

P-47 午前の高層観測データから推測される午後の大気的不安定性

○西山浩司、神野健二、河村 明（九州大学大学院工学研究院）
 脇水健次（九州大学大学院農学研究院）

1. はじめに

太平洋高気圧の影響を受ける夏季が到来すると各地で局地的な雷雲が発生し豪雨になる場合がある。一般に午前中は晴れて、気温の上昇する午後はこのタイプの雷雲が局地的に発生する。最近では山岳域だけでなく都市域でも局地的な雷雲の発生が増加する傾向にあるため、今後このタイプの雷雲の発生を予測する重要性が高まってくるであろう。過去の多くの研究結果が示すように雷雲発生の引き金として海風前線や山岳の頂上付近などで起こる収束の効果が重要であること言うまでもない。しかし、引き金として期待される収束効果が存在しても大気がある程度不安定化しなければ雷雲の発生は難しい。一般に日射の影響を受けて地上付近の気温が増加すると大気は不安定化するが、太平洋高気圧の影響で下層に多量に蓄積されている水蒸気も大気不安定化に大きく寄与する。このように大気の安定度を推定できればアメダスから得られる収束と GPS 可降水量の観測を併用することで雷雲の発生を捉えることが一層可能になるであろう。しかし安定度を推定するために必要な高層観測（気象庁）は1日2回しか実施されていない。日中は0900JSTしか実施されないため、このままでは雷雲が発生する午後の安定度を推定することができない。そこで本研究では0900JSTの高層データから午後不安定化に密接に関係のある要素を抽出し、不安定化の推移や規模を見積もる試みを行う。一般的にしばしば用いられる方法として地上気温が増加したときに対流凝結高度（CCL）とそれに対応する地上気温（一般に対流温度と呼ばれる）を見積もる方法がある。上空に寒気が流入する状態で対流温度に達すると地上を離れたサーマルは背の高い雷雲に発達する資格を持つことになるので対流温度は雷雲発生の熱力学的指標となる。

2. 安定度の推定

一般に地上気温が増加するに従って熱、運動量、水蒸気の鉛直方向の乱流拡散が盛んになるため、温位と比湿が一樣になるような対流混合層が形成されて大気不安定化が一層促進される。このことを熱力学的に考察すると、図1に示すように地上気温の増加に従って対流混合層が発達して雷雲の発生を引き金として重要な要素である自由対流高度が低下する。さらに地上気温が対流温度に達すると地上から発した空気塊は強制上昇なしで上昇できるほどに大気は不安定化する。このような状態の対流混合層と海側から侵入してきた海風との間に海風前線帯が形成されて水蒸気が収束する。このとき不安定化した対流混合層は不規則ではあるがバンド状に持ち上げられて雷雲が発生することになる。ここでは大気の安定度を理解しやすくするため、実際の高層データを用いずに一定の気温減率を与えた大気を想定する。このような仮定をすると地上から持ち上げられた空気塊の温度は飽和するまでは乾燥断熱減率、その後の湿潤断熱減率に沿って規則的に低下するため、自由対流高度や対流凝結高度、対流温度などの安定度指標は日射の増加とともに変化する。

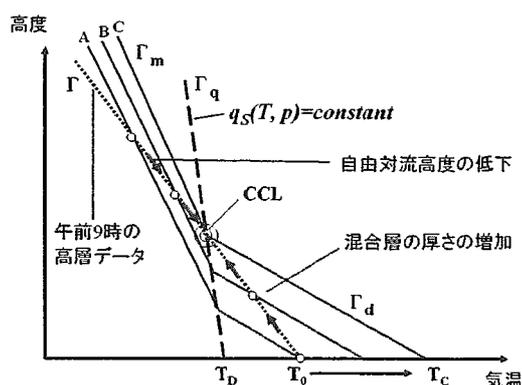


図1 地上気温の上昇に伴う大気不安定化についての模式図

る地上の気温、比湿と午前中に大気が示す一定の気温減率の関数として表現される。このとき湿潤断熱減率、一定の比湿に対する露点の温度減率を一定と仮定すれば安定度指標はさらに簡単に表現できる。

