

GPS 可降水量の長期時空間変動評価

1220156 三原 小弥

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

E-mail : 220156w@ugs.kochi-tech.ac.jp

近年、全国的に大雨や短時間強雨の発生頻度が増加している一方、降水日数は減少しており、降水の極端化が起きている。局地的な大雨を降らすことのできる積乱雲の発達条件の1つに、地上付近の水蒸気がある。そこで本研究では、全国の観測点で月毎にGPS可降水量の長期時空間変動傾向を調べ、海面温度や気温との関係を明らかにすることを目的とする。

その結果、GPS可降水量の5月は減少傾向、7月は増加傾向が見られた。気温においては日最低気温、日平均気温、日最高気温ともに8月に最も強い上昇傾向が見られ、日最低気温の第三四分位数以上の範囲においては8月のGPS可降水量が増加傾向にある地点全てで上昇傾向を示した。このことから、気温が可降水量に影響を与えている可能性が示唆された。また、海面温度においては高緯度地域ほど上昇傾向が大きかったのに対して、GPS可降水量においては変動傾向を示した地点は低緯度地域に多かった。よって、海面温度と可降水量の関係は明確にならなかった。

Key Words : GPS 可降水量, 水蒸気, 温室効果ガス

1. はじめに

可降水量は大気中に含まれる最も支配的な温室効果ガスであり、温暖化の進行とともに増加傾向にあると言われている¹⁾。大雨を降らすことのできる積乱雲の発達条件として水蒸気がある。よって、大雨は水蒸気に影響していると分かる²⁾。そのため、全国の観測点における可降水量の長期時間変動と、その要因や影響について調べる必要があると考えた。

既往研究として、大久保がラジオゾンデ可降水量の変化率と気象要素や海面温度の変化率を比較した³⁾。結果、比較的多くの観測点で可降水量は増加傾向にあり、近年は極端に可降水量が多い日が出現していること、また一部の観測点では極端に可降水量が少ない日も出現している可能性が示唆された。海面温度の長期時空間変動とラジオゾンデ可降水量の長期時空間変動の関係は明確にならなかったが、

可降水量の上昇傾向に比べて気温の上昇に伴う飽和水蒸気圧の上昇傾向が大きいことが示唆された。

そこでGPS可降水量に変更し、長期時間変動傾向を調べ、その空間的特徴と海面温度や気温との関係を明らかにすることを目的とする。既往研究で使用したラジオゾンデ可降水量は観測が一日2回であったのに対して、GPS可降水量は一時間毎に観測されることから、より精密な解析が期待できる。また、GPS可降水量は観測点が多く、ラジオゾンデ可降水量とは異なり内陸部にも多くの観測点があるため、内陸部の可降水量についても変動傾向を調べることができる。

2. 手法

2.1 対象期間、対象地域及び使用データ

本研究では、1997年～2020年の24年間(石垣島

と宮古島においてはデータの欠如から 1998 年～2020 年の 23 年間)を対象期間とする。

可降水量とはある地点上空の水蒸気の積算量のこと、単位は降水量と同じ mm で表される。GPS 可降水量とは、国土地理院が公開している全国の電子基準点における対流圏遅延量推定値から求められた可降水量のことである⁴⁾。本研究では図 1 に示す 56 箇所のデータを使用する⁵⁾。

本研究では、GPS 可降水量の一時間毎のデータから一日毎の平均値を計算した。

海水面温度のデータはコペルニクス気候データストア⁶⁾が提供しているもので、衛星観測から得られた海水面の一日毎の平均温度である。そのデータから図 1 の観測点それぞれを中心として半径 100km の範囲で日平均値を計算した。

気温のデータとして気象庁が提供している日最低気温、日平均気温、日最高気温のデータ⁷⁾を使用した。図 1 で示した全国 56 箇所の電子基準点到最寄りの観測点のデータを用いた。

