

# 航空気象月例会雑感

神 子 敏 朗\*

気象が航空機の運航の重要な要素を占める割合は性能の向上、関係飛行場施設の改善とともに少くなっているものの運航関係者、航空会社等による気象資料、情報の利用は他の産業に比しまさるとも劣らない。気象学会において境界領域を取り上げる機運が大きく“天気”の解説に載せようとする努力がなされている。航空気象が境界領域を含むあるいはそのものであると見るならば、もっとも拡充し易い境界領域であり、他の分野を開拓するさいの参考（産業の側における気象の必要度と気象関係者の熱意の結合かも知れない）になることがあると思われる。その結合を反映したものかどうかかわからないが本月例会には会場である研修室の収容能力をこえる50名以上の出席者があって盛会であった。日時は航空気象の研修の終了のあとで、空港出張所の主任クラスが列席され、また例会に常に出ておられる民間航空の運航責任者も含まれていた。そのさいのコメントや討論には重要なものがあつたが、準備が不十分であつたので、ここでは講演内容と筆者の脳裏にわずかに残っているものを加えて報告する。またほとんど大部分の講演者に提出していただいた概要に準きよしているが潜越ながら筆者の意見も加えた。正確さを欠く部分があればそれは不勉強な筆者の責任である。なお便宜上飛行場の気象と空域の気象に分けて講演順に記した。

及川（気象大学校）は航空気象における“視程とその閾値”の研究を行なつた。Koshimiederの理論から大気が一様である場合の視程と透過率の関係を次式で示した。

$$V = \frac{R}{\log T} (\log \epsilon) \quad (1)$$

ただし  $V$  は滑走路視距離、 $R$  は透過率計の投光器と受光器の距離、 $T$ : 透過率、 $\epsilon$ : 閾値（物体が見えるか見えないかの境目のコントラスト）。

空港では(1)式の  $\epsilon$  を一定(0.050)とおいて  $V$  が算出されている。次に(1)式を変換し  $\epsilon$  を次のように表現した。

$$\epsilon = e^{-\frac{V}{R} \log T} \quad (2)$$

問題点の検討とそのあらましは次の通りである。

(1) 大気を一様と仮定した場合の  $\epsilon=0.050$  でよいかどうか調べた所、羽田では0.071となり上の一定値を上回つた。これはけむりによる悪視程の多いことが原因と思われる。

(2)  $\epsilon$  の個人差、 $V$  は目視の視程と読みかえて算出したがけむりの場合個人差の多いことが判つた。

(3) 大気現象や視程による差異、各現象毎に粒子の半径を仮定して検討したところ、 $\epsilon$  はけむりや霧の場合は0.06~0.09、雪、雨の場合は0.048~0.060の値を示した。

これは着実にこなされた研究成果をまとめた気象大学校の卒業論文で、今後調べなければならぬ点も明確に打ち出してあり継続して研究されることが望ましい旨の発言があつた。

榎島と野本による  $\text{SO}_2$  の濃度と視程の変動の問題はまず  $\text{SO}_2$  の濃度が視程と逆相関にあることから出発している。両者の相関係数は-0.47で最小自乗法により視程と  $\text{SO}_2$  の濃度との関係式を求めた。一般に  $\text{SO}_2$  が多いと視程が悪く少い場合よいということになるが、係数の大いさから見て必ずしもそうではなく回帰曲線から1.5σ以上はずれる場合を別に作成した重回帰予想式(87個の仮予報因子を使用して視程と  $\text{SO}_2$  の濃度を求める予想式で選別法により作成したもの)および地上天気図について検討した。それは前線や低気圧等じょう乱の存在する場合に相当することが判つた。筆者が疑問に思った点は汚染物の移動により視程の悪くなる場合がしばしば観測されるが  $\text{SO}_2$  が汚染を代表しているかどうかである。

