## マイクロ波センサーAMSR-E を用いたオホーツク海海氷移動解析

戸城亮, 榎本浩之, 舘山一孝(北見工業大学)

### 1. はじめに

オホーツク海の海氷移動を知ることは海難 事故の防止や防災のための情報としても重要 である。本研究では天候に左右されにくい衛 星マイクロ波データ AMSR-E を使用し、サハリ ン東岸から北海道に至る海氷移動の変化を解 析した。従来作成していた SSM/I による密接 度および氷厚と組み合わせることにより詳細 な海氷状態を検討することができる。また、 今回は風のデータを用いて、衛星マイクロ波 データから算出したオホーツク海の海氷移動 ベクトルと比較する。

2. 使用したデータおよび解析方法

(a) 衛星データの処理

本研究では JAXA 提供のアメリカの衛星 Aqua に搭載されているマイクロ波放射計 AMSR-E データのうち 89GHz 水平偏波(空間分 解能12.5km)を用い、2003 年12 月~2004 年 4 月における海氷移動を解析した。(戸 城,2005)海氷移動ベクトルの算出は、面相関 法(熊野,2002)を用いて行った。AMSR-E デ ータは7×7 のウインドウで前日と相関のあ る場所を探している。また、従来から使用さ れているマイクロ波放射計 SSM/I による海氷 密接度および氷厚図は北見工業大学で作成の ものを用いた。

海氷密接度、氷厚図; (http://snow.civil.kitami-it.ac.jp/)

(b) 気象データの処理

アメリカの気象機関 NCEP が作成した緯度、 経度 2.5 度ずつの格子点における1日平均の 気象データのうち風速、風向を使用した。 3. 結果

(a) 海氷移動ベクトル

オホーツク海の平均的な海氷移動を知る上 で、2003年12月~2004年4月における移動 ベクトルを 62.5km(5pixel)で平均化したも のを図1に示す。



図1 2003年12月~2004年4月 における平均海氷移動ベクトル図 図1より、サハリン東方沖に南東に向かう 移動がみられる。また、北海道北東では移動 ベクトルが小さい。この理由として風や海流 の影響を受け、移動方向が安定しないためで ある。また、氷縁付近に大きな速度ベクトル が出ているがこれはエラーまたはデータサン プル数の不足によるものである。



GraDS image 図 2 2004 年 1 月 13 日の天気図

(b) 海氷密接度、氷厚および海氷移動ベクトル

次に、2004 年 1 月 13、14 日の暴風雪時に おける海氷密接度、氷厚および海氷移動ベク トルについて解説する。参考に 2004 年 1 月 13 日の天気図を図 2 に示す。

まず、図3、図4ともに顕著な海氷変化がみ られたサハリン東方沖においてa)、b)の比較 をする。図3.a)、b)の比較からb)は海氷密接 度が低下、図4.a)、b)の比較からb)は厚い氷 の部分が縮小、図3および図4からそれぞれ b)は沿岸部において海氷域が後退、縮小して いることがわかる。

次に海氷の動きと風との関係をみてみる。図 5 は海氷移動ベクトルに風の吹いていく方向 をかきこんだものである。これよりサハリン 沿岸部における風の吹いていく方向(大きな 矢印参照)は観測点が南(図7;w1からw5) にいくにつれて、時計回りの方向に推移して いっていることがわかる。サハリン沿岸部に おいてはこの日のみならず冬を通じてこのよ うな日が多い。同じく図5より海氷移動ベク トルはサハリン沿岸部において向きが一定し ていないことがわかる。また、一部風の影響 により岸に向かって押しつけている海氷移動 ベクトルがみられる。これにより海氷は大き な変形を受けたと考えられる。

一方で特異な海氷分布の様子も確認できる。 サハリン北東部に氷のない部分がみられる。 これはポリニアとよばれるもので海氷が生成 されにくい場所である。また、カムチャッカ 半島および北海道沿岸部にみられる海氷密接 度はマイクロ波解析による誤差である。

次に図4の(A)地点の海氷状態をみてみる。図 3、図4よりこの地点においては半島状の海氷 域の形がほとんど変化しない。この理由とし てこの地域で海氷が渦をまいていることが多 く海氷域の形が維持されていると考えられる。 (図5)。これは冬を通じてこのような特徴が



図3 海氷密接度図(a:2004年1月13日、b:14日) ・海氷密接度20%以上を図に表している。 ・色が濃い方が海氷密接度は高い。



図 4 氷厚図(a:2004 年 1 月 13 日、b:14 日) ・海氷密接度 80%以上の海氷域における氷厚を 図に表している。

・海氷が厚い部分を斜線で表している。



図5 海氷移動ベクトル図(2004年1月13日~14日) 大きな矢印は風の吹いていく方向をさす。

- 4 -

(c) 衛星データと気象データの比較

海氷の動きと風との関係を確かめるために、 衛星データは海氷流路(図6:s1~s9)9点を 設置し、2003年12月~2004年4月における 毎日のデータ(図8)をとりだした。一方、 気象データは NCEP データが緯度・経度2.5 度ずつよりとりだせるので、統計145度線に 沿って5点(図7:w1~w5)を定めた。これ により、衛星データ、気象データの各観測点 で最も近い点同士を比較した。



図6 サハリンから北海道に至る海氷流路 に沿ったリデータサンプングポイント



図7 風の観測点(東経145度線)

