

令和元年 12 月 23 日
気 象 庁

令和元年台風第 19 号に伴う大雨の要因について

令和元年台風第 19 号の接近、上陸に伴い、台風経路の左側にあたる東日本から東北地方を中心に広い範囲で記録的な大雨となりました。この特徴的な降水量分布となった理由は、数値シミュレーションを実施した結果、温帯低気圧に構造が変化する過程でみられる、台風北側の前線の形成と強化によることがわかりました。

令和元年 10 月 24 日に「令和元年台風第 19 号とそれに伴う大雨などの特徴・要因について（速報）」の報道発表を行いました。その後、大雨の要因について前線などの解析をさらに進め、また台風に伴う大雨の数値シミュレーションを実施し、現実的な地形がある場合と地形を除去した場合の降水量分布を計算して、前線などによる降水と地形の影響による降水について分析しました。

この結果から、台風経路の左側にあたる東日本から東北地方を中心に記録的な大雨となった特徴的な降水量分布は、温帯低気圧に構造が変化する過程でみられる、大陸の高気圧の本州付近への張り出しに伴う比較的低温の空気と北上する台風周辺の暖かく湿った空気との間で前線が形成、強化されたことが原因とわかりました。さらに、千曲川流域では主に前線の影響、阿武隈川流域や岩手県沿岸部及び関東地方南部では前線や地形の両方の影響、新潟県上越付近では主に地形の影響により大雨となったと考えられます。

これら解析の詳細は別紙をご覧ください。

なお、今回の分析は、気象庁本庁、気象研究所及び気象大学校が共同で実施しました。気象研究所では、緊急研究課題「災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」を立ち上げ、より詳細な実態解明等の研究に取り組んでいます。

問合せ先：予報部予報課 黒良

電話 03-3212-8341（内線 3127） FAX 03-3211-8303

気象研究所 台風・災害気象研究部 清野（数値シミュレーション関連）

電話 029-853-8671 FAX 029-853-8735

令和元年12月23日

令和元年台風第19号に伴う大雨の要因について

気象庁

令和元年台風第19号の影響により、東日本から東北地方を中心に広い範囲で記録的な大雨となり、河川が相次いで氾濫するなど、各地で甚大な被害が発生した。この台風やその接近・上陸に伴い観測された大雨や暴風などの特徴と、1都12県において大雨特別警報の発表に至った大雨をもたらした気象要因について、速報的に解析した結果を10月24日に報道発表で公表した。大雨の要因について解析をさらに進め、数値予報の技術を適用した。特に地形の影響により降水量が多くなった地域に着目し、定量的な解析を実施した。さらに被害が大きかった地域における大雨について解析し、その要因を示した。

第1章 記録的な大雨をもたらした主な気象要因について

東海地方から東北地方で記録的な大雨をもたらした気象要因について解析をさらに進めた結果、次の3点が主要因であることがわかった(図1)。

- ① 大型で非常に強い勢力をもった台風の接近による多量の水蒸気の流れ込み
- ② 台風北側の前線の形成・強化及び地形の効果などによる持続的な上昇流の形成
- ③ 台風中心付近の発達した雨雲の直接的影響

