

## 悪天事例報告

### 2023年7月27日の雷雲による福岡空港の欠航・遅延

#### —本号の目次—

はじめに	1
本記事で使用する数値・表現について	1
気象の概況	1
福岡空港周辺の発雷の状況と航空機の運航への影響	2
本事例の特徴	4
過去事例との比較	5
統計的な考察	7
まとめ	9

#### <はじめに>

2023年7月27日の福岡空港では、雷が長い時間空港付近で観測され、多くの航空機の運航に影響を及ぼしました。今回は当日の雷の観測資料から特徴をまとめましたので、ご紹介します。

#### <本記事で使用する数値・表現について>

- ・ 時刻は日本時間(JST)を使用します
- ・ Kはケルビンを表します

#### <気象の概況>

まず、7月27日09時の日本付近の地上の気圧配置を第1図に、同時刻の九州周辺の高層(850、300、500、700hPa)のメソ解析による気象要素の分布状況を、第2図に示します。これらの図から以下のことが分かります。

- ① 第1図(地上天気図)では、福岡空港は、日本の東に中心をもつ高気圧の周辺部となっています。高気圧の西側の周辺部にあることから、南からの湿った空気が流入しやすいことが分かります。
- ② 第2図上段左(850hPa相当温位)で赤色の等値線に着目すると、九州北部は約345Kとなっており、暖かく湿った状態であることが分かります。
- ③ 第2図上段右(300hPaの気温)では-33℃以下(平年値は-28.8℃)の寒気、第2図下

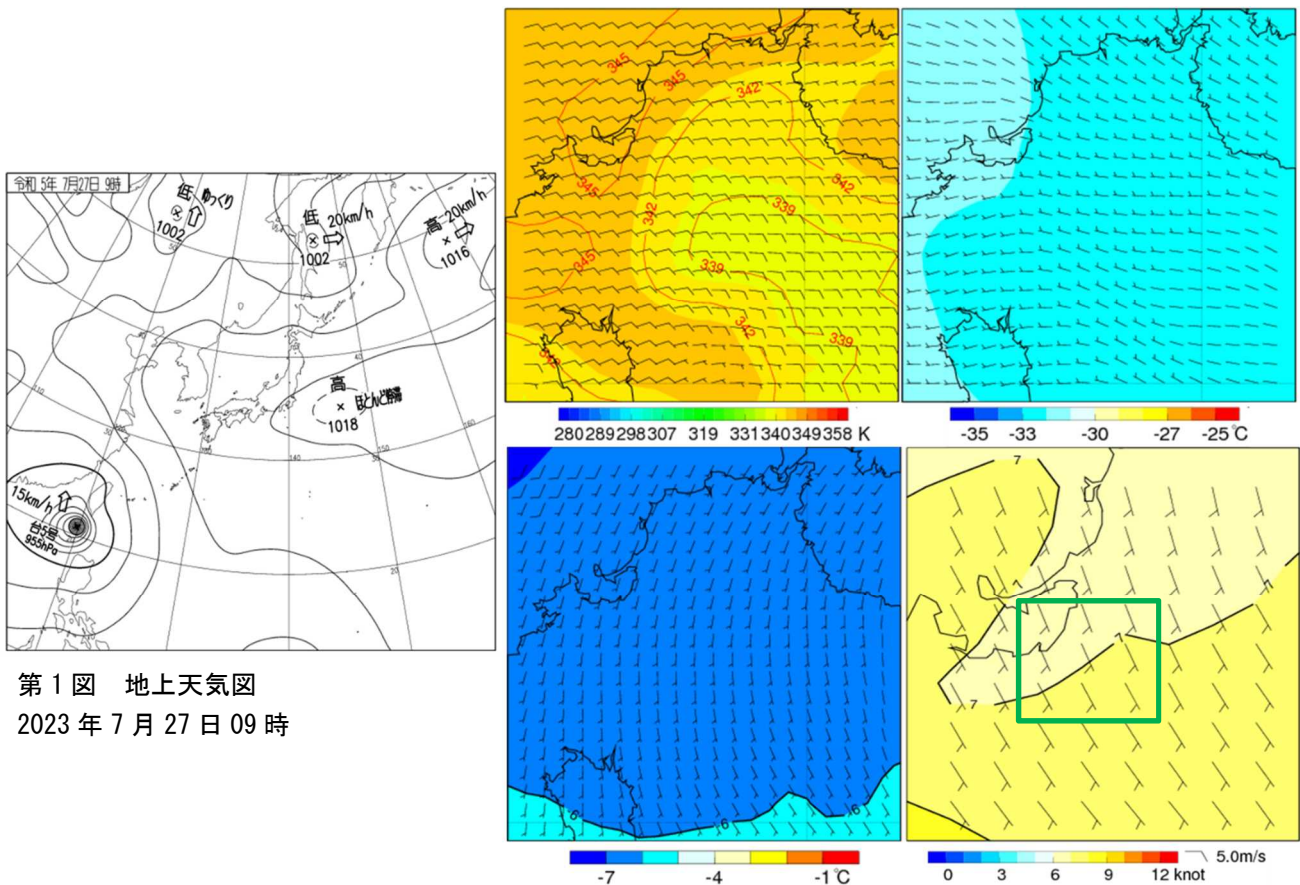
段左 (500hPa の気温) では $-6^{\circ}\text{C}$ 以下 (平年値は $-4.5^{\circ}\text{C}$ ) の寒気が流入していることが分かります。

