

## 要旨

地球温暖化によって大雨が増加しつつあるというが、その割合はどの程度なのだろうか？地球温暖化による気温上昇（地球温暖化量）は100年間で0.77℃というわずかな変化であり（堅田、2020）、その影響を正確に評価することは容易ではない。例えば、100年よりも観測期間が短いデータを解析に用いると、気候変動よりも時間スケールが短く変動が大きい降雨現象を地球温暖化による影響として誤って検出してしまう。このため、日本の場合には50年以下しか存在しないアメダスの降水量データではなく、産業革命以前から継続している気象官署のデータを利用することが望ましい（堅田、2021）。本稿では、地球温暖化による大雨への影響を明らかにするための研究資料として、過去70年間の全気象官署92地点の降水量データ（Fujibe et al., 2013）の長期変動の可視化と増加傾向の有意性を評価する。

## 目次

1	日降水量の長期変動.....	1
2	1時間降水量の長期変動.....	3
3	10分間降水量の長期変動.....	5
4	まとめと留意点.....	8
	参考文献.....	9

### 1 日降水量の長期変動

1951–2010 年における日本の日降水量 95 パーセント値の長期変動を図 1 に示す。回帰直線の傾きは $+0.12 \text{ mm y}^{-1}$ であり、信頼度水準 99%以上で統計的に有意であった ( $p=0.0087$  ; 95%CI [0.0305, 0.202])。また、図 1 の日降水量を 2001–2010 年の平均値で規格化した長期変動を図 2 に示す。

