

## 階級別一雨降水量と降水連続日数からみた 日本の降水特性の地域性

草 薙 浩\*

### 1. はじめに

草薙 (2017；以下「前報」) は、日降水量時系列データを降水連続日数成分に分解する手法を応用して、降り止むまでの一雨降水量の8階級区分と降水連続日数を組み合わせた解析から日本の降水特性の季節性を英国と比較して評価した。日本の解析は820観測地点の平均に基づくものであるが、実際の降水特性には地域性がある。

そこで、本調査ノートでは、以前に820観測地点の平年値日降水量のクラスター分析によって地域区分した9地域(草薙 2016)を対象にして、階級別一雨降水量と降水連続日数の視点から日本の降水特性の地域性について検討することを目的とした。

### 2. 日降水量データと解析方法

#### 2.1 日降水量時系列データ

820観測地点の30年間(1981-2010年)の日降水量時系列データ( $Q_i$ ； $i=1\sim 10957$ )は、前報と同じものを用いた。各観測地点の日降水量時系列データ全10957日の内、7日あるうるう年の2月29日を予め除いた日降水量時系列データ( $Q_i$ ； $i=1\sim 10950$ )について以下の解析を行った。

#### 2.2 階級別連続日数別年降水量成分 $[y_{mk}]$ の算出方法

一雨降水量階級区分と降水連続日数の組み合わせ解析に必要な階級別連続日数別年降水量成分 $[y_{mk}]$ ( $m$ は一雨降水量の階級、 $k$ は降水連続日数)は、以下の手続きで求めた。

各観測地点の日降水量時系列データ( $Q_i$ )を前報

の方法で30年間の階級別連続日数別時系列データ $[q_{ki}]_{\text{階級}}$ ( $k$ は降水連続日数： $k=1\sim 42$ 、43日以上は降水連続日数の観測値はない)に分解した。下付き添え字の「階級」は、本調査ノートの $m$ で表す「階級」に対応する。この時系列データの年平均値を求め、さらに、9つの各地域に含まれる観測地点数で平均して各地域平均の階級別連続日数別年降水量成分 $([y_{mk}]_{\text{階級}}；k=1\sim 42)$ を計算した。以降の式(1)から式(3)までの計算も、これらの9地域ごとに行った。

この一雨降水量の階級について、1 mm から、 $2^2$  mm、 $3^2$  mm、 $\dots$ 、 $44^2$  mm、 $45^2$  mmの間隔で1 mm から2025 mm まで45階級に細かく分けた。最終的な各地域平均の階級別連続日数別年降水量成分を2次元マトリックス( $45\times 42=1890$ 要素)の要素 $[y_{mk}]$ ( $m=1\sim 45$ 、 $k=1\sim 42$ 、単位：mm/(年・要素))で表す。それゆえ、一雨降水量の範囲は、 $m=1$ のとき1 mm 以上4(= $2^2$ ) mm 未満、 $m=2$ のとき4 mm 以上9 mm 未満、 $\dots$ 、 $m=45$ のとき1936 mm 以上2025(= $45^2$ ) mm 未満となる。

これにより、各地域の年降水量 $Y$ (mm/年)は要素 $[y_{mk}]$ を用いた式(1)について、一雨降水量軸( $m=1\sim 45$ )と連続日数軸( $k=1\sim 42$ )の加え合せて表せる。

$$Y = \sum_{m=1}^{45} \sum_{k=1}^{42} y_{mk} \quad (1)$$

さらに、一雨降水量軸と連続日数軸の2次元分布の代表点として分布の中央値を選び、 $[y_{mk}]$ 分布の一雨降水量軸の中央値( $m_c$ ) (単位：mm)を式(2)により、 $[y_{mk}]$ 分布の連続日数軸の中央値( $k_c$ ) (単位：日)を式(3)により定義する。なお、 $m$ と $k$ は整数なので中央値の小數点以下の数値は比例配分によって計算する。

