

風ベクトルの外積を用いた乱気流予測の指数

宮 腰 紀 之*

要 旨

航空機の運航に重大な影響を与える現象の一つである乱気流を予測するため、水平方向及び鉛直方向の風向差を反映する風ベクトルの外積(ベクトル積)を用いた乱気流の予測指数 TSI 及び TPI を提案した。TSI は温度移流に関連する指数であり、TPI は流れの曲率を考慮した指数である。これらの指数は、高検出率(60~90%)で従来の指数よりも高精度を示すと共に、VS(水平風の鉛直シア)で予測が不十分な乱気流において TII(全変形と VS の積)よりも有効であることがわかった。したがって、指数を単独で用いる場合、VS と組み合わせて用いる場合のいずれにおいても、TSI や TPI は従来の指数よりも有効であり、これらの指数を活用することによって乱気流予測の精度向上が期待できる。

1. はじめに

強い乱気流は、航空機の運航に重大な影響を与える現象である。乱気流の中でも晴天乱気流は、肉眼で確認することのできない厄介な現象であり、よりの確な予報が必要と言える。

地形の影響が小さい高高度の晴天乱気流は、主にケルビン-ヘルムホルツ不安定(K-H不安定)により発生する(Ellrod and Knapp, 1992)と考えられている。K-H不安定の起こる条件はリチャードソン数(Ri)で定義されるが、Riで乱気流を予測するために必要な鉛直分解能は200 m程度である(Browning, 1971)。ところが、現在指数の計算に用いている数値予報GPV(格子点値)の多くは鉛直分解能が1500 m前後であるため、Riは実用的でない。また、Ellrod and Knapp(1992)によって提案された全変形(浅井ほか, 2000)と水平風の鉛直シア(以下、VSとする)の積(TII)などいくつもの指数が提案されているが、どれも予測精度が十分高いとは言えない(Mosher, 1997)。

長谷川ほか(1993)ではTIIが乱気流予報の指標として最も適切と言えると言われているが、気象庁では主に

VSを指数として乱気流の予測を行っているのが現状である(大林・榊原, 2000)。しかし、VSでは予測できない乱気流が報告されたり、比較的大きなVSが存在していても強い乱気流が報告されないことがあり、より精度の高い予測には予測手法の発展が不可欠である。

乱気流の多くは風のシアによって発生するが、上下の風向が同じでかつ時間変化がない場合は強の乱気流まで至らないときもある(気象庁, 1998)。このことを考慮して、水平方向及び鉛直方向の風向差を反映する風ベクトルの外積(ベクトル積)を用いた乱気流の予測指数を考案し、VS及びTIIとの精度の差を検証した。

2. 着目した乱気流の成因と新しい乱気流予測指数

第1図に指数の計算に利用する水平風ベクトルの配置及びそれらの間隔を示す。以下、図中の最下層を第0層、中間の層を第1層、最上層を第2層とする。また、文中、太字はベクトル、ベクトルに添えた $(\cdot)_x$ はx成分、 $(\cdot)_y$ はy成分、 $(\cdot)_z$ はz成分であることを意味する。

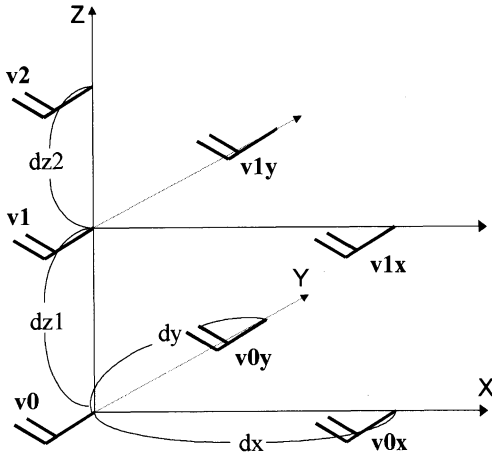
2.1 温度移流に関連する指数(TSI)

VSの比較的小さい領域で発生する乱気流について、新東京航空地方気象台空域予報技術ワーキンググループ(2001)は、中立または中立に近い状態の気層に入る急激な暖気移流が中立層内に対流(乾燥対流)を発生させ、この対流によって内部重力波が発生、鉛

