

航空リスク（Schadenspiegel 2008 年第 1 号より抜粋）

ウインド・シアと航跡乱気流

大気は空の旅でのリスク要因になると思われがちだが、「大気は航空機の味方だ」と、航空のアンダーライターでパイロットでもあるトーマス・エンドリス氏は言う。リスク要因になりうる「ウインド・シア、航跡乱気流、エアポケット」とは一体どんな現象かをエンドリス氏に聞いた。



航空機最大のリスクは人的ミスだ。風が航空機に与える危険性は、ウインド・シアなど、予想外に変化した時だけだ。

エンドリス: ウインド・シアや航跡乱気流が航空機のリスク要因になりうる一方で、主要なリスクは依然として人的ミスだ。人は本来ミスをしたか、誤った判断を下す。最高のテクノロジーでさえもこれらのミス完全に阻止できるわけではない。通常、事故はたった一つの原因で発生するのではなく、むしろ一連の事象が重なって発生する。

ウインド・シアの危険性は？

エンドリス: ウインド・シアは、たとえば雷雨時に風向きが急激に変化するというように、予想外に発生した場合にのみ危険性が高まる。こういった事態に対して航空機は、約 8 年前からウインド・シアを感知するシステムを装備している。このシステムはレーダーを使って大気密度を計測し、大気圧の異常を感知すると、音声で警告を発する。最近のコックピットは、変化しやすい風による危険を視覚的に感知できるよう設計されている。また、ウインド・シアの影響を受けやすい空港はこのような安全装置を備えている。

ウインド・シア発生時のパイロットの対処方法は？

エンドリス: 航空機は滑走路に近づくにつれ飛行スピードを徐々に上げていき、機体が浮揚するのに必要最大限の速度で着陸をしなければならない。なぜなら、航空機は着陸態勢の時、風の中に流れ込んでしまう場合が多いからだ。たとえば着陸スピード(約 160km/h)に達している航空機が 20km/h の向かい風で着陸しようとした時、その風が急激に追い風に変われば、その瞬間、航空機は、大気の動きと連動して突然失速する。その結果、揚力を失った航空機が地面と衝突してしまう。

離陸の際に発生した場合は？

エンドリス: 離陸の際、パイロットはウインド・シアが弱まるのを待つか、最新テクノロジーの力を借り、ウインド・シアを避けて離陸するという選択肢がある。航空管制やコックピットは、危険な状態の大気圏を飛ぶ航空機をナビゲートする。通常水平飛行中の航空機は、ウインド・シアの影響を受けない。旅客機の平均スピードは 850~880km/h で、たとえ風速が 100km/h 変化しても、航空機のスピードは多少遅くなるか早くなるかのどちらかで、機体の不快な揺れを除いて、乗客が機体の外で発生しているこの状態に気づくことはない。

ウインド・シアは最新テクノロジーによってコントロール可能だということだが、実際に事故が発生した例はあるか？

エンドリス: 幸いなことに、事故の発生件数はわずかだ。そのうち 2005 年 8 月カナダのトロント・ピアソン国際空港で発生した事故では、エールフランスの最新のエアバス A340 が、激しい雷雨のなか、ほかの航空機とともにトロントに向かっていった。ほかの航空機が着陸許可を待って空中旋回を続けている一方で、A340 のパイロットは着陸の判断を下し、かなり早いスピードで滑走路に近づいていた。雷雨だったため、おそらくパイロットは、航空機のスピードが減速するのを避けようとしたためとみられる。理論上、パイロットのとった行動は正しかった。しかし追い風は、期待した強さとはほど遠いものだったため、航空機はかなり遅れて着陸し、濡れた滑走路を停止できなかった。傾いた機体は 200 メートルもオーバーランし、溝に突っ込んで真っ二つに折れ、炎上した。幸い乗員乗客全員が何とか脱出に成功し、数名が軽傷を負うにとどまった。

この事故により、パイロットの判断がいかに要となるかがわかった。航空会社を評価する場合、パイロットへのトレーニングはどの程度重要か？

エンドリス: トレーニングはとても重要だ。航空会社の数は世界で約 600 社と、リスクの数は限られているので、個人中心のコンタクト(トレーニング)が中心的になる。当社が航空会社の飛行訓練センターやシミュレータ(操縦訓練装置)を視察する際、航空会社のリスクマネジャーが同行し、どのような飛行訓練が実施されているのか、また機体が、従来のものからどのように進化し最新鋭のコックピット技術を搭載したものに今後発展していくかなどについて説明を受ける。そしてもちろん、機体そのものやメンテナンス設備なども視察する。また格納庫の様子、きちんと整理されているか、ものが散乱していないかなどといったこともチェックする。

