

# 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

草 薙 浩\*

## 要 旨

日降水量時系列データを連続日数成分に分解する手法を応用して、降り止むまでの階級別一雨降水量と降水連続日数から見た日本と英国の降水の季節性を評価した。その結果、一雨降水量 1-10 mm 階級の少降水では、長く続く降水は無く殆どが 1 日か 2 日で上がる短期降水であるが、多降水になるに従い長く降り続く長期降水になる傾向が見られた。1-10 mm 階級の少降水の寄与は、日本と英国はともに 1 年を通じて 1 日当たり 0.5 mm 以下で季節変化も小さい。しかし、100-200 mm 以上の多降水の階級になると、日本は梅雨と秋雨に由来する大きな季節変化が見られるが、英国では大きな季節変化が少なく好対照を示すことがわかった。一雨降水量の階級ごとに、対数正規分布を適用して日本と英国の降水連続日数の平均値を求め、日本と英国の違いについて議論した。

### 1. はじめに

雨の降り方について、「天気予報等で用いる用語」(気象庁 2000)の雨の強さを調べると、1時間当りの雨量で表す短時間雨量が使われている。一方で、梅雨や台風による大雨が降る季節のテレビ・ラジオの気象番組から、24時間雨量や48時間雨量など降り始めから数日間降り続く長時間雨量も、土砂崩れの原因等の豪雨災害との関係で、大切な気象情報と理解できる。平成26年8月豪雨(気象庁 2014)による広島市の土砂災害では、20日未明の短時間豪雨とともに前日までの19日間に降った264.4 mmの雨で地盤の緩みが進行していたと考えられている。本研究では長時間雨量に注目して、雨の降り始めから止むまでの一雨降水量と連続日数の関係について調べた。ここで、一雨降水量とは雨の降り始めから止むまでの日降水量ベースでの積算降水量と定義する。

草薙(2016；以下「前報」)では、日降水量観測値

時系列データを連続日数別成分に分けることによって、日本と英国の季節変化の気候学的評価を行ったが、本研究ではこれに加えて、一雨降水量を階級別成分に分ける試みを行った。すなわち、前報の時系列データを用いて、30年平均値の一雨降水量範囲を、降水量の多少によって8階級の一雨降水量区分に階級分けして、一雨降水量と連続日数の関係を調べることを試みた。

本研究は、日単位の降水連続時間と一雨降水量の2つの視点から日本と英国の降水の季節性を評価することを目的とした。なお、日本と対比させる相手として、日本と同じ北半球の中緯度帯にあり、ユーラシア大陸西岸に位置する英国を選定した。

これまで、降水の連続日数や降水量といった特性を反映させた日降水量の年変化に関する報告は前報による研究以外見られない。

### 2. 階級別一雨降水量の日降水量時系列の計算

#### 2.1 日降水量時系列データ

日降水量の30年平均値( $d_i$  :  $i = 1 \sim 365$ )を計算する元になる30年間(1981-2010年)の日本(820観測地点)の日降水量時系列データ( $Q_i$  :  $i = 1 \sim 10957$ )

\* 京都ウェザー研究会, wrqgw841@yahoo.co.jp

—2016年3月25日受領—

—2017年2月1日受理—

は、前報(草薙 2016)と同じものを用いた。英国(地理的に英国と一体と見なせるアイルランドの18観測地点を含む181観測地点)の日降水量時系列データ(1981-2010年,  $Q_i: i=1 \sim 10957$ )についても、前報と同じものを用いた。

## 2.2 階級別一雨降水量の日降水量時系列の計算方法

階級別一雨降水量の日降水量時系列を得るための計算は3つのステップで行う。

ステップ-1: 日降水量時系列データ ( $Q_i$ ) の連続日数別成分への分解

各観測地点の日降水量時系列データ ( $Q_i: i=1 \sim 10957$ ) の1981年1月1日から2010年12月31日までの全10957日の内、1.0 mm 以上の降水量観測値の記録されている日数について調べると、降水が或る1日だけに見られ前後の日には見られないケース、降水が2日続くケース、降水が3日続くケース、…など、降水日の連続性は様々である。そこで、降水日の連続性が1日だけのケースを残し、それ以外の日を0 mm とした時系列を作りこれを1日成分時系列 ( $q_{1i}: i=1 \sim 10957$ )、降水が2日連続して見られたケースのみを残し、それ以外の日の降水量を0 mm とした時系列を作り2日連続成分時系列 ( $q_{2i}$ )、…、降水が  $k$  日連続して見られたケースのみを残し、それ以外の日の降水量を0 mm とした時系列を作り  $k$  日連続成分時系列 ( $q_{ki}$ )、等と定義する。以降、( $Q_i$ ) を全日降水量時系列と定義すると、( $Q_i$ ) と日降水量連続日数別の成分時系列 ( $q_{ki}$ ) の関係は式(1)で表せる。式(1)の左辺から右辺への分解過程は前報で用いたのと同じ手続きである。