* 新千歳航空測候所。

—2002年6月12日受領—

—2003年4月11日受理—



第1図 指数の計算に利用する水平風ベクトル(矢羽根で表示)の配置及びそれらの間隔。

直伝播してVSを伴った密度不連続層でケルビン・ヘルムホルツ波(K-H波)となって碎波するという発生機構を事例解析により推測した。この発生機構のうち、急激な暖気移流に着目し、温度移流に関連する指数を考えた。

地衡風を仮定すれば、上下2層間の風向を比較することにより、暖気移流か寒気移流かを判定でき、2つの水平風ベクトルで囲まれる面積が温度移流量に相当する(全日空, 1978; 股野, 1997)。下層から見て上層の風が時計回りに回転した風向なら暖気移流、反時計回りなら寒気移流である。数学的には、下層側と上層側の水平風ベクトルの外積(以下、鉛直外積とする)が、負の場合は暖気移流、正の場合は寒気移流を示し、その絶対値は温度移流量に比例する。さらに、この鉛直外積の鉛直方向の差分をとれば、上層側と下層側の相対的な温度移流がわかる。下層が相対的暖気移流、上層が相対的寒気移流である層を見つけ出すことにより、温度移流による成層の不安定化の指数とすることができると考えた。

上下の層での鉛直外積の差をTSI(Turbulence Source Index または Turbulence Stability Index)と定義する。TSIは以下の式で表される。

$$TSI = (\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2)_z / dz_2 - (\mathbf{v}_0 \times \mathbf{v}_1)_z / dz_1 \quad (1)$$

右辺第1項は上層側での温度移流を示し、右辺第2項は下層側での温度移流を示す。温度移流は正の場合が寒気移流であるので、正のTSIは下層側の相対的な暖気移流の度合いを意味する。

ただし、成層が不安定となるかどうかは成層の安定度とその時間変化によって決まる。TSIは安定度の時間変化のみを指数化したものであり、単独では新東京航空地方気象台空域予報技術ワーキンググループ(2001)が推測した発生機構を完全に示すものではない点に注意が必要である。

2.2 流れの曲率を考慮した指数(TPI)

晴天乱気流は、深い気圧の谷の近傍や大きな振幅を持った上層リッジなどに伴って発生することが多い(気象庁, 1998)。そこで、流れの曲率を次のように指数に取り入れることにした。

等圧面上の流線sに沿ってわずかに離れた2点の水平風ベクトルの外積を考える。等圧面上の水平風ベクトルを \mathbf{v} 、わずかに離れた点の水平風ベクトルを $\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v}$ 、 \mathbf{v} と $\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v}$ のなす角を $\Delta\theta$ 、2点間の距離を Δs とすると、風ベクトルの外積を2点間の距離で割ったものは、以下ようになる。

$$\frac{\{\mathbf{v} \times (\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v})\}}{\Delta s} = |\mathbf{v}| \cdot |\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v}| \cdot \sin\Delta\theta / \Delta s \cdot \mathbf{k} \quad (2)$$

ただし、 \mathbf{k} は鉛直方向の単位ベクトルである。

2点間の距離を無限小にすると($\Delta s \rightarrow 0$)、 $\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v} \rightarrow \mathbf{v}$ 、 $\sin\Delta\theta / \Delta s \rightarrow d\theta/ds$ となり、流線の曲率 $\kappa = d\theta/ds$ を代入すると、以下ようになる。

$$\frac{\{\mathbf{v} \times (\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v})\}}{\Delta s} = |\mathbf{v}|^2 \cdot \kappa \cdot \mathbf{k} \quad (3)$$

つまり、流線上の2点における水平風ベクトルの外積(以下、水平外積とする)を2点間の距離で割った値は、2点間の距離を無限小にすると、風速の2乗と流線の曲率に比例する。

