

可降水量の長期変化傾向と 海面温度の変化との関係

1230010 新城 フィオレラ

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 : 230010b@ugs.kochi-tech.ac.jp

近年, 日本では局地的な大雨が多く発生し, 甚大な被害が出ている. 大雨の原因である積乱雲は水蒸気により発達するため, 大雨は水蒸気による影響が大きい. そこで本研究では, 全国の観測点で GPS 可降水量の長期変化傾向を調べ, 日本近海と日本周辺の海面温度との関係を明らかにすることを目的とする. 結果, GPS 可降水量と海面温度はそれぞれ増加傾向がみられた. また, 日本近海の海面温度と GPS 可降水量は時系列の変動に相関関係があった. 海面温度が上昇すると GPS 可降水量は太平洋側の最低値と中央値が上昇する傾向があり, 高緯度地方の最大値が上昇する傾向があることがわかった.

Key Words : GPS 可降水量, 水蒸気, 海面温度

1. はじめに

近年, 地球温暖化により, 気温の長期上昇がみられる. 気温の上昇に伴い, 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¹⁾. 水蒸気量が増加することで, 大雨を引き起こす原因の積乱雲が次々と発達することができる. 水蒸気を消費し終息する積乱雲は, 水蒸気を補給することができれば, 終息することなく発達することができる. このことから, 局地的な大雨は大気中の水蒸気量による影響が大きいことがわかる²⁾. そのため, 日本の可降水量の長期変動と大気中の水蒸気量の長期変動について調べ, その 2 つの関連性について調べる必要があると考えた.

既往研究として, 三原が GPS 可降水量の変化率と海面温度や気温などの気象要素の変化率を比較した³⁾. 結果, GPS 可降水量は変動傾向が 5 月に減少し, 7 月に増加していることがみられた. また, 気温が降水量に影響を与えている可能性が示唆された. 海面温度においては高緯度地域ほど上昇傾向が大きいことがわかった. しかし, GPS 可降水量は低緯度地域に変動傾向を示した地点が多かったため, 海面温度と可降水量の関係は明確にならなかった.

そこで本研究では, 既往研究で明らかとならなかった海面温度と可降水量の長期時間変動傾向との関係を明らかにすることを目的にする. まず, GPS 可降水量の調査に使用するデータの観測点を既往研究では 56 地点から全国で 1997 年から 2021 年まで絶えず観測を行っていた 518 か所の GPS 観測点に変更し, 可降水量の長期時間変動傾向を調べる.

また, 海面温度の調査は既往研究では GPS 可降水量の変動傾向を調査する際に使用した観測点を中心とし, 半径 100km の範囲の海面温度の変動傾向求めた. 本研究では日本の気候に大きく影響を与えるだろうと考える日本近海の海面温度の変動傾向の調査を行い, 既往研究よりも調査範囲を広げた. これらにより既往研究より精密な解析が期待できると考えた.

2. 手法

2. 1 対象地域及び使用データ

本研究では, 1997 年~2021 年の 25 年間を対象期間とする.

可降水量とは水蒸気量の鉛直積算値である. GPS 可降水量は電子基準点における対流圏遅延量推定値

から求めた可降水量である。本研究では 1997 年～2021 年の 25 年間絶えず観測していた 518 地点の GPS 観測点のデータを使用する⁴⁾。1 時間毎 GPS 可降水量のデータから 1 日毎の平均値を計算する。

また、海水面温度では 1997 年～2021 年のコペルニクス気候データストア⁵⁾が提供しているデータを使用した。調査範囲は日本の気候に多く影響を与えていると考えられる図-1 の日本近海エリアとでそれぞれ区分して解析を行う。このエリアを作成した際に気象庁が出している資料を参考にした⁶⁾。

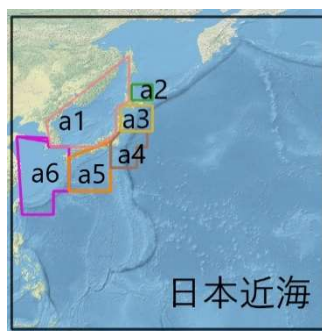


図-1 海水面温度の範囲⁷⁾

2. 2 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 1 日毎平均値を求めた。各平均値から月毎での第一四分位数と第三四分位数を求め、下位 25%、25%～75%、上位 25%と分けた。その範囲で平均値を求め、算出した 3 つの値を用いて月毎に有意水準 5%で有意な変動傾向がみられるか Mann-Kendall 検定を行った。有意な変動傾向があるものは Sen' s Slope⁸⁾を計算し、一年あたりの変化率を調べた。

Mann-Kendall 検定はある時系列のデータが、それ独立で同一の確率分布に従うという帰無仮説が成立するかを検定する手法である⁹⁾。気象データには天候等の影響によってランダム性があり、それらは正規分布に従う発生確率だと限らない。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 検定によって解析を行う。

