

昭和 22 年 9 月洪水直前の乾湿状態に関する検討

1. まえがき

昭和 22 年 9 月洪水は、観測ハイドログラフから初期損失量、飽和雨量を決定することができないため、同洪水の流出計算に当たっては、既往洪水の初期損失量、飽和雨量の平均値が用いられている。本稿では、先行降雨指数（Antecedent Precipitation Index）を利用して、同洪水直前の乾湿状態を検討した。

2. 洪水直前の乾湿状態を把握する方法

総雨量が同じであっても、流域が乾燥状態ならば有効雨量は小さめになり、逆に湿潤状態ならば有効降雨は大きめになる。このため、洪水直前の乾湿状態を把握することは重要である。洪水直前の乾湿状態を表す指標には、前期無降雨日数、先行降雨指数、初期流量（洪水直前流量）などがあるが、昭和 22 年 9 月洪水については、流量データが十分でなく初期流量は使えないから、前期無降雨日数ないし先行降雨指数の適用が考えられる。

前期無降雨日数は、当該洪水の前に無降雨であった日数であるが、例えば 5 日前に 5mm の雨量が降った場合と、5 日前に 50mm の雨量が降った場合の違いは表現できない。それに対して、先行降雨指数は、直近の雨量に大きな重みを、時間的に離れた雨量に小さい重みを乗じた加重和であるから、5 日前に 5mm が降った場合と 5 日前に 50mm が降った場合の違いや、5 日前に 50mm が降った場合と 10 日前に 50mm が降った場合の違いが一応は表現できる。先行降雨指数は次式の通りである（例えば、岩井・石黒, 1970）。

$$API = P_0 + K \cdot P_1 + K^2 \cdot P_2 + \dots + K^n \cdot P_n \quad (1)$$

ここに、API：先行降雨指数（mm）で、小さいと乾燥状態、大きいと湿潤状態、 P_0 ：直接流出開始前 1 日間の雨量（mm）、 K ：流域ごとに決まる低減係数（ $K < 1$ 、 $P_0 = 0$ の場合は 0.85～0.95）、 P_i ： i 日前の日雨量（mm）、 n ：降雨開始前にさかのぼる日数であり、普通 20～30 日。

3. 検討方法

本稿では、雨量・流量年表データベース（日本河川協会, 2007）から雨量データを収集したが、昭和 22 年については、八斗島上流で湯原、中之条、三之倉、下仁田、万場の 5 地点の雨量データが得られた。そこで、昭和 22 年 9 月洪水、昭和 33 年 9 月洪水、昭和 34 年 8 月洪水、昭和 57 年 9 月洪水、平成 10 年 9 月洪水を対象として、上記 5 地点の洪水直前 30 日間の日雨量データを収集した。次いで、5 地点の平均雨量に対して、先行降雨指数を計算した。例えば、昭和 22 年 9 月洪水では、貯留関数法による計算期間は昭和 22 年 9 月 13～16 日であるから、8 月 14 日～9 月 12 日（30 日間）の日雨量を(1)式の P_{30} ～ P_1 に当てはめ、 P_0 は 0 とし、計算期間直前の乾湿状態を表現することにした。

低減係数 K を 1 に近くすると、当該洪水から時間的に離れた降雨も重視するが、これを小さくすると当該洪水に近い降雨をかなり重視することになる。そこで、初期流量が得られている昭和 22 年 9 月洪水以外の 4 洪水に対して、初期流量と先行降雨指数の対応が取れることを考え、さらに京大の連続時間解析モデルで計算された土壌水分量との対応も考えながら、 $K = 0.85$ を採用することにした。

4. 検討結果

図-1 に 5 洪水の先行降雨指数を計算した結果を示す。この結果によると、昭和 34 年 8 月洪水と昭和 57 年 9 月洪水の先行降雨指数は他より大きめで、どちらも洪水直前に湿潤であったが、昭和 33 年 9 月

