



関東地方の大雨に対するCold-Air Damming (CAD)のインパクト Impacts of Cold-Air Damming on heavy rainfall in the Kanto region

小原 涼太^{1),*)}, 岩崎 俊樹¹⁾, 山崎 剛¹⁾

^{*)} 東北大学変動地球共生学卓越大学院プログラム (博士後期課程2年)

E-mail: ryota.ohara.s8@dc.tohoku.ac.jp

¹⁾ 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻流体地球物理学講座



Cold-Air Damming (CAD)と呼ばれる寒気の堰き止め現象が関東地方の大雪事例に関与したことが指摘されて以降, CADへの注目が近年高まっている. 本研究では2019年10月に千葉県で発生した大雨事例の事例解析を行い, 大雨についてもCADのプロセスが重要な影響を及ぼすことを示した. 本事例は, 事前の大雨位置の予測が難しかった事例でもあり, その要因として数値モデルの地形が実際に低いことによる寒気堰止め効果の過小評価が示唆された. しかし, どの程度 of 大雨事例についてCADが影響しうるのかは不明であった. そこで, 1980年以降の40年にわたる関東地方の地上観測データを用いて, 大雨とCADの対応関係を統計的に調査した. その結果, 24時間で100mmを超えるような大雨事例の約4割でCADを伴っていたことを明らかにした. これらの結果から, 関東の大雨予測の向上にはCADの観点からの研究の重要性が示唆された.

背景・目的

関東平野のCAD: 大雪との関連は調べられている(Honda et al., 2016 ^[1])が大雨に対する影響は詳しく調べられていない

事例研究 { 2019年10月の千葉県大雨事例での影響を調査
大雨位置予測が難しい事例: CADの観点から要因を調査

大雨発生とその位置決定に対するCADプロセスの重要性を示唆
どの程度の大雨事例においてCADが関与しているか?

統計研究 大雨事例とCAD事例の関連性を長期の観測データから調査

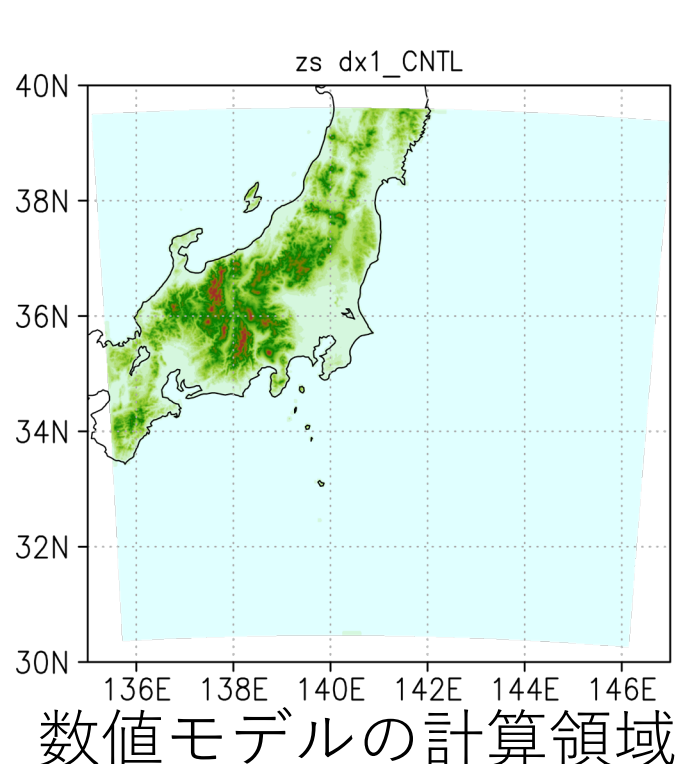
目的: 事例研究で大雨に対するCADの影響を調査し, 統計研究で大雨とCADの関連頻度を明らかにすることでCADの重要性を調べる