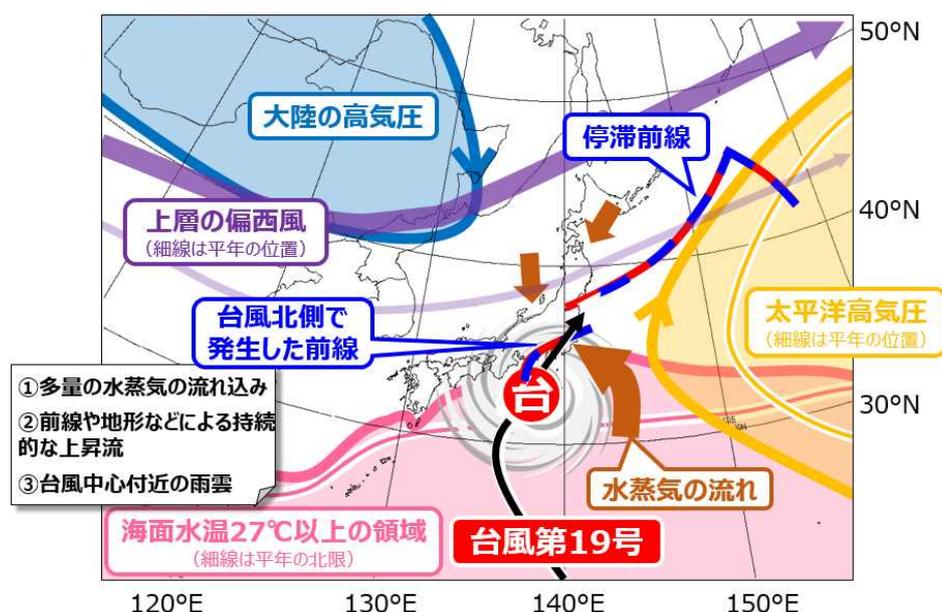


図1 台風第19号による記録的な大雨の気象要因のイメージ図

大雨が降る場合には必ず多量の水蒸気が上昇し、凝結することで多量の降水を作り出す必要がある。台風中心付近の雨雲がまだ関東甲信地方に到達していない時期においても、①と②の効果による降水が生じていた。そして台風中心付近が通過する際、③の効果加わり、結果として総降水量が多くなった。

1-1 大雨の総降水量と数値シミュレーションによる地形の影響の分析

まず、東日本から東北地方にかけての解析雨量による 10 月 11 日 9 時から 13 日 12 時までの期間の総降水量分布を図 2 に示す。前線の影響により、台風の進路の北西側で、広い範囲で大雨となった。山地の南東から東の斜面となる地域での降水量は明瞭に多くになっており、特に神奈川県箱根市の総降水量は 1000mm を超えた。

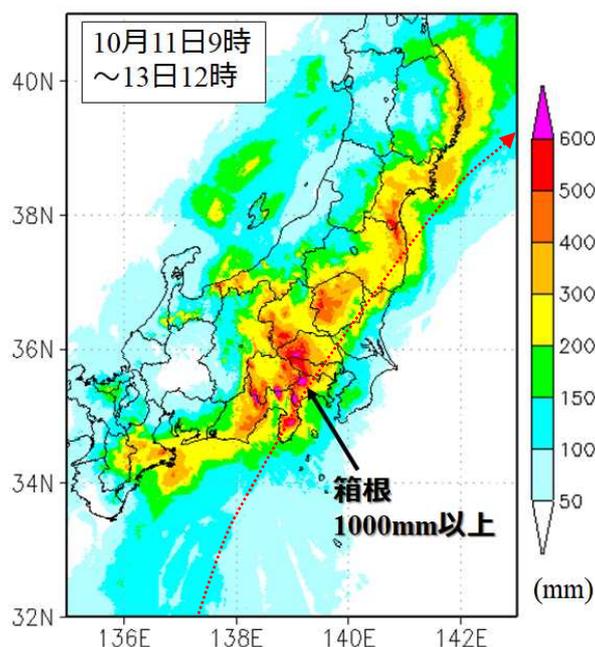


図 2 10 月 11 日 9 時から 13 日 12 時までの 51 時間分の解析雨量を積算した降水量分布 (mm)。点線は台風中心の経路を示す。

図 2 と同じ期間について、数値シミュレーション (水平解像度 2km) を実施した。この数値シミュレーションでは現実的な地形を用いた実験に加え、陸上すべて標高 0 m とした地形除去実験も実施し、両方のシミュレーション結果における総降水量分布を比較した (図 3)。地形がある場合の降水量分布 (図 3 左) は、解析雨量の降水量分布 (図 2) に見られる特徴を良好に再現していることから、図 2 に示す総降水量分布に至る前線や地形の影響を分析するのに有効であると考えられる。地形を除去した場合のシミュレーション結果から得られた降水量分布 (図 3 中央) では、地形がある場合の降水量分布と異なり、地形の影響により風上斜面を中心に上昇流が強まって雨雲が発達する効果が除かれる。このため、台風