$$\begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ \vdots \\ Q_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} q_{11} \\ q_{12} \\ q_{13} \\ q_{14} \\ q_{15} \\ \vdots \\ q_{1n} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} q_{21} \\ q_{22} \\ q_{23} \\ q_{24} \\ q_{25} \\ \vdots \\ q_{2n} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} q_{31} \\ q_{32} \\ q_{33} \\ q_{34} \\ q_{35} \\ \vdots \\ q_{3n} \end{pmatrix} + \cdots + \begin{pmatrix} q_{k1} \\ q_{k2} \\ q_{k3} \\ q_{k4} \\ q_{k5} \\ \vdots \\ q_{kn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

ステップ-2: 階級別一雨降水量の日降水量連続日数別成分 ( $q_{ki}$ ) の計算

本研究では、30年平均値の降水量を、一雨降水量範囲が1 mm から上限が2000 mm に及ぶ8つの一雨降水量階級: 1-10 mm 階級, 10-30 mm 階級, 30-60 mm 階級, 60-100 mm 階級, 100-200 mm 階級, 200-

400 mm 階級, 400-700 mm 階級, 700-2000 mm 階級に階級分けした。ここで、1-10 mm 成分とは、日降水量ベースで降り始めから止むまでの積算降水量が1 mm 以上から10 mm 未満の観測データを含む時系列のことである。

一雨降水量が1-10 mm 階級の降水  $k$  日連続成分 ( $q_{ki}$ ) は、ステップ-1の式(1)について、 $k$  日連続成分時系列 ( $q_{ki}$ ) を求める際に一雨降水量 ( $k$  日の日降水量の合計) が1 mm 以上10 mm 未満のケースのみを残し、10 mm 以上のケースを0 mm とすることによって得ることができる。従って、式(1)の右辺の1日成分時系列 ( $q_{1i}$ ) では、日降水量が1 mm 以上10 mm 未満のケースのみを残し、それ以外のケースを0 mm とした時系列を作り式(2-1)の右辺の  $[q_{1i}]_{1-10 \text{ mm}}$  で表す。2日連続成分時系列 ( $q_{2i}$ ) では、降水が2日連続で、かつ一雨降水量が1 mm 以上10 mm 未満のケースのみを残し、それ以外のケースを0 mm とした時系列を作り右辺の  $[q_{2i}]_{1-10 \text{ mm}}$  で表す。 $k$  日連続成分時系列 ( $q_{ki}$ ) では、降水が  $k$  日連続で、かつ一雨降水量が1 mm 以上10 mm 未満のケースのみを残し、それ以外のケースを0 mm とした時系列を作り右辺の  $[q_{ki}]_{1-10 \text{ mm}}$  で表す。その後、右辺の連続日数別成分時系列データを統合して作った左辺の時系列データを1-10 mm 階級時系列データと名づけ  $[Q_i]_{1-10 \text{ mm}}$  で表す。

10-30 mm 階級では、同様に、式(1)の右辺の  $k$  日連続日数成分時系列データについて、降水が  $k$  日連続で、かつ一雨降水量が10 mm 以上30 mm 未満のケースのみを残し、それ以外のケースを0 mm とした時系列,  $[q_{ki}]_{10-30 \text{ mm}}$ , を作り式(2-2)の右辺で表し、右辺の連続日数別成分を統合した時系列データを10-30 mm 階級時系列データと名づけ  $[Q_i]_{10-30 \text{ mm}}$  で表す。

以下、式(2-3)から式(2-7)の説明は省略する。最後に、式(2-8)に従って、700-2000 mm 階級の統合した時系列データ  $[Q_i]_{700-2000 \text{ mm}}$  を作成する。

