

2023 年度 統計データ分析コンペティション

## 審査員奨励賞 [高校生の部]

海水温からの降水量予測を目指して

三島 光太郎・石井 沙英・岸本 理央・  
宮本 賢一郎・八木 琳太郎  
(兵庫県立姫路西高等学校)

# 海水温からの降水量予測を目指して

三島光太郎 石井沙英 岸本理央 宮本賢一郎 八木琳太郎

兵庫県立姫路西高等学校

## 1. 研究のテーマと目的

近年、異常気象という言葉をよく耳にするように極端な大雨などの災害が増えている。日本の1年間の降水量は、長い目で見ると変化が少ない。しかし近年、1時間に50mmを超えるような集中豪雨の発生回数は増加傾向にある。降水量に変化は少ないが、集中豪雨が増加していることから、雨の降り方が変化していると考えられる。

また、蒸発して雲を作り、雨として降る水の8割以上は海から蒸発することが分かっている。さらに、現在気象庁が行っている台風の勢力の発達予想は海水温が大きな要因の一つとして考えられ予測に活用している。よって、その年の降水量が決まる要素の一つとして海水温が関係しているのではないかと考えた。

気象庁の天気予報は過去に観測した気象データを分析し予測するが、天気予報として発表する前に予報官による監視・分析が入る。過去のデータをもとにしているため、雨の降り方に変化が起こっている状態だと予報官が予測しにくくなり、実際の降水量との間で誤差が生まれる。そこで、従来の方法に新たな指標を加えて予測することで精度の向上を図ることができるのではないかと思いこの目的を設定した。

## 2. 研究の方法と手順

初めに、集中豪雨との相関について、1時間に50mm以上、80mm以上、100mm以上の3通りで、春（3～5月）夏（6～8月）秋（9～11月）冬（12～2月）についてそれぞれ相関分析を行った。

次に、SSDSEのデータにある日本海側の地点の降水量と日本海中部の海水温の平年差との相関を調べた。しかし、目立った相関は見られず、より多くのデータを用いて、季節ごとに区切ることが大切ではないかと考えた。

よって、降水量のデータを3か月・1か月降水量と、区切って海水温との関係を調べた。冬と夏、日本海側と太平洋側のそれぞれ2通りを組み合わせた、4通りで検証した。さらに、関係があると考えられる場合はさらに詳しく分析した。

また、すべてのデータは気象庁にある各地点の最も古いものから現在までのデータを利用した。相関を調べるときは、2つのデータが存在する最も古い年から分析を始めた。

最後に、以下の研究については相関係数の評価を次のように定義し評価する。

表1 相関係数の定義

相関係数	相関の強弱
-1.0～-0.7	強い負の相関がある
-0.7～-0.4	やや強い負の相関がある
-0.4～-0.2	やや弱い負の相関がある
-0.2～0.2	ほとんど相関がない
0.2～0.4	やや弱い正の相関がある
0.4～0.7	やや強い正の相関がある

0.7～1.0	強い正の相関がある
---------	-----------

### 3. データセットの加工

#### 3.1 使用したデータ

表2 使用したデータおよび出典一覧

データ名	データ項目・観測地点・データ年度	出典
SSDSE-B-2023 (統計でみる都道府県・市区町村のすがた)	AM(降水量)(豊岡市, 新潟市, 福井市, 金沢市, 富山市, 秋田市)(2009～20年)	独立行政法人統計センター
過去の気象データ	以下の都市の夏と冬の3か月降水量(豊岡市, 新潟市, 福井市, 金沢市, 富山市, 秋田市, 油津市, 清水市, 室戸岬, 潮岬, 伊良湖, 御前岬, 石廊岬, 館山市)(統計開始～2022年)	気象庁
過去の気象データ	以下の都市の12～3月の1か月降水量と前年までの過去10年平均からの差(油津市, 清水市, 室戸岬, 潮岬, 伊良湖, 御前岬, 石廊岬, 館山市)(統計開始～2022年)	気象庁
日本近海の海面水温	以下の海域の年平均・冬・春・夏・秋の平均海面水温の平年差(日本近海の全海域, 日本海中部, 日本海南西部, 四国沖, 関東沖)(1900～2022年)	気象庁
大雨や猛暑日など(極端現象)のこれまでの変化	全国の1時間降水量50mm以上, 80mm以上, 100mm以上の年間発生回数(全国のアメダス)(1976～2022年)	気象庁

