航空機搭載マイクロ波放射計による 新しい海氷情報の取得に向けての研究

> ○ 舘山一孝,榎本浩之,高橋修平,百武欣二(北見工業大学) 西尾文彦(北海道教育大学釧路校)

1.はじめに

人工衛星搭載マイクロ波放射計は天候・昼夜 を問わず観測できるために海氷モニタリングの 主力となっている.

現在,米国の軍事衛星 DMSP に搭載されてい るマイクロ波放射計 SSM/I のデータセットが海 氷モニタリングに一般的に使用されており,海 氷分類アルゴリズムは NASA が開発したものが 主流であるが,これにはいくつかの問題点があ る.このアルゴリズムをオホーツク海に適用す ると,存在するはずのない多年氷のシグナルが 現れたり,春から夏にかけて海氷が見られたり する.これはオホーツク海域が海氷の存在する 他の極域の海域と違って気温が高く,水蒸気が 多いことや,薄氷のシグナルが多年氷と分離が できていないことが原因と考えられる.

我が国でも 1999 年に高性能マイクロ波放射 計 AMSR (Advanced Microwave Scanning Radiometer)を搭載する ADEOS II が打ち上げられる. この AMSR に相当するチャンネル(表 1)を持つ 航空機搭載マイクロ波放射計 AMR (Airborne Microwave Radiometer) の観測および地上検証 が 1996 年 2 月にサロマ湖・オホーツク海で行 われた.

本研究はこの観測で得られたデータを用いて 従来より精度の高い海氷分類を行った.

# 2. 使用したデータ

- · AMR (18GHz, 37GHz, 89GHz), VTR
- ·航空機搭載放射温度計, VTR
- ・ SPOT/HRV の可視画像

図1にAMRの航跡図を示す.



## 表 1. AMR のチャンネル

周波数(GHz)		6. 9	10.65	18. 7	23. 8	36. 5	89.0	
空間分解能	長さ (km)	0.44	0.38	0.32	0.27	0.3	0.3	
(高度 500m)	幅 (km)	0.16	0.13	0.1	0.08	0.09	0.09	
バンド幅 (MHz)		350	100	200	400	1000	3000	
偏波		水平および垂直						
入射角		約 55 度						

## 3. サロマ湖湖氷の観測結果

サロマ湖の湖氷は層構造、塩分プロファイル および表面粗度等の点から海水が凍った外洋の 1年氷とほぼ同じと考えることができる.また, 湖は例年全面結氷して安定であるので、外洋と 比べて容易に地上検証データを取得できる. 1996年もサロマ湖は全面結氷しており、北西に 行くほど氷厚は薄くなっていた. 地上検証の結 果と比較した結果,放射温度・輝度温度ともに 北西に向かうに従い高い値となっていた.

### 4. サロマ湖湖氷の表面状態の推定

NASA では海氷分類アルゴリズムに 37GHz と 19GHzの差をそれらの和で割った値GR(Gradient Ratio) と 19GHz の水平と垂直偏波の差をそれ らの和で割った値 PR (Polarization Ratio) を 使用しているが、薄氷と1年氷、多年氷の分離 が完全ではなく、1年氷の表面状態の相違を区 別することができないため(榎本, 1996),新 たなパラメーターとして射出率比 ER (Emissivity Ratio) を用いることにした. 射 出率は物体固有の値であり、チャンネルiにお ける輝度温度 T<sub>Bi</sub>とは

 $T_{B_i} = \varepsilon_i$  (射出率)・T (物体の表面温度)

の関係で表わされるので、射出率比 ER を

$$ER = \frac{\varepsilon_{39GHz}}{\varepsilon_{89GHz}} = \frac{T_{B39GHz}}{T_{B89GHz}}$$

と定義した. ER は上式の計算過程でTがキャン セルされるため物体の表面温度に依存しないと いうメリットがある. ここで 89GHz を使用した 類では氷盤 100%と薄氷 100%を ER=1 のラインで

のは, 89GHz は赤外領域に近く、海氷分類アル ゴリズムではまだ使用されていないチャンネル であり、新たな情報の取得が期待されているた めである、実際、他のチャンネルを組み合わせ るよりも 37GHz と 89GHz の ER がもっとも有効 であることがわかった.

VTR から推定した表面状態の空間分布と ER を 比較した結果.

積雪がある湖氷:  $ER_{SNOW} > 1$ 積雪がない(少ない)湖氷:  $ER_{ICE} \approx 1 \ (\pm 0, 01)$ 

				TOL		
薄 氷	:	0.95	<	$\text{ER}_{\text{THIN}_{\text{ICE}}}$	<	0.99
湖水面	:			ER <sub>water</sub> <	0.	. 9

となった.

### 5. オホーツク海海氷の分類

本研究ではより精度の高い海氷分類を行うた めにサロマ湖の表面状態推定から得られた ER を GR の代わりに用いた.

VTR から氷盤、薄氷、ニラス、海面を以下の 基準でサンプリングし、縦軸に ER, 横軸 PR を とると図2のようになった. 比較のために NASA アルゴリズムを図3に示す.

氷盤:直径100m以上,「厚さ30-200cm] 薄氷: 蓮葉氷など, 直径 5m 以内,

「厚さ 10-30cm]

ニラス:暗い色の薄氷, [厚さ 5-10cm] 海面:海氷密接度 0%

図 2 と図 3 を比較すると, ER を使用した分

分離することができることがわかる.また、氷 以上をまとめると以下のようなアルゴリズム 盤を含む薄氷域と氷盤を含まない薄氷域を になった. ER=0.96 のラインで分離できることがわかり、 海面は ER=0.86 のラインで分離できた. ニラス は ER=0.9 のライン付近にあるもののサンプル 数が少なく、今回の解析では分類パラメータに 加えなかった。



図 2. 分類 [PR (18V, H) - ER (37, 89)]



図 3. 分類 [PR (18V, H) - GR (18, 37)]



大きい氷盤:	1 <	ERBIG_FLOE
氷盤を含む薄氷域:	0.96 <	$ER_{FLOE+THIN_ICE} < 1$
薄氷域:	0.86 <	$ER_{THIN_ICE} < 0.96$
海 面:		$ER_{water} < 0.86$

これを AMR の航跡図にプロットすると図4の ようになった. 図 4 と同じ日の SPOT の可視画 像を比較すると、実際の海氷分布とほとんど-致することが確認された.

### 6.まとめ

射出率比 ER を使用することで氷盤と薄氷の 分離ができ、従来のアルゴリズムより精度の高 い海氷分類ができた.

AMR のさらなる観測によって今回の観測では 得られなかった他の海氷パラメータ(グリース アイス,氷丘,表面が融解した海氷等)の取得 が期待される。

今後は海氷と陸地の分離等の問題をクリアし、 SSM/I のデータセットを用いたオホーツク海全 域の海氷分類図を作り,地球温暖化の海氷への 影響のモニタリングに役立てたい.

# 参考文献

榎本浩之(1996):マイクロ波リモートセン シングによる最近の雪氷研究 -マイクロ波放 射計による海氷の観測-、日本雪氷学会誌、 Vol. 58, No. 1, pp. 53-55