

# 英国海外航空機遭難時の総観気象状況\*

—富士山頂と自由大気中との異常な温度差について—

中山 章\*\*

**要旨:** 1966年3月5日富士山の風下側で B.O.A.C. 機が遭難した時の総観気象状況について解析した。その結果、大規模現象としての下降流の場であり、一方山頂では山体に沿う強制上昇のため山頂の温度は自由大気中より約 8°C も異常に低いことが確認された。これが山岳波とどのように結びつくかは理論又は実験による以外ないが本文ではこの異常がどのような総観気象状況のもとに発生したかについてだけ述べる。

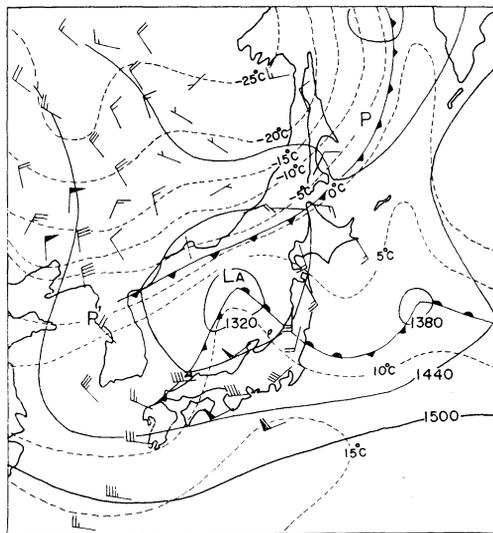
## 1. 事故発生時と解析時との関係

航空機事故は1966年3月5日14時頃、富士山東南東の高度約 4.8km で起ったと推定されている。航空機を破壊するような大規模気象現象\*\*\* がごく短い時間だけ存在したのかそれとも高層観測時の 00Z にも既に存在していたのかはわからない。何故なら全く同一地点、同高度を飛んだものは他には無いからである。しかし4日23Zにも富士山の南を飛んだ Boeing 727 型機(全日空 KK)が 5~6 km の高度で強い乱気流を観測していることから大規模気象現象としては多分に似た状況であったと推測される(仁科事故調査委員資料)。

00Z と 12Z の寒気の移動からは大きな変化はないように見えるがこれは見掛けだけかも知れない。それ故、ここでは 00Z の状況だけについて述べる。従って本文は直接航空機事故とは結びついていないことを断っておく。自由大気中と山頂との気温差については既に指摘されているが本例は異常なものであり、小規模現象としての山岳波を研究する場合何かの参考になれば幸である。

## 2. 3月4日 12Z から5日 00Z までの変化

4日12Zには低気圧(996mb)は日本海にあり、これから南東と南西にそれぞれ温暖前線、寒冷前線をもっている。850mb(第1図)ではこの前線とは別に非常に顕著な傾斜の急な前線面が北海道付近から南西(西南西)にのびて朝鮮に達している(第1図の PP')。この寒気は3日12Zから4日12Zまでは余り南下していないが地上低気圧の北東進につれて後面に侵入してきた。問題



第1図 1966年3月4日 1200Z 850mb 天気図

の気象条件はこの寒気にずい伴したものである。

## 3. 3月5日 00Z の大気の構造

### 3-1 下層の状況

第2a図は5日00Zの地上天気図で第1図の日本海の低気圧は00Zには北海道の南まで移動した。寒冷前線は八丈島のシーケンスによれば気圧変化では4日19~20Z, 風向変化では3時間遅れて通過していること、及び富士山頂レーダー・エコーから正確に決めることができる。しかし F' 付近の前線の位置には問題が残るが 700 mb の気圧の谷とを考え併せると西側のくぼみは気圧の谷と考えた方が適当である。又、RQC の寒冷前線は第1図の PP' の寒気が東進したもので、低気圧 L<sub>A</sub> の発達により QC の部分では寒気移流が大きくなったが RQ ではない。(このため QC の後面では気圧急昇がある)

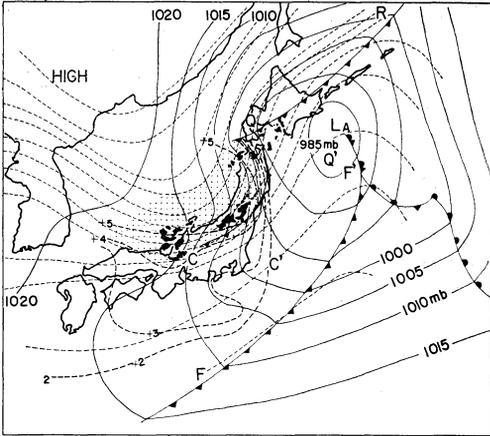
この寒冷前線の曲りは第2a図のレーダー・エコー合

\* A. Nakayama: Synoptic Situation for B.O.A.C. Aircraft's Accident on 5 March 1966.

