

05/08/07

武庫川流域委員会
委員長 松本 誠 様

委員 畑 武志

お世話になり有難うございます。基本高水の審議につきましてご案内をいただきましたが、次々回の 23 回委員会は所用のため出席できません。そのため同委員会用に当方の意見をあらかじめ提出させていただきます。少し専門的になり、読みにくい点があるかと存じますが、重要な問題かと存じますので、お目通しいただければ幸いです。

以下、用語として「洪水」の「発生確率」を使っていますが、「高水」の生起確率と同義です。ある値の流量や降雨量等を超える流量、降雨量等が発生する確率（超過確率）のことと解釈ください。

1. 基本高水の選定について

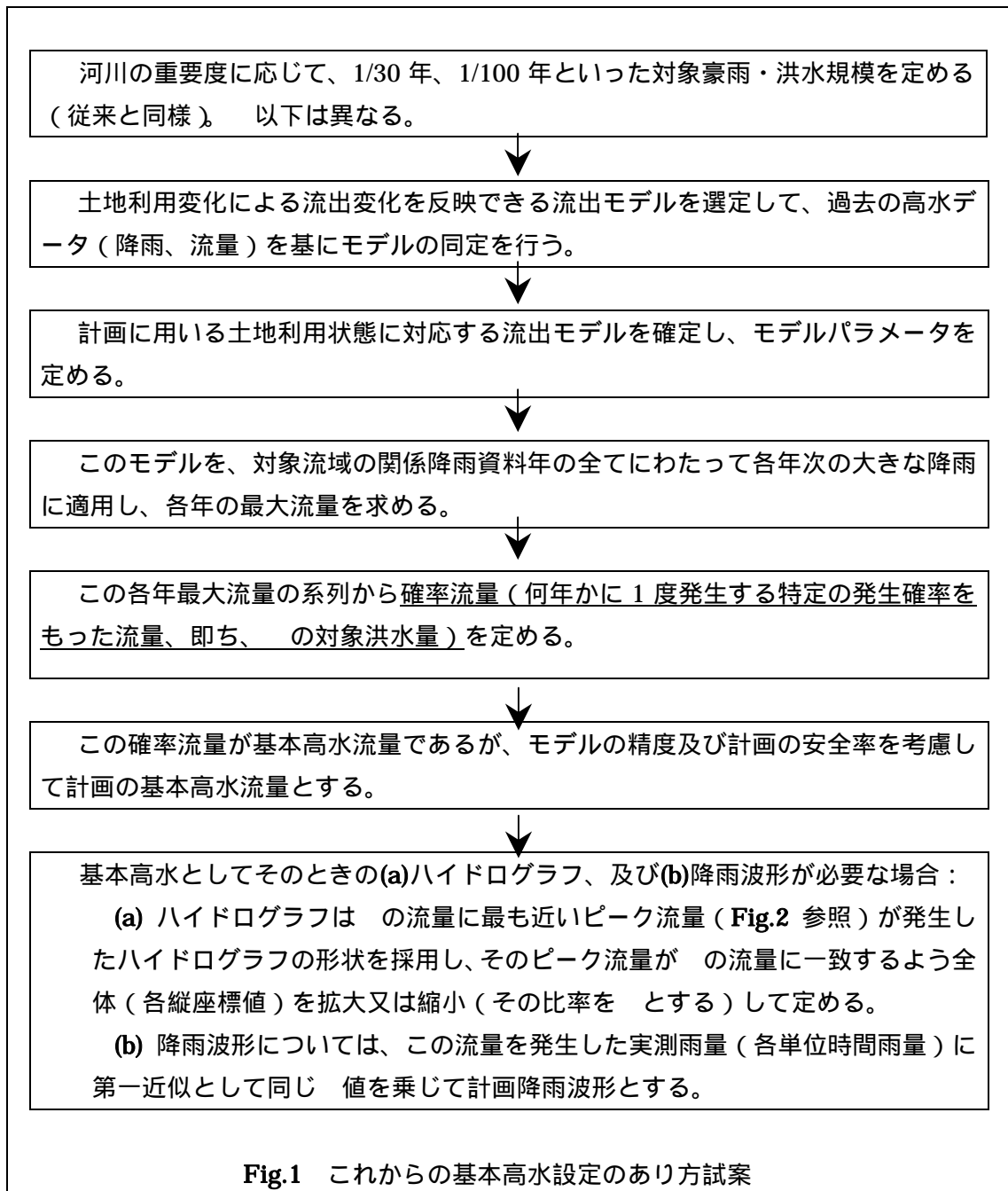
委員会、WG 等で何度か述べてきましたように、当方は 100 年に 1 度発生する豪雨・洪水規模に対処できるといった基準になる安全度（即ち発生確率）を設定した以上、そのような発生確率をもった洪水量をできるだけ正しく推定し、それを基に基本高水を定めるべきと考えております。将来的な基本高水の設定については Fig.1 に提示するような流れで設定していくのが、最もよく上記確率洪水量を推定できるであろうと考えており、この考えに準じて今回の問題についても検討させていただいております。

