

西日本地域の降水量の増加傾向に関する分析

Analysis of increasing trends in precipitation in western Japan region

疋 田 浩 一*
Koichi HIKITA

Abstract

It is said that as temperatures continue to rise, the amount of water evaporation increases and the amount of precipitation increases. The Japan Meteorological Agency publishes observation data on its website, making past analysis relatively easy. Using this, we statistically analyzed the amount of precipitation in the western Japan region west of Tokyo, which is said to have a relatively high amount of precipitation. As a result, no increasing trend in precipitation was observed.

キーワード：日降水量, 危険降水日数, 回帰係数

I はじめに

気温上昇が進むと、水分の蒸発量が増えて降水量が増加するといわれている。ひとたび台風が襲来すると気候変動の影響だと報道で騒がれる。気温の上昇は確かだが、降水量は実際に増加しているのだろうか。現在気象庁では観測データを Web サイトで公開しており、過去の分析が比較的容易に行えるようになった。これを利用し、比較的降水量が多いとされる東京以西の西日本地域における降水量を分析した。

II 降水量データ

1. 気象庁気象データと観測地点

気象庁は観測地点は都道府県別地方気象台47か所の他、特別地域気象観測所93か所があり、1875年東京気象台での観測開始以来、「気温、降水、日照／日射、積雪／降雪、風、湿度／気圧、雲量／天気」の項目を観測・記録している。気象庁公式 Web サイトの「過去の気象データ・ダウンロード」ページから、全国の観測地点における観測開始以来の過去のデータを「時別値、日

