

台風時期の予測精度の傾向把握についての基礎的検討

—2019年高解像度降水ナウキャストデータを基に—

中條 壮大¹⁾・岩田 鈴花²⁾

1) 大阪市立大学 大学院工学研究科 e-mail: nakajo@osaka-cu.ac.jp

2) 堺市上下水道局（元大阪市立大学工学部都市学科）e-mail: tjhkrhsh@gmail.com

2019年の台風事例を対象として、高解像度降水ナウキャストの予測精度を分析し、その精度と降水特性や台風との位置関係について基礎的な検討を行った。その結果、リードタイムが長いほど予測バイアスはやや大きくなるが、30 min と 60 min の差は顕著ではないこと、内側降雨帯の降雨予測バイアスは台風経路に依存し、西側で過大評価、東側で過小評価となること、累積降雨量が多いほど累積予測誤差は負に偏重し、過小評価となることなどを明らかにした。

Key words : ナウキャスト, 台風 19 号, 予測精度

1. はじめに

一般的に顕著な被害をもたらすような大災害の時間スケールは、人生の時間スケールよりも長いこと、経験したことのない災害が生じることは避けられない。しかしながら、近年の水害で報道されるような「経験したことのない災害」の中には気象観測が始まって以来の、まさに未曾有の災害とみなされるような広域かつ長期間におよぶ降雨が原因と思われるものも見られる。例えば、2017年7月の九州北部豪雨では福岡県朝倉市で24時間降水量が545.5 mm、大分県日田市で370.0 mmとなり、観測史上1位の値を更新し、死者・行方不明者は43名となった¹⁾。2018年7月豪雨では西日本を中心に、広域的かつ同時多発的に河川氾濫や土砂災害が発生し、24時間降水量は76地点で、72時間降水量は122地点で観測史上1位を更新し、死者・行方不明者は231名となった^{2),3)}。3桁を超える人命が失われる水害は、国内では東日本大震災の津波を除き、1993年の8月豪雨以来であり、非常に大きな衝撃を与えた。こうした豪雨災害の傾向の変化には気候変動の影響も懸念されており、中北からは過去の梅雨豪雨と気候変動影響シミュレーションの結果を比較しながら、積算雨量や強雨継続時間、水蒸気フラックスの観点から考えると近年の豪雨特性については水蒸気フラックスの観点から非常に特異な事象であり、2100年頃の将来の豪雨においてはこうした事例の頻度が増えることを指摘している⁴⁾。また、2018年には台風21号が関西を中心に強風、高潮被害をもたらした⁵⁾。2019年には台風19号が東日本及び東北地方を中心に広域で大雨をもたらし、それらが河道に集水された結果、破堤や多数の越流による浸水被害を発生させ、死者・行方不明者は107名となった^{6),7)}。台風災害の場合は強風とともに生じるために、暴風圏内に入ってからからの避難が困難であることから早期の避難が重要であるが、「このような事態になるとは想像していなかった」と答える被災者は依然として多く、降雨の予測精度は年々向上しているにも関わらず、避難などの減災行動に結びついていないのではないかと懸念がある。

豪雨災害への対策として堤防などのハード対策も急務であるが、その整備には時間もかかり、全ての危険区域を同じレベルで防護することには経済上の限界もある。そのため、想定を超える場合に備えたソフト対策も必要である。また、災害予測が不確実性を有しているために、行政主体の防災活動には限界があり、避難勧告・避難指示の遅れは必ず発生する。危険が迫っていても発災直前のタイミングや夜間であれば避難時の被災を警戒して発令しない場合も多い。よって、行政の避難情報は参考にしながらも、市民自らの判断で避難行動をとることが必須である。