確率流量と言っても単に実測の流量の積み重ねデータだけでは求めることができません。長期的な土地利用の変化があるためです。Fig.1 では、計画条件としての一定の流域土地利用の下での確率流量を、観測された貴重な雨量系列を全て活用して、雨量確率も包含した形で推定でき、発生確率に基づいた基本高水を、より明確な手順で設定できるようになります。

なお、実際の洪水防御計画の妥当性を検討する総合的治水計画では、ハイドログラフに関して、単一のハイドログラフだけで議論すべきではなく、いくつかの降雨流出形態に対しても安全であるかどうか検討しておくことが重要であると考えています。この場合についても、実際に発生した洪水量に近い形状のハイドログラフを基に検討しておければ、対応もより具体性を帯びてくると考えられます。Fig.1 で提案した方法では、において、基本高水流量に近い流量を発生した実際の降雨を、の年最大流量系列から順次選んでいくことによって、実際に起こったであろう状態に近い形で、必要な数だけハイドログラフ及び降雨波形を定めていけることになります。

今回、基本高水の設定のため 2 つのデータ群（設定(1)及び設定(2)）が用意されています。しかし何れの場合も、上で行ったような計画土地利用条件下での確率流量が直接計算できないとして、まず確率雨量を求め、次にその雨量に該当する降雨を選定して、流出モデルを適用し、高水流量を算定するという考え方では同じです。

既に前々回の委員会で話した通り設定(1)に基づくのがまだ理解できる考え方であり、流出モデルの精度、計画の安全率、さらには降雨の増加的傾向等を考慮して、カバー率 60～80%



を採用すればよいと考えています。

設定(2)においても、議論されているように必ずしもその最大値を採用しなくても良いのであれば、次節で説明しますように、やはり設定(1)での採用基準に近い考え方で流量を選定するのが合理的であろうと考えており、何れの設定においてもこれまで委員各位から提案のあった $4,000\text{m}^3/\text{s}$ 程度を最大値としたほぼ近い流量範囲に収まってくるものと考えております。これが、従来から述べております 1/100 確率をベースとする基本高水流量について考えているところ です。

2. 上記の理由、その他論点(_____ 部分)

(1) 確率過程の分割

従来の基本高水の決定に用いられている方法で注意しなければならないのは、一般に「確率雨量の推定」と「確率雨量相当降雨による高水量への変換」の2段階に分けて基本高水流量を決めている点です。このような複合事象では乗法定理から次式のように各段階のそれぞれの事象の発生確率を求めて、それを乗じて2段階を総合した確率を基本高水の発生確率とする必要があります。

$$\boxed{\text{一段目プロセスの発生確率}} \times \boxed{\text{2 段階目のプロセスの発生確率}} = \boxed{\text{2 段階を総合した発生確率}} \dots\dots\dots (c)$$

しかし、実際には雨量の確率だけを求めて、2 段階目のプロセスでの発生確率を余り議論せず、どのような降雨形状になるか不明で、どのような降雨形態もあり得るといった理由からか、計算された最大ピーク流量を選択するというのが最近の国交省河川管理者の考え方のように見受けられます。一見尤もらしいのですが、流量に変換されて生じるさまざまなピーク流量 (Fig.2) には、確率雨量を推定したのと同様にそれぞれの超過確率があり、2 段階だけそのことを無視したのでは、両段階での確率推定の整合性が取れないことになります。また、もし最大ピーク流量を選択すれば、2 段階を総合した発生確率は、初めに設定し、目標とした確率値より小さくなってきます。

このように基本高水の計算プロセスを2段階に分けたことで、問題を非常に複雑なものにしてしまい、2段階目のプロセスでの確率計算が難しいことから、2段階を総合した基本高水の発生確率自体を大変曖昧なものにしています。