2. 3 海水面温度の長期時間変動評価手法

2. 2 と同様に GPS 可降水量の長期時間変動の調査方法と同じ様に、各月で第一四分位数と第三四分位

数を用いて、下位 25%、上位 25%、25%～75%のそれぞれの月平均値をそれぞれ計算する。その算出された結果から、Mann-Kendall 検定で変動傾向を調べ Sen' s Slope により変化率を調べる。

2. 4 海水面温度と GPS 可降水量の関係評価手法

GPS 可降水量と海水面温度の Sen' s Slope の結果を地図上にプロットし、月毎の結果を見比べた。

また、日本周辺の海水面温度の変化率とすべての観測点での日平均の GPS 可降水量との相関を調べた。どちらも長期時間変動評価をする際に区分した各平均値から月毎での下位 25%、上位 25%、25%～75%の範囲を組み合わせ、それぞれの相関係数を求めた。この結果を地図上にプロットし、海水面温度と GPS 可降水量の関係を検討した。

3 結果と考察

3. 1 GPS 可降水量の長期時間変動評価

1997 年～2021 年の GPS 可降水量の長期時間変動について検討を行った。統計的に有意な変動傾向(有意水準 5%)がみられた GPS 観測点の数を表-1 に示す。表-1 から全体的な変動傾向として、4 月と 5 月には下降傾向がみられた。それ以外の月の変化率は上昇傾向がみられた。特に 7 月で強い上昇傾向がみられた。また、下位 25%の変動傾向は大きく、上位 25%は小さく表れた。

月毎の詳細な変動傾向としては、有意な変動傾向が大きくでた GPS 可降水量下位 25%の 1 月、6 月、7 月の変動傾向を図-2 に示す。図-2 から 1 月は広い範囲で上昇傾向がみられた。6 月は北海道地方のみに強い上昇傾向がみられた。7 月は低緯度地域を中心に上昇傾向がみられた。

3. 2 海水面温度の変動評価

海水面温度は日本近海の a1～a2 では有意な変動傾向がみられなかった。日本近海の海水面温度は、有意な上昇傾向がみられた(表-2)。

3. 3 海水面温度と GPS 可降水量の関係

日本近海の海水面温度と各月の GPS 可降水量の下位 25%, 上位 25%, 25%~75%の平均値の相関係数を求めると,すべての観測点で強い相関がみられた. このことから,日本の GPS 可降水量の時系列変動と日本近海の海水面温度の時系列変動が対応していることが示唆された. また,それぞれの範囲の相関の関係をまとめたものを表-3 に示す. 特徴が強くでた海水面温度 25%~75%,GPS 可降水量 25%~75%と上位 25%の相関係数の結果をプロットしたものを図-3 に示す. 図-3 から GPS 可降水量の 25%~75%の範囲では太平洋側を中心に海水面温度と強い相関がみられた. GPS 可降水量の下位 25%の範囲でも同様に同じ関係がみられたが,GPS 可降水量の 25%~75%よりも弱い相関がみられた. GPS 可降水量の上位 25%では高緯度になるにつれて海水面温度と強い相関がみられた. 太平洋側では海水面温度と GPS 可降水量の下位 25%と上位 25%の平均値とで時系列の変動に関係があるとみられる. また,高緯度では GPS 可降水量の上位 25%の平均値とで時系列の変動に関係があることがわかる.

つまり,太平洋側では海水面温度が上昇すると GPS 可降水量の最低値と中央値が上昇すること,高緯度地方では海水面温度が上昇すると GPS 可降水量の最大値が上昇することが示唆された.

4 まとめ

GPS 可降水量と海水面温度はそれぞれ上昇傾向を示した. また,日本近海の海水面温度と GPS 可降水量

は時系列の変動に相関関係があった. 海水面温度が上昇すると GPS 可降水量は太平洋側の最低値と中央値が上昇する傾向があり,高緯度地方の最大値が上昇する傾向があることがわかった.

参考文献

- 1) 気象庁：気候変動監視レポート 2018
- 2) 二宮洗三：豪雨の発生条件と地域的分布特性・特集防災アセスメント(7)
https://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/no16/8p.pdf
- 3) 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
- 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>
- 5) コペルニクス気候データストア
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-?tab=overview>
- 6) 気象庁：海洋の健康診断表 海水面の長期変化傾向
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
- 7) Natural Earth 1 with Shaded Relief, Water and Drainages
<https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-raster-data/10m-natural-earth-1/>
- 8) 西澤誠也：気象学分野におけるトレンド検出について.
https://www.gfd-dennouorg/arch/prepri/2008/kobe-u/081007_epasemi_seiya/nishizawa.pdf
- 9) 村上晃平, 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
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejhe/74/4/74_I_577/_pdf/-char/ja

表-1 統計的に有意な変動傾向(有意水準 5%)がみられた GPS 観測点の数と変化率(単位:mm/年)