の経路の左側（北西側）に離れた地域で降水量が多くなっているのは、主に前線の影響と考えられる。地形がある場合と除去した場合の降水量の差(図3右)をみると、関東地方の山地から伊豆半島にかけての領域と阿武隈高地や栃木県の山岳の南東から東斜面、新潟県上越地方の山岳の北斜面などで、地形の影響により降水量がかなり多くなったことがわかる。数値シミュレーションの結果では、降水量の約60%が地形の影響により増加した地域もあった。

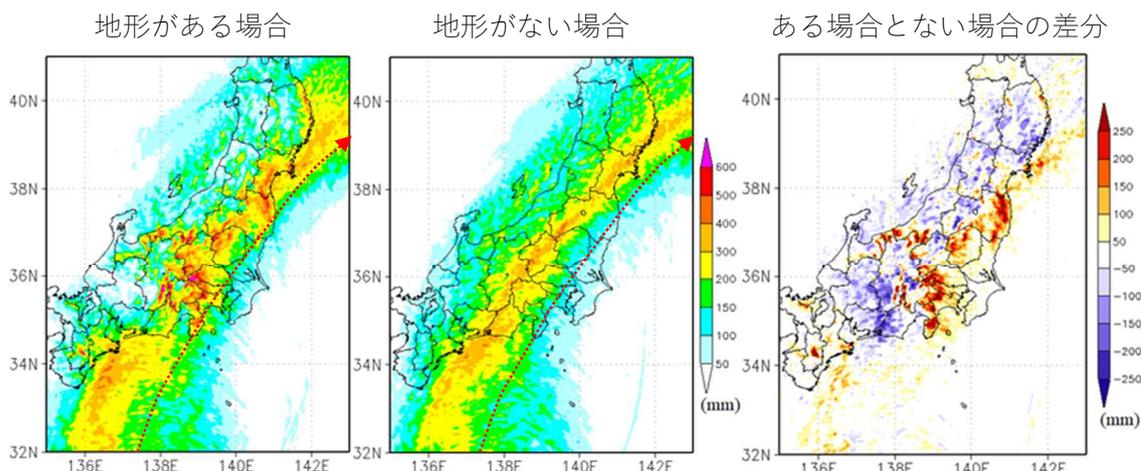


図3 数値シミュレーションの結果（初期時刻11日9時）による10月11日9時から13日12時までの51時間積算降水量分布（mm）。左は本州の地形がある場合、中央は地形を除去した場合を示す。右は地形がある場合から除去した場合を引いた分布図。点線は台風中心の経路を示す。

1-2 降水量分布と台風の北側で発生した前線の時間変化

大型の台風第19号が本州に接近したことで、大陸の高気圧の日本付近へ張り出しに伴う比較的低温の空気の流入により、大陸の高気圧と台風の間では気温差が大きくなった（図1）。図1の台風北側に示した前線は、この気温差が大きく、台風周辺の暖かく湿った空気の先端にあたる領域で形成された。この前線は12日9時、千島近海から東北地方へのびる停滞前線とは別に、東日本太平洋側にかかっていた（図4左）。この前線は台風の接近とともに北上した。さらに、東北・北陸・関東甲信・東海地方では大型の台風接近に伴い多量の水蒸気の流入が継続した。この水蒸気の流入と、前線の強化や地形の影響による持続的な上昇流の形成が、持続的な雨雲の発達をもたらした。台風の接近前から台風中心の北側にあたる地域で大雨となった。

台風中心は12日9時（図4左）にはまだ紀伊半島の南の海上にあった。このときの前1時間降水量分布は、台風中心付近の北側から東日本太平洋側にかけて前線がのびていたことに対応する。この前線は、その西から北側にあった相対的に低温の空気と、台風周辺の暖かく湿った空気が南東～東側から流入したことにより形成されたもので、この前線に伴う

上昇流が生じたことと、南東～東よりの風により山地の南東～東側の斜面で地形の影響により上昇流が生じて、東海地方と甲信地方・関東地方南部では台風が接近する前の段階でも大雨となった。

