

可降水量の長期変動に対する影響要因

1240045 小野 翔祐

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

Email : 240045r@ugs.kochi-tech.ac.jp

近年、全国的に大雨が増加しており、それに伴う災害が問題として挙げられている。大雨をもたらす積乱雲の発達には地上付近の水蒸気が影響しており、大気中の水蒸気量を表す指標として可降水量がある。本研究では 1997 年から 2021 年までの 25 年間の可降水量、気温、海水面温度の長期変動を調べ、可降水量の長期変動に対して気温や海水面温度がどのように影響しているのか、その影響はどちらが大きいのかを調査した。結果として、1997 年から 2021 年までの 25 年間では、可降水量、気温、海水面温度のいずれも有意な変動傾向はあまり見られず、観測点付近の気温や海水面温度の長期変動が可降水量の長期変動に影響を与えているか分からなかった。しかし、可降水量は観測点付近の気温や海水面温度と強い相関があることが分かった。また、地球温暖化により気温や海水面温度が上昇する場合、現状と比べて月最高値が上昇するよりも、月最低値が上昇する方が可降水量に与える影響が大きく、その影響は海水面温度よりも気温の方が大きいことが示唆された。

Key Words : GPS 可降水量, 気温, 海水面温度

1. はじめ

気象庁によると、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は、1980 年頃と比較して、おおむね 2 倍程度に頻度が増加して¹⁾いる。その要因として、地球温暖化による気温の長期的な上昇傾向とともに、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²⁾。水蒸気量が増加すると、大雨をもたらす積乱雲が発達する。単位底面積をもつ気柱内に含まれる全水蒸気量³⁾が、可降水量であり、可降水量の長期変動とそれに影響を与えている要因について明らかにすることが近年の大雨の動向を理解するうえで役に立つのではないかと考えた。先行研究で三原は GPS 可降水量の長期時空間変動傾向を調べ、海水面温度や気温との関係⁴⁾を調査した。結果として、可降水量の長期変動と気温の長期変動に一定の関係があることが示唆された。海水面温度との関係は明確ではなかったが、新城は観測対象を日本近海まで拡

大し、GPS 可降水量と日本近海と日本周辺の海水面温度との関係⁵⁾を調べた。その結果、すべての観測点で強い相関があることが分かった。

本研究では、可降水量の長期変動に対して影響を及ぼしている要因を気温、海水面温度と仮定する。可降水量の長期変動に対してこれらがどのように影響しているのか、その影響はどちらが大きいのかを明らかにすることを目的とする。先行研究と異なる点として、三原の研究では、1 日の気温のデータが日最低気温、日平均気温、日最高気温の 3 個で観測点が 56 地点であったのに対して、本研究では、1 日の平均値を 1 時間毎の 24 個のデータから算出し、観測点も 514 地点に変更するため、より精密な解析が期待できる。新城の研究では、すべての観測点で可降水量と海水面温度の相関を求めていた。本研究では、有意な変動傾向を示す観測点の可降水量と有意な変動傾向を示す海域の海水面温度との相関を調べることで、可降水量の長期変動と海水面温度の長期変動との関係を明確にできるのではないかと考えた。

2. 手法

(1) 対象期間及び使用データ

本研究では、1997 年～2021 年の 25 年間を対象期間とする。使用するデータに関して、可降水量は 1 時間毎の GPS 可降水量のデータを使用する。GPS 可降水量は、国土地理院が提供している対流圏遅延量推定値から求めた可降水量である⁶⁾。前年の新城は全国 518 地点としていたが、本研究では、25 年分のデータのそろっている図-1 の左図⁷⁾に示した電子基準点 514 地点とする。気温は、気象庁が提供しているアメダス観測点の 1 時間毎の気温データ⁸⁾を使用し、25 年分のデータがそろっており、なおかつ各電子基準点に最も近い、図-1 の右図⁷⁾に示した 514 地点のデータを用いる。海面温度は、図-2 の左図の気象庁が出している資料⁹⁾を参考に、図-2 の右図⁷⁾に示したエリアの平均値を用いる。データはコペルニクス気象データストア¹⁰⁾が提供している、1 時間毎の海面温度データから各エリアの平均値を計算し、各エリアの海面温度とする。なお、海面温度エリアは日本海の海域を a1、北海道地方付近の海域を a2、東北地方付近の海域を a3、関東地方付近の海域を a4、四国地方付近の海域を a5、九州地方・沖縄付近の海域を a6 とする。