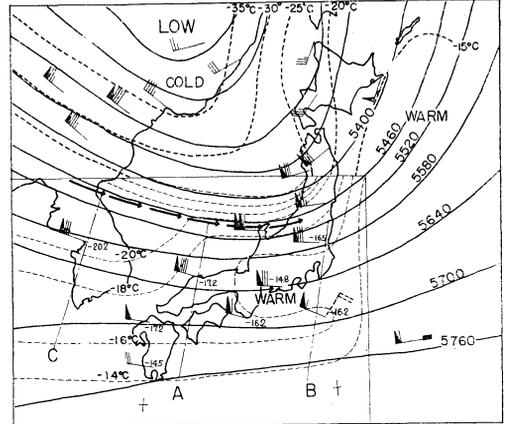
\*\* 東京航空地方気象台

\*\*\* (註)大規模現象じょう乱の中に小規模じょう乱があると仮定しての意味である。

—1967年2月17日受理—

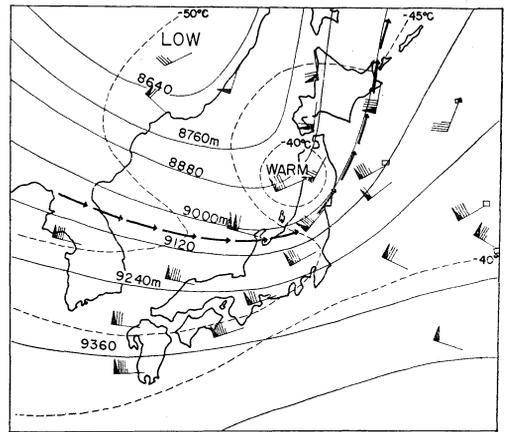


第2a図 1966年3月5日0000Z 地上天気図  
 黒い部分はレーダー・エコー，細い破線は1000～500mbの層厚線(50m 間隔)，太い破線は気圧傾向(mb/3hr)で点々の部分は+4mb/hr以上の区域

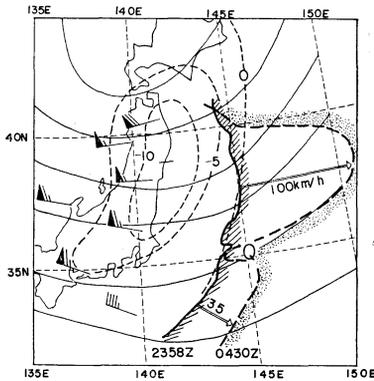


第2b図 1966年3月5日0000Z 500mb 天気図  
 破線の矢羽根は非地衡風を示す

成図にも見ることができる。しかし同じ時間(4日2358Z)のESSA-2号の写真では日本海の雲と一緒にこれを判別することはできない。この寒気の一部は関ヶ原付近(C)を通過して関東の南海上にも達しているが主な寒気は東又は東北東進し06ZにはQ', C'を結ぶ線に達している。2つの気象衛星の写真(2358Zと0430Z)から求めた雲の境界の移動速度は100km/hrで(第3



第2c図 1966年3月5日0000Z 300mb 天気図



第3図 2つの気象衛星から求めた雲域の移動と0000Zの700mb流線と $V \cdot \nabla \left( -\frac{\partial z}{\partial p} \right)_{1000-700mb}$ の値(300km 間隔)。寒気移流の大きい所で雲域の移動の大きいことに注意