市民が減災行動を決定する際の判断材料の一つとして、気象庁の降雨予測情報がある。降雨予測情報には降水短時間予報や降水ナウキャストなどがあり、高解像度降水ナウキャストは250 m 解像度での降水予測結果を得ることができるため市民に地区レベルの防災情報を提供している。また、携帯端末のアプリも多く、簡単にその情報にアクセスすることが可能である。しかし、降水予測情報の不確実性が大きく、利用者が予測の振れ幅についてよく知らなければ、どこまでの事態を想定すればよいのかわからず、有効な減災行動を取ることは難しい。これまでもナウキャストの予測精度と降雨イベントの関係は幾つか研究されているが（例えば加藤ら⁸⁾），いずれも単独の降雨イベントに関するものであり、また台風降雨の事例は少ない。

2. 目的

上で述べたような研究背景から、白井ら⁹⁾は前報で2018年7月豪雨時及び2018年台風12号による高解像度降水ナウキャストの降水予測精度について、大阪周辺を対象に基礎的な検討を行った。その中では前線性の降雨で強雨時に過小評価の予測バイアスが大きくなることや、台風による降雨は時間帯によって過小評価と過大評価のトレンドが変化することを示した。しかし、前報の検討は1事例に過ぎず、また、ナウキャストとXバンドレーダーから観測される降雨の現況情報を画像キャプチャによって取得した画像データに基づく比較であった。そのために、予測精度についての定量的な評価には難があった。

本研究では2019年の複数の台風襲来時のナウキャスト及び解析雨量のデータを配信取得し、それらの直接比較を行うことで予測精度の変動とその因子を明らかにすることを目的とした。それにより得られた知見を活用し、市民の災害予測情報リテラシーの向上や、リアリティのある防災訓練プログラムの開発に資することを目指している。ただし、本稿内では台風19号について主に取り上げる。