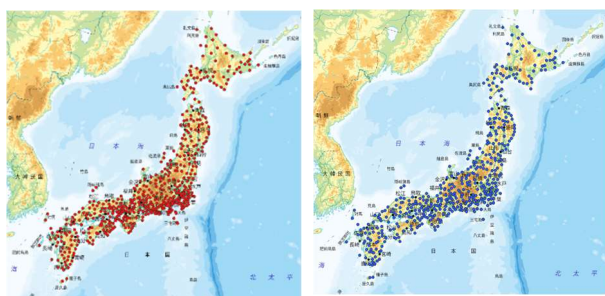


図-1 電子基準点(左)⁷⁾とアメダス観測点(右)⁷⁾の配置図

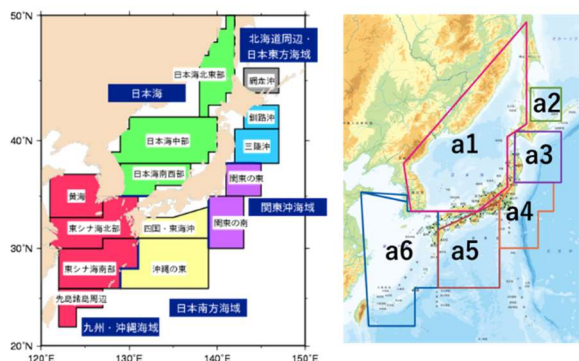


図-2 気象庁の海域区分(左)⁹⁾と海面温度の範囲(右)⁷⁾

(2) 研究の流れ

a) 可降水量、気温、海面温度それぞれの月平均値の算出

可降水量、気温、海面温度はそれぞれ 1 時間毎の 24 個のデータから日平均値を求め、月の平均値を算出する。この時、極端なデータの影響を避けるために月毎に日平均値の第一四分位数と第三四分位数を求める。月毎の日平均値を 25%以下、25%～75%、75%以上の 3 つの範囲に分け、各範囲の平均値を計算したものを月平均値とする。

b) 可降水量、気温、海面温度の長期変動を Mann-Kendall 検定により調査

1997 年から 2021 年までの可降水量、気温、海面温度それぞれの変動傾向を可降水量と気温は各観測点、海面温度は各エリアにおいて、有意水準 5% の Mann-Kendall 検定により調べる。Mann-Kendall 検定は、ある変量の系列に対して、それが独立で同一の確率分布にしたがうという帰無仮説が成立するかどうかを検定する手法である。この仮説が棄却されると、その系列は変動傾向をもつとみなされる¹¹⁾。変動傾向があるとされたものについては Sen's Slope と呼ばれる勾配を求めることにより変化率を求める。

c) 可降水量と気温、可降水量と海面温度の相関係数の算出

可降水量、気温、海面温度それぞれで、25%以下、25%～75%、75%以上の 3 つの範囲の月平均値を扱うため、可降水量の 25%以下、25%～75%、75%以上の 3 つの範囲それぞれに気温 3 通り、エリアごとの海面温度 6 通りの計 18 通りの相関係数を算出する。可降水量の 25%以下、25%～75%、75%以上それぞれの範囲に対して気温や海面温度のどの範囲の影響が大きいのか見るため、可降水量の各範囲の相関係数の中で最大のものであり、なおかつ有意水準 5%の無相関検定で有意な相関が見られたものを地図上にプロットする。