\* T. Kamiko 東京航空地方気象台予報課  
—1971年3月30日受理—

および影響について述べた。その影響は離陸時よりも進入着陸時に大きく、進入方向に対し風向の変化が、左右方向の場合は、風の転移層を通過したのち偏流修正角を反対にとる必要が生じ大型機の場合修正のおくれは接地前に機体を正しい滑走路延長線上にラインアップするのに苦労する。転移層が低いほど、また風速変化が大きいほど修正操作は難しい。

進入方向に対し風向変化が前後方向におこると、対気速度の急変がおこり進入角に大きい変化が生ずる。転移層が約100呎あるいはそれ以下の引き起し高度以下にあると、その修正操作は難しく接地点を大きく狂わせることになる。

追風で進入し引き起し高度以下で向い風に急変すると、進入角は浅くなりオーバーシュートし、逆の場合は接地目標点の手前に着地してしまう。その理由を揚力の増減により解明した。また昭和45年10月10日ペンアメリカンのジャンボ747が羽田の滑走路に着陸時、オーバーシュートし、オーバーランする危険を防ぐため、強いブレーキをかけたところタイヤがパンクし大事故となるところであった。その当時の気象条件を例にとり、局地天気図からシャーラインの解析が必要なこと、それを補正するため等温線の移動をみる方法のあることも述べた。これらに関連し低層の風シアーの観測および通報を早急に実現することを希望した。また質問に答える中で大阪空港で経験する同種の現象を説明し、全体として興味深い話であった。ただし現在のところ、この種現象の適確な予報は接地層エクマン層内の熱、運動量、水蒸気等の交換、摩擦によるエネルギー消費、重力波のふるまい、前線やシアーラインと海陸風前線との interaction 等が解明されなければ困難で、講演者の意図は有効な方法論を展開することにあつたわけではなく、現行の可能な範囲で、この種情報の提供を希望したと受取るべきであろう。また筆者としても学会がもっと積極的にこの方面の研究を奨励しまた推進することを希望する。

能登は選別方式による判別予報法を展開し雪の判別予報に適用した。あらまは次の通りである。

2群判別のための判別関数を求めるときに、有効な判別要因(独立変数)を選定する方法を考えた。すなわち、R.A. Fisherの方法にしたがって第1群の試料数を $n_1$ 、第2群の試料数を $n_2$ として、従属変数 $y$ の値を第1群に対しては $y = \frac{n_2}{n}$ 、第2群に対しては $y = -\frac{n_1}{n}$

と定義すると( $n = n_1 + n_2$ )、 $y$ と $p$ 個の独立変数 $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ )の間の単相関係数および重相関係数が公式的に求められることを利用して、前進法、段階法などの統計的要因選別が可能である。このとき相関係数はその独立変数または独立変数の組みによる群判別の良否の程度を表す。

この応用として羽田空港における雨雪の判別、大雪か否かの判別予報式を求めた結果、前者については、羽田地上気温、館野850mb気温、札幌700mb露点差を独立変数として重相関係数0.73(試料数84)、後者については羽田の地上気温、輪島の300mb風南北成分、秋田の地上の露点温度を独立変数として重相関係数0.85(試料数24)を得た。

結論として判別解析にダミー変数( $y$ )を用いた統計的要因選別法は回帰における場合と同様に有効であることがわかった。

予報の現場において低気圧が通過する場合雪になるか雨になるかは、低気圧が八丈島の南を通るか北を通るか判断している。実さいには低気圧の経路の予想の難しい場合があり能登の方法は低気圧ばかりでなく前線性の降水も含み、雨か雪かを確率で示すものである。この方法を他の現象の予報方法に適用できる発展性ならびに、応用として得られた結果が現場の作業に役立つこと等その成果は高く評価される。

