

温暖化に伴い強雨は増えるのか？

—アメダス観測が示す気温と強雨の関係—

藤部文昭(環境・応用気象研究部)

1. はじめに

地球温暖化が進むにつれて大雨が増えると言われている。本当にそうなのだろうか。この講演では、アメダスの観測資料を使って日本の大雨の長期的な変化と気温との関係を見ていく。また、去年の広島豪雨のような個別の大雨事象と地球温暖化との関係をどう捉えるかについても考察する。

2. 日本の強雨は増えているか

アメダスは、気象状態をきめ細かく捉えるため 1970 年代に全国へ展開された自動観測網である。降水量については約 1300 ヶ所の観測所でデータを収録している。この研究ではその中から、ほぼ継続してデータが得られている 983 地点の資料を使用した。

第 1 図の上段は、1979～2013 年の 35 年間にわたる 1 時間降水量の年最大値(年最大 1 時間降水量)の推移を示したものである。年による増減はあるが、全体に右上がり、すなわち増加する傾向が見られる。35 年間の変化を直線で近似すると、その増加率は 10 年当たり 3.6%になる。この増加が偶然の変動によって生じている可能性は 1%未満であり、年最大 1 時間降水量が増えているのは事実であると見なすことができる(このことを「危険率 1%で有意」と言う)。

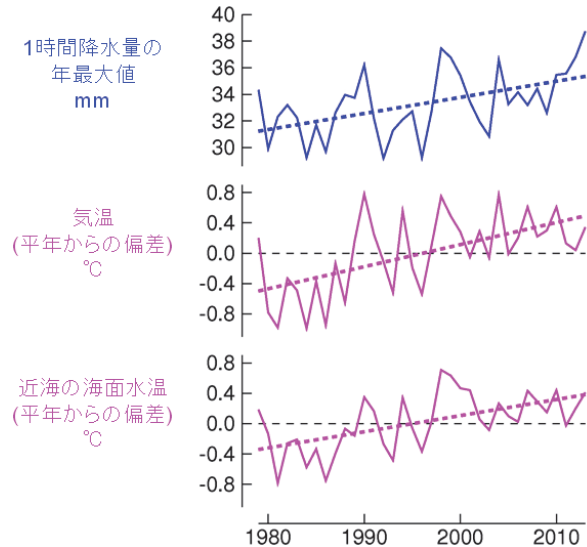
第 1 図の中段は、同じ時期の国内の年平均気温、下段は近海の海面水温である。どちらも平年値(1981～2010 年の平均値)からの差を表す。気温も海面水温も上昇していて、上昇率は 10 年当たりそれぞれ 0.29℃と 0.21℃である(ともに危険率 1%で有意)。

また、第 1 図の年々の変動に着目すると、気温や海面水温の高い年に年最大 1 時間降水量が大きい傾向がある(図の縦の点線)。実際、年最大 1 時間降水量と気温・海面水温との間には 0.5～0.6 の相関がある(危険率 1%で有意)。

このように、日本では過去 35 年間に気温や近海の海面水温が上昇し、同時に極端な降水が強まる傾向がある。また、年々の変動においても、高温年に強い降水が起こりやすい傾向がある。

以下、いくつか補足する。

(1) 6 時間降水量や 24 時間降水量の年最大値も 10 年当たり 2～3%の率で増加している。しかし 1 時間降水量に比べて



第 1 図 年最大 1 時間降水量、年平均気温および海面水温の経年変化 (Fujibe, 2015). 1979～2013 年、年最大 1 時間降水量はアメダス 983 地点の平均値、気温・海面水温はそれぞれ平年値からの差。点線は 35 年間の変化を直線で近似したもの。

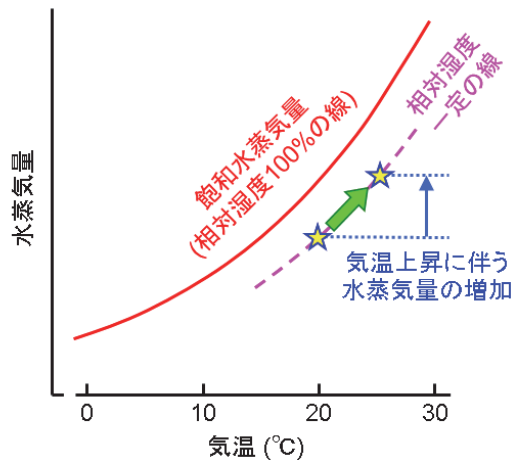
年々の変動が大きく、その分、統計的な有意性は下がる。24 時間とか 1 日の降水量の長期変化を検出するためには、もっと長い期間の資料が必要である。国内 51 ヶ所の 1901 年以降の日降水量データを使った研究によると、日降水量の年最大値(年最大日降水量)には 100 年当たり 9%の増加傾向があり、これは危険率 5%で有意である。

