

日本における大気安定度の長期変化傾向に関する研究

—1948～2023 年 76 年間に対する JRA-3Q 解析—

CQ20041 竹内 風人 指導教員 内藤 望 教授

キーワード:大気安定度, JRA-3Q, 長期変化傾向, KI, TT

1. 研究背景・目的

近年の気候変化に伴い, 極端な豪雨災害が増える危険性が指摘されている. 当研究室の先輩による大雨発生頻度に関連する研究例によると, 九州と関東地方で大雨発生頻度が増加傾向を示す結果[1]と, 両地域へ海上からの水蒸気移流量の増加傾向であるという結果[2]が示された. 一方, 大気安定度の長期変化傾向に関する研究[3], [4]では, 用いる指標によって異なる地域分布を示し, 明瞭な結論に至っていない. そこで, 本研究では, 先行研究で未解析な指標を用いて, かつ今年度より公開され始めた最新の気象庁の第3次長期再解析データ(JRA-3Q)を利用して, 日本周辺における大気安定度の長期変化傾向を調べることを目的とする.

2. 研究方法

本研究では, 雷雨の発生確率を示す KI(K インデックス)と TT(トータルトータルズ)の二つを採用した. それぞれ下の式(1, 2)で示され, KI, TT のどちらも大きいほど大気が不安定であることを意味する. JRA-3Q データセットにある等圧面解析値を用いて, 1948～2023 年の 76 年間にわたる毎日 JST3, 9, 15, 21 時の 6 時間おきに, 日本周辺の緯度経度 1.25 度グリッドごとに KI と TT の計算をした. そして, 76 年間の経年変化に対する回帰直線の傾きを長期変化傾向として, 季節ごと(春:3～5 月, 夏:6～8 月, 秋:9～11 月, 冬:12～2 月)にその地域分布を調べた.

$$KI = (T_{850} - T_{500}) + TD_{850} - (T_{700} - TD_{700}) \dots (1)$$

$$TT = (T_{850} - T_{500}) + (TD_{850} - T_{500}) \dots (2)$$

T_X : X hPa 面の気温, TD_Y : Y hPa 面の露点温度.

3. 結果と考察

はじめに, KI と TT の 76 年間の長期変化傾向の結果をそれぞれ図 1, 2 に示す. KI と TT を算出する式の構造が似ており, 結果の地域分布はほぼ同じになると予想されたが, TT は日本のほぼ全域と周辺海域で安定化傾向(図 2 中の負値)を示しているのに対し, KI では本州に沿って微弱ながら不安定化傾向(図 1 中の正值)を示す結果となった. また長期変化率の絶対値は, TT よりも KI の方が大きくなる傾向にある. これは, KI と TT の違いである, 中層(700 hPa)の湿潤度を考慮しているか否かによる差であり, 近年, 中層(700 hPa)の水蒸気量が増えている可能性が考えられる.

続いて, KI と TT の長期変化傾向を季節ごとに解析をした. その代表として, 夏季における KI の平均値分布と長期変化率の結果を, それぞれ図 3, 4 に示す. まず九州～四国～紀伊半島～東海～関東の太平洋沿岸部および太平洋沖の南方海域で KI の値が大きく, 不安定な傾向が出ている(図 3). 南方海域では暖かく蒸発が盛んで大気が湿潤である影響, 日本の太平洋沿岸部はその湿潤な大気が山地に向かって流入・上昇しやすい影響であろう. 一方, 長期変化傾向(図 4)では, 東シナ海から本州にかけて不安定化傾向を示している. 先行研究[2]でみられたように, 温暖化に伴ってより湿潤化した東シナ海等からの水蒸気流入量が増えたことで大気不安定化が進んでいると考えられる. 日本列島沿いに不安定化傾向が相対的に強いのは, 陸面の温暖化が

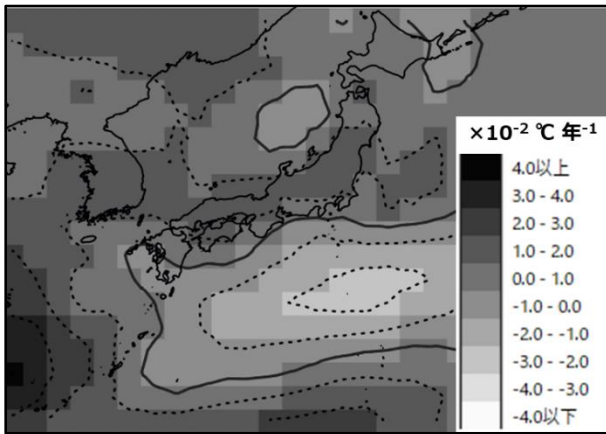


図 1. 1948～2023 年の KI の長期変化率.
等値線間隔(破線): $1 \times 10^{-2} \text{°C 年}^{-1}$,
実線: $\pm 0 \text{°C 年}^{-1}$.

