

梅雨豪雨と地球温暖化

京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門 教授 中北 英一



1. 最近の災害から思うこと —地球温暖化の影響が出始めたのではないかな？—

死者・行方不明者が20名を超える風水害が発生した年を数えると、平成時代前半は約半分となる8年であった一方、後半は12年にも上がる。平成29年7月九州北部豪雨は線状型の梅雨豪雨の恐ろしさを再認させ、平成30年7月豪雨では多くの地点で72時間雨量の記録が更新され、昭和57年の長崎大水害以来初めて200名を超える犠牲者を出している。

このようなことから、地球温暖化の影響が出だしているのではないかな、今までの常識が通用しないのではないかな、すなわち、より頻繁に、より強力に、初めての地域に豪雨が生じ災害がもたらされるのではないかなとの疑問を社会は抱くようになって来ている。実際、1時間～72時間雨量が増えてきているという観測事実がある。すでに研究者や行政は、科学的な気候変動将来予測をベースに「後悔しない地球温暖化への適応とは何か」を模索し始めている。

2. 線状降水帯型集中豪雨とは？

「ゲリラ豪雨」も「通常の集中豪雨」も積乱雲によってもたらされる。「大気不安定」な時に発生し、縦方向のはるか上空まで発達し、何10万トンという水を上空に発生・蓄積させ、やがてはそれらを落して地上に豪雨をもたらす。いわば、大気の破壊現象である。図1に示すように、典型的な線状型の集中豪雨では、最初に発生し移動しながら発達する積乱雲のすぐ後ろに繰り返し新たな積乱雲が発生し、赤ちゃん・幼稚園児・小中学生・高校生・大人の積乱雲による家族が形成される。一つの積乱雲の寿命は高々30分～1時間程度だが、積乱雲の家族が一旦形成されるとその家族は長きにわたり持続されるので、3時間～6時間程度という単独の積乱雲よりは長い時間の豪雨をもたらす。気象レーダーでは徐々にその家族が近づいてくるのがわかるが、

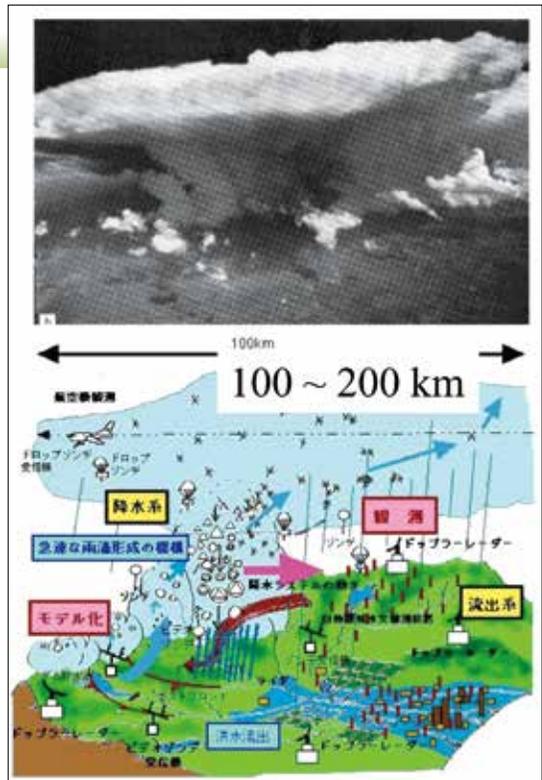


図1 集中豪雨時の降水システム

どこで豪雨が発生するかは予測が難しい。

3. 中豪雨への地球温暖化の影響

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次報告書によれば、気候システムの温暖化には疑う余地がないこと、気候システムに対する人間の影響は明らかであること、気候変動を抑制するには温室効果ガス排出量の大幅かつ持続的な削減が必要であろうこと、が明らかとなっている。また、文部科学省の「気候変動予測革新プログラム（2007年度～2012年度）」「気候変動リスク情報創生プログラム（2013年度～2017年度）」「統合的気候モデル高度化研究プログラム（2018年度～）」により、我国の水災害の原因となる現象に関しては、地球平均気温が産業革命以来4℃程度上昇すると仮定した将来予測では、日本への台風到来回数には減るが強力な台風である危険性が高まることや北海道を含む全国で梅雨集中豪雨の生起回数が増えることが推測されてきている。

