オホーツク海北海道沿岸における 3ch 版可搬型マイクロ波放射計

MMRS を用いた船上海氷観測

内田圭一, 榎本浩之, 舘山一孝, 戸城亮(北見工業大学) 豊田威信(北大低温科学研究所) 瀧本忠教(海上技術安全研究所)

1. はじめに

2007年2月中旬にオホーツク海北海道沿岸において、海上保安庁のアイスパトロールの一環として砕氷船「そうや」による海氷観測が海上保安庁の協力のもと行われた。可搬型マイクロ波放射計(MMRS:Microwave/Milliwave Radiometer System)による観測は昨年度に引き続いて2回目の観測である。昨年度の観測で使用した MMRSの周波数は海氷分布観測に使用されている36 GHz のみの単周波であったが、今年度の観測では18 GHz、23 GHz、36 GHz の3 周波を用いて海氷および海水表面から放射されるマイクロ波を連続観測した。マイクロ波輝度温度は海氷および海水表面からの射出率によって決定されている(Carsey, 1992)。従来は衛星搭載のマイクロ波放射計データと現場の目視観測、EM(電磁気氷厚計:Electro Magnetie)観測などのデータと比較が行われていた。しかし MMRS の開発により、現場の目視観測、EM 観測のデータと比較が行われていた。しかし MMRS の開発により、現場の目視観測、EM

2. SIRAS-07 の概要と目的

巡視船「そうや」による海氷観測は、海上保安庁の協力のもとで毎年2月に実施されている。 海上保安庁と北海道大学との共同観測が始まってから今年で12年目を迎え、去年・今年と北 見工業大学から観測に参加させていただいた。去年の観測からリモートセンシングの現場検証 データ得るために、海氷に関わる基礎データを採取することを目的している。今年の観測は航 海期間中の2007年2月10~13日までの計4日間にわたって観測を実施した。今年は全体的 に氷が少ない、または氷が薄いことから予定された航路・観測地点を1日速く航行した(図1)。 参考に航海期間中の2007年2月13日の MODIS 画像を図2に示す。



図 1: SIRAS-07 の航行路



図2:2007年2月13日のMODIS画像 (http://kuroshio.eorc.jaxa.jp/ADEOS/mod_nrt_ new/index.html)

-61-

北海道の雪氷 No. 26 (2007)

3. MMRS 観測

観測装置

今回、可搬型マイクロ波放射計 MMRS(3周波数帯、CCD カメラ内臓)の他に、赤外放射 温度計を MMRS の上部に取り付け同時観測を行った。

・観測目的

本観測は将来的に海氷の厚さや面積を衛星搭載マイクロ波放射計(AMSR-E、SSM/I)から 高精度で観測するために、MMRSの現場検証によりオホーツク海における海氷のマイクロ波 特性の調査を行うことが目的である。オホーツク海域では昨年度に引き続いての試みである。 (戸城ら, 2006)。昨年度では単一周波(36 GHz)だったものを3 周波(18,23,36 GHz)にし

て MMRS により海氷のマイクロ波を連続観測した。

観測概要

MMRS の入射角を AMSR-E と同じ 55 度で固定し、18,23,36 GHz 帯の垂直偏波を用いて、 海氷および海水表面から放射されるマイクロ波を連続観測(1 秒毎)した。

4. MMRS 観測結果

4.1 MMRS 観測

今回期間中に行った観測結果を(図3:1分平均)に示す。縦軸は輝度温度(K)、横軸は時間である。また観測時間は1日を通して観測している。図より周波数によって値は異なるが、最大で約260K、最小で190K(18 GHz では180K)であった。各周波数のマイクロ波特性より海面の海氷および海水状態を判別することが可能だと考えられる。





4.2 輝度温度と EM による海氷密接度、海氷厚および赤外放射温度との比較

2月13日の結果について詳しく解説する。(図 4,a)は MMRS による輝度温度、(図 4,b)は EM による海氷厚と赤外放射温度、(図 4,c)は EM による海氷密接度を示す。縦軸は(図 4,a)は輝度 温度(K),(図 4,b)は海氷厚(m)と赤外放射温度(℃)、(図 4,c)は海氷密接度(%)を示し、横軸は時間 を示す。観測時の海氷状態の参考として(図 4,b)(図 4,c)を示す。輝度温度、海氷厚、海氷密接 度を比べると正の相関があることが分かる。また赤外放射温度では、海水面では海水の結氷温 度である-1.8 ℃以上と高く、海氷面では-2 ℃~-13 ℃の間を変動し、輝度温度とは負の相関 であることがわかる。





5. EMによる海氷厚と射出率、GRとの比較

5.1 射出率

EMによる海氷厚と2月12、13日に観測されたデータより求めた射出率($\epsilon = T_B/T_\epsilon$: 射出率、T_B:マイクロ波放射輝度温度、T:赤外放射温度)の比較を(図 5)に示す。(図 5: a,b,c) より海氷厚が厚くなると射出率が大きくなるといことがわかる。次に周波数間の輝度温度の差 と海氷厚の関係を調べた。



5.2 GR (Gradient Ratio)

海氷の射出率の周波数依存特性の簡単な図を示す(図 6.1)。このマイクロ波帯における海氷の 射出率の周波数依存特性より 36 GHz と 18 GHzの輝度温度の差を利用して海氷厚を推定する。 (図 6.1)より T B36-T B18 を計算した場合、新生氷では GR>0、1 年氷では GR=0、多年氷で は GR<0 となることがわかる。GR は(TB36-TB18)/(TB36+TB18)(式 1)で求められる[TB36、 TB18: 36 GHz,18 GHz での輝度温度]。36 GHz と 18 GHz の輝度温度の差を利用して(式 1)よ りもとめた GR と海氷厚を比較すると(図 6.2)のような関係が得られた。(図 6.2)を見ると氷厚 が大きくなると GR が小さくなっていることがわかる。(図 6.1)と比較してみても多年氷のよう に氷厚が大きくなると GR<0 となるように、同じ関係がみられた。



図 6.1 海氷の周波数依存特性(人工衛星によるマイクロ波リ モートセンシングを参考に作成)

6.まとめ

本節では MMRS による海氷観測について報告した。今回の目的であったオホーツク海南部 の海氷分布および海氷のマイクロ波特性を調査するための有益なデータを昨年度に引き続き 得ることができた。今回の MMRS で得られた結果をまとめる。

- 内臓 CCD カメラにより海氷の写真も同時に記録されていたことより、昨年度に比べ観測した輝度温度と氷状の確認がとりやすかった。
- ・ 今回の観測では海氷厚が全体的に薄かった。そのため GR での海氷厚の推定では1 m以上の推定結果が得られなかった。
- ・ 海氷厚が厚くなった場合、射出率が増加すると GR は減少する。

謝辞

本観測での MMRS 設置の際に、多大なご協力をして頂きました第一管区海上保安部、海洋情報 部ならびに三菱電機特機システム株式会社の方々に感謝いたします。

参考文献

戸城亮・榎本浩之・舘山一孝・豊田威信・宇都正太郎, 2006 : オホーツク海北海道沿岸における 可搬型マイクロ波放射計 MMRS を用いた船上海氷観測. 北海道の雪氷第 25 号

古濱洋治・岡本謙一・増子治信,:人工衛星によるマイクロ波リモートセンシング.社団法人電子 情報通信学会編