

2019年台風19号を対象とした 山越する降雨の特徴

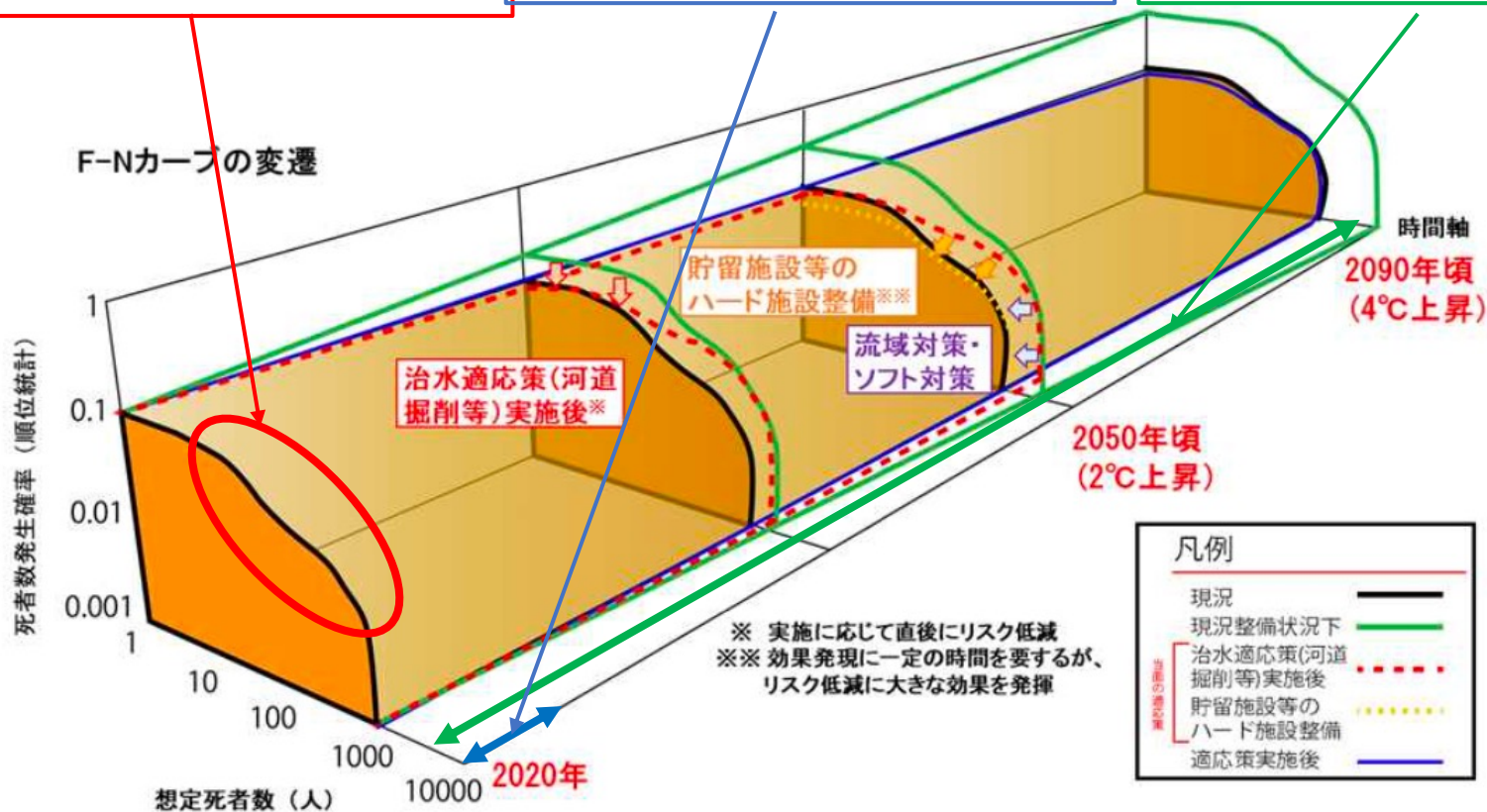
北海道大学工学研究院 岡地寛季, 山田朋人
北海道大学工学院 松岡陽生, 宮本真希, 橋本弾,

サブ課題2: 地域・流域の適応策推進に向けた 気候変動予測情報の創出・極端現象メカニズムの解明

ii-c リスク増大箇所
 (ティッピングポイント)

ii-b 近年の極端現象にお
 ける気候・気象要因特定

ii-a 被害規模の確率
 評価、時間軸上の検討



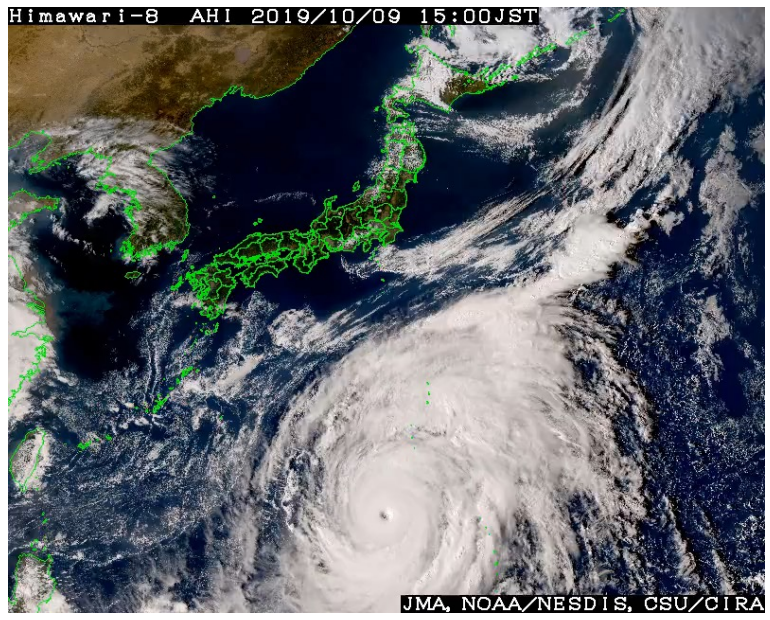
治水分野における気候変動関連の検討 (北海道開発局・北海道)

山田 (2020, 雑誌河川)

