

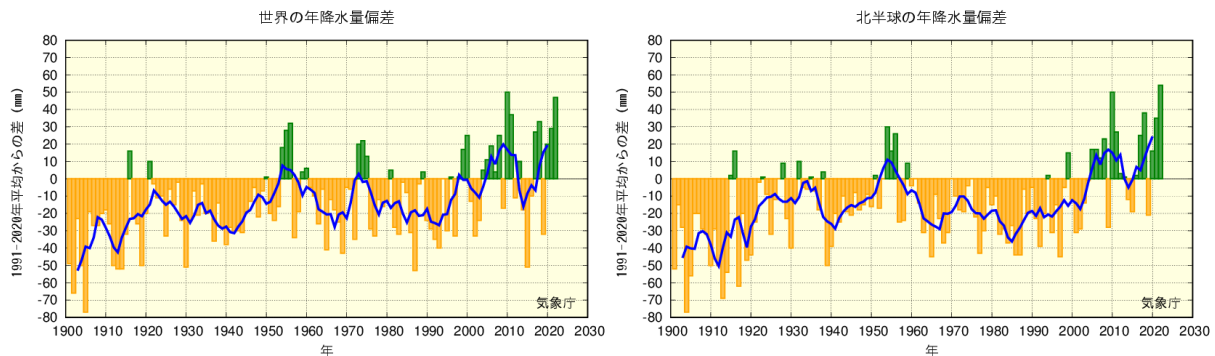
2.4 降水量の変動^{33, 34}

- 2022 年の世界の年降水量偏差（陸域のみ）は+47 mm だった。
- 2022 年の日本の年降水量偏差は-71.5mm だった。日本の年降水量には、統計的に有意な長期変化傾向は見られない。
- 全国的に、大雨や短時間強雨の発生頻度は増加しており、一方、降水の日数は減少している。

2.4.1 世界の陸域の降水量

世界各地の陸上の観測所で観測された降水量から計算した、2022 年の世界の陸域の年降水量の基準値（1991～2020 年の 30 年平均値）からの偏差は+47mm であった（1901 年の統計開始以降 2 番目に多い）。世界の陸域の年降水量は、1901 年の統計開始以降、数年～数十年規模の変動を繰り返している。北半球では、1950 年代、2000 年代半ば以降に降水量の多い時期が現れている（図 2.4-1）。

なお、世界全体の降水量の長期変化傾向を算出するには、地球表面積の約 7 割を占める海上における降水量を含める必要があるが、本レポートにおける降水量は陸域の観測値のみを用いている。また、統計期間初期は観測データ数が少なく相対的に誤差幅が大きいことから、長期変化傾向は求めている³⁵。



³³ 気象庁ホームページでは、降水量等に関する長期変化の監視成果を公表している。

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/index.html> （世界及び日本の年降水量）

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html （日本の大雨の発生回数や降水日数等）

³⁴ 世界全体や日本全体の降水量について、実際の値の算出は行わず、平均的な状態からのずれ（偏差）を用いている。その理由は、降水の観測が世界や日本をくまなく実施されているわけではなく、正確な見積もりが困難であることや、地球温暖化や気候変動の監視には実際の値が必須ではなく、偏差を用いて実施できるためである。

各地点の基準値となる 1991～2020 年の 30 年平均値（平年値）は以下の気象庁ホームページから公表されている。

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/climfig/?tm=normal&el=rn> （世界の天候図表）

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/normal/index.html> （平年値ダウンロード）

³⁵ IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書（IPCC, 2021）において、世界の陸域における降水量は、1950 年以降増加している可能性が高く、1980 年代以降はその増加率が加速している（確信度が中程度）と報告されている。図 2.4-1 の統計期間を 1950 年以降に限定すると、世界の陸域の降水量（世界平均）は増加しているとみられる（信頼水準 90%で有意）。

