

# 衛星および現場データを用いた南極昭和基地周辺の海氷厚モニタリング Sea ice thickness monitoring around the Showa station area by using the satellite and field observations

星野聖太 (北見工業大学大学院), 舘山一孝 (北見工業大学)  
牛尾収輝, 田村岳史 (国立極地研究所)  
Seita Hoshino, Kazutaka Tateyama, Shuki Ushio, Takeshi Tamura

## 1. はじめに

1979年に衛星を用いた南極周辺海氷域の観測が開始されて以来, 図1に示すように海氷域面積の年平均値が増加傾向にある<sup>1)</sup>. 2012年1月に南極観測船しらせが1993年以降18年ぶりに昭和基地沖へ接岸を断念し翌年, 2013年1月にも断念したと報道された<sup>2)</sup>. 日本において南極観測が開始してより, 2期連続で南極観測船が昭和基地沖へ接岸断念したのは初の出来事である<sup>2)</sup>. 2009年就航された2代目しらせの砕氷能力は1.5mの海氷厚であれば3ノット(5.6 km/h)で連続砕氷が可能であり世界最大級の砕氷艦である<sup>3)</sup>. また, 海氷域内において後退と前進を繰り返す(ラミング)ことで3m程度の厚さまで砕氷航行が可能である. したがって, 昭和基地沖へ接岸できなかったことは海氷域面積だけではなく海氷の厚さが例年に比べて発達していたのではないかと考えられる.

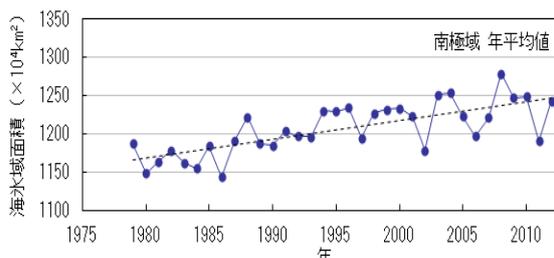


図1 南極域の海氷域面積の年平均値の経年変化 (1979年~2012年: 気象庁 2013)

本研究では, 日本南極地域観測隊 (JARE: Japanese Antarctic Research Expedition) によって南極の昭和基地周辺にて現場観測された過去11年分の海氷厚データおよび昭和基地周辺の衛星画像データから, 海氷厚と定着氷の拡がりの年変動について検証した. 本研究の目的は, 2012年および2013年と他の観測年の海氷厚の変化傾向を比較し, 船が昭和基地周辺への接岸を断念した原因について明らかにすることを目的である.

## 2. 観測期間と観測データ

本研究では, JAREによって2000年から2013年の間に昭和基地周辺にて南極観測船しらせに搭載された電磁誘導式氷厚計 (EM: Electro Magnetic Induction device) による観測データおよび目視データを使用した. なお JARE43 (2002年~2003年), JARE50 (2008年~2009年) の観測期間では, EMを用いた海氷観測が行われていない. また, 衛星搭載光学センサである AVHRR と MODIS によって2000年から2013年の間に観測された昭和基地周辺の画像データを用い, 定着氷の拡がりとその流出について現場観測データと比較した.

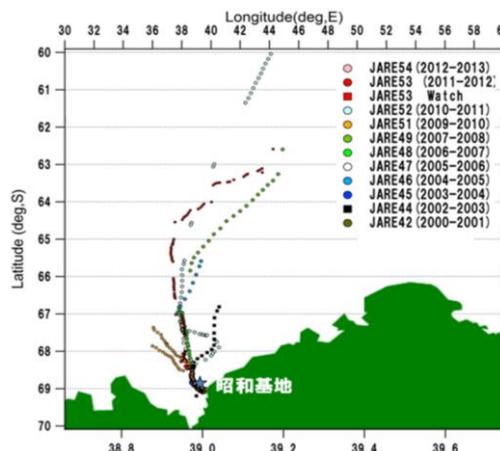


図2 2000年-2012年しらせ航跡

### 3. 定着氷域の広がり

図3は昭和基地周辺において、定着氷の広がりおよび流出を示した衛星画像である。南緯66°~70°、東経35°~40°の範囲において過去11年間の衛星画像データを比較したものである。赤線を定着氷端、黄線は流出した定着氷を示す。画像内には黒線と青線で示される2種の海岸線が表示されているが、前者は衛星画像の取得時に自動的に付加される海岸線であり、後者は地図描画ソフトウェアによる海岸線である。本研究では前者の海岸線は誤差を含んでいると思われ、後者を正しいものとして扱った。つまり、定着氷の面積の増減は、赤線と青線で挟まれた範囲について比較している。また、砕氷艦が昭和基地へ向かう航跡は、例年最短ルートで定着氷縁に向かってのに対し、2010年は大きく南東に迂回していることがわかる。これは、良好な海氷状況を航路として選択し航行時間を節約するため、流氷帯および定着氷縁の隙間にある開放水面に沿って航行したためである。