また、(3)式は以下のように変形できる。

$\Delta s \rightarrow 0$ とすると、

$$\begin{aligned} \frac{\{\mathbf{v} \times (\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v})\}}{\Delta s} &= \mathbf{v} \times \Delta\mathbf{v} / \Delta s \\ &= \mathbf{v} \times (\Delta\mathbf{v} / \Delta x \cdot \Delta x / \Delta s + \Delta\mathbf{v} / \Delta y \cdot \Delta y / \Delta s) \quad (4) \\ \Delta x / \Delta s &= (\mathbf{v})_x / |\mathbf{v}|, \Delta y / \Delta s = (\mathbf{v})_y / |\mathbf{v}| \text{を代入すると,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\{\mathbf{v} \times (\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v})\}}{\Delta s} &= \mathbf{v} \times (\Delta\mathbf{v} / \Delta x \cdot (\mathbf{v})_x / |\mathbf{v}| + \Delta\mathbf{v} / \Delta y \cdot (\mathbf{v})_y / |\mathbf{v}|) \\ &= (\mathbf{v})_x / |\mathbf{v}| \cdot \mathbf{v} \times \Delta\mathbf{v} / \Delta x + (\mathbf{v})_y / |\mathbf{v}| \cdot \mathbf{v} \times \Delta\mathbf{v} / \Delta y \\ &= (\mathbf{v})_x / |\mathbf{v}| \cdot \mathbf{v} \times (\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v}) / \Delta x + \end{aligned}$$

$$(v)_y / |v| \cdot v \times (v + \Delta v) / \Delta y \quad (5)$$

第1図で説明すると、第0層での水平外積 (op0) は以下の式で表される。

$$op0 = (v0)_x / |v0| \cdot v0 \times v0_x / dx + (v0)_y / |v0| \cdot v0 \times v0_y / dy \quad (6)$$

また、第1層での水平外積 (op1) は、以下の式で表される。

$$op1 = (v1)_x / |v1| \cdot v1 \times v1_x / dx + (v1)_y / |v1| \cdot v1 \times v1_y / dy \quad (7)$$

一般に、風速60kt以上特に100ktを超えるようになると乱気流の発生率が高くなる(気象庁, 1998)。また、深い気圧の谷の近傍や大きな振幅を持った上層リッジでは晴天乱気流が発生しやすい(気象庁, 1998)。さらに、VSは平均的に良い乱気流予測指標である(大林・榊原, 2000)。この3つの特徴を網羅した指数として、以下の式で表されるVSと水平外積との積をTPI (Turbulence Potential Index) と定義する。

$$TPI = VS \times \text{水平外積} \quad (8)$$

この指数は、風速が強いほど、流線の曲率が大きいほど、またVSが大きいほどその値は大きくなる。

検証では、第0層と第1層間のTPIとして以下の式を用いることにする。

$$TPI = VS \cdot |op0 + op1| / 2 \quad (9)$$

ただし、

$$VS = |v1 - v0| / dz1 \quad (10)$$

である。

3. 指数の検証

3.1 データと検証方法

(検証期間)

検証期間は、季節特性が含まれないように年単位、特異年の影響を受けないように複数年、期間途中で数値予報モデルが大幅に変更されていないという条件を

第1表 乱気流の強度 (伊藤, 1970と同じもの)。

| 強度 | 略語 | 乱気流コード | NASAによる乱気流の階級 |
|----|------|--------|--|
| なし | SMTH | 0 | |
| | | 1 | |
| 弱 | LGT | 2 | 乗客は座席ベルトを使用しなければならぬが、機内の物体は移動しない。 |
| | | 3 | |
| 並 | MOD | 4 | 乗客は座席ベルトを使用しなければならぬ。時にはベルトで締めつけられる。固定していない物体は移動する。 |
| | | 5 | |
| 強 | SEV | 6 | 時には操縦が困難になる。乗客はベルトに強く締めつけられ、座席におしつけられたりする。固定していない物体は、はげしく動揺する。 |
| 烈 | XTRM | 7 | まれにしか遭遇しない程度の乱気流であり、機体ははげしく動揺し、操縦きわめて困難。時には構造的な危険におちいる。 |

設定し、1997年10月～2000年9月の3年間とした。

(数値予報格子点値 (GPV) データ)

用いた数値予報GPVはRSM航空A(気象庁領域モデルを基にした航空地方気象台用GPV, 水平分解能80km, 鉛直層数12層(地上(sfc), 1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100hPa), 時間分解能3時間)のうち、400, 300, 250, 200, 150hPaのデータである。

(乱気流データ)