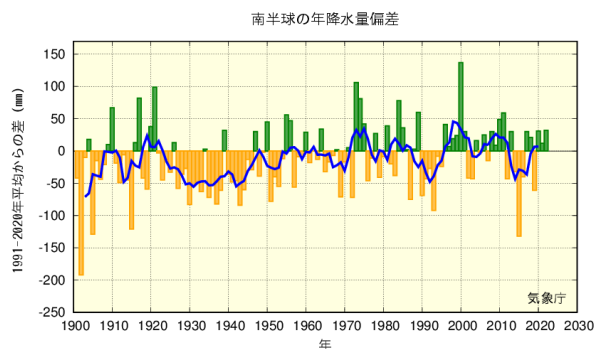


図 2.4-1 世界の年降水量偏差の変化（1901～2022 年）

左上図は世界平均、右上図は北半球平均、左下図は南半球平均。それぞれ陸域の観測値のみ用いている。偏差の基準値は 1991～2020 年の 30 年平均値。棒グラフは各年の値（基準値からの偏差）を示している。折れ線（青）は偏差の 5 年移動平均値を示す。

2.4.2 日本の降水量

日本の降水量の変化傾向を見るため、気象庁の 51 観測地点（表 2.4-1）について、1898～2022 年の年降水量の基準値（1991～2020 年の 30 年平均値）からの偏差を用いて解析した。

2022 年の日本の年降水量の偏差は -71.5mm であった（1898 年の統計開始以降、少ない方から 43 番目）。日本の年降水量には、統計的に有意な長期変化傾向は見られないが、統計開始から 1920 年代半ばまでと 1950 年代、2010 年代に多雨期が見られる。また、1970 年代から 2000 年代までは年ごとの変動が比較的大きかった（図 2.4-2）。

表 2.4-1 日本の年降水量偏差の計算対象地点

降水量は、気温に比べて地点による変動が大きく、変化傾向の解析にはより多くの観測点を必要とするため、観測データの均質性が長期間継続している 51 観測地点を選出している。なお、降水量や大雨の変化傾向には都市化との明確な関連性は確認されていない。

要素	観測地点
降水量 (51 観測地点)	旭川、網走、札幌、帯広、根室、寿都、秋田、宮古、山形、石巻、福島、伏木、長野、宇都宮、福井、高山、松本、前橋、熊谷、水戸、敦賀、岐阜、名古屋、飯田、甲府、津、浜松、東京、横浜、境、浜田、京都、彦根、下関、呉、神戸、大阪、和歌山、福岡、大分、長崎、熊本、鹿児島、宮崎、松山、多度津、高知、徳島、名瀬、石垣島、那覇