(2) 第 1 図は全国平均の、かつ年単位の統計結果である。同じような統計を地域ごと、あるいは季節ごとに行くと、多くの地域・季節に共通して第 1 図と同様の結果が得られる。しかし、夏の西日本や南西諸島では、夏季の気温が低いほうが最大 1 時間降水量は大きい傾向がある。

(3) 強い降水の尺度は年最大 1 時間降水量以外にもいくつかあるが、どれを使っても結果は第 1 図と大差はない。

3. 強雨が増える理由

強い降水の増加傾向は、世界の多くの地域で認められている。その最も重要な理由と考えられるのは、気温の上昇に伴う水蒸気量の増加である。大気中に存在できる水蒸気量には上限があり(飽和水蒸気量)、それは気温が 1℃上がるごと



第 2 図 気温と水蒸気量の関係。相対湿度が一定なら、気温が1℃上がるごとに水蒸気量(水蒸気圧)は6~7%増加する。

に6~7%増加する(第2図)。地球温暖化が進んでも湿度(相対湿度)はあまり変わらないと考えられているため、気温が上がるにつれて水蒸気量は増える。その結果、強い降水が起こりやすくなると考えられている。

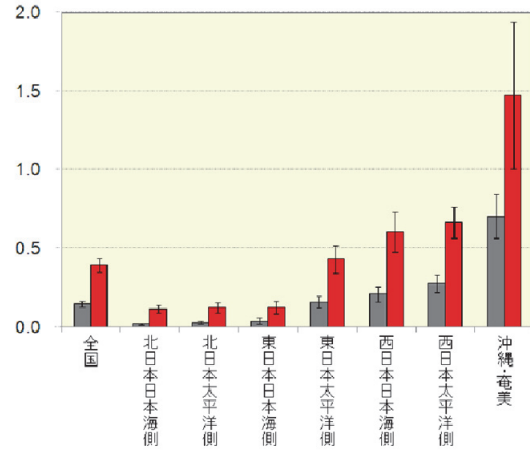
しかし、水蒸気量の増加ですべてが説明できるわけではない。第1図の年々変動の場合、年最大1時間降水量は気温1℃当たり8.7%、海面水温1℃当たり12.9%増加している。これらの値は、飽和水蒸気量の増加率である6~7%よりもやや大きいことから、水蒸気量の増加のほかにも雲をより強く発達させる要因が働いている可能性がある。一方、夏の西日本や南西諸島で気温が高いほど強雨が少ないのは、暑い夏は晴天が続いて雨の降る機会が少ないことが影響しているのではないかと考えられる。

4. 強雨の将来変化

二酸化炭素の排出が今後も続けば、地球温暖化は確実に進行する。では、将来の気候はどうなるのだろうか。気象庁と気象研究所は、スーパーコンピューターを使って今世紀末の日本の気候をきめ細かく予測し、その結果を「地球温暖化予測情報第8巻」として発表した。

それによると、1時間に30mm以上、あるいは50mm以上という強い降水は、現在に比べて全国的に増えると予想される(第3図)。言い替えると、過去数十年間に進行してきた極端な降水の増加傾向は、地球温暖化の進行によってさらに進んでいくと考えられる。

なお、観測事実としてはまだ確認されていないが、温暖化が進めば台風の発生総数は減る一方で、強い台風が増加すること、また、竜巻の起こりやすい気象状態が現れやすくなることを示す研究結果も出ている。



第 3 図 1 時間 50mm 以上の雨が降る回数 (1 地点当たり) の、20 世紀末(灰色)と 21 世紀末(赤)の比較 (気象庁, 2013)。二酸化炭素の多量の排出が今後も続くケース (A1B シナリオ) を想定し、空間分解能 5km の計算を行って気候状態を予測した結果による。細い縦線は年々変動の幅を示す。

5. 広島の高雨は地球温暖化のせいなのか?

以上のように、地球温暖化につれて強い降水が増えることは、統計的には事実だと考えられる。では、去年の広島の高雨や一昨年の伊豆大島の豪雨は、地球温暖化の影響で起きたのだろうか。

必ずしもそうとは言えない。温暖化によって豪雨が増えると言っても、あくまで統計上のことであり、確率の問題だからである。実際、温暖化が進むはるか前の明治時代にも、豪雨による大規模な山崩れで村が壊滅してしまったことがあった。従って、個別の極端事象(広島の高雨とか)と地球温暖化の因果関係は、確率的な観点で捉える必要がある。

最近になって、個別の極端事象の発生確率と地球温暖化の関係を、スーパーコンピューターで評価する試みが行われるようになった。これは、温暖化が進みつつある現在の気候状態と、温暖化がなかったと仮定した状態について、それぞれ大量の計算を行い、その事象が起きる確率を求め、温暖化が発生確率をどれほど高めたかを見積もるものである。国外の高雨については、地球温暖化がその発生確率を高めたと考えられる事例が報告されている。

参考文献

Fujibe, F., 2015: Relationship between interannual variations of extreme hourly precipitation and air/sea-surface temperature in Japan. *SOLA*, **11**, 5-9.

気象庁, 2013: 地球温暖化予測情報第8巻. 気象庁, 88pp.