#### 3.2 データの加工とその計算方法

表3 作成したデータおよび計算方法

加工したデータ	計算方法
海水温と過去10年平均海水温との差	海水温の平年差ー前年までの過去10年の海水温の平年差の平均
集中豪雨の過去10年平均回数に対する比	集中豪雨の発生回数/前年までの過去10年の集中豪雨の発生回数の平均

### 4. 研究の結果

#### 4.1 集中豪雨について

日本近海の海水温と日本全体の集中豪雨の回数に関係があるのか調べるため、1976年から2022年までについてのこの2つの要素について相関を調べたところ、以下の結果となった。

表4 集中豪雨の回数と海水温の季節ごとの相関係数

相関係数	年平均	冬	春	夏	秋
50mm 以上	0.598	0.525	0.365	0.611	0.493
80mm 以上	0.491	0.451	0.319	0.479	0.390
100mm 以上	0.383	0.336	0.295	0.440	0.208

以上のようにどの場合にも正の相関がみられ、年平均の海水温と50mm豪雨との相関はやや強い正の相関となり、100mm豪雨との相関はやや弱い正の相関となった。これらの相関係数を見てみると、1時間に100mm以上の豪雨より1時間に50mm以上の豪雨の方が相関が強くなったことが分かった。よって、集中豪雨は1時間降水量が少ないほど関係性が強い可能性があるかと予想した。季節ごとの相関については、冬と夏の相関係数が他の季節より大きくなったが、この結果に因果関係があるとは考えられなかった。

正の相関が見られこの二つの要素には関係性があると考えた。そのため、この結果をさらに裏付けるためにデータを加工してさらに分析をした。集中豪雨の回数の要素を集中豪雨の過去10年平均回数に対する比とし、海水温の要素を海水温と過去10年平均海水温との差とした。これによってより短い周期の集中豪雨の回数と海水温の関係性を見ることができ、より正しい相関が得られると考えた。この2つの要素で1985年から2022年まで相関を調べたところ以下のようになった。

表5 集中豪雨の過去10年平均回数に対する比と過去10年平均海水温との差の相関係数

	年平均	冬	春	夏	秋
50mm 豪雨	0.389	0.230	0.292	0.173	0.325
80mm 豪雨	0.299	0.175	0.280	0.162	0.129
100mm 豪雨	0.259	0.054	0.251	0.154	0.217

データを加工して分析を行うと、相関係数は全体的に小さくなったが加工する前と似た結果となった。年平均と50mm豪雨・100mm豪雨ともにやや弱い相関となり50mm豪雨のほうが100mm豪雨より相関が強い結果となった。

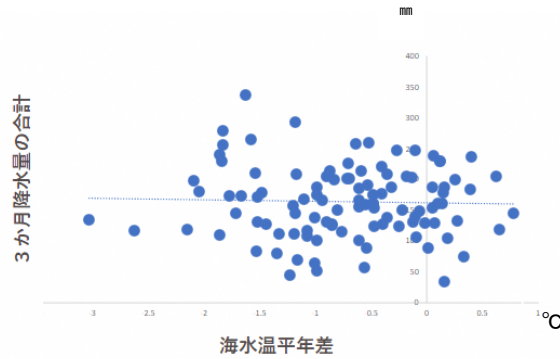
### 3.2 日本海側について

#### 1) 日本海側の夏

まず、日本海側の夏の海水温の平年差と各地点の夏の降水量について相関を調べると、以下のような結果となった。観測地点は日本海側の主要都市を無作為に選んだ。また、以下の3.2と3.3の分析に使用したデータについては、海水温は1900～2022年、降水量はそれぞれの地点の統計開始から2022年までとした。