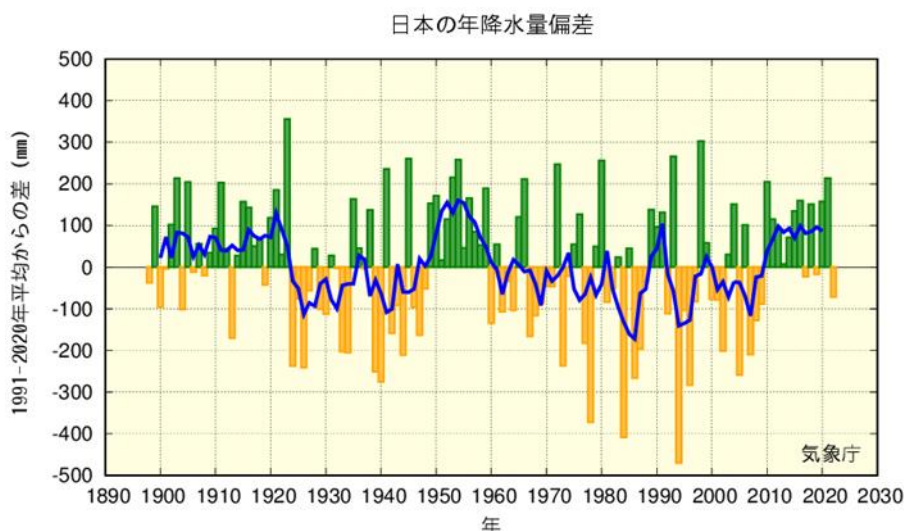


図 2.4-2 日本の年降水量偏差の経年変化（1898～2022 年）

偏差の基準値は 1991～2020 年の 30 年平均値。棒グラフは国内 51 観測地点（表 2.4-1 参照）での各年の値（基準値からの偏差）を平均した値を示す。緑（黄）の棒グラフは基準値と比べて多い（少ない）ことを表す。折れ線（青）は偏差の 5 年移動平均値を示す。

2.4.3 日本における大雨等の発生頻度と強度

(1) 月降水量の異常値³⁶の出現数

表 2.4-1 の 51 地点の観測値を用い、日本における大雨等の発生頻度の変化傾向の解析³⁷を行った。

月降水量における異常少雨の年間出現数は増加している（図 2.4-3 左図）。一方、異常多雨については同期間で変化傾向は見られない（図 2.4-3 右図）。

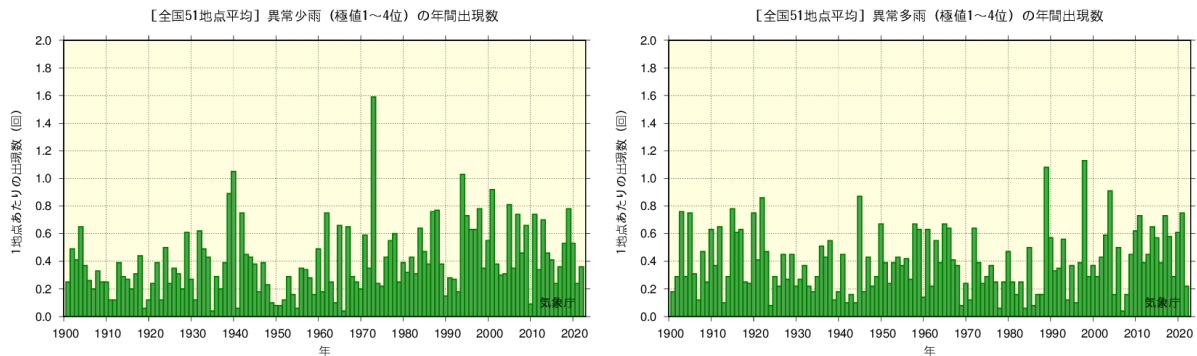


図 2.4-3 月降水量の少ない方から 1～4 位（異常少雨、左図）と多い方から 1～4 位（異常多雨、右図）の年間出現数の経年変化（1901～2022 年）

月降水量に基づく異常少雨と異常多雨の年間出現数。棒グラフは各年の異常少雨あるいは異常多雨の出現数の合計を有効地点数の合計で割った値（1 地点あたりの出現数）を示す。

³⁶ ここでは、異常少雨・異常多雨を「1901～2022 年の約 120 年間で各月における月降水量の少ない方・多い方から 1～4 位の値」と定義している。ある地点のある月に、月降水量（雪による降水も含む）の少ない方あるいは多い方から 1～4 位の値が出現する割合は、約 120 年間に 4 回、つまり約 30 年に 1 回となり、本レポートの異常気象の定義（巻末の用語一覧参照）である「30 年に 1 回以下」とほぼ一致する。

³⁷ 第 2.4.2 項では統計期間の開始年を 1898 年としているが、解析に用いる統計値の開始時期が異なることから本節(1)、(2)では開始年を 1901 年としている。

(2) 日降水量 100 mm 以上、200 mm 以上及び 1.0 mm 以上の年間日数

(1) と同じ、表 2.4-1 の 51 地点において、日降水量 100 mm 以上及び日降水量 200 mm 以上の日数はともに増加している（それぞれ信頼水準 99%で統計的に有意）（図 2.4-4）。一方、日降水量 1.0mm 以上の日数は減少している（信頼水準 99%で統計的に有意）（図 2.4-5）。これらの結果は、大雨の頻度が増える反面、降水がほとんどない日も増加する特徴を示している。