気象庁気象研究所が開発した5km解像度の領域気候モデルによって全球平均気温4℃上昇シナリオに基づき文部科学省「気候変動リスク創生プログラム」で将来予測された結果から、梅雨豪雨に典型的な集中豪雨の将来変化を推定してみると、図2のようになる。

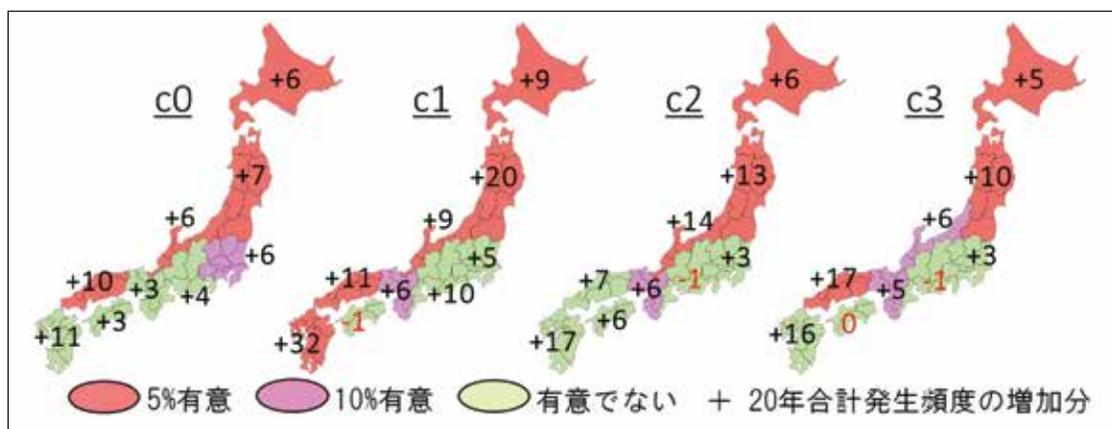


図2 梅雨豪雨発生頻度の将来変化¹⁾

c0～c3は海面水温の将来あり得る異なる全地球空間パターンについて示している。

この図から、梅雨豪雨は日本のほとんどの地域で将来増加すると推測されていることがわかる。この傾向は、近年の梅雨豪雨の頻発と矛盾していない。しかし、この結果はあくまで、平成29年九州北部豪雨のような梅雨期に典型的な局所的な豪雨が増加することを示している。必ずしも、今回の平成30年7月豪雨のように、広域かつ長時間持続する豪雨をカウントしたものではないことに注意が必要である。

前述の一連の研究プログラムからはそのほか、全国一級河川の計画規模に対応する降雨量や河川流量が全国平均的に1.2倍、1.4倍になることが明らかになってきている。一方、10年に一度の少ない規模で起こる河川流量が北日本と中部山岳地帯を除く多くの流域で悪化し、融雪水を利用している地域では融雪ピークの減少やそれが早期化するこ

と、ダム操作の有効性が変化すること、西日本太平洋側を中心に表層崩壊や深層崩壊という数十mの深さでかつ水平規模の大きい斜面崩壊の危険性が增大すること、100年に一度の規模で起こる高潮・高波が一部の主要湾で悪化すること、などが推測されている。

4. 平成30年7月豪雨について

平成30年7月豪雨の大きな特徴はやはり、非常に広域で長時間に渡って雨が降り続いたことである。豪雨期間中を通して、それほど強くない雨域が広域を覆い、停滞型のバックビルディング型梅雨豪雨のような局所的豪雨は見られなかった。こうした豪雨により、岡山県真備町などにおける浸水や広島県の安佐北区や呉市などにおける土砂災害など、多くの災害が発生した。それまで降り続いた長雨によりかなりの積算雨量となっている。そこへ再び、必ずしも強くない線状降水帯が何度も押し寄せ、1波、2波、3波、4波と通過していった。その度に、既に満身創痍であった多くの山腹斜面において次々と土砂災害が発生した。

山腹斜面だけでなく、河川流域やダム貯水池においても水が満杯になっており、それ以上少しでも豪雨があると土石流や斜面崩壊が生じたり、河川流域の山々から既に満杯の川やダム貯水池に雨水が流出するような状態であった。すなわち、耐える限界にあった。そして、その上で加えて豪雨が押し寄せた。トンカチ役となった、そう強くない豪雨の1波、2波、3波、4波の影響を小さくするには、今後より、気象レーダー等を用いた短時間降雨予測の強化やその利用の促進を図る必要があるだろう。