乱気流の観測は航空機から弱(light), 並(moderate), 強(severe), 烈(extreme)の強度を略語化したもの(LGT, MOD, SEV, XTRM)により体感強度が報告され、強度を組み合わせ「並から強(MOD TO SEV)」という形式で報告される場合や、0から7の8段階に数値化したもの(乱気流コード)で報告される場合もあり、強度と乱気流コードは第1表のように対応している。それをもとに、新東京航空地方気象台では北緯20～50度、東経120～180度の高度20000ft以上で発生した「弱から並(LGT TO MOD)」以上に相当する報告、乱気流コードでは3以上の報告を悪天分布図に記入すると同時に、電文を一定期間保存している。

まず、検証期間内に新東京航空地方気象台で処理さ

れた乱気流のうち、シグメット情報（国際空域悪天情報）の対象となる「並から強（MOD TO SEV）」以上の強度の乱気流を抽出した。次に、乱気流の予測は主に晴天乱気流が対象であるため、衛星画像などから積乱雲中で発生したと推定される乱気流は対象事例から除外した。また、周辺（概ね水平距離500 km 以内）に並以上の乱気流が観測されていない単発の乱気流は、現象の時間スケールが今回の検証で用いている3時間毎の数値予報GPV（RSM 航空 A）に比べてきわめて小さいため、このGPVでは捉えられないと判断し、対象事例から除外した。さらに、発生時刻、発生地点、発生高度が近い（概ね時間差3時間、水平距離100 km、高度差1500 m 以内）事例は1事例として扱った。ただし、用いているGPVの条件から発生高度が24000 ft 未満の乱気流、及び数値予報GPV（RSM 航空 A）の領域外の乱気流も対象事例から除外した。その結果、検証に用いた事例数は124になった。

（指数データ）

格子点と実況として使う航空機からの通報の時空間的なズレ、及び航空機からの通報自体の時空間的なズレを考慮し、指数の値としては乱気流発生地点から緯経度2度以内に存在する最大値を用いた。また、初期値から3～12時間後の予想値で乱気流発生時刻に最も近い時刻の値を用いた。TSIについては、内部重力波の鉛直伝播を想定した乱気流の発生機構から考案された指数であり、鉛直方向の最大値を用いた。また、その他の指数については乱気流発生高度を含む気層の値を用いた。

（検証方法）

乱気流の観測結果は航空機の航路上でしか得られない。しかし、乱気流が予想される空域には航空機もあまり近づかないため、乱気流が予想される空域で実際に乱気流が発生しているかいないのかの実況をつかむことは極めて難しい（気象庁、1998）。したがって、予報の空振りとの判断が事実上できない。そこで、ここでは全事例数（OBS、124）に対する乱気流があった空域での指数の大きさがしきい値より大きかった事例数（FO）の割合を示す検出率：

$$\text{検出率} = \text{FO/OBS} \quad (11)$$

を精度の目安とする（山田・國次、2002）。

次の3項目について、VS、TII、TSI、TPIの各指数を検証した。

第2表 各検出率を実現するために必要なしきい値。

| 検出率 単位% | VS kt/1000 ft | TII $\times 10^{-7}/s^2$ | TSI $\times 10^{-2}m/s^2$ | TPI $\times 10^{-6}m/s^3$ |
|------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0 | 24 | 158 | 158 | 205 |
| 10 | 13 | 62 | 97 | 76 |
| 20 | 12 | 43 | 77 | 60 |
| 30 | 11 | 33 | 68 | 43 |
| 40 | 10 | 27 | 59 | 37 |
| 50 | 9 | 21 | 52 | 30 |
| 60 | 8 | 17 | 47 | 24 |
| 70 | 7 | 13 | 41 | 18 |
| 80 | 5 | 9 | 32 | 14 |
| 90 | 4 | 7 | 20 | 9 |
| 100 | 2 | 3 | 6 | 1 |

① 指数を単独で用いる場合の精度を調べるため、検出率10～100%を実現するために必要なしきい値と、しきい値以上の値の出現率を求めた。小さい出現率で同じ検出率を維持できる指数が高精度であると言える。

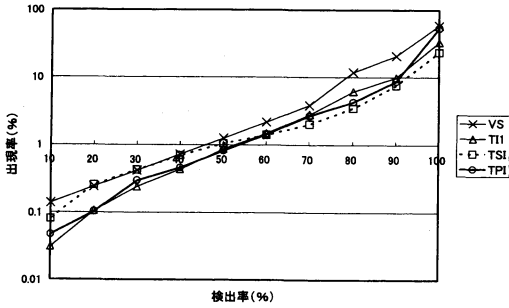
② 指数が大きくなるにつれ強い乱気流が発生しやすくなるかを調べるため、各検出率のしきい値以上の出現数に対する事例数の割合を求めた。この割合が大きいしきい値ほど強い乱気流を含む可能性が高いということになる。