\* Hiroshi KUSANAGI, 京都ウェザー研究会。

wrqgw841@yahoo.co.jp

© 2017 日本気象学会

$$Y/2 = \sum_{m=1}^{m_c} \sum_{k=1}^{k_c} y_{mk} \quad (2)$$

$$Y/2 = \sum_{m=1}^{45} \sum_{k=1}^{k_c} y_{mk} \quad (3)$$

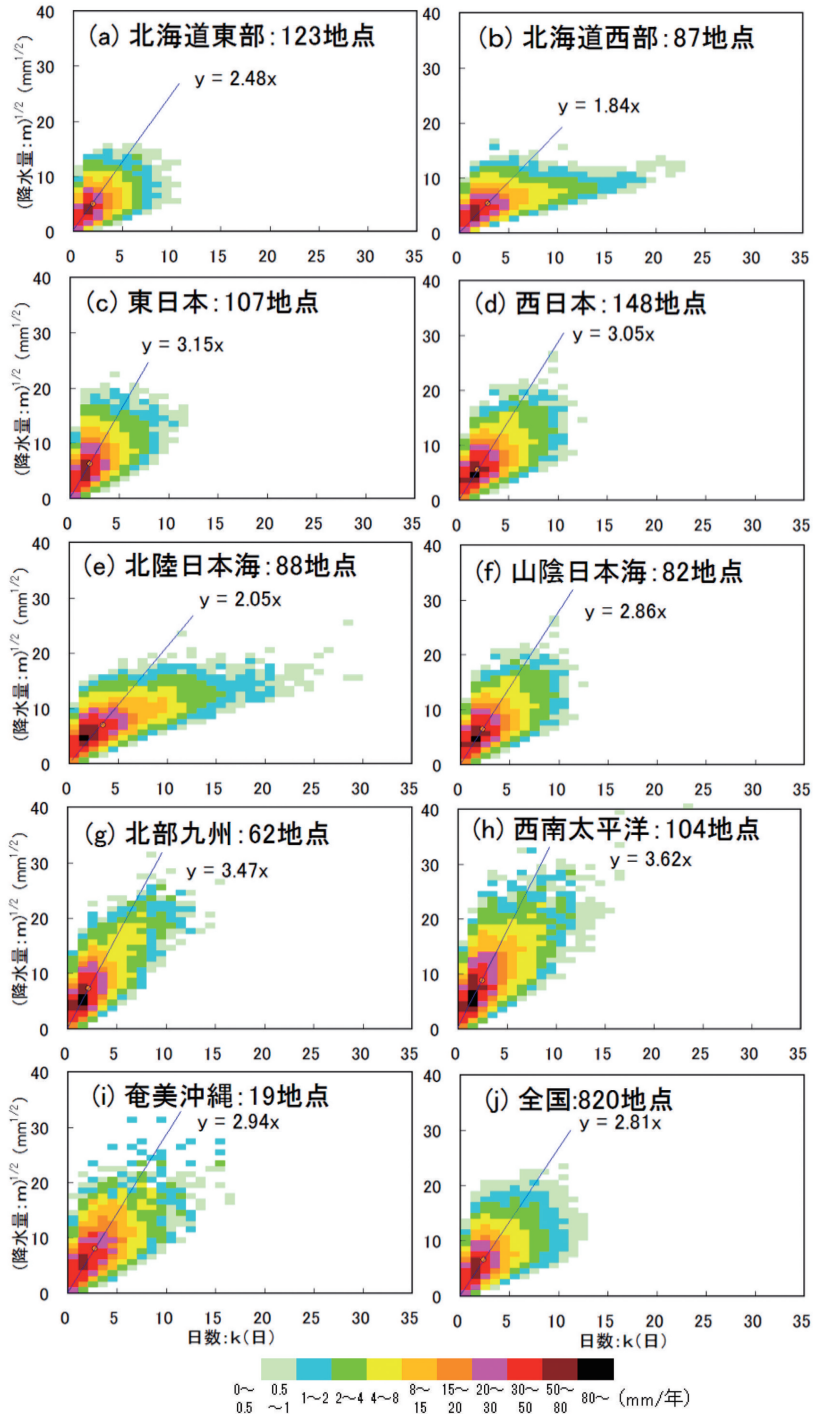
式(3)により計算した全国(820地点)の連続日数軸の中央値( $k_c$ :2.33日)は、前報の正規分布関数の降水連続日数平均値 $\mu$ (2.92日)より少し小さい。

