

# 衛星マイクロ波放射計による薄い海水の検出と北極海薄氷域拡大の要因の研究 薄い海水域のマイクロ波輝度温度と可視・近赤外データとの比較

中山雅茂(北翔大学), 直木和弘(宇宙航空研究開発機構), 吉川真由子(千葉大学), 西尾文彦(千葉大学)

## 1. はじめに

2007年9月に、北半球(北極海)の海水が1978年の衛星観測以来最も海水面積が減少した。その要因解明の研究が、大気と海洋の両面から進められている。海水の厚さに関する情報は、原因解明に重要な情報である。筆者等は、衛星搭載型マイクロ波放射計から海水厚推定手法の開発を進めており、海水観測から得られた結果を基に、衛星で観測された18GHz帯水層輝度の輝度温度から0~10cm、10~20cm、20cm以上の3領域に海水を分類した。現在、この手法による厚さ推定結果の精度の検証を行っている。検証に用いる海水厚の現場測定は、1) 海水面上から穴を開け直接測定する方法、2) 船に設置した可視カメラから海水の破断面を測定する方法、3) 船や航空機から電磁誘導法(EM)によって大気・海水表面、海水面・海水界面を測定する方法、4) ブイや潜水艦からソナーを利用し、海水表面および海水面の差から測定する方法などがある。10cm以上の海水においては、上記手法によって、得られた結果との比較が可能であり、検証を行ってきた(図1)。しかし、厚さ10cm以下の薄い海水では、観測者の安全性、カメラの分解能、海水厚測定精度などの問題がある。このような薄い海水域では、これまで、可視・近赤外線領域の反射率と厚さの関係を検出した結果を基としたMassom and Comiso, 1994や、NOAA AVHRRから厚さを推定した報告がある(中山他, 2000)(表1)。また北極海には、他の海域と異なり夏季融解しない多年氷が存在する。多年氷の輝度温度は、薄い海水の輝度温度と近い値を示す。そのため、まず薄い海水の検出手法を確立し北極海へ適用することで全球の薄氷域を推定する計画である。

本発表では、これまでに開発してきたマイクロ波輝度温度からの厚さ推定手法から得られた、薄い海水域の検証を広域にわたり行うことを目的とし、海水域における、衛星で観測された可視・近赤外線領域の反射率及び表面温度との比較結果について報告する。

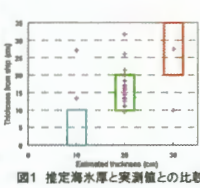


表1 海水厚に対する反射率

Ice thickness (cm)	Average (cm)	0.55-0.65	0.75-1.00
0 (open water, overcast)	0	0.15	0.12
2.0-2.5 (overcast)	2.25	0.12	0.09
3.7-4.0 (variable skies)	3.85	0.18	0.17
5	5	0.19	0.17
6.0-9.0 (clear skies)	7.5	0.31	0.23
10	10	0.35	0.24
15	13	0.38	0.24
20	20	0.43	0.24
25	25	0.55	0.25
50	50	0.62	0.35

Wentz(2003), Ahn et al. (1983), Grenfell (1983), Pavlov and Grenfell (1982)

## 2. 解析方法

薄い海水は、時間とともに急激に変化することが予想されるため比較するデータは同期していることが理想である。そこで、厚さ推定に使用したAMSR-Eと同じAquaに搭載されているMODISのデータと比較に用いた。MODISデータは、NASAで公開されている分解能250mのband1(0.62-0.67μm)、band2(0.841-0.876μm)のデータから大気上層の反射率を求め使用した。また、海水表面温度も比較に同じ。まず、検出している領域の各厚さ別の、表面温度、Band1・2の反射率について比較した。次に、目標において以下の条件を満たした領域を抽出し行なった。

