

地形性ウィンドシアー調査

山里米三、宇江城安秀、玉城章、渡真利明、小濱俊朗、仲元康智（那覇航空測候所）

1 はじめに

那覇空港周辺で発生する低層ウィンドシアーについては、過去にもさまざまな調査が行われている。特に大陸高気圧の張り出しや前線の場合については、「予測作業シート」の作成も試みられている。しかし、それらの調査結果は現在の予報作業では十分に活用されていない。

今回の調査では、まず操縦士報告をデータベース化して基礎資料を作成し、次に那覇空港周辺で発生した低層ウィンドシアーの統計的な調査を行った。さらに地形性が主な発生要因とされる低層ウィンドシアーについて、その特徴をまとめ、今後の予測可能性について考察した。

2 調査資料と調査方法

(1) 操縦士報告データベースの作成

那覇航空測候所観測課に保存されている「操縦士報告表」を基に操縦士報告のデータベースをExcelソフトで作成した。収集した期間は、1991年1月～2007年12月までの17年間で全491事例である。

(2) 空港周辺低層ウィンドシアーの定義

操縦士報告のあった事例から、空港周辺低層ウィンドシアー（以下、低層WS）を下記のように定義して調査した（全275事例）。

ア 対象とする現象：ウィンドシアー・乱気流（タービランス）・ラフエア

（ダウンバースト、ダウンドラフト等については、積乱雲からの冷氣外出流の影響が大きいため、調査対象としなかった。）

イ 観測場所：那覇空港から5NM（約9km）以内（但し、詳細な観測場所が不明で単にFNA（最終進入）、THR（滑走路末端）、DEP（出発）と報告されたものは含めた。）

ウ 観測高度：1,600ft以下（観測高度が不明なものは調査対象としなかった。）

(3) 使用した観測データ等

鉛直シアーや2分間平均風速変動幅の計算、降水の有無等に使用したデータと利用期間は次のとおりである。

ア 那覇空港の航空気象観測表、航空気象観測値整理表：1991年1月～2007年12月

イ 那覇空港のRWY36の10分毎の風データ：1997年3月～2007年12月

ウ 那覇の高層気象観測データ（ゾンデデータ）：1991年1月～2007年12月

エ 国内航空機自動観測データ（ACARS）：2003年3月～2007年12月

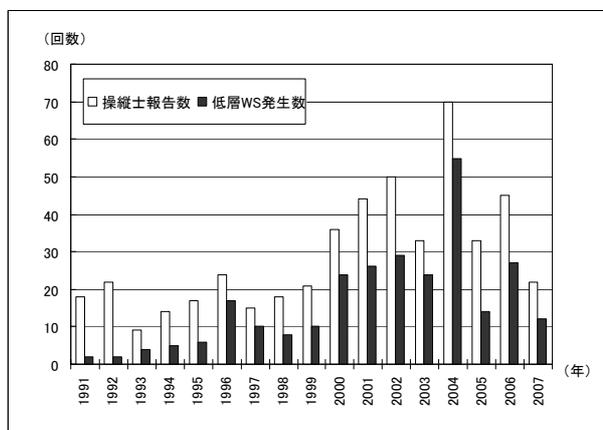
3 低層WS発生時の特徴

(1) 経年変化

第1図に操縦士報告数及び低層WS発生数の経年変化を示す。

2000年以降、報告数及び発生数共にそれ以前より多くなっている。理由は定かでないが、操縦士報告が業務として定着したことも一因として考えられる。

2004年は、報告数及び発生数が特に多い。この年は、那覇への台風接近数が平年（3.6個）に比べ7個と多く、また接近した台風の勢力が強かったことが影響している。ちなみに、2005年は那覇への台風の接近が無く、低層WSの発生数が2000年以降2番目に少なくなっている。

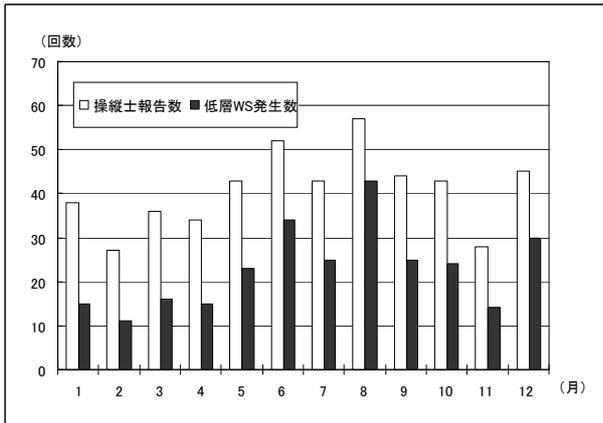


第1図 操縦士報告数及び低層WS発生数の経年変（1991年～2007年）、データ数：操縦士報告491回、低層WS発生数275回。

(2) 月別発生数

第2図に月別の操縦士報告数及び低層WS発生数を示す。

操縦士報告数及び発生数は、夏期に多い傾向が見られる他は、大きな偏りは見られない。過去の低層ウィンドシアーに関する調査では、3月・7月・8月に発生が多く、気圧配置別要因では、台風・前線・大陸高気圧の順に発生数が多いことが示されているが、それらの結果と矛盾しない。