2019年台風19号の概要

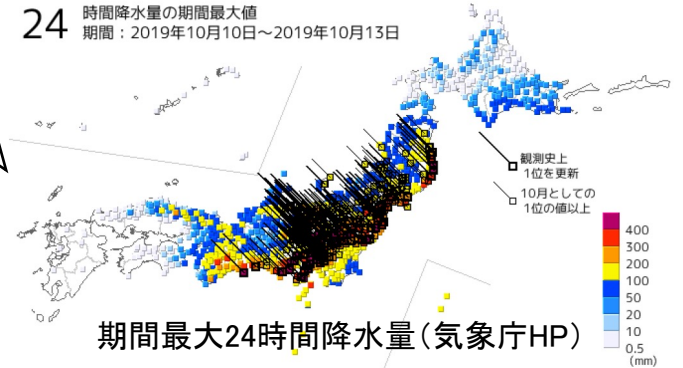
◎過去最大級の台風

- ・10月12日19時前に伊豆半島に大型で強い勢力で上陸
- ・関東甲信地方，東北地方を中心に**広範囲**で**記録的な大雨**や暴風，高潮等の甚大な被害
- ・**狩野川台風(1958)**を超える規模



気象衛星ひまわりが観測した台風19号
(気象庁HP)

全国**103地点**
において観測
史上1位を更
新



国・県管理河川の**140**
箇所で堤防決壊等の
甚大な被害



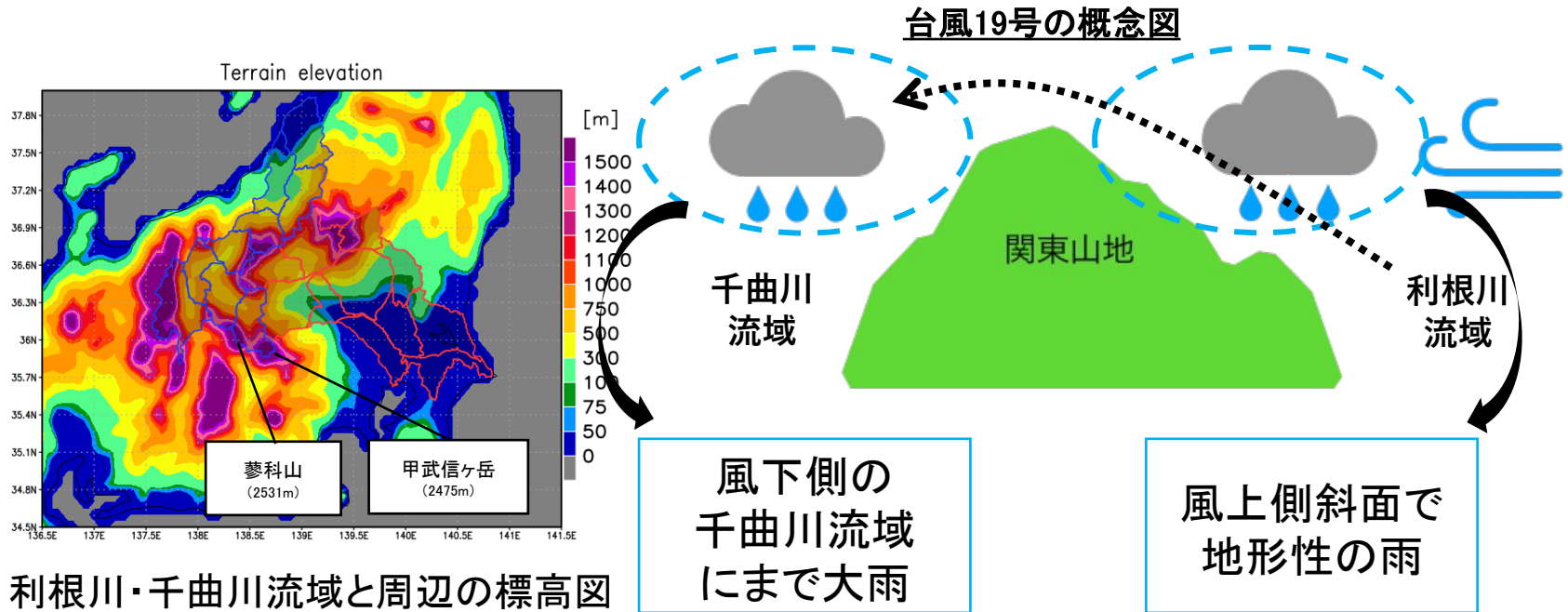
台風19号による千曲川の堤防決壊の様子(10月13日)
(長野市穂保地区)(日本経済新聞 2019年10月16日)

前代未聞の広大な範囲で甚大な被害をもたらした台風19号₂

研究目的は？

◎雨域の山越え

- ・千曲川流域内の長野市における年降水量の平年値は**965.1mm**（日本の全国平均値は1718mm）
- ・**千曲川上流域**に位置する軽井沢，鹿教湯，北相木などで48時間総降水量が**観測史上1位**を記録（**300mm**を越える大雨）

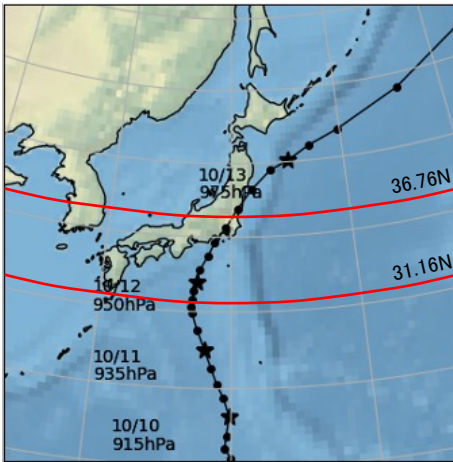


流域を跨いで大雨をもたらした

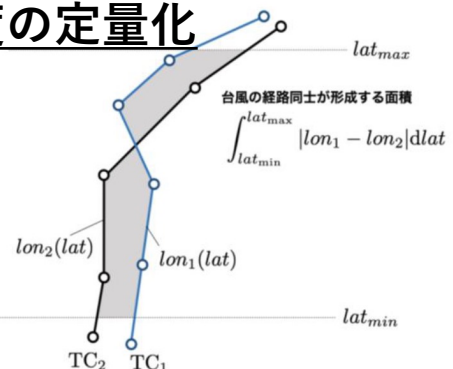
◎関東山地を越えて千曲川流域にまで大雨をもたらした要因は何か？

類似経路を有した台風事例における風上と風下における降雨量の分析

1. 台風経路の類似度の定量化



2019年台風19号の経路
(図中赤線は北緯31.16度と36.76度を示す)