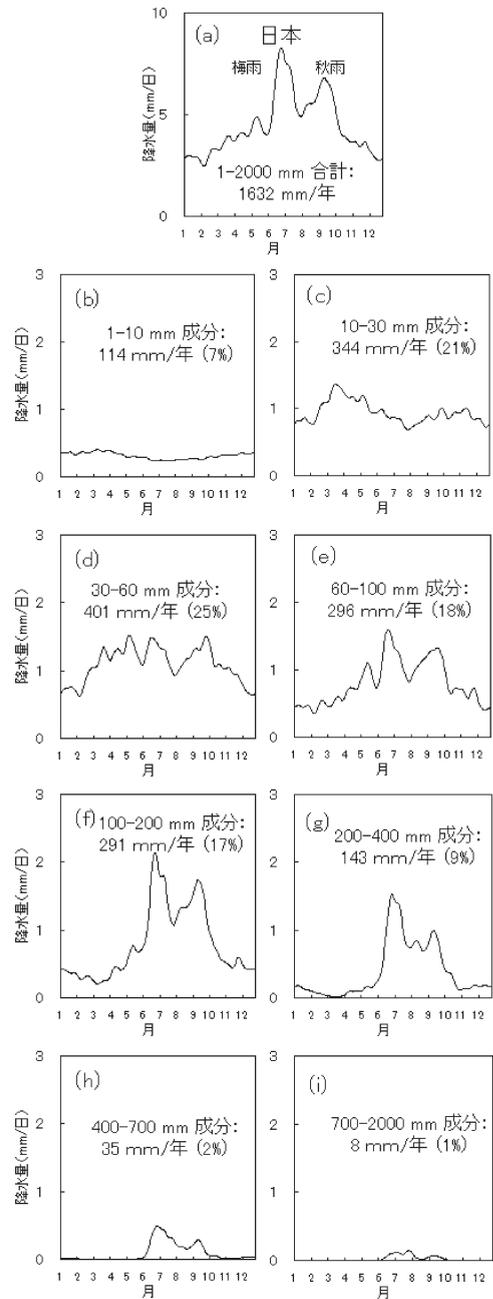
$$\begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ \vdots \\ Q_n \end{pmatrix}_{1-10 \text{ mm}} = \begin{pmatrix} q_{11} \\ q_{12} \\ q_{13} \\ q_{14} \\ q_{15} \\ \vdots \\ q_{1n} \end{pmatrix}_{1-10 \text{ mm}} + \begin{pmatrix} q_{21} \\ q_{22} \\ q_{23} \\ q_{24} \\ q_{25} \\ \vdots \\ q_{2n} \end{pmatrix}_{1-10 \text{ mm}} + \begin{pmatrix} q_{31} \\ q_{32} \\ q_{33} \\ q_{34} \\ q_{35} \\ \vdots \\ q_{3n} \end{pmatrix}_{1-10 \text{ mm}} + \cdots + \begin{pmatrix} q_{k1} \\ q_{k2} \\ q_{k3} \\ q_{k4} \\ q_{k5} \\ \vdots \\ q_{kn} \end{pmatrix}_{1-10 \text{ mm}} \quad (2-1)$$

$$\begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ \vdots \\ Q_n \end{pmatrix}_{10-30\text{mm}} = \begin{pmatrix} q_{11} \\ q_{12} \\ q_{13} \\ q_{14} \\ q_{15} \\ \vdots \\ q_{1n} \end{pmatrix}_{10-30\text{mm}} + \begin{pmatrix} q_{21} \\ q_{22} \\ q_{23} \\ q_{24} \\ q_{25} \\ \vdots \\ q_{2n} \end{pmatrix}_{10-30\text{mm}} + \begin{pmatrix} q_{31} \\ q_{32} \\ q_{33} \\ q_{34} \\ q_{35} \\ \vdots \\ q_{3n} \end{pmatrix}_{10-30\text{mm}} + \dots + \begin{pmatrix} q_{k1} \\ q_{k2} \\ q_{k3} \\ q_{k4} \\ q_{k5} \\ \vdots \\ q_{kn} \end{pmatrix}_{10-30\text{mm}} \quad (2-2)$$

$$\begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ \vdots \\ Q_n \end{pmatrix}_{700-2000\text{mm}} = \begin{pmatrix} q_{11} \\ q_{12} \\ q_{13} \\ q_{14} \\ q_{15} \\ \vdots \\ q_{1n} \end{pmatrix}_{700-2000\text{mm}} + \begin{pmatrix} q_{21} \\ q_{22} \\ q_{23} \\ q_{24} \\ q_{25} \\ \vdots \\ q_{2n} \end{pmatrix}_{700-2000\text{mm}} + \begin{pmatrix} q_{31} \\ q_{32} \\ q_{33} \\ q_{34} \\ q_{35} \\ \vdots \\ q_{3n} \end{pmatrix}_{700-2000\text{mm}} + \dots + \begin{pmatrix} q_{k1} \\ q_{k2} \\ q_{k3} \\ q_{k4} \\ q_{k5} \\ \vdots \\ q_{kn} \end{pmatrix}_{700-2000\text{mm}} \quad (2-8)$$