図)前線の移動速度(50km/hr)と一致していない。これは前面の暖気の下降運動と関連しているからである。

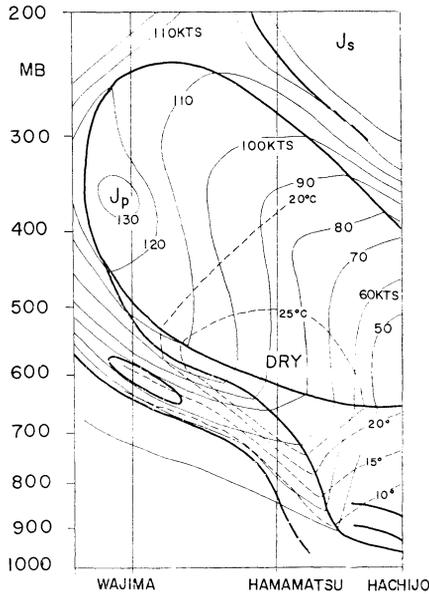
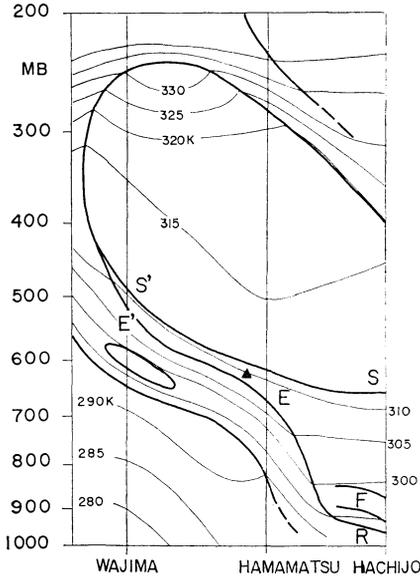
3-2 上層の状態

1967年5月

第2a図の5日00Zの層厚図によると寒気は太平洋岸まで背が高くそれより南では低いことがわかる。中部地方南部についてみた場合等圧面天気図の大きな特長は、500mb(第2b図)および600mbにみられる。すなわち

- (i) 八丈島では可成大きな非地衡風がある。
- (ii) 浜松付近では気温が約2°C高い。

ことである。この事実は重要なので§4で述べる。強風軸は輪島付近にありこの北側の秋田付近には圏界面沈下(第2c図)がある。第2a図の気圧傾向分布が寒冷前線QC付近で大きな傾度であるのは寒気の傾斜が大きいためである。何故なら地上の気圧傾向は取東分布と密度移流で決まるが700mbでは秋田の西に気圧の谷があり、この付近は発散であるべきだが気圧傾向では大きな上昇域であること及び秋田の前12時間温度差では圏界面まで同じように下降していることからわかる。

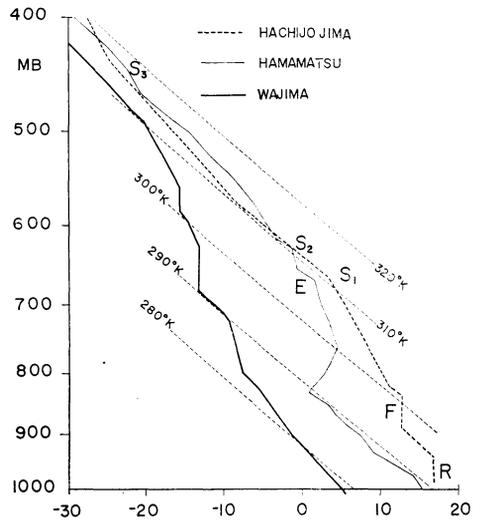


第4ab図 1966年3月5日0000Zの八丈島—輪島間の断面図

太い実線は前線面および圏界面 (a) 図の細い実線は等温位線; (b) 図の実線は等風速線, 破線は  $T-T_d$  を示す

この種の寒気の構造については W. Schwerdtfeger (1964)<sup>1)</sup> の報告にもあるが傾斜は極めて急であると考えられる。この様子は八丈島—浜松—輪島の断面図にも見られる。第4図の断面図の要約は

1. 寒気の傾斜は浜松付近で急になっている。
2. 寒気, 暖気とも下降運動があり  $T-T_d$  から下降運動の最も強いのは浜松 (富士山) 付近で高度は 600mb よりやや下方であると推定される。第4a 図の  $S/S'$  は暖気との境界面ではなくて沈降の最も大きい層にできたものである。EE' は寒暖両気とも下降運動をしているのでエマグラム上では気温減率の急な変化としては見られにくい。各地の気温分布には見られる\*。(第5図参照)



第5図 1966年3月5日0000Zの状態曲線

3. R の前線面は関ヶ原付近 (第2a 図の C) を先行した寒気である。00Z の秋田, 仙台の寒気移流 (第1表)

第1表 仙台, 秋田の0000Zの  $V \cdot \nabla T$  の値 ( $\Delta S = 300\text{km}$ ) 1966年3月5日

高度	地点	秋田	仙台
地上		$-4 \times 10^{-4}$	$-1 \times 10^{-4}$
850		$-8 \times 10^{-4}$	$-11 \times 10^{-4}$
700		$-9 \times 10^{-4}$	$-13 \times 10^{-4}$
500		$-12 \pm 10^{-4}$	$-9 \times 10^{-4}$