・気象庁ベストトラックデータ (1951年～2019年) を使用して台風経路の類似度の算出 (2つの台風経路TC₁, TC₂の交差する面積が閾値以下のものを類似の台風経路として抽出) (星野・山田ら, 2020)

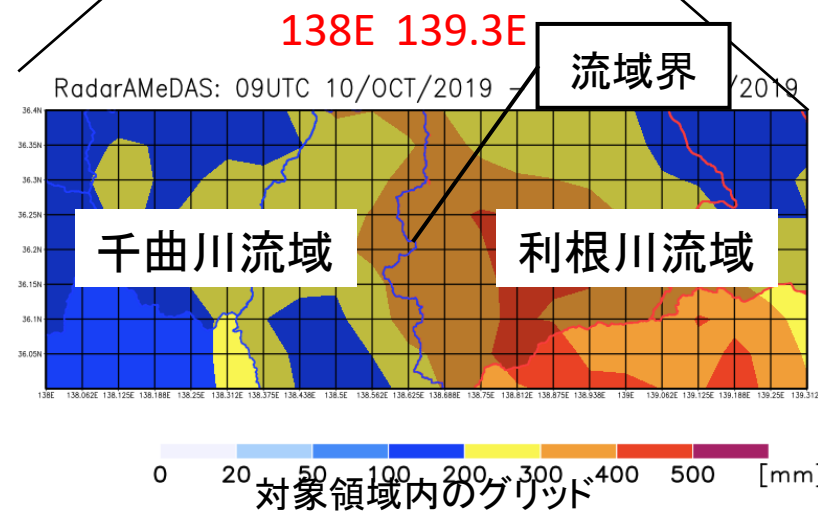
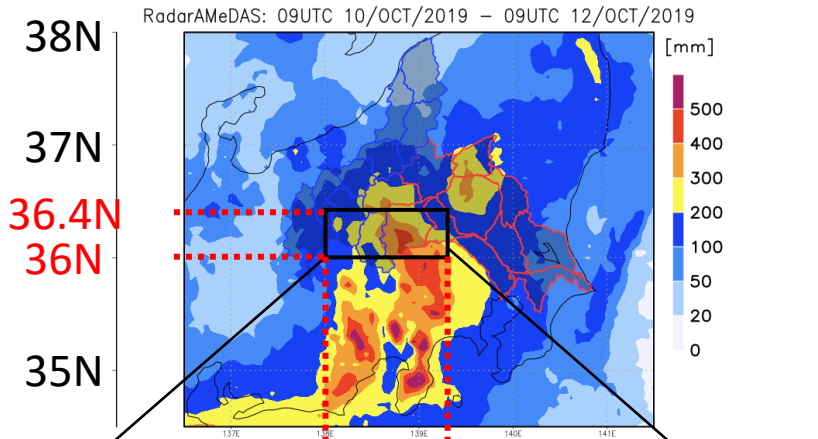
2. 山の尾根に向かって風が吹く時間帯の抽出 使用したデータ

・気象庁55年長期再解析データ (JRA-55)
期間: 1958年～2019年 / 水平解像度: 1.25度 × 1.25度 / 時間解像度: 6時間 / 鉛直レベル: 850hPa / 変数: 水平風 (ベクトル), 比湿

- ・千曲川流域と利根川上流域の流域界 (関東山地付近) に対して **東もしくは南東方向から風が吹き付けている時間帯**
- ・千曲川流域に北風が吹いていない

3. 山の風上と風下の降水量を比較

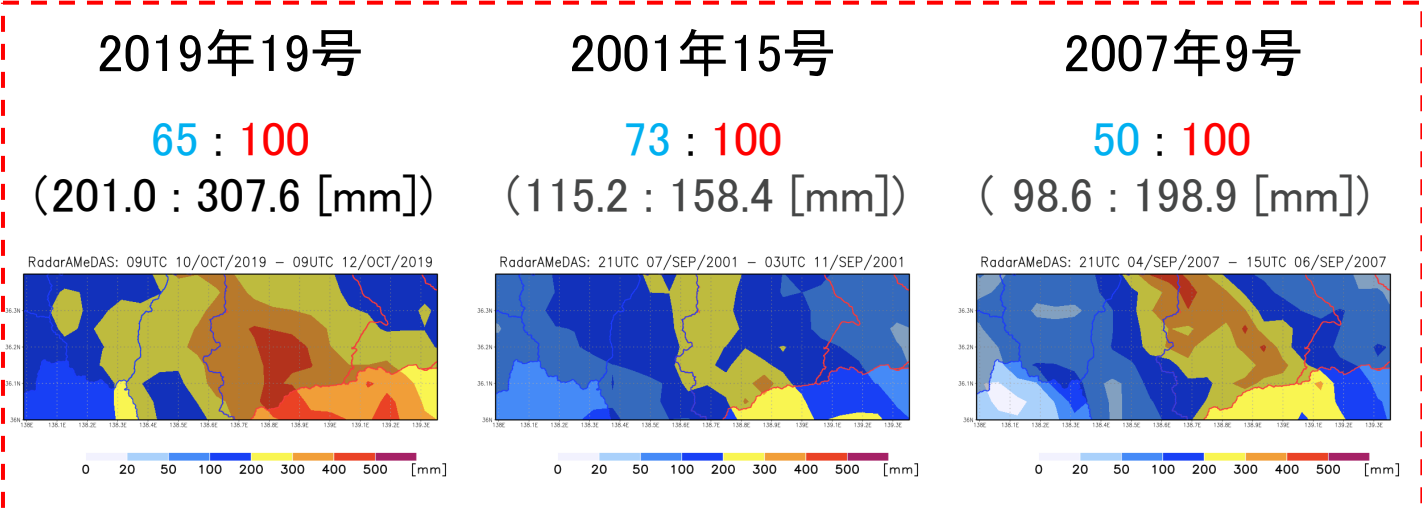
北緯36.0度から36.4度, 東経138.0度から139.3度の範囲において, 積算雨量のグリッド内平均値を両流域間で比較



対象領域内のグリッド (経度方向に22グリッド (0.0625度間隔), 緯度方向に9グリッド (0.05度間隔))

類似経路を有した台風事例における風上と風下における降雨量の比較

※上の数字は千曲川流域:利根川流域 (流域間比率)