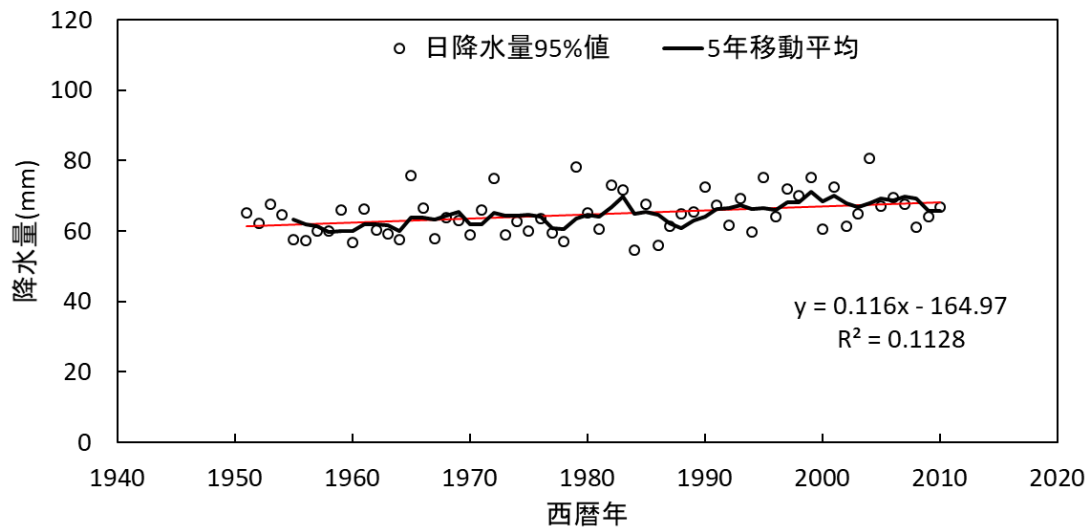


図 1 1951–2010 年における全気象官署 92 地点の日降水量の 95 パーセント値の長期変動。

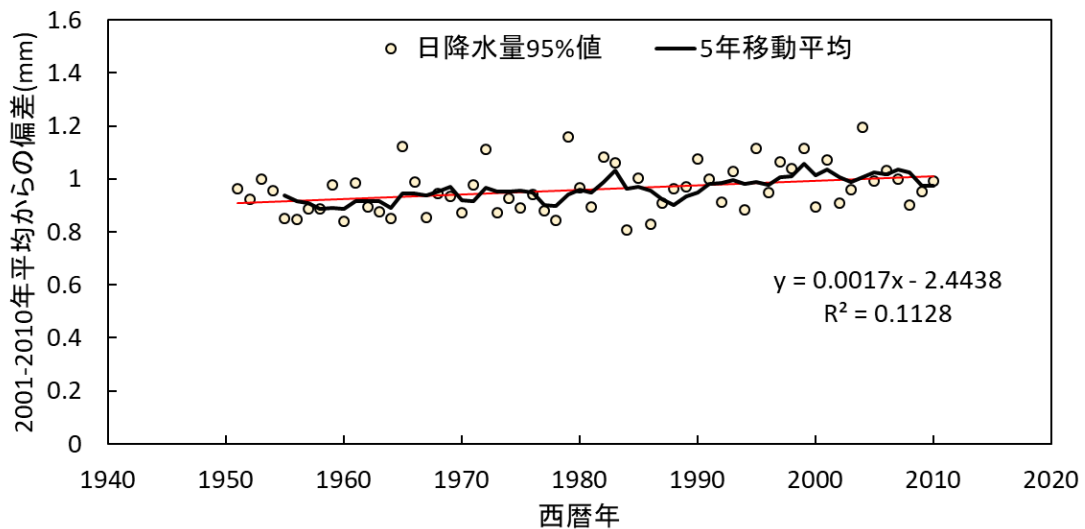


図 2 2001–2010 年の平均値で規格化した図 1 の日降水量の 95 パーセント値の長期変動。

1951-2010 年における日本の日降水量年最大値の長期変動を図 3 に示す。回帰直線の傾きは統計的に有意ではなかった ( $p=0.5478$  ; 95%CI [-0.1515, 0.283])。また、図 2 と同じく日降水量年最大値を 2001-2010 年の平均値で規格化した長期変動を図 4 に示す。