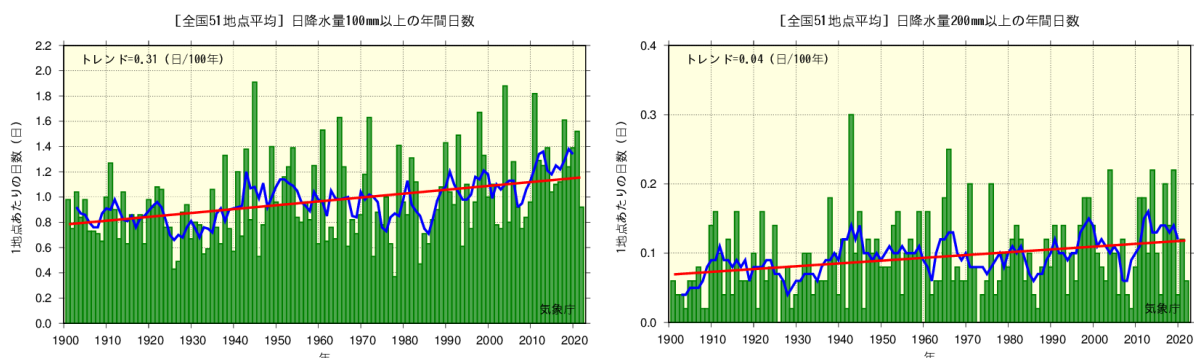


図 2.4-4 日降水量 100 mm 以上（左図）及び 200 mm 以上（右図）の年間日数の経年変化（1901～2022 年）
棒グラフ（緑）は各年の年間日数の合計を有効地点数の合計で割った値（1 地点あたりの年間日数）を示す。折れ線（青）は 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示す。

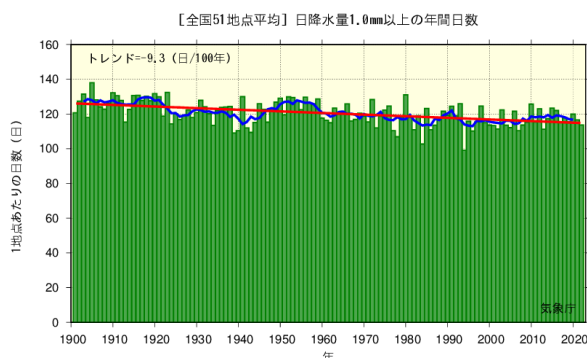


図 2.4-5 日降水量 1.0 mm 以上の年間日数の経年変化（1901～2022 年）
図の見方は図 2.4-4 と同様。

(3) アメダスで見た大雨発生頻度

気象庁では、現在、全国約 1,300 地点の地域気象観測所（アメダス）において、降水量の観測を行っている。地点により観測開始年は異なるものの、多くの地点では 1970 年代後半に観測を始めており、1976 年からの約 50 年間のデータが利用可能となっている³⁸。気象台や測候所等では約 120 年間の観測データがあることと比較するとアメダスの観測期間は短い、アメダスの地点数は気象台や測候所等の約 8 倍あり、面的に緻密な観測が行われていることから、局地的な大雨などは比較的良好に捉えることが可能である。

³⁸ この解析に用いたアメダスの地点数は、1976 年当初は約 800 地点であるが、その後増加し、現在は約 1,300 地点となっている。なお、山岳地域に展開されていた無線ロボット雨量観測所のうち、廃止された観測所は統計期間を通じて除外している。

極端な大雨の年間発生回数は有意に増加しており、より強度の強い雨ほど頻度の増加率が大きい。また、1時間降水量³⁹80mm以上、3時間降水量⁴⁰150mm以上、日降水量300mm以上といった強度の強い雨では、1980年頃と比較して、おおむね2倍程度に増加している⁴¹(表2.4-2、図2.4-6)。