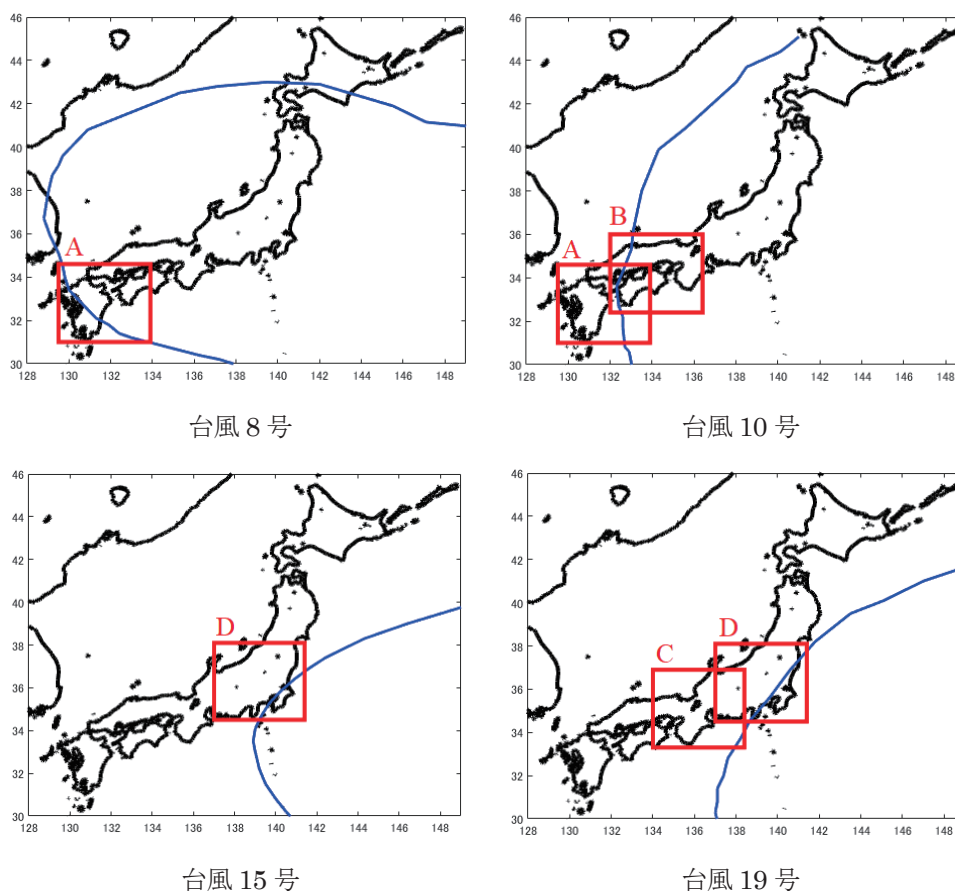


図-1 各台風経路と分析領域

3. 使用データおよび解析手法

気象庁のナウキャストは250 m 解像度の降雨量データ群であり，60 分先までの5 分毎の予測値と解析値がリアルタイムで有償配信されている．解析値とは，降雨レーダーや雨量計，地上高層観測の結果から補正された実況降雨量で，高解像度の準観測値とみなせる．ここでは予測値から解析値を引いたものを予測誤差 delt (mm/h) とした．よって $\text{delt} < 0$ は過小評価， $\text{delt} > 0$ は過大評価となる．

解析対象としたのは2019年に日本に上陸し降雨をもたらした台風8号，10号，15号，19号である．評価には30分後（リードタイム30分）と60分後（リードタイム60分）の予測値を用いた．ナウキャストデータは膨大であるため，今回の分析領域は図-1に示すA~Dの領域に限定した．図中には台風経路も示す．領域は各台風の進路上であることと，主に陸地側の降雨の評価をすることを念頭に決定した．ここでは領域の目安として，一般的な台風の内側降雨帯が入る程度の400 km 四方とした．しかし，この領域の妥当性については考慮できていない．

4. 解析結果

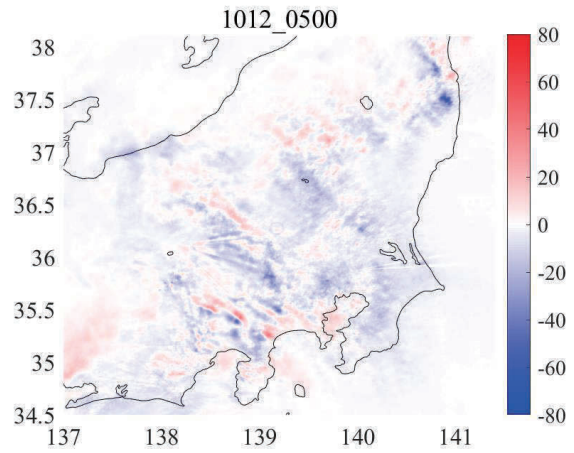
(1) 予測誤差の分布

図-2には一例として台風19号の襲来時における領域D内における予測誤差のスナップショットを示している．予測結果は250 m 解像度で得られるが，その各地点における誤差 delt を求めた結果である．予測誤差の分布はこのように過大評価と過小評価が比較的にまとまった形で分布しており，降水をもたらす雲の組織的な構造が反映されたものと解釈できる．

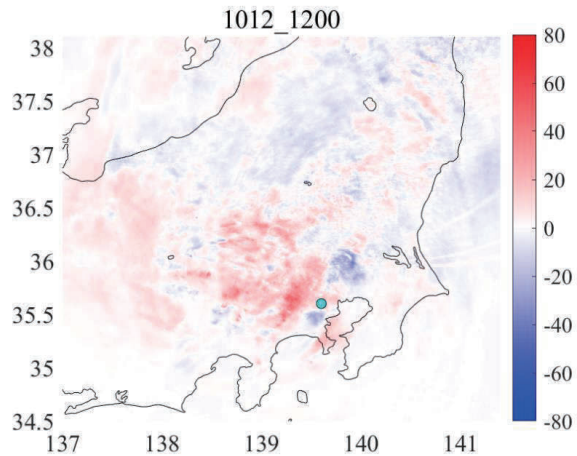
図-2(a)は台風19号が三重・愛知県沖合を北東に進行しているときの様子であり，図-2(b)は領域内に台風が進入した後の様子である．台風接近前には地形起伏の影響で過大・過小評価の領域が筋状に浮かび上がっているが，全般的に過小評価になっていると思われる．一方で，台風接近後には台風の中心よりも西側を中心として過大評価の領域が広く分布している．