③ 気象庁で主に乱気流の予測指標として用いられているVSで予測が不十分な事例においてどの指数が有効であるか、すなわちVSで不十分な予測を補うにはTII、TSI、TPIのどれが有効であるかを調べるために、VSが各検出率のしきい値以下で他の指数がしきい値以上である割合を求めた。この割合が大きい指数ほどVSでは見逃しとなる乱気流を予測できる可能性が高いと言える。

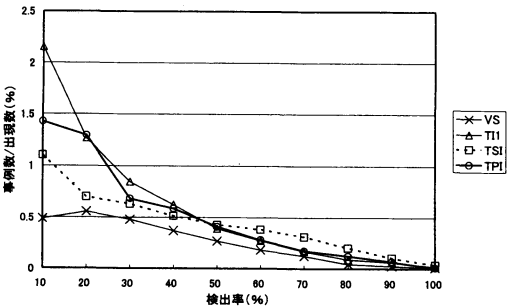
3.2 検証結果

① 第2表は、各検出率を実現するために必要なしきい値である。また、第2図は、各検出率のしきい値以上の値の出現率である。VSは全体的に精度が低く、検出率10～40%ではTIIが高精度、検出率60～90%ではTSI、TPIがVS及びTIIよりも高精度である。指数を単独で用いる場合、高い検出率での高い精度が必要とされる。したがって、単独で用いる指数としてはTSIやTPIが従来の指数よりも乱気流の予測に適していると言える。

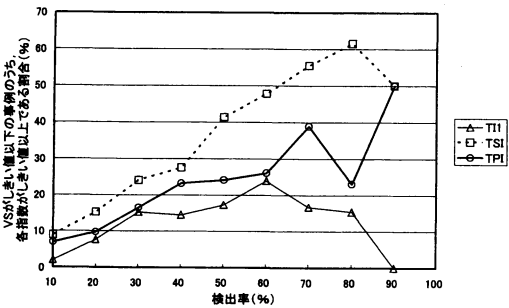
② 第3図は、各検出率のしきい値以上の出現数に対する事例数の割合である。検出率が小さいすなわちしきい値が大きいほど割合が大きいことがわかる。この



第2図 各検出率のしきい値以上の値の出現率.



第3図 各検出率のしきい値以上の出現数に対する事例数の割合.



第4図 VSが各検出率のしきい値以下で他の指数がしきい値以上である割合.

ことから、各指数は概ね値が大きほど強い乱気流が発生する可能性が高いと言える。

③ 第4図は、VSが各検出率のしきい値以下で他の指数がしきい値以上である割合である。TSIが最も割合が大きく次にTPIが大きい。VSでは予測できない乱気流を予測するにはTSIが最も適しており、VSで予測できない乱気流はTIIでも予測できないことが多いことがわかった。このことから、VSで予測できなかった乱気流を予測するには、TIIよりもTSIやTPI

の方が有効であることがわかる。

4. 予測事例

気象庁で主に乱気流の予測指標として用いられているVSでは予測が不十分であった事例を用いて、VSと提案した指数を比較した。

VSではまったく予想ができないが、TSIで捉えられた事例(1999年10月1日)と、VSでは実際に観測されたほど強い強度の予想は困難であるが、TPIは十分大きい値が計算されていた事例(1999年6月6日)を示す。

4.1 1999年10月1日の乱気流

1999年10月1日2319 UTC、北緯42.3°東経147.4°高度37000 ftで並から強の乱気流が発生した。

第5図aは1999年10月2日00 UTCの250 hPaの流線である。乱気流発生地点の西から南にかけて弱いトラフがあり、乱気流発生地点はそのトラフ前面となっていたことがわかる。第5図bはVS, cはTSIを描画した乱気流発生地点周辺の拡大図である。各指数は検出率を70%とするためのしきい値以上の領域を薄く塗りつぶし、しきい値の2倍以上の領域を濃く塗りつぶした。乱気流発生地点付近ではVSは大きくないが、TSIは非常に大きな値が計算されていることがわかる。