このような大雨の頻度と強度の増大には、地球温暖化が影響している可能性がある。ただし、極端な大雨は発生頻度が少なく、それに対してアメダスの観測期間は比較的短いことから、これらの長期変化傾向を確実に捉えるためには今後のデータの蓄積が必要である。

表 2.4-2 アメダスで見た極端な大雨の変化 (1976～2022 年)

極端な大雨の指標としている各要素の変化傾向及び統計期間の最初の10年間(1976～1985年)と最近10年間(2013～2022年)の変化の倍率(平均年間発生回数(日数)の比)。平均年間発生回数(日数)はアメダス1,300地点あたりに換算した値⁴²。これらは1976～2022年の観測値から算出した。

要素	変化傾向 (信頼水準)	変化の倍率 (最初の10年間と最近10年間の比)
1時間降水量 50mm 以上	増加している (信頼水準 99%以上)	約 1.5 倍 (約 226 回→約 328 回)
1時間降水量 80mm 以上	増加している (信頼水準 99%以上)	約 1.8 倍 (約 14 回→約 25 回)
1時間降水量 100mm 以上	増加傾向が現れている (信頼水準 95%以上)	約 2.0 倍 (約 2.2 回→約 4.4 回)
3時間降水量 100mm 以上	増加している (信頼水準 99%以上)	約 1.6 倍 (約 155 回→約 254 回)
3時間降水量 150mm 以上	増加している (信頼水準 99%以上)	約 1.8 倍 (約 19 回→約 34 回)
3時間降水量 200mm 以上	増加している (信頼水準 99%以上)	約 2.1 倍 (約 2.8 回→約 6.0 回)
日降水量 200mm 以上	増加傾向が現れている (信頼水準 95%以上)	約 1.5 倍 (約 160 回→約 239 回)
日降水量 300mm 以上	増加傾向が現れている (信頼水準 95%以上)	約 1.8 倍 (約 28 日→約 51 日)
日降水量 400mm 以上	増加傾向が現れている (信頼水準 95%以上)	約 1.9 倍 (約 6.4 日→約 12 日)

³⁹ 1時間降水量には、毎正時の前1時間降水量の観測値を使用している。

⁴⁰ 3時間降水量には、毎正時における前3時間降水量の観測値を使用しており、発生回数を一度カウントした後は3時間以上経過してから次をカウントする処理を行っている。極端な降水現象の経年変化の指標として、本レポートより追加した要素である。

⁴¹ 以下のような幅を持った表現もできる。「1980年頃と比較して、約1.8倍～約2.1倍(※)に頻度が増加している。(※ただし、数値は統計手法や期間等で変わりうることに留意。1時間降水量80mm以上、3時間降水量150mm以上、日降水量300mm以上など強度の強い雨。統計期間は1976～2022年。)」