(2) リードタイムと予測誤差の関係

図-3は図-2と同じく台風19号の襲来時における領域D内における予測誤差を示したものであるが，



(a) 台風接近前 12日5時



(b) 台風接近後 12日12時

図-2 台風19号領域Dにおける予測誤差（2019年10月12日）．丸印は台風の中心位置を示す．赤色は過大評価，青色は過小評価を示す（mm/h）．

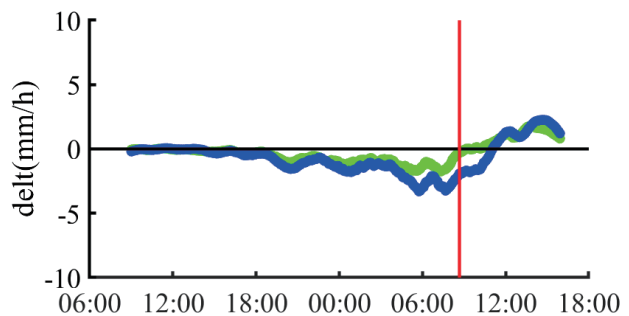


図-3 台風19号領域Dにおける領域内平均予測誤差の時間変化（2019年10月12-13日）．緑線と青線はそれぞれリードタイム30分と60分，赤線は領域内に台風が到着した時刻を表す．