ステップ-3：階級別日降水量成分の30年平均値と階級別年降水量連続日数成分の計算  
式(2-1)の左辺の降水量成分時系列データ([ $Q_i$ ]<sub>1-10mm</sub> :  $i=1\sim 10957$ )を30年の統計期間で算術平均し、次に、1年間(365日)の値を、9日間移動平均を3回繰り返すKZフィルタを用いた日別平滑年値を算出する前報と同じ方法で、1~10mm階級の日降水量成分の30年平均値([ $d_i$ ]<sub>1-10mm</sub> :  $i=1\sim 365$ )を計算した。式(2-2)から式(2-8)でも同様の取り扱いをして、階級別日降水量成分の30年平均値を計算した。これらの階級別日降水量成分の30年平均値([ $d_i$ ]<sub>階級</sub> :  $i=1\sim 365$ )を日本と英国の地域内で平均してグラフ化すると第1図と第3図が得られる。本研究では、年間の総降水量についてのみ日降水量と表記し、階級別に分けた場合の日降水量には日降水量成分と区別して表記する。

一方、式(2-1)の右辺の降水量成分時系列データ([ $q_{ki}$ ]<sub>1-10mm</sub> :  $i=1\sim 10957$ , 即ち、30年間)を年平均に換算すれば1-10mm階級の年降水量連続日数成分([ $y_k$ ]<sub>1-10mm</sub> :  $k=1\sim 30$ )を得ることができる。式(2-2)から式(2-8)でも同様の取り扱いをして、階級別の年降水量連続日数成分を計算した。これらの年降水量連続日数成分([ $y_k$ ]<sub>階級</sub> :  $k=1\sim 30$ )を日単位のヒストグラムに描くと第2図と第4図が得られる。



第1図 日本での階級別年値の日降水量グラフ。但し、年降水量成分(mm/年)と年総降水量に占める割合(%)をかつこ中に示す。(a)年総降水量(1-2000mm), 以下一雨降水量が, (b)1-10mm階級, (c)10-30mm階級, (d)30-60mm階級, (e)60-100mm階級, (f)100-200mm階級, (g)200-400mm階級, (h)400-700mm階級, (i)700-2000mm階級。

### 3. 階級別一雨降水量と降水連続日数からみた降水の季節性評価

#### 3.1 日本における一雨降水量の階級別にみた特徴

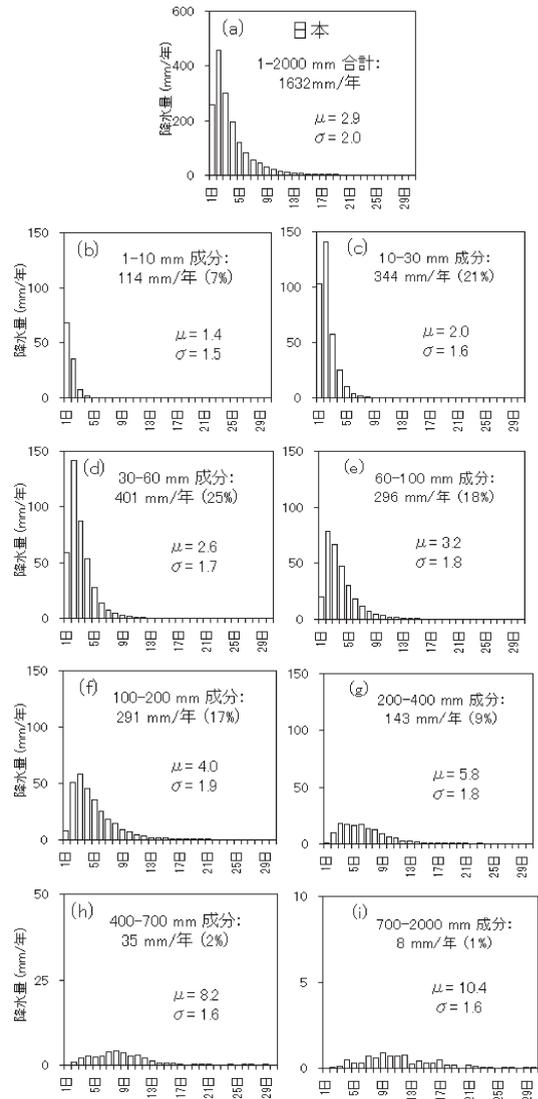
2.2節のステップ-3で計算した日本の階級別日降水量の30年平均値 ( $[d_i]_{\text{階級}}: i=1\sim 365$ ) のグラフを第1図に示す。図は、第1図aの全820地点平均の年平均値の日降水量グラフが、第1図bからiの8階級の成分グラフに分かれることを示している。

第2図には、ステップ-3で計算した年降水量連続日数成分 ( $[y_k]_{\text{階級}}: k=1\sim 30$ ) を日単位のリストグラムにして示す。図は、第2図aの全地点平均の年降水量連続日数ヒストグラムが、第2図bからiの8階級の年降水量連続日数成分ヒストグラムに分かれることを示している。