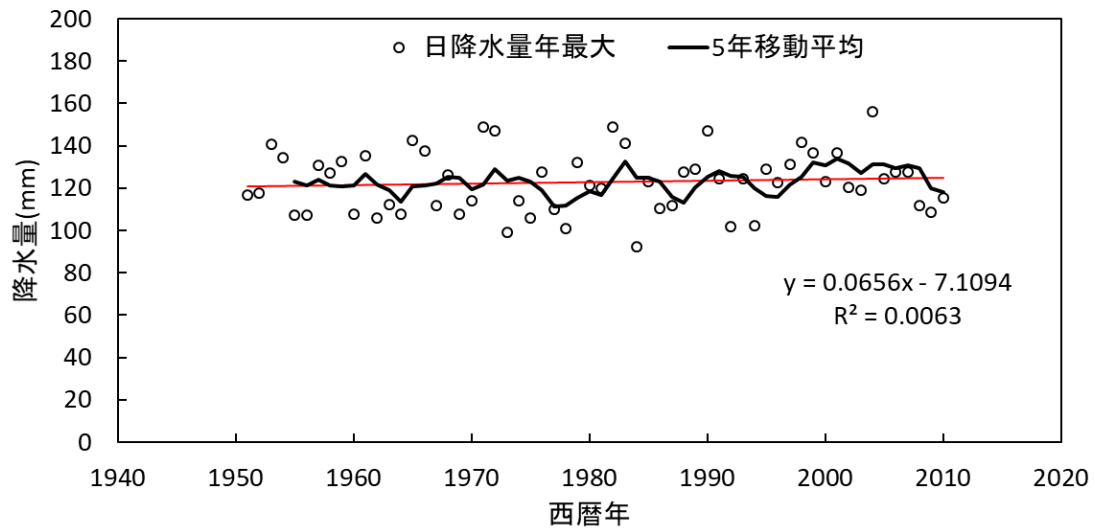


図 3 1951-2010 年における全気象官署 92 地点の日降水量年最大値の長期変動。

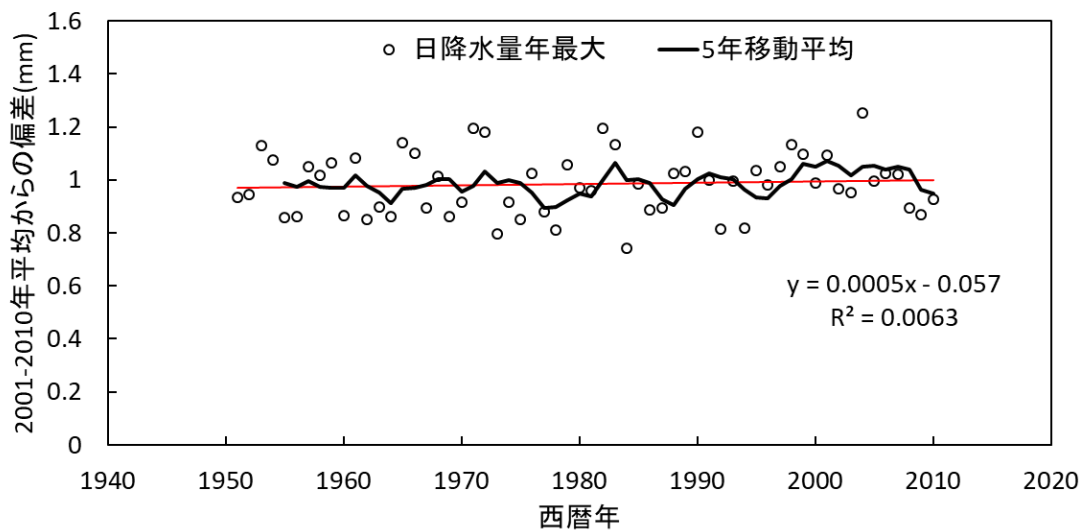


図 4 2001-2010 年の平均値で規格化した図 3 の日降水量年最大値の長期変動。

## 2 1 時間降水量の長期変動

1951-2010 年における日本の 1 時間降水量 95 パーセンタイル値の長期変動を図 5 に示す。回帰直線の傾きは  $+0.05 \text{ mm y}^{-1}$  であり、信頼度水準 99%以上で統計的に有意であった

( $p=1.8 \times 10^{-6}$ ; 95%CI [0.0310, 0.069])。また、図 5 の 1 時間降水量を 2001–2010 年の平均値で規格化した結果を図 6 に示す。