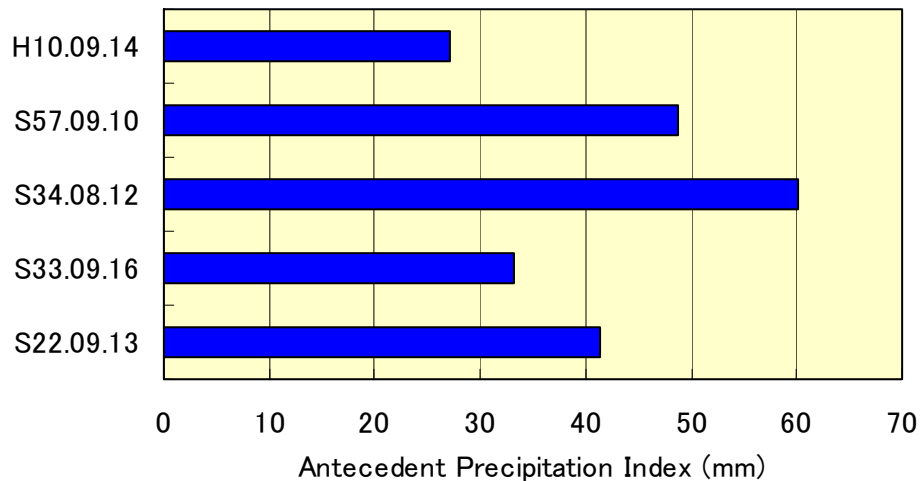


図-1 先行降雨指数の計算結果

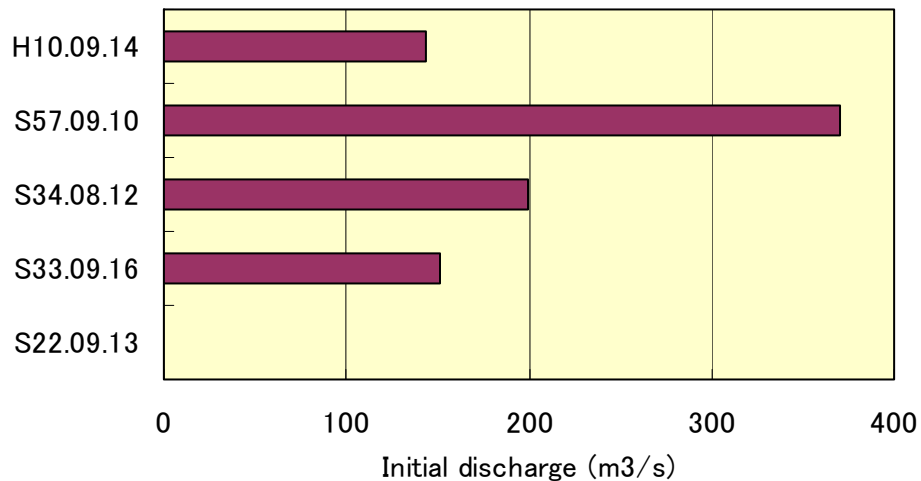


図-2 初期流量（洪水直前流量）

洪水と平成10年9月洪水は、先の2洪水に比べて洪水直前に乾燥していたことが分かる。

図-2は、昭和22年9月洪水以外の4洪水に対して、初期流量を示したものである。初期流量から見ても、昭和33年9月洪水と平成10年9月洪水は、他の2洪水よりも乾燥していたと判断されるが、昭和34年8月洪水と昭和57年9月洪水については、前者よりも後者の方がかなり初期流量が大きくなっていて、先行降雨指数の結果と合致しない。その原因として、昭和57年9月洪水の初期流量には、基底流出に加えて、洪水前の降雨に伴って生じた速い流出成分が含まれていたことも考えられる。

さて、図-1によると、昭和22年9月洪水は、先行降雨指数によれば、洪水直前に乾燥していたと判断される2洪水（昭和33年9月洪水、平成10年9月洪水）と、湿潤であったと判断される2洪水（昭和34年8月洪水、昭和57年9月洪水）の中間的な乾湿状態であったと推察される。

5. 長短期流出両用モデルの初期水深との対応

ところで、第9回分科会資料4「昭和22年9月洪水（複峰降雨）において浸入能・保留能の回復を考

慮すべきか」では、八斗島上流域に長短期流出両用モデルを適用した際、昭和 22 年 9 月洪水を計算する際の初期水深は、昭和 57 年 9 月洪水と平成 10 年 9 月洪水の初期水深の平均値としていた。図-1 の結果を見ると、昭和 22 年 9 月洪水直前の乾湿状態は、昭和 57 年 9 月洪水と平成 10 年 9 月洪水の間もないし昭和 57 年 9 月洪水に多少近い状態と判断される。このため、両洪水の初期水深の平均値を昭和 22 年 9 月洪水に当てはめたことは概ね妥当であろう。なお、第 9 回分科会資料 4 に示したように、初期水深の平均値による八斗島の計算ピーク流量は $19,603\text{m}^3/\text{s}$ であったが、昭和 57 年 9 月洪水の初期水深を用いると、同ピーク流量は $19,966\text{m}^3/\text{s}$ となる。

引用文献

日本河川協会（2007）：雨量・流量年表データベース
岩井重久，石黒政儀（1970）：応用統計水文学，森北出版