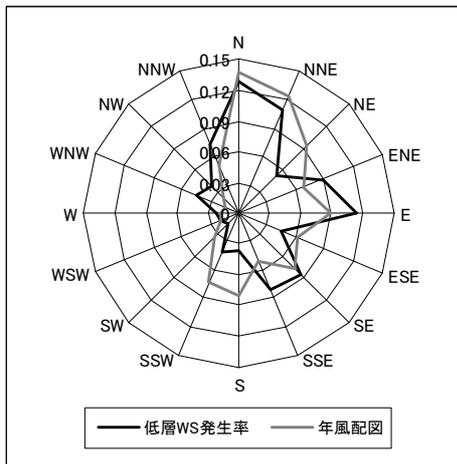
第2図 月別の操縦士報告数及び低層WS発生数（1991年～2007年）、データ数：操縦士報告491回、低層WS発生数275回。

(3) 風向別の発生率

第3図に風向別の低層WSの発生率と年風配図を示す。低層WSの発生率が高いのは、N～SSEの場合で、低いのはS～NNWの場合である。

年風配図との比較では、WNW～NNWにかけては風配図に比べ発生率が高く、S～WSWにかけては逆に風配図に比べ発生率が低い。それ以外の風向では概ね風配図の分布と似ている。

WNW～NNWにかけて発生率が高くなる理由は、平均的な風が強いため低層WSが発生しやすいことが考えられる。また、滑走路東側の地形の影響（NNE～SSEの風向）は明瞭でないが、これは出現頻度の割りに強風が少ないためと思われる。



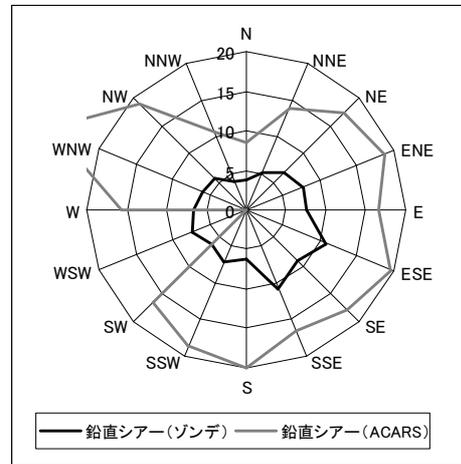
第3図 風向別の低層WS発生率（1991年～2007年）と風配図（1997年～2006年）、単位%、低層WS発生数のデータ数はVRBを除く270回。

(4) 風向別の鉛直シアー

低層WS発生日の那覇空港のMATARと、那覇のゾンデデータ（925hPaの風向風速、高度）及びACARSデータを用いて計算した鉛直シアーを風向別に平均したものを第4図に示す。

風向がNE～SSEの場合に鉛直シアーが大きくな

っている。これは、滑走路東側の地形の影響で地上付近の風速が弱められ、上空の風との風速差が生じ、結果として鉛直シアーが大きくなったためと考えられる。なお、ACARSから求めた鉛直シアーは全体的に値が大きい、低層WSの観測時刻に近いことも理由のひとつと考えられる。

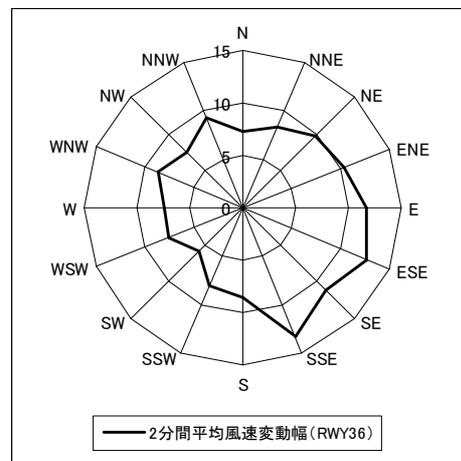


第4図 低層WS発生日における鉛直シアーの風向別平均値、単位(kt/1,000ft)、ゾンデによる鉛直シアーは低層WS発生日の00Zと12Zのデータによる、ACARSによる鉛直シアーは低層WS発生時刻付近のデータによる。データが得られない場合は、除外してある。