台風中心が東海道沖にあった15時(図4中央)には、台風の北東側では南東風がさらに強まり、台風周辺の暖かい湿った空気の関東地方への流入が強まって、台風の北東側では前線が関東地方で北上し、そこで雨雲が発達した。一方、東海地方では北よりの風が強まり、伊豆半島付近では東寄りの風が強まったため、台風の北西側の前線は静岡県付近ではほぼ停滞し、前線に伴う雨雲がさらに発達した。大型の台風に伴って強い風の分布が広域にわたったため、大雨の領域は東海地方、甲信地方及び関東地方南部に拡大し、関東地方北部付近にも強雨域が広がることとなった。福島県(一部宮城県にかかる)の太平洋側では、地上付近から高度2kmにかけて東よりの風が強まり、阿武隈高地では地形の影響による降水が強まり始めていた。

台風中心は21時(図4右)には東京付近に位置していた。このときには前線は関東地方北部から福島県付近へ北東にのびていた。台風中心付近の発達した雨雲に加え、地形の影響も加わって、関東甲信地方では引き続き広い範囲で激しい雨が降り続いた。また東北地方でも前線と地形の影響により強雨域が拡大し、広い範囲で雨雲が発達して激しい雨が降った。

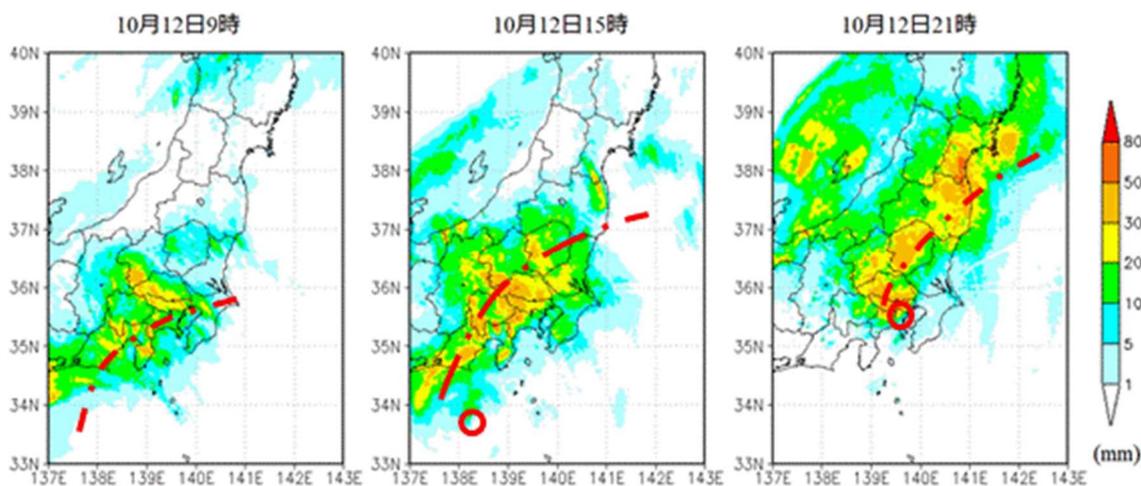


図4 10月12日9時(左)、15時(中央)、21時(右)の解析雨量による前1時間降水量分布(mm)。赤丸は台風を中心位置、赤破線は台風北側で発生した前線の大まかな位置を示す。

台風が日本付近の緯度まで北上すると、偏西風などの影響により前線を伴う温帯低気圧に構造が変化することがある。この変化は時間をかけて起こるため、台風と呼ばれている期間であっても、熱帯域の典型的な台風とは異なる降水分布となる。この際、特に温暖前線に似た構造が形成しやすいこと、また、台風の進路の左側に降水が起きやすいことが多くの事例で報告されている。今回の事例も同様の特徴を有している。

