

□ 「平成30年7月豪雨」をもたらした 気象状況について

京都大学防災研究所 准教授 竹見哲也

1. はじめに

平成30年7月豪雨では、200名を超える方が犠牲となり、平成に入ってから風水害で最悪の犠牲者を出した災害事象となった。台風7号の通過後、北海道・中部地方・近畿地方・中国地方・四国地方・九州地方の広域で豪雨が発生し、全国各地で甚大な被害が発生した。気象庁による調査¹⁾によれば、降水の観測史上1位を更新した地点数は、最大1時間降水量では14地点、最大3時間降水量では16地点、最大6時間降水量では31地点であるのに対し、積算時間が長くなった場合、すなわち最大24時間降水量では77地点、最大48時間降水量では125地点、最大72時間降水量では123地点と格段に多いことがわかる。長時間での大雨が全国の広範囲で同時に発生したことが、平成30年7月豪雨の特徴であると言える。

平成30年7月豪雨のほぼ1年前には、九州北部で豪雨が発生（平成29年7月九州北部豪雨）し、九州北部で大きな災害が生じた。この九州北部豪雨では、「線状降水帯」と呼ばれる積乱雲が線状に組織化した積乱雲群が停滞し、長時間持続したことで、6時間以上にも及んで豪雨が発生したことで災害に至った²⁾。ただし、大雨の発生地域は九州北部を中心とした限られた範囲であった。それに対し、平成30年7月豪雨では、日本全国の広域で豪雨が発生し、極めて多くの地点で長時間の降水の記録が更新されことが特異であった。

このような豪雨事象がどのような気象状況で発生したのか、なぜ全国の広い範囲で大雨が同時に発生したのか、といった点を明らかにすることは、科学的に重要な課題であるだけでなく、豪雨の予測精度を向上させ、今後の豪雨に対して適切に備えをする上でも大切なことである。ここでは、平成30年7月豪雨を発生させた気象状況について述べる。

2. 降雨の実態と停滞する降水系

まず、平成30年7月豪雨の気象状況を地上天気図で見してみる。図1に、2018年7月5～8日のいずれも朝9時における4日分の天気図を示す。7月5日には、台風7号が低気圧となって北海道付近に位置し、その南側に梅雨前線が日本列島を縦断するように伸びている。この梅雨前線は日ごとに少しずつ位置がずれながらも、日本列島を前線が縦断して停滞する状況が持続していた。このように梅雨前線が停滞する状況が長続きしたことが、今回の豪雨をとりまく気象状況の特徴のひとつである。なお、前線が長期間停滞した理由は、日本をとりまくより大きな地球規模の大気の循環が影響を及ぼしていることが指摘されている³⁾が、この点についてはここでは触れない。