似た降雨パターン(雨域の山越え)の3事例



気象場の特徴に共通点はあるのか？また、2019年台風19号はなぜ突出していたのか？

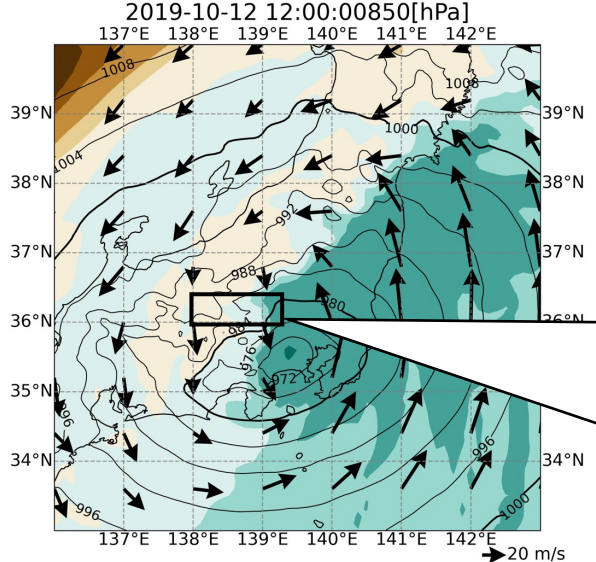
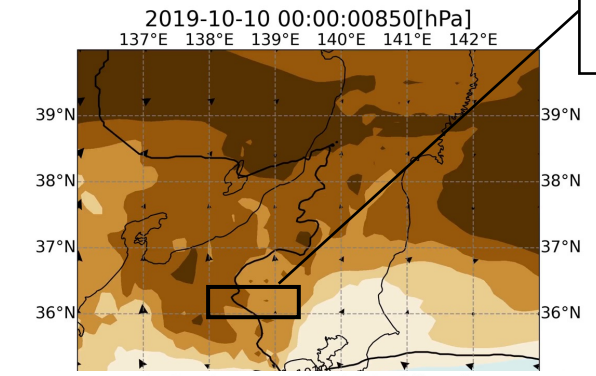
①2019年台風19号 ②2007年台風9号

- 台風19号が関東山地を越えて風下側の千曲川流域にまで山越えして大雨をもたらした**気象要因**について明らかにする

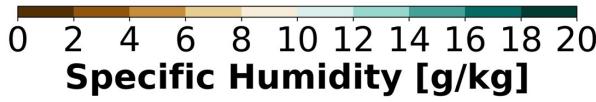
4. 気象場の解析: 850hPa面の比湿と風速ベクトル

①2019年台風19号

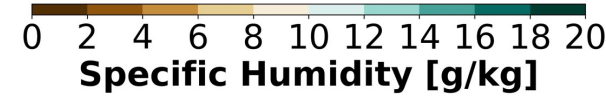
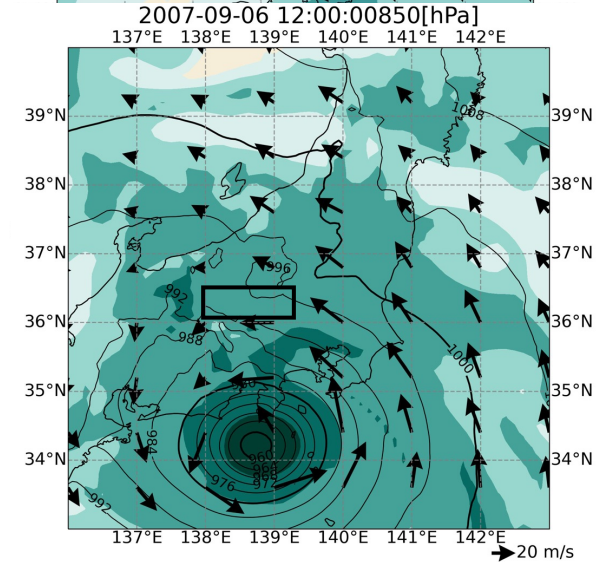
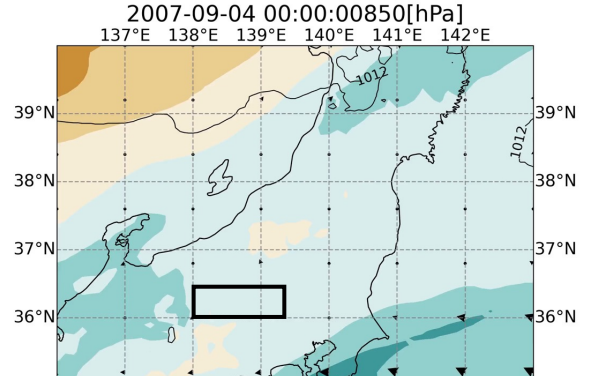
着目している千曲川流域
と利根川上流域の流域界
(関東山地付近)のエリア