* 関西国際大学 現代社会学部

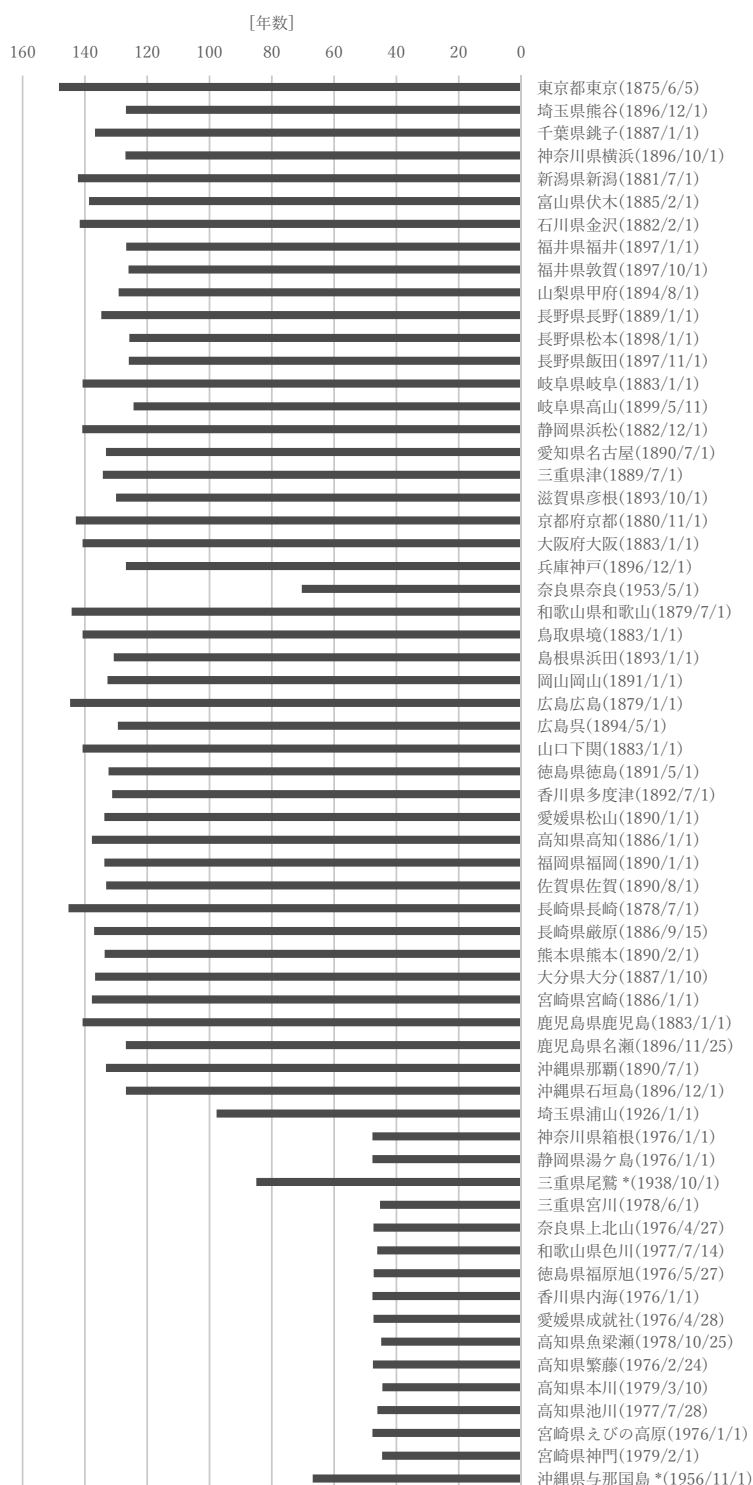


図1 各観測地点の観測年数（観測開始日）

別値、旬別値、月別値、3か月別値」で取得することができる。本分析では、埼玉県～沖縄県に渡る西日本地区45地点を使用する。

また、上記データを用いて、気象庁が各地点の観測史上1位の値を使ってランキングを作成し公開している。「日降水量」ランキング上位20地点のうち、現在観測を実施していない3地点を除く17地点を選んだ。

東京以西の西日本地域における上記62地点の、観測開始以来の日別降水量データを取得し使用した。各観測地点の観測開始日と観測年数を図1-1に示す。観測年数にはかなり差があり、主要な観測地点は東京の1875年（明治7年）6月5日を筆頭にほとんどの観測地点で1897年（明治30年）以前に観測を開始しており、観測年数は130年以上に及ぶ。これに対し、降水量ランキング上位地点の多くは1976年（昭和51年）以降に観測を開始しており、観測年数は50年程度で主要地点の半分以下である。この観測年数の短さは分析に大きな影響を与えるので、注意が必要である。

各地点で最大の日降水量とそれを記録した年をプロットしてみる。主要地点では観測年が適度に分散しており、ランキング上位地点は観測開始が1970年代以降であるため2000年以降に集中している。日降水量最大値を記録した観測年を平均すると、主要地点では1959年、ランキング上位地点では2001年となる。主要地点の平均年である1960年前後にランキング上位地点ではまだ観測が開始されておらず、これらの地点で「2000前後に年降水量が増加している」と結論付けるのは適切ではない。

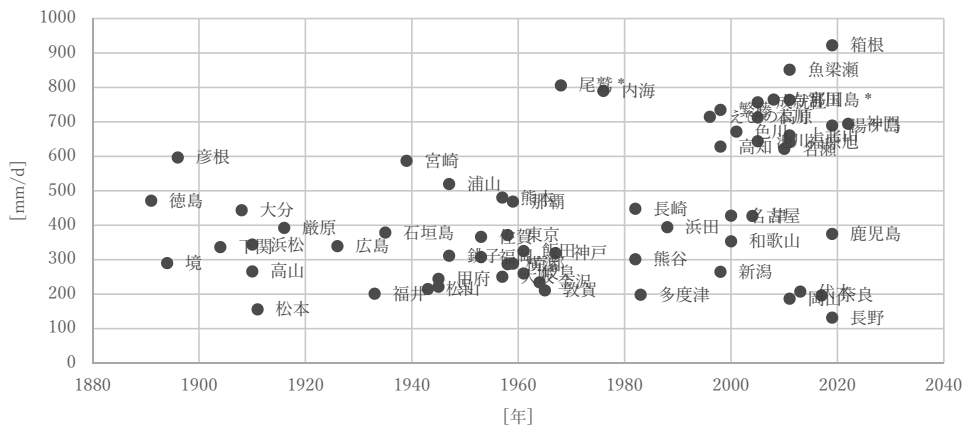


図2 各地点の最大日降水量とそれを記録した年

2. 神戸のケースと危険降水量

神戸では、観測開始以来3度の水害を記録している。いわゆる昭和三大水害である。水害発生時の降水量データを見ると、時間雨量が40mm/h、なおかつ総雨量が300mmを超えると非常に危険であることが分かる。

平成以降にも危険な雨量はあるが、幸いにしてこれら双方の条件を超える雨量には達していない。1998年（平成10年）は最大時間雨量が80mm/h、2018年（平成30年）は総雨量が434.5mmを超えたが、大水害には至らなかった。前者の時間雨量は昭和三大水害を超えているが日数は1日で終息しており、後者では最大時間雨量が25.5mm/hまでで済んでいるからであろう。

兵庫県による避難基準の雨量は「連続雨量が100mm、かつ時間雨量が30mmを超えたとき」とされている。各地点の地形や街の構造によって大規模水害に至る条件に違いはあるが、本分析における危険な降水量の基準を「日降水量100mm/d」と設定し、危険降水量を超えた年間の日数を「年平均危険降水日数」として分析の指標とする。

