

NDIC

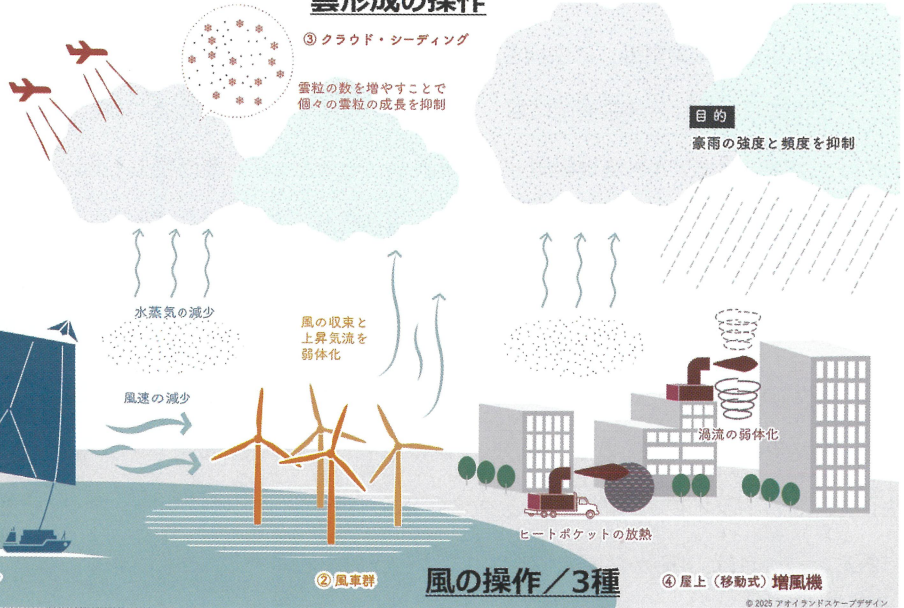
March. 2026

NEWS No.73

西部地区自然災害資料センターニュース

雲形成の操作

- ①洋上カーテン
船から飛で飛ばされたカーテンを展開することで、海から大気への大量の水蒸気の流入を抑える。
- ②風車群
洋上風力発電施設の二次的な用途として、上昇気流をもたらす風の収束を阻害することで雨雲の発達を抑える。
- ③クラウド・シーディング
初期段階の擾乱雲に飛行機からドライアイスを散布することで、降水粒子の成長を抑制する。
- ④屋上（移動式）風車
移動式または屋上に取り付けられた風車は、都市活動によって引き起こされるヒートポケットや渦流といった、上昇気流を促進する現象を拡散させる。



豪雨制御研究の全体像

© 2025 アイランドスケープデザイン

【特集】：「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御」

page

巻頭言	内田 孝紀	2
ウインドファームウエイク現象による豪雨制御の数値的検討	内田 孝紀	3
洋上カーテンによる線状降水帯の豪雨制御	山口 弘誠	7
増風機を用いた都市の熱換気と豪雨制御	竹見 哲也・丹治 星河	11
令和2年7月豪雨を対象としたシェーディング操作による豪雨制御効果に関する数値実験	鈴木 善晴	15
豪雨制御による洪水・水資源への影響評価に関する研究の概要	萬 和明	19
センター最新所蔵図書		23

《ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御》

九州大学 応用力学研究所
附属再生可能流体エネルギー研究センター
内田 孝紀

現在、我々は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のムーンショット目標8「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御」に採択され、研究開発を実施している(PM：山口 弘誠)¹⁾。本プロジェクトでは、ゲリラ豪雨と線状対流系豪雨に対して、強度や頻度を抑制するための研究開発に取り組んでいる。具体的には、数値気象モデル・現地観測・室内実験をベースとして、豪雨発生の根っこを弱めるための四種類の工学的手法を開発している。さらには、それらを多時点・多段階的に実行し、かつ、豪雨制御による影響評価と社会受容性を考慮したリアルタイム制御システムを構築している。2050年には、人が自然の懐に住んでいるという意識が浸透し、豪雨制御技術が自然と親和する未来社会の形成に貢献することを目指している。

豪雨発生の根っこ・発達初期には水蒸気が増大し、上昇流をひき起こし、積乱雲として発達する。本稿では、豪雨発生の根っこを弱めるための四種類の工学的手法の最新成果を紹介頂く。一つは「雲生成の操作手法」である「ドライアイス散布によるクラウドシーディング」である。二番目～四番目は「風の操作手法」である。「船から凧で吊るされたカーテンを展開することで、海からの水蒸気の流入を抑制する洋上カーテン」である。二つ目は、「大規模洋上ウィンドファームの二次的利用により、上昇気流をもたらす風の収束を抑制する風車ウエイク」である。三つ目は、「熱や気流渦を拡散させる移動式増風機」である。また、豪雨制御に伴う洪水被害の低減効果や、流出・水資源への短期的・長期的影響評価に関する研究成果も紹介頂く。

読者の皆様にとって、本号が「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨の強度や発生頻度を抑制するための研究開発」をより理解する一助となれば幸いである。

参考文献

1) https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal8/83_yamaguchi.html

(専門：風工学)

ウィンドファームウエイク現象による 豪雨制御の数値的検討

九州大学応用力学研究所
附属再生可能流体エネルギー研究センター
内田 孝紀

1. はじめに

現在、我々は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のムーンショット目標8「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御」に採択され、研究開発を実施している(PM:山口 弘誠)¹⁾。本プロジェクトでは、ゲリラ豪雨と線状対流系豪雨²⁾に対して、強度や頻度を抑制するための研究開発に取り組んでいる(図-1)。具体的には、数値気象モデル・現地観測・室内実験をベースとして、豪雨発生の根っこを弱めるための複数の工学的手法を開発している。さらには、それらを多時点・多段階的に実行し、かつ、豪雨制

御による影響評価と社会受容性を考慮したリアルタイム制御システムを構築している。2050年には、人が自然の懐に住んでいるという意識が浸透し、豪雨制御技術が自然と親和する未来社会の形成に貢献することを目指している。

図-2に示す九州大学グループ(課題代表(PI)/内田 孝紀)では、「気流収束に対する操作手法の開発(風車群)」という課題のもと、図-3に示すような大規模洋上ウィンドファームから形成されるウィンドファームウエイク現象(大規模渦構造)を活用・制御し、水蒸気を多く含んだ積乱雲の種となる気流収束に対する操作手法の開発に取り組んでいる(図-1の「②風車群」に対応)。言い換えると、水蒸気を多く含んだ気流を弱めることで気流の集まり(収束)、すなわち、積乱雲の生成のきっかけとなる上昇流を抑制し、結果として豪雨を抑制する、という取り組みである。本報では、これまでに得られている最新の研究成果を概説する。

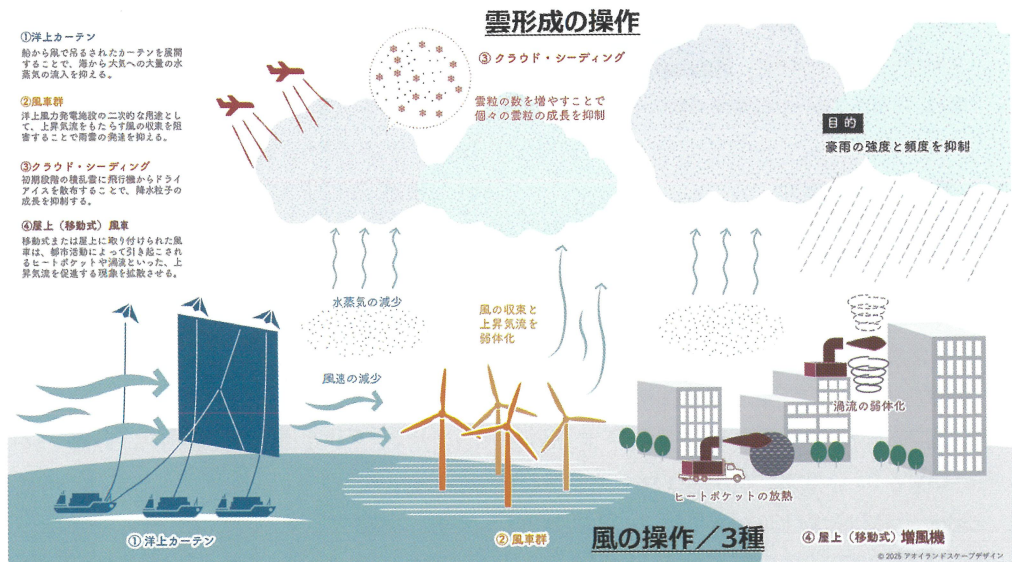


図-1 豪雨制御研究の全体像



図-2 内田PIグループの研究体制

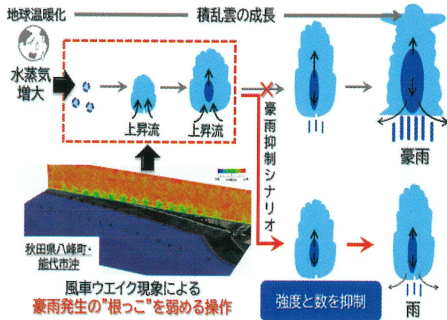


図-3 内田PIグループの豪雨抑制のイメージ図

2. 解析事例の紹介

ここでは、内田PIグループに参加頂いているENEOSリニューアブル・エナジー株式会社が発電事業者として正式に選定されている「秋田県八峰町及び能代市沖」洋上風力発電事業を対象とした解析事例を紹介する。本発電事業は、2029年6月に運開予定である。15MW機（V236）の風車（ロータ直径/236m、ハブ高さ/150m）が25基配置され、設備容量は375MWである。本研究では、令

