

航空気象月例会報告

神 子 敏 郎*

当月例会は2月25日午後、東京航空地方気象台の研修室で行なわれ、50名を越す参加者があった。航空気象は航空機の運航に関連する気象であるが、飛行場の気象と空域のそれとに細分される。国際線、国内線とも飛行計画作成のための総観場の解析予報が必要になるが、直接航空機の安全に影響する現象は飛行場、空域とも中規模小規模現象である。これらの現象は構造さえ判っていないものが多く、今後とも調査研究すべきものである。なお今回は特に、航空会社および航空測候所の方々の発表を多くすることを主眼とした。航空会社の方々の講演は特に切実な経験に根ざしており傾聴すべき点が多かった。

次に講演順に内容を紹介する。なるべく講演のプリントに準拠したが、要約を行なったので主旨が徹底しない向きもあるかと思われるが、それは筆者の責任である。

角田昌男(日航)

千歳空港における冬期運航と気象について

運航管理者の立場から航空機の離着陸に気象条件が如何に影響しているかを述べた。

1. 冬期の運航制限

離着陸のさいには、いわゆる横風制限があるが、滑走路に雪や氷がある場合滑り易くなるので横風制限は厳しくなる。また wet snow (湿った雪) や slush (水を含んだ湿った雪) がある際にはそれらが飛散してフラップや翼に穴をあけるため、それらの厚さがある程度以上になると離着陸は禁止される。積雪の場合も同様である。滑走路の積雪が 5 cm 以上になると除雪を開始するが誘導路にもその作業を行ないそれらに3時間程度かかりこの間飛行場は閉鎖される。また降雪量が多いと一日中除雪作業が行なわれる。これらの降雪をもたらす原因を低気圧と季節風とに分類した。

1) 低気圧の経路と運航

低気圧によるものは千歳と相対的な経路別に示し、降水現象の種類変化を運航との関連において調べた。その特徴は次の通りである。

イ. 北方低気圧

初めは雪が降るが、接近時には雨やみぞれに変わり、視程も急激によくなる。除雪のタイミングが悪いと滑走路上に slush がたまり、slush 制限により離着陸できない場合がある。従ってみぞれや雨に変化するか否か、またその時に除雪が終了できるか否かが問題になり、適確な予報が必要である。

ロ. 南方低気圧

低気圧の前面では南風が吹き wet snow が降る可能性が大きい。しかし日本海で低気圧が発達して前面で南風が強くと雨やみぞれになることもある。大抵の場合、低気圧が日高山脈の東に抜けるまで降雪が続く。

ハ. 太平洋低気圧

低気圧が発達しながら関東沖から根室方面に向かって北上してくる場合で大雪となる。

このように低気圧の経路により気象変化に大きな特徴があり、それぞれ運航に対する影響が異なるので予報に示されている風向から予報者がどの経路を想定しているか推察し、降水現象の種類、その変化の予想に注意し、かつ実況の推移と予報とのズレをチェックすることが重要になる。

2) 季節風型降雪と運航

季節風による降雪の場合、視程変動は10~30分周期で起こる。この変動の合間をとらえて着陸させることが可能で、気象の細かい変化の予報が必要である。

2. 滑走路凍結と除氷

wet snow や slush が低気圧通過後、寒気の流入や夜間の放射冷却により凍結する。また dry snow でも日中太陽放射により溶け夜間になって凍結する。これらの除去にはエチレングリコール溶液を使用しているが気象条件により効果が異なる。

むすびとしてこれら複雑な問題処理のため運航側でも気象に対する理解を深めなければならないこと、また滑走路条件について気象関係者は何等関与してないが、これも航空気象で取り扱う分野であること、降雪時にも着陸可能な合間があるのでもっときめ細かな予報が欲しいことなどを力説した。最後に気象関係者を中心に、航空局、航空会社が一致協力して除雪時期の決定、凍結防止、除氷等を検討することを望んでいた。

* T. Kamiko 東京航空地方気象台予報課

花山俊雄, 村上博 (東航)