事例研究

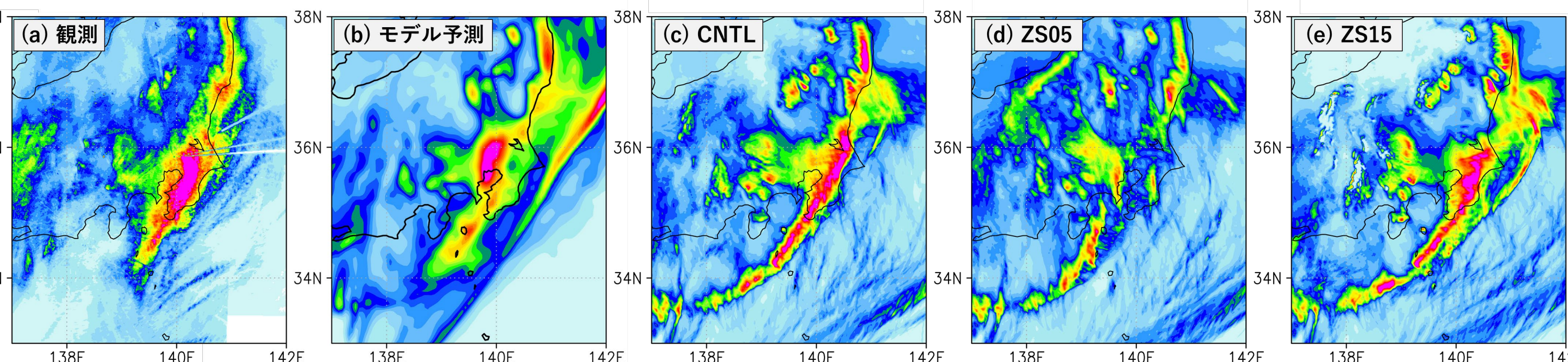
- 2019年10月25日の千葉県の大雨事例(死者13名)
- 気象庁現業モデルは実際より内陸に大雨を予測
- CADを伴う大雨のメカニズム理解
- 大雨予測に影響を及ぼす要因を調査
- 地形の堰止め効果に注目: 地形に関する3つの数値実験
→ 地形の高さが異なる3つの数値実験を比較
- ①再現実験(CNTL), ②地形0.5倍(ZS05), ③地形1.5倍(ZS15)

結果

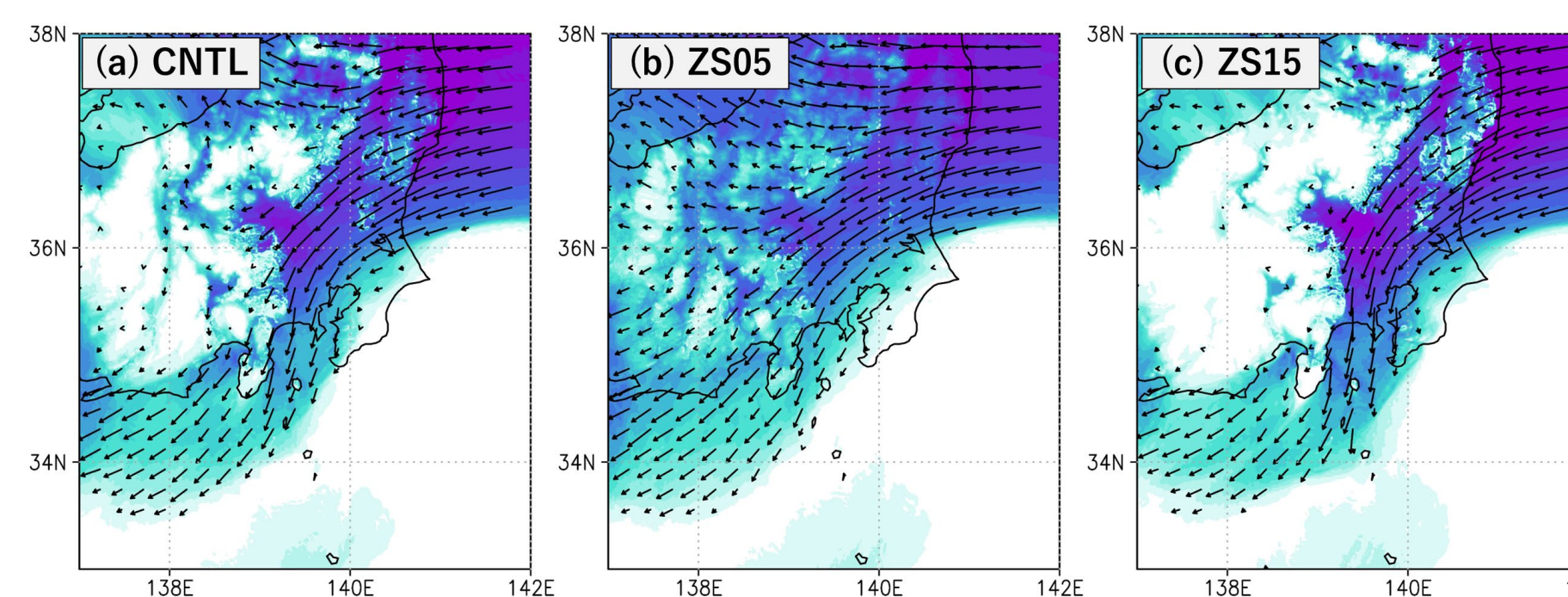
- CNTL実験では千葉県付近の大雨域を再現
- CADの寒気外縁に暖気が乗り上げることで大雨が発生
- 地形が高いほどせき止められる寒気の量が増大
→ 寒気外縁の沿岸前線とそれに伴う大雨域が海側にシフト
- 解像度の粗い地形では寒気の堰止め効果が過小になる
→ 大雨位置予測の内陸寄りバイアスの要因となる