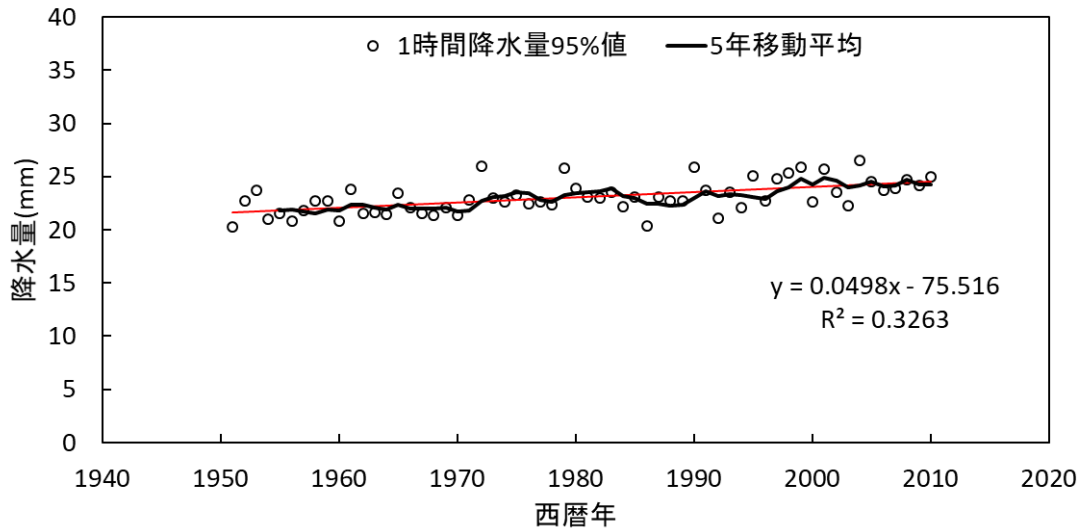


図 5 1951–2010 年における 1 時間降水量の 95 パーセントイル値の長期変動。

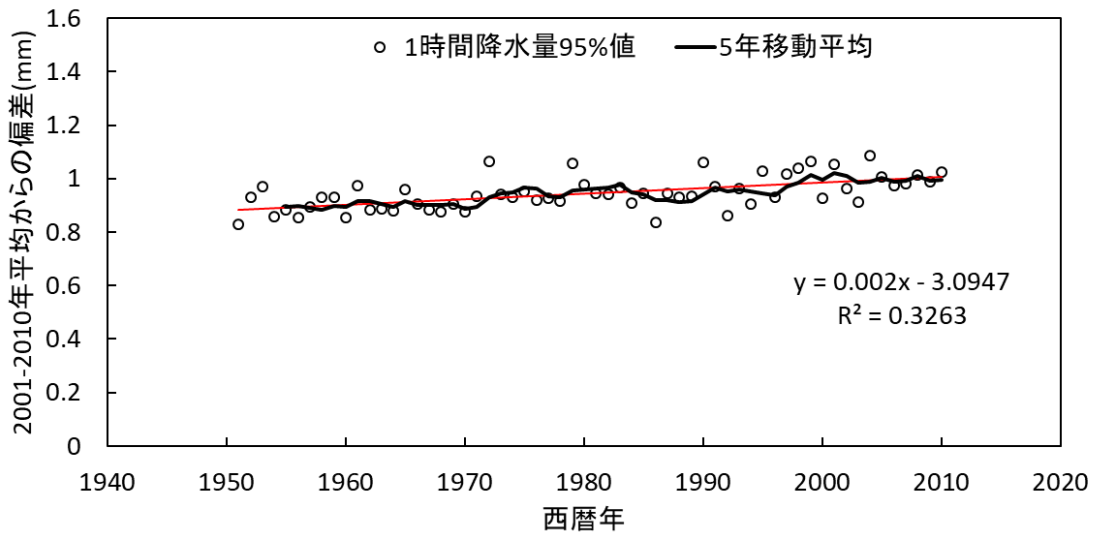


図 6 2001–2010 年の平均値で規格化した図 5 の 1 時間降水量の 95 パーセントイル値の長期変動。

1951–2010 年における日本の 1 時間降水量年最大値の長期変動を図 7 に示す。回帰直線の傾きは統計的に有意ではなかった ( $p=0.105$ ; 95%CI [-0.0071, 0.073])。また、図 6 と同じく、1 時間降水量年最大値を 2001–2010 年の平均値で規格化した結果を図 8 に示す。