昭和46年10月5日の悪天候航空機搭乗気象調査

昨年の10月5日, 全日本空輸のB-727 (57便) とYS-11 (813便) に搭乗して, 千歳および仙台までの悪天候航空機搭乗気象調査を行なった。

それぞれ出発から着陸までの間, 航空機内の計器を使って5分毎に外気温の観測と雲の観測(種類, 雲底や雲頂の高度)および天気現象や乱気流, 着氷の有無の観測を行ない, 写真の撮れる所では観測と同時に雲の撮影を行なった。当日は日本本土全体が大きな気圧の谷の中にはいっており, 南海上には前線が停滞してこの上を低気圧が東進し, 伊豆沖と関東の東方海上にあり, 又別の小さい低気圧が札幌付近にあった。このため北海道の大部分と東北, 関東では雨が降っていたが, 北陸から中部, 近畿ではほとんど止んでおり, 西日本はくもりで太平洋側でまだ雨が残っていた。B-727機は高度29,000ftを飛んだが三沢をすぎるとは雲中飛行で外気温の観測と現象の観測だけになったが, 三沢から千歳の間では雲の観測や撮影も可能だった。又仙台までのYS-11機の方は高度7,000ftで飛行し下層雲の雲上, または雲中をぬけ時々雨を観測し, 雲の撮影も可能だった。

B-727機は羽田を11時30分に出発して千歳には12時45分に到着, YS-11機の方は羽田13時00分に出発して仙台には14時00分に到着している。このため双方の時間に多少のずれがあるため, 観測データの観析には時間的な幅を持たせて行ない。特に地上天気図の観析は12時(I)のものを使用し, あわせて上層観析, 断面図解析, レーダーエコー解析等を行なった。

解析の結果を総合して見ると, 当日の飛行時刻頃の気象状態は, 上層の気圧の谷のはるか前面に侵入している湿舌は東日本全域をすっぽり包んでおり, 日本海岸沿いに通っている300mb jetのすぐ南で上空に這い上り過飽和域は21,000~22,000ftにまで達して, 実際の雲の厚さは10,000ftから30,000ft位までであったことがわかった。そしてこのじょう乱系に加えて, 関東地方の北東気流による悪天と, 札幌付近にある低気圧のために極度に不安定化した気層に発達した積乱雲群による悪天がこの時の雲を形成したものと思われる。

宮本正明 (全日空)

境界層気象学序説

ここにいう境界層とは地表摩擦の影響がある地面上約1,000mの厚みのいわゆる大気境界層のことでなく, 山脈沿いに生ずる非層流層を意味する。この調査は山の

風下で航空機が経験する乱気流を特に地上天気図の詳細な解析から, いかにか探知するかということが目的のようである。

山脈に直角に近い風が吹く場合, 気圧分布は風上側で気圧が高まり風下側では低圧になる。空港低層の乱気流や風向, 風速, 雲の予想にはこの効果を加味しなければならない。そのため次のような色々な規模の lee depression の存在を指摘し, 航空機の遭遇する乱気流などについて説明を加えた。

イ. 小規模

強い北風の場合, 六甲山脈風下にあらわれる。

ロ. 中規模

北風の場合, 四国山脈風下の高知空港付近にあらわれる。

イ, ロいずれも台風域外で起こっており強風を伴う場合があり, ロの場合, 高知空港で北々西の風が強く吹くことにパイロットは十分注意している。

ハ. 総観規模

冬から早春にかけて東方洋上に発達した低気圧が存在する場合, 奥羽山脈, 中部山岳風下にあらわれる。ある仮定のもとに山脈があるために起こる気圧降下量をBOAC機が遭難した昭和41年3月5日15時の天気図から見積った所, 富士山付近は10mbにもなり, 昭和37年3月17日(自衛隊機遭難)も同様な状況である。

ニ. 大規模

上層の西風が強いとき沿海岸シホテアリン山脈, 朝鮮の長白, 大白山脈の風下にあらわれる。

ホ. その他

尾鷲, 室戸岬北東海上に存在する例があり, 両地の10,000ft 辺りで中程度の乱気流に遭遇した, また偏南風の場合(剣山の風が30ノット以上になる。)浜田付近と松山付近にあらわれ, 松山空港低層に強い乱気流があった。また偏北風や北西風の場合, 広島湾にあらわれ, また松山空港では西南西の風となり500ft以下の低層に大きい風シアーがあり, 中程度の乱気流があった。また伊吹山の風下の濃美平野, 日向平野, 駿河湾, 徳島等に存在した例が示された。

