

大項目	3	持続可能な地域づくりと私達			
中項目	3-1	日本および世界の災害と防災を考えるための自然地理			
小項目	3-1-1	災害が起こりやすい「湿潤変動帯」の分布			
細項目 (発問)	3-1-1-1 大気大循環	世界における降水量と降水特性の長期変化と日本への影響についても学びたい			
作成者名	松本 淳	作成・修正年	2017/2021/2022/2023/2024	Ver.	1.4

キーワード 5~10 個程度	大気大循環, 熱帯収束帯, (赤道低圧帯) 亜熱帯高圧帯, 偏西風 貿易風 前線帯, 季節風, (モンスーン) 水資源, 水循環, 地球温暖化, 豪雨,
-------------------	--

発問と説明

(1) 世界で降水量が多いところ, 少ないところはどこですか?

降水とは空中から地上に降ってくる水のことをいい, 寒冷地では雪になり, 雪は溶かした水の量で降水量として測定します。世界の降水量の分布 (図1 参照 url1) は, 地球上の大気大循環の影響を受けて, 年間の平均降水量が 2500 ミリを超える多量の降水量がある場所がある一方, 1 年中ほとんど降水がない場所もあって, 気温に比べて場所による違いがきわめて大きくなっています。地球上にある水の総量は一定で, 陸上に降る降水のもととなる水は, 海面や陸地の地面から蒸発した水蒸気で, 海面からの水蒸気は風によって陸上に運ばれて, そこで雨や雪などの降水をもたらします。陸上に降った降水は, 主に河川を通じて海へ戻っていき, 水は地球上をめぐる (図2, 参考文献1)。これを水循環といい, 人間や生物はこの循環の途中の水を使って生きています。

世界の中で降水量が多いのは, 赤道付近の熱帯地域で, ここでは地球上でもっとも多い太陽エネルギーを受けるため, 地面が強く暖められて上昇気流が発生し, 大量の降水をもたらします。周囲の亜熱帯地域からは, 貿易風が吹き込んできて熱帯収束帯 (赤道低圧帯) となります。赤道付近の熱帯収束帯で上昇した空気は, 地球の自転の影響を受けて緯度 20~30° 付近の亜熱帯地方で下降気流となって, 亜熱帯高圧帯 (中緯度高圧帯) を形成します。ここから中緯度に向かっては偏西風, 低緯度に向かっては偏東風が吹きます。1 年中亜熱帯高気圧におおわれる陸上では, ほとんど降水がないため, 植物がほとんど生育できない砂漠気候となります。偏西風帯では, 日々低気圧と高気圧が交替しながら西から東へと進んでいきます。高気圧は下降気流が卓越して好天を, 低気圧はしばしば前線を伴って, 広い範囲に上昇気流をもたらし, 中・高緯度地方における降水の主な原因となります。偏西風が海から山脈に吹きつける, 北アメリカ大陸や南アメリカ大陸の中緯度地方西岸やニュージーランドなどでは, 降水量が特に多くなります。

このように地球上の大気の大循環は熱帯地方と中・高緯度地方とでは, 全く異なる様相になります。熱帯循環は, 鉛直方向での大気循環が卓越します。熱帯収束帯や亜熱帯高気圧は, 地球の地軸が公転面と約 23.5 度傾いているために, 各半球における太陽からの加熱が季節的に南北方向に移動し, 亜熱帯地域では, 降水量の季節的な違いがはっきりと現れます。ここでは熱帯収束帯が夏にやってくる夏が雨季になり, 亜熱帯高気圧がやってくる冬が乾季になります。他方, 亜熱帯高気圧の極側では, 冬には偏西風帯に入り, 前線帯の影響を受けて降水量が増えるのに対して, 夏は亜熱帯高気圧の影響を受けて乾燥する地中海性の気候になります。ユーラシア大陸上では, 平均標高が 4000m を超えるチベット高原が, 大陸中央部の比較的緯度が低い地域にある影響を強く受けて, 季節風 (モンスーン) 気候が発達します。ここでは, 夏の熱帯収束帯の極側への季節移動が大きく, 亜熱帯地域にあっても降水量が多くなっています。インドやインドシナ半島の熱帯モンスーン地域の季節風は, 熱帯収束帯の季節的南北移動の影響で生じると考えることができます。一方, その東北部になる東アジア地域には, 初夏に梅雨前線帯が形成されます。梅雨前線帯は中国から韓半島を経て日本列島へと延び, これらの地域に世界の他の中緯度地域にはみられない, 季節的に停滞する前線帯による初夏の雨季である梅雨をもたらします。梅雨が明けると亜熱帯高気圧の影響下にはいり, 熱帯並みの蒸し暑い夏になります。夏には西太平洋で発生する熱帯低気圧である台風の影響による降水も多くなります。梅雨前線付近の豪雨や台風による豪雨や強風は, これらの地域にしばしば大きな災害をもたらす原因にもなります。他方で, この地域で広く行われている稲作をはじめとする農業などには欠かせない水資源にもなります。

