

# 1966年1月18日の大型ジェット機による 日本海上の雲の写真観測\*

北陸豪雪研究グループ\*\*

## 1. まえがき

北陸豪雪の研究のための観測計画の一部として、昭和38年より小型航空機を使用して観測が行われて来ていたが、昭和40年からは、さらに大型ジェット機 DC-8 による高々度観測が加えられた。昭和41年1月18日には前年に引続いて DC-8 による日本海の雪の写真観測が実施された。現在これ等の資料に基づいて、日本海上の雲の分布、構造等の研究がすすめられている。

大型ジェット機による観測は、撮影地点の位置、高度、光軸の角度等が正確に得られる利点をもっている。小型機などではこれらが定め難いので洋上に於ては、特に大きな長所である。また、高々度飛行が可能であり、かつ速度も速く、航続距離も長いので、広範囲に亘って雲の観測を行うことが出来る。

第4年度に当る昭和41年1月の北陸豪雪特別観測は、1月14日から21日に至る1週間実施された。1月18日には、大型ジェット機による観測が行なわれ、同時に小型航空機(クインエア80型)による雲の写真観測・ドロップゾンデ観測が、富山を起点として若狭湾で行なわれていた。また、輪島に於ては、1日8回のレーウィンゾンデ観測が1月14日08時—1月21日06時に亘る間行われた。海上では、凌風丸、清風丸がほぼジェット機の飛行コース上で定点観測を行った。凌風丸は、 $39^{\circ}\text{N}$ ,  $134^{\circ}\text{E}$  附近で、16日0時—20日00時、また清風丸は、 $38^{\circ}\text{N}$   $137^{\circ}30'\text{E}$  附近で18日11時—19日16時の間、何れも定点観測を行っていた。凌風丸の観測点は、ジェット機の旋回B点附近に当り、また清風丸の観測点は略ジェット機の往路と復路が交又する点附近に当たっていた。尚旋回A

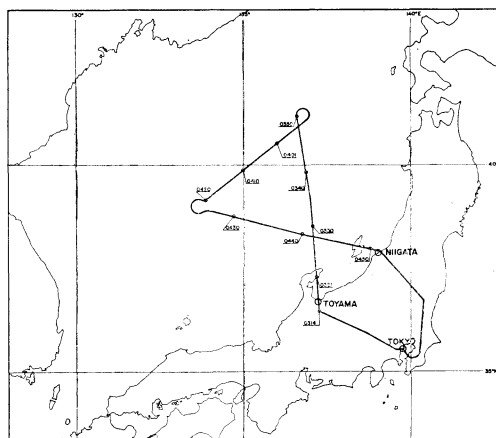
点附近で、高風丸が同じく定点観測を実施する予定であったが、時化のために予定を変更して、沿岸に退避せざるを得なかった。当日の18日には、凌風丸では、09時、21時の2回、清風丸では、21時のゾンデ観測も行なわれた。

これらの観測資料は、北陸豪雪特別観測資料の一部として刊行されており、また、この資料に基づく詳細な解析については、別に報告される予定であるので、ここではジェット機による観測の概略と解析の一部を報告する。

## 2. 観測方法、装置、飛行コース及び操縦

この観測は、日本航空の DC-8 (JA-8015) 一機をチャーターして、羽田を基地として行なわれた。写真観測に主として使用したカメラは、ニコン F (21mm 超広角レンズ着用) 2台、観測装置及び方法は、ほぼ前年通りであって、それについては、すでに報告が出されているので<sup>2)</sup>、ここでは省略する。また、本年は、16mm のカラー映画及び手持ちカメラによるカラー写真を補助的に使用した。

飛行コースは、羽田空港を基地として、ほぼ前年通りの第1図に示すようなコースである。位置は、ロラン、



第1図

\* An Aerophotographic Observation of Cloud over Japan Sea on 18th. Jan. by a Big Jet Plane.

\*\* The Heavy Snow Storm Research Group. この観測に参画した者は気象研究所 高橋浩一郎、松本誠一、広瀬元孝、片山昭、飯田睦治郎、竹内衛夫、堤敬一郎、二宮洗三、秋山孝子、中垣克之、常岡好枝、桜井徹(以上予報研究部)、加藤博(総務部)、山路勲(応用気象研究部)、力武恒雄(気象大学校)—1966年11月24日受理—

ドップラーレーダ、富山及び新潟のビーコン等によって正確に定められた。ローリング、ピッチング、ヨーイングを出来る丈避けて、高度、heading を一定に保つために、オートパイロットによる直線飛行を実施し、変針は必要最小限に止められた。各地点の通過時刻は第1図に示されている。この飛行時間は、1月18日11時37分-14時27分間の2時間39分であった。

