

琵琶湖流域の渇水持続特性について

京都大学工学部 正員 高橋琢馬 ; 京都大学工学部 正員 宝 馨

京都大学工学部 学生員○清水 章 ; 青 木 建 設 Barriga, J.A.

琵琶湖の流入量と降水量のデータ系列に渇水持続曲線を適用し、当流域の渇水持続特性を検討した。

1. 渇水持続曲線

渇水持続曲線(DDC; Drought Duration Curve)とは、水文現象が低位に及んだときの持続特性を、低位にある状態の継続期間とその間の平均値とを対比させて表現したもので、吉川・竹内^{*)}により提案された。

N年間の水文時系列 r_t ($t=1, \dots, N$) における $T_k = (N+1)/k$ 年渇水の渇水持続曲線を

$$f_k(m) = k\text{-th smallest} \cdot \min_{j=1, \dots, N} \frac{1}{m} \sum_{t=t_1}^{t_2=t_1+m-1} r_t \quad * \in S(j)$$

と定義する。ここに、 $S(j)$: j 年の季節 S に属する時点の集合で、1 時点のみで構成される場合もあり季節・年間内の全時点より構成される場合もある。

* : 移動平均をとる起点 t_1 あるいは終点 t_2 あるいは t_1 および t_2 の両方。 $f_k(m)$: T_k 年渇水

である限り、季節 S に属する任意の期間長 m 内に最低でも確保できる平均水文量。

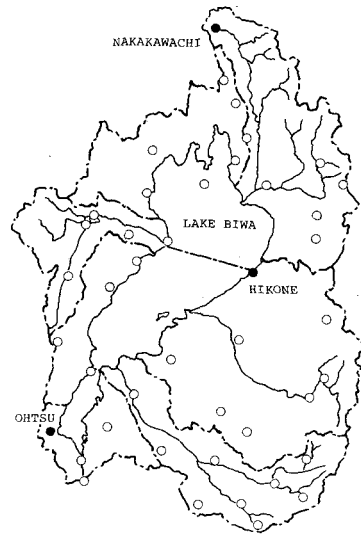
ここでは、 $S(j)$ は j 年の t 月のみを要素とする集合で、* は t 月を起点とする場合のみを考慮した [$S(j)=(t, t)$ と記す]。対象とする水文量は、1912~81年の月降水量(図1に示す43観測所の地点降水量およびそれらの算術平均により求めた流域平均降水量)と1914~74年の月流入量(降水量・流出量・水位・湖面蒸発・湖面積のデータから逆算)である。

2. 月降水量系列による検討

2-1 地域性について 各観測所の月降水量系列のDDCを描き地域的特徴を調べてみた。図2に流域の北部・中部・南部にそれぞれ位置する中河内・彦根・大津のDDCを1月および6月を起点とする場合について示す。各地点ごとに特徴を挙げてみよう。