図と表のページ

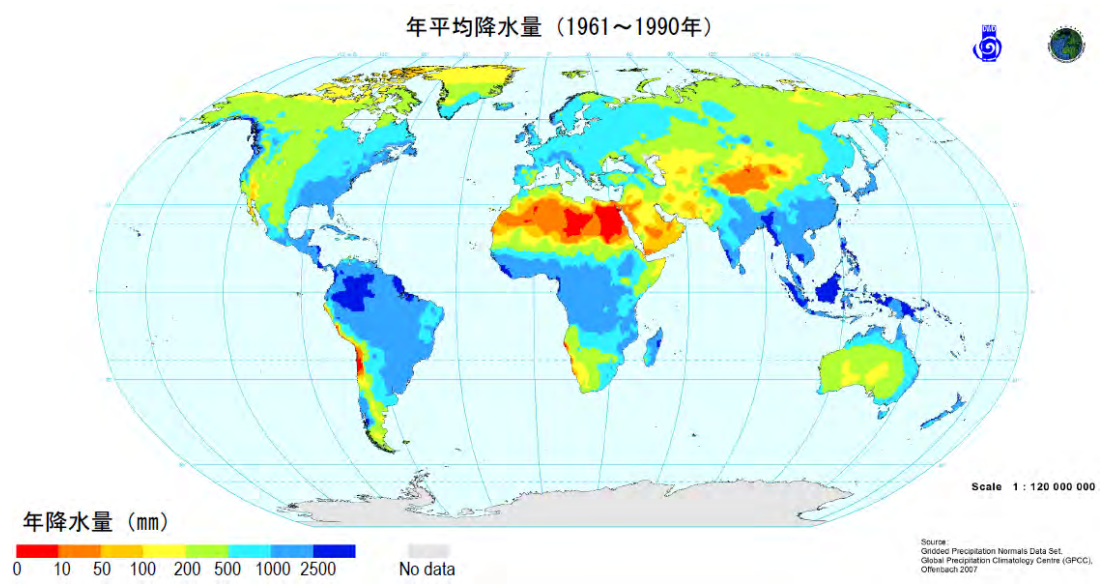


図1 世界の年降水量分布 (単位: mm/年)

(World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme [WHYMAP]
https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/whymap/EN/Maps_Data/Additional_maps/precipitation_pdf.pdf?blob=publicationFile&v=4 より一部日本語化して引用, 2024年3月閲覧)



図1 地球上の水文循環量 (1,000 km³/year) と貯留量 (1,000 km³)。自然の循環と人工的な循環を様々なデータソースから統合した。大きな矢印は陸上と海洋上における年総降水量と年総蒸発量 (1,000 km³/year) を示し、陸上の総降水量や総蒸発量には小さな矢印で主要な土地利用ごとに示した年降水量や年蒸発量を含む。() は主要な土地利用の陸上の総面積 (百万 km²) を示す。河川流出量の約10%と推定されている地下水から海洋への直接流出量は河川流出量に含まれている。(初出: Oki and Kanai, 2006)。

図2 地球上の水の循環量(単位: 1,000 km³/year)と貯留量 (単位: 1,000 km³)

沖 大幹・鼎 信次郎 (2007) 地球表層の水循環・水収支と淡水資源の現状および今世紀の展望, 地学雑誌 116, pp.31-42.
 の図1 地球上の水分循環量(1,000 km³/year)と貯留量 (1,000 km³) , p.33 より引用
<https://doi.org/10.5026/jgeography.116.31> (J-STAGE: 科学技術情報発信・流通総合システムより, 2024年3月閲覧)