全体の傾向として、定着氷端が南緯68°30'前後に存在することがわかる。2002年の画像に2本の白い線と1本の黒い線が入っているが、これは欠測ノイズである。2000年から2002年にかけて定着氷の一部(黄線)が流出し、定着氷縁が大きく後退した。このため、2002年と2003年は定着氷域面積が過去11年間で最少となった。その後定着氷域が年々拡大し、2007年には面積が2000年と同程度まで回復し、2010年に面積が最大となった。昭和基地沖接岸を断念した2011年以降は再度定着氷縁の後退に転じている。

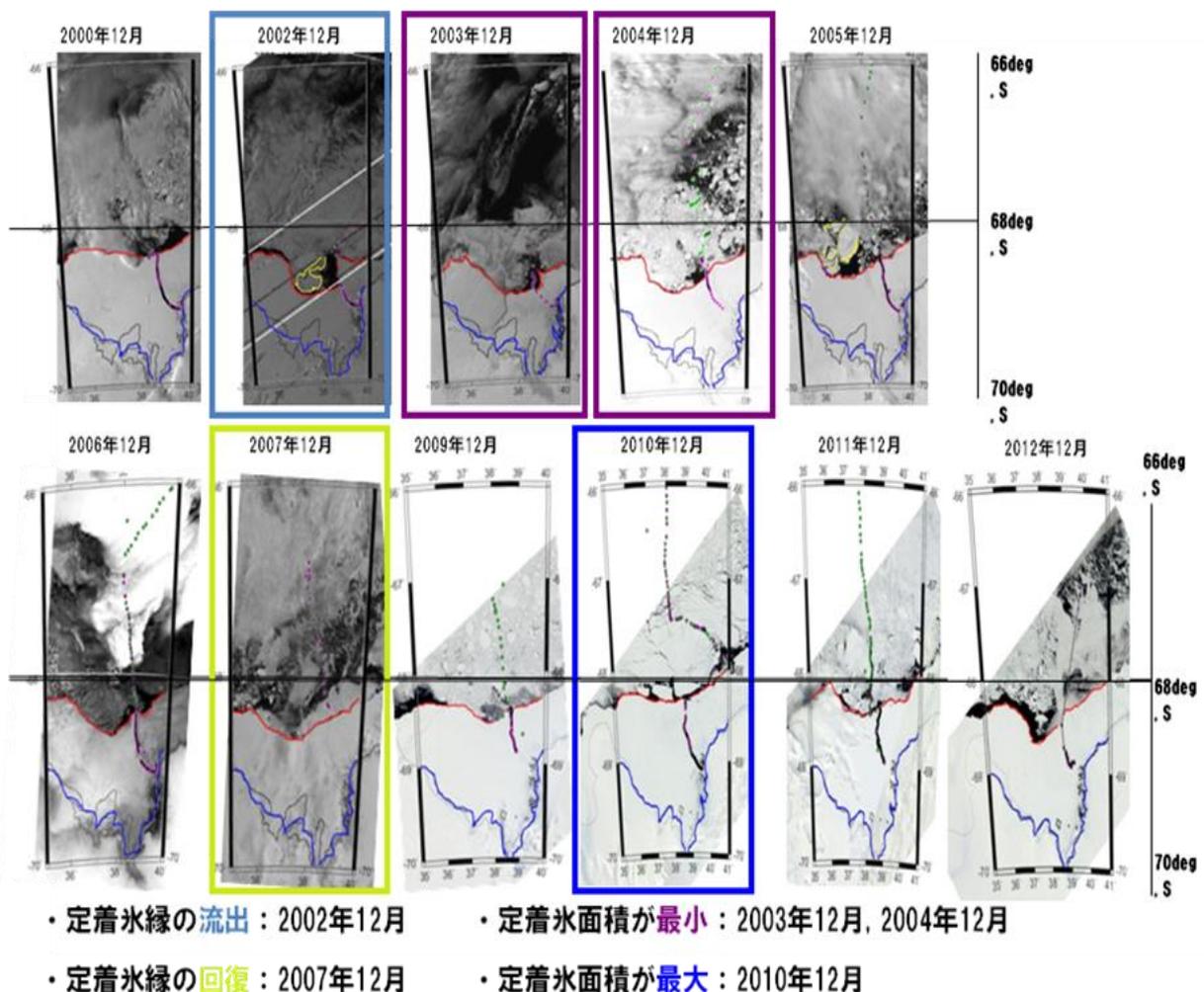


図3 衛星画像データによる11年間の海氷域面積の広がり及び流出

#### 4. EM 全氷厚の測定結果

昭和基地周辺の過去 11 年間の EM (赤棒) および目視 (青点) で観測された海氷厚の変動傾向を図 4 に示す。このグラフは緯度に対する全氷厚の年変化を比較したものである。目視観測は概ね 1 時間に 1 回の頻度で艦橋において行われており、氷厚や積雪深は砕氷された海水が 90 度傾いた際にその破断面の厚さから物差しを用いて計測されている。JARE53, JARE54 において、南緯 68° 54' 以南は接岸していないため観測データは存在していない。EM 観測が行われていない領域を斜線で、衛星および目視観測から判断した流氷帯と定着氷帯の領域をそれぞれ橙色と緑色の両矢印で示す。

JARE42 から JARE44 にかけて図 3 の衛星画像と同様に定着氷帯が大きく減少し、その後年々回復していくことがわかる。定着氷帯の海氷厚は JARE44 から増加傾向にあり、JARE53 で最大であった。一方、JARE53 と同様に接岸断念した JARE54 は、海氷の厚さが減少していることがわかる。図 4 において昭和基地に最後に接岸した JARE52 のときの氷厚分布は、接岸断念した JARE53 よりも観測データ上厚く、しらせの航行が困難であった印象を与える。しかし、JARE52 では厚い海氷厚は瞬間的に観測されているのに留まっているのに対し、JARE53 では 7 m を超える厚い定着氷が広く分布していた。さらに JARE53 では、昭和基地周辺において過去 11 年間の観測史上最大である 20 m を越える厚い定着氷が観測された。通常、砕氷艦の能力以上の海氷域においてはラミングが行われる。ラミングは、艦の長さの 2~3 倍の助走距離から前進して氷盤に突入し、艦首を氷盤に乗り上げ氷を圧砕、次いで後進して氷盤から離脱し、再び前進を繰り返す航法をいう。ラミングが行われると開放水面の無い定着氷帯では割れた氷板が他の海水の下に潜り込んでしまい、EM で測定する全氷厚の値が増加してしまう可能性がある。特に、JARE52 ではラミングが過去 11 年間で最も多く、氷板の潜り込みによる全氷厚増加の影響が考えられる。