この事例はVSではまったく予想ができないが、TSIで捉えられた。弱いトラフ前面の暖気移流が影響した乱気流と推察でき、TSIが有効な事例である。

4.2 1999年6月6日の乱気流

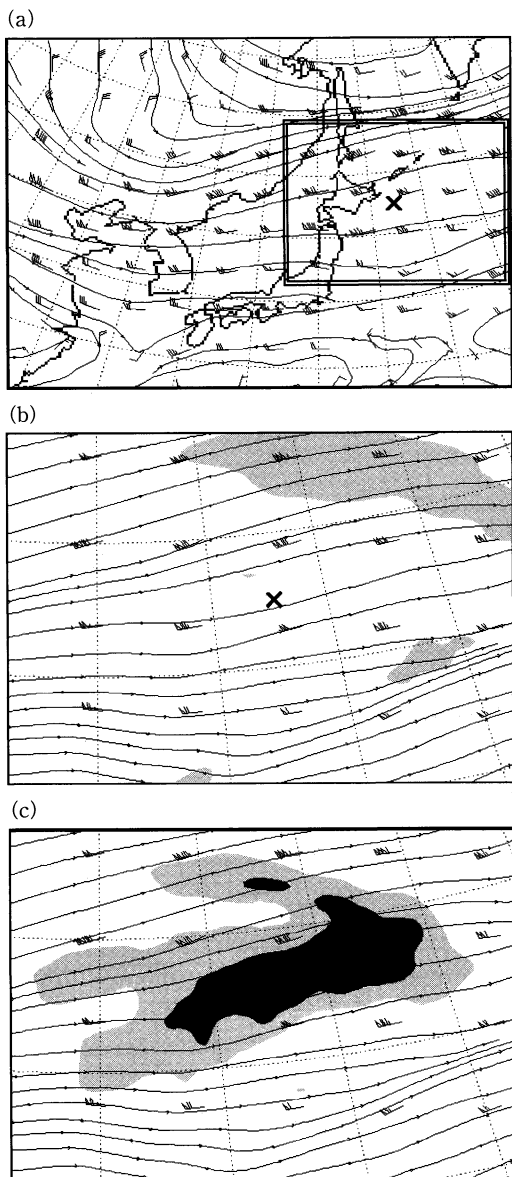
1999年6月6日0800 UTC、北緯33.8°東経150.0°高度37000 ftで強の乱気流が発生した。

第6図aは1999年6月6日09 UTCの250 hPaの流線である。乱気流発生地点にはトラフが存在していたことがわかる。第6図bはVS, cはTPIを描画した乱気流発生地点周辺の拡大図である。各指数は検出率を70%とするためのしきい値以上の領域を薄く塗りつぶし、しきい値の2倍以上の領域を濃く塗りつぶした。乱気流発生地点付近ではVSは大きくないが、TPIはトラフに沿って非常に大きな値が計算されていることがわかる。

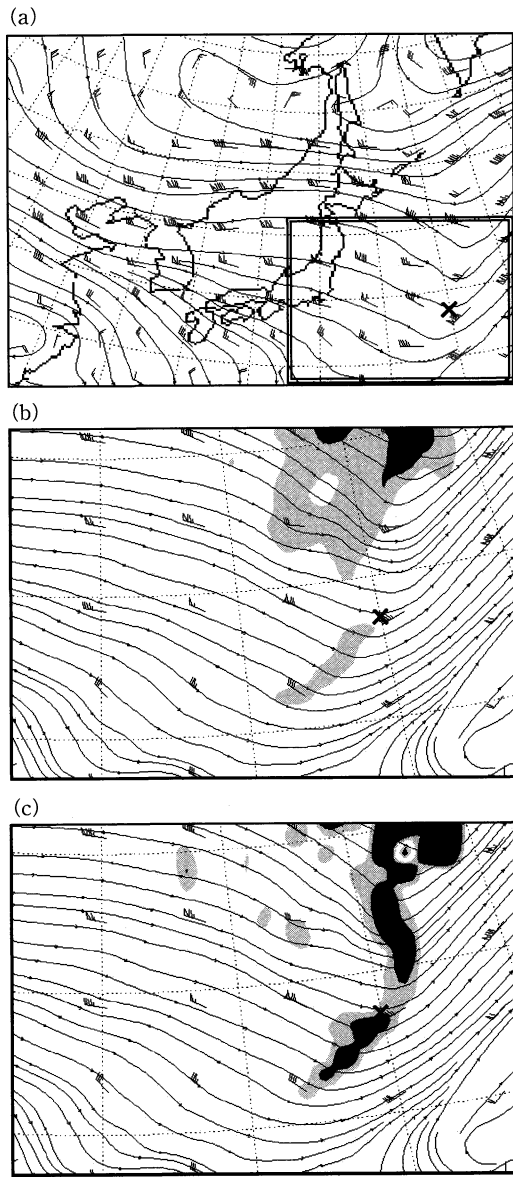
この事例はVSでは実際に観測されたほど強い強度の予想は困難であるが、TPIは十分大きい値が計算されていた。トラフ周辺の流れの曲率が大きく影響した乱気流であり、VSよりTPIの方が適切な事例である。