850hPa が暖かく湿った状態で、その上層の 500hPa、さらに上層の 300hPa で寒気が流入していたことから、地上から対流が発生し始めた場合には、300hPa 面の高度付近まで積乱雲が発達する可能性があることが分かります。

- ④ 第 2 図下段右は、積乱雲の移動する方向の目安となる 700hPa の風向風速で、福岡空港周辺 (緑色の枠線内) では 6~7kt 程度の南東風となっていました。

このことは、700hPa の風向がこのままで福岡空港の南側で積乱雲が発生した場合には、その積乱雲が空港付近に移動してくる可能性があることを示しています。

このことから 7 月 27 日は、09 時の段階で大気の状態が不安定であり、日中の昇温で福岡空港周辺の山地などに積乱雲が発生すれば、福岡空港でも雷を観測する可能性が高いことが分かります。



第 1 図 地上天気図  
2023 年 7 月 27 日 09 時

第 2 図 2023 年 7 月 27 日 09 時のメソ解析図  
上段左: 850hPa の相当温位と風 上段右: 300hPa の気温と風  
下段左: 500hPa の気温と風 下段右: 700hPa の風

### <福岡空港周辺の発雷の状況と航空機の運航への影響>

ここでは福岡空港周辺での発雷の状況を、福岡空港の空港気象ドップラーレーダー (以下、

DRAW)、雷監視システム（以下、LIDEN）の観測結果から確認します。

第3図はDRAWが観測したレーダーエコーの動きです。

- ① 14:00には空港の南南東約25~30kmと、北北東約15~20kmに、強いレーダーエコーを観測しました。
- ② 14:30には北北東約15~20kmに存在したレーダーエコーは弱まりましたが、北側5~10kmにレーダーエコーを新たに観測しました。一方、南側のレーダーエコーは発達しながら北に移動し、レーダーエコーの範囲が空港の南南東20~50kmまで拡大しました。
- ③ 15:00には北側のレーダーエコーは停滞し、南側のレーダーエコーの北端は空港の南南東10kmまで接近しました。
- ④ 15:30には南側のレーダーエコーは空港直上まで達しました。
- ⑤ 16:00には、空港直上のレーダーエコーは空港の西約10kmに離れていきました（図略）。

次にエコーに伴う雷の観測状況としてLIDENの観測結果と、運航への影響について述べます。

- ① 第4図はLIDENによって観測された雷です。13:50から14:00にかけて、空港の北東側10~15kmで発雷域が拡大している様子が検知されています。その後の14:05から空港の地上作業が停止となりました。このため、乗客の乗降、荷物の搬出入ができなくなりました。また出発ができないため駐機場が不足し、空港へ到着を予定していた航空機は着陸できず、空中待機することになりました。