ミュンヘン再保険のどの部門の社員が、航空会社の評価を行うのか？

エンドリス: アンダーライターのもつ異なる知識が、当社の専門性を高めている。彼らはあらゆる専門分野から来ており、パイロット資格や航空機メンテナンスのライセンスをもった保険のスペシャリストから航空機のエンジニア、弁護士までと多種多様だ。

ウインド・シアの話に戻るが、早期警告システムが機体に搭載されているかを、航空会社に尋ねるか？

エンドリス: もちろんだ。特にその航空会社のことを良く知らない場合は尋ねる。またウインド・シアが発生しやすい空港についても質問する。しかし最近ではほとんどの航空会社が、ウインド・シア感知システムを備えている。

ウインド・シアが発生しやすい空港は？

エンドリス: ウインド・シアが発生しやすいことで有名な空港は、テキサスのダラス・フォートワース国際空港だ。コロラド州のデンバー国際空港でも、ロッキー山脈の影響で、ババリア地方のアルプスで発生する「フェーン」に似たような現象が発生するため、ウインド・シアの影響を受けやすくなる。さらに豪雨が突然発生するような地域ではさらにその影響を受けやすくなる。主にアジアの空港、シンガポール、マレーシア、インドネシアといった地域などがそうだ。

ポルトガル マデイラ島のサンタ・カタリーナのような空港はどうか？地形が海に向かって急こう配になっているため、滑走路の一部が柱の上に建設されている。

エンドリス: この空港は非常にアプローチが難しい。空港が島の丘陵部分の南東に建設されているため、風は通常とは異なる方向、つまり北東から北西に吹いている。気団が、滑走路のすぐ隣にある山の上方で停滞し、渦巻きが発生する。渦巻きは回転(ローター)状態を形成し、ちょうどそこに滑走路が建設されているのである。さらに近年まで比較的短い滑走路しかなかったため、高速での着陸は不可能だった。しかし2000年に、いくつかの問題もあったが、滑走路が拡張された。過去の『Shadenspiegel』でもこの空港について取り上げたことがある。

確か柱に亀裂が生じて、1.4億ユーロの保険損害を被った(『Shadenspiegel』2000年2月号に掲載)

エンドリス: 滑走路は拡張されたが、シミュレータで特別訓練を受けたパイロットだけが、この空港への着陸を許可される。ルフトハンザ航空では、パイロットにこの訓練を年に2回義務づけている。

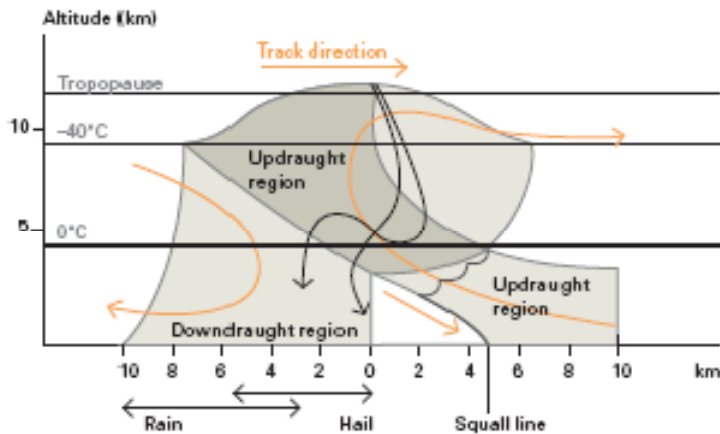


図1 雷雨時の風の変化

強風とひょうを発生させる雷雨セルの断面。オレンジの矢印は気流、黒の矢印はひょうを表している。暴風雨による被害とウインド・シアはスクールライン(複数の雷雨セルの線形)に沿って発生する。

ではもう一つのリスク要因、航跡乱気流とは。

エンドリス: 航跡乱気流は、機体の翼端で発生する。発生プロセスとしては、まず、乱気流の発生によって、主翼の上面で気流が加速する。これにより陰圧ができ、機体を上方に押し上げる。主翼の下面の気流は(上方と比べると)それほど加速しない。上面の流れの早い気流が下面の流れの遅い気流と接触したとき、乱気流が発生する。このように航跡乱気流は翼端で発生し、小さな竜巻のように回転しながら、航行に合わせてどんどん大きくなっていく。