最後に昭和37年3月17日9時の局地天気図によると関東地方に高気圧と低気圧が混在したが, これらは関東山脈のため等圧面が波動を起こすことにより誘発されるとした。なおこの日, 自衛隊機の事故があったのは前出の通りである。

石崎秀夫 (全日空)

Jet stream 付近および polar frontal zone, subtropical frontal zone 付近の立体構造と CAT の概要。

Jet stream 付近の CAT の分布については一般によく知られているが、特に、転移層付近で遭遇した CAT について述べた。

まず国内線を飛ぶ jet 機の巡航高度からみて転移層と Jet core 下部の CAT が問題でそれら近傍の空間状態を把握する必要がある。一般に前線帯の傾斜、その鉛直の厚みから見てマッハの 0.8 倍で進む航空機はこの転移層を通過するのに 10~25 分かかる。

転移層内の風の鉛直シア

顕著な転移層が存在する場合、風シアは大きく、シアが 1,000 ft 当り 5~8 knot の場合中程度あるいはそれ以上の乱気流があり、15 knot を越えると操縦困難になる。

次に乱気流に遭遇したときの状況と風シア、温度分布などについて述べる。昭和46年11月22日大子の北70 mile の 31,000ft において激しい乱気流に遭遇、10秒間に 3,000ft 落下し操縦困難となった。揺れは大きく上下左右に振りまわされた。この時の断面図によると転移層内の鉛直の風シアは 20 knot/1,000ft に達していた。また 300mb 面における水平風シアは 150 mile 当り 75 knot となっていた。また航空機で観測してみると寒気側での温度変化は暖気側に比し大きく、転移層内の温度変化は様でなく 2~4°C 位の振幅で振動し、平均的な温度変化率は 1 秒間に 0.1°C 位であった。昭和47年2月9日鹿児島近傍で強い乱気流に遭遇したとき転移層内の温度を 10mile 毎に測定した結果、温度変化の幅は 4~5°C で振動しながら変化することが判り前記の事実をほぼ裏書きした。

次に断面図解析により転移層を調査してから実際にその転移層付近を飛行した結果、この層内にはしばしば気温の逆転が存在することが判った。

また風シアの存在は波動を生ぜしめ、温度、シア条件により波動は発達し不規則な渦が発生する。これらの状態を乱気流の強度別にモデル化した。この最終段階においては乱れた絹雲、尾流雲が見られ、操縦困難あるいは不能となり、しばしば失速状態がおこる。また空気がよじれる状態で流れるモデルが示された。

その後で講演者自身が CAT に遭遇した時の二例とさきに述べた大子付近の乱気流の時の断面図が示された。

上田君雄ほか(大阪航空)、成川二郎ほか(大阪管区) 1970年12月12日の温暖前線における雲の分布について

温暖前線の前面を飛行し雲層が数層に分かれていることを観測した結果を総合し、いままでに得られている雲の分布モデルと比較考察した。

総観状況としては12日3時台湾の北方にあった低気圧が発達しながら北東に進み、21時には日本海西部に達した。これに伴いこの低気圧の中心から南東にのびる温暖前線が九州の南西方から九州に接近し、21時には中国・四国の線に達した。このとき西日本の高層は暖気移流の場となっていた。温暖前線に伴う雲分布の詳細については、大阪~鹿児島、大阪~大村、大阪~福岡について6往復の航空機観測を行ない、また全日空および新田原気象隊の着後報告を利用した。

断面図解析

南北高層断面図によると米子上空240mb付近に亜熱帯ジェットのコアがあり、その下から亜熱帯前線に相当する安定層が南にのびている。また北海道上空に polar ジェットがあり極前線に相当する安定層が南にのび鹿児島付近に達している。これが九州西方から南東にのびる温暖前線に相当する。東西の高層断面図によると温暖前線は鹿児島の地上付近から徳島に向かって 850mb 面まで上昇し、ここから沈降による安定層に連なりほぼ水平にのびている。この層の上方では相当乾燥しているが、600~500mb の層では湿潤となり、500mb 以上でまた乾燥している。徳島の上空 350mb 付近に亜熱帯前線に相当する安定層が、また 470mb および 570mb 付近にもそれぞれ別の安定層がある。また収束、発散の鉛直分布およびリーダーエコー分布も作成した。