第1表には、階級別の年降水量  $Q_r$ 、一雨降水回数  $n_r$ 、平均一雨降水量  $Q_s (= Q_r/n_r)$  をまとめて示す。階級と平均一雨降水量の関係を調べると、日本の100-200 mm 階級の平均一雨降水量  $Q_s$  が135 (mm/回) である等、平均一雨降水量は各階級の間値よりは小さな値を示している。また、第1図には、年降水量成分  $Q_r$  (mm/年) と年総降水量に占める割合 (%) をかっこ中に示し、第2図には、3.3節の式 (3) から求めた降水連続日数の平均値  $\mu$  と  $\mu$  の標準偏差  $\sigma$  を示した。

第1図bの少降水1-10 mm 階級の成分グラフは、1年を通じて1日当たり0.4 mm 以下で季節変化が小さく、成分年降水量の年総降水量への寄与も7% (= 114 mm/1632 mm  $\times$  100) と小さいことを示している。この1-10 mm 階級の少降水では、当然、長く続く降水は無く殆どが1日か2日で上がる短期降水であることが第2図bからわかる (連続日数平均値  $\mu=1.4$  日)。第1図cからeに示す10-30 mm から60-100 mm 階級の中降水になると、日降水量に季節変化が現れ年降水量成分も多くなるとともに、降水連続日数の期間が長くなる傾向が見られる (第2図cからe: 連続日数平均値  $\mu$  も2.0日から3.2日)。

第1図fの100-200 mm 階級成分グラフの季節変化には、7月と9月を中心に降水量のピークが最もはっきりと表れている (年総降水量への寄与率17%)。これは、日本を含む東アジアに特徴的な梅雨と秋雨 (台風も含む) に対応した降水が現れたと考えられる。つぎの、200-400 mm 階級成分グラフ (第1図g) の年降水量は、第1図fの約1/2であるが、梅雨と秋雨に対応する7月と9月を中心としたピークがやはり



第2図 日本の階級別年降水量連続日数成分ヒストグラム。但し、 $\mu$ : 降水連続日数の平均値、 $\sigma$ : 標準偏差。(a) 年総降水量 (1-2000 mm)、以下一雨降水量が、(b) 1-10 mm 階級、(c) 10-30 mm 階級、(d) 30-60 mm 階級、(e) 60-100 mm 階級、(f) 100-200 mm 階級、(g) 200-400 mm 階級、(h) 400-700 mm 階級、(i) 700-2000 mm 階級。

はっきりと表れている。さらに多降水の400 mm から2000 mm に至る階級では、降水が6月から10月にほぼ限られる (第1図hとi)。第2図fからiの成分ヒストグラムでは、降水最大ピーク位置が長い日数側に

第1表 階級別の年降水量・一雨降水回数・一雨降水量・連続日数平均値。但し、連続日数平均値  $\mu$  のカッコ内の数値は「一致度」を示す。

		日本				英国				
		年降水量 $Q_r$ mm/年	一雨降水回数 $n_r$ 回/年	平均一雨降水量 $Q_s$ mm/回・年	連続日数平均値 $\mu$ 日	年降水量 $Q_r$ mm/年	一雨降水回数 $n_r$ 回/年	平均一雨降水量 $Q_s$ mm/回・年	連続日数平均値 $\mu$ 日	
年降水量	1-2000 mm	1632	61	27	2.9 (90.0)	865	62	14	3.7 (96.9)	
年降水量の階級	少降水	1-10 mm	114	26.9	4	1.4 (96.0)	151	37.5	4	1.5 (98.2)
	中降水	10-30 mm	344	18.3	19	2.0 (96.3)	305	17.4	18	3.0 (89.1)
		30-60 mm	401	9.4	42	2.6 (94.7)	216	5.2	41	5.2 (85.4)
		60-100 mm	296	3.9	76	3.2 (94.1)	103	1.4	75	8.2 (83.3)
	多降水	100-200 mm	291	2.2	135	4.0 (93.9)	70	0.5	131	12.2 (73.1)
		200-400 mm	143	0.5	263	5.8 (89.0)	18	0.1	252	20.1 (62.7)
		400-700 mm	35	0.1	494	8.2 (75.2)	2	0.0	459	—
700-2000 mm	8	0.0	859	10.4 (72.9)	0	0.0	—	—		
合計 又は 平均	1-2000 mm	1632	61	27	4.7 (89.0)	865	62	14	8.3 (82.0)	