表6 日本海側の夏の海水温の平年差と各地点の夏の降水量の相関係数

	豊岡	新潟	福井	金沢	富山	秋田
日本海中部	-0.164	-0.075	-0.088	-0.123	-0.064	-0.257
日本海南西部	-0.084	-0.081	-0.060	-0.123	-0.063	-0.211



相関係数:-0.129

図1 日本海中部の夏の海水温と各地点の平均の降水量の散布図

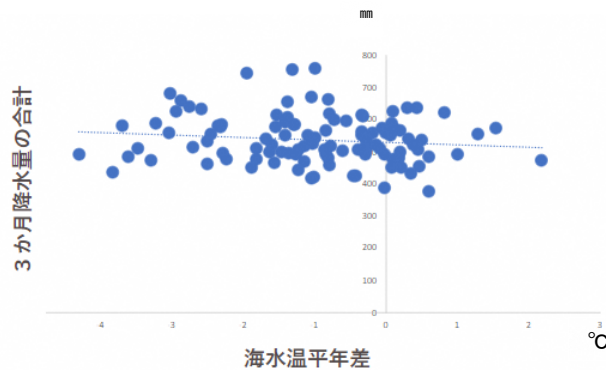
全6地点、2海域について全て負の相関となり、正の相関は見られなかった。また、上の散布図は日本海中部の夏の海水温と各地点の平均の降水量との関係を表した散布図であり、回帰直線はほぼ横ばいとなり、各地点の平均の相関係数は-0.129となった。秋田のみ、やや弱い負の相関が見られたが、他の地点との相関係数の差も小さく、因果関係はないように見えた。

## 2) 日本海側の冬

次に、日本海側の冬の海水温の平年差と各地点の冬の降水量について相関を調べると、以下のような結果となった。

表7 日本海側の冬の海水温の平年差と各地点の冬の降水量の相関係数

平均	豊岡	新潟	福井	金沢	富山	秋田
日本海中部	-0.160	-0.008	-0.218	-0.141	-0.084	-0.061
日本海南西部	-0.081	-0.075	-0.318	-0.243	-0.344	-0.090



相関係数:-0.128

図2 日本海中部の冬の海水温と各地点の平均の降水量の散布図

夏の場合と同様に全6地点2海域について全て負の相関となり、正の相関は見られなかった。上の散布図は日本海中部の夏の海水温と各地点の平均の降水量との関係を表した散布図であり、回帰直線はほぼ横ばいとなり、各地点の平均の相関係数は-0.128となった。福井のみ、やや弱い負の相関が見られたが、他の地点との相関係数の差も小さく、因果関係はないように見えた。

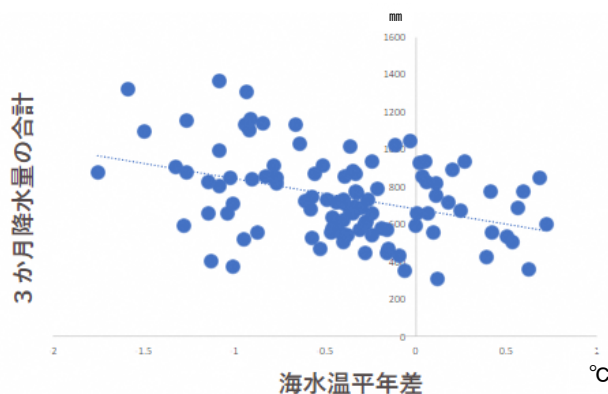
### 4.3 太平洋側

#### 1) 太平洋側の夏

次に、太平洋側の夏の海水温の平年差と各地点の降水量について相関を調べると、以下のような結果となった。日本海側で相関が得られなかったことから観測地点はより海に近い都市を無作為に選んだ。

表8 太平洋側の夏の海水温の平年差と各地点の降水量の相関係数

	油津	清水	室戸岬	潮岬	伊良湖	御前岬	石廊岬	館山
四国沖	-0.147	-0.060	-0.289	-0.150	-0.251	-0.349	-0.379	-0.274
関東沖	-0.043	-0.030	-0.189	-0.137	-0.165	-0.246	-0.311	-0.229



