

2008 年神戸都賀川豪雨の LES 実験と風速場操作による気象制御  
 LES of the Guerrilla Heavy Rainfall at Toga River, Kobe, 2008 and Meteorological Control by  
 Intervention in Wind Speed Field

○山口弘誠・西村太一・中北英一

○Kosei YAMAGUCHI, Taichi NISHIMURA, Eiichi NAKAKITA

Guerrilla Heavy Rainfall have caused great damage in recent year. And the scale of it will become stronger under the climate change. So, it is important to understand how it generate and develop in detail. As part of this, we focus on the Guerrilla Heavy Rainfall at Toga River, Kobe, 2008. First, using Cloud Resolving Storm Simulator, we conducted a present experiment and found cold outflow from the precipitation area we could reproduce. Then, using Large Eddy Simulation, we conducted a numerical experiment. In the future, we will conduct sensitivity experiment to investigate the mechanism of this case. On the other hand, we are interested in how to control intensifying Guerrilla Heavy Rainfall by intervening wind speed field. So, in Large Eddy Simulation, we will make wind in the specific grid stronger and see its effect on occurrence and development of the Guerrilla Heavy Rainfall.

### 1. はじめに

近年、日本では局所的豪雨（ゲリラ豪雨）と呼ばれる豪雨災害が増加している。ゲリラ豪雨は時間・空間スケールの小さい豪雨であるため予測が困難であるため、避難や対策が間に合わず、被害が発生・拡大してしまう。その例として、2008年7月28日に神戸市都賀川で発生したゲリラ豪雨は、短時間で河川流量が増大し、5名の人命が失われる悲惨な事故になった。この豪雨災害をきっかけとし、ゲリラ豪雨の予測に関して、これまで気象レーダーや観測で積乱雲発生後に雲中の上空で降水粒子が生成される段階である豪雨のタマゴ、またタマゴからの成長時に焦点を当てた研究が行われてきた。また数値実験では豪雨の種という豪雨のタマゴの起源に関する研究が行われ、積乱雲が降水粒子を生成する前までの段階のメカニズムが解明されてきた。本研究ではこの都賀川豪雨を対象とし、山口ら（2016）が開発した LES モデルを用いて解析する。また、激甚化する豪雨災害の被害を抑えるということは社会からの関心が大きく集まっている。これを受け本研究では図1に示すような渦管の立ち上がりから発達に風速場を操作することによってどのような影響が出るのかを LES モデルを用いて解析する。また、本研究で LES を用いるのには、LES が乱流を格子スケールで陽に解くことができるため、RANS よりも乱流を正確に計算できるという特徴があるからである。

### 2. 雲解像モデル CReSS による再現実験

#### 2.1 目的と計算設定

2008年7月28日に発生した都賀川豪雨を対象に、CReSS を用いて再現実験を行った。その目的として、(1)RANS による再現結果の確認、(2)注する領域と物理変数の決定、(3)LES での計算時に初期・境界条件として用いるためのデータ取得の3つである。初期・境界値には2008年7月28日の12時を初期値とした気象庁メソスケールモデル(MSM)の3時間ごとの解析値を用いており、水平解像度は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2に示すような降水帯が発生した。国土交通省レーダーで観測されたような降水強度には達していなかったが、この降水帯は都賀川に豪雨をもたらした降水セルが発生する以前から六甲山北側に存在していた降水帯であると考えた。草開ら(2011)にあるように、この降水帯からの冷氣外出流と瀬戸内海からの南西風が都賀川に豪雨をもたらす降水セルの発達に効いているので、LES 計算ではそれらに着目することにした。

### 3. LES を用いた数値実験の計算設定

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、

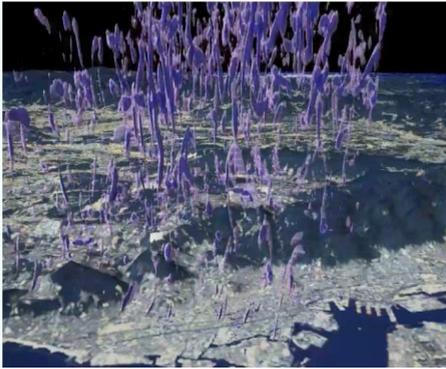


図 1 渦管の立ち上がり(山口ら(2019)より引用)

