

LES を用いた波動が生起する線状対流系の勃発メカニズムの解明
 Outbreak Mechanism Identification of Line-Shaped Convective Systems
 Caused by Waves Using LES

○山口弘誠・河谷能幸・中北英一

○Kosei YAMAGUCHI, Yoshiyuki KAWATANI, Eiichi NAKAKITA

Line-shaped convection systems have caused great damage in recent years. While the maintenance mechanism have been elucidated in detail, the outbreak mechanism is still unexplained. First, using Cloud Resolving Storm Simulator, we conducted a present experiment and found that there were waves when the line-shaped convective system. Then, using Large Eddy Simulation, we conducted a numerical experiment. As a result, self-organization occurred, and we analyzed the outbreak of the rain area. It turns out that air with low potential temperature propagated from Awaji Island to Mt.Rokko. It can be said that this air could push up the air in the south of Mt.Rokko. In the future, we will conduct sensitivity experiment to investigate the effect of Awaji Island and Mt.Rokko.

1. はじめに

近年、日本では線状降水帯と呼ばれる豪雨災害が増加している。特に、バックビルディング現象により自己組織化を伴う線状降水帯のことを本研究では線状対流系と呼び、本研究の対象とする。線状対流系がもたらす豪雨は線状の強雨域が比較的長時間同じ場所に留まることで、中小河川の氾濫等の大規模な被害をもたらす。その例として、2012年8月に近畿地方で発生した宇治豪雨が挙げられる。宇治豪雨においては死者2名、建物全壊31件、半壊169件、床上床下浸水合わせて2,076件が報告されており、大きな被害をもたらされた。その他に2012年京都亀岡豪雨、2014年広島豪雨、2017年九州北部豪雨においても同じく線状対流系豪雨によって大きな被害が発生しており研究面だけでなく社会からも大きな関心が集まっている。

停滞し上記のような大きな被害をもたらす線状対流系にみられるバックビルディング現象は、維持機構そのものであり詳細に解明されている。発達した積乱雲は地表に降水をもたらす際、雨水の蒸発に伴う潜熱の吸収や摩擦によって下降流を同時に発生させる。やがて下降流は地表に到達し、周囲の風速場によって収束域が現れることで、再び上昇流を引き起こす。このとき積乱雲の進行方向の反対側で収束域が生じると、再び同じ場所で雨域が発達する。これを繰り返すことで、同じ場所とどまり続ける。これを自己組織化と呼ぶ。

一方で、線状対流系がいつどこで勃発するのか詳しく解明されておらず、発生予測は大変困難なものとなっている。そこで、本研究では2012年8月の宇治豪雨を対象に、線状対流系の勃発は必然性と偶然性のどちらの性質を強く持つか明らかにすることを目的として、RANSよりも乱流を正確に計算できるLESを用いて線状対流系の勃発に対する波動の寄与を検討した。

2. 雲解像モデル CReSS による再現実験

2.1 目的と計算設定

2012年8月14日に発生した宇治豪雨を対象とし、雲解像モデル CReSS を用いて再現実験を行った。その目的は、(1)RANSによる再現結果の確認、(2)注目すべき領域及び物理変数の決定、(3)LESでの計算時に境界初期条件として用いるためのデータの取得の3つである。

初期値及び境界値には2012年8月14日の0時を初期値とした気象庁メソスケールモデル(MSM)の3時間ごとの予報値を用いており、水平解像度は水平方向には1km、鉛直方向には平均250mとした。

2.2 計算結果

再現実験の結果、**図1**に示すように線状対流系の自己組織化が発生した。そこで、線状対流系に沿う断面 A-A'での温位の分布を**図2**に示す。その結果、線状対流系が発生している時間帯では、温

位分布に大きな波動が存在していることが分かった。したがって、線状対流系の生起に対して波動の効果が存在するのではないかと考え、LESを用いた計算では波動に着目することとした。