ずれるとともに両側に広い分布幅のあるグラフを呈するようになり降水連続日数の期間が長くなっている(連続日数平均値  $\mu$  は4.0日から10.4日)。

以上から、日本の梅雨と秋雨は、一雨降水量100~2000 mm 階級で、かつ降水連続日数の平均値が4日から10日の長期降水現象に含まれる気象現象として特徴付けられることが、階級別一雨降水量と降水連続日数の視点からの考察で明らかになった。

### 3.2 英国における一雨降水量の階級別にみた特徴

日本と同様にして描いた、英国の階級別30年平均値の日降水量グラフを第3図に、階級別年降水量連続日数成分ヒストグラムを第4図に示す。

第3図bの英国の少降水1-10 mm 階級の成分グラフは、1年を通じて1日当たり0.5 mm 以下で季節変化が小さいことを示している。この降水は殆どが1日か2日で上がる短期降水(第4図b:連続日数平均値  $\mu=1.5$ 日)であるところは日本と似ている。しかし、10-30 mm 階級から200-400 mm 階級の成分グラフ(第3図cからg)でも日本のような日降水量の大きな季節変化の見られないところが英国の特徴である。

年降水量成分の比較では、英国の少降水1-10 mm 階級の年降水量成分は年総降水量への寄与率が18%で日本7%の2.5倍である(第3図bと第1図b)。一方、多降水100-200 mm 階級での寄与率は、日本:17%と英国:8%(第1図fと第3図f)、また、200-400 mm 階級では日本:9%と英国:2%(第1図gと第3図g)と逆に小さく、日本と英国が、弱雨(短期降水)と強雨(長期降水)の年総降水量への寄与率

の関係において好対照を示している。

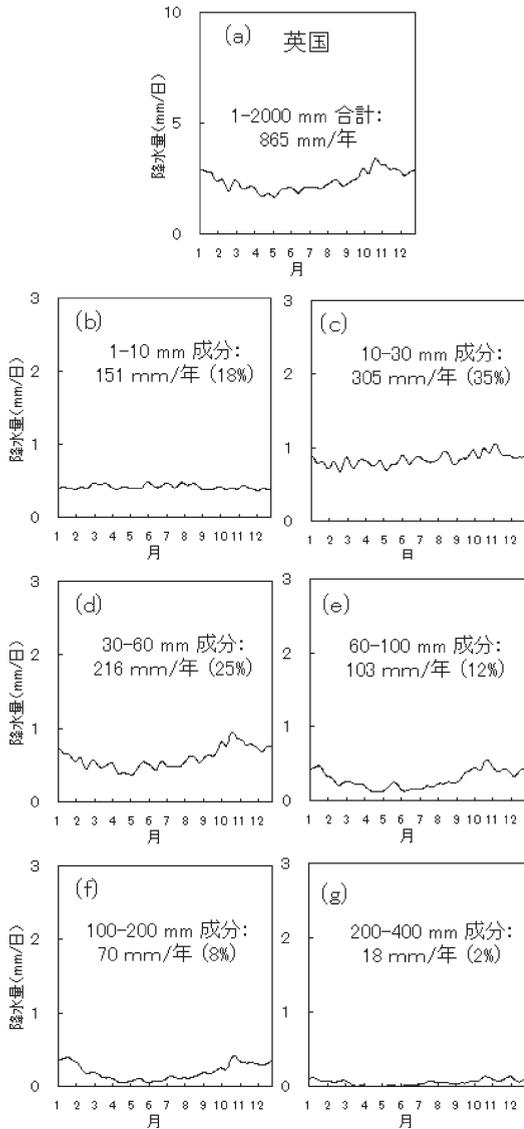
第4図cからgの成分ヒストグラムでは、最大ピーク位置の長い日数側へのずれと両側の分布幅に日本と比べて大きい違いが見られる(30-60 mm 階級では、日本  $\mu=2.6$ 日に対して英国  $\mu=5.2$ 日、100-200 mm 階級では、日本  $\mu=4.0$ 日に対して英国  $\mu=10.2$ 日)。この違いについて次節で考察する。

### 3.3 日本と英国の連続日数成分ヒストグラムの解析

日本と英国の階級別年降水量連続日数成分ヒストグラムを比較すると、最少の1-10 mm 階級では、どちらも1日にピークがある(第2図bと第4図b)。しかし、中降水30-60 mm 階級での降水量ピークは、日本は2日にあり、英国では5日にみられる違いが生まれている(第2図dと第4図d)。さらに、多降水100-200 mm 階級では、日本と英国の成分ヒストグラムの違いが拡大している(第2図fと第4図f)。この違いが何に由来するか興味深い問題なので以下で検討した。