和6年2024年9月20日に「秋田県八峰町及び能代市沖」周辺で発生した線状降水帯事例を対象とし、ウィンドファームウエイク現象（海面近傍における風速欠損）を考慮した計算と、それを考慮しない計算の比較を行い、3時間雨量に有意な変化が生じるかを数値的に検討した。この目的に対し、洋上からの気流を想定したウィンドファームウエイクCFDシミュレーション（以下、「LESモデル」と称する）と、メソ気象シミュレーション（以下、「WRFモデル」と称する）を実施した（図-4）。

LESモデルでは水平方向の空間解像度は約10m(701×1251×151点)とし、数時間の時間積分を実施する。一方、WRFモデル(WRF-ARW Ver4.5.1)では5重ネストシステム(領域D1/8100m、領域D2/2700m、領域D3/900m、領域D4/300m、領域D5/100m)を用いる。領域D5の空間解像度は100m程度を確保し、実スケールで30時間程度の時間積分を実施する。格子点数はD1～D5の領域で共通とし、東西301×南北241×鉛直45点とした。

本研究では、LESモデルとWRFモデルの空間・時間解像度が大きく異なる。そのため、両モデルを同時平行で計算するのではなく、LESモデルの計算結果を時間平均し、得られた風速分布をWRFモデルの流入断面付近にディレクレ条件(数値情報データ)として付加する独自手法を採用した(図-5)。

一般的に、WRFモデルで風車ウエイクの効果を考慮する場合には、支配方程式に外力項として風車抵抗モデルを付加して直接的に解くことが多い。本研究では、領域D5を解く方程式系には風車ウエイク効果は考慮せず、領域D4に風車ウエイク効果をディレクレ条件として直接与えて計算を行うこととした。

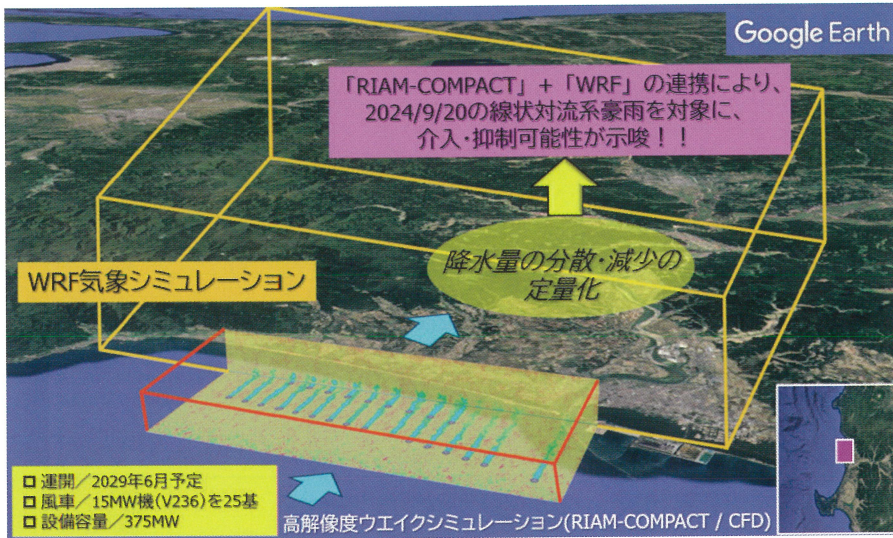


図-4 ウィンドファームウエイクCFDシミュレーション(LESモデル)とメソ気象シミュレーション(WRFモデル)との連携

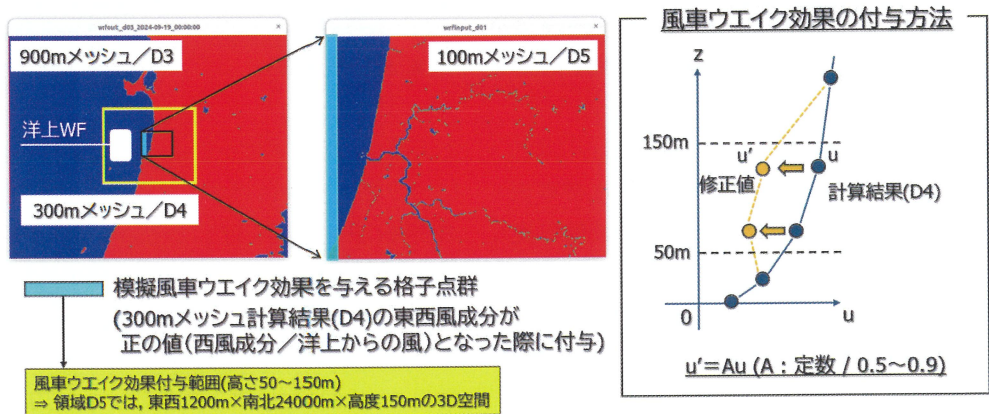


図-5 風車ウエイク効果の付与方法

領域D5の初期・境界条件は、領域D4で得られた計算結果に基づいて作成される。図-5に示すように、領域D5は領域D4の中に含まれるため、領域D4の計算において風車ウエイク効果を考慮すれば、(方程式系に風車ウエイク効果を考慮していない)領域D5の計算においても、風車ウエイク効果が同様に反映されることになる。

本研究において、高解像度LESモデルにより再現されたウィンドファームウエイク現象

に起因した精緻な風速欠損量を、WRFモデルの初期・境界条件として適切に設定する手法の開発は、最重要課題として位置づけ、集中的に研究開発を進めている。

以上を踏まえ、ウィンドファームウエイク現象に起因した風速欠損量の影響を考慮した計算、それらを考慮しない計算を実施した。得られた二種類のWRFモデルの計算結果の比較を通じて、3時間雨量に有意な差異が生じているかを詳細に検討した。

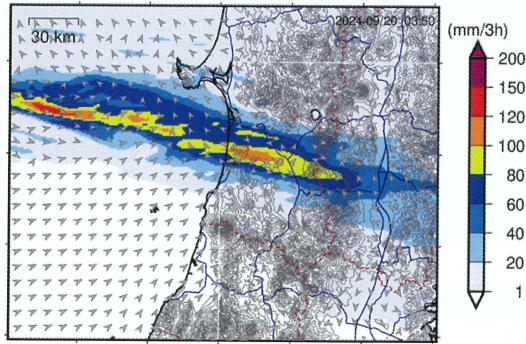


図-6 令和6年2024年9月20日の線状降水帯事例の再現結果, WRFモデル(D3/900m)

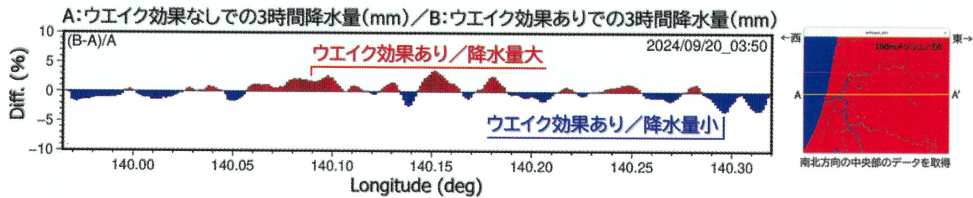


図-7 3時間降水量の東西方向断面図, D5/100m

図-6には、WRFモデル(D3/900m)による令和6年2024年9月20日の線状降水帯事例の再現結果を示す。発現時刻に2時間程度のずれが生じたものの、実際に観測された降水域での豪雨現象を再現することに成功した。図-7には、3時間降水量の東西方向断面図(D5/100m)を示す。ウエイク効果なしの3時間降水量(mm)を「A」とし、ウエイク効果ありの3時間降水量(mm)を「B」としている。この結果より、3時間雨量が5%程度、増加あるいは減少することが明確に示された。

3. おわりに

windファームウエイク現象を考慮したメソ気象シミュレーションにおいて、線状降水帯の3時間降水量に有意な変化が生じることを定量的に示すことに成功した。引き続き、「小さな介入で効果を得る」ことを目標とし、LESモデルとWRFモデルを有機的に連携し