5. まとめ

航空機の運航に重大な影響を与える乱気流を予測す



第5図 (a) 1999年10月2日00 UTCのRSM250 hPaの風と流線、実線は流線、矢羽根の単位はkt、×は乱気流発生地点で、乱気流発生高度は37000 ft、図中、二重線の四角はb及びcでの拡大領域、(b) VS (200-250 hPa)の分布、7 (kt/1000 ft)以上を薄く塗りつぶした。(c) TSI (150-250 hPa)の分布、41 ($\times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}^2$)以上を薄く、82以上を濃く塗りつぶした。



第6図 (a) 1999年6月6日09 UTCのRSM250 hPaの風と流線、実線は流線、矢羽根の単位はkt、×は乱気流発生地点で、乱気流発生高度は37000 ft、図中、二重線の四角はb及びcでの拡大領域、(b) VS (200-250 hPa)の分布、7 (kt/1000 ft)以上を薄く、14以上を濃く塗りつぶした。(c) TPI (200-250 hPa)の分布、18 ($\times 10^{-6} \text{m}^3/\text{s}^3$)以上を薄く、36以上を濃く塗りつぶした。

るための水平風ベクトルの外積を用いた TSI, TPI という 2 つの指数を提案し, 従来の乱気流予測指数と比較して検証した. TSI は温度移流に関連する指数であり, TPI は VS に加え, 流れの曲率を考慮した指数である.

検証は, 乱気流の観測データが航空機の航路上でしか得られず, 予報の空振りとの判断ができないため, より小さい出現率で同じ検出率を維持する指数が精度の高い指数であるという考えに基づいて行なった. 検出率 60~90% では TSI, TPI 共に従来の指数よりも小さい出現率で同じ検出率を示し, TSI や TPI が従来の指数よりも乱気流の予測に適していることがわかった.

また, 各指数は概ね値が大きいほど強い乱気流が発生する可能性が高いこと, VS で予測できなかった乱気流を予測するには TPI よりも TSI や TPI の方が有効であることがわかった.

指数を単独で用いる場合, VS と組み合わせて用いる場合のいずれにおいても, TSI や TPI は従来の指数よりも有効であり, これらの指数を活用することによって乱気流予測の精度向上が期待できる.

謝 辞

本論文執筆にあたり, 函館海洋気象台の吉田 弘台長, 新東京航空地方気象台の櫻井 徹主任予報官, 三崎 保予報官, 2 名の査読者及び担当編集委員の方々より貴重な助言をいただきました. 記して感謝いたします.

また, 新東京航空地方気象台の菊地邦教予報官 (現横浜地方気象台) には, 本研究を始める契機を与えて

いただきました. 心より感謝いたします.