青木は東航で多年行なわれてきた悪天慣熟(全日空の航空機を利用)の一環として得られた雲の写真、現象の観測結果を交えて、昨年7月11日西日本の梅雨前線に発生した低気圧に伴う現象の解析を行なった。それによると、ごく下層の薄層にのみ寒気があられ前線の移動は全く不明瞭であった。レーダーエコーのパターンは線状構造をなしており、synoptic scaleの $\omega$ 分布はエコー領域で大部分上昇流となっているが、下降域のところからエコーが発生している。エコーが存在する地域上の中層では湿潤温暖であるが、その後面には極端に乾燥した暖気域が存在する。これはいままで多くの人によりこの種のメソ現象について得られた結果と同じである。この研究はまだ中間報告の段階にありさらに精密な解析と考察が期待される。

神子はアポロ衛星が1969年3月11日8時半にとらえた北東気流のさいの雲写真の解析を行なった。目ぼしい対象物は富士山のみであるが、雪の残っている山を標点と

して4点図解法により *rectification* を行ない、海岸線および島の位置を推定した。さらに写真面の水平面に対する傾角、直下点の位置、衛星の高度を推定した。

この写真には豊富な情報が含まれているが、差当り遠州灘南方のうず、筑波山風下から鹿島灘南部に走る *lee wave cloud* についてのべた。遠州灘南方のうずは GEMINI 9号が1966年9月14日に写したアフリカ北西岸の Rhir 岬の風下に見られた地形性のうずに類するものである。また筑波山風下の *lee wave cloud* は巾15軒、長さ80軒におよび顕著なものは11個、波長は7軒位である。館野の高層資料により、890~830mb, 830~770mb 770~700mbの三層につき Scorer のパラメーター  $l^2 = \frac{g\beta}{V^2} - \frac{1}{V} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$  を算出したところ、それは高さと共に減少し *lee wave* の存在する条件が備わっていることがわかった。なおうずや *lee wave* の監視およびその予報は航空気象においては重要な問題であり、写真に含まれている他の情報も含めてさらに念入りな解析が続けられるよう希望意見が出された。

岡野は二つの異った形態を示す影、一方は極前線ジェットの南に広範にあらわれる絹層雲、他方は前線前面の積雲、積乱雲が後面の低い雲や海面におとした影の写っている APT 写真を地上、高層、天気図、断面図、レーダー写真と共に解析した。

前者の影は滑らかな縁をもって高気圧性に曲っており 300mb 天気図で解析した極前線 jet のやや南に相当することを述べた。これは一般に知られている jet のコアと相対的な位置における絹層雲の分布のモデルと一致しているが、トラフ東側の絹層雲の区域はモデルに比し狭いことを指摘した。さらに衛星と直下線、太陽を含む面

が画面を切る線上の影の長さから幾何学的に絹層雲の高さを推定した。

福島県中通りから関東中部、静岡県東部当りに見える影はふちの状況から見て積雲、積乱雲によるもので、局地天気図で前線前面に積乱雲や積雲の観測されていることと符合する。レーダー写真によると線状エコーが上記の前線前面の雲と対応している。この日には本邦上空の所々に乱気流のあったことが報告されており、早朝は低層、午後から夜間にかけて高層に観測された。なお、雲の高さの推定は一方向のみかという質問があり講演者はそうであると述べたが推定方法はある筈で、筆者も考案中である。また後半の前線近傍についてはもっと詳しい解析が行なわれるはずである。

全日空の宮本は、積雲、積乱雲を伴う宮崎沖低気圧を例にとり、その発生を知る手段として局地的な風向、航空機による観測報告、レーダーエコー等に注意することを述べた。また低気圧の強化に伴い、南海、東海道の沿海域で前線が顕著になり、更に副低気圧も発生する。飛行場における観測資料のアルチメーターセッティングに0.3mbの補正を加えれば大体海面気圧と見做せるので毎時間詳しい等圧線解析が可能になる。また山の風下に *Lee depression* があらわれる状況の説明を行なった。これらに関連し毎時天気図を描画すれば運航関係者にもっと有効な情報が提供できるであろうという要望がなされた。なお管制気象課では既に実施中との発言があった。

#### あとがき

この稿を作成するに当り時間的便宜を計っていただいた山田予報課長、協力していただいた予報調査の諸氏に深く感謝するものである。村上予報官に校閲して載いたことも付記する。