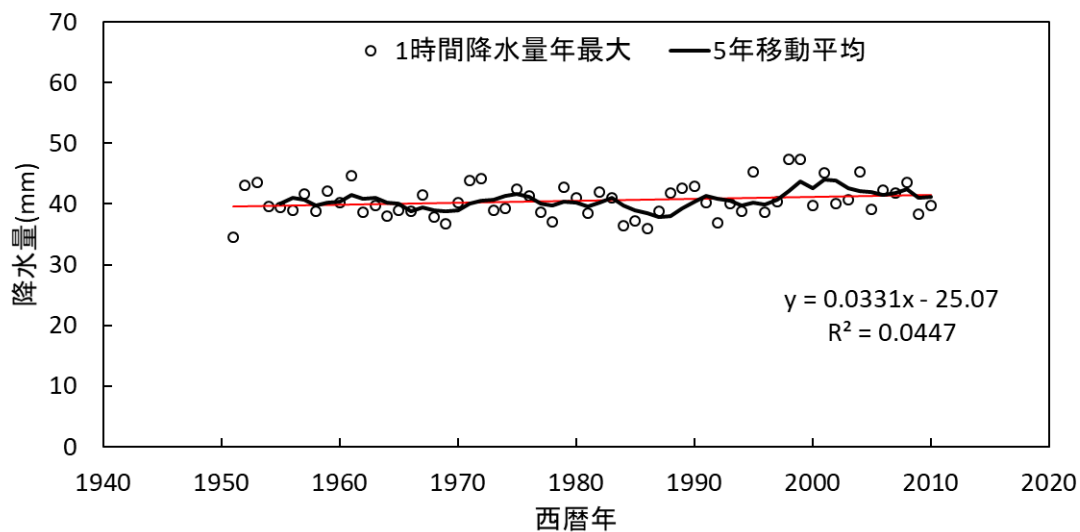


図 7 1951–2010 年における 1 時間降水量年最大値の長期変動。

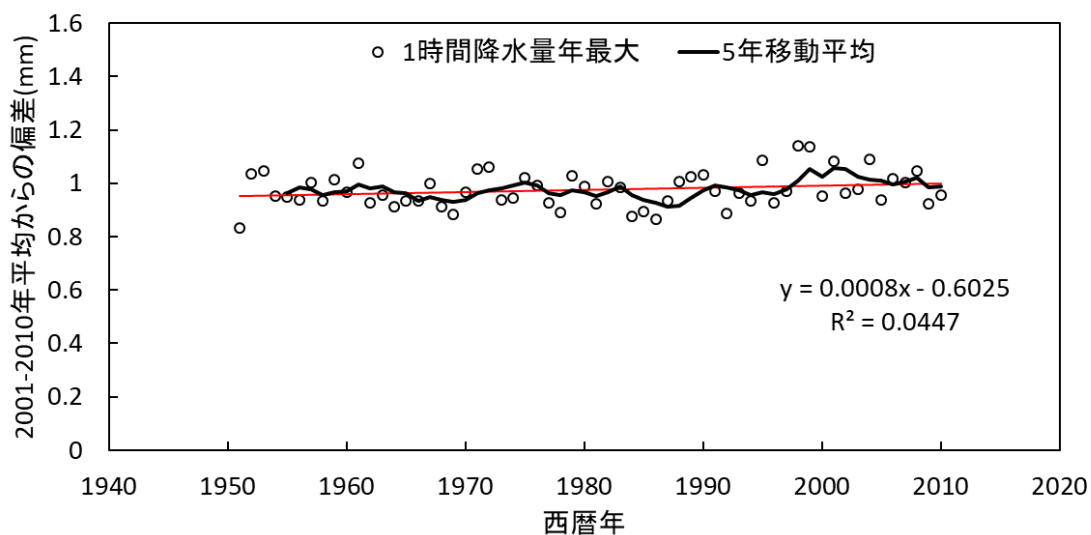


図 8 2001–2010 年の平均値で規格化した図 7 の 1 時間降水量年最大値の長期変動。

### 3 10 分間降水量の長期変動

1951–2010 年における日本の 10 分間降水量 95 パーセンタイル値の長期変動を図 9 に示す。回帰直線の傾きは  $+0.011 \text{ mm y}^{-1}$  であり、信頼度水準 99% 以上で統計的に有意であった ( $p=0.0040$  ; 95%CI [0.0036, 0.018])。また、図 9 の 10 分間降水量を 2001–2010 年の平均値で規格化した結果を図 10 に示す。

