

II-22

渇水持続曲線からみた流況特性の考察

共和技術株式会社 正員 図師 義幸  
共和技術株式会社 正員 山田 均

1. はじめに

貯水池運用操作の一手法として竹内氏はDDCルール・カーブによる適切な節水ルールを提案・検証しているが、本検討はその前提概念である渇水持続曲線(DDC)について、それが貯水池運用のみならず河川の流況特性把握にとっても従来の視点とは違った観点から評価できることを3河川を例にとり示したものである。

2. 渇水持続曲線の考え方および使用データ

渇水持続曲線とは、任意のm日区間に危険率 Pk(確率年Tk=1/Pk)で期待出来る平均流量(fk(m|τ))であり洪水の検討における「確率別降雨強度曲線」に相当する。流量(qt)に対する式は、次のとおりである。

$$fk(m|\tau) = k - t_{h, \text{smallest}} \frac{1}{m} \sum_{t=t_1}^{t_1+m-1} qt$$

これから、あるτ時点において横軸にmを、縦軸にfk(m|τ)を、Pkをパラメータにしてプロットすれば季節別渇水持続曲線が描ける。なお、τは半月毎にずらして計算し、図は1月と6月のスタート時のみ示した今回対象として取り上げたデータはいずれも自然流量(半月平均流量)であり、以下に示す流域面積と位置である(同一河川ではない)。

A地点(上流部)	A=500 km <sup>2</sup>
B地点(中流部)	A=620 km <sup>2</sup>
C地点(下流部)	A=910 km <sup>2</sup>

計算及び結果図は、比較のし易さと図の見易さから各データを流域面積で除し100倍した値を使用した。計算期間は、30年間である。

3. 考察

図1にA地点の各年DCを、図2, 3に3地点毎の確率DDCを示したが、あくまでもこれら3地点の図から次のような点が考察できる。

①. 各年DCと確率DDCの違い

確率DDCは図1, 2(1)に見られるように、異なる年の流況であってもその低いほうの値を包絡するようなDCが確率DDCとなる。つまりこの確率DDCの特徴はある確率を持ったモデル流出波形を作成していることを意味し、比較的治水水面に対して確率要素やモデル波形要素が入るケースが少ない利水面にとっては、既往の流出がそのまま再現するという仮定が主流をなしていることから一歩進んだ考えかたであろう。

②. 同確率における流況特性について

図2の(1)~(3)に示すDDCは、B・C地点に比べてA地点が冬期から夏期への変動が比較的多い。一方、利水計画上の供給先である需要量の一般的なパターンは農業用水が上水・工水に比してその変動が大きい。

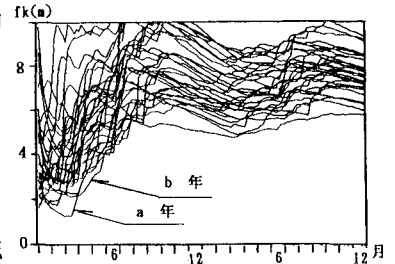


図1 各年の持続曲線(A地点)

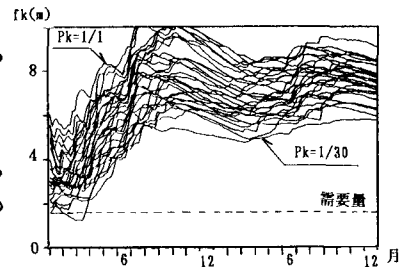


図2(1) 渇水持続曲線(A地点, τ=1月1日)

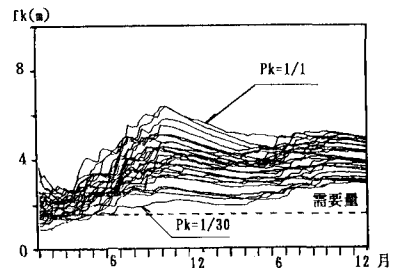


図2(2) 渇水持続曲線(B地点, τ=1月1日)