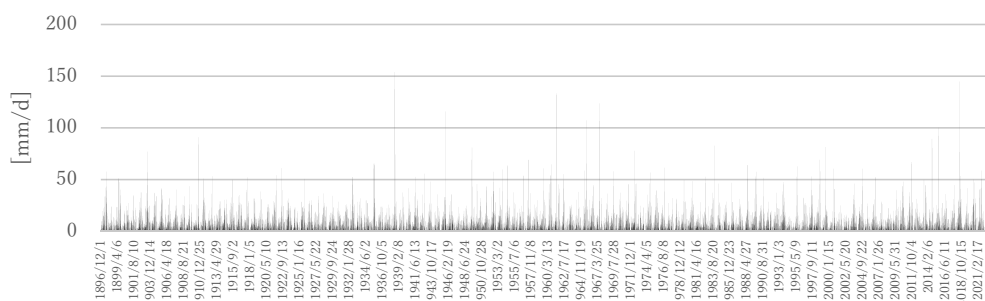


図3 神戸の日降水量 (mm/d, 3日移動平均)

表1 神戸昭和三大水害

西暦	和暦	雨量			人的被害[人]		被害[戸]				
		最大雨量 [mm/h]	総雨量 [mm]	日数	死者	行方不明	家屋 倒壊流失	埋没	半壊	床上浸水	床下浸水
1938	昭和13年	60.8	461.8	3	616	-	3,623	854	6,440	22,940	56,712
1961	昭和36年	44.7	472.0	4	32	9	106	-	132	8,759	60,524
1967	昭和42年	75.8	319.4	1	84	8	361	-	376	7,759	29,762
1998	平成10年	80.0	149.0	1	-	-					
1999	平成11年	67.0	240.0	1	5	-					
2018	平成30年	25.5	434.5	3	-	-					

3. 平均日降水量と年平均危険降水日数

東京以西45観測地点の平均日降水量と、年平均危険降水日数について、1899年の観測開始以来120年間の年毎の推移を図4、5に示す。それぞれ、年に対する線形近似の直線を併せて表示している。

平均日降水量は、決定係数 $R^2 = 0.004$ ではあるが、全体の傾向として増減がほぼないまま推移している。これに対して年平均危険降水日数は、全体の傾向として増加傾向にある。年間90回を超えたのは、1945年(93回)、1972年(91回)、2004年(95回)、2018年(91回)、2021年(93回)の5回で、観測開始以来100年で2回しか記録していなかった全国的集中豪雨が、2000年以降で3回も記録されている。降水量自体は増加していないため、台風の影響などで集中豪雨が増加したものと考えられる。「線状降水帯」という言葉が使われるようになったのは2014年8月に広島で発生した集中豪雨以降である^{注1}。特に2010年以降は年間50回を下回ったことがなく、観測開

西日本地域の降水量の増加傾向に関する分析

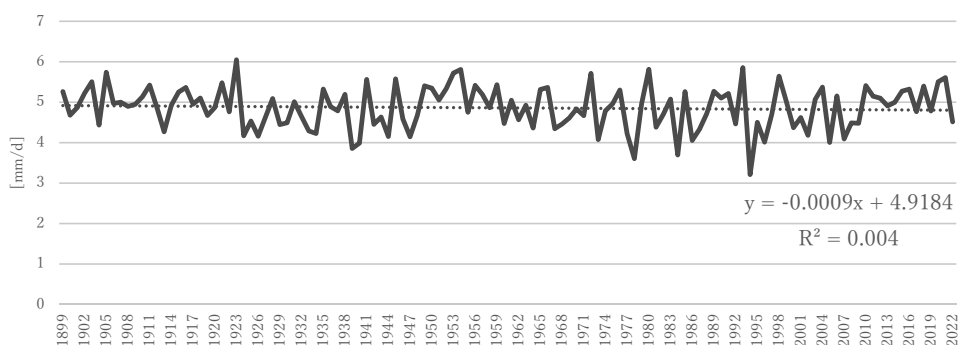


図4 平均日降水量の推移 (mm/d)

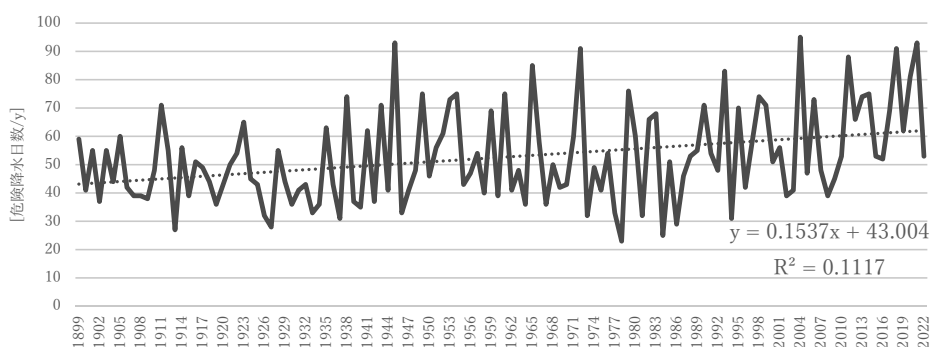


図5 年平均危険降水日数の推移 (危険降水日数 /y)

