

2008.02.23

武庫川流域委員会 松本 誠委員長様

武庫川流域委員会への再提言

小松好人
長野県高水協議会元会員
浅川流域協議会会員

1. はじめに

だいぶん日を置いていますが、第 54 回武庫川流域委員会での資料を読み、改めて貴流域委員会でも更なる検討を要すると思われる問題点について提言したいと思います。

貴流域委員会の提言書による治水安全度 1/100 における基本高水 4651m³/s に基づいて武庫川の河川整備計画が立案されつつあることはよく理解していますが、河川整備基本方針に関する検討の機会を与えられた貴流域委員会としては、治水安全度 1/100 における基本高水 4651m³/s についての検証を、引き続きあらゆる面から実施する責務が課せられていると考えます。

治水安全度 1/100 における基本高水 4651m³/s が妥当か、最終的に昭和 31 年より平成 16 年にわたる標本数 49 の年最大雨量からの再現流量で検証されたことになっていますが、奥西委員や畑委員から検証されたとする判断に異論が提出されていることを真摯に受け止め、再度統計的な観点からの検討を加える必要があると思われます。

色々の見解はあろうと思われますが、治水安全度 1/100 における基本高水 4651m³/s を見直さない限り武庫川渓谷に治水専用ダムの建設をすることになることになると思います。

ここで、再現流量による検証のケース 1 を適切に解釈したら治水安全度 1/100 における基本高水は 3750m³/s 程度になること、たとえケース 2 の結果を採用するとしても 4000m³/s になることが理解されれば、治水専用ダムの建設は不要になると予想されます。

2. 再提言したい問題点

(1) 計画規模の雨量確率と治水安全度は別の概念である

武庫川の計画規模は 100 年とされ、雨量確率は 1/100 に決定されています。そして甲武橋上流域における 24 時間雨量は 247mm に決定されています。いわゆる計画雨量は 247mm/24 時間とされ、その計画雨量まで引き伸ばされた対象降雨から流出解析して得られたピーク流量群のどのピーク流量を基本高水に決定するかについては、3800m³/s 程度を基本高水とする立場と 4800m³/s 程度を基本高水とする立場に分かれて、最終的には年最大雨量からの再現流量から 4651m³/s が基本高水として妥当であるとの結論となったと理解しています。

この間の議論において極めて致命的と思われる誤解がありました。一部の委員は誤りに気がついていましたが、大多数の委員はその誤解に疑問を持たずに基本高水論争を繰り返していました。

それは計画規模の雨量確率と治水安全度は同じで 1/100 であるとする、過去の国交省の間違った説明をそのまま信じていたことであります。雨量確率 1/100 は雨量からピーク流量を計算する際のいわばインプット情報であり、治水安全度 1/100 は計算されたピーク流量の発生頻度にかかわるアウトプット情報であります。計画雨量 247mm/24 時間に引き伸ばされた対象降雨から流出解析されたピーク流量群は確率分布しています。すでに長岡技術科学大学の陸先生は、1000 ケの降雨量にランダムカスケードモデルで発生させた 1000 ケの降雨パターンを組み合わせると 100 万ケの流量を計算していますが、ある降雨量で発生するピーク流量群は確率分布（対数正規分布）する結果を得ています。

国交省がかつて説明したごとく、対象降雨から流出解析されたピーク流量群はどのピーク流量も同じ発生頻度を有するものでないこと、更にピーク流量の発生頻度も雨量確率と同じでないことは明らかになりました。すなわち雨量確率 1/100 の雨量から発生すると予想されるピーク流量群のそれぞれの発生頻度は異なり、その発生頻度は確率密度関数を採用したら超過確率に相当し、そのピーク流量を基本高水に決定したら場合に超過確率からその治水安全度が計算できます。雨量確率は降雨に関する発生確率を表し、治水安全度は洪水に関する発生確率を表すものであり、明らかに同じ概念ではありません。雨量確率 1/100 は平均して 100 年に一度発生する降雨に関し、治水安全度 1/100 は平均して 100 年に一度発生する洪水に関するものであります。

雨量確率 1/100 の降雨から発生する流出計算上のピーク流量群は小さなピーク流量から大きなピーク流量と確率分布しますが、小さなピーク流量の治水安全度は大きく大きなピーク流量の治水安全度は小さくなっています。

建設省河川局監修の「改定新版 建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 調査編」(平成 9 年 10 月改定新版第 1 刷発行) P64 には、治水安全度に相当する確率年についての計算式が定義されています。