た大規模・高忠実度シミュレーションを実施し、メソ気象現象に対する風車ウエイク影響の明確化・定量化を行う。シミュレーション結果が蓄積されていけば、豪雨抑制のメカニズム解明に繋がる。将来的には、風車の運転制御を考慮した検討も実施予定である。最後に、本提案技術(介入手段)の社会実装に向けては、介入場所・時間の予測精度の高度化などの技術的課題に加え、技術的課題以外のELSI(倫理的・法的・社会的課題: Ethical, Legal and Social Issues)の全課題への対処も必要になってくる。

謝辞

本研究は、JST【ムーンショット型研究開発事業】【JPMJMS2283】の支援を受けたものである。

参考文献

- 1) https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal8/83_yamaguchi.html
- 2) https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yohokaisetu/senjokousuitai_ooame.html

洋上カーテンによる線状降水帯の豪雨制御

京都大学防災研究所気候変動適応研究センター
山口 弘誠

1. 研究の背景と目的

近年、日本各地で甚大な被害をもたらす集中豪雨が頻発しており、2017年7月の九州北部豪雨に代表されるような線状降水帯によって引き起こされることが多い。このような背景から、従来の防災・減災対策に加え、気象現象そのものを制御して被害を軽減しようとする「豪雨制御」が新たな選択肢として注目されている。

本研究の主な目的は、将来的な実装が期待される上空の風操作装置「洋上カーテン (Offshore Curtain)」を想定し、数値シミュレーションを通じて線状降水帯による豪雨を抑制できる可能性を検証することにある。具体的には、巨大な凧(カイト)を用いて空中に膜体を懸垂させ、風の抵抗体として機能させることで、豪雨の発生・維持に不可欠な水蒸気の流入や風の収束を人為的に操作し、降雨強度を低減させることを目指している。

2. 洋上カーテンのコンセプト

気象制御に関する先行研究では、クラウド・シーディング(雲への種まき)による熱力学的な介入が主流であった。例えば、横山ら¹⁾の研究では、積乱雲の初期段階で種まきを行うことで降水粒子を早期に落下させ、ピーク時の上昇気流を抑えることで、降水量を10~30%抑制できることが示された。これに対し、山口ら²⁾は、より力学的なアプローチである風の操作に着目し、風車を想定した風の抵抗体によってゲリラ豪雨の原因となる渦管(下層の渦)を弱めることで、ピーク降雨強度を27%抑制できることを明らかにしてきた。本研究は、この風操作の対象を、より構造が複雑で規模の大きい線状降水帯へと拡張した点に独創性がある。

本研究で想定されている洋上カーテンは、超高分子量ポリエチレンという極めて軽量かつ強靱な素材で編まれた障壁である。図-1に示すように、洋上(あるいは陸上)の上空に配置することで、線状降水帯を維持させる水蒸気フラックスを物理的に減少させたり、風の収束や上昇気流を弱めたりすることを意図している。サイズは現時点では1km四方の大きさを想定しているが、将来的には数100m程度の大きさでも効果的に雨量を抑制できる手法を開発していきたい。



図-1 洋上カーテンの外観イメージ

3. シミュレーションによる検討

2017年の九州北部豪雨を対象として、洋上カーテンの設置場所と高度を変化させた計48ケースの感度実験を実施した結果、以下の知見が得られた。

(1) 降雨抑制効果

風操作を行った48ケースのうち、最も豪雨抑制結果が大きかったケースについて述べる。図-2に示すように、3時間積算降水量の領域内最大値は、操作前の115.2mmから最小で76.0mmまで減少した。これは34%の降雨抑制に相当する。一方で、設置条件によっては最大137.3mm(+19.2%)まで増加するケースもあり、平均的には抑制の傾向にあるものの、設置場所の選定が結果を左右することが示された。多くの実験パターンにおいて、解析対象とした主要

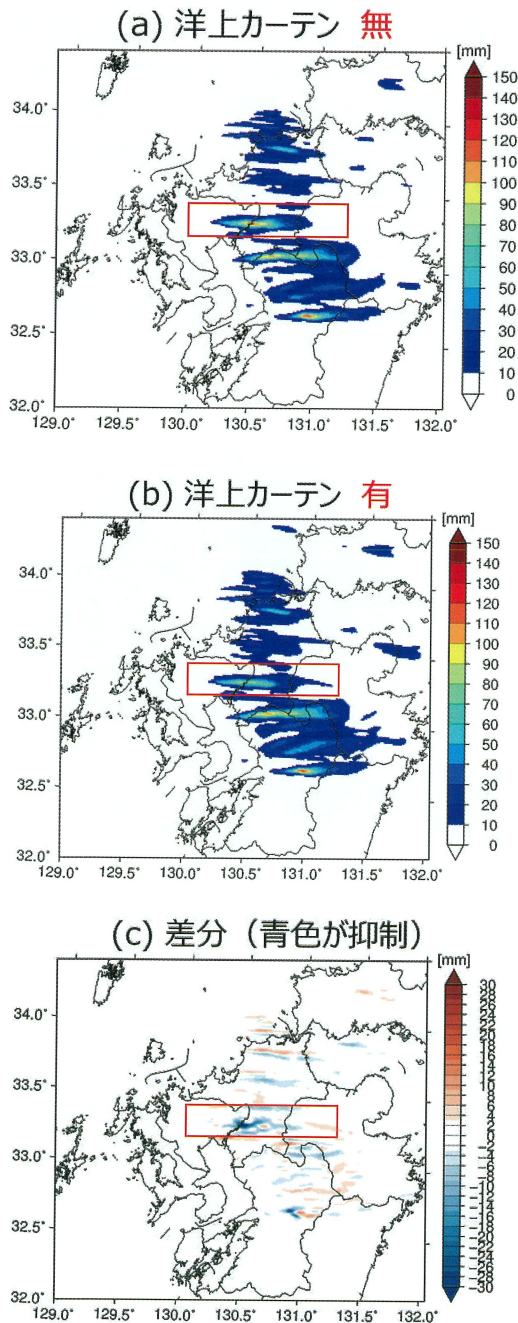


図-2 降雨抑制効果が大きかったケースにおける洋上カーテンによる豪雨抑制効果。(a) 操作無し実験における3時間降水量、(b) 操作あり実験における3時間降水量、(c) 操作の有無の差分。

な降水域内の積算降水量が減少した。特徴的なこ

ととして、風下側などに弱雨域がやや広がったことを除くと、基本的には元々の降雨量の形状を保ったまま、全体的に降雨量が小さくなっていたということである。

(2) 設置高度による豪雨抑制効果の差異

図-3に、全48ケースにおける洋上カーテンの設置位置と3時間雨量の領域内最大値の変化量の関係を示す。

カーテンを設置する高度によって結果は大きく異なった。特に、低い高度(650~1450m 高度)に設置した場合、降水域全体の降雨量を減少させる傾向が顕著であり、領域平均の降雨強度は21.5%減少した。広範囲にわたる豪雨対策として非常に有効であることが示唆された。一方で、中高度(1250~2080m 高度)や高い高度(1860~2750m 高度)での操作は、場合によっては降雨を促進させてしまう(増加させる)ケースも確認された。

(3) 設置場所(東西位置)による豪雨抑制効果の差異

当初、カーテンを降雨エリアに近い場所に設置するほど直接的な効果が大きく、変化率も高まると予想していた。しかし、実際の結果はより複雑であった。降雨エリアから一定の距離を置いて設置した場合に、より大きな抑制効果が得られるケースが多数確認された。逆に、降雨エリアのすぐ近くに設置した場合には、抑制どころか降雨を促進(増加)させてしまうパターンも存在した。この挙動は、線状降水帯が持つ複雑な自己組織化メカニズムに起因すると推測される。

(4) 豪雨抑制の物理的メカニズム

カーテンの設置によって、図-4に示すように、対流域へ流入する水蒸気フラックス量が減少すること、特に風速が弱まることが確認された。また、豊富な水蒸気がカーテンに流入する際、カーテンをよけるように左右に分かれていたこと、すなわち、水蒸気量が分散していたことがわかった。これらによって、

そのメカニズムに関する研究, 土木学会論文集
B1(水工学), 71 巻 4 号, pp. 1499-1504,
2015.

- 2) 山口弘誠・西村太一・中北英一:2008 年神戸都
賀川豪雨を対象とした風速場操作による気象
制御 LES 実験, 土木学会論文集 B1(水工学),
80 巻 16 号, 論文 ID: 23-16001, 2024.