豪雨とその発生時の気象状況を把握するため、気象庁による気象レーダーや客観解析データを使って分析した。

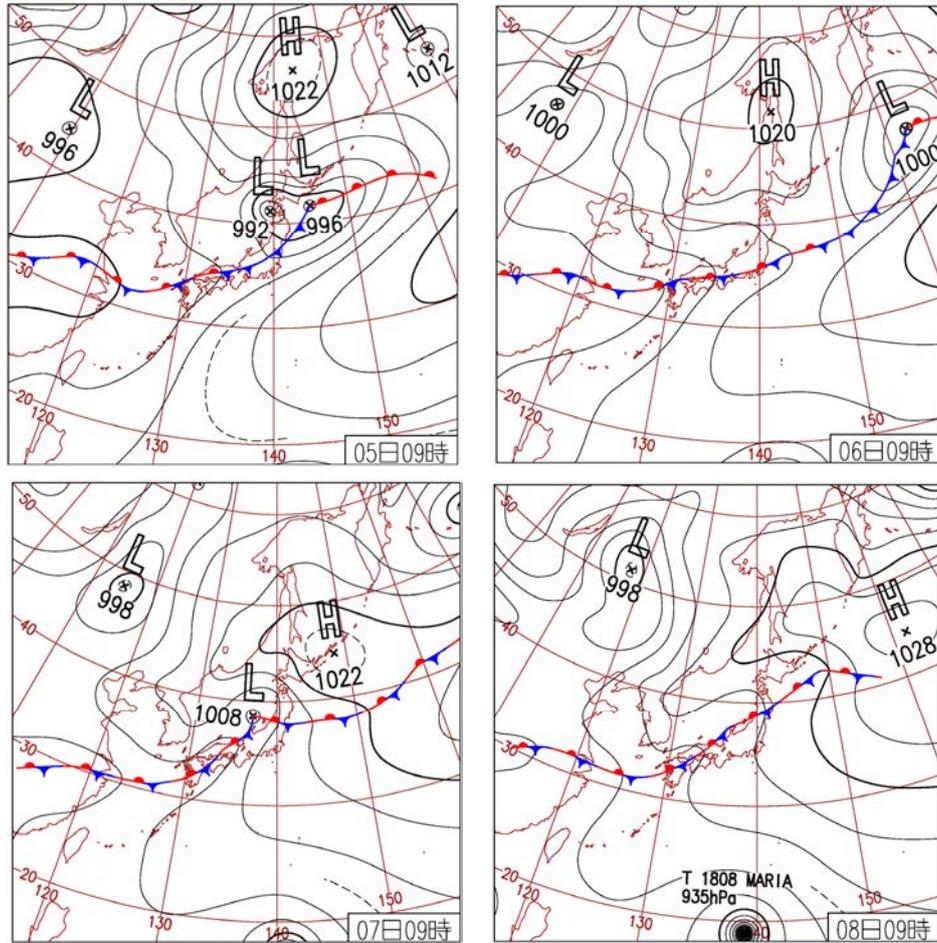


図1 2018年7月5～8日の午前9時の地上天気図（気象庁による）

図2に、気象庁による全国合成レーダー観測に基づく全国の2018年7月5日から7日までの3日間の積算降水量の分布を示す。この3日間で、中部地方から九州地方にかけての広域で大雨が発生

していることがわかる。特に、中部地方内陸部、近畿地方中部、四国地方太平洋側、九州北部において、500 mmを超える大雨が発生していたことが分かる。

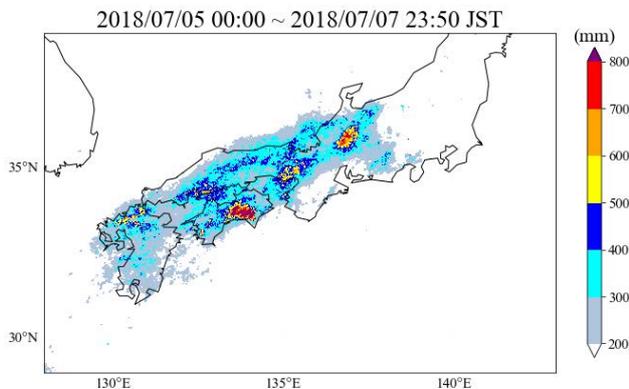


図2 気象庁合成レーダーによる2018年7月5日00:00から7日23:50まで積算降水量

また、図3には、合成レーダーデータから算出した最大24時間降水量の分布を示す。図2と同様に、中部地方から九州地方にかけて、豪雨が起きている様子が見て取れる。注目すべき点は、3日間の積算雨量では地域差が顕著であったが、24時間雨量で見ると、瀬戸内地方を含めて中部地方から九州地方にかけて大雨の領域が広範囲に及んでいることである。短期間で雨量を評価すると、今回の豪雨が、地域の別なしに生じていることがより鮮明に分かる。

