

降雨期、融雪期の統計的単位図について

京都大学工学部 正員 高梅 琢馬
 京都大学大学院 学生員 池淵 周一
 京都大学大学院 学生員 ○田中 雄作

1 序 説

日単位で長期間の流出解析を行なうための一方法として、統計的単位図法が提案されてきた。これは、流出系を定常・線形と考え、Wienerの線形浮浪理論に基づいて、降水量、流域、流量を、それぞれ入力、変換系、出力に対応させ、Wiener-Hopfの方程式を解くことによって、流出系の特性である統計的単位図を求めるものである。これまでの研究では、流出系の定常・線形化に問題が残されていたので、本研究ではこれらの問題点の改善をはかるため、流出機構を降雨期と融雪期にわけ、実際現象に近づくよう考慮した。

2 降雨期の統計的単位図

日降雨量 $R(t)$ のうち、表面流出となる非線形成分 $NL(t)$ と、流出に寄与しない初期損失量 $L(t)$ を分離するため、中間流出の生起場である A 層内の土湿量を考慮し、これを図-1のように表わす。重力排水量が必ず初期損失量領域における土湿量は、無降雨経過日数とともにそれぞれ異なる指数関数型の τ で減衰するものとして、次式のように仮定する²⁾。

$$\text{重力排水量} : S(t) = \{ S(t_0) + i_c/\alpha \} e^{-\alpha(t-t_0)} - i_c/\alpha \quad (1)$$

$$\text{初期損失量} : S(t) = S(t_0) e^{-\beta(t-t_0)} \quad (2)$$

$S(t), S(t_0)$; t 日および t_0 日における貯留水深 (mm)

i_c ; 最終浸透能 (mm/day)

α, β ; τ 減衰係数

非線形成分	飽和 貯水量
重力排水量	
初期損失量	最小 貯水量
吸着水	

図 - 1

実際に統計的単位図の入力となる有効降雨量 $Re(t)$ は、 $S(t)$ と $R(t)$ の和のうち重力排水量領域にある降水量分である。このような手法を由良川流域に適用し、従来の研究から飽和貯水量、最小貯水量、吸着水量を仮定して α, β を定め、

これに基づいて算出された $Re(t)$ を入力とし、実測流量を出力として求められた統計的単位図 $h(t)$ の一例を図-2に示す。

また、この $h(t)$ による計算流量と実測流量を比較したものが図-3である。 $h(t)$ は各年とも類似した形をしており、降雨の大部分が1日以内に流出するものと考えられる降雨期の流出特性をよく表わしている。

(しかし、各年のピーク値にはまだ差異があり、とくに大出水時における非線形成分の分離手法に研究の余地が残されている。計算流量と実測流量の一致度では、これまでの研究よりも τ 結

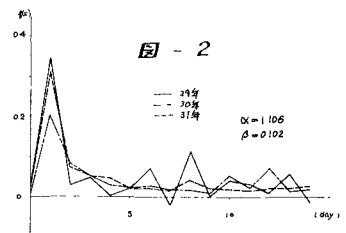


図 - 2

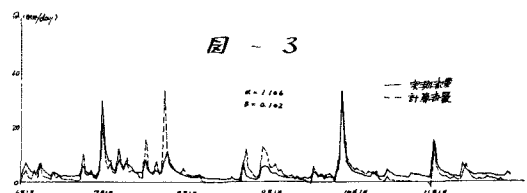


図 - 3

果を示し、土湿度の日変化を考慮する方法が有効であったことがわかる。

[3] 融雪期の統計的単位図

これまでの研究では、融雪期においても降水量と流量から統計的単位図 $f(t)$ を求めていたが、この方法では各年で $f(t)$ の形が非常に異なり、流出系の定常・線形仮定が成立し難い。そこで、本研究では日融雪量を導入し、これと流量から融雪期の $f(t)$ を求める方法を提案する。すなわち、冬期および春期においては流出系を図-4のように仮定する。この仮定は、融雪水の多くは雪層内を流下し、その機構は中間流の生起するA層内の流れに類似した性質、すなわち線形性をもつものと考えられることによる。この場合、日融雪量をどのように評価するかということが問題である。変換系に作用する外力は113113考えらるるか、本研究では主な働きとするものとして、気温 T および降雨量 R を考えることにする。気温とそれによる融雪量 M_T は、比例関係にあることが一般に知られており、気温が 0°C 以上のときに降雨があると、これによる融雪量 M_R があるものと考えられる。さらに、全融雪量 M は M_T と M_R の和であるとすれば、結局、 M は次式で表わされる。

$$M = M_T + M_R = m \cdot T + R \cdot T / 80 \quad (3)$$

ここに、 m は比例定数であり、 $80(\text{cal/g})$ は氷の融解熱である。なお、 T 、 R は標高による変化特性をもつ、標高が増すに従ってそれぞれ一次的に減少、増加することから知られているので、 T 、 R の既知である地点をもとに、対象流域を標高によっていくつかの地帯に分割し、それぞれの M を算出してその総和を対象流域の日融雪量とする。ただし、 M とその地帯の積雪水量 S (積雪深に、月別変化を考慮した雪の密度を乗じて求める。) の小さな方をその地帯の融雪量とする。このようにして算出した融雪量を入力として、由良川上流荒倉流域について統計的単位図 $f(t)$ を求めた結果が図-5である。 $f(t)$ は各年ともかなりよく似た形をしており、また、降雨流出に比べてゆるやかな流出現象を呈するという融雪流出の特性がみられる。この $f(t)$ による計算流量と実測流量の比較を図-6に示す。春期における融雪洪水的な大出水を除けばよく一致しており、こうした方法が融雪機構の解明に有効な手段であることが裏付けている。

[4] おわりに

統計的単位図法の適用にあたって、実際現象に即した流出系の定常・線形化を試み、上述のような結果を得た。(しかし、各年の $f(t)$ のピーク値が十分には一致せず、また、融雪洪水的な現象の考慮も不十分であるので、今後はこれらの点についてさらに研究を進めたいと考えている。

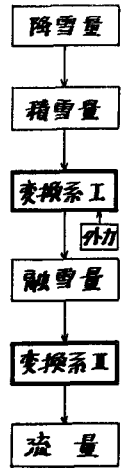
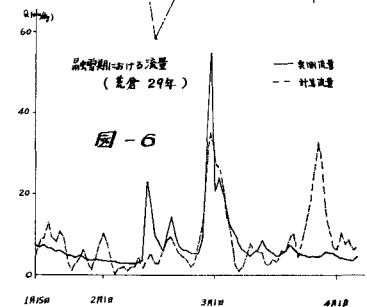
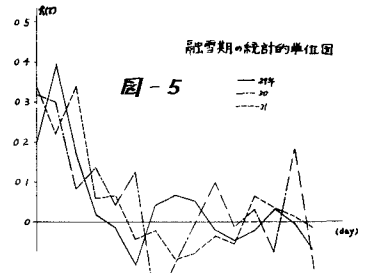


図-4



1) 1967年水工学に関する夏期研修会講義集 67-03

土木学会水理委員会

2), 3) 石原, 石原, 高神, 豊田 由良川の出水特性に関する研究

大阪府立研究所年報