

(別紙様式 7 - 2)

## 豪雨現象に対する気象・気候シミュレーションにおけるアンサンブル計算の適用

Ensemble calculations on weather and climate model simulations for heavy rainfall events

若月泰孝 茨城大学・理工学研究科 (理学野)

### 研究目的

豪雨などをターゲットにした気候変化予測や気象予測は、雲降水システムを表現可能な雲解像モデルによる数値シミュレーションによって実装される。近年、これらの予測において、予測の不確実性を定量化することの重要性が増してきた。本研究の目的は、雲解像モデルによる気候・気象予測のアンサンブル予測計算を行い、これらの予測の不確実性を定量化することである。

気象学的研究においては、今年度は線状降水帯の形成にかかわる数値実験をアンサンブル数値実験に基づいて実施した。特に、地形のない下層大気環境で、どのような場合に線状降水帯が形成されるのかを、様々に大気環境や初期擾乱を与えて数値実験を行いメカニズム解明に結びつけた。気候変化予測においては、複数の特定の豪雨事例に焦点を当てて、その豪雨事例が地球温暖化した将来の環境(環境温度の上昇を仮定する)において、発生したと仮定した場合の計算を行った。そして、再現実験と比較することでその影響がどの程度の大きさになるのかを評価した。この方法を疑似温暖化法という。これにより、不確実性を考慮した豪雨事例の気候変化影響を推定することが可能になった。また、水害リスクがどの程度変化するかを、河川流出氾濫モデルを併用することによって見積もった。

### 研究方法

気象学的研究においては、擾乱や地形のないフラットな大気環境を模して、その中で線状降水帯がどのように発生するのかを、数値実験でのアンサンブル計算に基づいて調査した。研究代表者が開発したALB法という手法で、積乱雲の初期構造を様々なパターンで発生させ、その後の降水システムの変化を調べた。また、大気の鉛直構造を様々に変化させた。

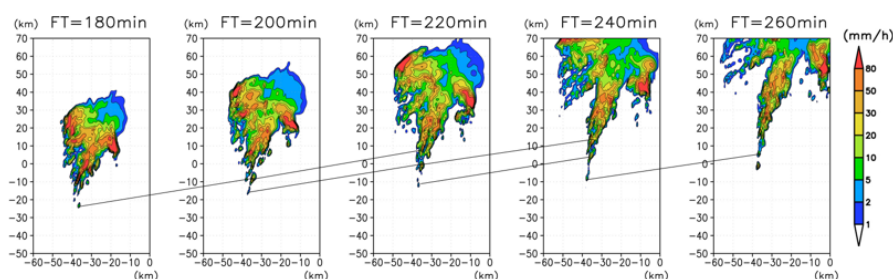
気候学的研究においては、令和元年東日本台風や平成30年西日本豪雨、平成29年7月九州北部豪雨を対象として、雲解像大気モデル再現計算を行った。そののち、気温と水蒸気の鉛直構造を疑似温暖化法という方法で将来の大気環境を模したものに置き換えた。すなわち、観測された3つの事象が、産業革命以降2°Cおよび4°C気温上昇した将来環境で襲来した場合に起こる降水の気候応答を調べることに相当する。また、これらの降水データを河川流出氾濫モデル(RRIモデル)による流出氾濫計算に利用し、将来環境での水害リスク推定に用いた。

### 研究結果

気象学的研究(若月ほか2022; 小林と若月 2022)においては、100km程度の大きさの大気下層の収束循環を人為的に組み込んだ場合、または、それと同等の下層収束循環が、その前に非常に不安定な大気環境下で発生した積乱雲群にともなう非断熱加熱による低圧化によって生じた場合に、その下層収束循環の維持に対応するように風上側に積乱雲が断続的に生成し、線状降水帯を形成した。図は、塊状の降水システムの風上側(下側)に線状降水

システムが形成されている。なお、ALB法は、はじめの積乱雲を形成する際に用いられた。

気候学的研究（佐藤と若月 2022）においては、3つの豪雨事例に対して、降水量の変化率を表に示す。この結果、いずれのケースでも、降水量は4℃上昇のシナリオでより大きく増加し、増加率は水蒸気の増加効果（2℃で約8%、4℃で約26%）と等しいか、それよりも大きかった。特に降水量の増加は、令和元年東日本台風と平成29年7月九州北部豪雨で大きく、それは、地形による降水強化と、線状降水帯数増加に関係していることがわかった。この数値計算結果を利用して、RRIモデルで茨城県内の河川における水害リスクの増強について調べた。那珂川流域では、特に4℃上昇シナリオで流量や水位、浸水深の増加が顕著であることが示された。ピーク流量の増加率は降水量の増加率より大きく、上流域の山地での降水量増加が、水害リスクの増強に非常に大きく影響を与えていた。



図：線状降水帯の仮想数値実験の一例で、降水強度分布の時間変化。

表：3つの豪雨事例における将来環境での降水量の増加率

	昇温	降水量増加率
令和元年東 日本台風	+ 2℃	+ 9%
	+ 4℃	+ 29%
平成30年7月 豪雨	+ 2℃	+ 8%
	+ 4℃	+ 26%
平成29年7月九 州北部豪雨	+ 2℃	+ 14%
	+ 4℃	+ 44%

#### 引用文献

佐藤未笛, 若月泰孝, 2022: 仮想大気環境での積乱雲生成法の改良と組織化に関する数値実験. 2022年度日本気象学会秋季大会

小林香澄, 若月泰孝, 2022: 豪雨現象の地球温暖化に対する応答実験(その2). 2022年度日本気象学会秋季大会

若月泰孝, 小林香澄, 阿部紫織, 今田由紀子, 2022: 令和元年東日本台風による河川氾濫の地球温暖化による変化応答予測, 土木学会論文集B1(水工学), 78(2), I\_49-I\_54., doi:10.2208/jscejhe.78.2\_I\_49