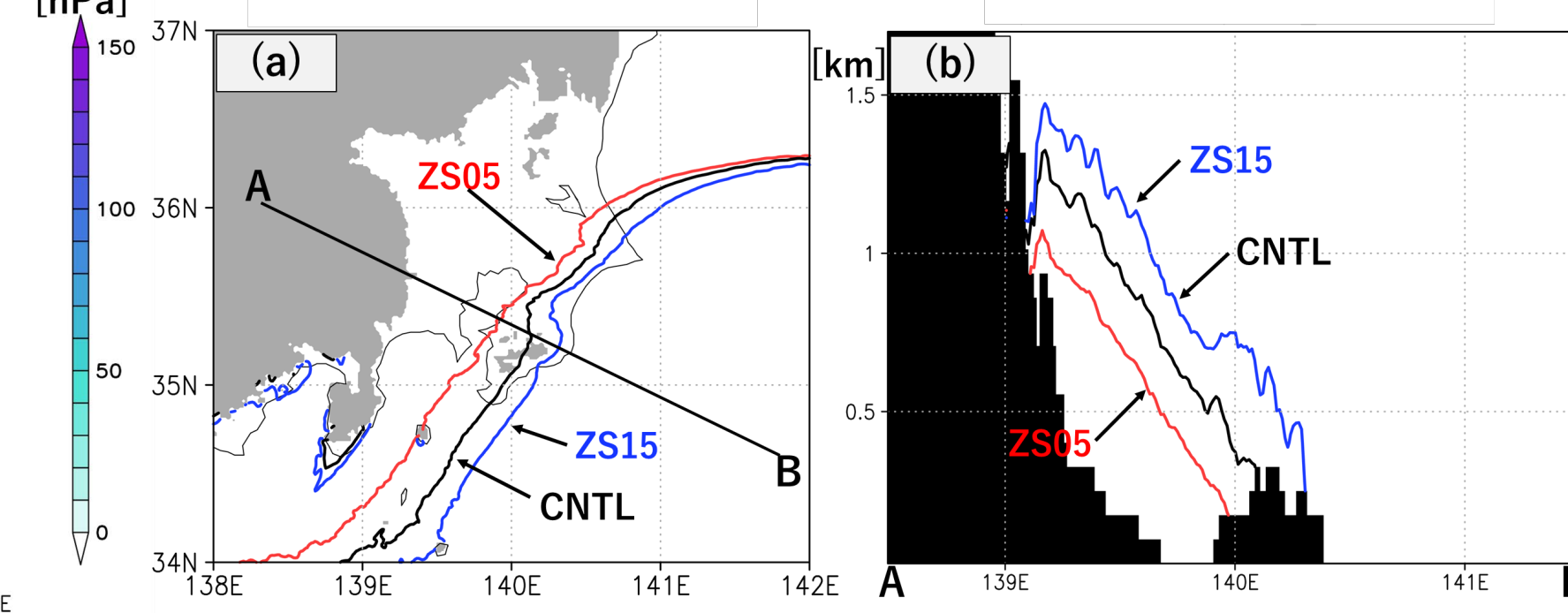
数値モデルの計算領域



10月25日12UTCまでの15時間雨量



293 K等温位面以下の寒気質量と寒気質量フラックス



下層の前線位置(293 K等温線)と前線面の鉛直断面

統計研究

降水事例の抽出

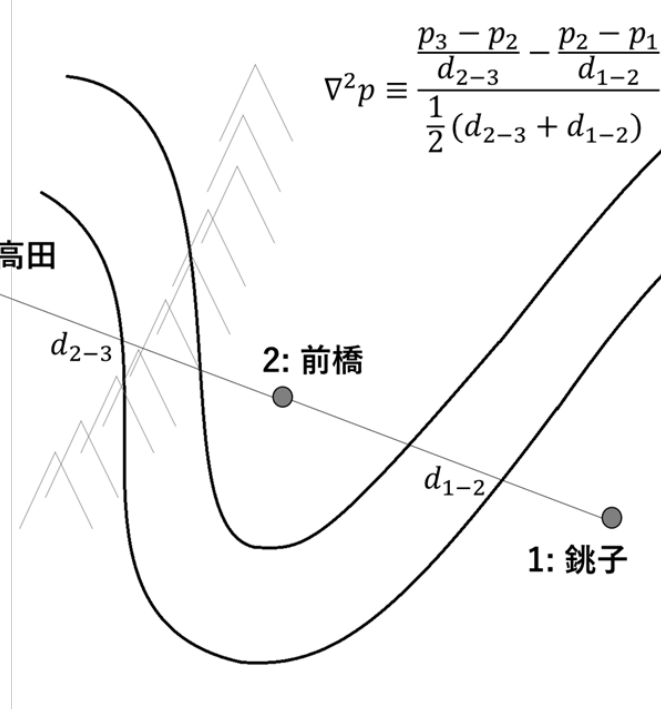
- 各観測地点ごとに事例抽出
- 0.5 mm/h 以上の降水があった場合をカウント
- 6時間以上の無降水時間を空けない降水は同一事例
- 各事例について期間, 最大24h雨量などを記録

CAD事例の抽出

Bailey et al., 2003 ^[3]の方法を参考に抽出

→ CADに伴う気圧のU字構造を検出

- $\nabla^2 p$ の値が平均より 1σ 以上小さい
- $p_2 > p_1$ かつ $p_2 > p_3$
- $\theta_2 < \theta_1$
- $p_{\text{仙台}} > p_{\text{銚子}} + 1.0$
- 上の条件が6時間以上継続



