

研究開発テーマ名

研究開発テーマ 1 【数値計算に基づく工学的手法の開発】

2022年度までの進捗状況

1. 概要

豪雨を発生から表現可能な数値気象モデルを開発することによって、数値気象モデル・現地観測・室内実験を併用した気象学的アプローチにより豪雨を抑制するための介入手法について検討します。この検討に基づいて、ゲリラ豪雨と線状対流系豪雨のスケールを意識しながら、フィジブルな複数の工学的手法を開発します。また、ゲリラ豪雨と線状対流系豪雨は発達するまでの時間が短いため豪雨発生の根っこ・発達初期に着目し、その際における発達要因となる現象を操作することで最終的には豪雨の強さや頻度を抑制します。

豪雨発生の根っこ・発達初期には水蒸気が増大し、上昇流を起こし、積乱雲として発達します。その過程で段階的に操作できる物理量として、初めは洋上カーテンを用いて水蒸気を減らし、次に増風機によって熱や気流渦を拡散させます。さらに風車群により風の収束を弱めて、最後にシーディング操作で雲・降水粒子の形成過程を変化させる多段階操作手法を構築していきます。

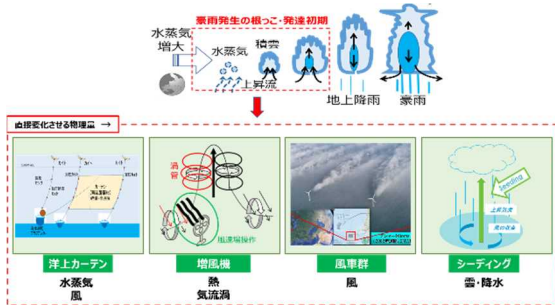


図1 豪雨の発達ステージと操作の狙い

2. 2022年度までの成果

① 都市部の排熱が大気不安性に及ぼす影響

建物の排熱は都市部のヒートアイランド現象の原因となっており、ヒートアイランドによって暖められた都市部は大気の状態が熱的に不安定になるため降水パターンに影響を与えています。都市部の排熱によって乱流が生成されること、または建物の密度や高さによって乱流が生成されることが熱輸送に与える影響を調べました。大阪駅周辺の建物と地表面からの排熱が建物の風下で激しい乱れを引き起こすことを明らかにしました。

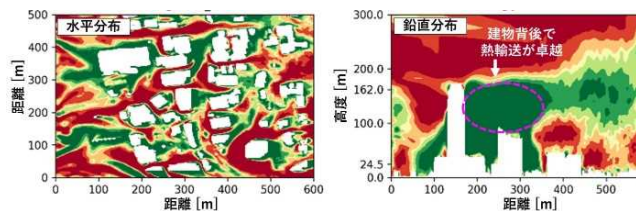


図2 大阪駅周辺における熱輸送の分布。
緑色は熱が上空へ運ばれているエリア。

② 風速場の改変によるゲリラ豪雨の強度の抑制効果

ゲリラ豪雨の発生の要因の一つである気流渦を抑制するために、仮想的に地上付近の風を弱める人工的な操作を行うことで豪雨がどのように変化するかをシミュレーションしました。2008年度神戸市都賀川のゲリラ豪雨事例を対象とした実験の結果、雨の強さが27%ほど弱まることわかりました。その理由として、気流渦がもたらしていた上昇流が弱まったこと、また、上昇流の中心部に吹き込んでいた豊富な水蒸気を持つ風の収束が弱まったことが明らかとなりました。

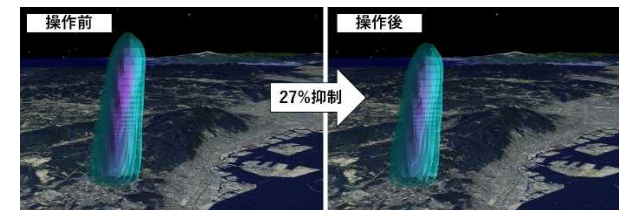


図3 豪雨の3次元分布. 風速場操作による抑制効果。

③ ドライアイス散布による線状対流系豪雨の抑制効果

雲にドライイースを散布すること（クラウドシーディング）によって雲形成を制御することに着目しました。仮想的にドライアイス散布による氷晶核形成を増加させる操作を行うことで、線状対流系豪雨の抑制効果をシミュレーションしました。令和2年7月豪雨を対象に実験した結果、24時間積算最大降水量を15%抑制することができました。

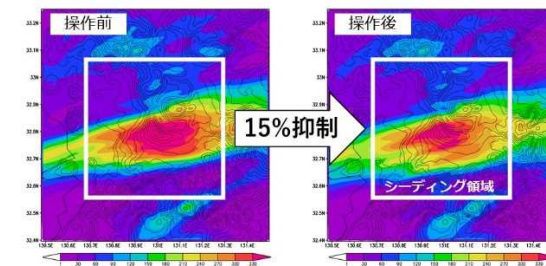


図4. 積算降水量. シーディング操作による抑制効果。

3. 今後の展開

ゲリラ豪雨と線状対流系豪雨の制御効果を評価するための数値気象モデルのさらなる継続開発を行うだけでなく、感度実験等を行い、いかに小規模な介入で豪雨の発達を大きく抑制できるのかを示すことを目標にします。