日本と英国の年降水量ヒストグラム(第2図aと第4図a)を対数正規分布関数で近似する前報の方法を、階級別の成分ヒストグラムにも試みた。

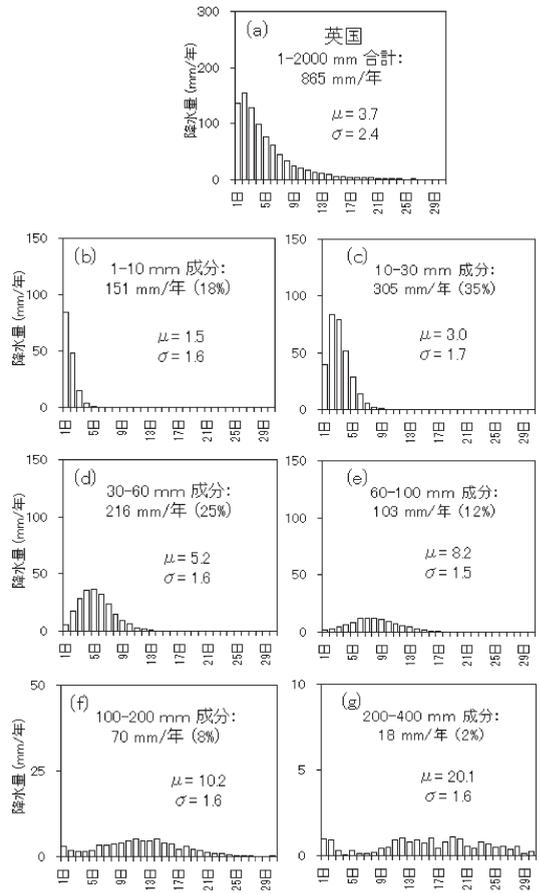
降水連続日数を  $k$  とすると、一雨降水量の各階級について年降水量成分の連続日数成分 ( $[y_k]_{\text{階級}}$ :  $k=1\sim 30$ ) の分布関数値  $f(k)$  は式(3)の対数正規分布関数によって与えられる。



第3図 英国の階級別年平均値の日降水量グラフ。但し、年降水量成分 (mm/年) と年総降水量に占める割合 (%) をかっこ中に示す。(a) 年総降水量 (1-2000 mm)、以下一雨降水量が、(b) 1-10 mm 階級、(c) 10-30 mm 階級、(d) 30-60 mm 階級、(e) 60-100 mm 階級、(f) 100-200 mm 階級、(g) 200-400 mm 階級。

$$f(k) = \frac{s}{\sqrt{2\pi} \ln \sigma k} e^{-\frac{(\ln k - \ln \mu)^2}{2(\ln \sigma)^2}} \quad (3)$$

但し、 $\mu$  : 対数正規分布関数上で定義される一雨降



第4図 英国の階級別年降水量連続日数成分ヒストグラム。但し、 $\mu$  : 降水連続日数の平均値、 $\sigma$  :  $\mu$  の標準偏差。(a) 年総降水量 (1-2000 mm)、以下一雨降水量が、(b) 1-10 mm 階級、(c) 10-30 mm 階級、(d) 30-60 mm 階級、(e) 60-100 mm 階級、(f) 100-200 mm 階級、(g) 200-400 mm 階級。

水量階級別の降水連続日数の平均値、 $\ln \sigma$  :  $\ln k$  の標準偏差、 $s$  : スケール定数 ( $s$  を  $\Sigma f(k) = \Sigma q(k)$  になるように定義)、 $\Sigma q(k) = 1632$  mm (日本)、865 mm (英国)。

さらに、連続日数別の成分値  $q(k)$  と分布関数値  $f(k)$  の一致度 ( $h$ ) を各一雨降水量階級に対して式 (4) で定義する。

$$h = (1 - \Sigma |q(k) - f(k)| / \Sigma q(k)) \times 100 \quad (4)$$

但し、 $q(k)$  は連続日数別の観測値、 $f(k)$  は分布関数値、 $k = 1 \sim 30$ 。

2つの変数 $\mu$ と $\sigma$ の最適値の導出は以下の手続きで行った。最初に1組の $\mu$ と $\sigma$ の初期値を式(3)に代入して関数値 $f(k)$ を計算し、観測値 $q(k)$ との一致度 $(h)$ を式(4)で評価する。次いで、 $\mu$ と $\sigma$ を少しずつ変化させながら一致度 $(h)$ が最も大きくなる $\mu$ と $\sigma$ の組み合わせを探す操作を繰り返す。

第1表には、式(3)を用いて計算した降水連続日数の平均値 $\mu$ とともに平均値の横のかっこ中に式(4)で計算した一致度を示した。降水量の少ないグラフでは誤差が大きくなるが、一致度は全体的によく、日本の8成分の平均 $h=89.0\%$ と英国の6成分の平均 $h=82.0\%$ であった。