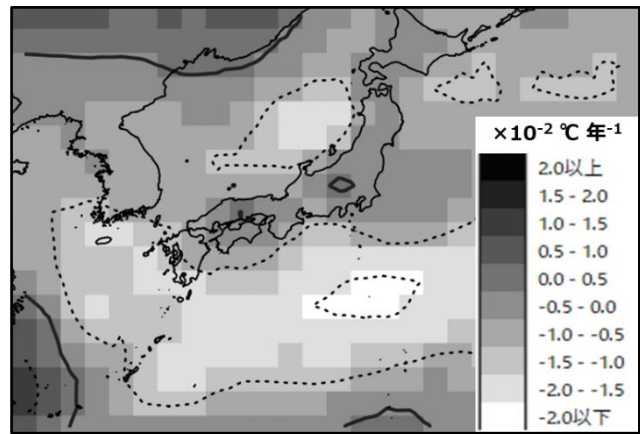


図 2. 1948～2023 年の TT の長期変化率.
等値線間隔(破線): $1 \times 10^{-2} \text{°C 年}^{-1}$,
実線: $\pm 0 \text{°C 年}^{-1}$.

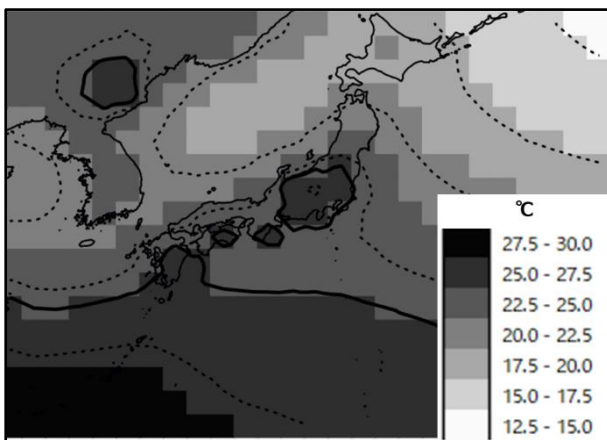


図 3. 1948～2023 年の夏季における KI の平均値
分布. 等値線間隔(破線): 3°C .

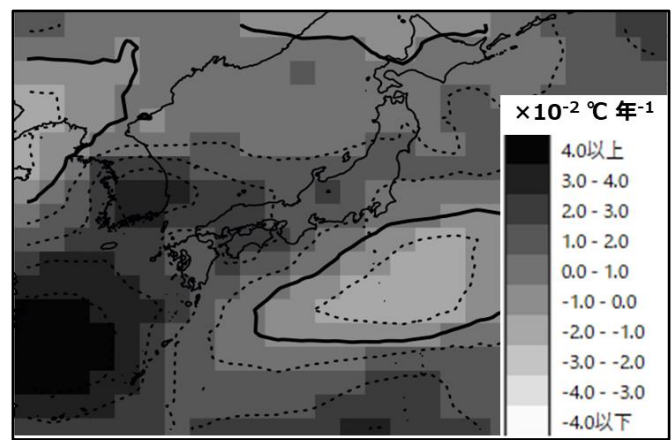


図 4. 1948～2023 年の夏季における KI の長期変化率.
等値線間隔(破線): $1 \times 10^{-2} \text{°C 年}^{-1}$,
実線: $\pm 0 \text{°C 年}^{-1}$.

進んで鉛直方向の気温高度減率が大きくなっているせいかもしれない。

最後に、4つの時間帯について比較したところ、日射が最も強い 15 時において、KI が大きく、大気が最も不安定となる様子が確認できた。そして長期変化傾向としては、どの時間帯も陸域の不安定化傾向、海域の安定化傾向という、明瞭な海陸差がみられた。これは大気の湿潤化よりも陸面の加熱による寄与が考えられる。

4. まとめ

KI と TT の 2 種類の大気安定度指数の長期変化傾向を算出したところ、KI の方がより不安定化している傾向を示した。これは、中層(700 hPa)に水蒸気が増加した影響ではないかと考えた。KI と TT を比較すると、KI の方が考慮しているプロセスが一つ多い分、有意性が高いと思われるが、どちらも特定の等圧面に限定した計算であるため、あくまで大気安定度を簡便に示す断片的な指標に過ぎない。今後は、特定の等圧面に限定せず、鉛直方向に連続して評価できる大気パラメータを用いて、解析と考察を進めることが望まれる。

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. H22 年度卒論, 47pp. (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. H26 年度卒論, 24pp. (2015)
- [3] 藤井芳樹:日本における大気安定度の長期変化傾向に関する研究. H28 年度卒論, 22pp. (2017)
- [4] 白石朗光: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—. H30 年度卒論, 31pp. (2019)