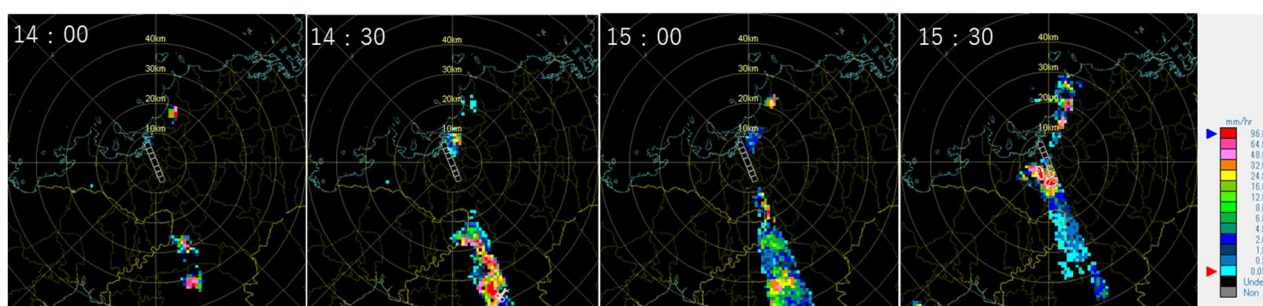
- ② マイクロバーストアラートの発出状況

マイクロバーストアラート（以下、MBA）は、DRAWで観測されたマイクロバースト（以下、MB）が、進入経路上、離陸経路上または滑走路上の情報提供空域で基準以上の向かい風成分の風速減少を伴う場合に、管制機関を通して航空機へ通報される情報です。

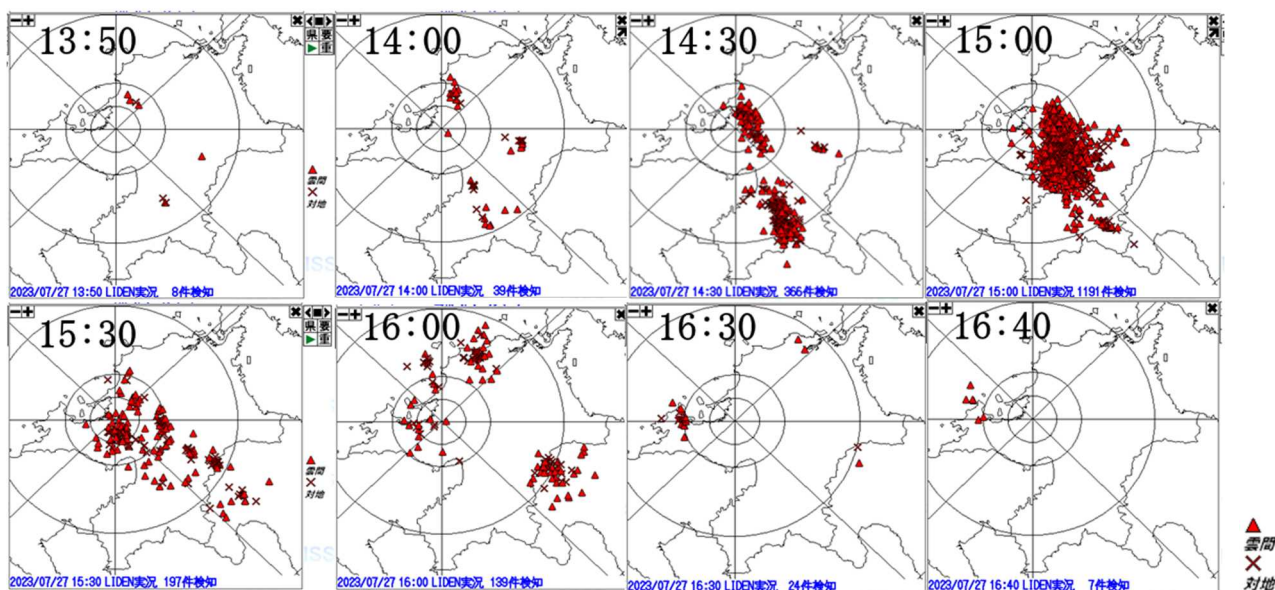
当日のMBAは、15:22~15:23、15:34、15:36、15:38~15:41に通報されました。

- ③ 15:39から15:59にかけては、福岡空港のMETAR/SPECIでも空港直上の雷を観測・通報しました。

作業中止から2時間15分後の16:20から空港の地上作業は再開されましたが、空中待機中や後のダイバート（目的地以外の空港に着陸）、リターン（出発空港に引き返し）により多くの便の発着に大幅な遅れが生じ、また欠航となった航空機もありました。