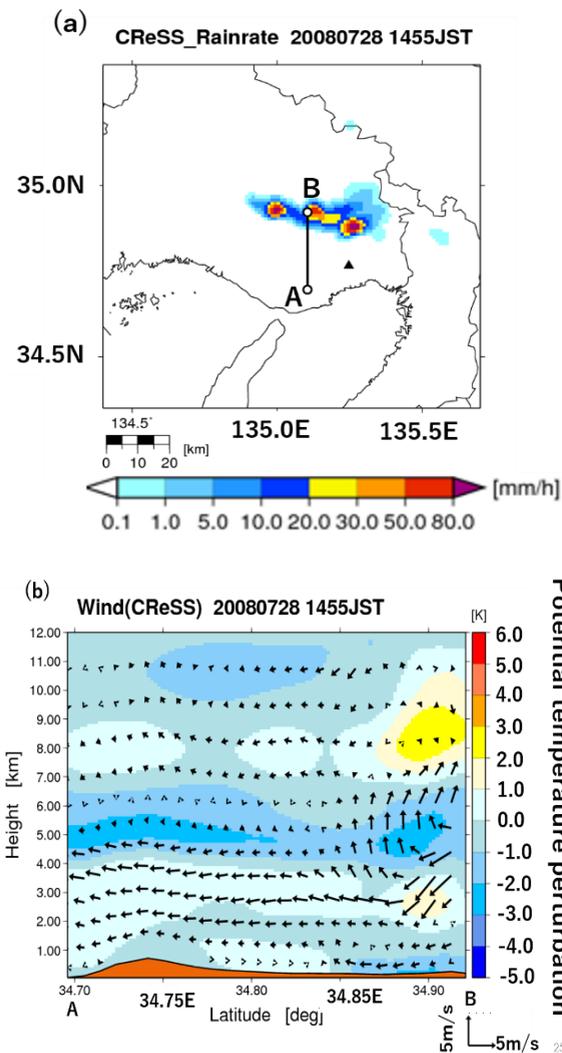


図 2 (a)CReSS による降水強度[mm/h]と (b)A-B 断面での温位偏差[K]と風速の再現

鉛直方向には 32~480m となるようストレッチさせた。格子数は東西, 南北, 鉛直の順に  $102 \times 73 \times 75$  とした。図 3 に計算領域を示す。陰影は標高を示す。時間積分間隔として, 音波に関する項の計算を  $\Delta \tau = 0.06[s]$  とし, それ以外を  $\Delta t = 0.3[s]$  とし

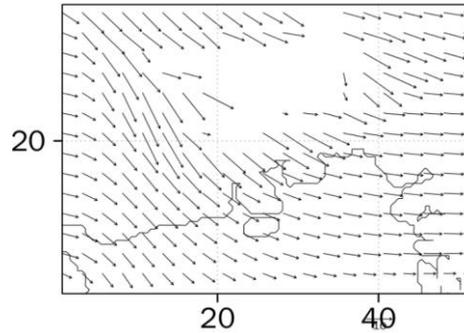


図 3 LES モデルによる数値実験での計算領域基本場の西風に北風が流入する様子

た。境界条件は東と南を放射境界, 西と北を流入境界とした。また, 初期・境界値および地表面温度については CReSS の出力値を修正したものを用いた。また, これらの計算結果を用いてゲリラ豪雨の発生・発達箇所に対して風速場を制御することでどのような影響が出るのかを検証するために特定の数か所の格子上で東西風または南北風を増幅させた。また, 本研究では瀬戸内海からの西風が吹いている中で, 北側から冷氣外出流が衝突するということを表現するために境界値を時間変化させるスキームを新たに開発した。これにより初期値に与えた風速と境界に与える風速の乖離が小さくなり, 計算が安定的に回ることが期待され, 今後の LES モデルによる数値実験に活用できる。

#### 4. 結論

3 章で述べた計算設定による数値実験は現在行っている段階にあるため, 詳細な解析結果等は発表当日にお見せする。ゲリラ豪雨の発生過程に着目した解析や, 風速場操作による像風がその発達過程に及ぼす影響に着目した解析を行う。

#### 参考文献

- 1) 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.
- 2) Tsuboki, K. and A. Sakakibara (2002): Large-Scale Parallel Computing of Cloud Resolving Storm Simulator, *High Performance Computing*, Springer, pp. 243-259
- 3) 草開浩・小山芳太・金森恒雄・瀬古弘(2011): 2008 年 7 月 28 日近畿地方を南進した線状降水帯と都賀川での大雨について, 天気, 第 58 巻, pp. 3-20