雲の鉛直分布

9時から16時までの航空機による観測結果を3時間毎に総合してみると9時には雲層は約 5,000ft 間隔で存在し、さきの安定層と収束域にほぼ対応していたが10,000ft の雲層は少し異っていた。12時には20,000ft 付近にあった雲頂がやや下がり、15時には雲層は一段と厚くなったが20,000ft 付近は二つの雲層の間になっていた。

温暖前線に伴う雲の鉛直分布は Khrgian の雲のモデルや石崎による温暖前線の断面に比べ、上層部ではもっと複雑でむしろ後者と Lamb の雲のモデルを合成した分布になっている。中山は実際の雲の分布とモデルの相違は雲層が多重構造をなしていることで、これは古い前線面が主前線の上に存在することが大きな原因であると述べているが今回のものは温暖前線の上空にあるいくつかの安定層の存在が原因となっていると思われるというのが結論である。

有馬純吉（福岡航空）

板付における上層の雲の雲高について

飛行場予報においては、上層の雲も予報しなければならないが、地上観測ではほとんど雲高不明として報ぜられるし、高層観測では夏季以外、湿度（露点）はほとんど欠測となる。さらに、唯一の資料である PIREP 等航空機観測も最近ではほとんどなく、全く雲を囿む話で予報はおろか、まず現状が掴めないのである。また、雲高の予報値は従来、9 km 位（約30,000 ft）が平均であったが、最近では7 km 位（約22,000 ft）が平均で、かなりの開きが出てきた。

したがって、上層の雲の実態を掴むとともに、これを検証してみるため、資料はかなり古いが当所で PIREP の最も多かった1963年を中心に統計的調査を行なった。その結果は次の通りである。

- (1) 雲底は平均26,000ft（約8 km）、雲頂は平均30,000 ft（約10km）である。
- (2) 雲厚は厚く、平均7,000ft（約2 km）ある。
- (3) 雲高（底）と高層の気温とは相関（正）があり、雲底付近の400MB 気温からある程度予想可能である。
- (4) 雲高には年変化のほか、永年変化があるようである。（3年周期）
- (5) 雲高等はかなり急激に変わるものようで、その機構究明が予報の鍵となろう。

以上から現在の予報値は一般に低過ぎ、従来は高過ぎたようである。しかし、何分資料が少ないゆえに精度もないので、さらに調査を進める必要があるが、このためには PIREP 等資料の収集を計るとともに、雲高測定の方法を確立する要がある。

青木孝（東航）

気象学的諸量とレーダーエコーとの関係

地上から100mbまでを、900, 800, 700, 500, 300, 175の等圧面で7つの層に分けて、各層について風、気温、湿度の平均値を求め、高層観測点の作る三角形（館野・八丈島・浜松と八丈島・浜松・潮岬）について発散、渦度、気温の移流、混合比の移流を計算した。同じ三角形について、富士山レーダーのエコーの面積比を求め、計算した量との対応をみたが顕著な関係はみられなかった。

次に面積比が30%以上でその中に対流性で並以上の強さのエコーを含む場合、計算した量の鉛直分布を見ると下層で収束・上層で発散、下層で正の渦度・上層で負の

渦度、下層で暖気移流・上層で寒気移流、下層で水蒸気の収束という、中規模現象の特徴が示された。

現象の客観的な予報のためには、レーダーの観測資料も今のような定性的なものでなく、もっと定量的な情報量にすることが望ましい。

神子敏郎（東航）

静止衛星写真とニンバス4号 IR による東太平洋の熱低の調査

昭和45年8月下旬東太平洋にあらわれた熱帯低気圧 Lorraine と Maggie について雲写真とニンバス4号の赤外放射資料（THIR）により調査を行なった。