第3図 DRAW(エコー強度)



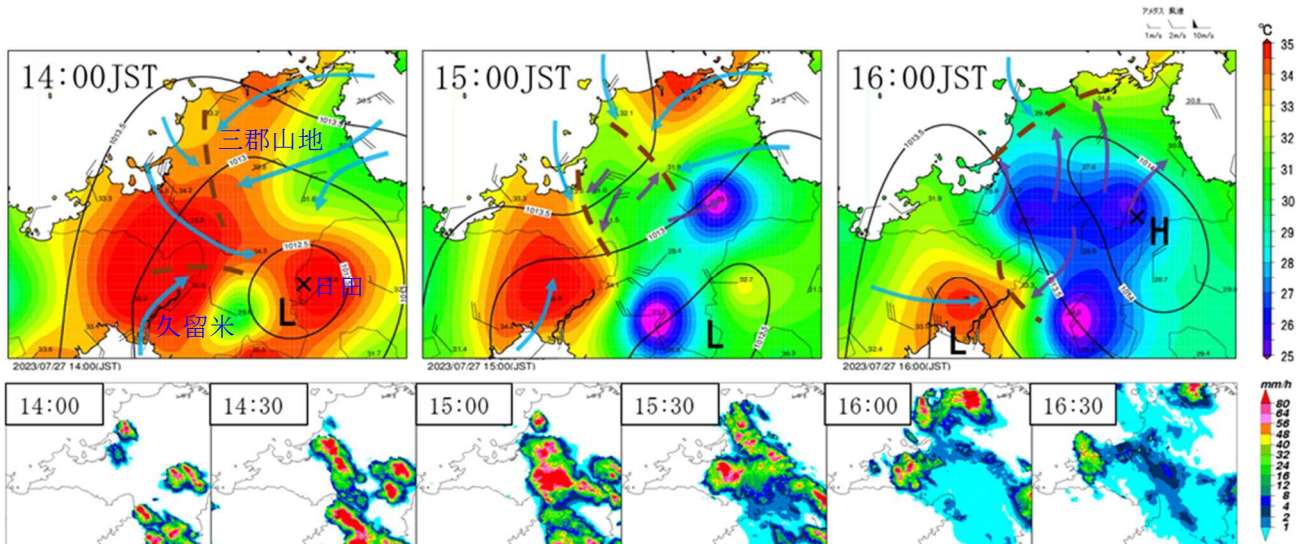
第4図 LIDEN 実況 (円の中心は福岡空港で、内側より空港から10km、20km、50km)

#### <本事例の特徴>

本事例では、エコーの拡大から消散過程と、アメダスの風と気温、エコーの動きが良く対応していました。以下で特徴を述べます。

第5図の上段はアメダスの風と気温分布、海面気圧、図中の実線の矢印はアメダスの風向分布から解析した流線で、第5図の下段は気象庁の合成レーダーの観測結果です。

- ① 14:00 にかけて福岡県では強い日射の影響で昇温し、日田市付近に熱的低気圧、三郡山地や久留米市の北で風の収束が解析でき、14:30 にかけて風の収束場所付近に強いエコーが発生し、範囲を拡大しているのが分かります。
- ② 15:00 には、三郡山地と脊振山地で風の収束が解析でき、15:30 では強いエコーが福岡平野を覆うほど範囲を拡大していることが確認できます。また、強いエコーが存在したところは降水と下降気流により地上が低温化していることが分かります。
- ③ 16:00 には、玄界灘から響灘にかけての沿岸部付近に収束が解析でき、16:30 にかけてエコーが北と西北西の方向に進み海上に抜けていることが確認できます。また、福岡平野全域が低温域となっていることが分かります。



第5図 2023年7月27日  
 上段: アメダスの風(矢羽根)、気温(色の階調)、海面気圧(実線は風の流線、破線は風の収束)  
 下段: 降水強度

### <過去の事例との比較>

熱雷が空港直上で長時間継続する例は多くないことから、同様の事例で共通の特徴があれば今後の参考になると考え、福岡空港の直上で雷の観測が30分以上継続した直近の事例として、2021年7月15日15:37から16:11にかけて空港直上で雷を観測した事例(以下、過去事例)と本事例を比較しました。