増風機を用いた都市の熱換気と 豪雨制御

京都大学防災研究所
気候変動適応研究センター
竹見 哲也、丹治 星河

1. はじめに

地球規模で進行する温暖化の影響により、世界各地で記録的な高温が観測されている。特に、2010年代以降の昇温傾向が顕著である。日本国内でも毎年のように夏期は記録的な暑さが発生しており、2025年夏期には、伊勢崎市で最高気温 41.8℃という日最高気温の国内記録を更新するなど、最高気温が40℃を超えた地点が多数発生した。市街地においては、地球温暖化の影響のみならず、都市特有の温暖化現象であるヒートアイランド現象の影響もあることから、猛暑というものが、単なる夏の暑さで片付けられない状況になっている。例えば、こういった暑熱環境は、熱中症をはじめとする健康への悪影響として表れる。また、都市型の局地豪雨の発生原因としても懸念される。2025年8月25日には、京都市内において1時間降水量102.0mmを記録した豪雨が発生した。この時間降水量の記録は、これまでの京都市における80mm代の記録を大幅に更新するものである。

もちろん、こういった顕著な個別事例が、都市ヒートアイランドの影響が要因であると結論するには十分な分析が必要である。しかし、近年、全国各地で発生する集中豪雨や局地豪雨とその被害を目の当たりにすると、気候変動や都市の環境変動の複合的な影響を考慮することは必要不可欠であると言える。そういった影響を適切に評価した上で、変動する都市環境での豪雨災害に対処することが社会的な課題である。豪雨に対する防災・減災には、発生する顕著な事象を想定し、

情報伝達や避難行動の改善、社会基盤の整備といった対策がまずは第一であろう。さらには、顕著事象が発生する前の対策として、豪雨そのものを改変するという、すなわち気象制御のアプローチも考えられる。

ここでは、都市型の局地豪雨を対象として、防災・減災のための気象制御のアプローチを紹介したい。現在、内閣府「ムーンショット型研究開発制度」では、目標8「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」という気象制御の研究が進められている。我々の研究グループは、この目標8コア研究「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御」において、「熱に対する操作手法の開発」という課題で、都市型局地豪雨（いわゆるゲリラ豪雨）による災害を制御するため、都市からの排熱の削減により積乱雲の発達を抑制するための手法開発を進めている。本稿では、現在進行中の研究内容について、大枠の考え方とアプローチを紹介する。本研究に関する解説記事として、日本風工学会誌に掲載された入江他¹⁾もあるので、合わせて参照していただければと思う。

2. 都市の排熱量をどう削減するか

積乱雲は、大気下層の暖められた不安定な空気が上昇し、水蒸気が凝結して雲粒子や氷粒子が形成されることで発達する。下層大気の加熱過程が重要であることから、積乱雲の発達を抑制するためには、この加熱を緩和することが鍵となる。都市における大気下層の加熱として、建物からの排熱、道路やアスファルトからの顕熱輸送が挙げられる。こういった都市特有の熱源からの熱輸送量を削減することで、積乱雲の発達の前兆となる上昇流やそれに伴う熱輸送を削減し、結果として降水を制御しようという考えである(図-1)。都市型豪雨をもたらすのは孤立型の積乱雲であり、その大きさは水平・鉛直におおよそ

10 km である。積乱雲には、上昇流や下降流があり、上昇流の大きさは数 100 m から数 km 程度である。そのため、熱輸送量の削減は、数 km 程度の広さで実施することが想定される。

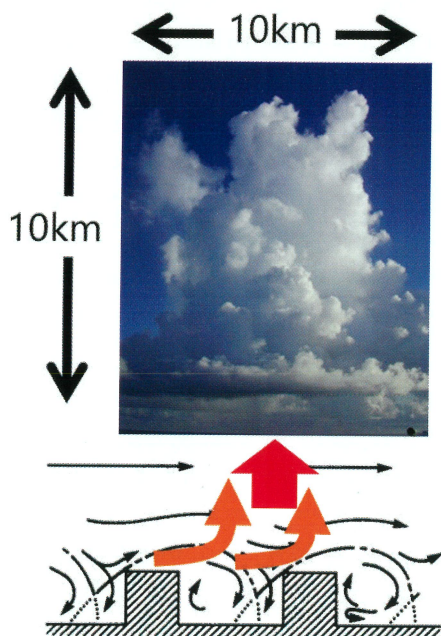


図-1 都市からの熱輸送(橙色矢印)の制御により、上昇流(赤色矢印)を弱め、積乱雲の発達を抑制する。

それでは、都市から大気に運ばれる排熱量をどのように削減できるだろうか。まずは、エネルギー消費を減少させることで、建物あたりの排熱量を削減する方法である。エネルギー効率の良い空調機を使うなど消費電力を抑えることが必要である。また、建物や地面の材質を変えることで、熱輸送を抑制する方法が挙げられる。さらに、都市におけるヒトやモノの流れを減少させるような行動様式や街づくりをすることで、都市のエネルギー消費を抑制することも可能であろう。

消費電力を抑える取り組みは、都市に限定されず、温暖化対策の一環として進められており、継続的に対策を取るべきことである。一方、建物や道路の材質の改変には時間と予算をかけて取り組むべき課題であり、また、ヒト・モノの流れを減少させるには人々の考え方や行動、社会制度の改変が必要であり、すぐさま対策を取れるものではない。こういったことから、より能動的に排熱量を削減する方法を探求することも科学的・技術的に興味深い。能動的な手法として、我々の研究グループでは、「増風機」と称する大型送風機により、都市大気を「換気」することで、都市の地表面から大気への熱輸送量を削減する手法を提案している(図-2)。

そもそも都市における地表面から大気に運ばれる熱の輸送量は、どのように決まるものなのだろうか。当然ながら、第一義的には消費電力量で決まる。その消費電力量は、ビルであればビルの階数や延床面積といった幾何学的特性に依存するであろう。そうであれば、建物や構造物の占める面積割合やそれらの高さが、都市の幾何学的特性を代表するパラメータであると考えられる。

大阪市内の異なる幾何学的特性を持つ街区を 9 つ選び、それぞれの実際の街区の地理情報データから実在都市を 2 m メッシュで再現し、数値シミュレーションにより各街区の熱輸送量を算出した²⁾。その結果、街区毎の建物の最大高さ・平均高さ・高さのばらつきと熱輸送量とが高い相関で線形の関係にあることが分かった。このように、都市街区の幾何学的特性から、その街区での平均的な熱輸送量を推定することが可能である。言い換えると、都市の幾何学的特性によって熱輸送量が変わることから、街区毎に幾何学的特性に適した熱の換気が必要であると言える。

増風機による熱輸送量の削減効果を調べるため、2 m メッシュの高解像度の数値シミュレーションを行い、増風機の設置高度・設置

位置・増風風速・吹きおろし角度を様々に変化させ、どういった場合に効果的に熱輸送量を削減できるかについて分析を進めている。こういった多数の数値シミュレーションを実施した結果、数 100 m 程度の広がりを持つ街区において、数 m から 10 m 程度の大きさの増風機をビルの屋上やビルの中程度の高さに多数設置した場合、増風機を設置しない場合と比べて、街区全体で地表面から大気に運ばれる熱輸送量が数 10%程度も削減できるといった知見が得られている。

現在進めている数値シミュレーションの解像度が 2 m であることから、増風機を表現するのに要するメッシュ数の制約から、モデル化できる増風機の小型化にも制約を受ける。現時点で実際に業務用に使われている送風機の大きさは 1 m 程度であることから、こういった送風機を想定したシミュレーションをするためには解像度を数 10 cm 程度に向上させる必要がある。

我々の研究は、現時点では、増風機の排熱削減効果の数値実験という仮想空間における検討にとどまっている。とは言え、例えば業務用送風機として 1 m サイズのものを想定すると、数値モデルで表現した増風機として 10 m の場合に当てはめると、10×10 個の送風機を組み合わせ使用すれば実現可能であると考えられる。5 m ならば 5×5 個となり、必要とする送風機の個数も少なくできる。数値モデル内で、こういった小型化の検討を進めると同時に、特定の街区にどの程度の個数をどのように配置すれば効果的に熱輸送量を削減できるかといった検討も必要となる。現時点で実際に使われている送風機を想定した数値シミュレーションを実行することで、数値モデルという仮想空間から、屋外実験という現実空間への検討に繋がるであろう。