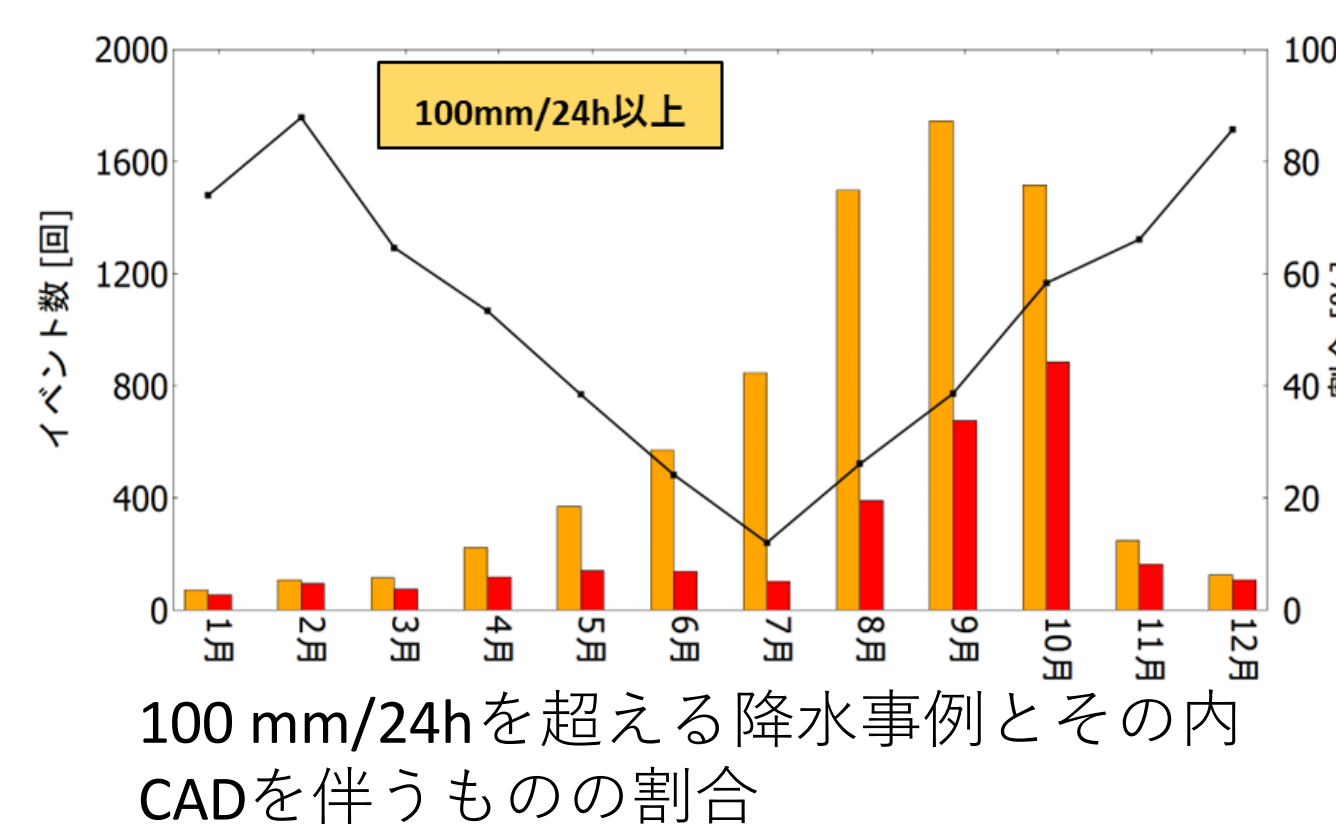
使用データ

気象官署・アメダス観測データ

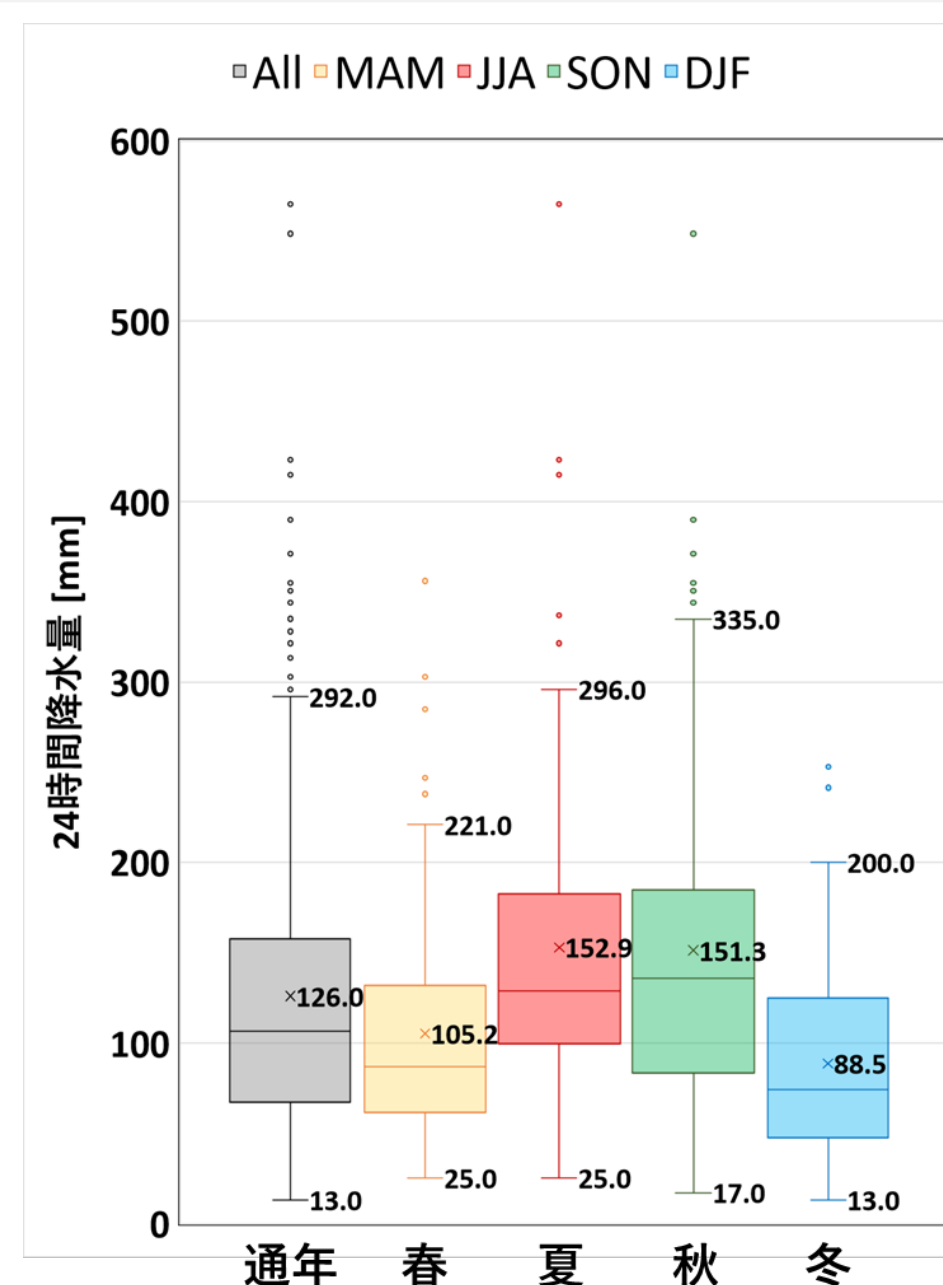
- 期間: 1980/1/1 – 2019/12/31
- 範囲: 関東地方(148地点)
- 降水事例: 1時間降水量
- CAD事例: 海面気圧, 現地気圧, 気温