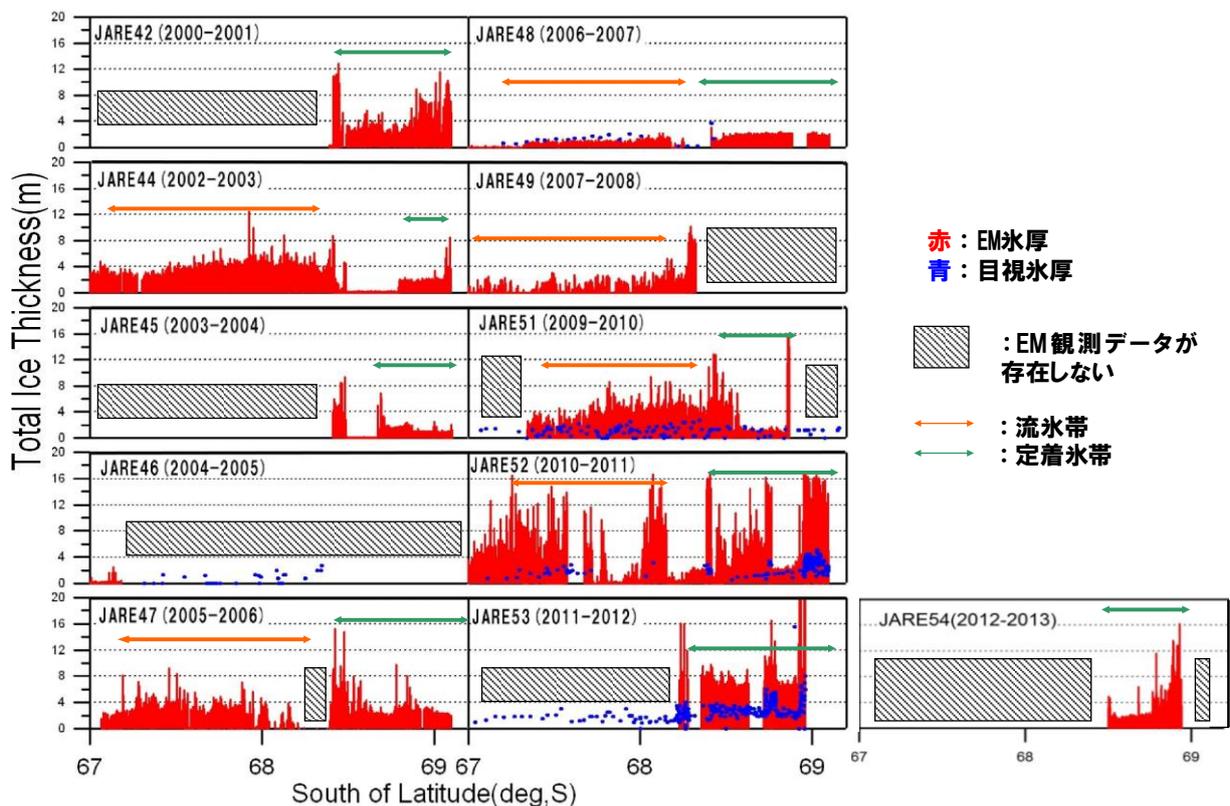


図 4 EM 及び目視観測による過去 11 年間の海氷厚の変動傾向

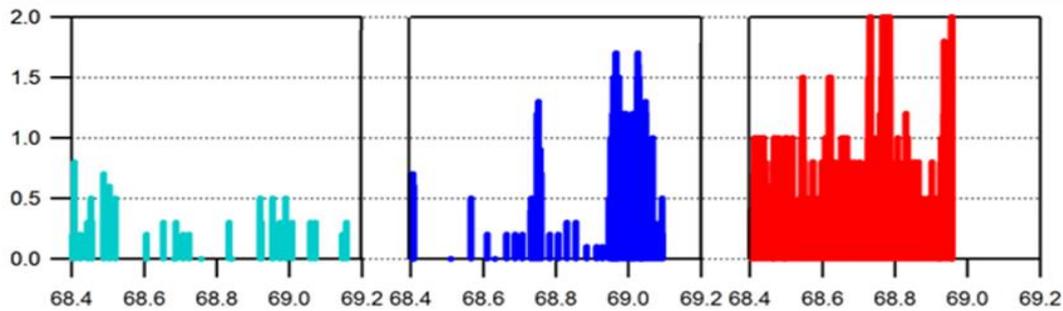


図5 過去三年間の目視観測による積雪深の変動傾向

昭和基地周辺において目視で観測された積雪深の変動傾向を図5に示す。全体の傾向としてJARE51からJARE53にかけて積雪深は増加傾向にある。特にJARE53では1mを超える積雪が広く分布しており、最大で2mを超える積雪が観測されている。またJARE53においては1時間に1回観測される積雪深データの空間分布が他の年に比べて密であったことから、1時間あたりの航走距離が短く、積雪の摩擦によって航行が困難であったことが推察される。

以上より、JARE52よりもJARE53の方が実際の定着氷帯の氷厚は厚く、同様に積雪深が多かったために、極めて厳しい氷況であったと言える。

## 5. 考察

2000年から2013年までの11年間の定着氷域面積の広がりおよび流出、海氷厚の年変動を明らかにした。定着氷域面積は2010年12月を最大としてその後減少傾向にあり、昭和基地沖接岸を断念したJARE53とJARE54において定着氷縁が後退し、面積が徐々に減少していたことがわかる。このことから、昭和基地沖接岸断念の原因は海氷面積増加によるものではなく、海氷厚や積雪深に原因があると考えられる。