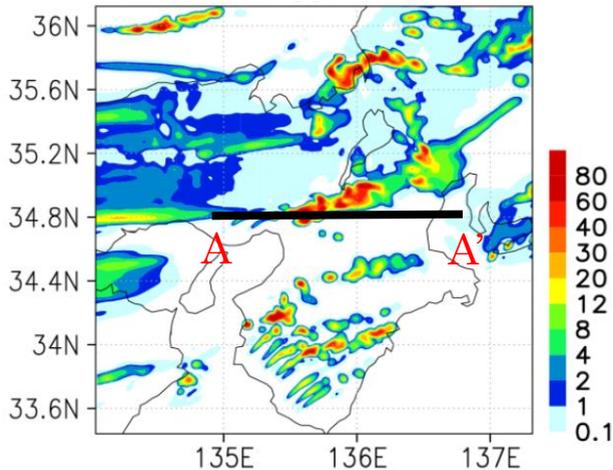


図1 CRSSによる降雨強度[mm/h]の再現

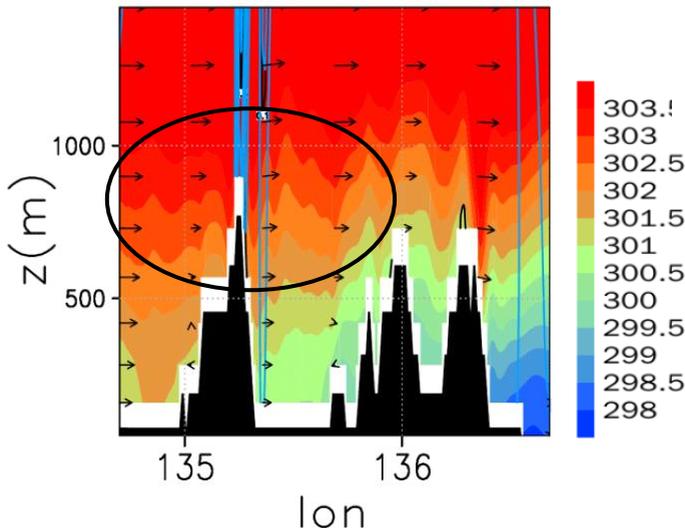


図2 図1の断面A-A'における温位[K]の分布

3. LESを用いた数値実験

3.1 計算設定

地形の条件として、国土地理院の基盤地図情報のうち、10mメッシュの数値標高モデル(Digital Elevation Model: DEM)を用いて標高データを作成した。計算格子の間隔は水平方向には480m、鉛直方向にストレッチさせ、32~480mとした。格子数は東西、南北、鉛直方向の順に375×198×75をとり、計算領域を設定した。時間積分間隔として、音波に関連する項の計算を $\Delta\tau=0.24[s]$ とし、それ以外を $\Delta t=1.2[s]$ とした。境界条件は西及び南側を流入境界、東及び北側を放射境界とした。また、境界初期条件及び地表面温度についてはCRSSの出力値を修正したものを用いた。

3.2 結果

以上の設定で計算を行った結果、大きな線状対流系は発生しなかったものの、小さな領域でバックビルディング現象が発生して雨域が存在したため、自己組織化が発生しているとみなしてその雨域の発生と波動の関係について解析した。その結果、図3に示すように、淡路島からの温位の小さい空気が波動として伝搬し、六甲山の南側へ到達していたことが分かった。この空気が存在することで、実際の地形よりも高い高度へと空気が持ち上げられ、六甲山頂だけでなく六甲山の南でも降雨が発生する可能性があることが考えられる。

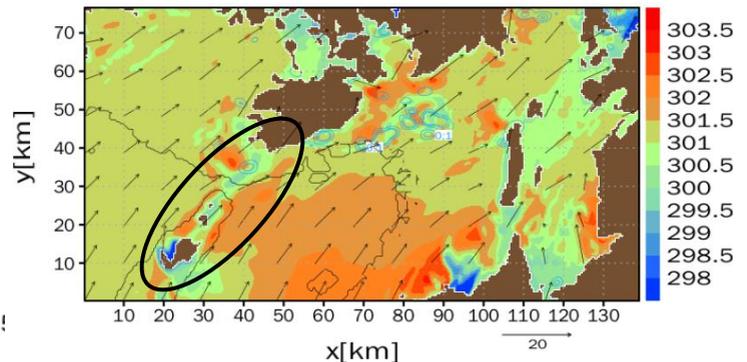


図3 LESにより得られた温位[K]の水平分布

4. 結論

本研究では、淡路島の影響によって六甲山南側での空気の持ち上げが強化される可能性が示され、線状対流系の発生について必然性の性質が見られた。今後、六甲山や淡路島といった地形の影響を確認する感度実験を行い、必然性についてさらに解析を進める。その一方で線状対流系発生に偶然性があるのか明らかにするための解析も行っていく。

参考文献

- 1) 宇治市：平成24年8月13日・14日京都府南部地域豪雨災害記録集，
<https://www.city.uji.kyoto.jp/uploaded/attachment/1101.pdf>, (閲覧日:2021年1月21日)
- 2) 山口弘誠・高見和弥・井上実・中北英一(2016): 豪雨の「種」と捉えるための都市効果を考慮するLES気象モデルの開発, 土木学会論文集, B1(水工学), 第72巻, pp. I_205- I_210.
- 3) Tsuboki, K. and A. Sakakibara (2002): Large-Scale Parallel Computing of Cloud Resolving Storm Simulator, *High Performance Computing*, Springer, pp. 243-259.