3. 結果

ここでは安定度指標として自由対流高度に着目して大気的不安定化に関する特徴を述べる。図2に示すように日射の影響で地上気温が増加するほど、また対流混合層内が湿っているほど自由対流高度が低くなるのがわかる。このことは当然のことながら大気的不安定化を意味する。さらに重要な性質が図2から読み取ることができる。即ち、大気の気温減率が大きいほど自由対流高度は低くなるが、気温増加に伴う自由対流高度の低下の割合は比較的緩やかである。一方、気温減率が小さい場合(図2b)では自由対流高度が2000mを超えるほど高いが、気温の増加に伴って急激に低下することがわかる。一例として1995年8月16日午前9時の福岡の高層データから安定度を計算してみると地上気温26.3°Cで約2600mの自由対流高度を示していたが、地上気温の増加は急激な自由対流高度の低下をもたらすことがわかった。高層データは高度1000mから2500mの間の層で0.44から0.51 K/100mの気温減率を示しており、自由対流高度の急激な低下が推測される。実際、この日には正午頃から海風前線の影響と考えられる局地雷雲が山岳部だけでなく平野部でも発生した。気温も各地で午後には30°Cを超える状態であったので北部九州では地上を発する空気塊が強制上昇の助けなく背の高い雷雲になる資格を持っていたと考えられる。

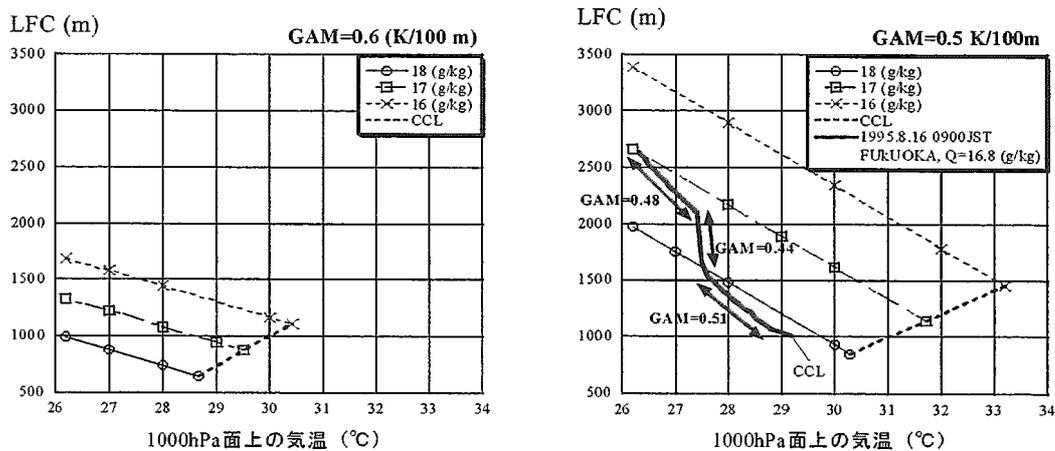


図2 地上気温の増加に伴う自由対流高度の低下

(a) 左図は気温減率を0.6 K/100mに設定 (b) 右図は気温減率を0.5 K/100mに設定. 太い実線は1995年8月16日0900JSTにおける福岡の高層データに基づいて計算された自由対流高度の低下

4. まとめ

本研究では午前の高層観測データから午後の不安定化に密接に関係のある要素を抽出し、不安定化の推移や規模を見積もる試みを行った。その結果、午後の不安定化は午前の高層データから得られる気温減率と密接にかかわっていた。この結果は午前の高層データから気温が増加する午後の大気的不安定化についてある程度推測できることを示唆する。さらに簡単な熱力学的な関係から大気的不安定化に関する有益な情報が得られることもわかった。この点については学会で詳しく説明する予定である。

キーワード : 大気の安定度、自由対流高度、対流凝結高度、対流温度、雷雲