平成30年7月豪雨の特徴を大枠でまとめると以下のようになる。

1. 梅雨豪雨としては珍しく、背の高くない雲によって、長期間に広い範囲でたくさんの総雨量がもたらされた。
2. それにより、満身創痍になっていた多くの山腹斜面・河川流域・ダム貯水池で、通り過ぎて行ったそう強くない1波、2波、3波、4波的な線状降水帯が、トンカチのごとく土砂崩壊、洪水、ダムの小貯水池からの緊急放流をもたらした。
3. そのため、情報伝達、避難に関しても多くの視点をもたらした。

災害をもたらすトンカチ役となったそう強くない豪雨の影響を評価するには、XRAINのような気象レーダー等を用い、短時間降雨予測の強化とその利用をますます促進していく必要があるだろう。

また、地球温暖化による将来変化との関係を以下にまとめる。

1. 典型的な線状降水帯型の梅雨豪雨の頻度は将来増加する。これまでほとんど梅雨豪雨が発生していなかった地域でも生起する。そして、同じ強雨の継続時間内でも、その時間内での強雨総雨量は増大する。
2. しかし、平成30年7月豪雨のように停滞する大気のパターンは、将来気候において増加する兆候は見られていない。
3. 平成30年7月豪雨発生時の流入水蒸気量は、現在気候ではほとんど最大レベルの流入量であった。また、将来気候でも珍しく多い範疇であるが、現在気候と比較する

とその頻度は増加する。そのため、将来気候において総降雨量が増加することに対する対策が必要になる。

将来、典型的な梅雨豪雨は将来気候でより頻繁に、より強力に、そしてこれまで未経験の地域にも生起し始める。また平成30年7月豪雨のような広域かつ長時間の豪雨についても、水蒸気量の増加によって総降雨量は増大する危険性がある。

5. 重要な適応としての豪雨予測について

先にも述べたように、強力化、高頻度化する豪雨に対して、その予測は温暖化適応として益々重要な意味を持つようになってきた。数分後からおよそ24時間後までを対象とする豪雨情報を提供するための予測手法は、大きく分けて以下のようなものがある。

- (1) 気象レーダーによる1時間～3時間程度先までの予測。精密に観測される「雨域の移動や発達・衰弱の推移」を時間的、空間的にとらえたもので、水蒸気量や地形による豪雨への影響を加味する場合もある。
- (2) コンピューターで大気モデルを数値的に計算し、24時間後くらいまでを予測。「数値予報」と言い、1週間先までの情報を提供する場合もある。

(1)は(2)に比べてきめ細かな予測情報を提供する。ゲリラ豪雨の早期探知・危険性予測や気象庁の高解像度降水ナウキャスト、降水ナウキャストは(1)に分類される。また、2つを時間的に融合したハイブリッド型予測もあり、気象庁の降水15時間予報はこれに分類される。どちらの手法もコンピューターで予測を始める初期情報が非常に重要な役割を果たす。

さて、平成30年7月豪雨とは異なり、梅雨時には後方形成(Back building)型とよばれる集中豪雨が典型的であり、100km程度の長さで10km～20kmの幅をもち、3時間～6時間程度継続する。中・小河川および内水氾濫が問題となる。深刻な土砂災害も生起する。この豪雨に対応する時間・空間スケールの予測情報としては、気象庁はMSM(気象庁メソモデル)による予測情報に加えて、局地予報モデル(LFM)が1時間ごとに2km分解能で9時間先まで、レーダー情報をベースにした降水ナウキャストでは5分ごとに1km分解能で1時間先まで、予測情報を提供している。高度な予測情報になってきているものの、夜中以降に生起しやすいこのタイプの集中豪雨を避難始動にとって重要な夜中前に予測すること、ましてやピンポイントで予測することはまだまだ難しい。現在、流入する水蒸気の様子を空間的に細かく探知する手法の開発が始まっており、それが実用手法にまで発展することによって予測が可能になってゆくものと考えている。

【参考文献】

- 1) Osakada, Y. and E. Nakakita (2018) : Future change of occurrence frequency of Baiu heavy rainfall and its linked atmospheric patterns by multiscale analysis, SOLA, vol. 14, pp. 79-85, doi:10.2151/sola.2018-014
- 2) 京都市防災研究所 (2019) : 2018年平成30年7月豪雨災害調査報告書。