始以来最も多い時期といえる。

次に、地域別の傾向を見てみる。東京～石垣島までの代表的観測地点と、降水量ランキング上位地点における、日降水量の平均と年間危険降水日数の年平均を図6に示す。主要地点では、台風の影響を強く受ける四国・九州・沖縄の観測地点では危険降水日数が多い。特に高知県高知市、長崎県対馬市厳原、宮崎県宮崎市、鹿児島県奄美市名瀬では、降水量も危険降水日数も多い。

各県の代表的観測地点について、観測開始以来の年平均危険降水日数に対する年変化率をプロットしたのが図7である。ここで年変化率というのは、各地点別に年数に対する線形近似を行った際の傾きのことである。年変化率が正の領域にある観測地点は45地点中39地点に及び、増加傾

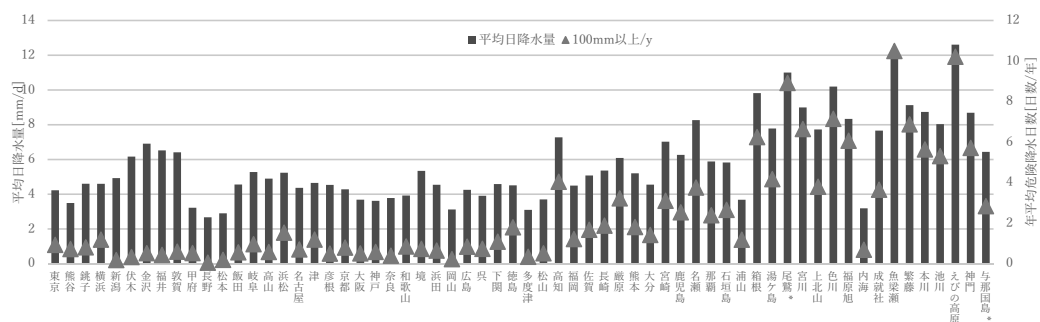


図6 各観測地点の平均日降水量と年平均危険降水日数

向は全体的なものであるといえる。この中でも集中豪雨の雨量・頻度増加が懸念されるのは右上方向の地点で、四国九州南部・沖縄地方である。地点別でみると、年平均危険降水日数が特に高いのが、高知県高知市、鹿児島県奄美市名瀬であるが、いずれも年変化率は0.003程度でさほど高くはない。年変化率が高いのは、熊本県熊本市、鹿児島県鹿児島市で0.015を超えている。これらはいずれも毎年台風の進路になっている地域である。台風の年間発生件数を図8に示す^{注2}。発生件数は増加傾向にないため、進路が変化したものと推測される。

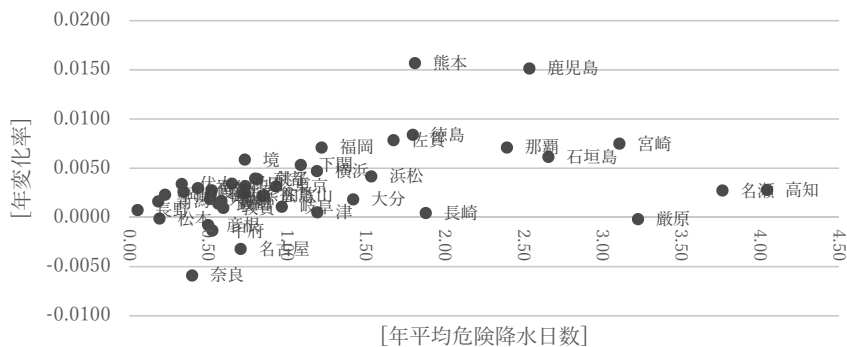


図7 観測地点別の年平均危険降水日数と年変化率の関係

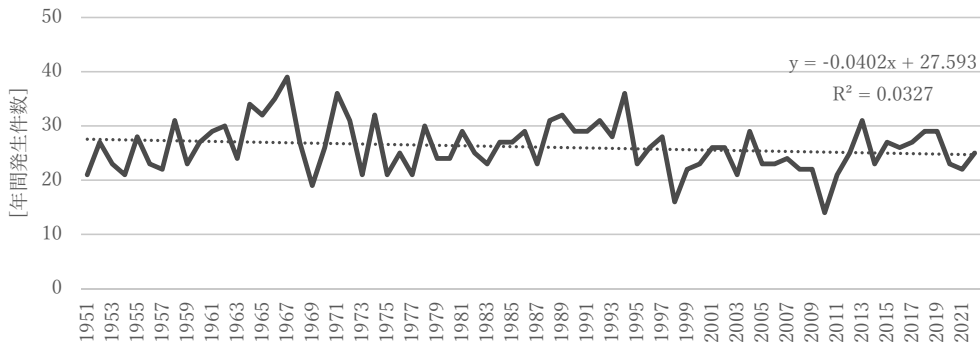


図8 年間の台風発生件数の推移

4. 代表地点の時系列変化

各観測地点における降水量の時系列変化を見る。主要観測地点として兵庫県神戸と、降水ランキング上位地点の三重県尾鷲、降水量と危険降水日数の多い高知県高知市、危険降水日数の年増加率が高い鹿児島県鹿児島市の、平均日降水量と年間降水危険日数を示す。