- (1) 海水厚の分類は、18GHz帯水層輝度の輝度温度を使用している。18GHz帯の観測視野は、16×27kmである。また、使用データは、NSIDCで公開されているデータを使用しており、12.5×12.5kmグリッドに再サンプリングされているデータである。そのため、観測された輝度温度が、厚さの異なる海水を混合している可能性がある。そこで、3×3グリッドが同じ厚さと分類した領域の中心グリッドを抽出した。
- (2) 雲で覆われていない領域を抽出した。
- (3) 海水密度推定100%の領域を抽出した。

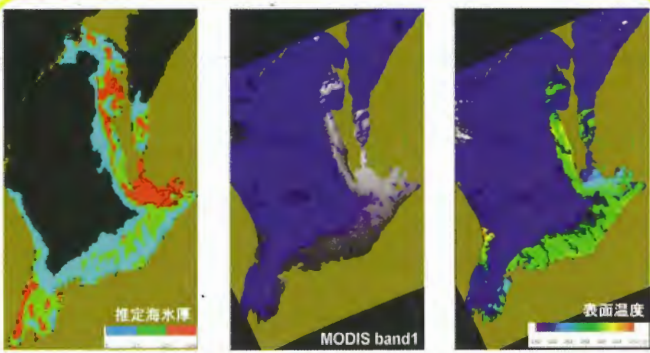


図2.1 2006年2月10日解析結果  
MODIS・表面温度における青色領域は雲を示している。各グラフは、厚さ別の表面温度・Band1・2の反射率のヒストグラムを示している。

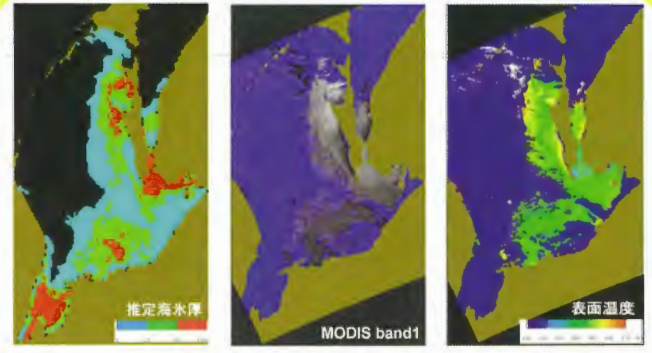


図2.2 2003年1月17日解析結果  
MODIS・表面温度における青色領域は雲を示している。各グラフは、厚さ別の表面温度・Band1・2の反射率のヒストグラムを示している。

