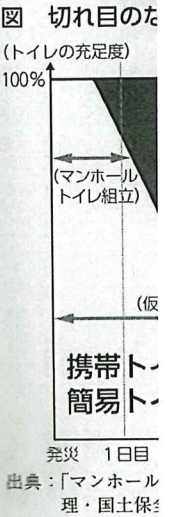


地球温暖化と台風の極端化

昨年、二つの台風により首都圏は深刻な災害を経験しました。背景には風速や降水量の顕著な極値更新すなわち極端現象があります。温暖化によるこの傾向の加速が懸念されます。

はじめに

近著^{注1}などにおいても明らかにしてきたように、地球温暖化に伴う気候変動は、いわゆる極端現象を多発させる傾向があり、警戒が必要であることが指摘されています。こうした極端現象は、これまでの人や地域社会の経験を超える現象を引き起こすことから、しばしば大規模な災害に結び付きます。2018年7月の西日本豪雨はその一つの典型例で、その際の都道府県規模、あるいは流域規模の48時間降水の再現期間は、場所によっては500年を上回ったとする見積もりもあります。極端現象を示す指標として、このような再現期間という概念が一般的にもよく使われるようになりました。再現期間は、地域ごとの気候特性に対応して決まります。再現期間が大きくなるような現象は、社会の側の備えと



のトイレに関する要配慮者対応方法を学ぶプログラムとしています。なお、本講習会の基礎編および計画編を受講し、かつ模範的に災害時のトイレ計画を作成し、当研究所に提出

も密接に関係しますが、災害につながりやすくなります。特に、気象庁が観測を開始して以降一度も観測されなかったような現象(豪雨や高温、豪雪その他)は、「極値」と呼ばれます。気象庁による観測でこれまでに一度も見られなかったということは、再現期間があるいは百年を超える極端現象であることを意味しますので、特別の注意が必要です。

西日本豪雨の事例においては、極端現象は48時間降水量に顕著に表れました。岡山県と広島県では、観測のあったアメダス観測点のそれぞれ76%、70%において、48時間降水量の過去の極値を更新しました。しかし、極端現象はまた異なる時間スケール、あるいは気候パラメータに関連して生じ、災害につながる場合もあります。本稿では、2019年に首都圏を襲った二つの台風を例に挙げながら、地球温暖化の極端現象に対する影響につ

いて考えてみます。

2019年台風15号

台風15号は、2019年9月9日未明から朝にかけて、非常に強い勢力は強い勢力のまま首都圏を直撃しました。3時ごろに神奈川県三浦半島を通過して東京湾を縦断、千葉市付近に再上陸して朝方東の海上に抜けるまで、特に台風の右半円(台風の進路に向かって右側、いわゆる危険半円)における暴風の被害が大きく、千葉県千葉で最大風速35.9m/秒、最大瞬間風速57.5m/秒を記録しました。この千葉での最大風速、最大瞬間風速はいずれも統計開始以来の極値更新、すなわち極端現象そのものでした。とりわけ周辺地域における風による被害は甚大で、東京電力管内の铁塔2基、電柱1996本が倒壊したとされます。住宅被害も4

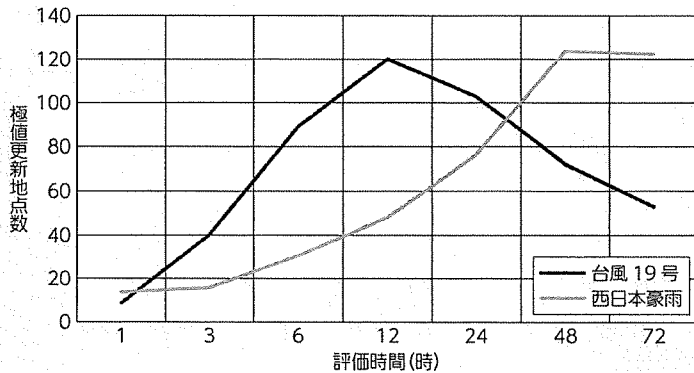


寺尾 徹

香川大学教授・気象学
てらお・とおる
京都大学大学院博士課程修了
(理学博士)。京都大学防災研究
所助手を経て、現職。専門は気
象、海洋物理、降水学。

トイレ問題は命と尊厳に関わる重要な課題です。本稿がトイレ対策の推進の一助になれば幸いです。

図1 評価時間と極値更新地点数



注：2019年台風19号と2018年西日本豪雨について、気象庁の観測による極値更新地点数を数えたもの。横軸に降水量の評価時間を示した。1時間の評価時間に関しては気象庁の地上気象観測値およびアメダスについての、3時間以上の評価時間に関してはアメダスについての統計。筆者作成。