南東風+北寄りの
の乾いた風が吹き付ける



②2007年台風9号

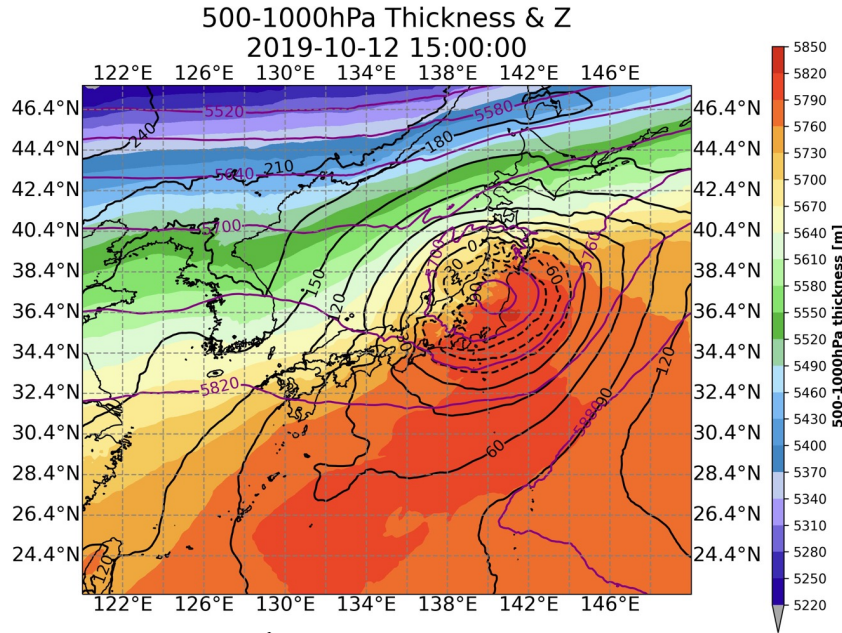


使用したデータ: **メソ数値予報モデルGPV(MSM)**

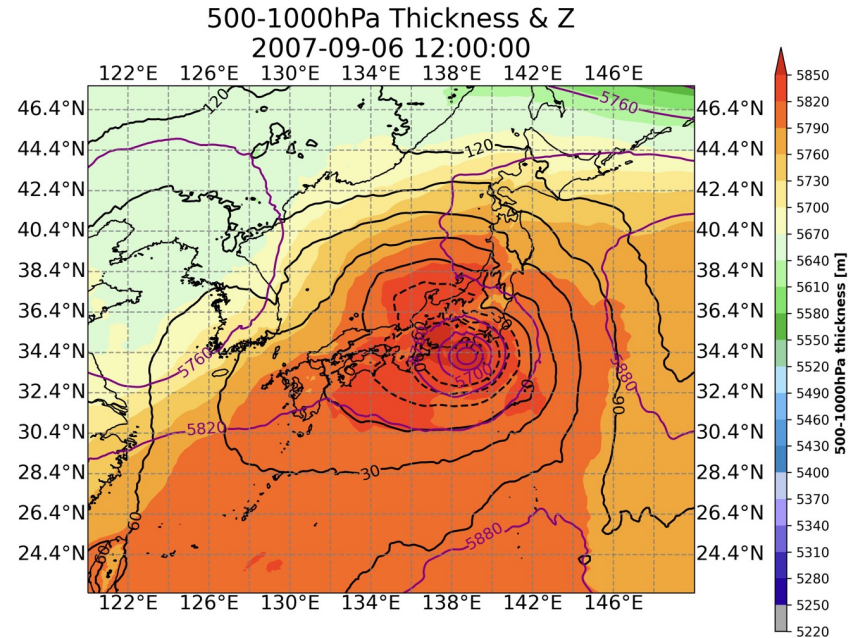
期間:2007年, 2019年/ 水平解像度:地上面データ5km, 気圧面データ10km/ 時間解像度:3時間6

4. 気象場の解析: 500-1000hPa層厚

①2019年台風19号



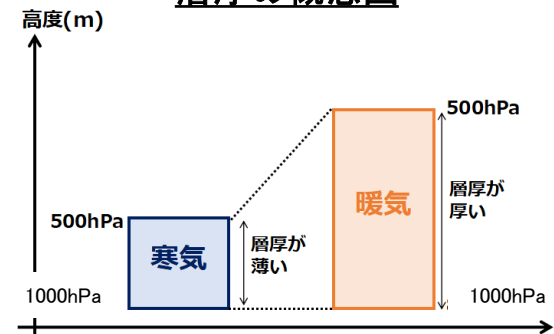
②2007年台風9号



台風19号

- ・寒気が日本列島まで南下している
- ・南からの大型で強い勢力かつ多量の水蒸気を含んだ台風19号が、寒気の壁にぶつかる

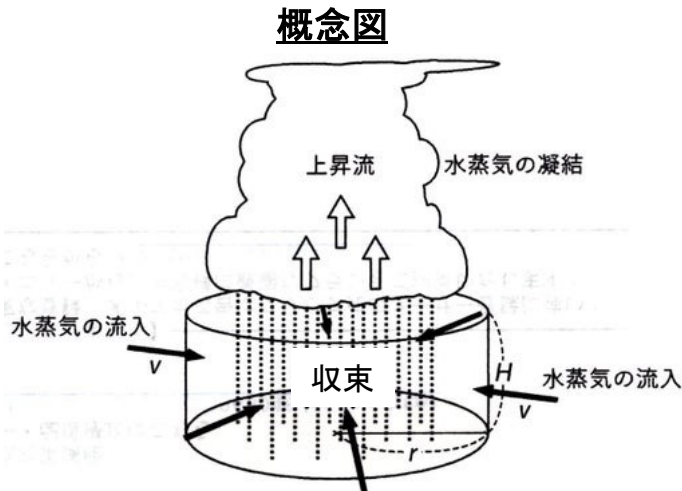
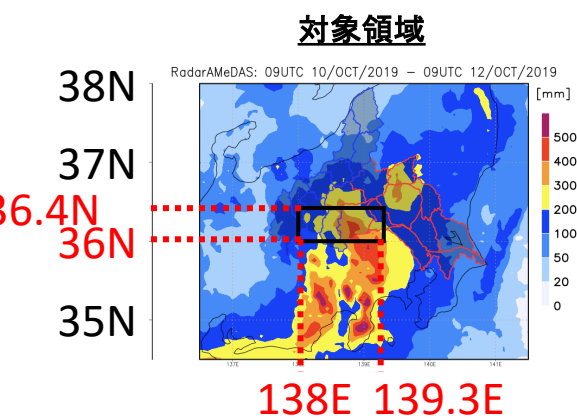
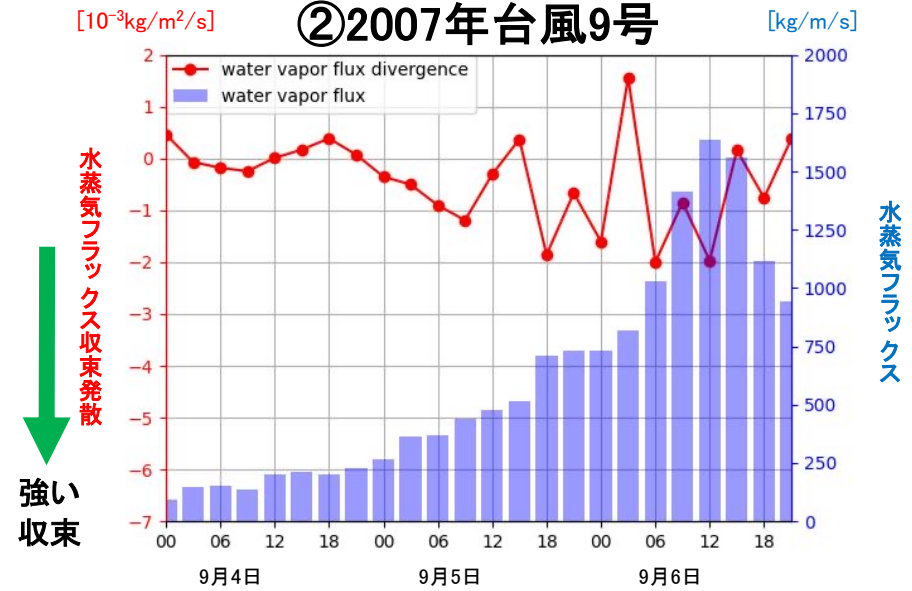
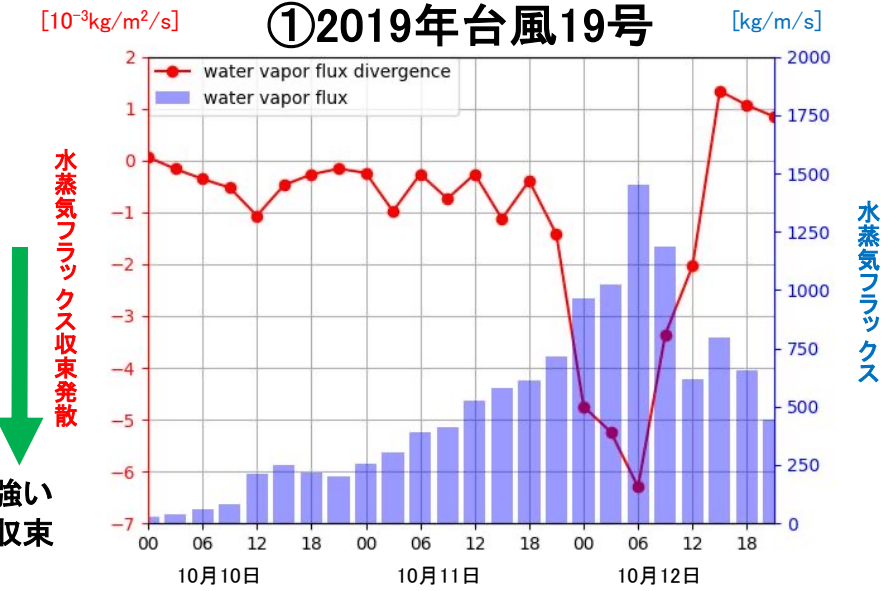
層厚の概念図