### 3. 階級別一雨降水量と降水連続日数からみた降水特性の地域性

#### 3.1 降水特性の地域性

クラスター分析(草薙2016)による9地域について、2.2節の方法で計算した階級別連続日数別年降水量成分 $[y_{mk}]$ を、縦軸は降水量の平方根に、横軸は日数にとった2次元分布図にして第1図に示す。図は、要素 $[y_{mk}]$ の2次元分布を示しており、左下の原点に近い赤色が濃い領域における $[y_{mk}]$ が大きく、原点から遠くて青色から白色になる領域における $[y_{mk}]$ が小さいことを示している。

第1図eに示す、分布が横方向に長く伸びた北陸日本海は日数分布(横軸)が20日を越す長雨が多く、第1図hの分布が縦方向に長く伸びた西南太平洋は一雨降水量が900( $=30^2$ )mm近い強い雨の多いことが、2次元分布で見ると一目瞭然である。また、北海道に注目してみると東部



第1図 降水連続日数と一雨降水量の2次元分布。

(第1図a)は降水分布が横軸の約10日までであるのに対して、第1図bの西部は約20日まで2倍の長期に渡り降水分布している違いもわかる。これらの違いを数値化するため、式(2)と式(3)を用いて計算した $[y_{mk}]$ 分布の一雨降水量軸の中央値 $(m_c)^{1/2}$ と日数軸の中央値 $k_c$ を第1表に、第1図には中央値の座標 $(k_c, (m_c)^{1/2})$ を○印で、中央値と原点を結ぶ直線の式を図中に示す。第1表には、 $(m_c)^{1/2}$ とともに

$m_c$ も示す。

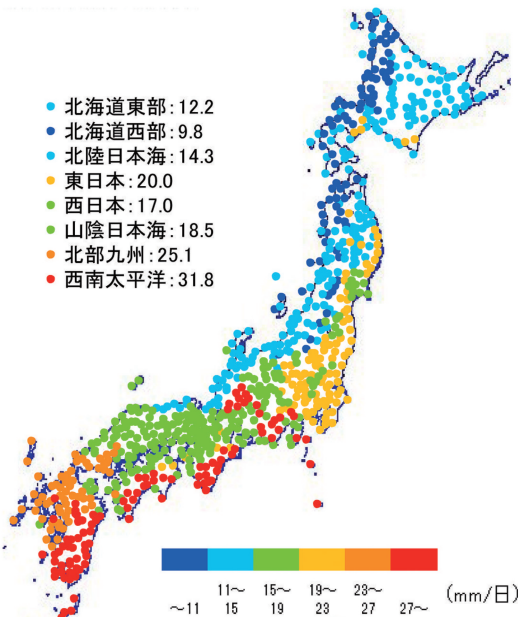
一雨降水量軸の中央値 $m_c$ (mm)を日数軸の中央値 $k_c$ (日)で割った値 $m_c/k_c$ (mm/日)を中央値一雨量 $Q_d (= m_c/k_c)$ と名付け降水特性の地域性を評価する指標と考えた。9地域と全国について、中央値一雨量 $Q_d$ の計算値を第1表に示す。