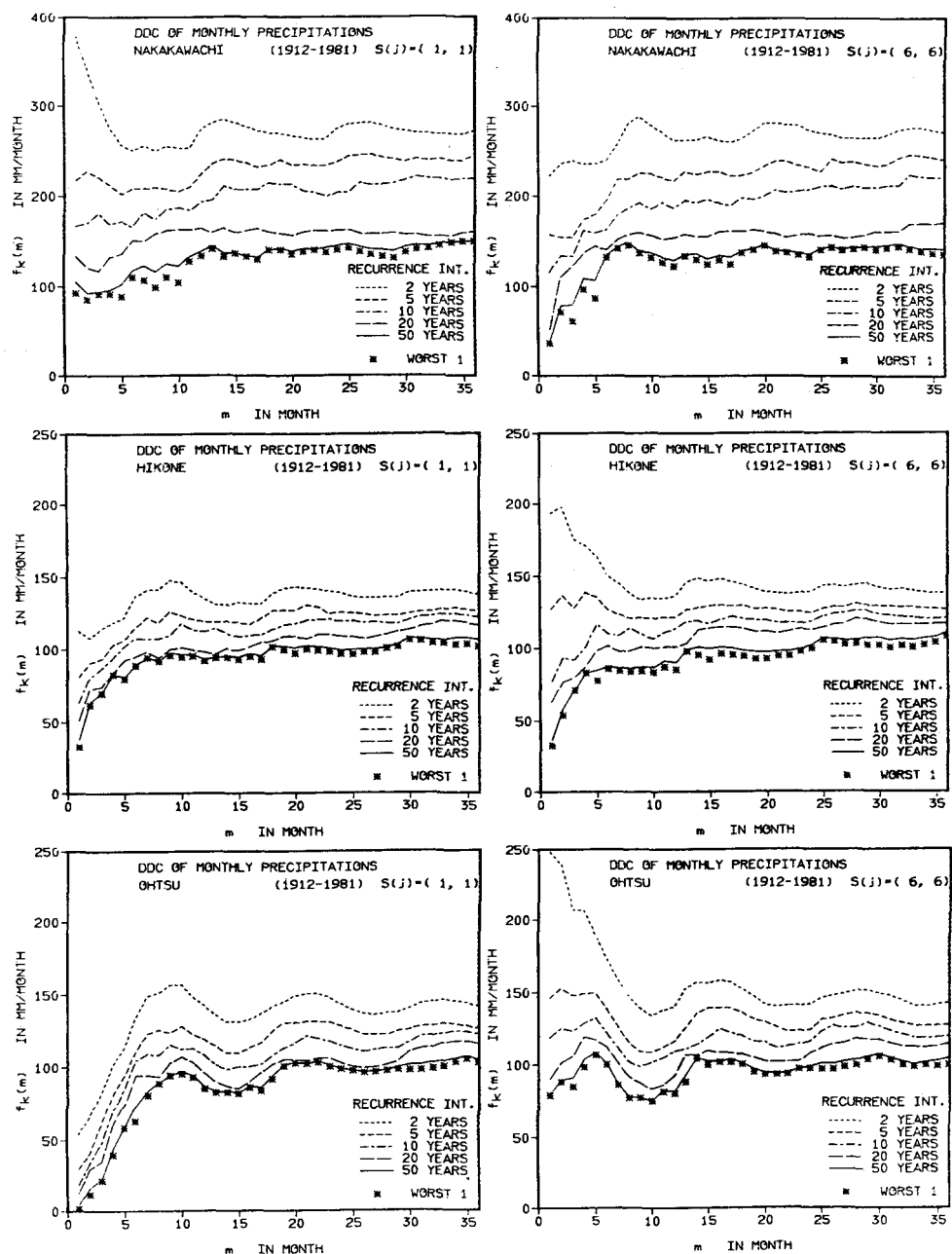
①中河内：豪雪地帯であり冬期に降水量が多い。 $m \geq 12$ でのDDCを見ると、他の2地点に比べて、中央値(再現期間2年に相当)およびそれと既往最小値(図では WORST1 と記した)との差(これが m 月平均水文量の変動の大きさを表すと考えてよい)ともに最大となっている。これはDDCの $m \leq 6$ の部分からわかるように、この地点における冬期($S(j)=(1, 1)$ の図で $m \leq 3$ の部分)の降水量が3地点中最大でかつその変動も大きく、梅雨期($S(j)=(6, 6)$ の図で $m \leq 2$ の部分)においても他の地点並の降水量があることによる。

