II-299 毎年・非毎年資料に関するLangbein式の成立条件の修正

山梨大学 正会員 竹内邦良

1. Langbein式の正しい成立条件

Langbein (1949)は，毎年・非毎年両資料により推定された平均再帰間隔（return period あるいは確率年）の関係を，

$$T_p = \frac{1}{\ln T_a - \ln(T_a - 1)} \qquad (1) \qquad \text{但し} \quad \varepsilon \ll n \qquad (2)$$

という形で与えた．この式の成立条件(2)は誤りではないが不十分であり，

1. p_ν が Poisson 分布する，あるいは
2. p_ν は Poisson 分布しないが，$\varepsilon \ll n$ (3)

と改められるべきである．本報はこの事実を指摘すると共に，現実のp_νの分布，それがPoisson分布でないことに伴なう(1)式の誤差，ならびに日降雨量記録にあらわれた$T_p \sim T_a$関係の実測値の例を紹介するものである．

記号の説明を，日降雨量資料を例に行う．

N 観測年数

r_i N年間の観測記録のうち，大きい方から順に取り出したときの第i位の日降雨量（非毎年資料での第i位）

n ある水準r_M以上の日降雨量の年平均生起回数（大きい方からM個取り出したときの年平均抽出個数）

$$M = nN \qquad (4)$$

p_ν ある水準r_m以上の日降雨量が1年間にν回生起する確率 $\sum_{\nu=0}^{\infty} p_\nu = 1$ (5)

ε N年間での第m位の日降雨量r_mについて $\varepsilon = \frac{m}{N}$ (6)

T_a r_m以上の日降雨量が1回以上生起する年の平均再帰間隔．r_mが年最大日降雨量N個のうちの第m^*位（毎年資料で第m^*位）であるとき，$T_a = \frac{N}{m^*}$ (7)

T_p r_m以上の日降雨量の平均再帰間隔 $T_p = \frac{N}{m} \left(= \frac{1}{\varepsilon}\right)$ (8)

2. 上記修正の意義

1) Ven Te Chow (1950)により指摘されたように，$T_p \sim T_a$の差は$T_p \leq 5$年で10%以上となり，$T_p \simeq T_a$ではなく，(1)式を用いる必要性がでてくる．しかしながら，T_pが小さい場合には(2)の条件は満足されず，Langbeinの論理に従う限り，(1)式は使えないという自己撞着を生じる．例えば86年間の資料から上位100個を取り出し，第90位の日降雨量の平均再帰間隔T_pをT_aと関連づけたいときには，

$$n = 1.16, \quad \varepsilon = 0.90, \quad \left(1 - \frac{\varepsilon}{n}\right)^n = 0.176, \quad e^{-\varepsilon} = 0.407 \qquad (9)$$

となり，明らかに(2)の条件からはずれている．それではこの場合(1)のLangbeinの関係式は使えないのであろうか．(3)の修正された条件式は，この場合でもp_ν（上位100個の日降雨量の年間発生回数の確率分布）がPoisson分布に従う限り，(1)式を用いてさしつかえないことを示している．

2) 従来はLangbeinの関係式を成り立たせている，水文時系列の統計的特性が何であるかが不明であった．条件式(3)は，時系列特性の中でもp_νがPoisson分布する事象であるかどうかが，Key factorであることを示したものである．例えば洪水のピーク流量の場合と，日降雨量の場合，あるいはその他の水文・気象時系列において，この点に関する特性にそれぞれ違いのあることが想像される．

引用文献 1) Langbein, W.B. (1949) Trans. AGU, vol.30, pp.879~881 2) Chow, Ven Te (1950) Trans. AGU, vol.31, pp.939~941

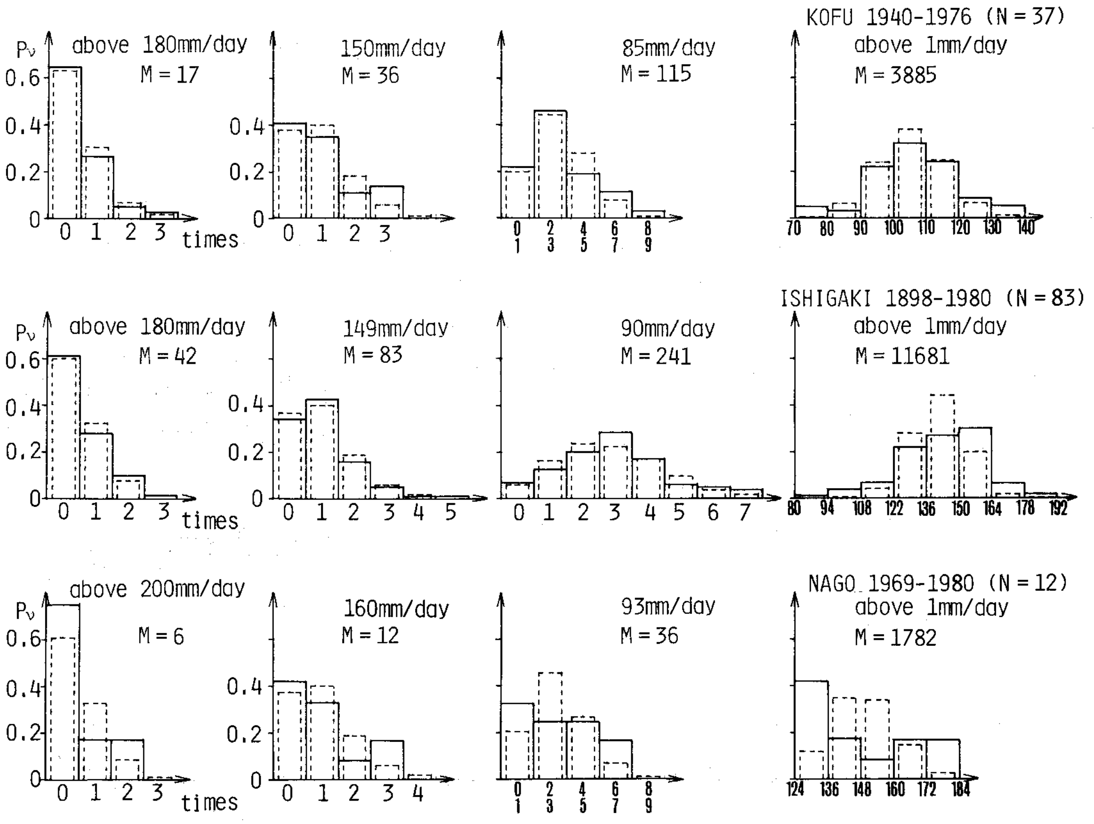

Fig. 1 Distributions of daily precipitations above various trancation levels.

Fig. 2 Relationship between recurrence intervals, partial duration series T_p and annual maximum series T_a of daily precipitations.