中央値一雨量 $Q_d$ は、北海道西部地域の最小値9.8 mm/日から西南太平洋の最大値31.8 mm/日までである。

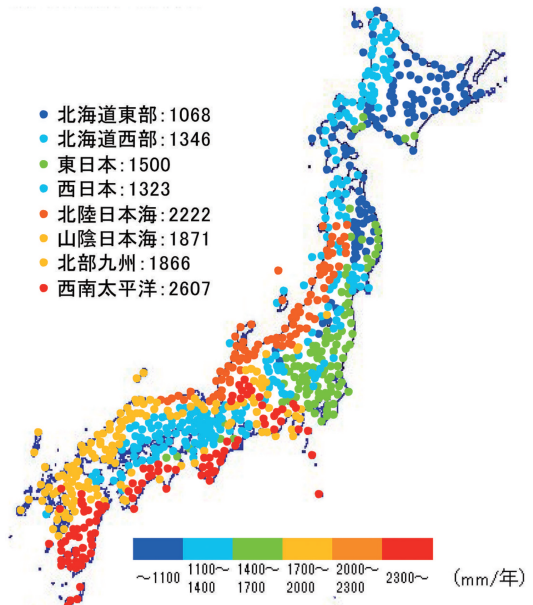
そこで、各地域の $Q_d$ を4 mm/日間隔で地域ごとに色分けして第2図のクラスター分析による9地域地図に示す。降水特性の地域性を表す一般的な方法は年降水量 $Y$ によるものである。そこで、北海道東部の年降水量1068 mmから西南太平洋の2607 mmまでを、300 mm間隔で第2図と同じ6階級に区分した地域の地図を第3図に示し、これと比較して第2図

第1表 中央値一雨量指標と季節降水量。

|       | 観測地点数 | 降水量分布の中央値       |  |                   | 中央値一雨量          | 年降水量<br>Y<br>(mm/年) | 季節降水量                |                       |
|-------|-------|-----------------|--|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
|       |       | 日数 $k_c$<br>(日) | 降水量 $m_c^{1/2}$<br>(mm) <sup>1/2</sup> | 降水量 $m_c$<br>(mm) | $Q_d$<br>(mm/日) |                     | $Y_{4-9月}$<br>(mm/年) | $Y_{10-3月}$<br>(mm/年) |
| 北海道東部 | 123   | 1.99            | 4.94                                   | 24.4              | 12.2            | 1068                | 668                  | 400                   |
| 北海道西部 | 87    | 2.89            | 5.33                                   | 28.4              | 9.8             | 1346                | 657                  | 689                   |
| 東日本   | 107   | 2.01            | 6.33                                   | 40.0              | 20.0            | 1500                | 989                  | 511                   |
| 西日本   | 148   | 1.83            | 5.57                                   | 31.0              | 17.0            | 1323                | 881                  | 442                   |
| 北陸日本海 | 88    | 3.41            | 6.99                                   | 48.9              | 14.3            | 2222                | 996                  | 1226                  |
| 山陰日本海 | 82    | 2.26            | 6.47                                   | 41.9              | 18.5            | 1871                | 1159                 | 712                   |
| 北部九州  | 62    | 2.09            | 7.25                                   | 52.5              | 25.1            | 1866                | 1345                 | 520                   |
| 西南太平洋 | 104   | 2.43            | 8.79                                   | 77.3              | 31.8            | 2607                | 1800                 | 806                   |
| 奄美沖縄  | 19    | 2.74            | 8.07                                   | 65.1              | 23.8            | 2108                | 1221                 | 887                   |
| 全国    | 820   | 2.33            | 6.56                                   | 43.0              | 18.4            | 1684                | 1039                 | 645                   |