万棟を超え、とりわけ千葉県では停電が62万戸、断水が12万戸にものぼりました。倒木などによる道路網へのダメージも大きく、周辺地域から長期間にわたって孤立する地域も続出しました。

台風の進路に向かって右側では、台風そのものを流す風と台風自身の反時計回りの風が強め合う関係となることから、風速が大きくなる傾向があり、危険半円とも呼ばれます。

台風の目のすぐ外側に最も激しい暴風が吹く領域がありますが、房総半島はまさにこの危険半円、かつ台風目のすぐ外側にあたっており、記録的な暴風が吹き荒れたものと考えられます。このような条件は、地球温暖化を考慮に入れなくても、ある確率で生じるものではあります。と同時に、地球温暖化が台風の風速の強化に結び付いてこのような暴風の生起確率を増加させている可能性もあり、この意味で地球温暖化が台風15号の被害に一役買っている可能性は否定できません。この点については、最後の節でお示しします。

ところで、台風15号は、後に触れる台風19号に比べるとそのサイズは小さかったのですが、上陸するころまで非常に強い勢力を保ち続けました。したがって、中心付近の風速についてみる限り、台風15号の方がより強かったこととなります。もし台風の進路が少し西にずれていたら、首都圏が危険半円の最大風速域にあたっていた危険性もありました。また、吹き寄せ効果による東京湾の高潮がより深刻化した危険性もありました。

一方で、被害をもたらしたインフラ側の条件についても検討が必要でしょう。例えば電柱の強度に関する現時点での基準が適切かどうかなどです。その際には、気候変動の影響に伴う暴風の生起確率の変化を正しく考慮す

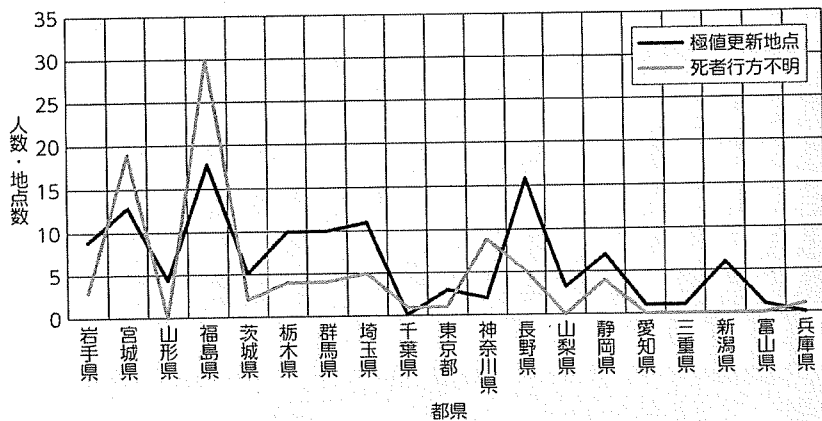
る必要があります。

2019年台風19号

台風19号は、南の海上において大型で猛烈な勢力に発達したあと、北上して日本に接近し、10月12日19時前に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸、13日朝にかけて関東地方を通過して東日本を中心に甚大な被害をもたらしました。

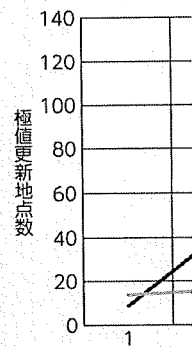
この台風の特徴は、その大量の降水量にあります。大型の台風であつたためとりわけ広大な雨雲を伴っており、各地に記録的な降水をもたらすことが予想されました。気象庁は早い段階から、関東地方で河川氾濫が相次いだ狩野川(かしのがわ)台風を例に挙げて、記録的な大雨について特に警戒を呼び掛けました。台風の接近に伴い、気象庁は12日午後から、順次1都12県に大雨特別警報を発表しました。予報通り降水は記録的なものとなり、とりわけ神奈川県箱根町の箱根アメダスでは、降り始めからの積算降水量が1000ミリを超え、観測史上最大を記録しました。図1の通り、関東甲信越東北地方を中心に、とりわけ評価時間12時間の降水量で極値更新が相次ぎました。西日本豪雨と比較すると、台風19号による極端降水はより短い半日のタイムスケールで、深刻であつたことが明らかです。