②彦 根：冬期の降水量は2年確率で110mm程度でかつ変動が小さい。逆に梅雨期では



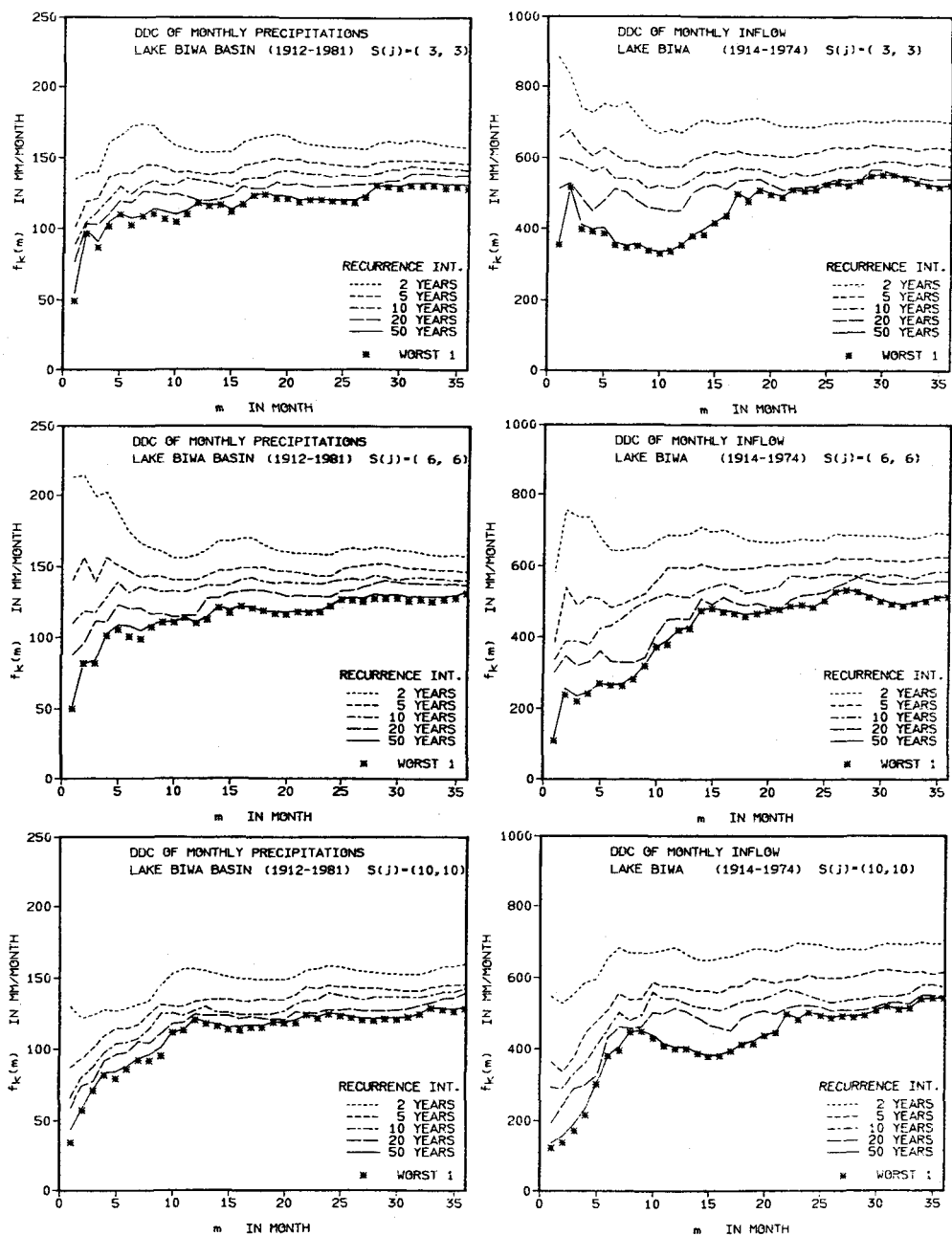
【図1】琵琶湖流域

Takuma TAKASAO, Kaoru TAKARA, Akira SHIMIZU and Jairo Alfonso BARRIGA



【図2】中河内・彦根・大津の月降水量のDDC（左：1月起点，右：6月起点）
2年確率で200mm程度で変動が大きい。また $m \geq 12$ ではDDCがほぼ水平になっているが、これは降水量の年内変動が比較的小さいことを表す。