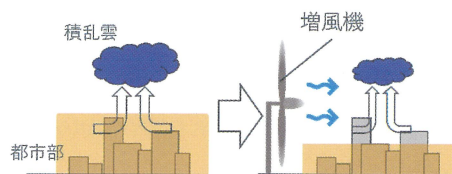


図-2 増風機を用いた熱輸送の削減による積乱雲発達抑制の概念図

3. 都市の環境問題の解決に向けて

現在使われている業務用送風機は、大型施設での換気や空気循環、すなわち閉鎖空間での換気を目的としている。一方、2 節で紹介した増風機とは、都市という開放空間での換気の問題に係わるものである。最初に述べた通り、都市の環境問題として、ヒートアイランド現象という暑熱環境の問題が挙げられる。都市の建物や地面からの大気への熱輸送について実在都市を対象として数値シミュレーションにより調べたところ、風の淀み地点や弱風域に対応するように、「熱の溜まり」(ヒート・プール)の存在が明らかとなっている³⁾。こういったヒート・プールは、局所的な高温域に対応することから、現実世界で言えば暑熱環境が極端に悪化した場所と見なすことができる。こういった悪化した熱環境を緩和する手段として、送風機を屋外で使用できるように改良し、換気によってヒート・プールを除去することが考えられる。

また、熱環境のみならず、大気汚染の問題として、局所的な高濃度域の解消のため、屋外型の送風機を活用することが考えられる。大気汚染物質は基本的に流れ場に従って輸送されていくパッシブな物理量であるため、送風機による換気効果は明瞭に現れるものと考えられる。

このように、暑熱環境や汚染環境の改善といった都市環境の問題解決において、屋外型の送風機を活用することは、一つの有効な

手段であることは強調したい。我々の研究グループが提案している増風機は、豪雨制御による災害軽減のみならず、都市における様々な環境問題を解決するためのポテンシャルを持っている。今後は、まずは現時点で実用性のある増風機を想定して、数値シミュレーションという方法により、増風機による熱輸送の効果的な削減手法を検討していきたい。その上で、2050年の豪雨災害軽減を見据え、増風機による都市換気に加え、局地豪雨の発達を抑制するような最適な建物配置や緑地空間の確保といった町づくりや都市計画にも踏み込んで、研究を進めていく予定である。

謝辞

ここで述べた豪雨制御に係る知見は、「ムーンショット型研究開発制度」目標 8 コア研究「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御」における「熱に対する操作手法の開発」(JPMJMS2283)の研究成果に基づきます。関係各位に感謝します。

参考文献

- 1) 入江健太，丹治星河，竹見哲也，2025: 都市からの熱輸送の制御による局地降水の調整可能性. 日本風工学会誌, Vol. 50, No. 1, pp.10-15
- 2) Tanji, S., and T. Takemi, 2025: Relationship between upward heat transport and building arrangement in urban districts of Osaka as revealed by large-eddy simulations. Urban Climate, Vol. 61, 102441
- 3) Tanji, S., T. Takemi, and G. Duan, 2024: Impacts of building modifications on the turbulent flow and heat transfer in urban surface boundary layers. Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, Vol. 254, 105906

令和2年7月豪雨を対象とした シーディング操作による 豪雨制御効果に関する数値実験

法政大学デザイン工学部
都市環境デザイン工学科
鈴木 善晴

1. はじめに

近年、地球温暖化に起因すると考えられている台風や豪雨などの極端風水害の多発や水資源の供給の不安定化などが世界規模で問題となっている。全世界での気象災害等は過去 50 年間で 5 倍に増加し、人的被害や経済的損失が年々大きくなっている状況である。特に、我が国では急峻な地形に伴う土砂災害や複雑な地下構造が引き起こす都市域の浸水、交通網の機能停止などが問題になっており、今後も激甚化が想定される台風や豪雨災害に対する有効な防災・減災策が求められている。

気象災害へのこれまでの取り組みとしては、構造物等による被害抑止や災害発生時の早期警報発出、ハザードマップの公開による被害軽減策などと共に、近年は「流域治水」に関する施策が挙げられるが、著者らのグループでは、クラウド・シーディング(以下、シーディング)を用いた人為的豪雨抑制の可能性について数値実験による検討を行っている。シーディング操作により集中豪雨の規模や強度を人為的に抑制することができれば人的・経済的被害を同時に抑える効果が期待される。

著者らは、メソ気象モデル WRF を用いた数値実験により、様々な豪雨事例における積雲発達期や積雲発生初期にシーディング操作を実施することで一定の降水抑制効果が得られることを確認している¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。また、著者らが参画している「ムーンショット型研究開発制度・目標 8⁶⁾⁷⁾」において「2050 年までに台風や豪雨を人為的に

抑制し安心安全な社会を実現する」ことが掲げられており、シーディング操作は目標達成のための工学的手法の一つとして位置付けられている(図-1)。

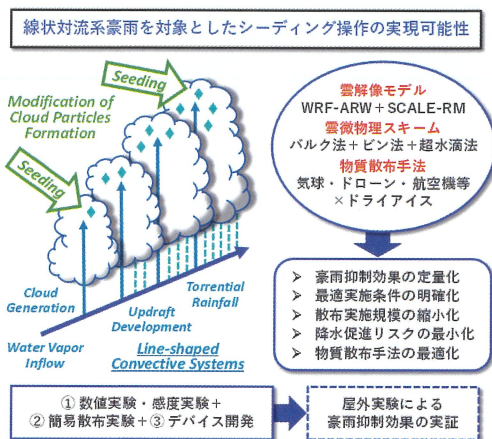


図-1 シーディング操作の実現可能性
(ムーンショット型研究開発制度・目標 8)

本項では、著者らによる取り組みの一例を概説することで、シーディング操作による豪雨抑制効果に関する研究成果を紹介したい。

2. 使用モデルとその計算条件

メソ気象モデル WRF (Weather Research and Forecasting Model) とは、気象予測と学術研究の両方のために開発された最先端の領域気象モデルであり、多数の力学法則が導入されている。降水粒子の成長に影響する雲微物理スキームとして、降水粒子の変化を混合比および数濃度で計算することが出来る精緻なバルク法である Morrison Double-moment Scheme を選択した。著者らの研究ではシーディング操作における散布物質としてドライアイスの使用を想定しており、ドライアイス散布により微小な氷晶が大量に生成される。

初期値および境界条件として、大気データには米国環境予測センターNCEP (National Centers for Environmental Prediction) が提供する 1 度×1 度の FNL データを用いた。また、地形標高デ

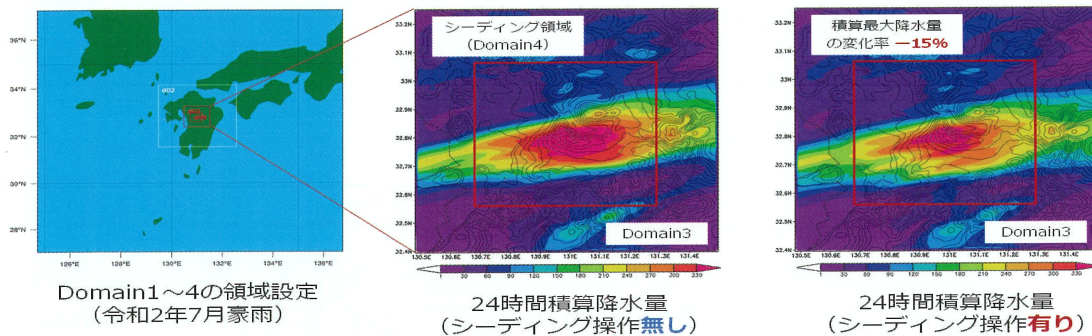


図-2 ドメイン 1~4 の領域設定および 24 時間積算降水量 (Case-0 および Case-A)

ータには米国地質調査所 USGS 提供の緯度・経度 30 秒 (約 0.925 km) の解像度を持つ DEM データを用いた。

3. 対象事例とシーディング操作の表現方法

対象事例は、線状降水帯の停滞により熊本県を中心に甚大な被害をもたらした「令和 2 年 7 月豪雨」とし、シミュレーション対象時間は 2020 年 7 月 3 日の 18:00 から 24 時間とした。計算領域として、格子間隔が異なる 4 つのドメインを設け (格子間隔: 9 km, 3 km, 1 km, 0.333 km)、2-way のネスティング計算を行った。図-2 に領域設定を示す。

また、モデル内でシーディング操作によるドライアイス散布を直接的に表現するのは難しいため、本数値実験ではモデル内の混合比計算スキームにおける氷晶核の数濃度の値に一定の操作倍率 α をかけることで間接的にシーディング操作を表現した。氷晶核の数濃度は Fletcher の経験式によって計算され (詳細は割愛)、操作倍率は試行的に $\alpha = 10^{11}$ とした。

シーディングの実施領域は、強雨域を含むように設定したドメイン 4 (格子間隔: 0.333 km) 全体とし、実施高度は高度番号 27~45 (高度約 5~20 km) とした。また、実施領域内の全ての格子点で氷晶核の数濃度を増加させる「面的シーディング」を採用した。なお、著者らの研究⁴⁵⁾