一方、冬のユーラシア大陸上では、大陸が冷やされてシベリア高気圧が発達し、アジア大陸東部の多くの地域で降水量が少なくなります。このシベリア高気圧から太平洋に向かって吹き出す冷たく乾燥した冬の季節風は、日本海をわたってくる間に相対的に暖かい海面から大量の水蒸気の蒸発を受けて湿った空気になり、日本列島の日本海側の地域に大量の雪や雨をもたらします。このため日本列島の日本海側の地域では、アジア東部では珍しく、冬の降水量も多くなります。豪雪は時に交通障害や家屋の倒壊などの災害を及ぼすこともあります。他方、山岳域に積もった雪は、春には雪解け水となって周辺の河川に流れ出し、河川に沿った低地域での稲作農業などの重要な水資源になります。このように日本では四季折々に降水があり、世界の中では、比較的水資源に恵まれています。

(2) 世界の降水量は増えているのでしょうか？

20 世紀以降、活発化した人間の産業活動などによって排出された、二酸化炭素などの温室効果を持つ気体の大気中での濃度が急速に上昇しています。これによって、地球温暖化が進み、世界の平均気温は、年々高くなる傾向がはっきりしています。気温が高くなると、空気中に含むことができる水蒸気が増加するため、一般的には降水量が増加すると考えられます。しかし過去の観測データによると、世界の陸上での降水量は、数十年程度の周期での増減を繰り返しており、一方的な増加傾向や減少傾向は認められません (図 3, 参考文献 2, 3; 参考 url2)。北半球では 1880 年代、1930 年代、1950 年代、2010 年代頃に降水量が多くなっています。

なお、降水特性の変化として、豪雨などの極端な降水現象が、地球温暖化に伴って増加しているかどうかに関しては、過去の観測データからは、世界で共通するはっきりとした傾向としては認められていません。しかし、地域によっては降水強度が大きくなってきているという例も示されており、以下に示す日本もその一例になっています。

(3) 日本の降水量や豪雨は増えているのでしょうか？

日本の気象庁で、20 世紀以降の長期的な気象観測データが得られる全国 51 地点での降水量の変化傾向をまとめた結果が図 4 左になります。毎年の変動が大きいものの、世界全体や北半球の降水量と同様に、数十年程度の周期での増減がみられ、1910 年代、1950 年代、2010 年代に降水量が多くなっています。20 世紀後半からは、年毎の変動は必ずしも北半球全体と一致しないのに対して、長期的な変化傾向は、北半球全体と類似しており、最近では、降水量が多い年が多くなっています。期間を通しての一方的な変化傾向は、世界や北半球と同様に、はっきりとは認められません。一方で豪雨の指標として、1 日の降水量が 100 ミリを超えた日の出現回数の長期的な変化をみると (図 4 右)、降水量と同様に 1950 年代に多くなる傾向がみられると共に、近年に多い傾向がみられ、期間全体では統計的に有意な増加傾向が認められます。同様な豪雨の増加傾向は、1 時間降水量などでも認められており、1980 年代以降にデータが得られる気象庁のアメダスデータによる、より多くの地点での観測データによっても認められています。他方で日降水量 1 ミリ以上の降雨日数には減少傾向がみられており、日本の降水特性は、より強い雨が降りやすくなる傾向にあるといえそうです。

この原因は、全世界で起こっている地球温暖化に加えて、都市域への人口集中や産業活動の活発化による都市気候にもよっている可能性があります。

参考 URL サイト (以下のホームページは、2024 年 3 月参照確認)

参考 url1 World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme [WHYMAP]
https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/whymap/EN/Maps_Data/Additional_maps/addimaps_node_en.html

参考 url2 気候変動監視レポート 2023 気象庁 2024 年 3 月
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf

図と表のページ

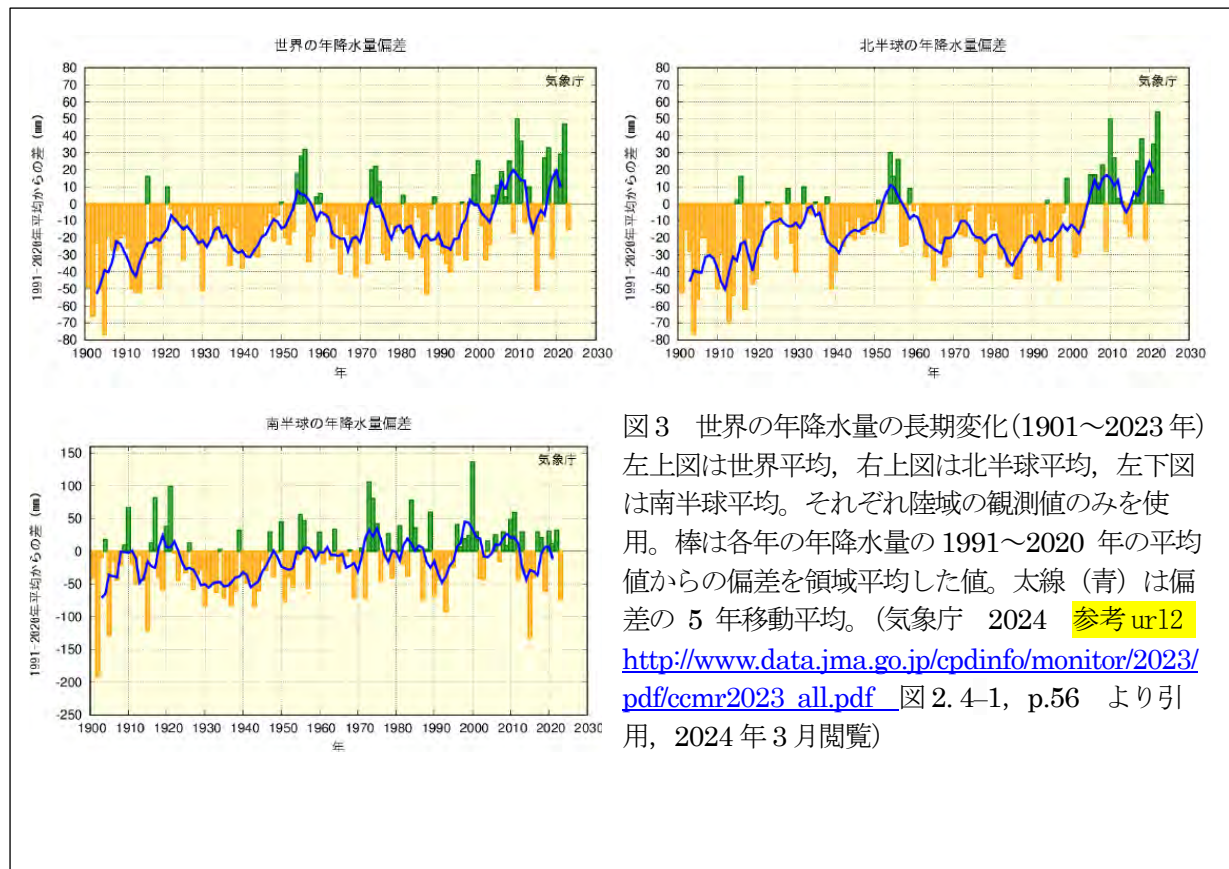


図3 世界の年降水量の長期変化(1901~2023年)
 左上図は世界平均、右上図は北半球平均、左下図は南半球平均。それぞれ陸域の観測値のみを使用。棒は各年の年降水量の1991~2020年の平均値からの偏差を領域平均した値。太線(青)は偏差の5年移動平均。(気象庁 2024 [参考 ur12 http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf](http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf) 図2.4-1, p.56 より引用, 2024年3月閲覧)