確率年 = $1 / (\text{雨量確率} \times \text{ピーク流量の超過確率})$

この確率年の逆数が治水安全度になります。この式は畑委員の複合確率、私の洪水確率式と等価であります。

ここで強調しておきたいのは、雨量確率 1/100 の雨量から発生すると予想されるピーク流量群の治水安全度は、そのピーク流量の超過確率（あるピーク流量以上の流量が発生する確率）によって異なることであり、雨量確率 1/100 の雨量から発生すると予想されるピーク流量群の治水安全度はすべて 1/100 でないことであります。

これは「河川砂防技術基準 同解説 計画編」で「対象降雨の規模は、対象降雨の降雨量について平均して何年に一度の割合でその値を超過するかということを示している。それゆえ、これはその降雨に起因する洪水のピーク流量の年超過確率と必ずしも 1:1 の対応をしない。」と解説している理論的根拠であり、むしろ 1:1 に対応する方がまれなケースであります。その降雨に起因する洪水のピーク流量群の最小値付近のピーク流量のみが雨量確率と 1:1 に対応する可能性があると言えます。

(2) 武庫川の対象降雨の数はまだ不足である

引き伸ばされた対象降雨から流出解析された武庫川のピーク流量群は棄却が実施されていない状態でサンプル数は 60 ケ (第 39 回流域委員会 参考資料 1) となっています。このピーク流量群の平均値は 3839m³/s であり、前記確率年の定義からその治水安全度は 1/200 になります。再現流量から治水安全度 1/200 の確率流量の平均値はケース 1 で 4247m³/s、ケース 2 で 4584.2m³/s になるので、まだ対象降雨の数は不足していると思われる。引き伸ばし率 3 倍以上の対象降雨も取り込み検討すべきであると考えます。引き伸ばし率を高くしても、降雨波形を規準化して考えれば問題にはなりません。サンプル数を増やすことは、対象降雨からの洪水の標本空間を実際の洪水の母集団空間に近づける効果から、むしろ積極的に採用すべき手法であると考えます。

引き伸ばし率を 2 倍程度にとどめるとサンプル数不足の弊害が多いのです。国交省が何故 2 倍程度にとどめるように指導してきたかの理由は、ピーク流量群の最大値を基本高水に決定する場合より過大な基本高水にならないようにする配慮からと考えています。標本空間が母集団空間に近づくほど、ピーク流量群の最大値を基本高水に決定した場合に過大になるのは、二つのグラフを書けば簡単に理解できることであります。

(3) 再現流量による解析は再検討を要する

サンプル数の不足もあり、計画雨量まで引き伸ばされた対象降雨から流出解析して得られたピーク流量群からの基本高水の決定については、3800m³/s 程度と 4800m³/s 程度の二派に分かれて結論に至りませんでした。サンプル数が不足していた状況を離れても、ピーク流量群について安易に棄却を実施した結果、どちらを基本高水に決定するかについては理論的な議論の根拠を欠いていた事情がありました。

そこで年最大雨量からの再現流量から流量確率を計算して、流量確率 1/100 における確率流量から治水安全度 1/100 における基本高水を推測することにしました。この方法によると年最大雨量が必ずしも年最大流量を与える保証はないので、その点への配慮がなされるべきであり第二第三の年最大雨量も考慮すべきでしょう。しかし流出解析の精度は引き伸ばされた対象降雨からピーク流量群を求める場合と同程度に考えてよいと思われます。再現流量からの流量確率の計算は実測流量が収集できていない河川に関しては、大いに利用すべき手法と考えます。

ただし次の二点に配慮すべきであります。

A 再現流量の流出計算ではピーク流量群の流出計算と同じパラメータを使用する

流出解析のパラメータの損失高は対象降雨からのピーク流量群の流出解析と同じ値を使用する必要があります。ケース 1 は損失高 43mm を使用しケース 2 では相関式を使用していますが、ケース 1 の結果を参考にすべきだと考えます。もしもどうしてもケース 2 の相関式を使うならば、雨量と再現流量との相関係数を計算し、ケース 1 の損失高 43mm の場合の雨量と流量との相関係数より大きいことを証すべきでしょう。そしてケース 2 の相関式を使用する方が合理的であることが分かったら、ピーク流量群の流出解析でも相関式を

使うべきと考えます。

B 流量確率から確率流量を計算する場合は SLSC(99%)0.04 以下の確率分布の平均値を使用すべきである

確率分布の流量確率 1/100 に相当する確率流量を読み取って、治水安全度 1/100 における基本高水を検証しますが、その際に SLSC(99%)が最小の確率分布から流量確率 1/100 に相当する確率流量を基本高水と見なすか、SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布について流量確率 1/100 に相当する確率流量の平均値を基本高水と見なすかの選択肢が発生します。

