

山梨大学工学部 正会員 竹内邦良
静岡県庁 正会員 吉川正剛

1. はじめに

Rangeの考え方はRippleによって、マスカブ法を用いて必要貯水容量を決定する場合のファクターとして導入されたものである。渇水・豊水持続曲線(DDC・FDC)は前者と幾つかの類似点を持つ。そこで本論文の目的はこの両者の関係を明らかにすることである。

2. 渇水・豊水持続曲線(DDC・FDC) , Range の定義

以下に DDC・FDCその確率年、Adjusted rangeの定義式を示す。

$$\text{DDC: } f_k(m) = k\text{-th smallest. min}_{j=1, \dots, N} \frac{1}{m} \sum_{t=1}^{t_1+m-1} x_t / \bar{x} \quad (1)$$

$$\text{FDC: } f_k^*(m) = k\text{-th largest. max}_{j=1, \dots, N} \frac{1}{m} \sum_{t=1}^{t_1+m-1} x_t / \bar{x} \quad (2)$$

$$T_k = (N+1)/k \quad (3)$$

X_t は t 時点の時系列、 m は DDC・FDCにおいて考える移動平均期間長、 N は年数である。

$$\text{Range: } R(t, s) = \max_{1 \leq u \leq s} \left[\sum_{v=1}^u X(t+v) - u\bar{x}(t, s) \right] - \min_{1 \leq u \leq s} \left[\sum_{v=1}^u X(t+v) - u\bar{x}(t, s) \right] \quad (4)$$

$$\bar{x}(t, s) = s^{-1} \sum_{v=1}^s X(t+v) \quad (5)$$

$$s^2(t, s) = s^{-1} \sum_{v=1}^s \{X(t+v) - \bar{x}(t, s)\}^2 \quad (6)$$

$\bar{x}(t, s), S(t, s)$ は標本平均、標本標準偏差、 s は Rangeを考慮する際の期間長である。

3. 渇水・豊水持続曲線(DDC・FDC) と Rangeとの対応について

DDC・FDCと Rangeの関係をマスカブ上で示したものが図1である。Rangeはこの累積和の最大と最小の差である。(ただしここでは平均を $\bar{x}(t, s)$ ではなく理論平均 μ としている。)一方DDC・FDCは時系列の移動平均の年最小値、最大値であるが、これらは m が小さいときは曲線が下降している部分、あるいは上昇している部分だけを取り出したものである。図上の $\{\mu - f(m)\} \cdot m$, $\{f^*(m) - \mu\} \cdot m$ は m を0から s まで変化させたときの、この値の最大である。この値は m がこの図上の値以下のときは m の増加によって増加するが m がこれ以上になると m の増加によって減少する。

Fig.2は沖浦(青森)の日流量における $\{\bar{x} - f(m)\} \cdot m/S \cdots (a)$, $\{f^*(m) - \bar{x}\} \cdot m/S \cdots (b)$

(ただし S は標準偏差、DDC・FDCの確率年は2年、worst ever observed)と m の関係、 $R(t, s)/S(t, s) \cdots (c)$ と s の関係(大円は小円の平均値)のそれぞれを同じ両対数紙上に示したものである。ここでは時間長が小さいときは(a),(b)とも(c)より上に位置するが、時間長が1年を超えると必ずしもそうではない。これはDDC・FDCにおいては、時間長 m が長くなると図1の中で曲線の下降部、あるいは上昇部だけを取り出すことができなくなるためである。

次にここで(a),(b),(c)の直線部分について $m = (s/A)^\alpha$ (α, A は定数。)

という関係をあてはめてこれらを一致させることを考えると、(a) $\alpha = 0.92, A = 1.9$ (b) $\alpha = 1.3, A = 25$ である。このそれぞれは、考慮する期間 s のうちcriticalな渇水・豊水の期間 m がどの程度の長さであることを示している。

4. まとめ

DDC・FDCと Rangeを対応させることによって、Rangeにおいて考慮する期間と、DDC・FDCにおいて考慮する critical な渇水・豊水の期間の長さの関係が上のように明らかになった。

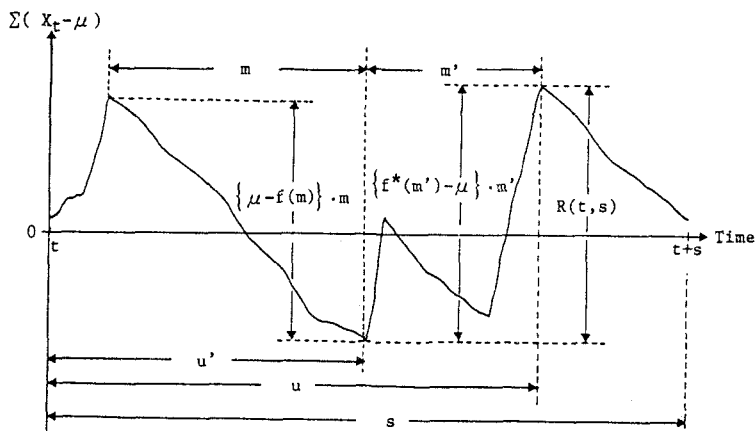


図1 マス・カブ上での DDC・FDCと Rangeの関係

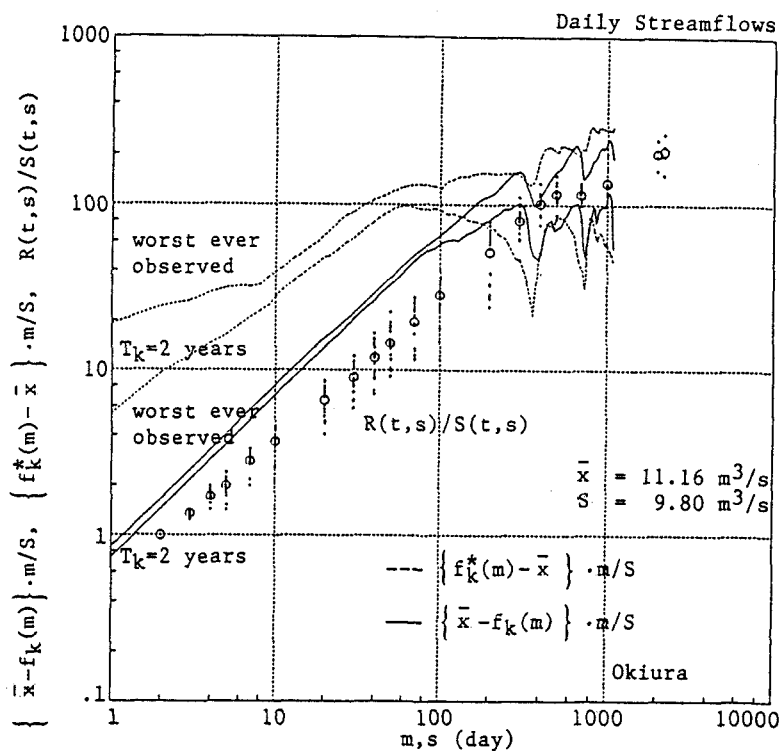


図2 $\{\bar{x} - f_k(m)\} \cdot m/S$, $\{f_k^*(m) - \bar{x}\} \cdot m/S$ と m , $R(t, s)/S(t, s)$ と s の関係

参考文献

竹内・吉川：渇水・豊水持続曲線と Hurst数の関係について、第31回水理講演会論文集、pp.215-220