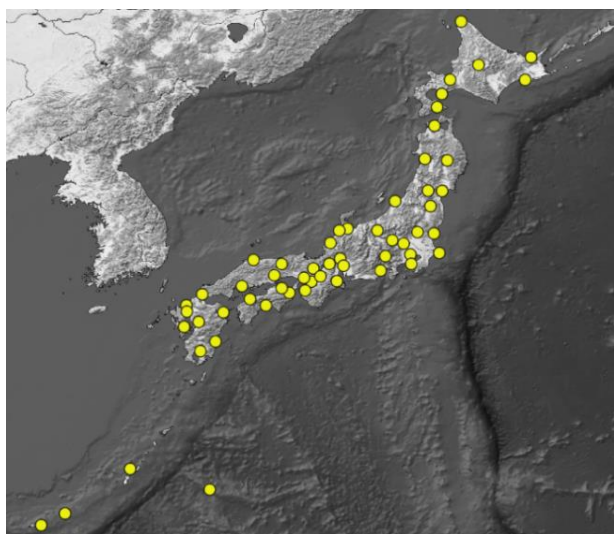


図 1 電子基準点の配置図⁵⁾

2.2 GPS 可降水量の長期時間変動評価手法

各観測点において、GPS 可降水量の一日毎の平均値から月毎の第一四分位数と第三四分位数を求める。第一四分位数以下の範囲(25%以下)、第一四分位数と第三四分位数の間の範囲(25%～75%)、第三四分位数以上の範囲(75%以上)でそれぞれ平均値を計算

する。月最低値や月平均値、月最高値を使用せずこのようにした理由は、月単位の最低値や最高値はある 1 日の値であり、極端に大きな値や小さな値となる可能性があるからである。

月毎に算出した 3 つの値を用いて月毎に Mann-Kendall 検定を行い、GPS 可降水量の変動傾向を調べ、Sen's Slope⁸⁾を計算し一年あたりの変化量を調べる。Mann-Kendall 検定は、時系列に沿って並べたデータが独立で同一の確率分布に従うという帰無仮説の成立の有無を検定する手法である⁹⁾。天候等の影響によって気象データにはランダム性があり、発生確率は正規分布に従うとも限らない。よって確率分布を仮定する必要のないノンパラメトリック検定である Mann-Kendall 検定を用いる。

有意水準 5%で有意な変動傾向が見られた月の変化量のみを採用し、それ以外の変化量は 0 とする。

2.3 海水面温度および気温の長期時間変動評価手法

2.2 と同様に一日毎のデータを月毎で 3 つの範囲に分けてそれぞれで平均値を計算する。算出された値を用いて Mann-Kendall 検定を行い、Sen's Slope を計算して一年あたりの変化量を求める。

有意水準 5%で有意な変動傾向が見られた月の変化量のみを採用し、それ以外の変化量は 0 とする。

3. 結果と考察

3.1 GPS 可降水量の長期時間変動評価

1997 年から 2020 年までの 24 年間の各月の GPS 可降水量の長期時空間変動について検討を行った。有意な変動傾向を示した地点が多かったのは、5 月の 25%以下(図 2)と 7 月の 25%以下(図 3)であった。5 月の 25%以下は多くの地点で有意な減少傾向にあり、7 月の 25%以下は多くの地点で有意な増加傾向にあることが分かった。変動傾向を示した地点はいずれも高緯度地域より低緯度地域が多かった。なお、全ての図において有意な変動傾向が見られなかった地点は表示していない。

5 月は極端に可降水量の少ない日が発生しており、

7月には可降水量の少ない日が減少し、全体的に底上げされている傾向にある可能性が示唆される。

GPS 可降水量の有意な変動傾向を示した地点がある地域に集中する傾向は見られたが、内陸部と沿岸部という違いによる特性は見られなかった。よって GPS 可降水量において内陸部と沿岸部といった地理的要因による影響はないと推測した。