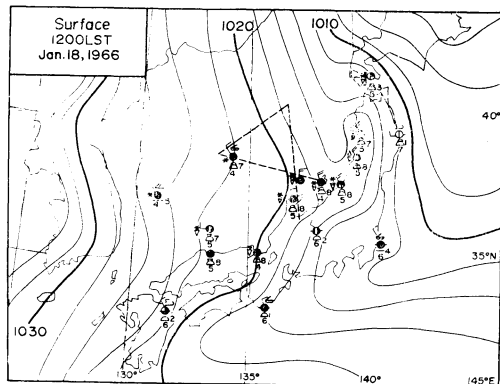
解析のために必要な諸元（高度、heading、対気速度、対地速度、偏流角、温度、時刻）は2分間毎に、運航制御盤（Navigator's Control Panel）上の計器の読み取りから求めた。第1表に、10分間隔の高度、ヘッディング、対気速度、風向、風速、気温を示す。

第1表

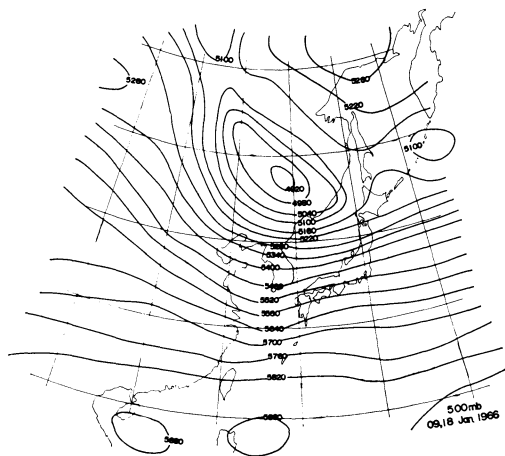
時刻	高度	True Heading	True Air Speed	風向	風速	気温	備考
	m	°	ノット	ノット	ノット	°	
11・41	0	—	—	—	—	—	離陸
11・55	9966	288	410	266	156	-48	
12・05	11217	286	476	260	150	-48	
12・15	11186	343	480	262	148	-50	富山旋回
12・25	11186	339	480	261	132	-48	
12・35	11186	338	472	252	106	-48	
12・45	11186	338	480	262	110	-49	
12・50	11186	—	—	—	—	—	旋回 A 点
12・55	11186	238	478	254	94	-47	
13・05	11186	238	477	265	102	-50	
13・15	11186	238	480	267	108	-46	
13・20	11186	—	—	—	—	—	旋回 B 点
13・25	11186	110	477	273	108	-45	
13・35	11186	109	480	257	117	-46	
13・45	11186	109	480	257	120	-47	
13・51	11186	109	481	259	125	-46	新潟
13・55	11186	152	479	265	130	-46	
14・02	—	—	—	—	—	—	大子
14・20	0	—	—	—	—	—	着陸

3. 気象状況

飛行時間中の1月18日12時の地上天気図を第2図に示す。典型的な西高東低型の気圧配置を示しており、日本海は豪雪型と云われている袋状低圧部になっていた。房総沖に弱い低気圧が発生しつつあり、本州の太平洋岸に沿って前線が伸び、太平洋岸も曇りで、雲が多かった。第3図は、当日の09時の500mb 天気図である。沿海州には、切離された寒冷渦が存在して居り、中心では、-47度という低温を示していた。ゆっくり、東方に移動



第2図



第3図

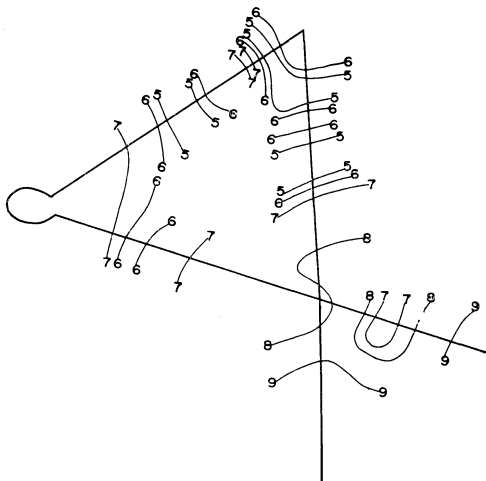
しており、それに伴って19日~21日にかけて、日本海附近は、-40度以下の低温が持続していた。このような型は、よく知られているように、北陸地方の豪雪型である。新潟県高田地方では、18日09時~19日09時の間に新積雪64cmに達した。このように、本年は豪雪観測に丁度好適な気象状況に恵まれた。