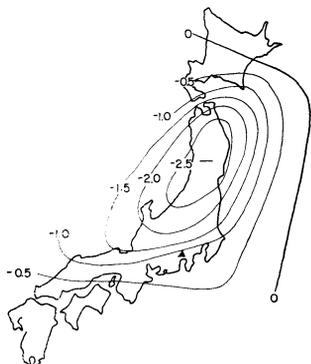
では 700, 500mb で大きく低層では小さいことから寒気的主要部分は急傾斜をもって東進したことがわかる。なお断面図の F F' は第2a 図の寒冷前線 F F' に対応するものである。

\* (註) 第2a 図の RQ の前線に伴う寒気も第4図の断面図に類似し札幌と稚内間にあり寒気頂はおおよそ 500mb である。このことから RQC の前線は同じである事がわかる。

4. 極前線ジェットは輪島の 350mb 付近, 亜熱帯前線は八丈島と館野付近にあり亜熱帯ジェットは八丈島の少し北の 200mb 付近にある。

4. 極ジェット流の南側の下降流

§3, 3.2 の (a), (b) 項について考える。  $V_{50} \cdot \nabla \left( -\frac{\partial z}{\partial p} \right)_{1000-500mb}$  (第6図) の大きい地域は奥羽地方で、



第6図 1966年3月5日 0000Z の  $V_{50} \cdot \nabla \left( -\frac{\partial z}{\partial p} \right)_{1000-500mb}$  (400km 間隔) の値 ( $\times 10^{-2}$ )

富士山付近では比較的小さい。ここでは大規模現象運動を考えているので鉛直流は  $\omega$ -方程式\*で平衡している筈である。第2b図で A, B, C 点を通りジェット軸に直角の実測風渦度を 400km の間隔について求めると A, C 点 (第2表) では 500, 400mb では絶対渦度が負になって

第2表 A, B, C 点 (第2b図参照) におけるジェット軸南の渦度 ( $\Delta S=400km$ )

地点	A	B	C
700	$-3 \times 10^{-5}$	$-3 \times 10^{-5}$	$-3 \times 10^{-5}$
500	$-6 \times 10^{-5}$	$-3 \times 10^{-5}$	$-9 \times 10^{-5} (?)^*$
400	$-8 \times 10^{-5}^*$	$-3 \times 10^{-5}$	$-9 \times 10^{-5} (?)^*$

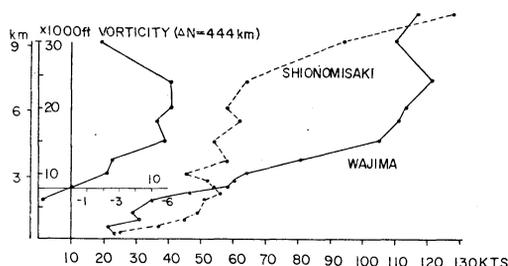
(註) \* 印は力学的不安定

いるところもあり第1項から下降流が期待される。ただし、この計算にはC点の風速も輪島と同じと考えた。この仮定は輪島の 06Z の風が 00Z より強いので矛盾は少ないだろう。

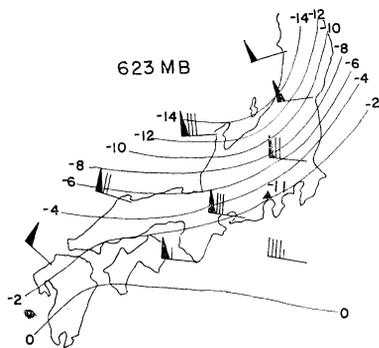
\* (註)  $S \nabla^2 \omega + f_0^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} = f_0 \frac{\partial}{\partial p} [V_g \cdot \nabla (f + \zeta_g)] + \nabla^2 (V_g \cdot \nabla \alpha)$

$\omega$  は  $\nabla^2$  から求めなければならないが定性的には  $w = -c\omega$  (但し  $c > 0$ ) とおける<sup>2)</sup>,