いずれも目で見てわかるような増減の傾向は見られないため、直線回帰で増減の傾向をみようと試みたが、このままではいずれの観測地点においても決定係数が低すぎるのが問題となる。

西日本地域の降水量の増加傾向に関する分析

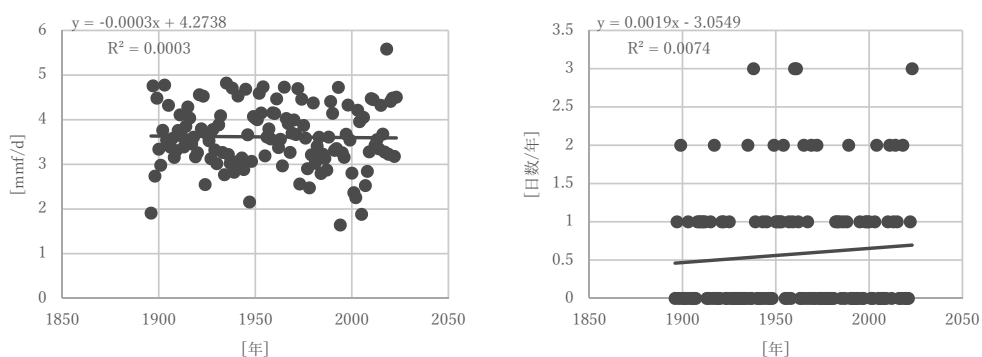


図9 兵庫県神戸の平均日降水量 [mm/d] と年間降水危険日数 [日数 / 年]

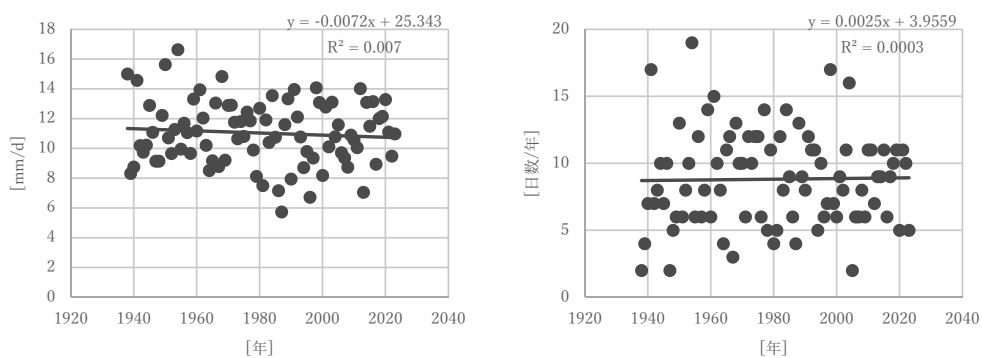


図10 三重県尾鷲の平均日降水量 [mm/d] と年間降水危険日数 [日数 / 年]

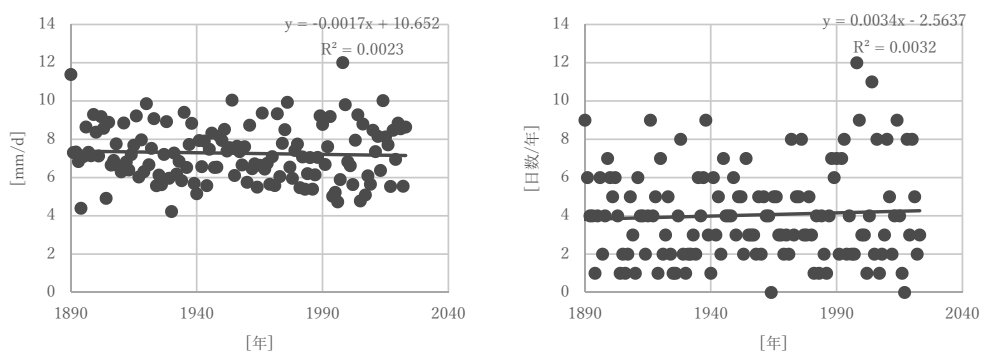


図11 高知県高知市の平均日降水量 [mm/d] と年間降水危険日数 [日数 / 年]

