諮問９河川の基本高水流量についての中間報告
「今までの手法への問題提起」

平成１８年（２００６年）８月２５日

高水協議会

諮問９河川の基本高水流量についての中間報告
「今までの手法への問題提起」

目　　次

Ⅰ　はじめに

Ⅱ　今までの手法への問題提起

Ⅲ　水文資料の収集
　１　雨量資料の収集
　　１）雨量観測所の配置状況
　　２）雨量観測所の降雨特性
　２　流量資料の収集
　　１）水位・流量観測所の配置場所等
　　２）水位から流量への変換

Ⅳ　治水基準点
　１　治水基準点の位置

Ⅴ　洪水防御計画規模

Ⅵ　対象降雨の降雨量の決定
　１　対象降雨の降雨量の決定
　　１）対象降雨継続時間
　　２）雨量の確率処理
　　３）収集降雨群の決定
　　４）実績降雨の引き伸ばし

Ⅶ　流出解析
　１　降雨から流量への変換
　　１）一次流出率（f_1）と飽和雨量（Rsa）の設定
　　２）実績流量による基本高水流量の検証

Ⅷ　治水安全度のとらえ方

Ⅸ　おわりに

諮問９河川の基本高水流量についての中間報告「今までの手法への問題提起」

平成 18 年（2006 年）８月 25 日
高水協議会

Ⅰ　はじめに

高水協議会は、長野県治水・利水ダム等検討委員会で審議された諮問９河川の基本高水流量の算定について検討・研究のために、平成 17 年（2005 年）９月13 日から平成 18 年（2006 年）８月 20 日まで、会員及び事務局から資料の提供を受け 11 回にわたり精力的に検討・研究を進めてきた。また、モデル洪水から得られるピーク流量群から合理的な基本高水流量を決定する手法の可能性については、高水協議会に洪水確率ワーキンググループを設置して検討・研究を行っている。

高水協議会（任期２年）での議論の進め方は、諮問９河川のダム計画時における基本高水流量算定の様々な問題点を明らかにする「今までの手法への問題提起」と「新たな（今後の）手法等の提案」の二つに分けて検討・研究することとした。

今回は「今までの手法への問題提起」を中間報告として取りまとめた。

Ⅱ　今までの手法への問題提起

ダム計画時点の基本高水流量算出手法は、そもそも算出の基本となる水文資料の観測データが不備である。また対象降雨群の採用根拠も明確ではなく、雨量を流量に変換する流出解析として使われている貯留関数法の定数の設定や流出モデルの検証に問題点が多い。

ダムのように貯留する施設計画立案のためには最大流量（ピーク流量）のみでなく時間毎の流量が必要なため、これを計算するために洪水時の実測流量データが無いのにも関わらず貯留関数法を採用して基本高水流量を算出している。したがって算出された基本高水流量は**、**その決定過程に問題があり、信頼性を欠いた値となっている。

Ⅲ　水文資料の収集**（図表 1～19 ページ）**

水文資料の基礎となる観測には、雨量観測・水位観測・流量観測があり、それらの観測場所や配置・精度や方法に大きな問題がある。

１　雨量資料の収集

雨量観測所の配置に根本的な問題がある。特に降雨パターンが基本高水流量の算出に大きく影響するため、時間雨量データのある雨量観測所が流域をカバーしていないことにより、それにより算出される基本高水流量の信頼性は大きく揺らぐ結果となっている。

なお、各年最大日雨量データについては、９河川全体で見ると古くは明治 43 年（1910 年）から近いところでは平成 12 年（2000 年）まで収集され、収集期間は 44 年間から 91 年間となっており一定の蓄積がある。

１）雨量観測所の配置状況

① 河川砂防技術基準等によると、流域の降雨特性を把握するためには、流域内の各地域毎に雨量観測所を設置し、また１観測所の特性把握有効範囲は概ね 50 ㎞^{2} といわれている。（概ね半径４㎞の円）

② ９河川の雨量観測所では浅川・清川の２河川は流域内に雨量観測所がなく、砥川・郷士沢川・駒沢川の３河川は流域内に１箇所である。時間雨量観測所については、浅川・砥川・清川（飯山観測所）の３河川が流域をカバーできない流域外の１観測所のデータを拠りどころとしている。

③ 流域の平均（流域降雨特性を把握）した日雨量を定めるにあたっては、流域内外に点在する雨量観測所の流域に占める割合をティーセン法により設定している。しかし、多くの雨量観測所が流域外にあり、また時間雨量データを保有する雨量観測所が少ないにも関わらず、あたかもティーセン法を採用することで適正な流域の平均的な日雨量を算出しているとした体裁を採っており、雨量観測所が流域特性を把握する位置に存在していない点を隠匿している。

④ 浅川では、流域内に雨量観測所がなく、流域外の４観測所の雨量データを用いて対象雨量を定めている。しかし基本高水流量の算出に大きな影響を与える時間雨量データは、４観測所の内の３観測所にはなく、浅川流域外の長野観測所１観測所のみが保有しているが、この浅川流域外に位置する長野観測所が浅川流域へ及ぼす特性把握有効範囲は浅川流域面積の 1/4 に満たない。

⑤ 砥川でも、浅川同様に時間雨量データは砥川流域外の諏訪観測所のみで、50 ㎞^{2}（概ね半径４㎞の円）といわれる特性把握有効範囲は砥川流域にすら達していない。

