測された輝度温度や海氷密接度を解析した結果、海氷変動と流速の比較が行える可能性があることが分かった。今後は、流速変動および本研究で明らかになった、変動要因に対し研究をすすめ、解明していく計画である。

しらせ氷河の総合的なモニタリング技術の確立においては、ASTER画像から、表面温度と流速の関係を明らかにするための現場データが取得でき、氷河の流動と衛星から推定する表面温度を比較するための貴重なデータが得られた。また、昭和基地の気温データから昭和基地周辺は、冬季の気温が年によって変動しておりしらせ氷河の流速についても、気温の変動に追従する傾向が示唆された。マイクロ波放射計の輝度温度および海氷密接度からは、海氷面積が年年々変動を示しており、近年では2000年に最も広がりを見せ、その後徐々に減少する傾向にある。本研究で推定した、接地線下部の流速は1998年に最も早く、この年には、リュツォホルム湾の海氷は流出しており、今後流速が早くなる可能性がある。

以上から、しらせ氷河のモニタリングには、SAR だけでなく、マイクロ波放射計、可視・熱赤外データ、気温データ等を複合的に用いることで、地球温暖化現象と氷河流速に関する知見が広がることを示すことが可能になった。