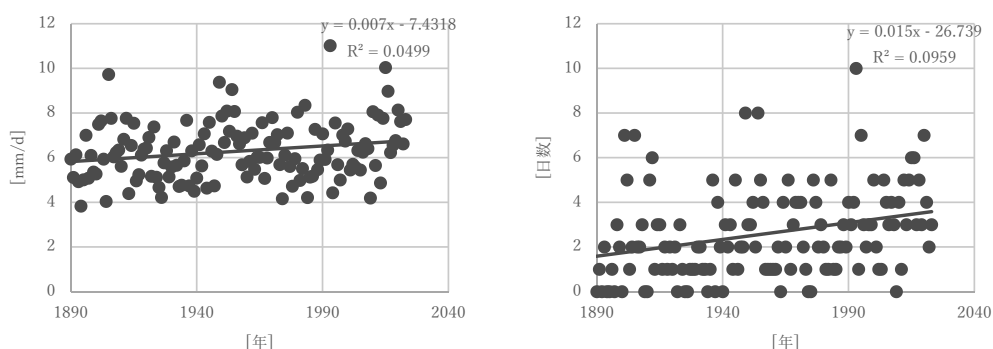


図12 鹿児島県鹿児島市の平均日降水量 [mm/d] と年間降水危険日数 [日数 / 年]

Ⅲ 分析結果

1年毎の日降水量平均と危険降水日数を被説明変数に、年数を説明変数にして、最小二乗法で直線回帰を行い、決定係数 R^2 を算出した(表2)。日降水量では佐賀の0.079が最大、危険降水日数では熊本の0.139が最大であった。つまりばらつきが大きすぎて増減の傾向を読み取ることができない。

ある程度の長さの期間で集計することで、長期にわたる増減の傾向が表れるのではないかと考えた。50年とすると観測期間の短い地点では全ての観測データが1期間に含まれてしまうため、20年ごとに集計を行った。集計した日降水平均値と危険降水日数について、1年毎の場合と同様に直線回帰を行い決定係数 R^2 を求めたところ、決定係数が全体に上昇した。

観測地点の降水量と危険降水日数の増減の傾向を、回帰直線の傾き(回帰係数、表2の灰色部分)が表しているものとする。決定係数 R^2 が0.2を超える地点については十分とは言えないものの回帰係数として採用し、決定係数が0.2以下の地点については増減を判定できないため、傾き=0と仮定した。

以上の作業で得られた西日本66地点の降水量データについて、増加傾向がみられるかどうかを検証する。地点別にみると、危険降水日数の年変化率が高かった熊本、鹿児島は、20年毎の年平均増加率(R^2 値)はそれぞれ0.0150 ($R^2=0.981$)、0.0138 ($R^2=0.601$)であり、増加傾向はデータでも顕著であった。他に R^2 が高い地点としては佐賀県佐賀市が0.0076 ($R^2=0.546$)だが、増加率が前期2地点の半分程度である。

今回は全般的な増減の有無だけを確認したいので、前述した年数に対する直線回帰の回帰係数が >0 となるかどうか検定を行う。

西日本地域の降水量の増加傾向に関する分析

表2-1 観測地点別の日降水量平均と危険降水日数平均の回帰係数と決定係数 R^2 (その1)

