

雨量データを用いた筑後川流域における渇水・利水特性について

九州大学工学部 学生員 坂田 悠  
 九州大学大学院工学研究院 正会員 河村 明  
 九州大学大学院工学研究院 正会員 神野 健二

1. はじめに

福岡都市圏は水需給の逼迫した地域であり、常に渇水の危機にさらされているにもかかわらず、大きな河川及び流域がなく、水道水源の約3分の1を筑後川に依存している。そのため、福岡都市圏水資源管理の為に、筑後川流域の水文特性を把握することが重要である。これまで筑後川流域について著者らは、河川流量の長期的変動についての検討<sup>1)</sup>、渇水持続曲線から見た1994年渇水時の流況特性についての検討<sup>2)</sup>などを行ってきた。本報では、雨量データに着目し、雨量年表<sup>3)</sup>に公表されている筑後川流域9雨量観測点における日雨量データを用いて、筑後川流域の降雨特性を把握し、雨量渇水持続曲線などにより渇水年である1978, 1994年の利水特性について考察を行った。



図-1 筑後川流域概要図

2. 解析に用いた雨量データ

図-1に、筑後川流域の概要図と本流域において、雨量年表<sup>3)</sup>にそのデータが公表されている9雨量観測点の名称、位置を示す。本報ではこれらの日雨量データを対象として解析を行っており、各観測点の、最初のデータが存在する観測開始日、観測開始日から2000年12月31日までの解析対象年数、欠測日の存在する年の数を表-1に示す。まず、9観測点に存在する日雨量データから、すべての2観測点間の相関を求めた結果を表-2に示す。これらの相関は全て有意水準1%で有意であり、隣接する観測点間において高い相関が得られることがわかる。この中で、最も高い相関を示した黒川・黄川間の散布図を図-2に示す。ここで、以下の解析のため欠測データに関して、連続欠測日数が1ヶ月以内のものについては、原点を通る回帰直線を用いて補間を行った。まず、9雨量観測点の2点間の相関係数が0.9を超える黒川・黄川では、相方のデータを用いて補間を行った。その他の観測点においては相関係数が0.85以上ある観測点を抽出し、その回帰係数より求めた値の平均値として補間した。

表-1 9雨量観測点雨量データ

観測点名	観測開始日	解析対象年数	欠測年数	補間後の欠測年数
黒川	1952年8月7日	48年	6年	2年
黄川	1956年3月15日	44年	3年	0年
杖立	1956年3月15日	44年	9年	0年
鯛生	1955年1月1日	46年	7年	4年
寺床	1956年3月15日	44年	9年	5年
野上	1955年2月1日	45年	7年	3年
森	1941年1月1日	60年	5年	2年
横畑	1957年4月1日	43年	1年	0年
原田	1952年8月6日	48年	7年	4年

また、原田においては、相関係数が0.85以上の観測点が存在しなかったため、相関係数0.7以上の観測点の日雨量を用いて同様に補間した。表-1に欠測を補間した後の欠測日の存在する年の数を併記している。

表-2 9雨量観測点における日雨量の相関

黒川	0.93	0.86	0.81	0.77	0.81	0.79	0.77	0.61
黄川		0.87	0.85	0.76	0.80	0.79	0.79	0.65
杖立			0.87	0.75	0.83	0.83	0.83	0.69
鯛生				0.68	0.75	0.76	0.80	0.70
寺床					0.90	0.82	0.76	0.58
野上						0.88	0.83	0.63
森							0.88	0.67
横畑								0.74
原田								

網掛けは補間に用いた地点の相関係数を示す

3. 降水量の一般的統計特性

図-3に9雨量観測点の年降水量の箱ひげ図を示す。これより、上流部に位置する黒川、黄川、杖立、鯛生における値が大きくなっていることがわかる。次に、日雨量が0.5mm以上のデータに対し(0.5mm未満のデータについては無降雨とした)、月別日雨量変動箱ひげ図を作成した。例として、図-4に森、黄川における箱ひげ図を示す。図-4より日雨量の分布は正に歪んでいること、夏季の