⁴² 1時間降水量100mm以上など特に強度の強い大雨の回数は現象の発生がまれなことから、各年の値の換算が適切でない場合がある。

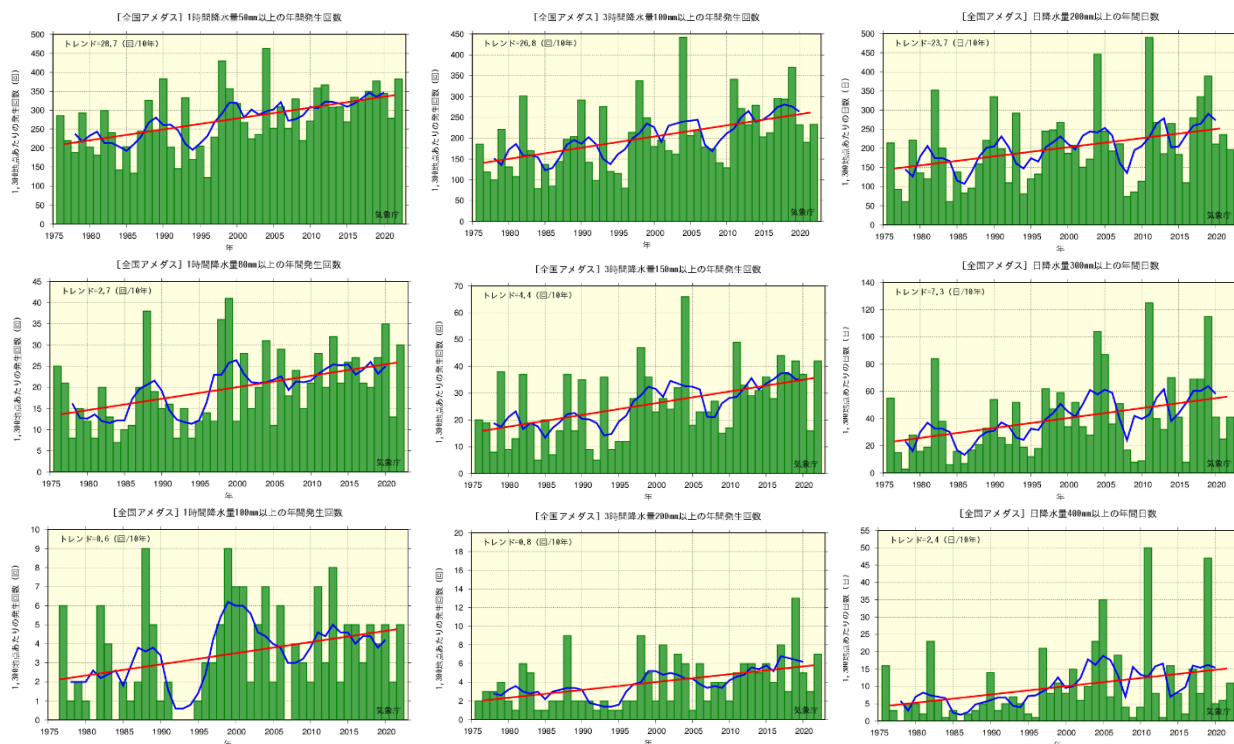


図 2.4-6 アメダスで見た極端な大雨の年間発生回数（日数）の経年変化（1976～2022 年）

左列：1 時間降水量 50 mm 以上（上段左）、80 mm 以上（中段左）及び 100 mm 以上（下段左）の年間発生回数、中央列：3 時間降水量 100 mm 以上（上段中央）、150 mm 以上（中段中央）及び 200 mm 以上（下段中央）の年間発生回数、右列：日降水量 200 mm 以上（上段右）、300 mm 以上（中段右）及び 400 mm 以上（下段右）の年間日数。棒グラフ（緑）は全国のアメダス地点の各年の年間発生回数（日数）を示す（1,300 地点あたりに換算した値）。折れ線（青）は 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示す。

(4) アメダスで見た極端な大雨の強度

全国のアメダスのうち 1976～2022 年の期間で観測が継続している地点（637 地点）を対象に、各地点の年最大 24 時間、48 時間及び 72 時間降水量の変化を解析した。各年の値は、地点ごとの基準値（1991～2020 年の 30 年平均値）に対する比（%）を平均して求めた。

年最大 24 時間、48 時間及び 72 時間降水量それぞれの基準値に対する比には 10 年あたり 3.2%、3.5%、3.3% の割合で上昇傾向が現れている（それぞれ信頼水準 95% で統計的に有意）（図 2.4-7）。

気温と水蒸気量の関係については、気温が 1℃上昇すると飽和水蒸気量が 7%程度増加することが知られている。極端な大雨の強度が長期的に増大していることの背景要因として、地球温暖化による気温の長期的な上昇傾向に伴い、大気中の水蒸気量も長期的に増加傾向にあることが考えられる。ただし、本節 (3) と同様に、これらの長期変化傾向を確実に捉えるためには今後のデータの蓄積が必要である。