第2図 中央値一雨量指標による9区分地域地図。草薙(2016)で得られた9地域を中央値一雨量の値で塗り分けたもの。



第3図 年降水量指標による9区分地域地図。草薙(2016)で得られた9地域の年降水量の地域平均値で塗り分けたもの。

を考察した。

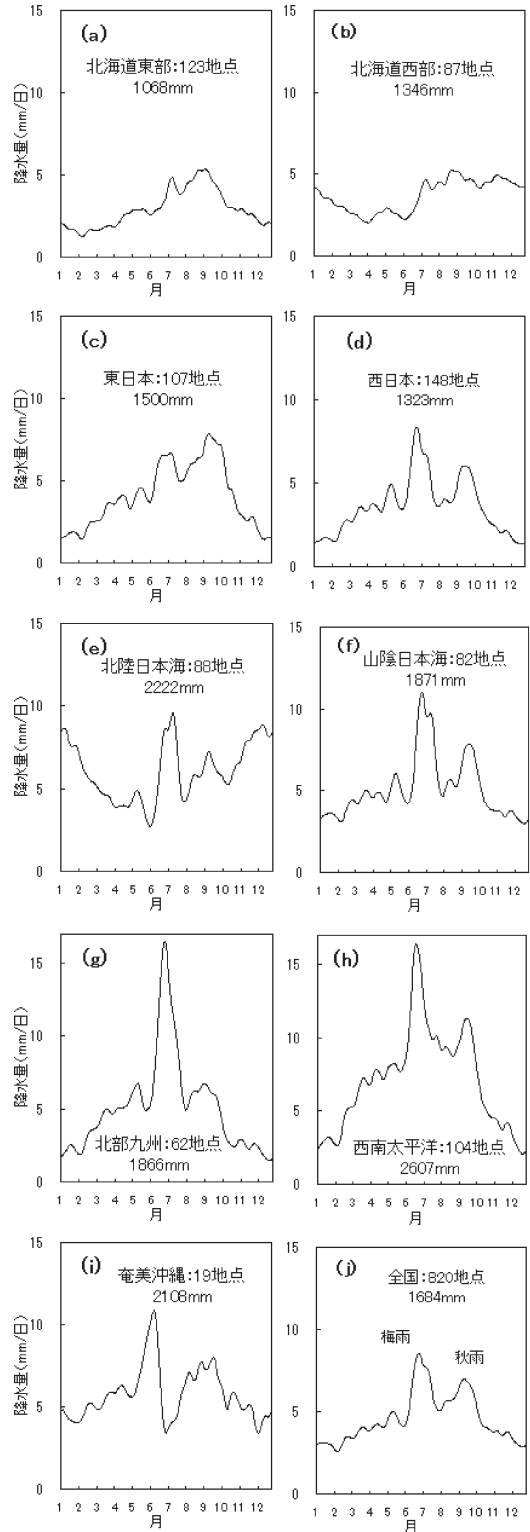
2つの図を全体的に見ると、北の北海道地方が少雨地域であり南の九州地方が多雨地域であるところは同じである。しかし、その他では違いがみられる。北海道に注目すると、年降水量  $Y$  では北海道西部（日本海側：1346 mm）が北海道東部（太平洋側：1068 mm）より多降水地域である。一方、中央値一雨量  $Q_d$  では、北海道東部（太平洋側：12.2 mm/日）が北海道西部（日本海側：9.8 mm/日）より値の大きい地域である。本州でも、中央値一雨量  $Q_d$  では、東日本（太平洋側：20.0 mm/日）が北陸日本海（日本海側：14.3 mm/日）より値の大きい地域であり、年降水量  $Y$  の場合と逆の傾向になっている。このように中央値一雨量  $Q_d$  による地域性評価では、全体的に日本海側より太平洋側の降水量が大きくなる特徴がみられる。