では、より実施規模の小さい現実的な設定においてもシーディング操作の数値実験を実施しているが、本数値実験では実施規模をあえて大きめに設定している。

以下では、シーディング操作を実施しないケースを Case-0、操作を実施したケースを Case-A とし、両者の比較を行う。

4. シーディング操作による豪雨抑制効果

まず、WRF によるシミュレーション結果の一例として、Case-0 および Case-A における 24 時間積算降水量を図-2 に示す。同図を見ると Case-0 において 240 mm 以上の積算降水量が見られた暖色系の領域 (特に 300mm 以上の赤色の領域) が、シーディング操作を実施することで大幅に縮小していることが見て取れる。ドメイン 4 の領域内で積算降水量が最も多い格子における値 (積算最大降水量) に着目し、Case-0 に対する変化率を算出したところ、Case-A では約 15% の積算最大降水量の減少が確認された。

また、Case-0 および Case-A のドメイン 4 における領域平均降水量の時間変化を図-3 に示す。24 時間のシミュレーション時間全体を通じた領域平均降水量は、Case-A において約 5% の減少に留まっており、降水の総量に関して顕著な減少は確認できていない。一方、図-3 から見て取れるように、降水のピーク時刻における領域平均降水量 (時間最大降水量) は約 9% ほど減少

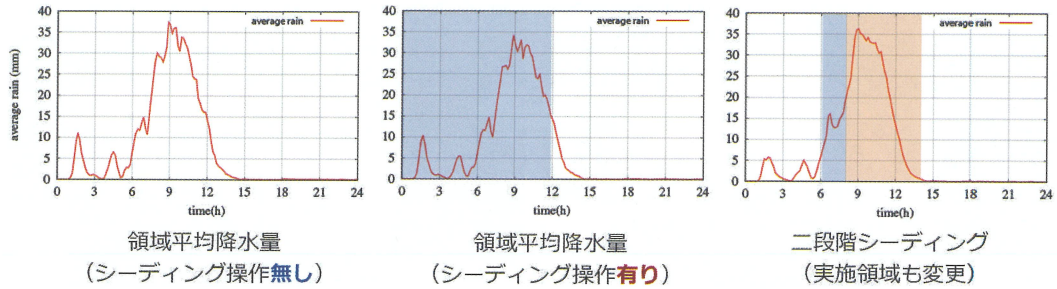


図-3 ドメイン 4 における領域平均降水量の時間変化 (Case-0、Case-A、Case-B)

しており、豪雨の強度がある程度抑制される結果となっている。

さらに、シーディング操作の実施領域や実施時間を変更し二段階に分けてシーディング操作を実施したところ (Case-B、詳細は割愛)、積算最大降水量の変化率は約-7%、時間最大降水量の変化率は約-6%となり、Case-A よりも抑制効果が小さくなる結果となった。このことはシーディング操作を実施する場所やタイミングによって抑制効果に変化し得ることを意味しており、条件によっては降水が促進される結果となる場合もあることから、シーディング操作の最適な実施条件を解明することが今後の重要な課題である。

5. 豪雨抑制のメカニズムに関する考察

次に、シーディング操作による豪雨抑制のメカニズムについて考察するため、シーディング実施前後における降水粒子別の混合比 (等値面図) を図-4 に、全降水粒子の混合比 (鉛直断面図) を図-5 に示す。両図ともシミュレーション開始から約 4 時間半後の雲や降水粒子の状態を 3 次元的に表しており、前者における橙色は霰、緑色は氷晶、黄色は雪、白色は雲水、青色は雨水の分布を示している。

図-4 の左図 (Case-0) からは、霰 (橙色) の塊が連なるように上空で発生していることがわかる。アニメーションで見るとこれらの塊は図の左側 (西) から右側 (東) に発生・発達しながら移動しており、九州地方を横断するような規模の線状

降水帯が確認される。右図 (Case-A) からは、シーディング操作によって、想定通り氷晶 (緑色) が顕著に増加していることが確認できる。本数値実験では操作倍率を $\alpha = 10^{11}$ としたが、操作倍率を 3~5 桁ほど小さくしても増加する氷晶の量は大きく変化しないことを確認している。また、同図をよく見るとシーディングの実施前後において霰 (橙色) の個々の塊が縮小していることが確認できることから、オーバースーディング (競合的成長状態) になったことで霰などの大きな降水粒子が減少し、降水強度の抑制をもたらしたと考えられる。オーバースーディングとは、氷晶などの小さな降水粒子が大量に存在するとお互いに水分を奪い合うため降水粒子の成長が抑制される状態のことであり、降水抑制の主な要因と考えられる。

6. おわりに

本稿では、令和 2 年 7 月豪雨を対象とした著者らの取り組みを概説することで、シーディング操作による豪雨抑制の可能性について紹介した。シーディング操作により豪雨イベント全体の降水量を顕著に減少させることは難しいものの、積算最大や時間最大など降水量の最大値 (極大値) を減少させ得ること、すなわち降水を時間的・空間的に分散させてその集中度を下げることで豪雨抑制が可能となることを示した。シーディング操作による豪雨抑制は、土砂災害のリスクや河川流量の増大リスクの低減につながるものが期待され、新たな防災・減災策となり得るもの

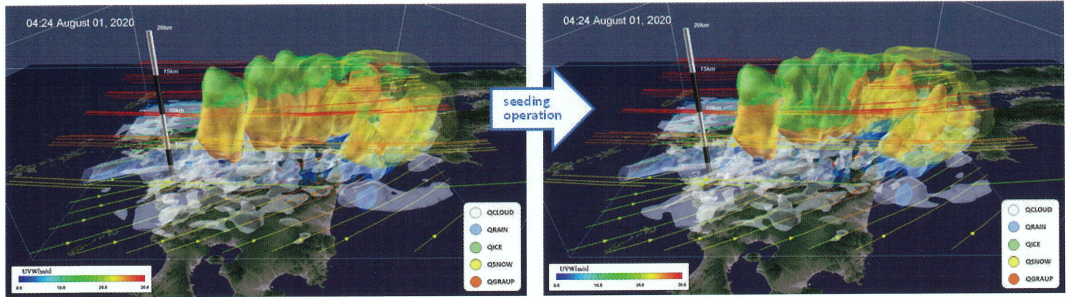


図-4 シーディング前後における降水粒子別の混合比(等値面、Case-0 および Case-A)

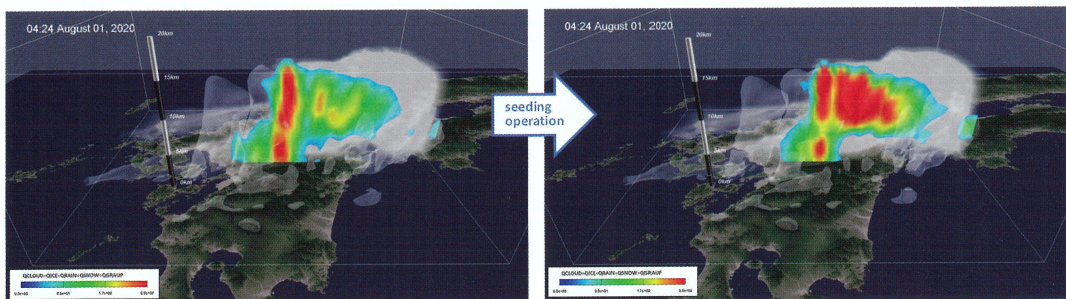


図-5 シーディング前後における全降水粒子の混合比(鉛直断面、Case-0 および Case-A)

である。

現在は、ドライアイスの昇華や落下を詳細に表現可能なモデルの開発や、航空機の飛行経路などを考慮した最適なシーディング実施条件の検討など、実施規模が小さくより現実的な設定条件においてもシーディング操作の数値実験を実施しており、それらの取り組みを通じてシーディング操作の実用化につなげていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 鈴木善晴・田中聡一郎・郷祐美子: 豪雨抑制効果に着目したシーディングによる気象制御手法に関する数値実験, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.68, No.4, I391-I396, 2012.
- 2) 尾中俊之・鈴木善晴: シーディングによる豪雨抑制効果の評価・検証とその抑制メカニズムの解析に関する数値実験, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.70, No.4, I553-I558, 2014.
- 3) 横山一博・尾中俊之・鈴木善晴: 積雲発生初期のクラウド・シーディングによる豪雨抑制効

果とそのメカニズムに関する研究, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.71, No.4, I499-I504, 2015.