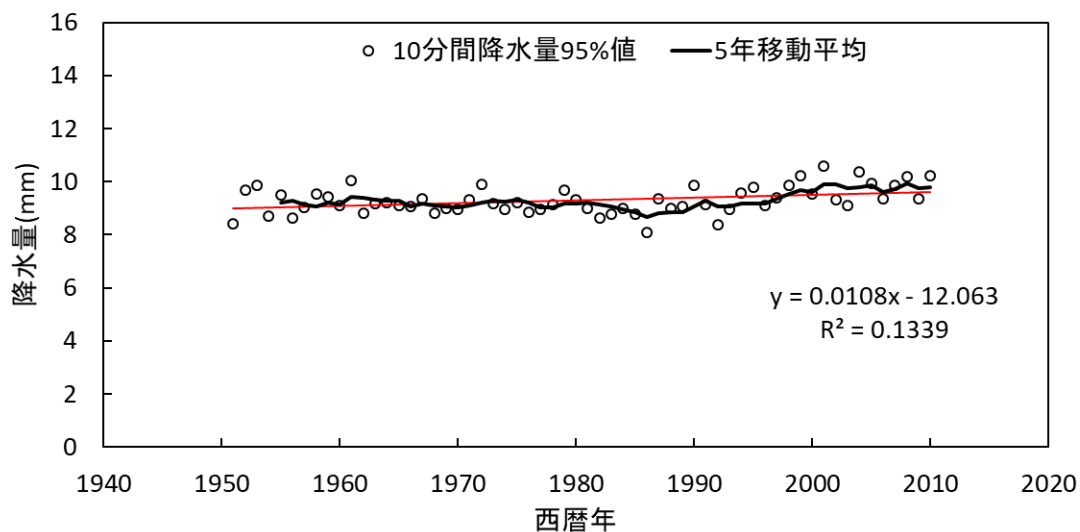


図 9 1951–2010 年における 10 分間降水量の 95 パーセンタイル値の長期変動。

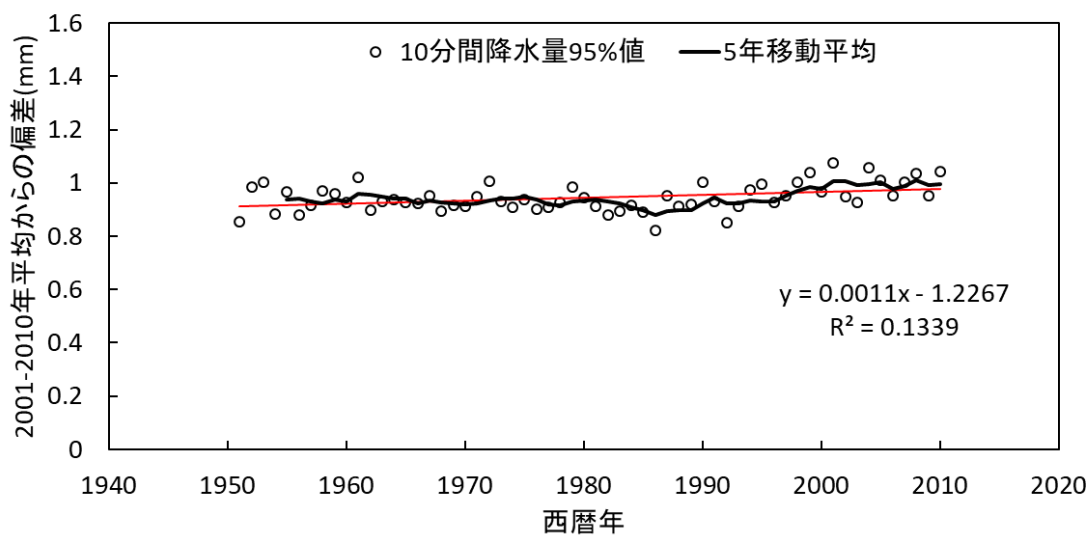


図 10 2001–2010 年の平均値で規格化した図 9 の 10 分間降水量の 95 パーセンタイル値の長期変動。

1951–2010 年における日本の 10 分間降水量年最大値の長期変動を図 11 に示す。回帰直線の傾きは統計的に有意ではなかった ( $p=0.1580$  ; 95%CI [-0,0036, 0.021])。また、図 10 と同じく、10 分間降水量年最大値を 2001–2010 年の平均値で規格化した結果を図 12 に示す。