相関係数:-0.237

図3 四国沖の夏の海水温と各地点の平均の降水量の散布図

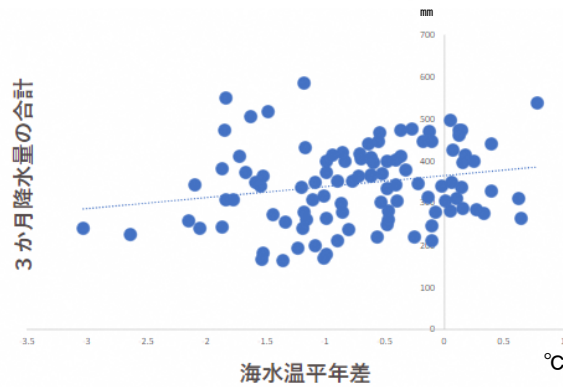
太平洋側の夏の場合も日本海側と同様に全8地点2海域について全て負の相関となり、正の相関は見られなかった。上の散布図は四国沖の夏の海水温と各地点の平均の降水量との関係を表した散布図であり、回帰直線は右下がりとなり、各地点の平均の相関係数は-0.237となった。全体的にやや弱い負の相関が見られた。太平洋側と比べて負の相関が強まる結果となったが、正の相関にはならず、関係性は薄いように見られた。

#### 2) 太平洋側の冬

最後に太平洋側の冬の海水温の平年差と各地点の降水量について相関を調べると、以下ようになった。

表9 太平洋側の冬の海水温の平年差と各地点の降水量の相関係数

	油津	清水	室戸岬	潮岬	伊良湖	御前岬	石廊岬	館山
四国沖	0.360	0.285	0.289	0.303	0.322	0.190	0.228	0.077
関東沖	0.330	0.345	0.287	0.305	0.298	0.144	0.162	0.109



相関係数 0.257

図4 太平洋側の冬の海水温と降水量の散布図

日本海側の夏と冬と太平洋側の夏と打って変わって、全8地点、2海域について全て正の相関となった。上の散布図は四国沖の冬の海水温と各地点の平均の降水量との関係を表した散布図であり、回帰直線は右上がりとなり、各地点の平均の相関係数は0.257となった。全体的にやや弱い正の相関が見られ、夏の太平洋側では、降水量と海水温に関係があると考えた。

そのため、冬を1か月ごとに区切って調べると新たな結果が生まれると考えた。気象庁では冬は1~3月と定められているが、気候の特色を考えると12月も冬の気候と言えると考えた。そのため、12~3月の各月の1か月降水量と冬の四国沖の海水温の年差についてそれぞれ相関を調べると、以下のような結果となった。

表10 冬の四国沖の海水温と12月から3月の各月の降水量の相関係数

	油津	清水	室戸岬	潮岬	伊良湖	御前岬	石廊岬	館山	平均
12月	0.127	0.037	-0.101	-0.094	0.058	-0.156	-0.011	0.057	-0.010
1月	0.236	0.248	0.287	0.312	0.345	0.278	0.162	0.239	0.263
2月	0.326	0.121	0.165	0.201	0.201	0.215	0.298	0.016	0.193
3月	0.104	0.114	0.070	0.093	0.035	-0.115	-0.091	-0.122	0.011

ほとんどの場合で正の相関となりやや弱い正の相関も見られた。各地点の平均の相関を見てみると、12月と3月は相関係数が0に近く相関がほとんどない結果となったが、1月と2月は弱いものの正の相関となった。

冬の降水量と海水温の相関には特殊な関係があり、この結果をさらに裏付ける結果が必要だと考えたため、データの加工を行いさらに分析した。冬の各月の1か月降水量の要素を前年までの過去10年平均に対する比とし、海水温の要素を海水温と過去10年平均海水温との差とした。これによってより短い周期の冬の降水量と海水温の関係性を見ることができ、より正しい相関が得られると考えた。