出典) <https://tenki-forecast.com/weather/atmospheric-mechanics3/>

4. 気象場の解析: 水蒸気フラックス及びその収束発散

地表面～300hPa面で鉛直積算した**水蒸気フラックス収束発散**と**水蒸気フラックス**の時系列
(対象領域(36N-36.4N, 138E-138.3E)での領域平均値)



式

(1) 水蒸気水平フラックス
 $qflux = q\vec{v} : (\text{比湿}) \times (\text{風速})$

(2) 水蒸気水平フラックスの鉛直積算

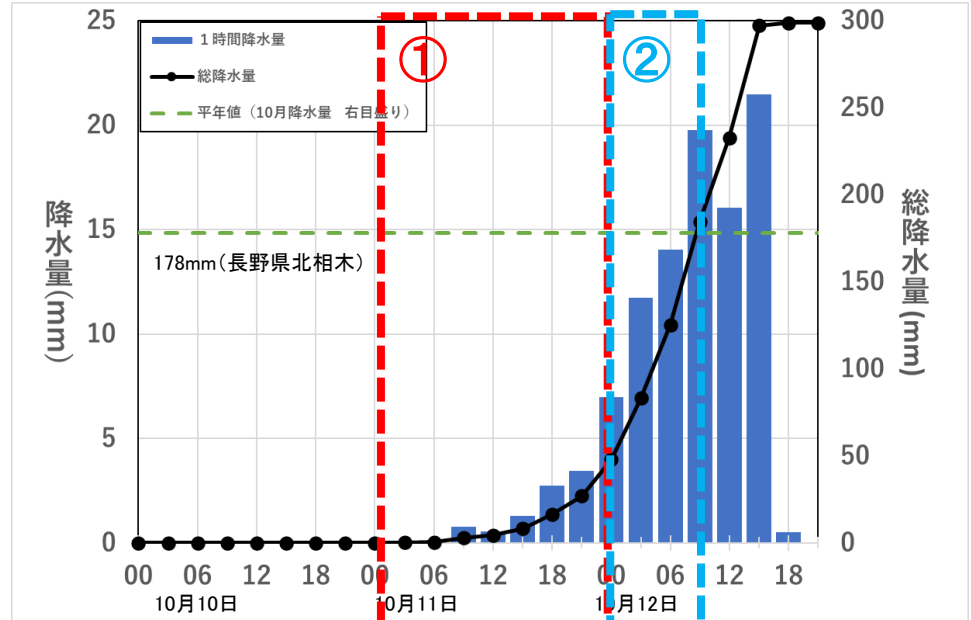
$$qflux_{sum} = \frac{1}{g} \int_{p_{srf}}^{p_{top}} q\vec{v} dp$$

(3) 水蒸気水平フラックス収束発散

$$qflux_{div} = \frac{\partial uq}{\partial x} + \frac{\partial vq}{\partial y}$$

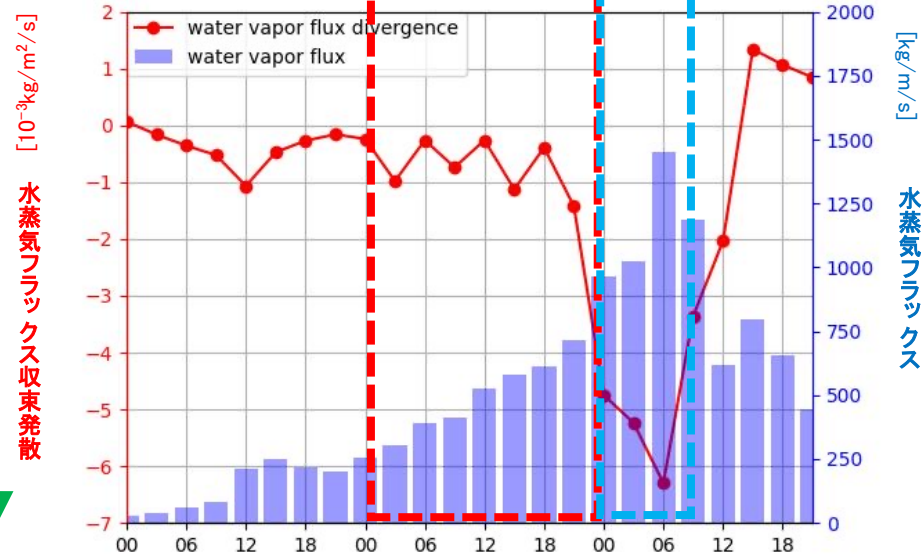
出典) <https://ameblo.jp/teru-fu/entry-12313159972.html/>