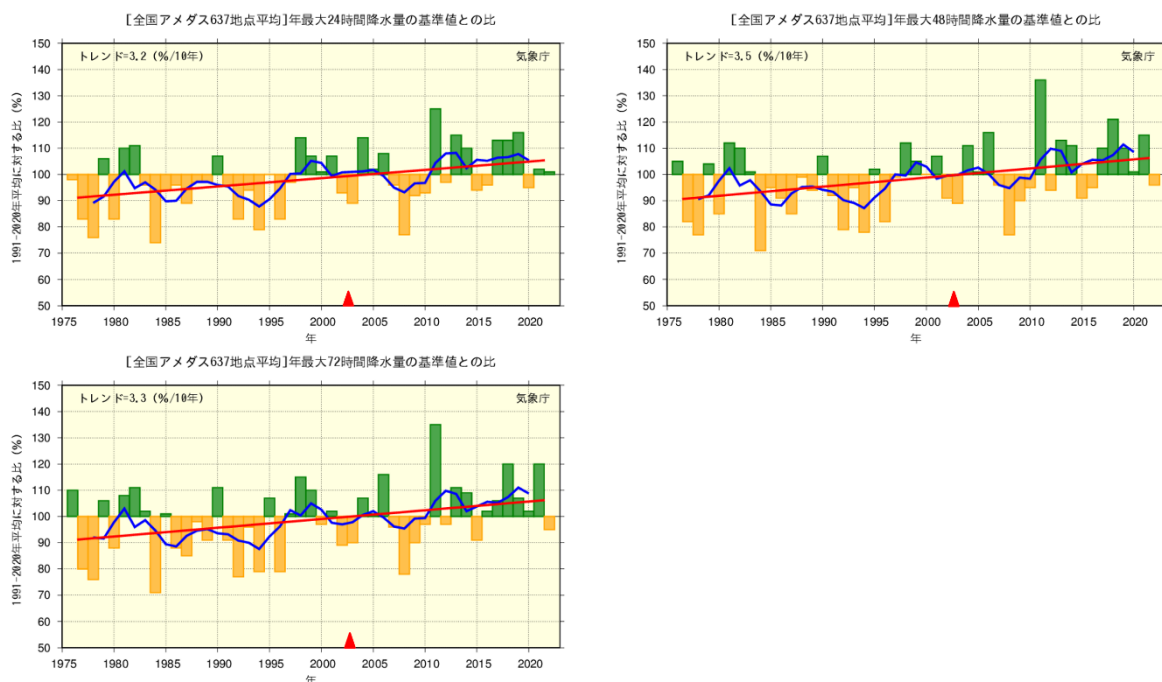


図 2.4-7 日本の年最大 24 時間（上段左図）、48 時間（上段右図）及び 72 時間降水量（下段）の基準値に対する比の経年変化（1976～2022 年）

棒グラフは全国のアメダスのうち 1976～2022 年の期間で観測が継続している地点（637 地点）の基準値に対する比を平均した各年の値を示す。折れ線（青）は 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示す。基準値は 1991～2020 年。図中の赤い三角（▲）は観測値の時間間隔を変更した年を示す（2003 年より前は 1 時間間隔、以後は 10 分間隔）⁴³。

⁴³ 2003 年 1 月 1 日から、毎正時（1 日当たり 12 個）の 1 時間降水量の最大を求める方法から毎正 10 分（1 日当たり 144 個）の最大を求める方法に変更した。これにより、観測値には▲の前後でサンプリング間隔に起因する系統的な違いがある（例として、日最大 1 時間降水量が 50mm 以上の場合には、平均して 8mm 多くなる傾向があるが、ここで用いる 24～72 時間降水量の基準値に対する比への影響は相対的に小さいと考えられる）。