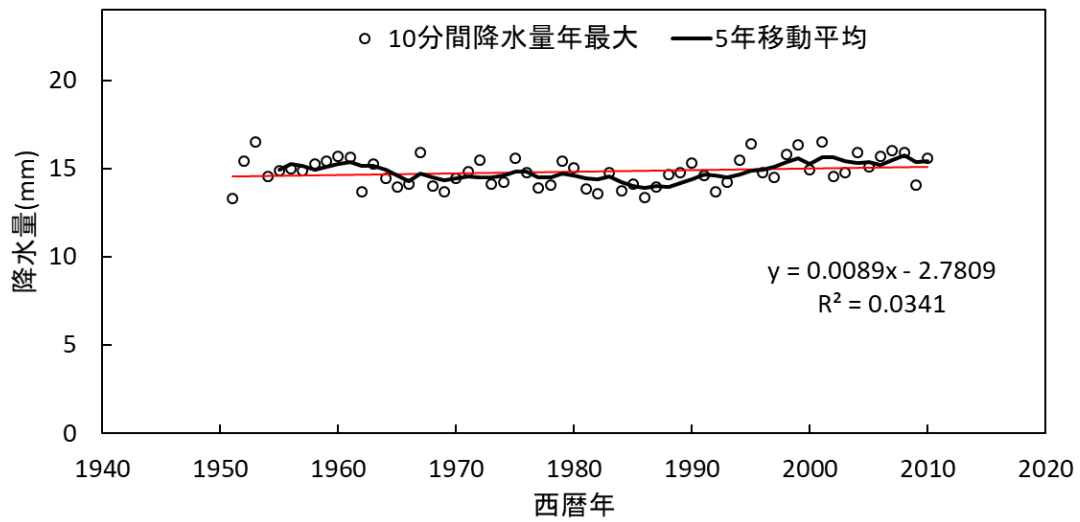


図 11 1951-2010 年における 10 分間降水量年最大値の長期変動。

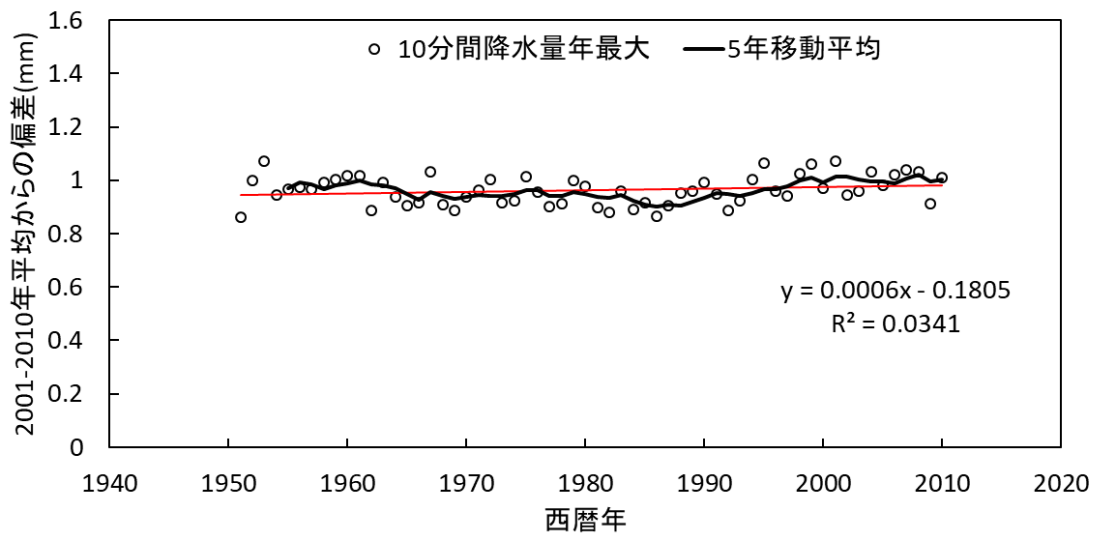


図 12 2001-2010 年の平均値で規格化した図 11 の 10 分間降水量年最大値の長期変動。

以上をまとめると、日降水量・1 時間・10 分間降水量の長期変動傾向は表 1 のようになる。

表 1 1951–2010 年における全気象官署 92 地点の日降水量・1 時間・10 分間降水量の長期変動傾向のまとめ。

降水量指標	回帰直線の勾配 (mm y <sup>-1</sup> )	有意性判定
1 日・95 パーセンタイル	+0.12	有意に増加
1 日・年最大	+0.066	変化傾向なし
1 時間値・95 パーセンタイル	+0.050	有意に増加
1 時間値・年最大	+0.033	変化傾向なし
10 分値・95 パーセンタイル	+0.011	有意に増加
10 分値・年最大	+0.009	変化傾向なし

#### 4 まとめと留意点

本稿では、日降水量・1 時間・10 分間降水量の長期変動傾向の有意性を検定した。その結果、いずれの時間解像度でも 95 パーセンタイル値は増加していたが、年最大値には増加傾向は見られなかった。95 パーセンタイル値でみると、その増加率は日降水量、1 時間降水量、10 分間降水量の順に大きかった。

なお、統計的検定では、原理的に有意と判定されたとしてもその結果が誤りである可能性は常に存在する。本稿で見られた「信頼度水準 99%以上で統計的に有意」の意味は、観測値の長期変化傾向がランダムな変動要因により出現しているにも関わらず、誤って有意と判定してしまう確率を最大で 1%まで許すということに注意すべきである。

#### 謝辞

気象官署 92 地点の降水量データの入手には、東京都立大学藤部文昭特任教授の助言を受けた。



参考文献

堅田元喜 (2020) 日本の気温は、地球温暖化で何度上昇したのか？ 精確なデータセット

KON2020 <https://ieei.or.jp/2020/10/expl201019/>

堅田元喜 (2021) 地球温暖化による大雨への影響評価には 100 年以上のデータが必要

<https://ieei.or.jp/2021/05/expl210531/>

Fujibe, F. (2013) Clausius–Clapeyron-like relationship in multidecadal changes of extreme short-term precipitation and temperature in Japan, Atmospheric Science Letters, 14, 3, 127-132.

<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/asl2.428>