このこととDDCの変動を併せ考えると、A地点のような流況は農水需要に適しており、B・C地点のような流況は上水・工水需要に適していることをDDCが示している。

また、この特性はA、B、C地点が上流、中流、下流地点であることを考えると、それぞれの地域的な流況特性をよく表現している。

3地点の曲線の違いは、利水上において各地点を基準点として貯水池を設けた場合、A地点では大きな貯水容量を持たないと無効放流が多くなり、C地点は比較的小さな容量で効率の良い水供給の出来ることも意味している。しかし、例えば約 $1.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ の年間一定の上水あるいは工水の需要量に対する貯水池の必要容量でみると、C地点が渇水の持続期間が長く一番容量が必要となり、逆にA地点は低位の流量の変動が激しくても $1.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ の需要量を下廻る持続期間が短いので必要容量は少なくて済む。

③. 3地点の各確率DDCの密集度について

図2,3によると、A・B地点では  $P_k=1/30$  のDDCが比較的離散しているが、 $P_k=2\sim 4/30$  で集中し、 $P_k=5/30$ 以降がまた離れて集団をなしている。C地点では、 $P_k=1\sim 4/30$  が集団で  $P_k=5/30$ 以降と離れている。

このような DDCからみた流況特性により、各河川の利水計画や低水管理の目安として、それぞれの流況(実力)に適した目標あるいは期待できる渇水確率(河川砂防技術基準によれば  $P_k=1/10$  であるが)を設定することができよう。

④. 移動平均期間長(m)について

mを長くすれば、当然 DDCは変動が少なくなり長期間の計算は無意味となる。その期間長は3地点で見ると、12ヶ月程度で充分であり、これまでの各河川流況特性の違いといってもこの期間内が問題である。

4. おわりに

今回は低位に偏した場合のみ抽出したDDCからみたその変動と需要パターン・貯水池容量、及び確率DDC間の密集度と利水安全度などについて検討したが、今後は変動需要量や流入量との合成確率、それを実用した貯水池運用ルールなどについて検討を加えていきたい。

最後に、本検討に当たって有意義な助言や資料を提供して頂いた方々に対し、深く感謝の意を表します。

\*)参考文献

1. 吉川・竹内、渇水持続曲線の性質とその応用、土木学会論文報告集、No234、1975
2. 竹内・富田、給用水貯水池のためのDDCルール・カーブ、第28回水理講演会論文集、1984
3. Takeuchi, K.: Chance-Constrained Model for Real-Time Reservoir Operation Using Drought Duration Curve, Water Resour. Res., 22(2), 1986
4. 竹内・吉川、渇水・豊水持続特性に関する世界水文地図作成の試み、第31回水理講演会論文集、1987
5. 図師・山田・竹内、DDCルール・カーブ作成時の条件設定について、第31回水理講演会論文集、1987

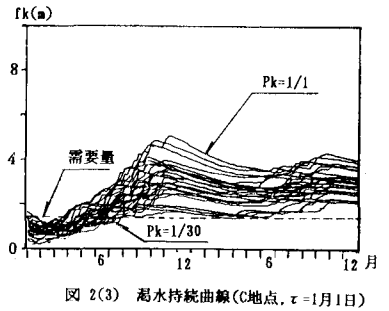


図 2(3) 渇水持続曲線(C地点,  $\tau=1$ 月1日)

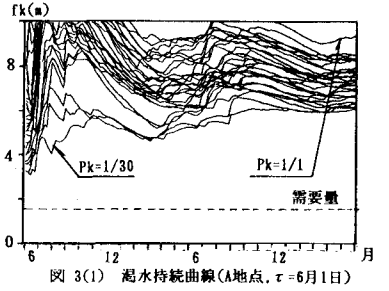


図 3(1) 渇水持続曲線(A地点,  $\tau=6$ 月1日)

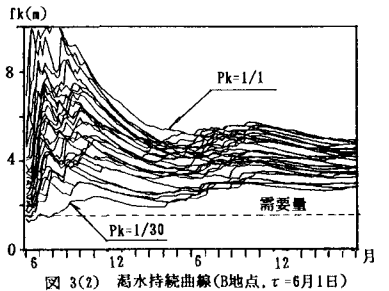


図 3(2) 渇水持続曲線(B地点,  $\tau=6$ 月1日)

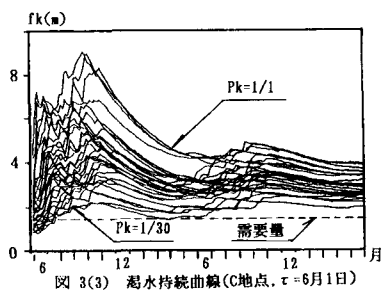


図 3(3) 渇水持続曲線(C地点,  $\tau=6$ 月1日)