観測所	日降水量平均					危険降水日数(100mm 以上)				
	mm/d	変化率(回帰係数)				日数/年	変化率(回帰係数)			
		1 年毎 の平均	R^2	20 年毎 の平均	R^2		1 年毎 の平均	R^2	20 年毎 の平均	R^2
東京	4.23	0.0005	0.000	-0.0002	0.001	0.93	0.0032	0.023	0.0029	0.203
熊谷	3.50	-0.0018	0.001	-0.0016	0.128	0.73	0.0024	0.012	0.0024	0.281
銚子	4.61	0.0013	0.005	0.0013	0.095	0.81	0.0039	0.025	0.0030	0.368
横浜	4.60	-0.0007	0.002	-0.0026	0.202	1.19	0.0047	0.032	0.0062	0.613
新潟	4.93	0.0011	0.003	0.0011	0.136	0.18	0.0016	0.027	0.0015	0.625
伏木	6.17	0.0027	0.016	0.0031	0.391	0.33	0.0034	0.062	0.0033	0.597
金沢	6.91	-0.0029	0.013	-0.0018	0.113	0.52	0.0028	0.026	0.0026	0.673
福井	6.52	-0.0022	0.014	-0.0031	0.464	0.43	0.0030	0.020	-0.0012	0.042
敦賀	6.42	-0.0018	0.011	0.0039	0.114	0.60	0.0010	0.001	-0.0001	0.000
甲府	3.22	-0.0037	0.053	-0.0047	0.581	0.53	-0.0013	0.006	-0.0023	0.357
長野	2.68	-0.0010	0.007	-0.0008	0.125	0.05	0.0008	0.018	0.0005	0.149
松本	2.90	-0.0020	0.018	-0.0025	0.491	0.19	-0.0001	0.001	-0.0017	0.330
飯田	4.56	-0.0005	0.000	-0.0027	0.227	0.56	0.0014	0.007	0.0020	0.347
岐阜	5.28	-0.0027	0.011	-0.0034	0.343	0.97	0.0011	0.002	0.0001	0.000
高山	4.90	-0.0009	0.006	-0.0132	0.499	0.58	0.0015	0.001	-0.0076	0.380
浜松	5.24	0.0001	0.004	-0.0002	0.001	1.53	0.0042	0.023	0.0045	0.560
名古屋	4.37	-0.0022	0.018	-0.0035	0.460	0.71	-0.0032	0.020	-0.0047	0.515
津	4.65	-0.0047	0.052	-0.0043	0.730	1.19	0.0005	0.001	0.0003	0.006
彦根	4.54	-0.0022	0.010	-0.0035	0.573	0.50	-0.0008	0.001	-0.0034	0.269
京都	4.28	0.0000	0.003	-0.0001	0.002	0.80	0.0040	0.034	0.0034	0.488
大阪	3.69	0.0000	0.000	-0.0002	0.010	0.51	0.0019	0.011	0.0013	0.114
神戸	3.62	-0.0010	0.000	-0.0024	0.598	0.58	0.0017	0.007	0.0002	0.007
奈良	3.78	0.0009	0.002	-0.0068	0.399	0.40	-0.0059	0.049	-0.0096	0.867
和歌山	3.93	-0.0021	0.009	-0.0023	0.233	0.85	0.0022	0.009	0.0016	0.331
境	5.35	-0.0008	0.001	-0.0001	0.001	0.73	0.0059	0.070	0.0058	0.590
浜田	4.55	0.0017	0.009	0.0025	0.519	0.65	0.0034	0.022	0.0039	0.401
岡山	3.12	0.0013	0.011	0.0018	0.342	0.23	0.0023	0.032	0.0017	0.429
広島	4.26	0.0025	0.017	0.0026	0.287	0.84	0.0022	0.009	0.0028	0.333
呉	3.91	0.0008	0.002	0.0016	0.230	0.73	0.0032	0.013	0.0024	0.305
下関	4.59	0.0024	0.014	0.0027	0.267	1.09	0.0053	0.048	0.0059	0.367
徳島	4.51	-0.0030	0.013	-0.0049	0.368	1.80	0.0084	0.047	0.0052	0.198
多度津	3.10	-0.0004	0.001	0.0000	0.001	0.34	0.0026	0.013	0.0010	0.088
松山	3.70	0.0021	0.009	0.0023	0.169	0.52	0.0023	0.013	0.0023	0.269

表2-2 観測地点別の日降水量平均と危険降水日数平均の回帰係数と決定係数 R^2 (その2)

観測所	日降水量平均					危険降水日数(100mm 以上)				
	mm/d	変化率(回帰係数)				日数/年	変化率(回帰係数)			
		1 年 平均	R^2	20 年 平均	R^2		1 年 平均	R^2	20 年 平均	R^2
高知	7.28	-0.0013	0.001	-0.0031	0.369	4.04	0.0028	0.003	0.0005	0.006
福岡	4.50	0.0034	0.017	0.0038	0.273	1.22	0.0071	0.039	0.0069	0.313
佐賀	5.08	0.0068	0.079	0.0074	0.615	1.67	0.0079	0.052	0.0076	0.546
長崎	5.36	-0.0008	0.001	-0.0009	0.083	1.88	0.0005	0.000	0.0013	0.035
厳原	6.09	0.0010	0.002	0.0000	0.000	3.23	-0.0002	0.000	0.0010	0.013
熊本	5.21	0.0076	0.066	0.0087	0.657	1.81	0.0157	0.139	0.0150	0.981
大分	4.55	0.0021	0.008	0.0020	0.177	1.42	0.0018	0.005	0.0023	0.404
宮崎	7.02	0.0027	0.004	0.0006	0.009	3.11	0.0075	0.027	0.0065	0.200
鹿児島	6.27	0.0074	0.054	0.0068	0.403	2.54	0.0151	0.096	0.0138	0.601
名瀬	8.27	-0.0060	0.012	-0.0122	0.739	3.76	0.0027	0.004	0.0084	0.316
那覇	5.89	0.0012	0.002	-0.0004	0.004	2.39	0.0071	0.036	0.0052	0.223
石垣島	5.83	-0.0031	0.003	-0.0056	0.606	2.66	0.0062	0.027	0.0049	0.430
浦山	3.69	-0.0037	0.010	-0.0039	0.208	1.19	-0.0012	0.000	-0.0002	0.001
箱根	9.82	0.0202	0.015	0.0302	1.000	6.25	0.0224	0.018	0.0188	0.932
湯ヶ島	7.79	0.0083	0.002	-0.0166	0.336	4.17	-0.0123	0.014	-0.0281	0.636
尾鷲	11.00	-0.0041	0.007	0.0248	0.326	8.92	-0.0032	0.000	0.0538	0.398
宮川	9.00	0.0319	0.012	-0.0114	0.165	6.65	0.0183	0.011	0.0031	0.481
上北山	7.73	0.0217	0.001	0.0044	0.121	3.80	0.0058	0.000	0.0115	0.471
色川	10.20	0.0354	0.003	0.0198	0.709	7.15	0.0401	0.074	0.0625	0.949
福原旭	8.34	0.0287	0.004	-0.0125	0.167	6.07	0.0201	0.001	-0.0208	0.735
内海	3.19	0.0068	0.006	-0.0089	0.541	0.69	0.0195	0.024	-0.0031	0.039
成就社	7.66	-0.0059	0.026	-0.0696	0.627	3.65	0.0258	0.015	0.0031	0.036
魚梁瀬	12.07	0.0372	0.029	0.0016	0.003	10.49	0.0563	0.055	0.1135	0.790
繁藤	9.13	0.0282	0.002	-0.0177	0.158	6.88	0.0303	0.009	-0.0260	0.411
本川	8.74	-0.0155	0.038	-0.0945	0.761	5.64	-0.0146	0.019	-0.1750	0.850
池川	8.04	0.0179	0.002	0.0036	0.065	5.31	0.0305	0.020	0.0104	0.750
えびの高原	12.61	0.0236	0.002	0.0071	0.899	10.21	0.0624	0.033	0.0219	0.993
神門	8.69	0.0226	0.018	-0.0107	0.168	5.72	0.0519	0.047	0.0031	0.012
与那国島	6.44	0.0017	0.000	-0.0146	0.621	2.84	-0.0126	0.007	0.0104	0.183
平均	5.84	0.0041	0.012	-0.0033	0.321	2.39	0.0078	0.024	0.0027	0.384