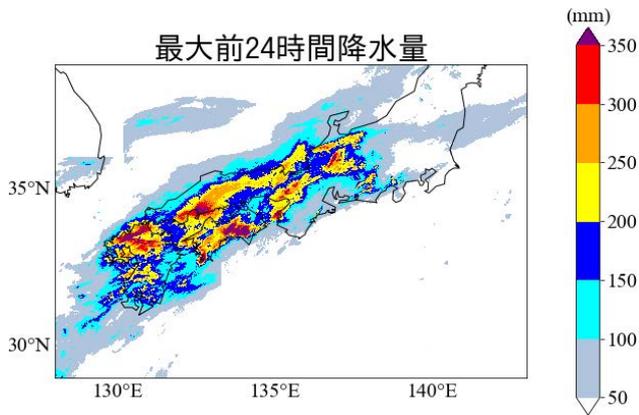


図3 気象庁合成レーダーによる最大24時間降水量の分布

図4は、気象庁全国合成レーダーのデータを使って、暖候期（5～10月）に発生する停滞性の積乱雲群（降水系）の発生地域を統計的に調べ、その分布を示したものである⁴⁾。停滞性の降水系の発生頻度が高い地域は、中部地方内陸部、近畿地方、中国地方、四国地方、九州地方であることがわかる。これらの地域は、図2に示す大雨の発生地域とよく一致しており、平成30年7月豪雨の発生地域は、停滞性降水系がそもそも発生しやすい地域であったと言える。言い換えると、気候学的に見て停滞性降水系の発生しやすい地域で、平成30年7月豪雨を引き起こした降水系が発達したのである。つまり、停滞性降水系が豪雨災害をもたらすリスク要因であることを、図4の結果から、改めて認識する必要がある。

また、停滞性降水系は、全国的に線状に組織化する場合が支配的であることも分かっている⁵⁾。

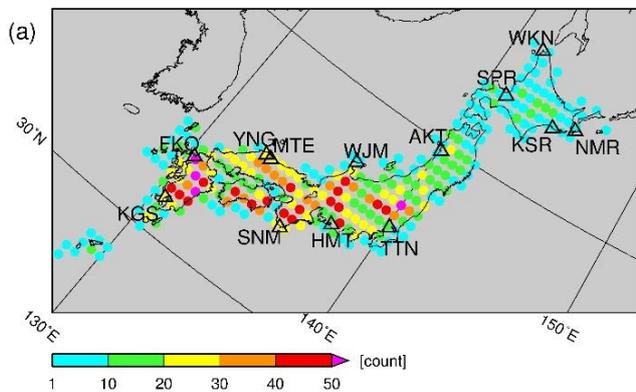


図4 暖候期の停滞性降水系の発生頻度の全国分布⁴⁾

今回の7月豪雨が発生した地域についても、降水系が線状に組織化する割合が統計的に見て高い場所である。一般に、線状に組織化する降水系が発達するメカニズムにはいくつかのプロセスがあるが、日本では多くの場合にバックビルディング過程であると考えられているため、今回の豪雨でもバックビルディングによって線状に組織化した場合が多かったものと考えられる。バックビルディング過程とは、積乱雲が次々に上流側で発生して既存の積乱雲群に合体する現象のことを言っており、バックビルディング過程が発生すると、雨が同じ場所で長続きすることになる。

3. 気象状況の特異性

平成30年7月豪雨を取り巻く気象状況を把握するため、7月5日00:00から8日00:00までの期間で平均して、気象場の特徴をしてみる。気象状況の特徴を示すため、ここでは、積乱雲の発達度を表す指標のひとつであるK指数(KI)を用いる。K指数とは、次の式で定義される指標である。

$$KI = T_{850} - T_{500} + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700})$$

ここで、 T_{850} は850 hPaでの気温、 T_{500} は500 hPaでの気温、 T_{700} は700 hPaでの気温、 Td_{850} は850 hPaでの露点温度、 Td_{700} は700 hPaでの露点温度である。様々な気象量を含む数式で一見すると難しく感じるかもしれないが、この指標により、今回の7月豪雨の気象場の特徴を明確に示すことができる。また、このK指数は、関東平野⁶⁾、濃尾平野⁷⁾、近畿地方⁸⁾での夏の積乱雲の発達のしやすさを診断するときにも有用であることが分かっている。

図5にK指数の分布を示す。積乱雲の発達ポテンシャルが高い地域（数値が35以上の場合）が、東シナ海海上から九州・四国・中国・近畿・中部の各地方に集中するように南西から北東に伸びている様子が見て取れる。これは、大量の水蒸気が

東シナ海を通過して日本列島に流入していることを意味しており、この水蒸気の流れが西日本を中心とした地域に向けて伸びており、これが豪雨をもたらす要因となった。今回の豪雨で特異的だったのは、前線が停滞することで、この大量の水蒸気の流れも長時間持続したことである。結果として、雨が長時間持続することになり、豪雨災害に至った。

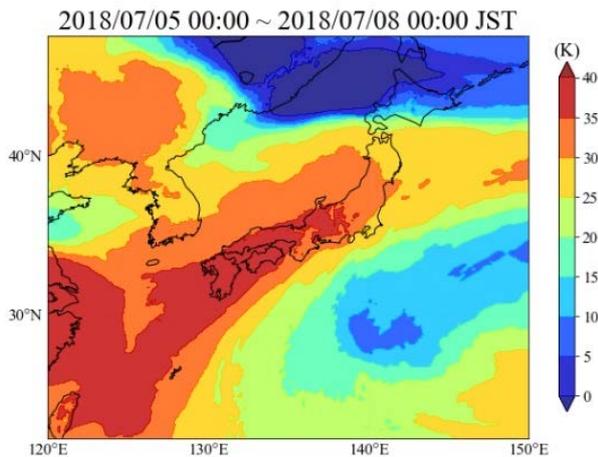


図5 2018年7月5日～7日の期間中のK指数の分布

大気中に含まれる水蒸気量が多ければ多いほど、地上に降る雨の量も増えることになる。そのため、大気中に含まれる水蒸気量を単位面積あたりの上空の水蒸気の総量で評価すると、今回の豪雨の特異性もよく分かる。過去の停滞性降水系を対象とした統計⁴⁾によれば、単位面積あたりの水蒸気総量は、60ミリ程度が最も高頻度で出現し、70ミリを超えた場合はかなり頻度が少なく、80ミリを超えるのは極めて稀であることがわかっている。この統計に比べると、今回の7月豪雨では、7月5～7日の3日間で平均して60ミリを超え、最も多い場所では70ミリを超えて80ミリ程度にまで達する極めて大きな数値を示していた。

このように大量の水蒸気が大気中に含まれるのは、大気の相対湿度が極めて高いことが条件の一つである。この条件自体は、梅雨期、特に梅雨期末期にはしばしば見られる。したがって、高湿度の条件そのものは特異だったというわけでない。

一方、水蒸気量が多くなる状況は、相対湿度が高くなる時のほか、気温が高くなる時にも、顕著に現れる。気温の高さは、今回の豪雨時の全般的な気象状況が決められていると考えられるものの、より長期で進行する地球温暖化の影響も無視することはできないであろう。

地球温暖化は、日々の気象変化による気温の変化に比べると、極めてゆっくり進行していくプロセスである。ただ、近年、気温上昇のペースが上っている傾向にあるようである。地球温暖化が豪雨や台風といった気象現象に及ぼす影響を定量的に評価することは科学的に難しい問題が多く残されているものの、温暖化により起こり得る気象災害をある程度想定することは大事である⁹⁾。地球温暖化の問題については、次節であらためて考えてみたい。

最後に、停滞性降水系が線状であるかどうかを診断するための指標として大気下層と上空との風速の違いを調べてみた。日本の南の海上では、下層も上空も風が弱く、高さ方向の風速変化もあまり大きくなかった。一方、日本列島上では、下層に比べて上空の風が強く、そのため高さ方向の風速変化は大きい。このように風速条件が変わる地域が西日本を中心に南西から北東に伸びていることが分かり、これらの地域では、線状降水帯が発生しやすい状況となっており、豪雨をもたらした要因のひとつになっていたと考えられる。

