

日本における大気安定度の長期変化傾向に関する研究

—対流抑制エネルギーと対流有効位置エネルギーの計算改善—

C215045 白石 朗光 指導教員 内藤 望 教授

キーワード：大気安定度，JRA-55，長期変化傾向，対流有効位置エネルギー，対流抑制エネルギー

1. 背景と目的

過去の先輩方[1]～[3]は，大雨発生確率の変化傾向に関連する研究を行ってきた．その結果，九州及び関東～東北の太平洋側において大雨が増加傾向という結果[1]と，同地域への海上からの水蒸気移流が増加傾向にあるという結果[2]が示された．ただし，大雨発生頻度の変化には水蒸気移流の変化に加え，対流活動の活性度変化も影響する．これに関して昨年度に大気安定度を反映する対流抑制エネルギー(CIN)と対流有効位置エネルギー(CAPE)を使用した解析が行われた[3]が，この研究では，空気塊を強制上昇させる開始高度を950 hPa面としたため，日本周辺では平均的に南方で高く北方で低い高度から上昇させているという課題が残った．そこで，本研究では空気塊を強制上昇させる開始高度を修正して，CINとCAPEの計算結果を気象庁の計算値[4]で検証した上で，CINとCAPEの長期変化傾向についてさらに詳しく調べることを目的とする．

2. 研究方法

鉛直方向に積算的に大気安定度を評価するCINとCAPEを指数として採用する．CINの値が大きいほど大気が安定で，CAPEの値が大きいほど大気が潜在的に不安定であることを意味する．JRA-55データセットを用いて1958年～2017年60年間にわたる6時間ごとのCINとCAPEを緯度経度1.25度グリッドごとに計算し，気象庁によるCIN及びCAPEの計算例[4]と比較検証する．本研究では気象庁の計算法を踏襲してCINとCAPEを算出するため，空気塊を強制上昇させる開始高度を500 m及び1000 mの高度から計算した結果と地表面から計算した結果の平均を取る．そして地域分布や季節による長期変化傾向の差異等を調べる．

3. 結果と考察

まず，本研究におけるCIN及びCAPEの計算値を気象庁の計算値[4]と比較検証したところ，大きな差を示した．これは，本研究では客観解析データを用いた計算であるのに対し，気象庁は実際のラジオゾンデ観測データを用いているためである．そして，本研究は1.25度緯度経度格子での計算で，気象庁のラジオゾンデ観測地点と空間的に一致しないことが原因の一つと考えられる．ただし昨年度[3]よりは気象庁[4]との差が縮小しており，計算精度が向上しているといえる．次に，各季節におけるCINとCAPEの地域分布を比較したところ，大気安定度の分布として一致する点もあるが一致しない点もみられた．そこで，CINとCAPEをともに反映した地域分布として，両者の差を求めて評価することにした．大気不安定度の指数としてCAPE-CINの夏季，冬季における平均分布をそれぞれ図1，2に示す．夏季には南方の太平洋上，冬季には日本海沿岸と東方の太平洋上で不安定度が高い．夏季は南方の太平洋上で大気が湿潤である影響と考えられる．また，冬季は冬型気圧配置に伴う日本海側での豪雪と東方で低気圧が停滞する影響を反映したものと考えられる．次に，大気安定度の長期的な変化傾向について調べた．CAPE-CINの夏季，冬季における長期変化率の地域分布をそれぞれ図3，4に示す．長期変化率は夏季，冬季共に，大陸と日本列島に沿うように不安定化傾向となる範囲が分布しており，

海上ではおおむね安定化傾向を示している。春季，秋季も同様な地域分布であった。これは地球温暖化の海陸差が影響しているかもしれない。すなわち，海域に比べて陸域では地表面温度の変化が大きく，大気下層の温度変化が強く大気的不安定度が增大しているということではなかろうか。なお，CAPE-CIN の長期変化率の絶対値は夏季が最大，冬季が最小であった。

