

第Ⅱ部門

近畿地方におけるゲリラ豪雨発生頻度の将来変化のメカニズム解析

京都大学工学部

学生員 ○橋本 郷志

京都大学防災研究所

正会員 中北 英一

京都大学大学院工学研究科

学生員 森元 啓太郎

京都大学大学院工学研究科

学生員 小坂田 ゆかり

1. 研究の背景と目的

近年豪雨による災害が頻繁に報告される．その一つに 2008 年神戸都賀川での水難事故をもたらしたゲリラ豪雨による災害がある．ゲリラ豪雨とは，突如発生・発達する積乱雲がもたらす局地的な豪雨のことであり，都市域の小河川の水位の急上昇などをもたらすため，人命に被害を及ぼす危険性がある．一方で，地球温暖化による気候変動によってこのような豪雨の発生頻度が将来変化するとされている．中北ら(2017)は 5km 解像度領域気候モデル RCM05 を用いて，近畿地方では 8 月下旬にゲリラ豪雨発生頻度が将来増加することを示した．また，Takemi et al.(2012)は，将来気候において水蒸気量の増加が大気場を不安定化させることを示した．本研究では，RCM05 を用いて，中北ら(2017)が示したゲリラ豪雨発生頻度増加のメカニズムを解明することを目的とする．RCM05 には現在・将来気候ともに 20 年間のデータがあり，将来気候については海面水温によるアンサンブルが 4 つ(c0～c3)がある．また 1500 JST のデータを用いる．

2. 大気安定化と下層水蒸気量増加のトレードオフ

図 1 に示すように 8 月の近畿地方では，将来気候において気温減率が 1%有意に減少すなわち安定化し，下層水蒸気量が 1%有意に増加していた．次に図 2 のように気温減率と下層水蒸気量によって決定される大気不安定度指標の一つである SSI の将来変化をみると，8 月下旬において SSI が将来気候のすべてのアンサンブルで有意に減少すなわち不安定化していることがわかった．ここから，将来気候の 8 月下旬において下層水蒸気量の増加の効果が大気安定化の効果よりも卓越し，大気を不安定化させたことがいえる．ここでは将来変化の有意性を評価するために，帰無仮説を「現在と将来で平均値に差が無い」とした片側 t 検定を，有意水準 5%と 1%で行っている．

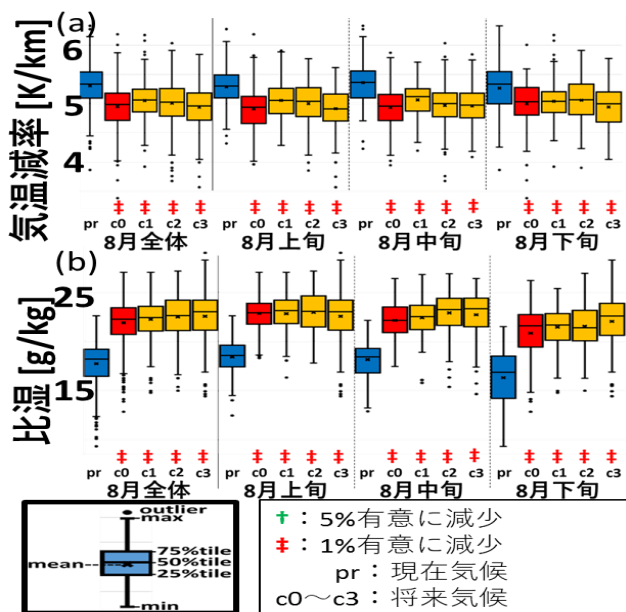


図 1 (a) 850-500hPa 間の気温減率, (b) 850hPa 比湿, の箱ひげ図

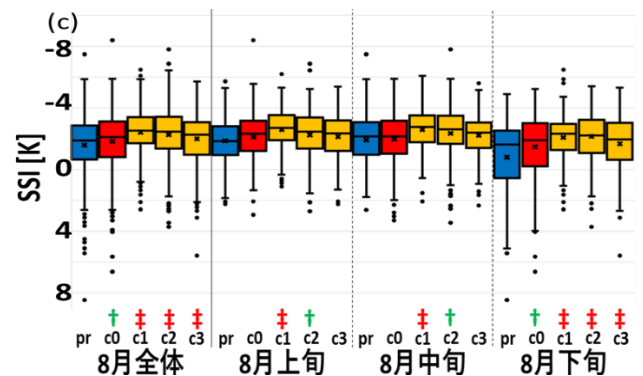


図 2 SSI 陸域最小値の箱ひげ図

図中の文字・記号は図 1 と同じ

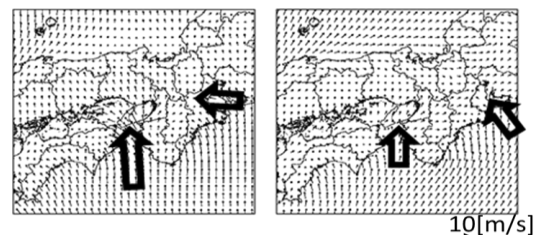


図 3 将来気候 c0 の 8 月下旬に増加した地上風系

Goshi HASHIMOTO, Eiichi NAKAKITA, Keitaro MORIMOTO, Yukari OSAKADA

hashimoto.goshi.47m@st.kyoto-u.ac.jp

3. 下層水蒸気量増加の原因

8 月下旬における近畿地方での下層水蒸気量増加の原因を解析する。水蒸気を増加させる要因である水蒸気フラックスを比湿と風成分に分解して、中北ら(2018)と同様に SOM を用いてそれぞれクラスター分類し、その将来変化をみた。その結果、8 月下旬において図 3 に示すような南方海上から近畿地方に向かう地上風系の頻度が増加することがわかった。さらに、SOM による解析により、図 3 のような南寄りの風系は含みうる水蒸気量が比較的多いこともみられた。このことは太平洋側の方が日本海側よりも海面水温が高く、蒸発量も大きいと推測できることと整合的である。以上から、将来気候の 8 月下旬において南からの水蒸気フラックスが増加することが、近畿地方の下層水蒸気量の顕著な増加の大きな要因であるといえる。