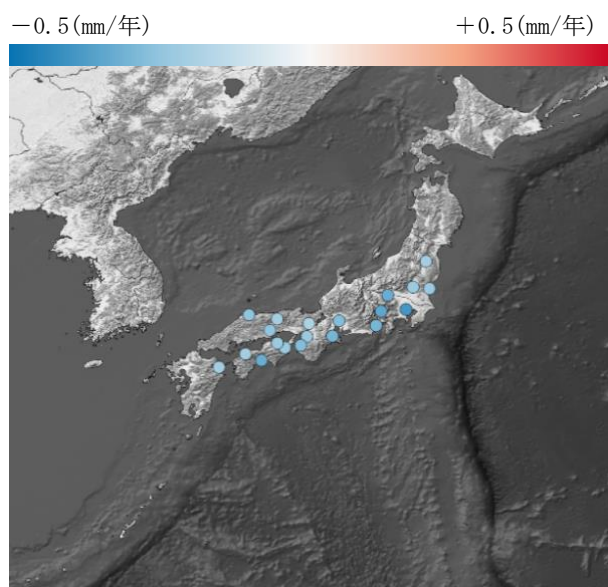


図2 GPS 可降水量の5月の25%以下の変化量⁵⁾

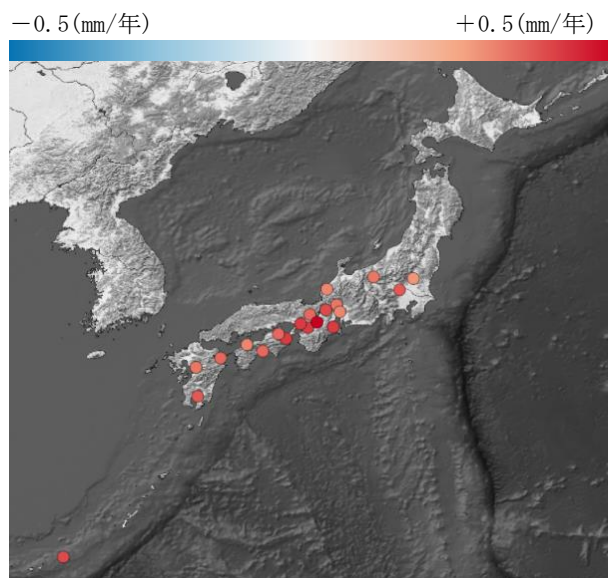


図3 GPS 可降水量の7月の25%以下の変化量⁵⁾

3.2 海面温度と GPS 可降水量との関係

海面温度において有意な変動傾向を示した地点

が多かったのは8月の75%以上(図4)で、広範囲で上昇傾向にあり、低緯度地域に比べて高緯度地域の変化量が大きい傾向にあった。

GPS 可降水量の8月の75%以上(図5)では有意な変動傾向を示した地点は少ないが、高緯度地域に比べて低緯度地域の変化量が大きい傾向にあり、海面温度とは逆の結果となった。GPS 可降水量が多くて有意な変動傾向を示した5月と7月については、海面温度では有意な変動傾向を示した地点は少なく、7月より5月に上昇傾向が見られた。

既往研究でも海面温度と可降水量の関係は明確にならなかったことから、可降水量の変動において海面温度の影響は小さいと考えた。

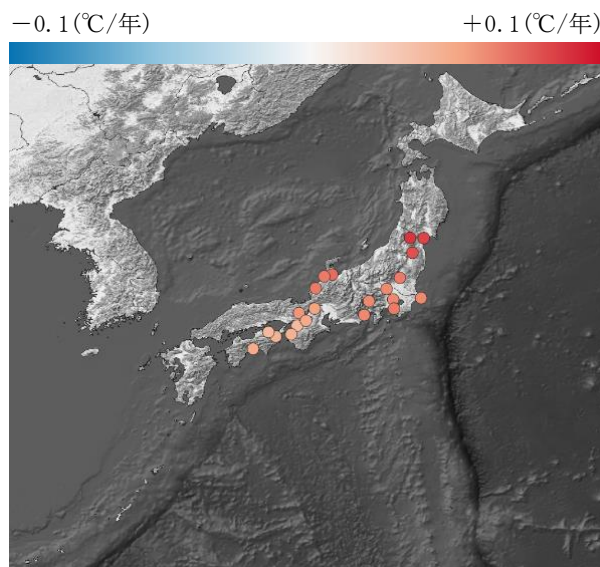


図4 海面温度の8月の75%以上の変化量⁵⁾

3.3 気温と GPS 可降水量の関係

気温が上昇すると飽和蒸気量も上昇するため、大気中に含むことができる水蒸気量も増加する¹⁰⁾。これが、可降水量が温暖化とともに増加する要因である。そこで、気温と GPS 可降水量の関係について検討を行った。

気温において有意な変動傾向を示した地点が多かったのは日最低気温の8月の75%以上(図6)で、低緯度地域を中心に上昇傾向を示していた。GPS 可降水量の8月の75%以上(図5)において有意な変動傾向を示した地点を包括していた。これは GPS 可降水