4. 目視による雲の概況と写真観測の例

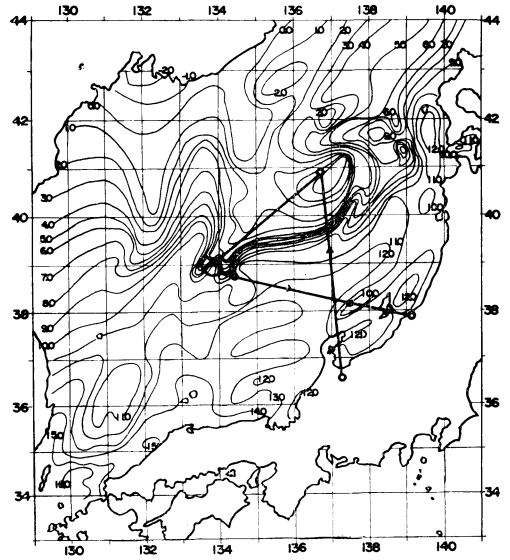
太平洋側は、雲底数百米から雲頂8844mにも達する厚いベール状の雲にすき間なく覆られていた。この雲は、本州中部の山岳地帯で切れて、北アルプス附近では地表面が見えようになっていた。北陸地方は、典型的な積雪タイプの雪雲が続いて居て、豪雪の雪雲観測には、好い条件であった。富山湾上空（12時18分）では、大雪が降っている新潟県下越地方の方面に、明るく輝いた大きな積乱雲が発達しているのが見られた（第4図 a）（口絵写真）。この附近から高田付近にかけて、新潟レーダー

によれば、エコーがよく発達しているのが観測された。日本海上に出ると(12時25分)、顕著なバンド状構造をした積雲の列がすき間なく並び、そのバンド状の積雲の列の上に、ベール状の雲がかかっているのが所々に観測された。日本海中部に達すると(12時38分)積雲の隙間が多くなって、個々の積雲がセル状に並び、白波の立っている海面が隙間から見えるようになった。併し乍ら施回A地点(12時54分)附近に於ては、著しい雲のバンド構造が観測された(第4図b口絵写真)。旋回B地点(13時20分)を過ぎて、ジェットストリームの南側に出来るといわれる jet cloud に似た上層雲が南方遠くに広がっているのが望まれた。往路との交叉点とB点の間(13時29分)に達すると、再び雲のバンド構造が著しくなり、(第4図c口絵写真)交叉点附近(13時40分)では隙間がなくなって、それから新潟、北陸地方一帯にかけて顕著な波状構造をもった層状の雲に覆われていた(第4図d口絵写真)又、その上にもや状のベールが所々にかかっていた。これらの写真の例を第4図に示す。これらの詳しい解析については別報告でなされる予定である。

**5. 海面観測からの顕熱輸送量及び蒸発量と雲量分布**  
 ジェット機から撮影された写真から求められた、コースに沿った雲量分布を示すと、第5図のようになる。これは、コースに沿って巾40kmの間の雲量である。第6図は、気象庁海上気象課で作成した1月15日~21日の間の日本海の表面水温分布図である。この期間の一般海上船舶の観測資料を、凌風丸、清風丸、高風丸の各観測船、自衛艦の特別観測に加えて作成されたものである。第7

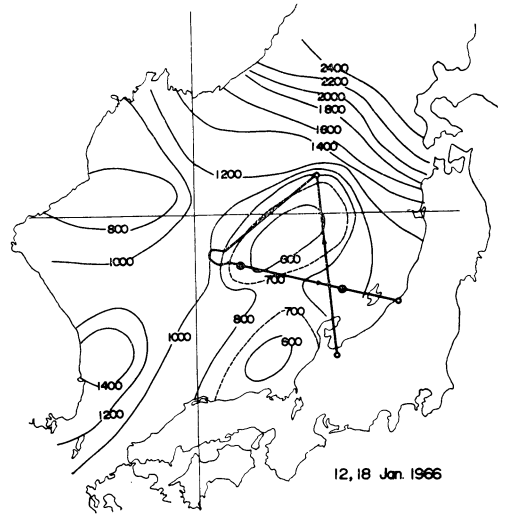


第5図 雲量分布  
 太実線は飛行コースを示す。



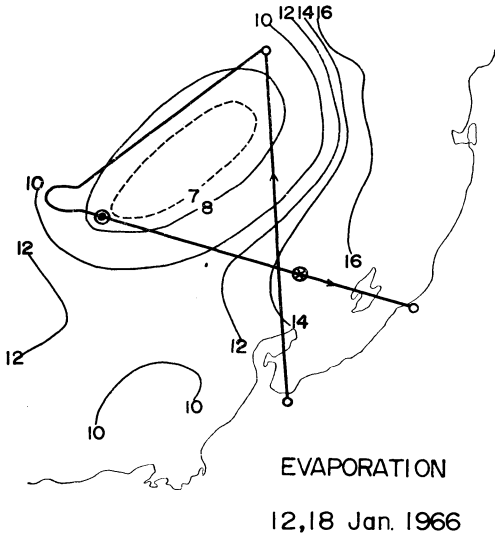
15~21, Jan. 1966  
 Surface Water Temperature