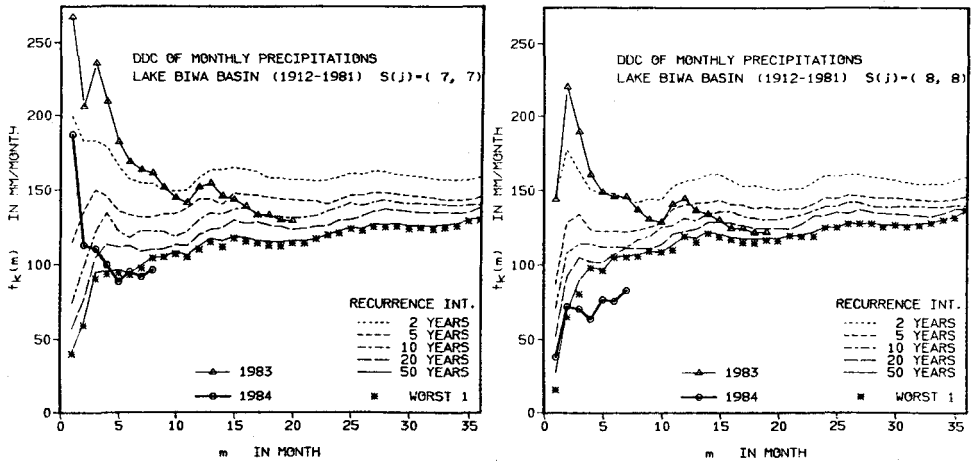
③大津：彦根の場合よりも、冬期に降水量が少なく夏期には多雨となる。冬期と夏期の降水量の差が顕著であるから、DDCが12か月周期で波打っている。



【図3】月降水量〔左〕と月流入量〔右〕のDDC〔上から3, 6, 10月を起点とする〕

以上のことから、冬期には、湖北で大きな降水量が期待でき、湖南での降水量はかなり小さい；梅雨期には、どの地点においてもかなりの降水量が期待できるが、その変動は決して小さくない（カラ梅雨、豪雨）などのことがわかる。

2-2 流域全体の降水量について 流域全体の月降水量系列のDDCを1~12月を起



【図4】1984年渇水の評価

点として描いてみた。大体の傾向として彦根のDDCとよく似た形状を示すことがわかった。図3の左側には月降水量の3, 6, 10月を起点とするDDCを示した。2-1で見たように当流域の降水は季節によって空間的に大きな偏りがあるが、流域全体として見ると年間を通じてコンスタントに降水量があるといえる。また、年間のどの季節においても、1~2か月の間降水が少なくても3~4か月たてばその期間内にある程度(少なくとも70~80mm程度; 平均的には120~150mm程度)の降水量が期待できることがわかる。

2-3 1984年渇水について 図4は、7月、8月を起点とする月降水量(流域全体)のDDCに、1983~84年の降水量系列のm月平均値をプロットしたものである。1984年7月には平年並の降水量があったにもかかわらず、秋雨期及び台風期から年末にかけて降水量が非常に少なかったことがわかる。特に、1984年8月からの3~7か月平均降水量は史上最悪であり、長期間にわたる渇水が引き起こされたのも当然といえる。

3. 月流入量系列による検討

図3の右側に月流入量(湖水位上昇分に換算してある)のDDCを示した。左側の月降水量の図と比べると、3月を起点とするDDCの形状に大きな違いが見られる。他の時期に比べて3~5月に降水量が少ないにもかかわらず、流入量はかなり大きい。これは融雪出水によるためであり、月流入量の3月を起点とするDDCのWORST1を見ると、最初の数か月において他のDDCよりかなり高い値(約400mm前後)をとっている。すなわち、融雪出水が毎年 of 安定した水資源を供給しており、その重要性がうかがえる。

本研究は、昭和60年度文部省科学研究費補助金(自然災害特別研究(2);代表・京都大学防災研究所池淵周一教授)の補助を受けた。また、データの収集には、建設省琵琶湖工事事務所ならびに(財)大阪地域計画研究所福西道昭氏に多大な便宜を図っていただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

【参考】*) 吉川秀夫・竹内邦良: 渇水持続曲線の性質とその応用, 土木学会論文報告集, 第234号, 1975, pp.61-71.