4. 次の気象災害への備え

平成30年7月豪雨が発生した地域は、暖候期の停滞性降水系の統計解析の結果⁴⁾に基づくと、停滞性降水系が気候的に発生しやすい場所とよく対応していたと言える。そもそも、日本で豪雨が発生するのは、積乱雲が持続的に発達して降水系全体としては停滞するような場合に多い。このように降水系が停滞する要因としては、梅雨前線が停滞性であることが第一に挙げられるが、それだけ

ではなく地形といった地理的な特徴も関与していると考えられる¹⁰⁾。

地形が大きく関与しているとすれば、地域毎の特殊性が顕著となるため、地域にカスタマイズされた豪雨ハザードの情報が必要となるであろう。すなわち、どういった地域に停滞性降水系が発生する傾向にあるのか、そしてそれによる降水の特徴はどのようなものかといったような情報、いわば「停滞性降水系ハザードマップ」が有用であろう。こういった情報に加え、どういった気象条件（気温・湿度・風速の条件）のときにどの程度の降水が見込まれるのかといったことがわかれば、日々の気象条件の診断から、停滞性降水系の発生ポテンシャルを評価することが可能となると考えられる。こういった停滞性降水系のポテンシャル評価を実際の気象状況の監視と組み合わせることによって、地域の気象災害リスクにより結びついた気象情報が提供できるようになるものと思われる。

気象観測や気象予報の技術開発は、日進月歩であり、予測精度も少しずつではあるものの着実に向上している。一方で、毎年のように発生する風水害を受けて、気象情報が緻密になっていく傾向にあり、見方を変えれば気象情報がより複雑になっていっているという側面もある。予測精度の向上という良い面を活かすために、複雑化する気象情報を上手に活用するアプローチが求められている。

さらに、将来起こり得る豪雨災害に備える上では、地球温暖化といった長期の気候変動の影響を考慮する必要がある。地球温暖化の進行によって、これまでは50年に一度くらいしか起こらなかったような豪雨であっても、これからは25年に一度、10年に一度といったように、頻度がより高くなることが懸念される。つまり、これまでは人生で一度経験するかどうかといった極端な事象が、これ

からは、人生で数回経験してもおかしくないといった状況が来るのである。こういう気候変動下の未来においては、かつての気象災害での経験を忘れることなく、次世代のみならず自らの問題として捉え、かつての経験や知恵を活かすという発想が求められる。

引用文献

- 1) 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）、平成30年7月13日、53 pp., 2018.
- 2) 竹見哲也：九州北部豪雨の発生要因と予測可能性。消防防災の科学、No. 132, 2018春、pp. 17-21, 2018.
- 3) 気象庁：「平成30年7月豪雨」及び7月中旬以降の記録的な高温の特徴と要因について（報道発表）、平成30年8月10日、23 pp., 2018.
- 4) Unuma, T. and Takemi, T.: Characteristics and environmental conditions of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan, Quart. J. Roy. Meteor. Soc., Vol.142, pp.1232-1249, 2016.
- 5) Unuma, T., and Takemi, T.: A role of environmental shear on the organization mode of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan, SOLA, Vol.12, pp.111-115, 2016.
- 6) Nomura, S., and Takemi, T.: Environmental stability for afternoon rain events in the Kanto plain in summer. SOLA, Vol. 7, pp. 9-12, 2011.
- 7) Takemi, T.: Characteristics of summertime afternoon rainfall and its environmental conditions in and around the Nobi Plain. SOLA, Vol. 10, pp. 158-162, 2014.
- 8) 竹見哲也、土田真也：近畿地方における夏季の降水現象に関する統計解析。京都大学防災研究所年報、第57号B、pp. 216-238, 2014.
- 9) 竹見哲也：地球温暖化に伴う気象災害の影響評価、日本風工学会誌、Vol. 40, No. 4, pp. 399-406, 2015.
- 10) Takemi, T.: Importance of terrain representation in simulating a stationary convective system for the July 2017 Northern Kyushu Heavy Rainfall case. SOLA, Vol. 14, pp. 153-158, 2018.