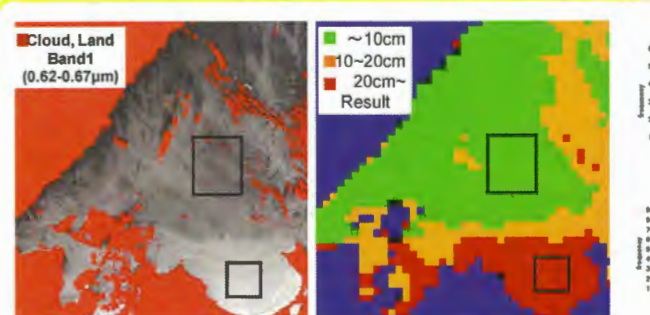
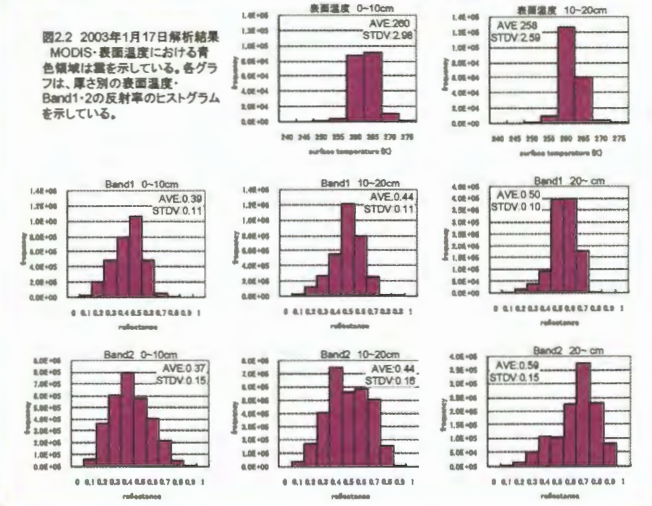
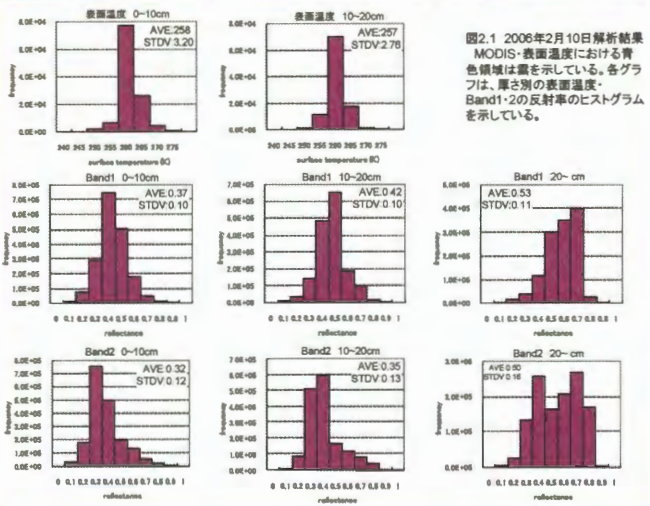


図3 目標による推定海水厚と反射率の比較  
左図は、MODIS-Band1の画像を示している。左図中の赤色は陸及び雲領域を示している。右図は推定海水厚を示している。右図中の青色は陸域を示している。両図中の四角で囲まれた領域において比較を行った。

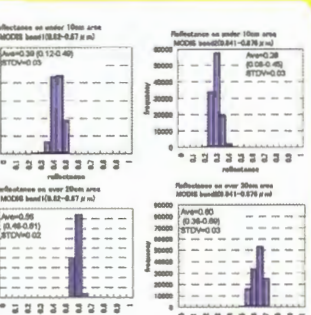


図4 厚さ・Band別の反射率  
左図2つは、Band1の0~10cm、10cm以上の結果であり、右図2つは、Band2の0~10cm、10cm以上の結果である。

## 3. 結果・考察・まとめ

図2.1-2.2は、厚さ別の表面温度・反射率の結果である。両図ともに厚さが増加するに従い反射率は、高い値に分布していることが分かる。特にBand2が顕著であった。また、2003年の表面温度は、10cm以下の領域は10cm-20cmの領域よりも高いことが分かった。

図3は、目標によって抽出した比較領域における、band1、band2の反射率のistogramを示している。左の図はband1の結果であり、平均0.39、最大0.49、最小0.12、標準偏差0.03となった。右の図はband2の結果であり、平均0.28、最大0.45、最小0.08、標準偏差0.03となった。Massom and Comiso, 1994では、AVHRRに搭載されているChannel1(0.58-0.68μm)の観測波長における厚さ0~10cmに対する反射率の関係について0.07-0.35、同様にChannel2(0.725-1.000μm)の観測波長における厚さ0~10cmに対する反射率の関係について0.07-0.24と報告している。MODIS band1は観測波長がほぼ同じであるため得られた結果である平均反射率0.39という結果は、近い値を示しておりこの波長帯からも比較対象領域は、厚さ10cm以下の薄い海水域である可能性が高い。MODIS band2は、AVHRRのChannel2の観測波長の一部であるため同様な傾向を示すと考えられ、得られた結果も近い値を示した。以上のことから、マイクロ波放射計から推定した厚さ10cm以下の薄い海水域の検証には、可視・近赤外線領域のデータも有効であることが示唆された。今後は北極海へ推定手法を適用し、今回の検証方法によって比較していく。