- 4) 埜崎信佑・鈴木善晴・西山浩司・相馬一義: 複数の実施条件を考慮した SCALE-RM による豪雨抑制シーディングに関する数値実験, 自然災害科学 43 巻 S11 号 179-191, 2024.
- 5) 佐野遼佑・鈴木善晴・西山浩司・相馬一義: 線状対流系豪雨の抑制を目的とした Pinpoint Seeding の有効性に関する数値実験, 自然災害科学 43 巻 S11 号 193-206, 2024.
- 6) 内閣府: ムーンショット目標 8, <https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/sub8.html>
- 7) 科学技術振興機構 (JST): ムーンショット型研究開発事業部・目標 8 担当, <https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal8/index.html>

豪雨制御による洪水・水資源への影響評価に関する研究の概要

京都大学防災研究所
萬 和明

1. はじめに

豪雨制御が実現すれば洪水被害の低減が期待されるため、豪雨制御は減災の新たな手段としての確立が望まれる。しかし、どれくらいの規模で豪雨制御を実施すれば洪水被害を低減できるのか、また、豪雨制御の規模と洪水低減の程度に関する知見はこれまでに得られていない。他方、水資源の観点からは、豪雨制御の実施は年最大規模の供給源が消失することを意味するため、豪雨制御の実施による水資源量の変化、特にその枯渇が懸念される。そこで本稿では、「ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御」プロジェクトにおける、豪雨制御による洪水氾濫および水資源への影響評価に関する研究計画を含む内容について概略を述べる。

本稿の構成は以下の通りである。まず、豪雨制御による洪水への影響評価に関する予備的数値実験について述べる。次に、水資源の影響評価のための数値モデルを説明し、今後の展望を述べる。

2. 豪雨制御による洪水への影響評価

(1) 概要

豪雨制御の目的は、何らかの人為的な手法によって気象場に介入を行うことで降雨量を抑制し、豪雨がもたらす水災害を軽減させることにある。現時点では、豪雨制御により洪水規模をどの程度低減できるかに関する知見は得られていない。そこで、降雨量を入力として河川流量を推定する数値モデルである流出モデルを用いた、豪雨制御と洪水低減の関係性の把握が求められる。

(2) 流出モデルの選択

これまでに様々な流出モデルが開発されてきている。我が国で広く用いられている流出モデルのひとつがタンクモデルである。流域をタンク(水槽)に見立て、タンクの上部と底部からの排水を流域からの流出として表現する。適用性を高めるために、タンクの間中部からの排水を考慮したり、タンクを多段階に配置したりといった工夫もなされている。タンクモデルは、水文プロセスを概念的に表現していることから概念モデルに分類される。その特性から、概念モデルを表現するためのパラメータは、必ずしも物理法則や実現象との対応が保証されるとは限らない。このため、豪雨制御の影響評価に活用するには、パラメータを含む数値モデルの妥当性評価の観点から若干の懸念点があると言える。

欧米で広く用いられている簡便な流出モデルのひとつが単位図法である。単位図法では、単位時間当たりの降雨量に対して、数時間先までの河川流量の増分を予め定めておく。そして、実際に発生した降雨量に応じて河川流量の増分を求めるが、このとき、ある時刻の河川流量の増分は、重ね合わせの原理を適用して、過去の複数の時間に発生した降雨量による増分の積算として算出される。このように、単位図法では、降雨と河川流量の応答が明確である。豪雨制御の洪水への影響評価の観点からは、単位図法を適用できれば、どの時点の降雨をどの程度制御すれば、河川流量がどの程度低減するかの推計が容易となる。しかしながら、単位図法では降雨と河川流量の応答に線形性を仮定している。日本のように急峻な地形では降雨と河川流量の応答は非線形であり、単位図法の適用性は一般的に高くないことが知られている。

以上より、豪雨制御の洪水への影響評価には、物理的な解釈が可能であり、降雨と河川流量の非線形性を表現した流出モデルの適用が求められる。そこで、筆者らの研究グループでは、流出モデルとして河道流追跡モデル 1K-FRM を用いる。1K-FRM で用いられる基礎式¹⁾は以下の通りである。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_L(t) \quad (1)$$

$$Q = \alpha A^m, \quad \alpha = \frac{\sqrt{i_0}}{n} \left(\frac{1}{B}\right)^{m-1}, \quad m = 5/3 \quad (2)$$

ここで、(1)式は河川横断面での水の質量保存則を表し、 A は通水断面積、 Q は河川流量、 $q_L(t)$ は斜面下端から河道への流入量を表す。(2)式は簡略化した運動式であり、 A は通水断面積、 n は粗度係数、 i_0 は河道の勾配、 B は河道幅である。

上述のとおり、1K-FRM では簡略化した運動式が用いられている。より高度な運動式が用いられる他の流出モデルとして、拡散項を加えた RRI (Rainfall Runoff Inundation) モデル²⁾、局所慣性項を加えた CaMa-Flood³⁾などが存在する。1K-FRM の特徴のひとつに、モデルパラメータの少なさが挙げられる。具体的には、(2)式における河床の粗度係数 n と河道幅 B のみである。粗度係数が取りうる範囲は知見が得られており、1K-FRM の基本設定では山地斜面が $0.70 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ 、河道が $0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ である。また、河道幅は上流面積の関数として定められる。このように、簡略化された運動式を採用しているために 1K-FRM はモデルパラメータの不確実性が小さいという利点を有する。

(3) 筑後川水系寺内ダム流域での予備的数値実験

a) 計算条件

豪雨制御の影響評価として、どれだけ災害軽減につながるのかを一般にもわかりやすく表現することも必要である。そこで、貯水池操作のひとつである異常洪水時防災操作(いわゆる緊急放流)に着目して、豪雨制御によって同操作を回避しうるかどうかを検討することにした。具体的には、平成 29 年九州北部豪雨における寺内ダムの流入量と貯水量に注目し、豪雨制御がどのような効果をもたらすかを分析した。

流出モデルには河道流追跡モデル 1K-FRM

を用い、解析雨量を入力した。流域地形データには J-FlowDir を使用した。豪雨制御として、制御時間は数時間、豪雨の抑制効果を時間雨量に対して 10%程度を想定した。制御時刻や制御の継続時間、豪雨の抑制効果を複数設定して降雨-流出計算を実施した。

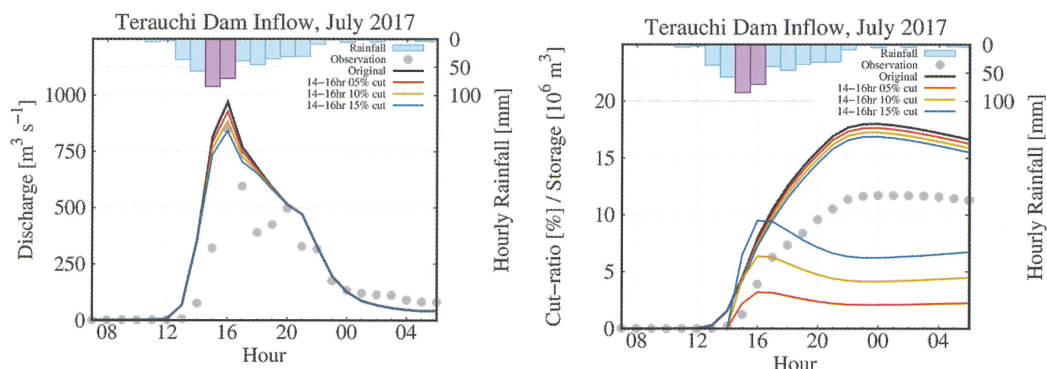
b) 結果

図-1 に平成 29 年 7 月 5 日 7 時から 24 時間分の推定結果が示されている。同図(1)は寺内ダムへの流入量と寺内ダムの集水域の平均雨量である。雨量を示す棒グラフにおいて、紫色部分の時刻で降雨量の抑制を想定したことを示している。同事例では降雨抑制の継続時間はダム流入量がピークとなる直前の 2 時間で、降雨抑制の効果は時間雨量に対して 5%、10%、15% の 3 通りを検討した。ダム流入量の時間変化図では、豪雨制御なしの場合と、豪雨制御 3 通りの場合の結果が示されており、黒色が豪雨制御なし、赤色が降雨抑制 5%、橙色が降雨抑制 10%、青色が降雨抑制 15% である。

同図から、豪雨制御の効果はダム流入量にも確認でき、ダム流入量の低減率は降雨の抑制率よりも若干小さくなる程度であった。なお、参考値として観測の流入量を灰色点で示している。観測値と推定値を比較すると、やや流出が過大評価であることがわかり、流出モデルの精度向上が課題である。今後、より詳細な流出モデルを高空間解像度で適用し、再現性を向上させる予定である。