4. 気象場の解析: 2019年台風19号の降水量時系列図



①
南東風に覆われている時間帯
167mm/21h
(10月11日09時～10月12日06時UTC)

②
南東風+北西風の収束
132mm/9h
(10月12日06時～10月12日15時UTC)



強い収束

2019年台風19号で千曲川流域にもたらされた大雨

- 「南東風により関東山地を山越えした雨」
- 「寒気の壁にぶつかって回り込んできた北風との収束によりもたらされた雨」

これら2パターンの重ね合わせである

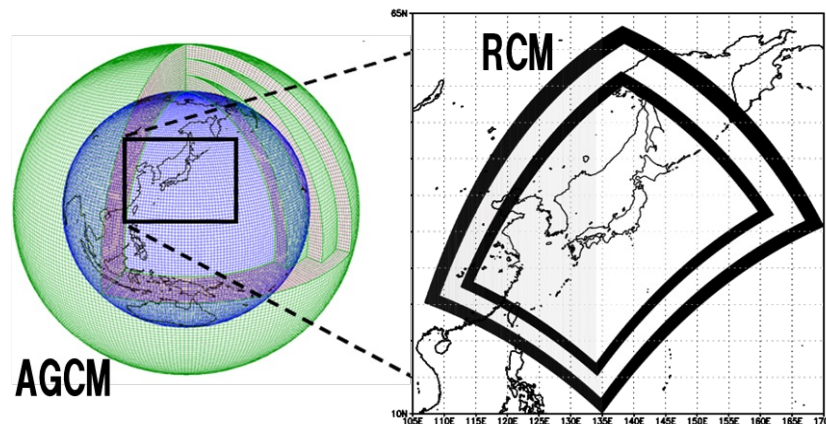
これまでの高解像度データセットと 先端プロジェクトにおいて作成している改良版d4PDF

北海道領域

関東領域

九州領域

改良版d4PDFの計算領域

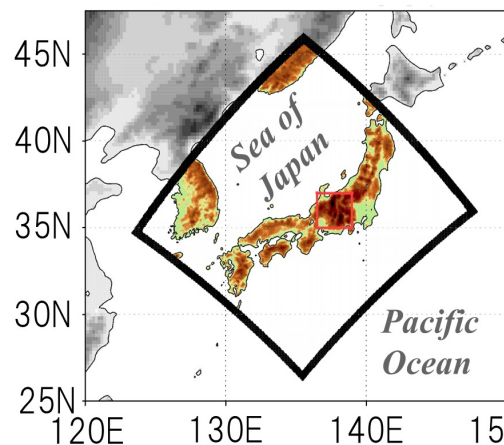


1. 対象とする流域の年最大流域平均雨量の 上位事例を1年間力学的DDS (山田ら, 2018; 星野ら, 2018)

北海道領域：15日実験, 782年(過去), 1606年(4K), 672年(2K)

関東領域：15日実験, 458年(過去), 250年(4K)

九州領域：15日実験, 653年(過去), 812年(4K), 177年(2K)



2. 対象とする流域の 年最大流域平均雨量イベントを 含む15日間を力学的DDS

※それぞれ3000年分(過去), 3240年分(2K), 5400年分(4K)の計算が完了

3. 東北から九州を対象 過去, 2度上昇, 4度上昇 それぞれ372年分 (SI-CAT)

(Kawase et al. 2018; Sasaki et al. 2019)

過去、2度上昇、4度上昇気候を対象 それぞれ720年分の計算を実施予定

※現状, 過去と4Kそれぞれ720年分の計算が完了
ESチャレンジング課題において2K実験の計算を実施中

様々な観点からデータの妥当性や
特徴に関する分析を実施中

※ESチャレンジング課題に参画者

気象研究所(川瀬, 野坂, 渡邊, 福井, 仲江川, 村田, 高薮, 水田, 石井, 辻野), JMBSC(林, 山田), 京都大学(志村, 仲, 山本, Nayak, 吳, 中北, 森, 竹見), JAMSTEC(杉本, 鈴木, 伊東, 石川), 北海道大学(岡地, 清水, Shri, 山田), 寒地土木研究所(星野)

**日本全国を網羅した高解像度・多数アンサンブルの気候再現・予測データの
作成により領域を跨いだ検討が一貫して可能となる。**

d4PDFを用いた解析手法

1. 類似経路を辿る台風の抽出する.

1. 二つの台風経路の東西方向の差の南北積算値によって算出される面積が閾値以下のものを類似の台風経路とする. 緯度が31.16から36.76度の間で面積を算出した. 台風経路は気象庁のベストトラックデータとd4PDFの60km解像度から抽出されたトラックデータを利用した.

2. ある領域に台風が存在する時間を抽出する.

1. 上記の緯度帯に台風中心が存在する時間帯を抽出した. トラックデータは6時間毎のデータであるため, 6時間ごとに調べ, 該当した場合はその時刻の後ろ5時間も含めることとする.

3. 利根川上流域における風向きが南から南東の時間を抽出する.

1. d4PDF (5km, Yamada : 5km解像度で15日計算, 関東周辺を対象としたデータ) を利用する. 850hPa面における東西風と南北風から風向を定義し, 南から北, 東から西に吹く風の90度分の風を抽出した. その際の風向は東経138度から139.312度, 北緯36度から36.4度内の平均風向を使用した.

4. 上記全ての基準を満たす時間の降水量を抽出する.