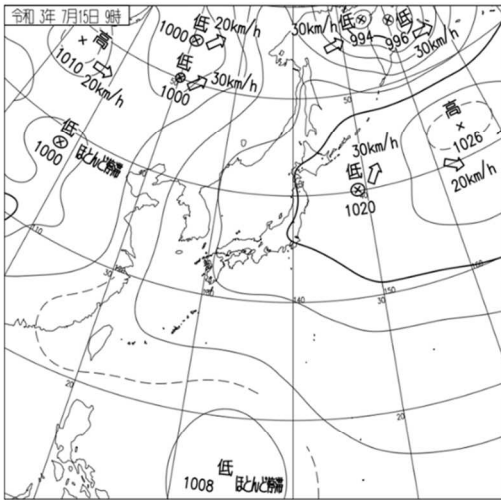
過去事例でも、<気象の概況>の節の①～③で述べた状況は基本的には同様でした。すなわち、

- ① 09時時点で福岡空港は高気圧の周辺部となっていました(第6図)。
- ② 九州北部地方に高気圧縁辺を回る下層の暖湿気(850hPa相当温位約345Kで本事例と同程度)が流入していました(第7図上段左)。
- ③ 福岡上空には寒気が流入していました。ただし細かく見ると、300hPaでは $-36^{\circ}\text{C}$ 以下(第7図上段右)と本事例より低い値で、500hPaでは $-8^{\circ}\text{C}$ 以下(第7図下段左)と本事例よりも低い値でした(第1表)。このことから、過去事例では本事例よりも強い寒気が流入しており、本事例以上に大気の状態が不安定であることが示唆されます。一方、第2表を見ると、地上付近の日中の昇温は小さかったことがわかります。

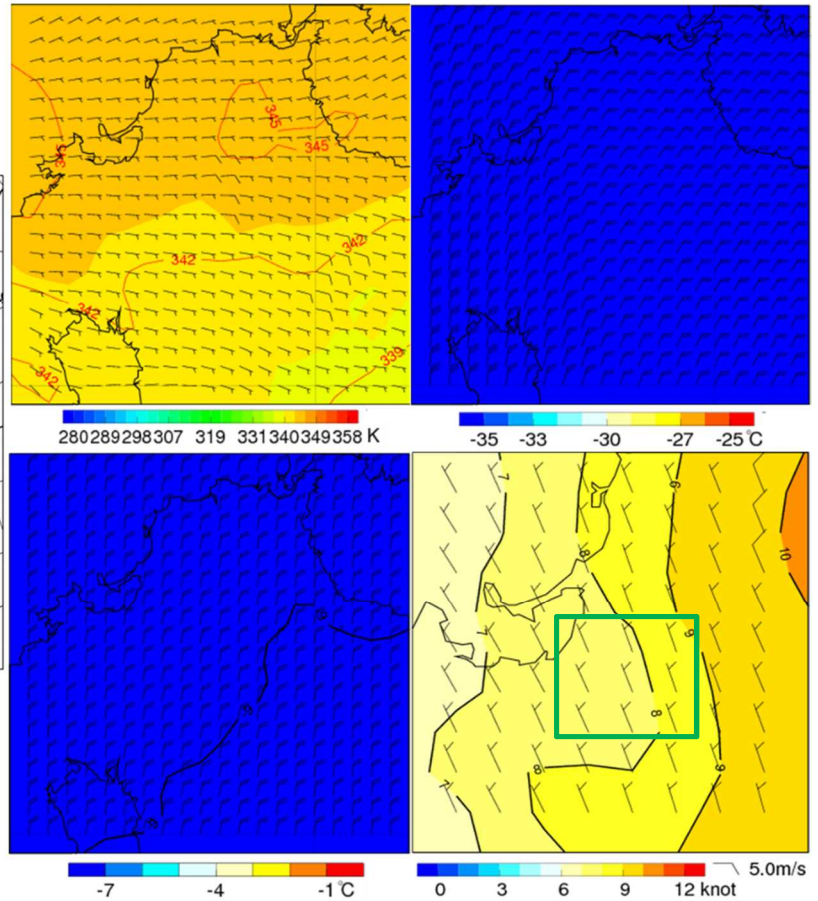
また<気象の概況>の節の④で、積乱雲が流される方向の目安となる700hPaの風は、本事例では南よりの風であったのに対し、この過去事例では北よりの7kt程度の風(緑色の枠線内)でした(第7図下段右)。

過去事例でも本事例と同様に、強い日射の影響で福岡空港周辺の山地で風の収束が顕在化し、山地で発生した積乱雲が発雷しながら移動する中で成長し、福岡平野全体に積乱雲が広がった後、平野が低温域となり積乱雲は消散しました。ただし、この過去事例では熱的低気圧が解析された位置が、空港から見て北側の三郡山地で、雷を伴った積乱雲が上空の弱い北よりの風に流されて南進して空港の上空まで移動したという違いがあります。

地上の気圧配置や上空の寒気など、大きな場としては類似点が見られる一方で、寒気の強さや地表面の昇温の度合い、熱的低気圧の位置や上空の風など細かいところでは相違点もあったことが分かります。



第 6 図 地上天気図  
2021 年 7 月 15 日 09 時



第 7 図 2021 年 7 月 15 日 09 時のメソ解析図  
上段左:850hPa の相当温度と風 上段右: 300hPa の気温と風  
下段左:500hPa の気温と風 下段右: 700hPa の風

第 1 表 高層観測の気温データ比較表  
(福岡管区气象台)

( ) 内は 2023 年 7 月 27 日 09 時との差

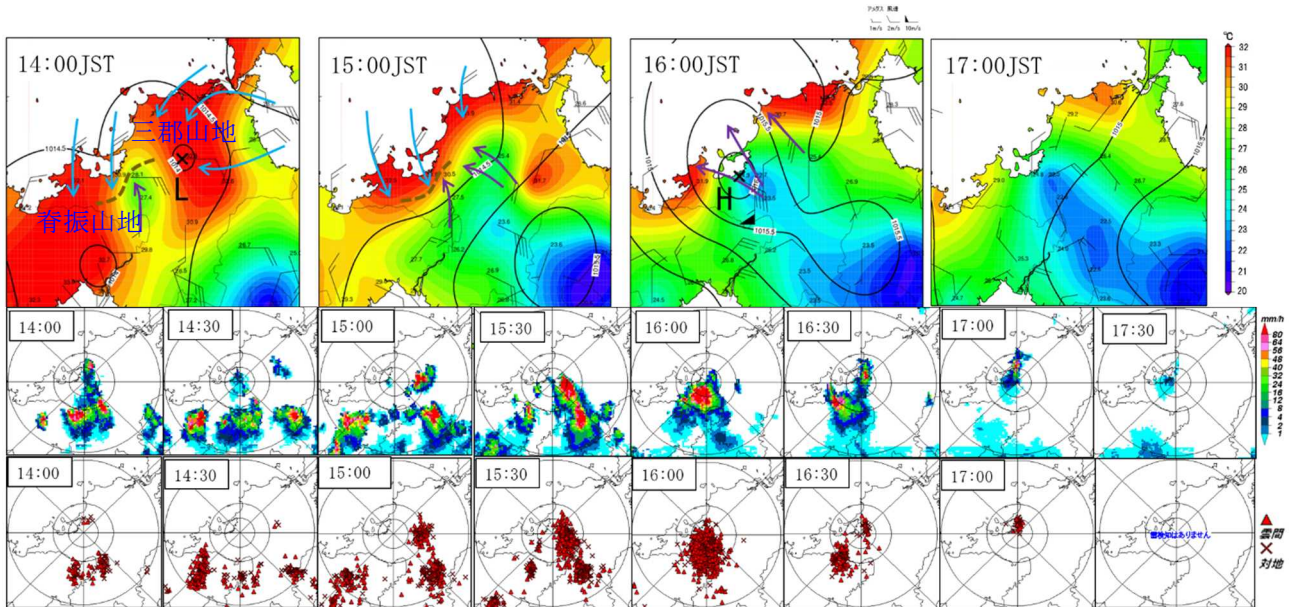
	2021/7/15_09時	2023/7/27_09時
300hPa	-36.4°C (-)	観測値なし
500hPa	-8.7°C(-2.3°C)	-6.4°C
700hPa	10.0°C(-0.7°C)	10.7°C
850hPa	17.7°C(-2.5°C)	20.2°C
地上	29.2°C(-1.5°C)	30.7°C

第 2 表

福岡空港の最高気温と周辺観測点の最高気温比較表

( ) 内は 2023 年 7 月 27 日との差

	2021/7/15	2023/7/27
博多 (福岡空港)	33.3°C(-1.8°C)	35.1°C
福岡 (福岡管区气象台)	33.8°C(-1.5°C)	35.3°C
太宰府	34.7°C(-2.4°C)	37.1°C



第 8 図 2021 年 7 月 15 日  
 上段: アメダスの風 (矢羽根)、気温、海面気圧 (実線は風の流線、破線は風の収束)  
 中段: 降水強度  
 下段: LIDEN 実況 (円の中心は福岡空港で、円は内側より空港から 10km、20km、50km)

### <統計的な考察>

2023 年 7 月 27 日の事例と過去事例を説明する中でも、いくつかの気象要素に着目しましたが、類似の条件であっても、同様に雷が発生するとは限りません。そこで、大気的不安定の目安となっている 850hPa と 500hPa の気温差と雷の発生の有無、および空港直上での雷の観測の継続時間と 700hPa の風について、調べてみました。

#### (1) 850hPa と 500hPa の気温差と雷の発生の有無との関係

調べた結果を第 9 図に示します。期間は、2023 年 7 月 1 日から 9 月 26 日までの約 3 か月で、横軸は福岡管区気象台 (福岡市中央区) における高層観測 (各日の 09 時) の 850hPa の気温と 500hPa の気温差 (以下 T850-T500) を 2°C 毎に表記しており、18-20 は 18°C 以上 20°C 未満を示します。縦軸は空港直上の雷を観測した日数 (赤色)、空港の 20km 圏で雷を観測した日数 (黄色)、雷の観測がなかった日数 (青色) の合計日数を示しています。また、雷の有無はその日の福岡航空地方気象台 (福岡空港、福岡市博多区) での第 3 表の条件に限らない雷観測の結果としています。

図から次のことが読み取れます。

- ① グラフの横軸部分では、T850-T500 が 20°C 未満では雷観測がありません。上空が暖かいと雷は発生しないと云えます。850-500hPa 間 (約 1500m-約 5500m) を湿潤断熱減率 (約 0.5°C/100m) で考えた場合、約 20°C 差となりますので、20°C 以上の差はこれに対応するものと考えられます。
- ② 一方で、T850-T500 が 24°C 以上では、雷ありが 13 例、雷なしが 12 例となっており、

この調査では発生割合は約 5 割ということになります。また、T850-T500 が 26°C 以上では対象となる日数が少ないですが、必ず雷が観測されていることがわかり、500hPa が冷たいと雷が発生しやすいと言えます。

- ③ T850-T500 が 20~24°C の範囲でも雷を観測（雷あり 15 例/雷なし 47 例）しており、単純に今回着目した 850hPa 面と 500hPa 面の気温差だけで雷の有無を判断することは難しいことが分かります。

## (2) 空港直上での雷の継続時間と 700hPa の風

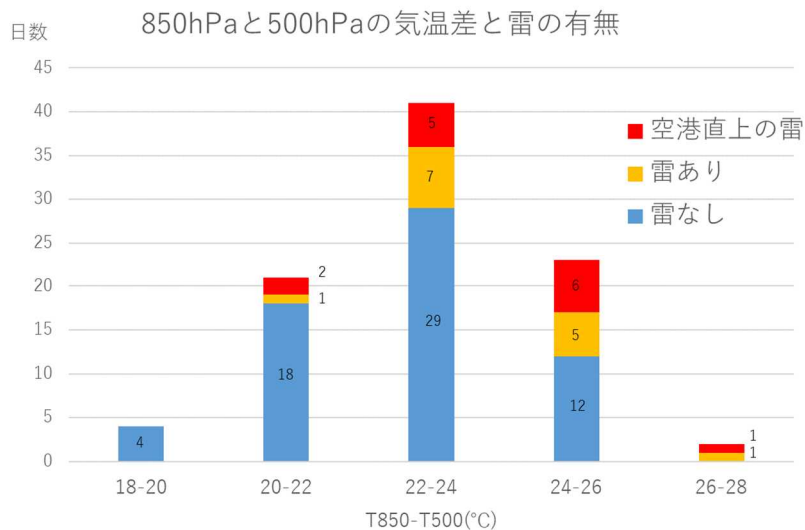
本稿では空港直上の雷の継続時間が 30 分を越えた事例として、2023 年 7 月 27 日の事例と 2021 年 7 月 15 日の事例について述べました。この 2 つの事例では積乱雲の移動する方向の目安となる 700hPa の風向が一つは南より、もう一つは北よりでした。そこで、熱雷に関して空港 5km 圏内での LIDEN の雷の検知継続時間別に、700hPa の風との関係を調べてみました。