適合度が最善である SLSC(99%)が最小の確率分布から流量確率 1/100 に相当する確率流量を基本高水に決定する方が妥当であるとする考えがありましようが、標本空間が母集団空間に近い場合を除いて一般性に欠けるので、SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布群について流量確率 1/100 に相当する確率流量の平均値を基本高水にする手法を採るのが望ましいと考えます。平均値を採用する手法は、たとえ標本空間が母集団空間から離れていても母集団空間の特性値を推定するパワーがあり、いわゆるロバスト性が高いと思われます。適合度が最善である SLSC(99%)最小の確率分布から基本高水を決定する手法は、標本空間が母集団空間に近い場合は信頼性のある基本高水を与えますが、標本空間が母集団空間から遠い場合は信頼性のある基本高水を与えないこととなります。

この考えは、プロットイングポジションのパラメータ を変化させた場合において、流量確率 1/100 の確率流量を計算しその値の変化から確認できます。いわゆる 依存性に関するロバスト性は、SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布について流量確率 1/100 に相当する確率流量の平均値を基本高水にする方が高いことが分かります。

また別の統計的な議論にたとえて言うと、重回帰分析において寄与率の低い説明変数を取り込むと相関係数は高くなるが、その相関式の一般性が薄れることと同じことになりましよう。

国土技術研究センターから配布されている水文統計ユーティリティは、雨量確率と流量確率の計算に利用されますが、その計算のロジックはまったく同じになっています。河川整備基本方針検討小委員会で議論される一級水系河川の雨量確率や流量確率の計算でその水文統計ユーティリティは重用されていますが、雨量確率の計算においては適合度が最善、すなわち SLSC(99%)が最小の確率分布の確率雨量を採用する場合と、SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布の確率雨量の平均値を採用する場合があります。最近の傾向として後者の利用が多くなっていて、今後もロバスト性からその手法の利用が増加するものと思われます。なお武庫川の雨量確率については SLSC(99%)が最小ではなく Jackknife 法による推定誤差最小から確率雨量を決定しています。この点では一考を要しそうです。

「統計的モデリングにおいては唯一無二の真のモデルを推定或いは特定することが目的でなく、対象の特性を目的に応じて情報抽出の道具としてのよいモデルを構成することが目的である」は赤池弘次先生の見解でありこの考えを参考にすべきでしょう。

一方流量確率での検証目的では、SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布の確率流量の範囲を

示すことが多く、引き伸ばされた対象降雨から流出解析されたピーク流量群の最大値から決定された基本高水がその範囲内であれば検証されると結論していることがほとんどです。しかし雨量確率での確率雨量の決定手法と同じ解釈で、流量確率から合理的な基本高水の検証のみならずその決定もできるはずであります。

SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布の確率流量の平均値から基本高水を決定すると、再現流量でケース 1 の場合、治水安全度 1/100 の基本高水は 3750m³/s 程度と判断できます。採用することをためらうケース 2 の場合でも治水安全度 1/100 の基本高水は 4000m³/s 程度になります。

尚昭和 31 年から平成 16 年にかけて新規ダム地点における非毎年のピーク流量が実測されていますが、そのデータから甲武橋における治水安全度 1/100 における基本高水を推定すると 3760m³/s 程度になります。ケース 1 の場合の治水安全度 1/100 の基本高水 3750m³/s 程度にほぼ一致します。

3 . 結論

再現流量のケース 1 の流量確率に統計的な考察を加えると、治水安全度 1/100 における武庫川の甲武橋における基本高水は 3750m³/s 程度であり、ケース 2 の流量確率から高く見積もっても 4000m³/s 程度であると推定できます。

この結論は計画雨量まで引き伸ばした対象降雨から流出解析して得られたピーク流量群からの治水安全度 1/200 における基本高水と本来整合すべきですが、対象降雨の数がまだ不足であることからそのような結果にはなっていません。対象降雨の数を増やして、標本空間を母集団空間に近づける努力をすべきでしょう。

治水安全度 1/100 の基本高水を適切に決定すれば、武庫川の河川整備計画は河川改修で対応でき、武庫川渓谷に治水専用ダムの建設は不要になると思われる。そのために武庫川流域委員会においては、治水安全度 1/100 における適切な基本高水の追求を飽きることなく追及することが肝要かと考えます。

今本博健先生の持論にしたがって、4651m³/s の基本高水を将来の目標値として当面の河川整備計画を 3750m³/s 程度に合わせて実施することは現実的な提言になると思われるが、最終的には河川管理者である兵庫県知事の判断によることになります。

以上