一般に東太平洋で熱帯低気圧が最も発達する海域はメキシコから西経120°辺りまでで、西進とともに急激に衰弱するといわれている。今回の熱低は例外で、西経120°を越えてから最も発達した。まず参考のため、この海域の水温分布および上層の風シアー分布を提示し、アリュンション列島の南からアメリカ西海岸沖に流れる海流による低水温域の存在、熱低の発達に寄与するといわれている対流による凝結熱の集中を妨げる西風シアーの存在を述べた。

次に写真と赤外放射資料にあらわれている雲の状態の差、すなわち解像力による差、brightness の質の差（写真では brightness は雲の温度に無関係で反射率に関係している）のうち今回の事例については、解像力の差に基づく次の差違が目立ったことを指摘した。

1. 眼については放射資料の方が写真よりも不鮮明。
2. コア雲の大きさは大体変りないが周辺雲の細かいラインは放射にはあらわれていない。

今回使用した IR 資料は10階調で23日09Zの資料について航空機観測水温分布を参照したところ熱低近傍の海面水温は300°K、コア雲は260°Kで絹雲は8 km 位の高さにある。絹雲の高さから判断すると熱低の成長が不十分であるという1971年の Monthly Wea. Rev. の記述は裏書きされている。（但し、中心気圧963mb）

この両熱低が西経120°以西で最も発達していることについては高層の温度場の東進とのタイミングの問題で、また放射資料により西部、南西部から高い雲が消滅して衰弱することが示された。

ここで安定指数（海面上の空気を乾燥断熱で上昇させ飽和の後は湿潤断熱で持ち上げ、500mb の気温との差を見積る）の分布を示し、この海域を上層の安定な空気が東進、対流の成長を妨げたのが衰弱の原因であることを示した。

あとがき

講演会のあと懇親会を行ない、講演内容ばかりでなく講演以外の問題についても懇談した。講演の数が多く、時間的制約から十分講演の主旨を徹底できなかったり、

質問やコメントをしたくてもできなかったうらみもあったが懇親会である程度カバーされたことと思われる。この報告については股野東航予報課長に御校閲をお願いした。

第16期第16回常任理事会議事録

日時 昭和47年2月21日 15.00~19.00

出席者 山本, 大田, 岸保, 北川, 川村, 大井, 藤原, 伊藤, 関原, 関口, 小平, 神山, 駒林, 各常任理事

列席者 中村庶務委員

報告抜粋

[庶務]

2月5日, 各理事, 各支部長に, 昭和47年度総会提出議題についての意見を照会した。

(回答のあったもの)

関西支部……支部長, 各理事の意見はやむを得ない
(2月23日の支部常任理事会でも検討する。)

北海道支部……支部理事6名中

2名…本部案に賛成

4名…大幅値上げは好ましくないがやむを得ない。

伊藤昭三理事……学会活動強化に伴う諸経費増分を会員に接分した計算方法を手直したい。

[会計]

大気放射国際会議寄付金募金進捗状況(寄付金入金88万円, 学会補助金10万円, 寄付内諾額144万円計242万円)および経理状況(収入 寄付金その他98万円, 支出印刷費雑費 14,430円, 差引残高 965,570円)報告を承認。

[学会賞, 藤原賞]

朝日奨励金の天気掲載が間に合わなかったので, 当方で選定し, 新田勲会員を学会推薦とした。

議 題

1. 総会提出議題について

(1) 会費値上げに伴う定款の一部改正
提出資料を一部訂正

(2) 奨励金受領者選定規定の一部改正
提出資料に一部挿入

本件は全理事に書面審査を依頼する。

2. 昭和48年度当番支部について

東北支部担当とする。本件については支部とよく連絡を取ること。

3. その他

(1) 武田理事の死去に伴う措置について

理事長名で, 弔電, 弔辞を, 学会名で花輪または生花を供する。費用は1万円以内とする。九州支部と連絡を取り弔辞等について打合せを行う。

今後現職理事の死去については弔辞, 花輪(生花)等をお供えすることを承認する。

(2) 秋季大会シンポジウムの題目について

いろいろ討議された。更に東京管区気象台および現地と打合せる。

承認事項

尹 宗煥外12名の入会を承認する。