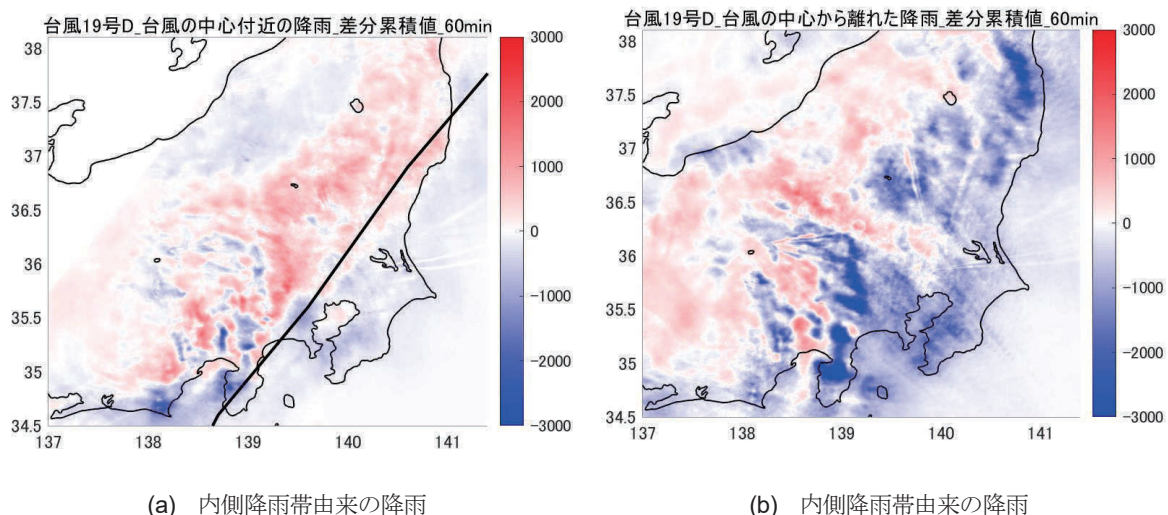


図-4 累積予測誤差の分布（台風19号）

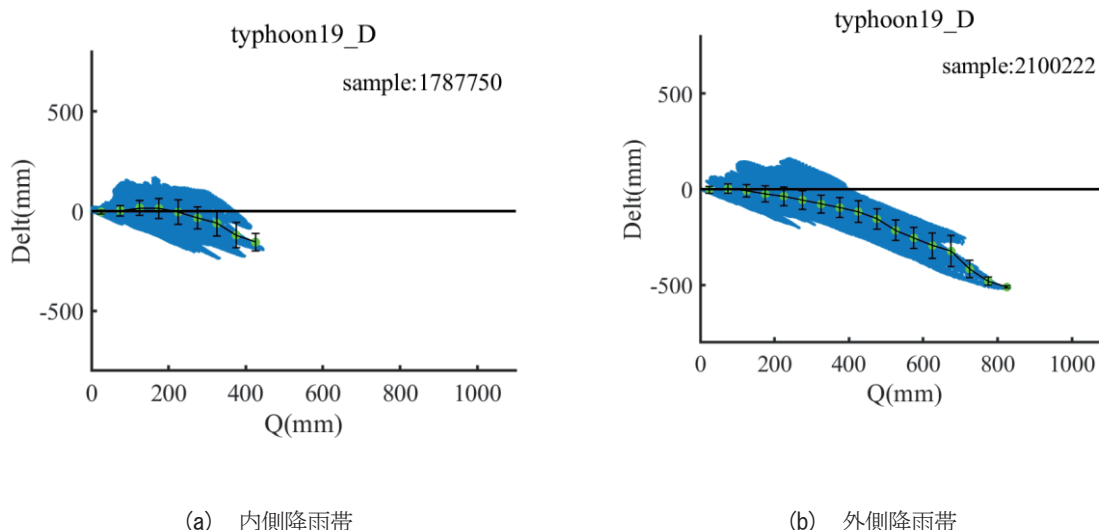


図-5 累積雨量と予測誤差累積値の関係

その大まかな時間変化傾向を知るために、各地点における誤差 Δ の領域内積分値を総メッシュ数で割った平均値、すなわち、領域内の予測バイアスを示している。予測バイアスが台風の接近とともに変化することは、既往の白井ら⁹⁾の結果と類似している。台風接近時には全体的に過小評価の傾向にあるが、領域内に台風が進入して通過するまでは全体的に過大評価の傾向にある。また、リードタイムが短いほどに予測バイアスは小さくなるが、その差はそれほど顕著ではない。

(3) 台風の位置と予測誤差の関係

各地点の予測誤差について1イベント内の累積値を算定し、台風経路との関係や地域特性を調べた。ただし、台風中心付近では内側降雨帯、中心から離れると外側降雨帯と異なる特性を有するので、それらを区分して累積値を求めた。累積予測誤差の空間分布を内側降雨帯由来の降雨について図-4(a)に、外側降雨帯由来の降雨について図-4(b)に示す。

内側降雨帯では、台風経路の西側で過大、東側で過小に、上陸後の台風経路上では過大評価の予測バイアスが見られた。また、これは台風15号でも同様の結果が得られ、リードタイムが長いほど予測バイアスは大きかった。

一方で外側降雨帯においては、台風経路との関係は内側降雨帯の結果ほどは明瞭ではなく、台風経路に近い平野部で過小、山岳部やその裏側では過大評価の予測バイアス傾向があり、地形の影響も大きいと推測される。また、リードタイムが長いほど予測バイアスは大きい。今回、西日本域の図面は掲載していないが、大きく過小評価されていた大分県南部、高知県、伊豆半島はいずれも有数の多雨地域にあたる。

(4) 累積雨量と累積予測誤差の関係

先の結果より、降雨量と予測精度には関係があると考えられる。そこで、積分値としての累積雨量 Q (mm) と $delt$ の積分値である累積予測誤差 $Delt$ (mm) の関係に着目した。図-5には対象領域の全ての地点における Q と $Delt$ の関係を示している。外側降雨帯由来の降雨では累積雨量が多くなると累積予測誤差は負の予測バイアスを示した。19号台風の内側降雨帯については累積雨量との関係はそれほど明瞭ではないが、領域Cを対象とした分析や他の台風分析では外側降雨帯と同様の結果が得られた。ここから、全般的には累積雨量が多いほど累積予測誤差は負に偏る傾向があるといえる。累積降雨量は斜面災害リスクやダム貯水量と密接に関連しているが、より危険な状況になるほど累積の予測誤差も大きくなることをこれらの結果は示している。