表11 冬の四国沖の海水温と過去10年平均海水温との差と12月から3月の前年までの1か月降水量の過去10年平均に対する比の相関係数

	油津	清水	室戸岬	潮岬	伊良湖	御前岬	石廊岬	館山	平均
12月	-0.170	0.119	0.131	0.089	-0.015	-0.081	-0.017	-0.055	0.000
1月	0.315	0.200	0.218	0.246	0.360	0.306	0.242	0.179	0.259
2月	0.310	0.147	0.113	0.242	0.274	0.166	0.370	0.090	0.214

3月	0.162	0.059	-0.045	0.060	-0.082	-0.141	-0.159	-0.068	-0.027
----	-------	-------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

どの場合でもデータを加工する前と似たような相関係数となった。各地点の平均の相関係数を見てみると、1月と2月がやや弱い正の相関となった。この結果はデータを加工する前と同じであり、分析の正確性を裏付けるものになりうると考えた。

## 5. 結果の解釈

### 5.1 集中豪雨と海水温との関係について

50mm 豪雨は相関がやや強いことから、海水温から 50mm 豪雨は予測しやすく、今後の天気予報の精度を向上させる助けになると考えた。一方で、100mm 豪雨は 50mm 豪雨と比べて相関が弱いことから風や地形など他の気象条件や地理的要因がより強く関わっているのではないかと考えた。データを加工して分析した際も全体的に相関が弱まったが似たような相関が出たことから、長期的に見ても短期的に見ても豪雨と海水温は関係があるのではないかと考えた。また、100mm 豪雨は発生回数が少なく数値が他と比べて少ないため相関があまり正しく出なかった可能性も考えられた。

### 5.2 3か月・1か月降水量と海水温との関係について

日本海側の夏、日本海側の冬、太平洋側の夏には、相関がほとんど見られなかったが、太平洋側の冬には、全体として弱い正の相関が見られた。月ごとの相関を見ると、1月と2月には正の相関があったが、その他の月ではほとんどなかった。このことから、1月から2月頃に発達しやすく、太平洋側に雨や雪をもたらす南岸低気圧が降水量に影響を与えているのではないかと考え、海水温からの南岸低気圧の発達の予想ができるのではないかと考えた。また、日本海側の夏、日本海側の冬、太平洋側の夏に相関がほとんど見られなかった理由に関しては、降水量に強く関係する他の要素があったか、行った分析方法やデータの加工の種類が少なかったからだと考えた。

## 6. 今後の展望

### 6.1 海域について

今回は日本海と太平洋の2つの海域についてのみ焦点を絞って調べたが、観測地点の近くの海域だけでなく、他の海域の海水温が降水量に影響を及ぼしている可能性もある。そのため、他にも瀬戸内海、オホーツク海、東シナ海などの他の海域についても調べていきたい。

### 6.2 季節について

今回はその年の海水温と降水量のデータをそのまま持ってきたが海水温が降水量に影響を与えるのに時間がかかる可能性もあるので海水温と降水量のデータの時期をずらして検証したい。

### 6.3 ほかの気候条件について

今回の研究結果では、夏や日本海側、100mm 豪雨といった条件下では海水温と降水量にあまり相関が見られなかった。私たちは風や地形、南岸低気圧にも降水量は左右されていると考え、より詳しく多くの気候条件を使い研究する必要があると感じた。今回は研究時間が足りず海水温と降水量だけに条件をしぼって検証したが他にも地形や風速などの様々な条件からの関連もある可能性があると考えた。天気は様々な気象条件によって決まるため、他の気象条件を用いて分析を進めていきたい。



## 7. 参考文献

独立行政法人統計センター「ssdse（教育用標準データセット）」

<https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/#SSDSE-B> 最終閲覧：2023.9/6

気象庁「数値予測とは」<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>

最終閲覧：2023.8/7

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](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html) 最終閲覧：2023.8/7

気象庁「海面水温の長期変化傾向」

[https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a\\_1/japan\\_warm/japan\\_warm.html](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html)

最終閲覧：2023.8/7

気象庁「過去の気象データ・ダウンロード」

<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php> 最終閲覧：2023.8/7