4. ゲリラ豪雨生起日と SSI の対応

図 2 で示した SSI の不安定化は、ゲリラ豪雨発生日・非発生日の両方に当てはまる。そこで中北ら(2017)が示した 8 月下旬におけるゲリラ豪雨発生頻度増加との対応をより詳細に解析する。図 4 に示すように、SSI が -4 [K] 以下になるとほとんどゲリラ豪雨発生日が対応し、SSI が 1 [K] 以上になるとほとんどゲリラ豪雨非発生日が対応することがわかった。図 4 には示していないが、将来気候の他のアンサンブルについても同様である。そこで、SSI が -4 [K] 以下の日を不安定日、-4~1 [K] の日を中立日、1 [K] 以上の日を安定日として、8 月下旬におけるそれぞれの日数の将来変化をみた。その結果、図 5 に示すように不安定日、中立日の日数は将来気候の全てのアンサンブルにおいて増加し、安定日の日数は c0 では微減、c1~c3 では減少していることがわかった。加えて、ゲリラ豪雨発生日にも非発生日にもなりうる中立日でも、将来気候においてはゲリラ豪雨発生日となる割合が高くなることが明らかとなった。さらに、SOM 上で類似した地上比湿と地上風系をもつと分類された不安定日と中立日の違いは、中層(500hPa 付近)の気温の違いにあることも明らかとなった。すなわち、同じ下層水蒸気量と地上風系であっても、不安定日は中層の気温が中立日より低く、寒気の流入がみられることが明らかとなった。

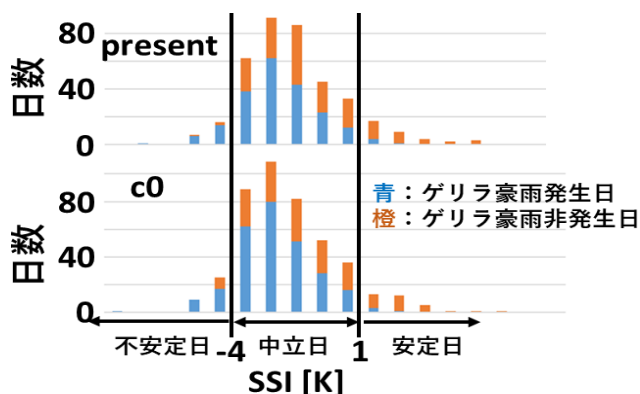


図 4 8 月全体の SSI 陸域最小値のヒストグラム

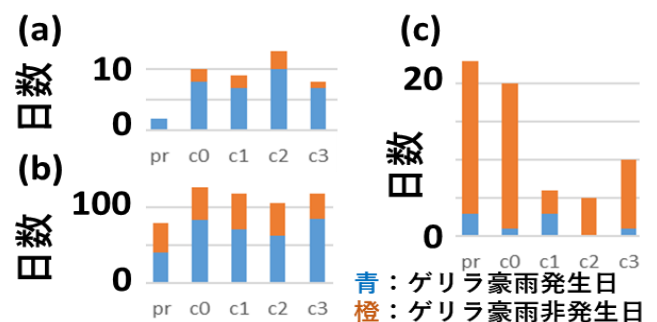


図 5 8 月下旬の (a) 不安定日, (b) 中立日, (c) 安定日の

20 年間の合計日数

5. 結論と今後の課題

以上の解析から、中北ら(2017)が示した近畿地方の 8 月下旬におけるゲリラ豪雨発生頻度増加の原因は、将来気候において気温減率が減少する(すなわち大気が安定化する)にもかかわらず、下層水蒸気量増加が大気を不安定化させ、ゲリラ豪雨の発生しやすい場が増加したことにあるといえる。また、8 月下旬における下層水蒸気量増加については、南方海上から近畿地方へ水蒸気が流入する頻度が増加することが大きな要因であることが明らかとなった。さらに、同じような下層水蒸気量でも SSI が強く不安定になる原因は、中層への寒気の流入であることが示唆された。今後は中層への寒気の流入や、8 月下旬において南風の風系が増加する原因について詳しく解析する。

参考文献

- 1) 中北英一ら(2017) : 5km 解像度領域気候モデルを用いたゲリラ豪雨生起頻度の将来変化推定, 水工学論文集, 第 61 巻, pp. I_133-138.
- 2) Takemi, T., et al. (2012): A Regional-Scale Evaluation of Changes in Environmental Stability for Summertime Afternoon Precipitation under Global Warming from Super-High-Resolution GCM Simulations: A Study for the Case in the Kanto Plain, *Journal of Meteorological Society of Japan*, Vol. 90A, pp. 189-212
- 3) 中北英一ら(2018) : 気候変動に伴う梅雨期集中豪雨と大気場の将来変化に関するマルチスケール解析, 水工学論文集, 第 62 巻(印刷中).