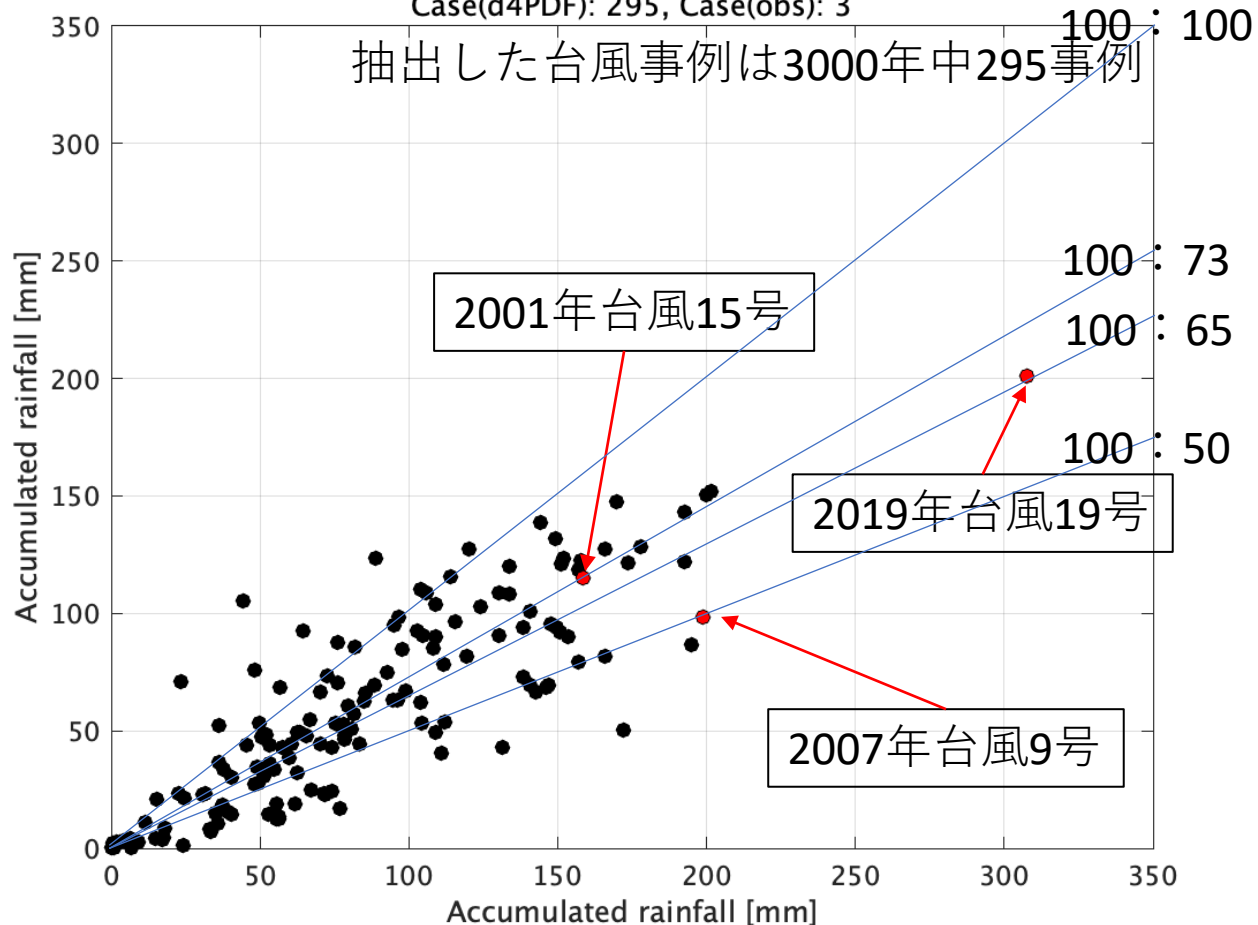
1. 雨量は東経138度から138.65度, 北緯36度から36.4度に囲まれる領域を千曲川上流域 (風下側), 東経138.7度から139.35度, 北緯36度から36.4度に囲まれる範囲を利根川上流域 (風上側) として, 同2領域の空間平均累積降水量を抽出した.

利根川上流域と千曲川上流域の累積降雨量の比較

風上と風下の雨量の比

Case(d4PDF): 295, Case(obs): 3

抽出した台風事例は3000年中295事例



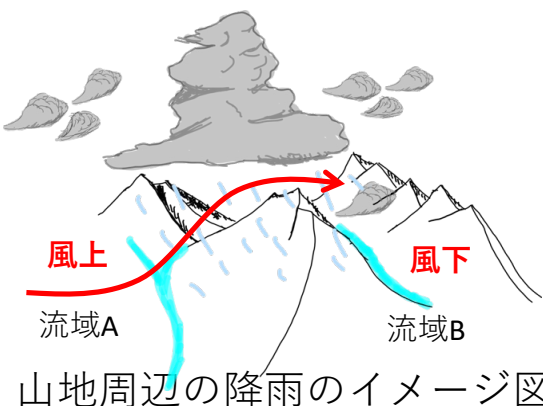
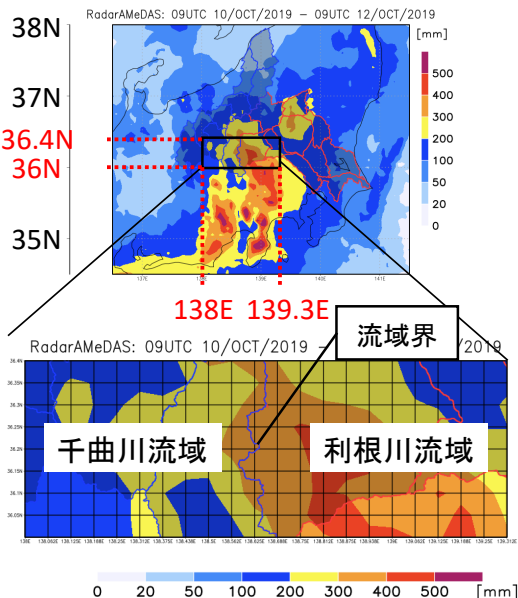
風下側 (千曲川上流域)

風上側 (利根川上流域)

おおよそ風上と風下の雨量比が100対50から100対100の間にある。

→この幅が千曲川における降雨量として重要？

→それぞれの事例に関して詳細な分析が必要となる。



まとめ1

◎本研究では、台風19号が関東山地を越えて風下側の千曲川流域にまで大雨をもたらした気象要因を類似台風と比較することで明らかにした。

◎2019年台風19号が関東山地を越えて風下側の千曲川流域にまで山越えして大雨をもたらした発生要因

- 「南東方向からの多量の水蒸気流入が関東山地を越えて千曲川流域にもたらした雨」
- 「南下した寒気の壁にぶつかって回り込んできた北よりの乾燥した寒気と南東よりの湿った暖気が千曲川流域上空で収束することによってもたらされた雨」

- ・ 今後は上層と下層に切り分けての分析を進める。
- ・ 極端現象である台風事例数は少ないため、大量アンサンブルデータを用いた解析を実施する。