※埼玉県浦山以降の観測地点は、降水量ランキング上位の 17 地点

帰無仮説 $H_0: \mu = 0$, 対立仮説 $H_1: \mu > 0$, 標本の大きさ n , 標本平均 \bar{x} , 不偏分散 s^2 , 比較する値 $\mu_0 (= 0)$ とする。標本数 $n=62$ が十分大きいと考えられるため、帰無仮説 H_0 が正しいとすれば、統計量 $z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{s^2/n}}$ は標準正規分布 $N(0,1)$ に従う。これらより、優位水準 1 % の右片側検定を行う。

表3 統計量 z の計算結果

	n	Mean	s-variance	Target	z
日降水量	62	-0.00268	0.000273	0	-1.276
危険降水日数	62	0.002234	0.000886	0	0.591

右側1%点=2.326であるから、 z はいずれも棄却域に含まれないので、帰無仮説 H_0 は棄却されない。右側5%点=1.645であるから、優位水準5%の右片側検定でも結果は同様である。つまり、観測地点別にみると、日降水量も危険降水日数も、特に近年増加しているとは言えないということになる。

IV まとめ

全ての気象データが気象庁 Web サイトからダウンロード可能になり、これを利用して西日本地域の降水量と豪雨の頻度について増加傾向がみられるのか分析を行った。その結果、過去50～130年ほどの降水量データからは、熊本・鹿児島などのいくつかの観測地点を除くと全般に増加はみられなかった。

気象観測が開始されたのは主要観測地点で130～140年ほどで、その他の観測地点ではせいぜい50年ほどしか記録されていない。日降水量も豪雨の頻度も年毎の変動が激しく、長期の観測を行っている地点では最大雨量を記録した年も分散している。近年気象観測と予測についての研究が進み線状降水帯の仕組みなどが明らかにされてきた。こうした研究はこれから起こる気象情報についての予測を精緻化するものである。「過去最大の雨量」と報道で語られることがあるが、該当地点での観測開始以前の降水量を確認できないため、増加傾向を示す根拠にはならない。

今回は降水量に関する分析を行ったが、気象庁の公開データには気温をはじめ多くの気象情報が含まれている。今後もこれらのデータを利用して、「気候変動」の実態について研究を進めたい。

【注】

注1 保険の窓口インズウェブ、「線状降水帯とは?」, <https://kasai.insweb.co.jp/senjyou-kousuitai/>, (最終アクセス2023年10月31日)

注2 気象庁 website, 「台風の発生数」, https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/generation/generation_j.html, (最終アクセス2023年10月31日)

【参考文献】

- ・気象庁公式 Web サイト, 「過去の気象データ・ダウンロード」, <https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>, 最終アクセス2023年8月31日
- ・気象庁公式 Web サイト, 「歴代全国ランキング」, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/rankall.php>, 最終アクセス2023年8月31日
- ・兵庫県公式 Web サイト, CG ハザードマップ「自主避難の目安雨量」, <http://gakusyu.hazardmap.pref.hyogo.jp/bousai/dosha/learn04.html>, 最終アクセス2023年8月31日