調べた結果を第 10 図に示します。調査期間は 2016-2023 年の 8 年間、熱雷の抽出条件は第 3 表のとおりで、日照時間にも着目して日射の影響を考慮しています。雷は空港 5km 圏内で LIDEN が検知したもの、700hPa の風は、メソ解析で検知直前の時刻における福岡空港を中心とした 45km 四方の正方形の領域内の平均風向・風速としました。継続時間はプロットの色分けにより示しています。

図から次のことが読み取れます。

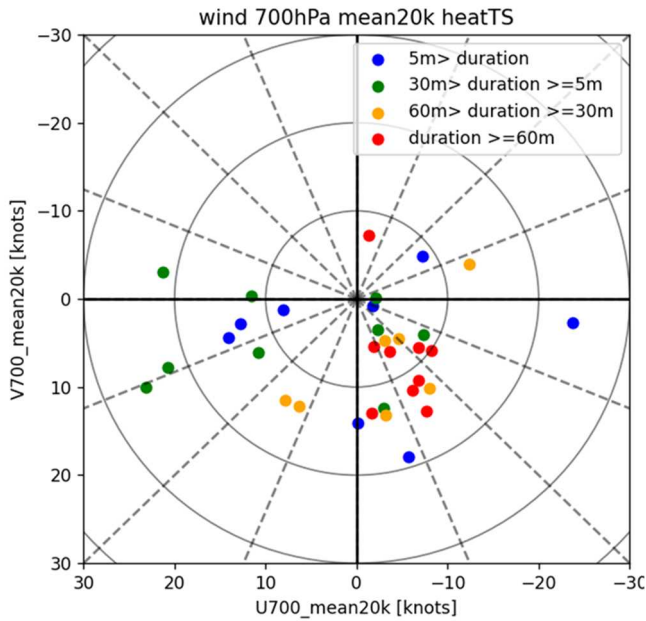
- ① 5km 圏内での LIDEN で熱雷を検知した場合、検知直前の 700hPa 面の風向は南東および西から西南西が多い。
- ② LIDEN 検知が 60 分以上続く場合には、700hPa 面で南東風が多い(北よりの 1 例は 2021 年 7 月 15 日)。

本稿で述べた 2023 年 7 月 27 日の事例は、過去にも発現している南東風事例の一つであることが分かりました。



第 9 図 福岡 9 時の高層観測の気温差による福岡空港における雷観測の有無





第3表 熱雷日の抽出条件

- ①5km圏内LIDEN検知の開始時刻が、12-21時の間である。
- ②福岡/博多/太宰府のいずれかの地点で日中の気温が30°Cを超えている。
- ③福岡/博多/太宰府の3地点とも、当日午前中(00-12時)の降水量が0mmである。
- ④当日の福岡の日照時間が、3時間以上である。
- ⑤九州の周辺（北緯30-35度、東経127.5-132.5度）に、LIDEN検知直前の地上天気図で前線/低気圧が存在しない。

第10図 2016-2023年の熱雷日における、5km圏内LIDEN検知事例について、検知直前のメソ解析で福岡空港を中心とした45km四方の正方形領域で平均した700hPa風の散布図。色分けは、5km圏内LIDEN検知継続時間を示す。

### <まとめ>

2023年7月27日の福岡空港での雷事例は、以下のような特徴があったと言えます。

- ① 地上天気図で太平洋高気圧の周辺部となり、暖かく湿った空気が流入しやすい気圧配置
- ② 上空には寒気が流入しており、大気の状態が不安定
- ③ 三郡山地と脊振山地で地上風が収束
- ④ ③で発生した積乱雲が、700hPaの東～南よりの風で福岡空港周辺へ流入

雷が発生する場所、時間を正確に予想することは難しいですが、よりの確な雷の予報が可能になるように、今後も調査を継続していきたいと思えます。