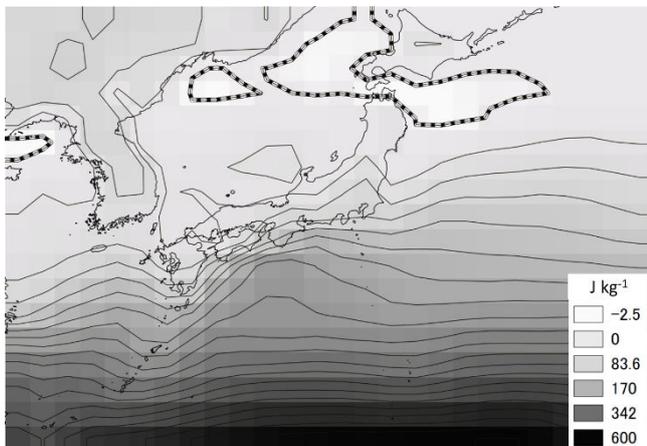


図1. 夏季（6月～8月）における
CAPE-CIN の平均分布。
等値線の間隔は 30 J kg^{-1} ，
太破線は $\pm 0 \text{ J kg}^{-1}$ を示す。

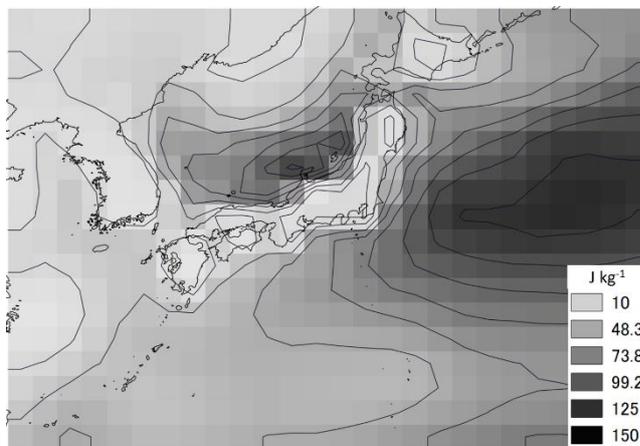


図2. 冬季（12月～2月）における
CAPE-CIN の平均分布。
等値線の間隔は 15 J kg^{-1} 。



図3. 夏季（6月～8月）における
CAPE-CIN の長期変化率分布。
等値線の間隔は $1.0 \text{ J kg}^{-1} \text{年}^{-1}$ ，
太破線は $\pm 0 \text{ J kg}^{-1} \text{年}^{-1}$ を示す。

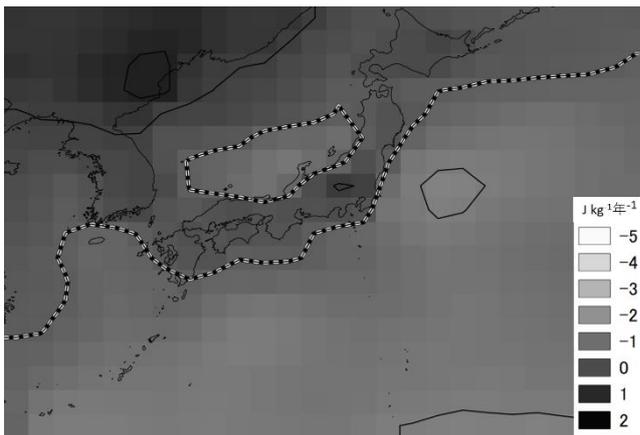


図4. 冬季（12月～2月）における
CAPE-CIN の長期変化率分布。
等値線の間隔は $1.0 \text{ J kg}^{-1} \text{年}^{-1}$ ，
太破線は $\pm 0 \text{ J kg}^{-1} \text{年}^{-1}$ を示す。

4. まとめ

本研究で空気塊を強制上昇させる高度を修正したことによって，昨年度[3]より計算精度を向上できた。しかし，気象庁[4]との比較検証は未だ満足な結果とは言い難く，さらに改善の余地がある。CAPE-CIN の長期変化率分布によると，陸域での不安定化傾向を示す結果となった。これは，温暖化における海陸差による可能性が考えられるが，今後もさらに詳しく調べていく価値がある。

引用文献

- [1] 丹俊二：最近49年間の日本全国における大雨発生確率の変化傾向に関する研究。平成22年度卒論，48pp。（2011）
- [2] 一ノ間成美：日本上空における水蒸気移流の変化傾向に関する研究。平成26年度卒論，24pp。（2015）
- [3] 川谷友香理：日本における大気安定度の長期変化傾向に関する研究。平成29年度卒論，30pp。（2018）
- [4] 気象庁：竜巻等突風データベース。 <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/>（2019/1/15 確認）