第6図 表面水温分布図  
 太実線は、飛行コースを示す



第7図 海面顕熱輸送量 (ly/day)  
 太実線は飛行コースを示す。  
 ●は凌風丸、清風丸の観測点を示す。

図は、実測の風及び150km格子間隔で読みとった気圧から計算された地衡風速の70%の風を使用し天気図及び第6図から水気温差を求めて、Jacobsの式から計算された、18日12時の海面に於ける顕熱の渦乱流輸送量を示している。第8図は、凌風丸、清風丸、高風丸等の実測

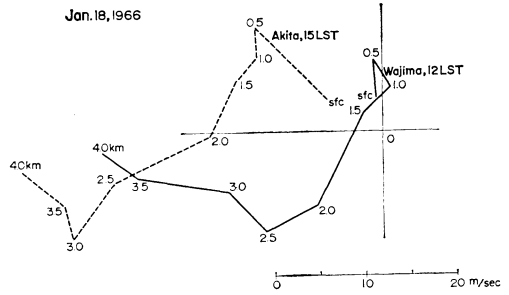


第8図 蒸発量分布 (mm/day)  
◎は凌風丸, ⊗は清風丸の観測点を示す

の Bowen's Ratio を使って Jacobs の式で推算した。同時刻の海面からの蒸発量の分布を示している。これらの図を較べてみると、雲量の少ない部分は、海面蒸発量及び海面からの顕熱輸送量の少ない部分とよく対応していることが判る。また、表面水温の低い部分とは、一致していないことが見られる。昨年 の ジェット機観測によれば、表面水温分布の極小の水域で、200km の大きさに及んで雲が全くないことが観測された。松本及び二宮 (1966)<sup>3)</sup>によれば、この水域は、海面からの蒸発量が 2mm/day 以下の領域とよく一致していた。本年の観測では、コース附近で蒸発量の最も少ない所で、7 mm/day であり、雲のない部分は、全く見られなかった。これらのことは、冬季の日本海上の季節風時には雲量分布と蒸発量又は顕熱輸送量分布とは、極めて密接な関連をもっていることを示している。

6. 波状雲

前々節に述べたように、層状の雲が発達している区域には、顕著な波状構造が処々にみうけられた(第4図d参照)。解析によればその雲高は 2~3000m, 波長は約 3 km である。当日の上層風のシャドグラフを第9図に



第9図

示してあるが(実線: 輪島12時, 破線: 秋田15時), 雲層に強い風のシャアがあったことがわかる。Haurwitz<sup>4)</sup>の billow cloud の公式を用いてシャア不安定波の波長を求めてみると 3300m という数値がえられよく一致している。なお波状構造の峯線(又は谷線)はこの高度における風向に直角に記列していた。

7. 感謝

本飛行実施に当り、絶大な支援を与へられた、東京航空気象台の方々に深く感謝の意を表明し、また、多大の便宜を提供された日本航空運航、整備関係の方々、写真機材の整備及び観測に協力された、日本光学の岩田芳朗氏にも亦厚く感謝する。(松本, 竹内記)

文 献

- 1) 気象研究所 (1966): 北陸豪雪特別観測資料(昭和40年度)
- 2) 北陸豪雪研究グループ (1965): DC-8 による高々度よりの日本海上の雲の写真観測, 天気, 第12巻, p. 236-240.
- 3) The Heavy Snow Storm Research Group (1965): Aero-photographic observation of cloud over the coastal area of the Japan Sea in the winter of 1964. Papers in Meteorology and Geophysics vol. 15. p. 216-228.
- 3) Matsumoto, S. and K. Ninomiya (1966): Some aspects of the cloud formation to the heat and moisture supply from the Japan Sea surface under a weak winter monsoon situation. J. meteor. Soc. Japan, Ser. II, Vol. 44, p. 60-75.
- 4) Haurwitz, B. (1941): Dynamic Meteorology, Mc Graw-Hill, New York, p. 287.