量の8月の他の範囲も同様であった。

GPS 可降水量が多く地点で有意な変動傾向を示した5月と7月については、日最高気温と日平均気温では7月より5月の上昇傾向が大きく、日最低気温では5月、7月ともに変動傾向を示した地点が少なく、どちらの月がより上昇傾向が大きいか判断できなかった。

このことから、可降水量が気温に与えている影響よりも、気温が可降水量に与えている影響のほうが大きいと考えられる。

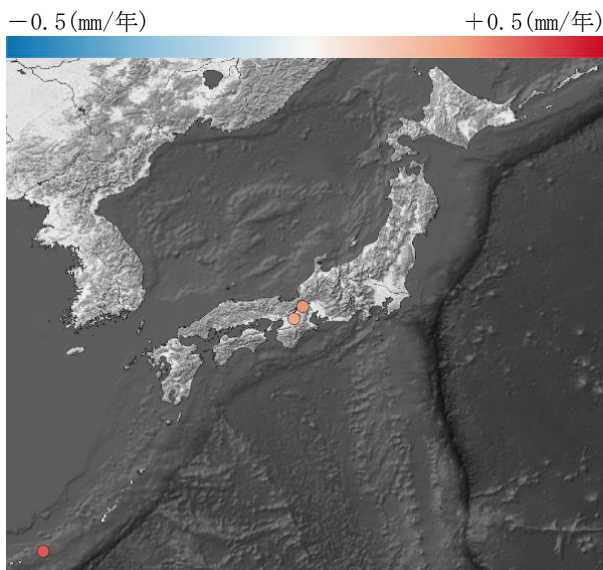


図5 GPS 可降水量の8月の75%以上の変化量⁵⁾

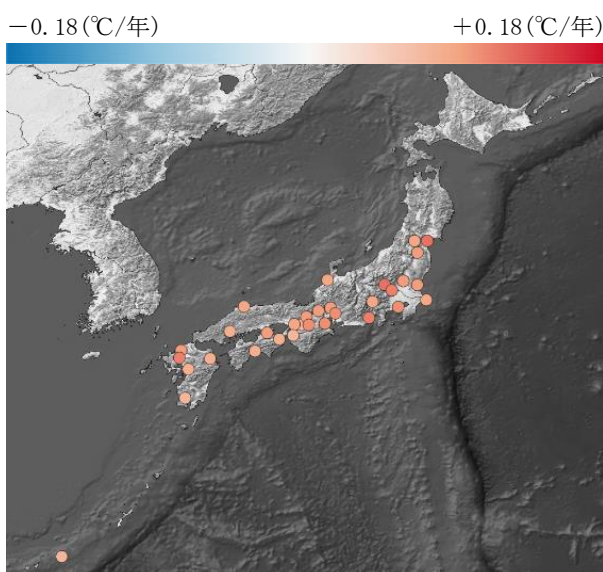


図6 日最低気温の8月の75%以上の変化量⁵⁾

4. まとめ

5月は極端に可降水量の少ない日が発生しているのに対して、7月は可降水量の少ない日が減少し、全体的に底上げされている傾向にある可能性が示唆された。

海水面温度との関係は明確にならなかったが、一部の地域において気温が可降水量に影響を与えている可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 気象庁：気候変動監視レポート2018
- 2) 国立科学博物館：積乱雲の発達と落雷・降雨のメカニズム
<https://www.kahaku.go.jp/userguide/hotnews/theme.php?id=0001221786878996&p=2>
- 3) 大久保優華：可降水量の長期時空間変動評価
2020年度高知工科大学システム工学群卒業研究概要書, 2021.
- 4) 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
- 5) Natural Earth I with Shaded Relief, Water and Drainages
<https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-raster-data/10m-natural-earth-1/>
- 6) コペルニクス気候データストア
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-sea-surface-temperature?tab=overview>
- 7) 気象庁：過去の気象データ検索
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 8) 西澤誠也：気象学分野におけるトレンドの検出について
https://www.gfd-dennou.org/arch/prepri/2008/kobe-u/081007_epasemi_seiya/nishizawa.pdf
- 9) 上村晃平, 宮本仁志：Mann-Kendall検定による日本での年平均平衡水温の長期経年変化の傾向分析,
土木学会論文集 B1(水工学), 2018.
- 10) 日野幹雄：水、温暖化、天の川銀河
水文・水資源学会誌 第27巻 第4号, 2014.