勿論、 $\omega$ -方程式では渦度は地衡風渦度を用いなければならないがそうすると等高線を書く場合の主観が入るので実測風渦度を用いたがこの場合は定性的に符号だけを考えているので問題は少ない。中部地方南部では  $\omega$ -方程式の右辺第2項は比較的小さく鉛直流は右辺第1項と平衡した運動をしている筈であるが 700mb 以下では第2項が卓越していることが天気図からわかる。渦度移流項と鉛直流が平衡しているのは 700~400mb の間で (第7図) こうしてできたのが浜松付近の 500mb (600mb) の昇温域でこの考えで描いたのが 500mb の等温線である。又、八丈島の非地衡風は力学的不安定によって発生したものとして解釈<sup>3)</sup> できる。



第7図 1966年3月5日 0000Z の輪島, 潮岬の風速断面図と渦度



第8図 1966年3月5日 0000Z の富士山頂高度 (623mb) の等温線

5. 富士山頂と自由大気中との気温差

第8図は富士山頂高度 623mb の等圧面天気図である。§4 の考えで等温線を描くと山頂の気温は自由大気中と較べ約 8°C 低い。又  $T - T_d$  ( $T$ : 気温,  $T_d$ : 露点温度) は山頂では 2°C で自由大気中と較べると非常に小さい。浜松付近の 700mb の空気が上昇したのでは  $T - T_d$  は 2°C にはならないし 2°C になるほど下層の空気が山頂まで上昇すると考えるのは不合理である。しかし富士山付近に  $T - T_d$  の水平分布の不連続があり、山頂の空気は米子

と輪島の間付近の寒気内から移流してきたものであるから山頂の観測値と矛盾しない。00Zには輪島、米子の2地点では比湿が同じであるので山頂気温と  $T-T_d$  から山頂に到達した元の空気塊の高度を求めると約700m下方から上昇してきたことになる(これは富士山にある大きな沢を考えればよいだろう)。

こうして山頂の気温は自由大気中と大きな差を生じたと解釈される。このように大きな差を作る条件は

- (i) 自由大気中では下降運動をし山体に沿って寒気は強制上昇させられること。
- (ii) 大気が乾燥していること。大気が湿っていると山体に沿う上昇運動によって生ずる気温低下は湿潤断熱減率になり温度下降量が小さくなる。
- (iii) 大気の安定度に関係すること。山頂付近が安定層の中にある時に最も大きくなる。

に起因する。この気温差が乱気流とどのように結びつかを推測することは適当ではないが山の風下側で大きな鉛直流を発達させるような要素を充分持っていることは対流実験<sup>7)</sup>から推測される。

## 6. 感謝

この報告の作成にあたり伊藤東京航空地方気象台長より多くの御教示をいただいた。又製図は山田睦子嬢にいただいた。なおこの報告は仁科事故調査委員(東京管区気象台長)の命令で行ったものの一部である。記してお礼申し上げる。

## 文 献

- 1) Schwerdtfeger, W and N.D. Strommen (1964): Structure of a Cold Front near the Center of an Extratropical Depression. Monthly Weather Review **92**, 523~531.
- 2) 小倉義光 (1966): 最近の気象力, 学気象研究ノート **17**, 1~61.
- 3) Angell, J.K (1962): The Influence of Inertial Instability upon Transonde Trajectories and Some Forecast Implications. Monthly Weather Review **90**, 245~251.
- 4) 例えば  
Saunders, P.M (1962): Penetrative Convection in Stably Stsatisfied Fluids. Tellus **14**, 177~194.

## 第4回災害科学総合シンポジウム講演募集

文部省科学研究費特定研究(災害科学)の災害科学総合研究班(研究代表者 徳島大学長 理博 長谷川万吉)が中心となり、災害科学に関する研究発表と討議の機会を提供する目的を以て、下記により総合シンポジウムを開催いたしますので、本学会はこれを後援することにいたしました。ふるって御参加下さるようご案内します。

1. 期 日 昭和42年10月23日(月) 10.00~17.00  
24日(火) 9.00~12.00
2. 場 所 仙台市宮城県民会館
3. 講演申込要項
  - (1) 内 容 異常気象, 雪氷災害, 河川災害, 海岸災害, 津波高潮, 地盤災害, 地震予知, 地震動災害, 火山噴火予知, 農林災害, その他
  - (2) 講演申込締切 7月15日, 講演題目, 氏名, 勤務先および講演内容の概要(400字以内)を記し, 下記宛に申込むこと。
  - (3) 講演要旨の提出 締切 8月15日 所定の用紙2枚以内(図表を含む)の講演要旨を下記宛提出のこと。用紙は請求次第送付する。
  - (4) 申 込 先 仙台市片平丁 東北大学理学部地球物理学教室 鈴木次郎 電話(23) 5111・内線3250