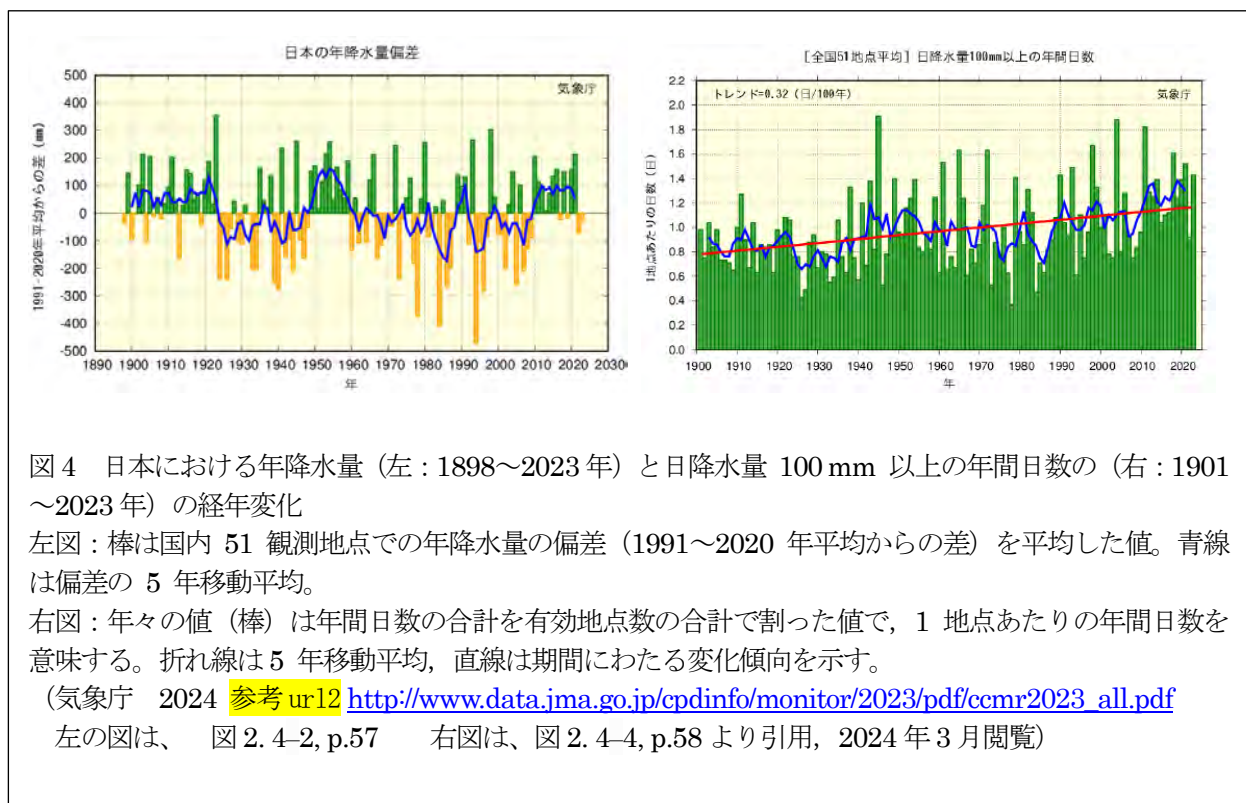


図4 日本における年降水量(左:1898~2023年)と日降水量100mm以上の年間日数の(右:1901~2023年)の経年変化

左図:棒は国内51観測地点での年降水量の偏差(1991~2020年平均からの差)を平均した値。青線は偏差の5年移動平均。

右図:年々の値(棒)は年間日数の合計を有効地点数の合計で割った値で、1地点あたりの年間日数を意味する。折れ線は5年移動平均、直線は期間にわたる変化傾向を示す。

(気象庁 2024 [参考 ur12 http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf](http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf))

左の図は、図2.4-2, p.57 右図は、図2.4-4, p.58 より引用, 2024年3月閲覧)

参考文献

1. 沖 大幹・鼎 信次郎 (2007) 地球表層の水循環・水収支と淡水資源の現状および今世紀の展望, 地学雑誌 116, pp. 31–42. <https://doi.org/10.5026/jgeography.116.31> (J-STAGE : 科学技術情報発信・流通総合システムより)
2. 遠藤伸彦・松本 淳・山本奈美・福島あずさ・赤坂郁美 (2007) 世界における降水量と降水特性の長期変化, 地学雑誌 116, pp. 824–825. https://doi.org/10.5026/jgeography.116.6_824 (J-STAGE : 科学技術情報発信・流通総合システムより)
3. 気象庁 (2024) 『気候変動監視レポート 2023』 http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf