

冬の雷雲の構造と風速の関係

折田玲奈（指導教員：神山翼）

1 はじめに

全国的に見ると、雷が発生するのは8月が多いが、日本海沿岸では冬に多発する。夏期に発生する雷と冬期に発生する雷では、夏の落雷は負電荷が大地に向かって放電するのに対し、冬の落雷は正電荷が放出されるなど、性質に関していくつか異なる点がある。竹内（1978）によると、北陸地方の冬は関東地方の夏に比べて、大気の上層で風速が大きいために（図1）、冬の雷雲は水平方向に傾斜した形をしている。

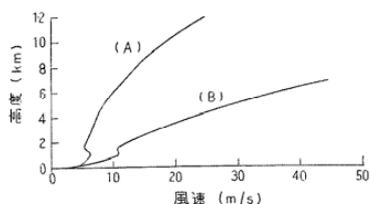


図1：関東地方（館野）の7月（A）と北陸地方（輪島）の12月（B）の平均風速

このような雷雲の構造が夏と冬の落雷の性質の違いにつながると述べている。この先行研究では、各月の平均風速を求める際に、雷が発生した日と発生していない日のデータの両方が使用されており、また衛星観測や気候モデルが精緻化される前のデータであるため信頼度は限定的である。それに加えて、夏と冬で異なる地点の平均風速が比べられている。

そこで本研究では、現代的な再解析データを用いることで、石川県金沢付近における雷が発生した日の、

- 高度と風速の関係
- 上空の平均風速
- 鉛直シア
- 季節別の鉛直シア

に関して、竹内（1978）の結果を再訪した。

2 解析手法

まず、気象庁の「過去の気象データ」の1時間ごとのデータより、石川県金沢の冬（2019年12月～2020年2月）と夏（2020年6月～8月）について、雷の発生時刻と終了時刻を得る。次に、京都大学の「NetCDF化した数値予報 GPV データ」の気圧面データより、先ほど求めた雷が発生した時間の、ジオポテンシャル高度、東西風、南北風の数値（1時間ごとの値）から、各高度における風速の大きさを求める。

風速の大きさ

$$V = \sqrt{u^2 + v^2} \quad (1)$$

u:東西風の速さ v:南北風の速さ

用いたデータ数に関しては、

- 2019年12月：8個
- 2020年1月：11個
- 2020年2月：6個
- 2020年6月：5個
- 2020年7月：10個
- 2020年8月：15個

である。ただし、得られたデータは3時間ごとの値であったため、雷が発生した時刻に最も近い時刻のデータを用いた。

3 結果

3.1 高度と風速の関係

冬の各月（12月1月2月）と夏の各月（6月7月8月）の、落雷が発生した日の、高度と平均風速の関係は以下の図のようになった。

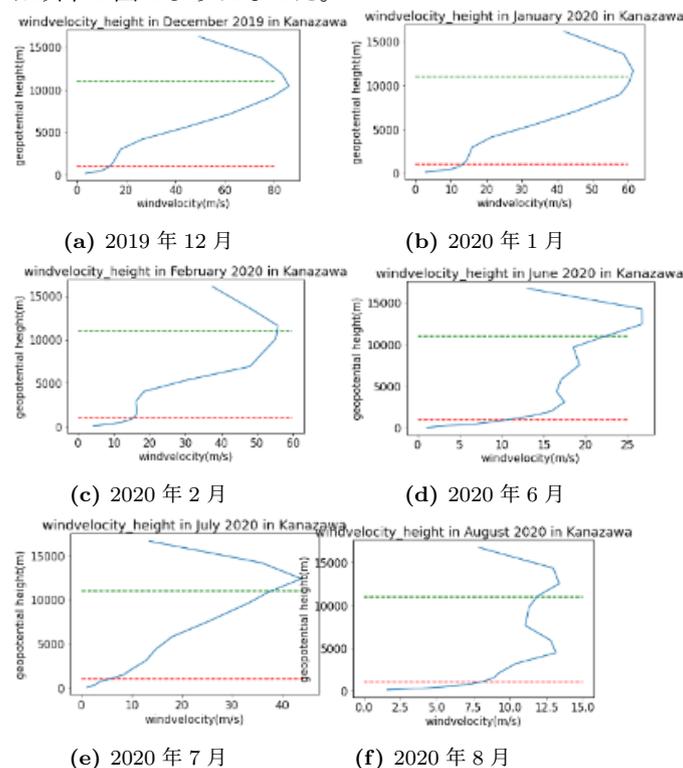


図2：各月の高度と平均風速

高度3,000mあたりの大気境界層では、どの月も風速10~20m/sであるが、その後の風速の増加の割合が冬と夏では異なる。冬には高度10,000mで風速60~80m/sの値を取っているのに対し、夏では風速10~35m/sであり、冬よりも風速の増加がだいぶ緩やかなことが分かる。