○海氷移動ベクトル

サハリンから北海道に至る海氷流路 (図 6;s1~s9)を設定し、観測点の移動ベク トルの時間的変化を図 8 に表した。

	-			211	17	al.	107		107	
- 0		1-1	1.	1	1		lise	4		
SZ		2641	ett really	1 1	16.00	e Man	1. 10	= 11/		
7 1	-	4	Å		77	-	197	1 12	172	
.s3	101	1 and	XIMIX	1 2.	17/2.10	አጥ	21/14	11/10		-
3 1	2 1	4	7 6		22	-	197	1.92	192	
~	Rich		12110	111	1000	tree -	400	n		
54	1			- <u>v</u> .	77	¥.	107	174	127	
-	1	1.1	1	,	1 /		-1			
SO		141 1	. Mari	N .110	-IXI.	21.10	1 1.	VI VI		
1 1	7 1	4	7 - B		77	4	197	112	137	
56			. a. A.	1 min	the ale	18	2 21	111	71	
2 1	7 1	4	7 6		27	00	107	192	137	_
			1	-la	, la pr	+	1 10			
S/				<u> </u>	-	1.1				
1	()				"	14	1 1	12	- 137	-
SÖ					1	-	~		1	
1 1	7	4	7 6	-	27	0	197	1 2	197	
0				1	~	+	1			

図 8 各観測点の海氷移動方向(上から s1~s9) 横軸は 2003 年 12 月 1 日からの日数 縦軸は海氷移動速度(pixel/日、 → 4pixel=約 0.56m/s)

図8は図6に示すs1~s9の9点の1日毎の 海氷移動ベクトルをそれぞれ時系列で表した ものである。なお、ここでのベクトルの大き さは海氷の移動速度を表しており、向きは図 6 の地図の上下左右に対応している。(小 田,2003)

データサンプリングポイントにおける海氷 移動ベクトルに着目する。図8より、まずs1 ~s5をみると、データは1月~3月において まとまったデータを抽出している。その移動 方向は平均的に南東であり、ベクトルも大き い。一方、s6~s9をみると、データは2月~ 3月にかけて少ないが抽出していることがわ かる。その移動方向はs1~s5と対称的に安定 していなく、ベクトルも小さい。これにより サハリン東方沖(図6:s1~s5に対応)に南 東に向かう移動がみられ、北海道北東(図6: s6~s9に対応)では移動ベクトルが小さいと いう図1で示した2004年平均移動ベクトルと 合っていることがわかる。

### ○衛星データと気象データの比較

海氷到来から最盛期における1、2月の期間 において観測点毎に海氷と風の方向に対する 比較をそれぞれのデータに対して行い、偏角 および相関係数を求めた。なお、ここでは相 関が高かったs3とw2地点における比較を行



図 9.a)、b) 海氷と風の方向に対する比較
西から東に吹いていく風(270度から90度)
→90度として方向を表す。
\*偏角(α) =海氷の移動方向-風が吹いていく方向

\*風力係数=海氷移動速度/風速

サハリン北部の東岸 (s3、w2)の比較から 以下のことがわかる。カッコ内の数字はデー 夕数、10は風速 10m/s 以上時である。 図 9.a)より風力係数=0.033、α=13 度(24)、 α<sub>10</sub>=7 度 (9)、 図 9.b)より風力係数=0.034、α=41 度(22)、

α<sub>10</sub>=37度(8)であった。

図 9.a)、b)より風力係数および偏角を比較 した。風力係数は a)、b)でほとんど変わらな かったが、偏角においては全データ(図 9: 記号+)および風速 10/m 以上時(図 9:記 号□)に対して大きな差が出た。ここでは省 略しているが他の観測点においても同様な解 析をした。その結果、各観測点において風力 係数はほとんど変わらないが、偏角は地域に よりばらつきがあった。今後、海氷の動きと 風との関係を氷にかかる力・海流の影響等を 考慮に入れて解析を行っていこうと考えてい る。

# 4. まとめ

・新型衛星マイクロ波放射計 AMSR-E のデー タを用いてオホーツク海の海氷移動の傾向を 捉えることが出来た。

・海氷移動ベクトルに密接度および氷厚を組み合わせることに詳細な海氷状態を検討することができた。その結果、暴風雪時サハリン東方沖において海氷域は後退、縮小し、海氷密接度は低下、氷の厚い部分は縮小、そして海氷移動ベクトルはベクトルの向きが安定しなかった。

・衛星データと気象データの比較においては、 まだ全体比較では精度が低いが、サハリン北 部の東岸では(s3、w2)、風力係数 0.034、 偏角 26 度(それぞれ 2004 年 1・2 月平均) であった。

・今後は強風時による氷盤破壊の追跡にも対応できるよう改良を検討している。

### 謝辞

使用した衛星データは宇宙航空研究開発機構 (JAXA)からAMSR-Eデータ、NSIDCからSSM/I データを提供していただいた。また、気象データは アメリカ気象機関(NCEP)よりデータを提供して いただいた。それぞれここに感謝の意を表す。

### 参考文献

熊野隆史,2002:衛星データを用いたオホーツク海 の流氷移動解析.北見工業大学卒業論文

小田晋矢,2003:衛星データを用いた北半球の海氷 移動解析.北見工業大学卒業論文

戸城亮,2005:マイクロ波センサーAMSR-E を用 いたオホーツク海海氷移動解析と検証.北見工業大学 卒業論文

- 6 -