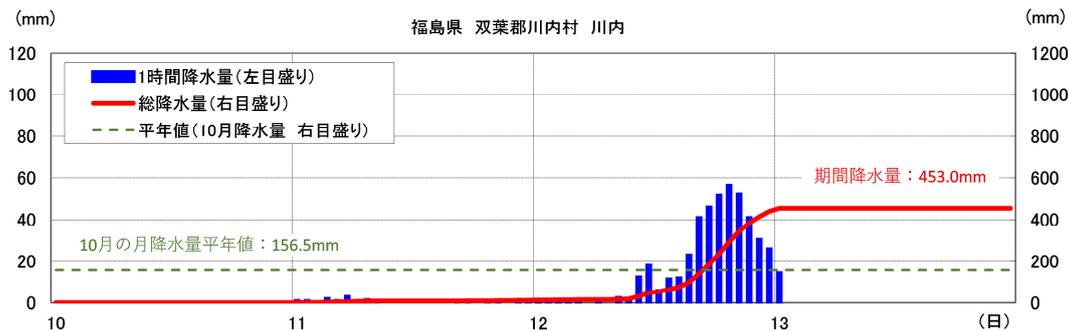


図7 福島県川内の降水量時系列図 (期間：10月10日から10月13日)

2-3 岩手県沿岸部と新潟県上越付近

岩手県沿岸北部の普代では、12日夜遅くから13日未明にかけて1時間降水量40から100mmの大雨が続き、ピーク時には猛烈な雨が降って総降水量が400mmを超えた(図8)。岩手県沿岸では、前線の強雨域より北側にあたる地域でも大雨となっている(図2)。この地域では、台風接近に伴って強まった北東の風により多量の水蒸気が流れ込んでおり、地形などの影響で上昇流が形成されていたことも影響して、特に沿岸部で大雨となったと考えられる。

新潟県上越市付近では、総降水量が500mmを超えている地域(図2)があり、1-1の数値シミュレーションでは降水量の増大に地形の影響があったことが示されている(図3右)。ただし、地形を除いた場合の降水量分布(図3中央)でも200mm程度の降水量がある地域もある。北陸地方付近では台風や前線北側の雨雲がかかっている中で、新潟県上越市付近では、北よりの風により日本海から多量の水蒸気が流れ込んでいたため、地形の影響により降水量が増大したと考えられる。

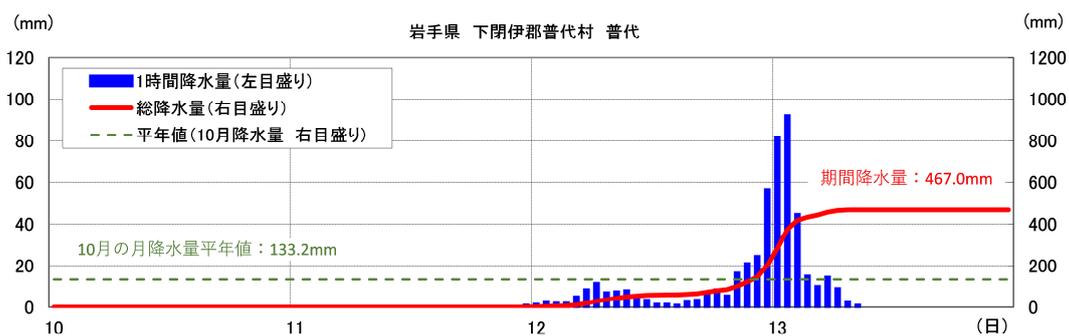


図8 岩手県普代の降水量時系列図 (期間：10月10日から10月13日)

2-4 関東地方南部

関東地方南部では、東京地方を含む広い範囲で 300mm 以上の総降水量となった。東京都小沢では、12 日朝から夜にかけて 1 時間降水量 20 から 60mm の大雨が続き、総降水量は 600mm を超えた(図 9)。それらの地域では、1-1 の数値シミュレーションの結果(図 3)から、台風接近前に強化された前線による雨と地形の影響による雨が重なり大雨となったと考えられる。

一方、千葉県の総降水量は 200mm 以下と他の地域に比べかなり少ない(図 2)。これは、北上する前線は千葉県を通過したが停滞しなかったことと、前線通過時の上昇流は記録的な大雨となった地域と比べて弱かったため、前線の影響が小さかった。さらに千葉県では他の地域に比べ高い山がないため地形の影響が小さかったことによると考えられる。

図 9 東京都小沢の降水量時系列図 (期間：10 月 10 日から 10 月 13 日)