第5図は、第1表の日本と英国の連続日数の平均値 $\mu$ を横軸にとり、縦軸には第1表の平均一雨降水量 $Q_s$ の平方根をとった散布図を示す。すると、平均一雨降水量 $Q_s$ の平方根と連続日数の平均値 $\mu$ の間には大きな相関関係が認められ、図中の回帰直線(原点を通る束縛条件下での相関)から日本(相関係数 $r=0.995$ )と英国(相関係数 $r=0.950$ )に対して式(5)と式(6)が得られた。

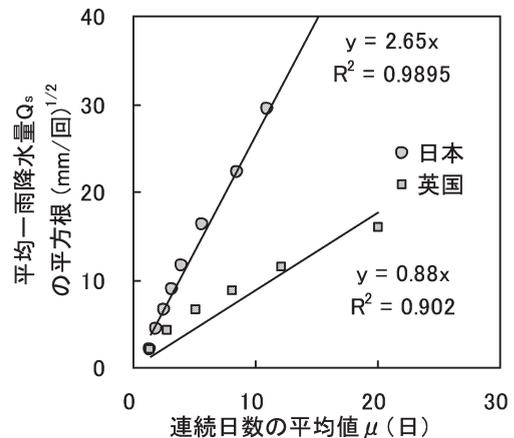
$$\text{日本: } (\text{降水量 } Q_s)^{1/2} = 2.65 \times \text{平均値 } \mu \quad (5)$$

$$\text{英国: } (\text{降水量 } Q_s)^{1/2} = 0.88 \times \text{平均値 } \mu \quad (6)$$

従って、平均一雨降水量 $Q_s$ に直すため両式を二乗した後の平均値 $\mu$ の同じ値で比較すると、日本は英国の9.1( $= (2.65/0.88)^2$ )倍の平均一雨降水量 $Q_s$ を示す結果が得られた。

一方、前報(草薙 2016)では、日本が英国の1.3倍( $= 3.7$ (英国の $\mu$ 値)/ $2.9$ (日本の $\mu$ 値))との結果が得られ、今回の結果との違いが大きい。この点について第5図を用いて考察した。英国では一雨降水量の多い事例(例えば100 mm超)はごく稀であり、降水が長期間続いた場合に限られるのに対し、日本では短期間の降水でも100 mmを超える事例が多い。そのため、一雨降水量で階級を分けると、日本と英国の降水継続日数に大きな違いが生ずる。その関係を逆から見たのが第5図である。一方、最初から降水継続日数で階級分けをすれば、一雨降水量の少ない事例が結果の大勢を支配するため、日本と英国の差は目立たなくなると考えられる。

第1表の数値を用いて、日本の700-2000 mm階級の降水確率の計算を試みた。一雨降水回数 $n_r = 0.0098$ (回/年)・平均一雨降水量 $Q_s = 859$ (mm/回)・



第5図 一雨降水量と降水連続日数平均値の相関。

$\mu=10.4$ (日)の統計データに基づくと、降り始めから約10日間降り続く一雨降水量859 mmの降水イベントが、全820地点平均で、103年( $= 1/0.0098$ (年/回))に1度の確率で起きる計算になる。

#### 4. おわりに

本研究の解析は全地点の平均に基づくものであるが、実際の降水には地域性がある。今後、日本の地域性についても、平均一雨降水量 $Q_s$ と連続日数平均値 $\mu$ の関係を調べる予定である。

#### 謝辞

本短報をまとめるにあたり、編集委員の藤部文昭氏と査読者の方には、本稿の改訂に適切なお指摘・コメントとご助言を頂きました。各位に対して心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 気象庁, 2000: 天気予報等で用いる用語(雨の強さと降り方) [http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo\\_hp/amehyo.html](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/amehyo.html) (2016.3.15閲覧)。
- 気象庁, 2014: 資料(平成26年8月豪雨) [www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/handbook/topix2.pdf](http://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/handbook/topix2.pdf) (2016.3.15閲覧)。
- 気象庁, 2015: 知識・解説(さまざまな気象現象) <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-1-2.html> (2015.12.15閲覧)。
- 草薙 浩, 2016: 日本と英国における降水の連続日数からみた季節変化の気候学的評価。天気, 63, 811-817。

---

Climatology of Seasonal Changes of Event-wise Precipitation  
Amount and Consecutive Precipitation Days in  
Japan and the United Kingdom

Hiroshi KUSANAGI\*

\* *Kyoto Weather Research Group, 131-16 Okamedani-Manjojiki, Fukakusa, Fushimi, Kyoto, 612-0846, Japan*

(Received 25 March 2016; Accepted 1 February 2017)

---