3. 結果と考察

(1) 可降水量と気温、可降水量と海面温度の長期的な相関関係

可降水量の各範囲に対して、気温や海面温度のどの範囲の影響が大きいのか調査した結果を表-1 に示す。

表-1 最大の相関係数を有する観測点の数

			可降水量		
			25%以下	25%~75%	75%以上
気温	25%以下		509	501	463
	25%~75%		5	13	50
	75%以上		0	0	1
海面温度	25%以下	海面エリア	a1	0	0
			a2	0	0
			a3	0	0
			a4	0	0
			a5	0	0
			a6	514	196
	25%~75%	海面エリア	a1	0	0
			a2	0	0
			a3	0	0
			a4	0	0
			a5	0	0
			a6	0	316
	75%以上	海面エリア	a1	0	0
			a2	0	0
			a3	0	0
			a4	0	0
			a5	0	0
			a6	0	2

a) 可降水量と気温の相関関係

すべての組み合わせで可降水量と気温の相関は高く、相関係数は0.8を上回っていた。表-1から、可降水量の25%以下、25%~75%、75%以上、いずれの月平均値に対しても、気温の25%以下の月平均値との相関が最大となる観測点が多いことが分かった。ただし、相関係数の差は僅かであった。

このことから、地球温暖化により気温が上昇する場合、現状と比べて月最高気温が上昇するよりも月最低気温が上昇する方が可降水量の変動に与える影響が大きいと考えられる。

b) 可降水量と海面温度の相関関係

各海面エリアのすべての組み合わせで可降水量と海面温度の相関は高く、相関係数は0.7を上回っていた。しかし、観測点付近の海面温度との相関が最も高くなるわけではなく、a6との相関係数が他の海面エリアよりも僅かに高かった。また表-1から、可降水量の25%以下、25%~75%、75%以上、いずれの月平均値に対して、a6の海面温度の25%

以下の月平均値との相関が最大となる観測点が多いことが分かった。

このことから、地球温暖化により海面温度が上昇する場合、現状と比べて海面温度の月最高値が上昇するよりも月最低値が上昇する方が可降水量の変動に与える影響が大きいと考えられる。

c) 可降水量と気温、可降水量と海面温度の相関関係の比較

可降水量の25%以下の月平均値に対して最も相関の高い、気温の25%以下の月平均値との相関係数(図-3)、a6の海面温度の25%以下の月平均値との相関係数(図-4)を見ると、可降水量との相関係数が0.9よりも高い観測点が海面温度よりも気温の方が多くことが分かる。可降水量の25%~75%の月平均値、75%以上の月平均値に対しても同様に、すべての組み合わせで海面温度よりも気温との相関の方が高くなる傾向があったため、海面温度よりも気温による影響の方が大きいことが考えられる。

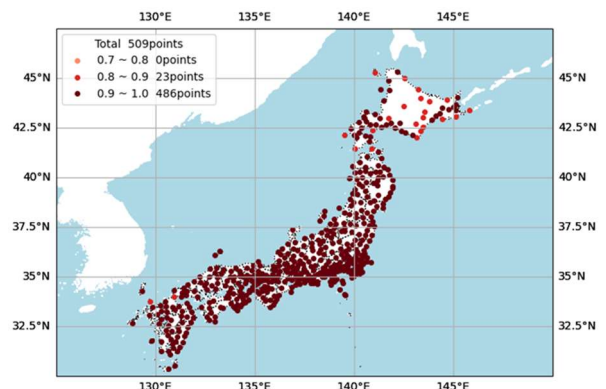


図-3 可降水量の25%以下の月平均値と気温の25%以下の月平均値の間で有意な相関が見られた観測点の位置とその相関係数

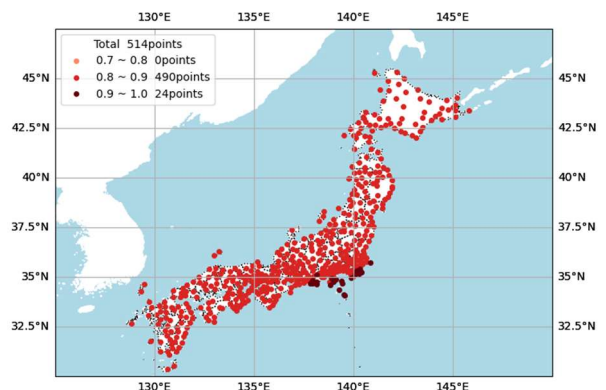


図-4 可降水量の25%以下の月平均値とa6の海面温度の25%以下の月平均値の間で有意な相関が見られた観測点の位置とその相関係数

(2) 可降水量の長期変動と気温、海水面温度の長期変動との関係

可降水量と気温の変動傾向を調べ、有意な変動傾向がある観測点を集計した結果を表-2に示す。また、海水面温度の変動傾向を調べた結果として、a3のみ25%以下、25%~75%、75%以上すべての月平均値が有意な上昇傾向にあることが分かった。その他の海水面エリアでは有意な変動傾向は見られなかった。