図2 極値更新地点数と死者行方不明者数



注：2019年台風19号について、都県ごとに気象庁の観測による12時間降水量の極値更新アメダス地点数と死者行方不明者を数えたもの。筆者作成。

図1 評価時間と



注：2019年台風19号点数を数えたものは気象庁の地上に関してはアメダ

記録的な降水、すなわち極端現象に伴って災害も発生しました。各都県における死者・行方不明者数とアメダス観測地点における極値更新地点数を図2に示します。死者・行方不明者を出している多くの県において極値更新が見られ、この二つの変量には有意な相関

が認められます（これらの都県の数値に対する単純な相関係数を計算すると0.70となります）。極値更新が見られないにもかかわらず死者・行方不明者を出している県も2つありますので、極値だけに問題は還元できませんが、極値更新が災害の重要な条件となることは確かです。神奈川県では相模原市の土砂崩れ等により多くの被害者が出ていますが、相模原市緑区の相模湖アメダスも446ミリ以上の12時間降水量を記録し、極値更新地点となつています。既往の12時間降水量の極値が287ミリでしたので、大幅な極値更新があったこととなります。

こうした約12時間のかつてない降水は河川に流れ込み、140カ所の堤防決壊が発生し、多くの河川氾濫に起因する洪水を発生させました。今回の災害の特徴は、洪水災害の被害者が多かったことです。八ッ場ダムの洪水調節機能が一部で議論に上りましたが、かつてない広範な極端豪雨を前にして、従来のダム操作で大丈夫なのか、という議論も巻き起こりました。特に、予備放流に加えて事前放流を実施するべきであるかどうか、またその条件は十分に整っているかどうかに関する検討は急務でしょう。その際、降水量の予測精度も事前放流のコスト計算に直接かかわってきます。もちろん、温暖化による極端降水

一方で、被害をもたらしただけでインフラの復旧についても検討が必要でしょう。例えば電柱の強度に関する現時点での基準が適切かどうかなどです。その際には、気候変動の影響に伴う暴風の生起確率の変化を正しく考慮す

の増加の見積りもりの精緻化もあわせて重要な課題となります。

地球温暖化と台風の変化

近著でも触れたように、台風の発生数や日本に上陸する台風の数については、地球温暖化のもとでもむしろ減少する傾向があると考えられています。しかし、安心はできません。というのは、むしろ勢力の強い台風が増える可能性が高いと考えられているからです。しかし、近年地球温暖化は進行してきているものの、十分多数の研究者が合意しうるほど明瞭な台風の強度の増加傾向は、まだ見出されていません。

地球温暖化のもとで台風の強度が増加することについては、研究者間には大方の合意があります。台風のエネルギーは、台風に流れ込む水蒸気が凝結して雨に変わるときに発生する凝結熱によって生み出されていますが、地球温暖化はこの大気中の水蒸気量を高い確度で増加させると考えられるからです。凝結熱によって与えられる加熱は風の運動エネルギーに変わり、中心付近の風速を増加させるでしょう。降水量ももちろん、台風に流れ込む水蒸気が凝結する量に関係します。つまり、大気中の水蒸気量の増加は、台風の内部での水蒸気の凝結量の増加を通して、台風の風

12時間の降水量で極値更新が相次ぎました。西日本豪雨と比較すると、台風19号による極端降水はより短い半日のタイムスケールで、深刻であったことが明らかです。

の強さも、降水量も増加させることになりま
す。

最先端の数値モデルによって温暖化の進行
した将来気候のもとでの伊勢湾台風を再現し
た最近の研究報告¹⁾によれば、再現された台風
は現在気候よりも中心気圧がより低く、中心
付近の最大風速がより強くなると同時に、中
心付近の構造にも質的変化が見られ、中心付
近の最大風速の増加を、より強調する可能性
もあることが示されました。中心付近に流れ
込む湿った空気に含まれる水蒸気量は、現在
の量の10%を大きく上回る増加を示してお
り、中心付近の降水量や風速の増加に寄与し
ていると指摘されています。この要因となっ
ているのはやはり海面水温です。将来気候の
台風の事例では、海面水温が30度を超える地
域が日本列島の南海岸にまで到達していま
す。台風15号が日本付近まであまり衰えずに
北上してきた要因として、日本付近の海面水
温が例年よりも高かったことも指摘されてお
り、この効果も日本付近の台風による風速の
強化を後押しする可能性があります。