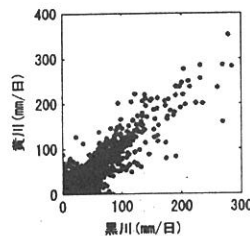


図-2 黒川・黄川の散布図

6月, 7月に日雨量が大きくなっていることがわかる。

#### 4. 渇水持続曲線による利水特性

本報では渇水持続曲線 (DDC, Drought Duration Curve) を, 式 (1) で定義される  $D_i(m)$  として計算する<sup>2)</sup>。

$$D_i(m) = i - \text{th smallest} \left\{ \min_{j=1 \dots N} \frac{1}{m} \sum_{t=1}^{m/2} r(t) \right\} \quad (1)$$

ここに,  $r(t)$ : 日雨量[mm/日]  $m$ : 移動平均日数[日]

すなわち DDC は日雨量時系列に対して, まず移動平均日数  $m$  の時系列をつくり, その時系列の各年から年最小値を取り出して小さい順に並べて  $i$  番目に小さいものを取り出す。そして  $i$  番目に相当する非超過確率もしくはその逆数の確率渇水年をパラメーターにとり,  $m$  の変化に伴い, この  $i$  番目に小さい年最小移動平均雨量がいかに変化するかを示した図である。ここで,  $i$  番目に相当する確率年  $T_i$  年は Weibull プロットの式を用いた。

$$T_i = (N+1)/i \quad (2) \quad \text{ここに, } N: \text{観測年数}$$

図-5 に森, 図-6 に黄川に対する DDC を示す。DDC は, 再現期間にかかわらず,  $m=400$  日前後までは  $m$  の増加とともに増大し, それ以降はほとんど一定となる傾向にある。次に, 1978, 1994 年の利水特性について検討する。

1978, 1994 年の年降水量は, 森においてそれぞれ 59 年中 4 位, 1 位, 黄川において 44 年中 2 位, 1 位の少雨であった。森について見てみると, 図-5 に破線で示した 1978 年の DDC に着目すると,  $m=370$  日までは再現期間 2 年から 5 年前後,  $m=370$  日以降では, 再現期間 10 年前後となっていることがわかる。

また, 実線で示した 1994 年の DDC は,  $m=180$  日までは再現期間 2 年前後となっているが,  $m=180$  日から 320 日では再現期間 10 年前後,  $m=360$  日から 600 日では再現期間 54 年間で最小となっており, それ以降は増大している。両年の利水特性について,  $m$  が小さい間はそれほど目立った少雨を示すものではなかったが,  $m$  を長くとることにより 1978 年は再現期間 10 年前後の比較的厳しい渇水, 1994 年は再現期間 54 年前後の非常に厳しい渇水であったことがわかる。黄川について見てみると, 図-6 に示した 1978 年の DDC より,  $m=370$  日までは再現期間 2 年から 10 年前後,  $m=370$  日以降では, 再現期間 43 年前後となっており, 降水量の多い黄川では, 森より厳しい渇水となっている。また, 1994 年の DDC は,  $m=170$  日までは再現期間 2 年から 10 年前後であるが,  $m=170$  日より 560 日程度まで再現期間 43 年前後と,  $m$  が小さい段階よりほぼ再現期間 43 年の最小値をとっており, 森より厳しい渇水であったことがわかる。