(5) 風向別の2分間平均風速変動幅

那覇空港における低層WS発生時の2分間平均風速変動幅（RWY36）を第5図に示す。NE～SSEにかけて10kt以上と値が大きい。これは、滑走路東側の地形の影響を受けて風速変動幅が大きくなったと考えられる。

羽田空港における低層ウィンドシアーの調査結果によると、滑走路付近の格納庫の影響により2分間平均風速変動幅が大きくなることが報告されている。



第5図 低層WS発生日における風向別の2分間平均風速変動幅（RWY36）、単位KT、低層WSの発生時刻に近い正10分値から求めてある。

(6) 風向別の2分間平均風向変動幅

那覇空港における低層WS発生時の2分間平均風向変動幅は、風速変動幅同様、NE～SEにかけてやや大きい(図略)。これは、滑走路東側の地形の影響を受けて風向変動幅が大きくなったことが考えられる。

羽田空港における低層ウィンドシアアの調査結果によると、格納庫の影響で2分間平均風向変動幅が大きくなることが報告されている。

(7) その他の特徴

ア 低層WS発生時のガスト発生率

低層WS発生時の前後1時間のガスト発生率は、NE～SSE、WSW及びWNWで発生率が50%を超える。また、風速が強いほど発生率が高い(図略)。

イ 低層WS発生前後1時間内の降水現象

低層WS発生時で風速が10KT未満の場合は、そのほとんどが前後1時間内に降水現象を伴っている(図略)。

ウ 低層WS発生日の00Z及び12Zにおける転移層(逆転層)の有無

特に傾向は見られなかった(図略)。

エ 風向別の低層WSの観測高度

特に傾向は見られなかった(図略)。

4 発生要因による分類

菊池(1992)によると、低層ウィンドシアアと関連する気象条件として、低層強風、山岳による乱流、地上強風、転移層、積乱雲を挙げている。

今回は、山岳による乱流に分類される地形性の低層WSに着目して調査した。

5 地形性の低層WSの特徴

「3 低層WS発生時の特徴」の結果などから、下記の条件を同時に満たす場合を地形性の低層WSとして判断し、事例を抽出した(全22事例)。

ア 低層WS発生前後1時間内に降水現象を伴っていない(積乱雲等の影響を除く。)

イ 地上の風向がNNE～SSE

(滑走路東側の地形影響を考慮。)

ウ 低層WSの観測高度が300ft以下

(羽田空港では建物の影響で300ft以下で低層ウィンドシアアが多いとしている。)

エ 00Z及び12Zに転移層(逆転層)がない

オ 00Zまたは12Zのゾンデによる鉛直シアアの値が10以上、もしくは2分間平均風速変動幅が10KT以上

(風速変動幅を10KTとしたのはドップラー

レーダーによるシアアラインの検出基準で、ドップラー速度の減少率が10KTであることも基にしている。)

地形性の低層WS発生時における特徴を第1表に示す。鉛直シアアや2分間平均風速変動幅が大きいだけでなく、2分間平均風向変動幅も大きくなっている。また、ガストの発生率はかなり高い。これらの結果は地形の影響がよく現れている。

第1表 地形性の低層WS発生時の特徴
(全22事例の平均値)

鉛直シアアの平均 (KT/1000ft)	2分間平均風速変動幅の平均(KT)	2分間平均風向変動幅の平均(度)	ガスト発生率(%)
9.7	10.8	30.6	91

6 考察とまとめ

今回の調査の目的は、那覇空港における地形性低層WSの事例を抽出して特徴をまとめ、予測法を検討することであった。ある程度の特徴を示すことができたものの、予測法を確立するためには、同じ気象条件で発生しなかった場合の評価が必要であり、今後の課題としたい。

当所における「ウィンドシアアに関する飛行場気象情報」は、低層ウィンドシアアの観測実況に基づき発表している。一方、他の航空気象官署においては、種々の調査結果等から情報発表の目安を設定している官署も少なくない。当所においても、引き続き低層ウィンドシアアに関する調査を継続し、事例を蓄積して予測法(情報発表の目安)を確立できるようにしたい。

参考文献

- 春原城辰、2007:ドップラーライダーを用いた34L低層ウィンドシアアの実態把握.平成19年度東京管区調査研究会誌、40
- 加藤敏彦、1993:羽田空港・新ターミナル建物群による低層乱気流.東京管区地方気象研究会誌、56
- 菊池邦教、1992:航空機の離着陸に大きな影響を与える風(第4報)、研究時報44巻1号
- 富村盛宏、西銘勇、喜納宏之、1998:那覇空港周辺における低層ウィンドシアア(乱気流含む)について(第2報)、沖縄管内気象研究会誌、27
- 西銘勇、新屋盛進、金城聖徳、1997:空港周辺における低層ウィンドシアア(乱気流含む)の統計的調査について、沖縄管内気象研究会誌、26