表-2 可降水量、気温が有意な変動傾向を示す観測点の数

	25%以下	25%~75%	75%以上
可降水量	19	2	0
気温	1	0	0

可降水量の25%以下の月平均値が有意な変動傾向を示した観測点の位置とその変化率を図-5に示す。

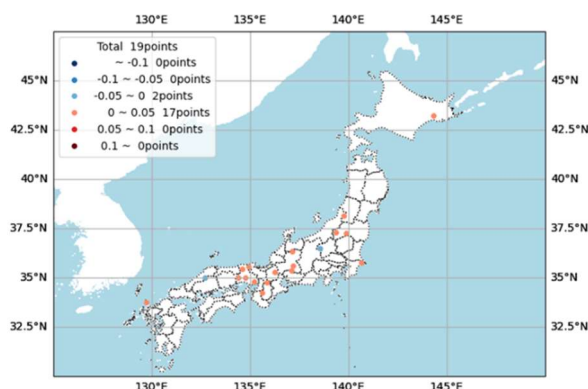


図-5 可降水量の25%以下の範囲が有意な変動傾向を示す観測点の位置とその変化率

図-5より、可降水量の月最小値が有意な変動傾向を示した観測点は本州の中心部に位置していることが分かった。また、ほとんどの観測点で緩やかな上昇傾向を示した。

気温は、25%以下の月平均値が有意な上昇傾向を示した観測点が1地点のみであった。この観測点は可降水量の25%以下、25%~75%の月平均値が有意な変動傾向を示した観測点の位置と一致しなかった。このことから、観測点付近の気温が上昇することで、可降水量も上昇するわけではないということが分かった。また、海水面温度に関して、a3以外の海水面エリアでは有意な上昇傾向は見られなかったことから、観測点付近の海水面温度が上昇することで、可降水量も上昇するわけではないということが分かった。

以上より、可降水量の長期変動に対して、観測点付近の気温や海水面温度の長期変動が影響を与えているとはいえないことが分かった。

4. まとめ

1997年から2021年までの25年間では、可降水量、気温、海水面温度のいずれも有意な変動傾向はあまり見られず、観測点付近の気温や海水面温度の長期変動が可降水量の長期変動に影響を与えているとはいえなかった。しかし、可降水量は観測点付近の気温や海水面温度と強い相関があることが分かった。地球温暖化により気温や海水面温度が上昇する場合、現状と比べて月最高値が上昇するよりも、月最低値が上昇する方が可降水量に与える影響が大きいと考えられる。またその影響は、海水面温度よりも気温の方が大きいと考えられる。

参考文献

- 1) 気象庁：大雨や猛暑日など(極端現象)のこれまでの変化
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html
- 2) 気象庁：気候変動監視レポート2018,p4
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2018/pdf/ccmr2018_all.pdf
- 3) 近藤純正近, 徐健青：可降水量を地上の露点温度から推定する実験式, 水文・水資源学会誌第9巻5号, pp.463-467, 1996.
- 4) 三原小弥：GPS可降水量の長期時空間変動評価, 2021年高知工科大学システム工学群卒業研究概要書
- 5) 新城フィオレラ：可降水量の長期変化傾向と海水面温度の変化との関係, 2022年高知工科大学システム工学群卒業研究概要書
- 6) 国土地理院：電子基準点データ提供サービス
https://terras.gsi.go.jp/pos_main.php#trp
- 7) 国土地理院：地理院タイル
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 8) 気象庁：過去の気象データ検索
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 9) 気象庁：海面水温の長期変化傾向(日本近海)
https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
- 10) コペルニクス気候データストア
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite>
- 11) 西岡昌秋, 寶馨：Mann-Kendall検定による水文時系列の傾向変動, 水文・水資源学会誌第17巻4号, pp.343-353, 2004.