JARE53では、以下の2点が海氷厚増加の原因と考えた。第一に、JARE53では沿岸部から大陸にかけて例年とは異なり、大陸向きに風が吹いていた(田村私信)。そのため、流氷が氷縁部の定着氷の下に潜り込み厚くなった。第二に、図5で示したように最大で2mを超える積雪深が観測されたことから、雪ごおりが形成されることにより海氷の急激な上方成長が原因であると考えられる<sup>3)</sup>。

## 6. 謝辞

この研究を行うにあたって独立行政法人海上技術安全研究所の下田春人研究員、若生大輔研究員、北海道大学低温科学研究所の大島慶一郎教授、大学院後期博士課程3年杉本風子さんに貴重なデータおよびご指摘を頂きましたことを深く感謝します。

### 【参考・引用文献】

- 1) 気象庁地球環境部・海洋部, 2013: 海氷域面積の長期変化傾向(全球), 2013年1月31日発表, [http://www.data.kishou.go.jp/shindan/a\\_1/series\\_global/series\\_global.html](http://www.data.kishou.go.jp/shindan/a_1/series_global/series_global.html)
- 2) 日本経済新聞, 2013: しらせ、今年も接岸断念 南極・昭和基地沖18キロから進めず, 2013年1月12日発表, [http://www.nikkei.com/article/DGXNASDG1103L\\_S3A110C1CR0000/](http://www.nikkei.com/article/DGXNASDG1103L_S3A110C1CR0000/)
- 3) 河村俊行, 滝沢隆俊, 大島慶一郎, 牛尾収輝, 1996: リュツォ・ホルム湾の海氷の特性と成長過程, 南極資料 41(1), 367-383.