5. まとめ

主要な結論を以下にまとめる。

1. リードタイムが長いほど予測バイアスはやや大きくなるが、30 min と 60 min の差は顕著ではない
2. 内側降雨帯の降雨予測バイアスは台風経路に依存し、西側で過大評価、東側で過小評価となる
3. 外側降雨帯の降雨予測バイアスには地形効果も大きい
4. 累積降雨量が多いほど累積予測誤差は負に偏重し、過小評価となる

本研究で分析された台風のサンプル数は未だ四つと少なく、今後資料数を増やした検討が必要である。また、事前の防災行動へとつなげるには降水短時間予報や15時間予報などのリードタイムの長い予測値の分析が必要である。しかし、リードタイムや台風との位置関係、地域特性や降水量との関係の一端を定量的に明らかにした。さらにアンサンブルデータを増やし、予測のばらつきについての評価を向上させた後には、気象庁から提示される予測値に加えて、こうした過去の予測傾向（予測バイアス）をオーバーレイ表示するようなサプリメントとしての災害情報提示の可能性はあると思われる。特に台風によってその程度は異なるが、経路の東西での予測バイアスは比較的明確である。強風・高潮災害のように経路が対象地のどちらを通過するのかわかるといった視点から予測バイアスについて見積もることができれば、各自のリスク評価の一助になるであろう。また、ダム管理などの時々刻々の状況から判断せざるを得ない場合の一指標としても活用できるのではないかと考えている。また、こうした経験的な予測誤差推定を考慮した「予測不確実性のある」防災訓練プログラムの提案や、その不確実性が減災行動とリスク評価に及ぼす影響の把握へと展開したい。

謝辞

本研究は大阪市立大学戦略研究「リスクコミュニケーションによるレジリエントコミュニティ創出拠点の形成」の一環として実施しました。記して深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁，平成29年7月九州北部豪雨について，https://www.jma.go.jp/jma/press/1707/19a/20170719_sankou.pdf，令和2年8月1日取得。
- 2) 気象庁，平成30年7月豪雨（前線及び台風第7号による大雨等），https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180713/jyun_sokuji20180628-0708.pdf，令和2年8月1日取得。
- 3) 国土交通省，平成30年7月豪雨における被害等の概要，https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/Kasen

bunkakai/shouinkai/daikibokouikigouu/1/pdf/daikibokouikigouu_01_s2.pdf, 令和 2 年 8 月 1 日取得.

- 4) 中北英一, 小坂田ゆかり, 山口弘誠, 平成 30 年 7 月豪雨の特性と地球温暖化, 京都大学防災研究所年報, 第 62 号 A, pp. 1-5, 2019.
- 5) 気象庁, 台風 21 号による暴風・高潮等, https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/jyun_sokuji20180903-0905.pdf, 令和 2 年 8 月 1 日取得.
- 6) 気象庁, 台風第 19 号による大雨、暴風等, https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf, 令和 2 年 8 月 1 日取得.
- 7) 内閣府, 令和元年台風第 19 号等に係る被害状況等について, http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_45.pdf, 令和 2 年 8 月 1 日取得.
- 8) 加藤亮平, 清水慎吾, 下瀬健一, 前坂剛, 岩波越, 中垣壽, 局地的短時間強雨に対する気象庁高解像度降水ナウキャストの予測精度検証, 日本気象学会, 大会講演予稿集, Vol. 108, pp. 318-319, 2015.
- 9) 白井友崇, 中條壮大, 適切な災害予測情報利用のための高解像度降水ナウキャストの予測精度評価についての基礎的検討, 都市防災研究論文集, Vol. 6, pp. 21-26, 2019.