結果

- 100mm/24hを超える大雨事例の約4割でCADを伴う
- CADを伴う大雨事例は9, 10月に多く, 冬季の大雨事例の多くがCADを伴う
- 全CAD事例(469事例)のうち9割近く(416事例)で広範囲の降水を伴う
- 広範囲の降水を伴うCAD事例の半数以上で100 mm/24hを超える大雨を観測
- 夏と秋のCAD事例ではより大雨を伴いやすい



100 mm/24hを超える降水事例とその内CADを伴うものの割合



広範囲の降水*を伴う各CADイベントにおける24時間降水量最大値

*0.5mm以上の降水を50地点以上で観測

まとめ

関東地方の大雨に対するCADの影響を事例研究と統計研究で調査

事例研究: { • CADの寒気堰き止めプロセスが沿岸の大雨位置に影響
• 実際よりも低いモデル地形を用いた場合に, 大雨位置を内陸側に予測するメカニズムはCADで説明可能

統計研究: { • 大雨事例でCADを伴うものは少なくない(約4割)
• 大雪だけでなく大雨に対するCADの重要性を示唆

- CADを伴う大雨事例の予測精度評価の必要性
→ 2019年10月事例のような予測位置のずれが同様に見られるか?
- モデルの高解像度化による地形の精緻化で予測改善の可能性(調査予定)
→ CADを伴う大雨のメカニズムが同じなら予測改善の恩恵は大きい

参考文献

- [1] Honda, M., A. Yamazaki, A. Kuwano-Yoshida, Y. Kimura, and K. Iwamoto, 2016: Synoptic conditions causing an extreme snowfall event in the Kanto-Koshin district of Japan on 14-15 February 2014. *SOLA*, **12**, 259-264.
- [2] 荒木健太郎, 2015: Cold-Air Damming. 天気, **62**, 545-547.
- [3] Bailey, C. M., G. Hartfield, G. M. Lackmann, K. Keeter and S. Sharp, 2003: An objective climatology, classification scheme, and assessment of sensible weather impacts for Appalachian cold-air damming. *Wea. Forecasting*, **18**, 641-661.

謝辞

- 数値モデルの計算には東北大学サイバーサイエンスセンターの大規模化学計算システムを利用しました
- 数値実験の初期・境界値に使用したメソ数値予報モデルGPVは京大大学生存圏研究所が運営する生存圏データベースによって収集・配布されたものです
- 本研究は, 東北大学変動地球共生学卓越大学院プログラム(SyDE)と高等大学院博士学生フェローシップ, JST次世代研究者挑戦的研究プログラム(JPMJSP2114)の支援を受けました