次に、冬期の平均と夏期の平均が図3である。（冬期：青線，夏期：赤線）

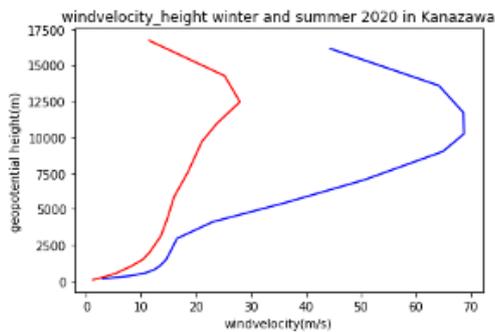


図3：夏（6～8月）の平均風速と冬（12～2月）の平均風速

対流圏（高度約 11,000 m）までを見ると、グラフの概形も、代表的な値も竹内（1978）とほとんど一致している。

3.2 上空と地上の風速の差

次に、上空と地上の風速の差に注目し、石川県周辺の冬の平均と夏の平均を描画したものが図4であり、図5では日本全体に範囲を広げた。

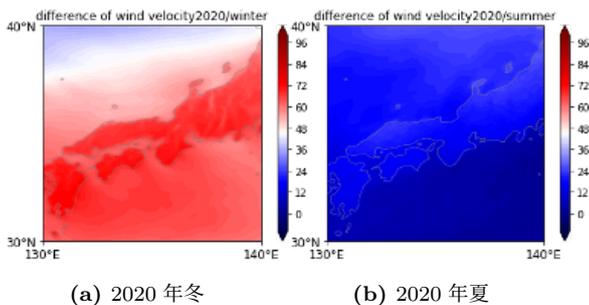


図4：夏と冬の上空と地上の風速の差の平均（金沢中心）

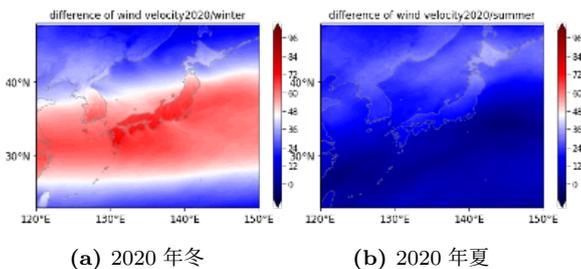


図5：夏と冬の上空と地上の風速の差の平均（日本全体）

図4の冬（左図）を見ると、金沢だけではなく、上空と地上付近の風速の差が大きいことが分かる。一方、夏の図からは、冬に比べると風速の差はかなり小さいといえる。日本全体に範囲を広げた図5の冬の図からは、北緯 30°～40° 付近に風速の差が大きい領域が横断していることが分かる。これは、日本の冬の上空では世界で最も強いジェット気流が吹いていることと関連していると考えられる。冬の日本では、北緯 40° 付近に寒帯ジェット気流、北緯 30° 付近に亜寒帯ジェット気流が吹く。このため、図4と図5のように、冬は上空と地上の風速差が非常に大きくなっていると考え

られる。

4 まとめと今後の課題

風速と高度の関係に関して、1 地点（金沢）の夏と冬を比べても、竹内（1978）との整合性が得られた。また、夏と冬の上空と地上付近の風速の差を描画することで、冬は鉛直シアが大きく、夏は比較的小さいことがわかった。これにより、夏の雷雲に比べて冬の雷雲は水平方向に傾斜した形になることを説明できる。今後の課題としては、使用したデータが 2020 年の冬と夏のみであり、データ数が少ないため、ほかの年についても同様に行い、データ数を増やし、より信頼度を得る必要がある。

参考文献

- [1] 竹内利雄, 北陸における冬季雷の研究, 電気学会雑誌 98 巻 12 号, 1978, p.1156-1159
- [2] 気象庁, 「過去の気象データ検索」, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn>
- [3] 京都大学, 「NetCDF 化した数値予報 GPV データ」, <http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jmadata/gpv-netcdf.html>