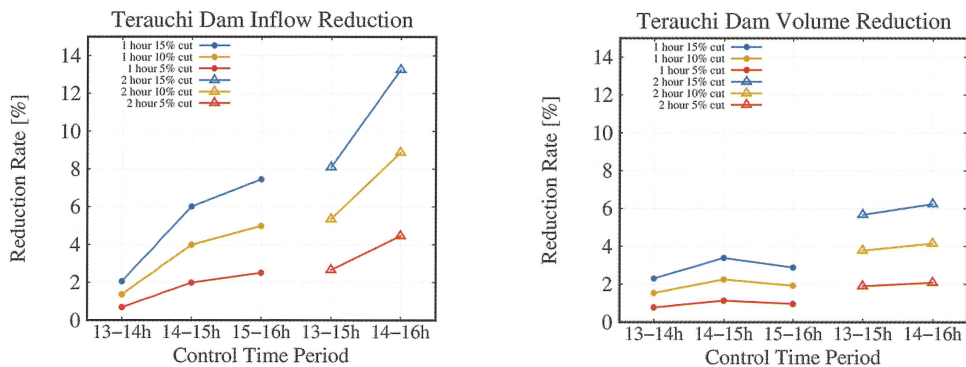
同図(2)には、積算ダム流入量(ダム貯水量に相当)と、豪雨制御による積算ダム流入量の低減率を示している。他の事例の結果もふまえると、降雨抑制 5% を 1 時間実施した場合、積算ダム流入量は 1% 低減できることが示された。積算ダム流入量への低減効果に対しては降雨抑制の対象時刻は関係しないことも示された。

図-1 では、本実験において、豪雨制御によるダム流入量の低減効果が最大となる事例を示した。次に、降雨抑制の対象時刻や継続



(1)ダム流入量の時間変化（左軸）と降水量の時間変化（右軸）。 (2)ダムへの積算流入量とその低減率の時間変化（右軸）。

図-1：平成 29 年 7 月 5 日 7 時から 24 時間の寺内ダム諸量の推定結果。豪雨制御なしが黒色、時間雨量 5%の降雨抑制を赤色、10%を橙色、15%を青色でそれぞれ示し、参考値として観測値を灰色で示している。



(1)豪雨制御によるダム流入量の低減率。 (2)積算流入量の低減率。

図-2：平成 29 年九州北部豪雨時の寺内ダムの流入量(1)と貯水量(2)を対象とした、豪雨制御の効果の推定結果。横軸は降雨抑制の実施期間、縦軸は豪雨制御によるダム流入量または積算流入量の低減率であり、時間雨量 5%の降雨抑制を赤色、10%を橙色、15%を青色で示している。

時間を変更すると、流入量の低減効果がどのように変化するかを図-2に示す。同図には、ダム流入量の低減率(同図(1))および積算流入量の低減率(同図(2))が示されている。ダム流入量のピーク時刻が7月5日16時であったため、その数時間前から降雨が1時間または2時間にわたり抑制されたと想定した。

同図(1)から、降雨抑制の時刻や継続時間を変更すると、低減効果は変化することが示された。特に、降雨が1時間だけ抑制される場合、

降雨がピークとなる14-15時の1時間よりも、ダム流入量がピークとなる直前の15-16時までの1時間の降雨を抑制した方が、ダム流入量の低減率が大きくなった。これより、ダムへの流入量(河川流量)を効果的に低減させるためには、適切な時間に降雨を抑制する必要性が示唆される。

また、同図(2)から、豪雨制御による積算ダム流入量の低減効果が確認でき、その効果は降雨抑制の実施時刻よりも制御の継続時間や降

雨の抑制強度に依存することが示された。これは、対象となる変数が時間積算値であるため、直観的な理解と一致する。現時点では、豪雨制御によってどの程度の降雨抑制が可能であるかは明らかではないが、異常洪水時防災操作を回避することが可能かどうかの検討を、今後さらに進める。

(4) 豪雨制御による水資源への影響評価

豪雨制御によって水災害の軽減が期待される一方で、豪雨制御は水資源の枯渇を引き起こす可能性も懸念される。したがって、豪雨制御による水資源への影響評価では主に渇水が対象となるため、通年の河川流量が主たる評価変数となる。前節で述べた流出モデルでも河川流量を推定できるが、主に洪水を対象として開発されてきたため、無降雨期間の土壌水の浸透や蒸発散など、洪水時には支配的ではないため無視できる水文過程が考慮されていない。

そこで、筆者らの研究グループでは、土壌中における水分の鉛直浸透や、蒸発散過程を物理的に表現した陸面過程モデルを河道流追跡モデルと組み合わせて水資源評価モデルを開発⁴⁾している。水資源評価のためには、地下水流動やダム貯水池における水量操作も考慮する必要があり、それらを表現する要素モデルを追加していく計画である。なお、開発する数値モデルは、渇水のみならず、洪水も含めた年間を通した河川流量を推定可能なモデルであり、洪水と水資源の評価を一体として実施可能な洪水・水資源評価モデルとなる予定である。

(5) おわりに

豪雨制御は非常に挑戦的な研究課題である。気候変動に起因するとされる極端水災害の激甚化・頻発化が顕在化しつつある現在において、実現が強く望まれる技術であると考えられる。最大限の効果を得るためには、適切な運用方法を事前に検討し、確立することが求められる。同時に、災害軽減という正の効果だけでなく、対象地以外で洪水が生じたり、水資源が枯渇したりといった負の効果についても包括的に

評価する必要がある。本研究はまさにその評価手法の確立を目指すものであり、社会実装に向けた一翼を担うべく、今後も本研究を推進していく所存である。

参考文献

- 1) Hunnumbura, P. B. and Tachikawa, Y., 2012, River discharge projection under climate change in the Chao Phraya River Basin, Thailand, using the MRI-GCM3.1S dataset, Journal of the Meteorological Society of Japan, 90A, 137-150.
- 2) Sayama, T., Ozawa, G., Kawakami, T., Nabesaka, S., and Fukami, K., 2012, Rainfall-runoff-inundation analysis of the 2010 Pakistan flood in the Kabul River basin, Hydrological Sciences Journal, 57, 298-312.
- 3) Yamazaki, D., Kanae, S., Kim, H., Oki, T., 2011, A physically-based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model, Water Resour. Res. 47, W04501.
- 4) 萬和明・黒崎直哉・市川温・キムスンミン・立川康人, 2018, 大気場の組み替えと分布型水循環モデルによる多数年におよぶ河川流量データ作成の研究, 土木学会論文集, B1(水工学), 74, I_127-I_132.

センター最新所蔵資料一覧

新刊紹介

令和7年9月～令和8年2月までの新刊図書、資料は下記のとおりです。ご利用ください。

報告書・単行本・ニュース

発行機関名・研究代表者名

〈災害一般〉

地域防災2025 No.64～No.65

日本防災・防災協会

自然災害科学Vol.43 No.3 2024 ～ Vol.44 No.3 2025

日本自然災害学会

自然災害科学Vol.44 特別号 2025

日本自然災害学会

国づくりと研修 vol.154 2025.10

全国建設研修センター

近代消防No.779～No.784

近代消防社

DPRI News Letter No.111 2026年2月

京都大学防災研究所

消防研究所報告 通巻134号 2025年12月

消防庁 消防研究センター

〈地盤〉

sabo vol.139 2026 Winter

砂防・地すべり技術センター

太子地域の地質

地質調査総合センター

<地震動>

Strong - Motion Earthquake Records in Japan2024, Vol.65

防災科学技術研究所

<農林>

季刊 「森林総研」 No.71 2025

森林総合研究所



(自然災害資料センターの様子)

西部地区自然災害資料センター運営委員会

委員長

センター長・大学院工学研究院 教授 山城 賢

委員

大学院理学研究院	教授	下司伸夫
大学院理学研究院	准教授	清川 昌一
大学院工学研究院	教授	笠間 清伸
大学院工学研究院	准教授	林 博徳
大学院芸術工学研究院	教授	朝廣 和夫
大学院芸術工学研究院	准教授	福島 綾子
大学院農学研究院	教授	廣田 知良
大学院農学研究院	准教授	水野 秀明
応用力学研究所	准教授	遠藤 貴洋
応用力学研究所	准教授	市川 香
大学院経済学研究院	講師	中石 知晃
大学院人文科学研究院	教授	南澤 良彦
大学院医学研究院	教授	赤星 朋比古
大学院人間環境学研究院	教授	神野 達夫
大学院システム情報科学研究院	教授	櫻井 幸一
大学院比較社会文化研究院	准教授	渡部 哲史
先導物質化学研究所	准教授	山下 (アルブレヒト) 建

副センター長

大学院工学研究院	准教授	佐藤 辰郎
大学院工学研究院	助教	井手 喜彦

西部地区自然災害資料センターニュース No. 73 2026年3月 発行

編集 西部地区自然災害資料センター

センター長	大学院工学研究院	教授	山城 賢
副センター長	大学院工学研究院	准教授	佐藤 辰郎
センター主任	大学院工学研究院	助教	井手 喜彦

連絡先: 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 2 号館 415 号室
九州大学西部地区自然災害資料センター

編集・事務担当: 中濱 彩 TEL:092-802-2546 FAX:092-802-2545

e-mail : ndicwj-a@civil.kyushu-u.ac.jp

ホームページ URL: <http://www7.civil.kyushu-u.ac.jp/ndicwj/>