池に石を投げ入れたときにできる輪のようなもの？

エンドリス: その通り。しかし航跡乱気流は空気抵抗も生む。そのため、最近ではウイングレットと呼ばれる小さい翼の使用が増加している。ウイングレットとは上を向いた翼で、翼端に取り付けられている。これはデザインとしてではなく、空気抵抗を減らすためにある。このウイングレットによってエネルギー効率が上がり、ジェット燃料の使用が少なくて済む。

航跡乱気流は、空の交通に危険性を与えるか？

エンドリス: 航跡乱気流は、これを発生させる航空機にではなく、後続の航空機に危険性を与える。特に離陸と上昇の過程での航跡乱気流の危険性が最も高い。というのは、こうした状態の航空機のスピードは、水平飛行のときよりも遅いため、航跡乱気流の影響を受けやすくなるからだ。水平飛行時のスピードだとまったく影響はない。大惨事となった事例は私の知る限り過去にわずか一件だが、この事故は、航空機がほかの航空機の航跡乱気流に巻き込まれたことにより発生し

た。2001年11月12日、アメリカン航空のエアバス A300 が、ニューヨーク市のクイーンズ地区に墜落した。

その時の状況は？

エンドリス: 事故当日は晴天で無風状態だった。航跡乱気流は、発生した地点に停滞したままで、いつものように風に吹き飛ばされてしまうようなことがなかった。航空機は通常、離陸の際、騒音規制などによりあらかじめ決められた航行ルートがあるため、エアバス A300 は、直前に離陸した航空機と全く同じルートを、(先行する航空機より)わずかに高度を落として航行した。その結果、先行する航空機の航跡乱気流に巻き込まれ、横方向に異常回転する渦の中に入っていった。このような状態が発生した場合、航空機メーカーは補助翼(エルロン)を単独で使用するよう指示しているが、おそらくパイロットは本能的に、方向舵(ラダー)を使って異常に回転する渦に立ち向かおうとした。しかし方向舵はこのような負荷に耐えられるように設計されていなかったため、乱気流に破壊されてしまった。そして機体はコントロールを失い墜落、乗員乗客全員が死亡した。

人的ミスによる他の要因もあったのか？

エンドリス: 残念ながら他にもあった。墜落の原因は、航跡乱気流だけではなく、2機の航空機の離陸間隔も規定に従っていた。それにも関わらずこのような大惨事が発生してしまったのは、発生当時の天候、航跡乱気流、パイロットの誤判断といった要因が重なったためだったと言える。

俗にいうエアポケットとは、実際どんな状況なのか？

エンドリス: 「エアポケット」というネーミングはとても面白い。大気は、一定の場所に停滞せず、常に流れているのだが、太陽によって暖められると上昇し、雲の影になるなど冷やされると下降する。こういった常に気流が変化する状況で、航空機が一定の高度を維持するためには、気流の動きに反した飛行をしなければならない。しかしたとえば太陽の当たる空域から影になる空域へ入ると大気の上昇は突然停止し、航空機は高度を維持できなくなる。高度が急激に低下し、この状態が一定の間続くことにより、乗客は座席から瞬間的に浮き上がる。これが俗にいう「エアポケット=穴」に落ちていくような感覚となる。

エアポケットが原因で、航空機が墜落したことはあるか？

エンドリス: 一度もない。たとえ航空機が激しい乱気流や「エアポケット」に巻き込まれたとしても、事故は発生しない。ましてやエアポケットは乱気流とも全く関係がない。乱気流はむしろ、機体が(落下するというより)揺れる感じだ。しかし乱気流やエアポケットの際でも安全を確保できるようにパイロットや乗客にお願いしたのは、シートベルトの着用サインが点灯している間は、必ずそれに従ってほしい。



図 2 航跡乱気流

航跡乱気流は主翼後方の先端で発生する。航跡乱気流は小さな竜巻のように回転し、航行に合わせて大きくなっていく。特に離陸と上昇の過程で、後続の航空機に危険を及ぼす。

※Schadenspiegel 2008 年第 1 号(英語版)は[こちら](#)からダウンロードできます。