また, 実線で示した 1994 年の DDC は,  $m=180$  日までは再現期間 2 年前後となっているが,  $m=180$  日から 320 日では再現期間 10 年前後,  $m=360$  日から 600 日では再現期間 54 年間で最小となっており, それ以降は増大している。両年の利水特性について,  $m$  が小さい間はそれほど目立った少雨を示すものではなかったが,  $m$  を長くとることにより 1978 年は再現期間 10 年前後の比較的厳しい渇水, 1994 年は再現期間 54 年前後の非常に厳しい渇水であったことがわかる。黄川について見てみると, 図-6 に示した 1978 年の DDC より,  $m=370$  日までは再現期間 2 年から 10 年前後,  $m=370$  日以降では, 再現期間 43 年前後となっており, 降水量の多い黄川では, 森より厳しい渇水となっている。また, 1994 年の DDC は,  $m=170$  日までは再現期間 2 年から 10 年前後であるが,  $m=170$  日より 560 日程度まで再現期間 43 年前後と,  $m$  が小さい段階よりほぼ再現期間 43 年の最小値をとっており, 森より厳しい渇水であったことがわかる。

#### 5. むすび

本報では, 筑後川流域 9 雨量観測点における日雨量データを用いて, 筑後川流域の降雨特性を解析した。また渇水持続曲線を描いて, 1978, 1994 年の利水特性について検討を行った。その結果, 1978 年の渇水は, 長期的に見た場合, 森においては再現期間 10 年程度の渇水であり, 黄川においては再現期間 43 年程度の渇水であることがわかった。また 1994 年は, 森においては移動平均日数  $m$  大きい場合に少雨第 1 位の渇水であり, 黄川においては  $m$  が小さい段階から再現期間 43 年程度の渇水であることがわかった。

#### 【参考文献】

- 1) 久野祐輔・河村明・神野健二: 筑後川河川流況の長期的変動特性について, 第 6 回水資源に関するシンポジウム講演概要集, pp.189-194 2002 年 8 月
- 2) 小池順也・河村明・神野健二: 渇水持続曲線からみた平成 6 年の筑後川の流量に関する考察, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.202-203 1998 年 3 月
- 3) 国土交通省 (建設省) 河川局編: 雨量年表

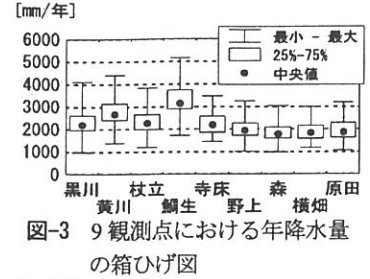


図-3 9観測点における年降水量の箱ひげ図

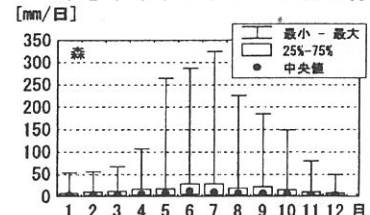
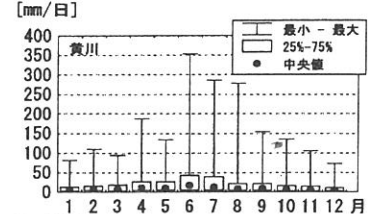


図-4 月別日雨量変動箱ひげ図

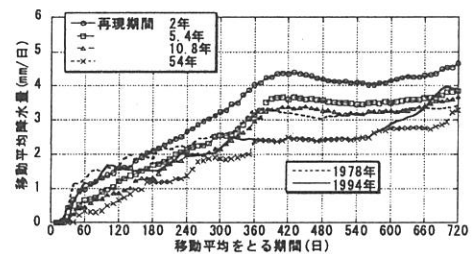


図-5 森観測点の渇水持続曲線

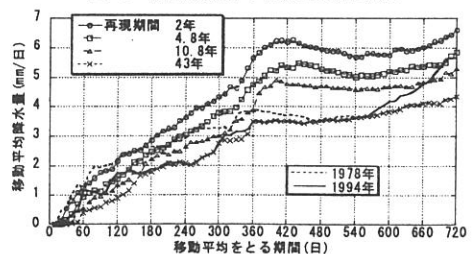


図-6 黄川観測点の渇水持続曲線