降水特性の地域性を表すこれらの2つの指標の違いが何に由来するかを、降水特性の季節性との関係から検討した。

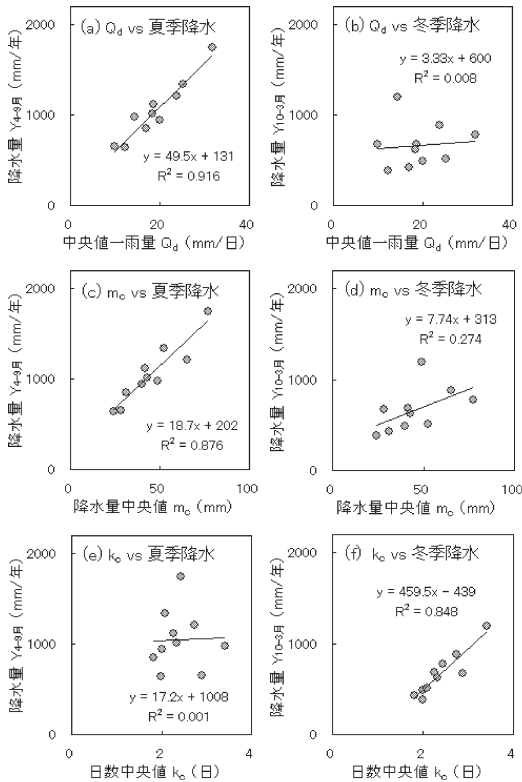
### 3.2 降水特性の地域性と季節性

第4図は、クラスター分析による9地域の地域平均日降水量グラフ（草薙 2016）を示す。中央値一雨量  $Q_d$  による地域性評価では、前述したように太平洋側の値が大きくなる特徴がみられる。そこで、日本の太平洋側では夏季に降水が多く、冬季は晴天が続き降水の少ないことを考慮して、第4図の9地域の地域平均日降水量グラフ（草薙 2016）の年変化の違いに注目した。夏季を中心とする4月1日から9月30日までの日降水量合計を夏季降水量  $Y_{4-9月}$ 、冬季を中心とする10月1日から3月31日までの日降水量合計を冬季降水量  $Y_{10-3月}$  と名付けて数値化した値を第1表に示す。中央値一雨量  $Q_d$  と2つの季節降水量（ $Y_{4-9月}$  と  $Y_{10-3月}$ ）の関係を散布図にして第5図aとbに示す。すると、中央値一雨量  $Q_d$  と夏季降水  $Y_{4-9月}$  との相関係数は  $r=0.957$  ( $R^2=0.916$ ) と大きく、一方、冬季降水量  $Y_{10-3月}$  との相関係数は  $r=0.089$  ( $R^2=0.008$ ) と小さく計算され相関の強さに対照的な結果が得られた。また、第2図と第3図における降水地域分布の違いの程度に起因して、中央値一雨量  $Q_d$  と年降水量  $Y$  の相関係数は  $r=0.725$  ( $R^2=0.525$ ) と中間の値であった。

以上、相関係数の3つの値の比較から、中央値一雨量  $Q_d$  は、夏季を中心とする4月1日から9月30日までの期間の降水を強く反映して少雨地域や多雨地域を



第4図 クラスター分析による9地域の地域平均日降水量グラフ。



第5図 中央値一雨量指標と季節降水量の関係。

識別する性質のあることが明らかになった。

次に、中央値一雨量  $Q_d$  を計算する元となる2次元分布の2つの代表値と季節降水との関係を調べた。第1表の一雨降水量軸の中央値  $m_c$  と日数軸の中央値  $k_c$  について、季節降水量 ( $Y_{4-9月}$  と  $Y_{10-3月}$ ) との散布図を第5図cからfに示す。すると、一雨降水量軸の中央値  $m_c$  は夏季降水量  $Y_{4-9月}$  との相関  $r=0.936$

( $R^2=0.876$ ) が強く、一方、日数軸の中央値  $k_c$  は冬季降水量  $Y_{10-3月}$  との相関  $r=0.921$  ( $R^2=0.848$ ) が強いという季節性について異なることが示された。一雨降水量の中央値  $m_c$  は夏季降水量と相関が高く、降水連続日数の中央値  $k_c$  は冬季降水量と相関が高いのに対し、両者の比である  $Q_d$  は、夏季降水量  $Y_{4-9月}$  とより強い相関 ( $r=0.936$ ) を示すようになるという興味深い結果が得られた。

#### 4. おわりに

クラスター分析による9区分地域に、階級別一雨降水量と降水連続日数から導かれる中央値一雨量  $Q_d$  を評価指標にすることによって、降水特性の地域性を評価できることが示された。年降水量が1年を通じた全期間の降水量に基づいて少雨地域や多雨地域を識別するのに対して、中央値一雨量  $Q_d$  は、夏季を中心とする4月1日から9月30日までの期間限定の季節降水を強く反映して少雨地域や多雨地域を識別する性質のあることが明らかになった。

#### 謝辞

本調査ノートをまとめるにあたり、編集委員の藤部文昭氏から貴重なコメントとご助言を頂きましたことに心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 草薙 浩, 2016: 平年日降水量時系列のクラスター分析による日本の9気候地域区分の提案. 天気, 63, 5-12.
- 草薙 浩, 2017: 日本と英国における階級別一雨降水量と降水連続日数からみた季節変化の気候学的評価. 天気, 64, 101-108.