参 考 文 献

- 浅井富雄, 新田 尚, 松野太郎, 2000: 基礎気象学, 朝倉書店, 57-58.
- Browning, K. A., 1971: Structure of the atmosphere in the vicinity of large scale amplitude Kelvin-Helmholtz billows, *Quart. J. R. Met. Soc.*, **97**, 283-299.
- Ellrod, G. and D. Knapp, 1992: An objective clear-air turbulence forecasting technique: Verification and operational use, *Wea. and Forecasting*, **7**, 150-160.
- 長谷川直之, 大窪 浩, 木平泰浩, 加藤寿史, 国次雅司, 西川正泰, 瀬上哲秀, 1993: 数値予報による晴天乱気流予測, *研究時報*, **45**, 81-92.
- 伊藤 博, 1970: 航空気象, 東京堂出版, 210-211.
- 気象庁, 1998: 航空気象予報作業指針, 4-43, 4-46, 9-1, 9-2, 9-5.
- 空域予報技術ワーキンググループ, 2001: 乱気流事例解析と乱気流予測の方法 (その 1) ジェットコア-南側の中立成層内で発現した MOD TO SEV の乱気流 (1999年 4 月 25 日), 平成 12 年度東京管区調査研究会誌, **33**, 112-113.
- 股野宏志, 1997: 天気予報のための大気運動と力学, 東京堂出版, 120-122.
- Mosher, F. R., 1997: The new NCEP high level SIG WX chart, 7th Conference on Aviation, 46-49.
- 大林正典, 榊原茂記, 2000: 航空気象予報, 平成 12 年度数値予報研修テキスト, 42-45.
- 山田真吾, 国次雅司, 2002: 降水短時間予報, 平成 14 年度数値予報研修テキスト, 40-45.
- 全日空, 1978: ANA AVIATION WEATHER (応用編), 68.

Indices to Estimate the Potential of Turbulence Occurrence, by Calculated from the Vector Product of Wind Vector

Noriyuki MIYAKOSHI

*New Chitose Aviation Weather Station,
New Chitose Airport Bibi Chitose City Hokkaido 066-0012 Japan*

(Received 12 June 2002 : Accepted 11 April 2003)

Abstract

To forecast strong turbulence which gives a serious influence to aircraft, a couple of indices, TSI and TPI, calculated from the vector product of wind vector which reflects the difference of wind direction are proposed to estimate the potential of turbulence occurrence. TSI is related to the thermal advection, and TPI is an index in consideration of the curvature of flow. Verification indicates that these indices have higher accuracy than the conventional ones at the high probability of detection (60-90%), and that these indices are more effective than TII (the product of horizontal deformation and vertical wind shear) for the turbulence that a forecast was insufficient in VS (vertical wind shear). Therefore, both when separate and when combined with VS, TSI and TPI are more effective than the conventional ones. These indices improve the accuracy of turbulence forecast.

IUGG 総会開催が間近になりました

(1) 準備は順調です

来る6月30日を初日として7月11日までの2週間、札幌にてIUGG総会が開催されます。5月半ばの状況では、参加登録者数は約3000人です。国内からと海外とからではおおよそ1:1、一般と若手(学生等)とでは、おおよそ2:1の割合になります。参加者数を5000人と見込んで計画が立てられていますので、まだその線には達していないこととなります。SARS問題が懸念されますが、大きな影響はないでしょう。

IUGG傘下の協会ごとで参加状況を見ると、IAGA、

IASPEI, IAMAS(気象・大気科学)の3協会が上位で、人数は550~600人。他の協会では250~300人です。

少しの例外を除き、プログラムは確定しています。IUGGホームページで、関係セッションなど見ることができます。個々の研究発表の時間などについても、本稿が印刷になるころには電子情報として確認することができますと思いますが、個々には責任者などから発表者に連絡される筈ですので、発表予定者で疑問がある場合はコンピーナにお問い合わせ下さい。

(2) 寄付のご協力、ありがとうございます

4月末日までにIUGG総会のために募金委員会に寄せられました寄付金(個人および企業)は、全学協会の合計で約2,400万円です。6,000万円を予算に立ててありますので、まだまだ不足しています。日本気象学会単独では、5月半ば時点までの総計が約84万円です。会員の各位のご協力を重ねてお願い致します。天気2月号をご覧頂ければ幸いです。

なお、日本気象学会宛に、先月号に報告した以後で5月19日までに寄付を頂いた会員は右の通りです(入金順)。

対象1(登録料私費か不参加の場合:一口1千円で

2口以上)

大西晴夫, 勝山 税, 浅井富雄, 丸山健人,
内野 修, 野村佳男, 宮崎保彦, 石島 英,
佐伯理郎, 岩嶋樹也, 財前祐二, 須田卓夫,
小宮 学(以上13名,
小計12万3千円)

対象2(登録料公費の場合:一口1万円で2口以上)

徐 健青, 栗原和夫, 松本 淳, 新野 宏,
(以上4名,
小計18万円)

上合計30万3千円。累計83万5千円。