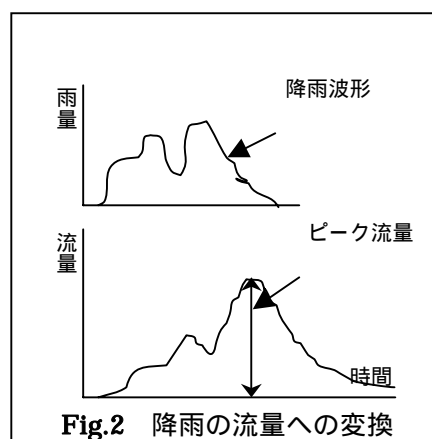


Fig.2 降雨の流量への変換

さて、2 段階目の降雨波形 (Fig.2) の問題ですが、同じ雨量 (計画値と決めた確率雨量) に対する波形の違いで生じるさまざまなピーク流量の発生確率を求めるのは厄介な問題です。しかし、流量に変換するための対象降雨を一定のサンプリング方法で選定 (抽出) し、変換された流量を基にすれば、発生確率を推定できることになります。カバー率などもそのような発生確率の問題としてとらえるのが理解し易いように思われます。

(2) 例示

例えば 20 年間の観測降雨データから、ランダムに 100 個の降雨を抽出し (これは平均して年 5 回発生する降雨を抽出したことになる) それぞれ引き伸ばし率をかけて計画の確率雨量に引き伸ばした降雨から計算されたピーク流量系列 [最小流量 q_1 から最大流量 q_{100} まで順次列べた系列] を基に各流量の発生確率を求めるのも一つの方法でしょう。起こり得ない降雨波形については棄却する必要があるかもしれませんが、ここではそこまで考えないことにします。

この場合サンプル数が 100 個なので、最小流量から 5 番目の流量 q_5 を越える流量が発生する割合 (超過確率) は約 $95/100$ であり、最大流量から数えて 6 番目の流量 q_{94} の超過確率は約 $5/100=1/20$ (20 年で 1 回発生相当の確率) になります。従って、流量 q_5 の降雨を用いれば 2 段階を総合した発生確率は上記(c)式の関係から $1/100 \times 95/100$ となり、ほぼ $1/100$ のままですが、流量 q_{94} の降雨を採用すると、 $1/100 \times 1/20=1/2000$ となり、2 千年に 1 回発生するような洪水流量ということになります。

このように、従来の方法では、降雨量の発生確率だけで既に 1/100、即ち 100 年に 1 度発生する規模の降雨現象を選定していますので、流量の発生確率に直す降雨波形の適用プロセスでは、仮に最小ピーク流量を発生させる降雨を選んでも 1/100 規模という目的の洪水の発生確率は満たされていると考えられます。しかし、流量推定精度の問題や計画の安全率、さらには雨量の増加傾向等を考えるなら 1/2 以下の超過確率（2 段階を総合した発生確率は 1/200 以下となる）の降雨を 2 段階目のプロセスで採用する（カバー率で言えば 50%以上をとる）のが妥当であろうと言えます。

なお、上の問題とは異なりますが論点の一つである観測点の少ない降雨データの問題については、特に大きな降雨である場合や、そのときの流量データがある場合には貴重な資料として、流出モデルへの適用・検証や、降雨の特性検討に活用される必要があります。従って解析・利用目的に応じてそれらの採否は判断されることになると思います。

（3）当面の対応

このように、設定(1)でも 設定(2)でも同様に考えることができます。後者のように一定の棄却基準に従って棄却を行ったということは、現実には起こりそうもない降雨を棄却したことを意味しています。棄却後は実際に起こり得る降雨が残ることになり、それらの降雨によって生ずる流量は、それぞれの発生確率に従って発生した水文量であり、最小値から最大値までの各発生流量の超過確率が推測できます。この点を無視して単純に最大値を選定しますと、経済性を抜きに言えば、計画としては大いに安全側の計画が立てられますが、最初に意図し、目的とした治水安全度とはかけ離れた計画になってしまいます。

一般には降雨パターンの選定について厳密な基準の下にサンプリングをしているわけではありませんので、2 段階目での降雨流量の発生確率は明瞭ではなく、設定(1)にしても 設定(2)にしても、上述したような範囲で基本高水流量を選定するのが説明もし易いだろうと考える次第です。洪水規模としては上述のように目標計画値より安全側の確率 1/200 以下の洪水を計画対象にすることになりますが、従来採用されてきた水準と不釣り合いに確率水準を変えることも問題であろうとの判断です。

3 . 結語

現在は上の 1 . におけるような考え方で、基本高水を設定しようとする者はいないでしょうが、何れこのような考え方になっていくであろうと推測します。そのような流れとなれば、これまで設定されてきた基本高水流量の実際の発生確率がどの程度の値になっているか、全容が明らかになってくるものと思われれます。わが国の河川の計画上の安全度がどの程度の水準にあったのかが見えてくることになりましょうが、意外に高い安全度を目指した計画を立てているのだと言ったことが分かってくるかもしれないというように考えています。

なお、冒頭に触れましたように第 23 回委員会に出席できませんので、本問題についてその場で応答することはできませんが、ご議論いただければ幸いです。