変化率	下位25%							25%~75%							上位25%						
	~-0.1	-0.1~-0.05	-0.05~0	0~0.05	0.05~0.1	0.1~0.15	0.15~	~-0.1	-0.1~-0.05	-0.05~0	0~0.05	0.05~0.1	0.1~0.15	0.15~	~-0.1	-0.1~-0.05	-0.05~0	0~0.05	0.05~0.1	0.1~0.15	0.15~
1月	1	2	0	30	83	11	1	1	1	0	1	48	13	1	0	0	0	0	2	2	0
2月	2	2	1	27	67	3	1	4	4	0	2	41	17	1	0	1	0	0	7	4	6
3月	1	0	0	8	36	4	0	0	0	0	0	30	19	1	0	0	0	0	0	5	3
4月	19	2	0	0	1	0	0	34	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
5月	163	5	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0	12	0	0	0	0	0	0
6月	4	0	0	0	0	17	19	5	0	0	0	0	12	32	3	0	0	0	0	5	23
7月	0	0	0	0	0	4	210	0	0	0	0	1	56	109	0	0	0	0	0	10	53
8月	0	0	0	0	0	0	12	3	1	0	0	0	0	19	1	0	0	0	1	15	33
9月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10月	4	0	0	0	3	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11月	4	10	0	4	43	15	1	7	5	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
12月	3	0	1	18	64	6	1	0	0	0	8	69	19	2	0	0	0	0	4	15	6

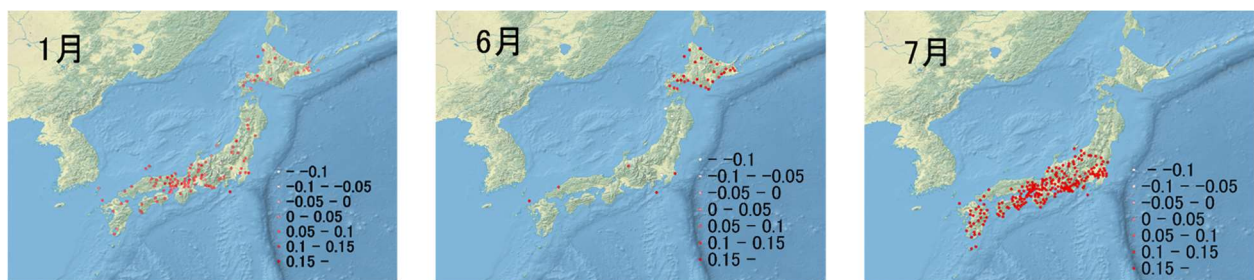


図-2 GPS 可降水量下位 25%の 1 月, 6 月, 7 月の変動傾向⁷⁾

表-2 日本近海の海水面温度の 1 月から 12 月の変化率(単位:℃/年)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
下位25%	0.011	0.011	0.015	0.012	0.013	0.022	0.012	0.028	0.023	0.018	0.015	0.016
25%~75%	0.016	0.010	0.015	0.012	0.013	0.016	0.000	0.027	0.022	0.016	0.016	0.017
上位25%	0.015	0.012	0.016	0.013	0.170	0.010	0.019	0.028	0.023	0.022	0.016	0.017

表-3 GPS 可降水量と海水面温度との相関

	GPS 可降水量 下位 25%	GPS 可降水量 25%~75%	GPS 可降水量上位 25%
海水面温度 下位 25%	太平洋側中心に相関係数が高い	太平洋側中心に相関係数が最も高い	高緯度になるにつれて相関係数が高い
海水面温度 25%~75%	太平洋側中心に相関係数が高い	太平洋側中心に相関係数が最も高い	高緯度になるにつれて相関係数が高い
海水面温度 上位 25%	太平洋側中心に相関係数が高い	太平洋側中心に相関係数が最も高い	高緯度になるにつれて相関係数が高い

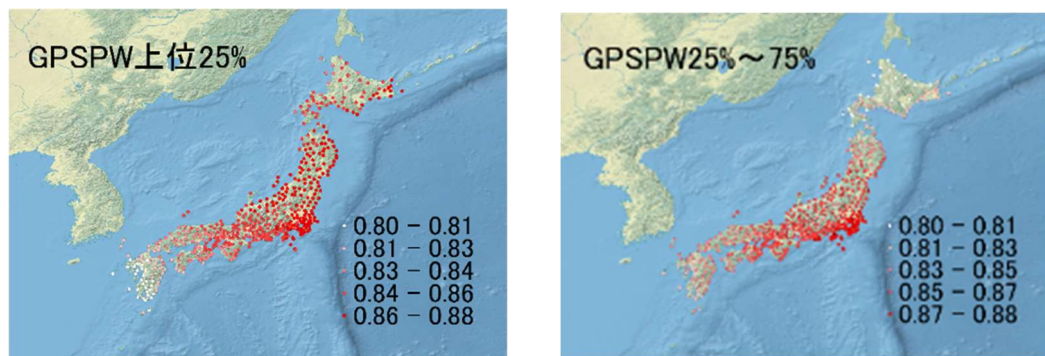


図-3 海水面温度 25%~75%, GPS 可降水量 25%~75%と上位 25%の組み合わせの相関係数⁷⁾