降水量には、台風の通過にかかる時間も重
要なファクターとなります。また台風の経
路も重要です。高齢者グループホームが被災
し多くの被害者を生んだ2016年台風10号
も、太平洋側から東北地方に上陸するとい

かつて例のないものでした。将来気候におけ
る台風の振る舞いの変化に伴う極端現象の増
加に備えることが必要となっています。

地球温暖化は、これまでの気候状態を前提
に整えられてきたわれわれの災害への備えを
乗り越えかねない極端気象を、さまざまな形
で引き起こします。短時間豪雨、極端な長雨
などです。つまり、災害は人との間合いを詰
めつつあるのです。これまでにない風速や、
これまででない量の降水が広範な流域にもた
らされる台風の危険については、2019年
の2つの台風の与える警告に耳を傾けること
が重要です。

注
1 寺尾徹「人間と災害の間合いを地球温暖化はどう変える
か」『豪雨災害と自治体』大阪自治体問題研究所・自治体問
題研究所編 自治体研究社、2019年、17〜39頁。
2 芳村圭、他21名「平成30年7月豪雨に関する資料分析第
1報（高梁川・飯川に着目）」東京大学ウェブページ
(http://hydrois.u-tokyo.ac.jp/Mulsho/news/2018/201807_

NishinohFoodReport「vol.pd」2018年。2020年
4月10日閲覧。

- 3 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）」災害をもたらした気象事例、2018年、37〜38頁。
- 4 東京管区気象台「令和元年 台風15号に関する気象速
報」18頁、2019年。
- 5 経済産業省産業保安グループ「令和元年度台風15号にお
ける鉄塔及び電柱の損壊事故調査検討ワーキンググループ中間
整理」、2019年。
- 6 台風のおおよその強さを示す目安の一つ。中心付近の最大
風速によって定義され、「強い台風」は33以上、44以上
毎秒未満。「非常に強い台風」は44以上、54以上毎秒未
満となります。台風15号と台風19号は上陸時にそれぞれ「非
常に強い台風」「強い台風」でした。
- 7 気象庁「台風第19号による大雨、暴風等」2019年、
1頁。
- 8 台風のおおよその大きさを示す目安の一つ。強風域（平均
風速15以上毎秒以上の風が吹く範囲）の半径によって定義さ
れ、「大型の台風」は500以上、800以上毎秒未満の場合
です。
- 9 寺尾 徹「台風・ハリケーンは強大化しているか？」『温暖
化をめぐる気候科学の最近の展開』『日本の科学者』41巻、
2006年、321〜325頁。
- 10 Trenberth, K. E. Uncertainty in hurricanes an global
warming. Science Vol 308, pp. 1753-1754, 2005.
- 11 Kanada, S. T. Takemi, M. Kato, S. Yamasaki, H.
Fudeyasu, K. Tsuboki, O. Arakawa, and I Takayabu: A
multimodel intercomparison of an intense typhoon in
future, warmer climates by four 5-km-mesh models. J.
Climate, Vol. 30, pp. 6017-6036, 2017.

豪雨災害と自治体

防災・減災を考える

大阪自治体問題研究所・自治体問題研究所編

本体価格1600円

毎年のように豪雨災害が猛威を振るっている。その原因・メカニズムを気象学、
被害の拡大を地質学から追究し（寺尾徹、田結庄良昭）、2018年の豪雨が各
地にどのような災害をもたらしたか、現地からの詳細な報告を収める（磯部作、
越智秀二、村田武、山藤篤、松岡淳、小淵港、田結庄良昭、池田豊）。そして、
このような災害に対して自治体はこつ対応すればよいのか、防災と減災の視点か
ら問う（室崎益輝、塩崎賢明、有田洋明）。

自治体研究社