２）雨量観測所の降雨特性

近傍の雨量観測所でも雨の降り方が違うため、流域をカバーできない時間雨量データでは流域特性が把握できない。

① 浅川の長野観測所最大の日雨量を観測した、平成 16 年（2004 年）10 月 20

日から21日の台風23号の降雨状況を見ても、３観測所の降雨パターンはほぼ似通っているが、日雨量では110㎜から124㎜という10㎜を越える差がある。

② 浅川での平成７年（1995年）７月11日から12日の梅雨前線豪雨では、流域外の気象庁・長野観測所（標高418m）と、平成３年（1991年）６月に設置した長野県・飯綱雨量観測所（流域内でダム集水区域内の中心部に在り、標高 1,032m）の雨量データで比較してみると、降雨パターンも大きく異なり日雨量では76㎜と114㎜、24時間雨量では96.0㎜と154.5㎜と全く異なる値となっている。この事は、流出解析で採用した流域外の長野観測所の雨量は、浅川の流域雨量を代表していないという事を示している。

③ 薄川の平成16年（2004年）９月４日から５日の豪雨では、松本観測所と流域内の観測所の降雨パターンは全く異なり、24時間雨量も83㎜と182㎜という100㎜からの差があった。なお、このようなことは近年流域内に雨量観測所が増設されたことにより明らかになった。

２　流量資料の収集

９河川の多くの水位・流量観測所の設置位置が河川上流部・ダム計画地点付近となっている。これは住宅密集等の洪水防御対象区域を念頭に入れたものではなく、ダム計画のみを優先させた配置である。従って当該河川全体の計画を立てる位置としては不適当である。また洪水痕跡等により洪水時の流量を把握する必要があるが、これは黒沢川で実施されているのみである。

貯留関数法などの流出モデルを用いて流出計算を行い基本高水を検討する河川にあっては流量観測が実施されていることが必須とされている。これは流出モデルの妥当性、貯留関数法の諸定数の決定と検証を行うためには、流出モデルにより再現したハイドログラフと実測流量のハイドログラフが一致するかどうかの判定が必要であり、そのためには、実測流量データがどうしても必要であるからである。

９河川のダム計画時点での水位・流量観測所は洪水時以外の平常時の流量を観測する低水流量観測のために設置され、洪水時の流量観測は行われていないため、基本的に流出モデルの妥当性の検証ができないという根本的な問題のほかにも河川計画の立案をするうえで様々な問題を含んでいる。なお低水流量観測（平時の観測）は、上水道・農業用水・河川の正常流量等の利水・環境計画立案によるダムの貯水容量を決めるために行われている。

１）水位・流量観測所の配置場所等

水位・流量観測所の配置場所は、適切な場所に水位計を設置し水位を計測するとともに、適切な場所で流量を観測する必要があるとされている。

① 水位観測所は低水流量観測のために設置されているためか、観測所の対象流域面積に占める割合は全体流域面積の 50%以下が９河川中５河川となっている。これは観測所設置位置が河川の上流部やダム計画地点付近であるためである。

② 例えば使われているデータは、浅川ではダム計画地点から 1.4 ㎞ほど上流の地点のみで、砥川ではダム計画地点、上川でもダム計画地点付近となっている。

③ 浅川の北郷水位観測所横断面図で昭和 60 年（1985 年）と平成 17 年（2005 年）を比較すると河川横断形状の変化が見られる。洪水前後では激しく変動していることが想像される。

④ 水位観測手法の超音波式や圧力式などでは堆砂の影響により流量（流出量や流出係数）が過大に観測されることがあり、これらの手法のみに頼っている点も問題である。特に洪水発生の際には濁流のために圧力式計器等が故障し、貴重な洪水流量資料を得ることができない事例がある。

⑤ 山地から扇状地につながる地形での河川では、河川流量の伏流化による流量減少の把握が必要である。砥川では治水基準点の医王渡橋とその上流 2.5 ㎞地点、また諏訪湖と合流する河口地点での流量を比較すると伏流化と考えられる流量減少が見られ、上川でも同様である。洪水時に途中での取水状況と併せて各水位流量観測所で同時に流量観測することが求められる。

２）水位から流量への変換

① 流量観測は、水位を連続的に観測し時々流速を測り断面積に流速を乗ずる方法で流量を算出している。これをグラフ化したものを水位－流量曲線（Ｈ－Ｑ曲線）と呼ぶ。浅川北郷観測所での昭和 60 年（1985 年）と平成 17 年（2005 年）のＨ－Ｑ曲線を比較すると、同じ水位でも流量が大きく異なっている。これは洪水時の流量（流速）観測がないことにもよるが、観測所の位置、河川断面変化の確認にも問題がある。

② 流量観測値の少ない高水部は高水流量観測値のある年のＨ－Ｑ曲線で代表させることとされているが、そのような取り扱いがされていない。

③ 水位から流量への変換では、河川断面・流速の計測が適正であることや粗度係数の選定や検証が重要であり、観測の正確性が問われる。

Ⅳ　治水基準点**（図表 20～24 ページ）**

９河川の治水基準点の位置は、洪水防御対象区域の観点からの設定でなく、また水位流量観測がされていないなど、河川砂防技術基準等に準拠していない。

１　治水基準点の位置

治水基準点は、市街地等の洪水防御対象区域の直上流または近傍で本川の背水の影響のない最下流に設定することとされ、水位・流量観測データが十分に得られる地点を選定することとされている。

① ９河川の治水基準点は合流先河川の背水影響を受ける合流点に設置されているものが５河川、洪水防御対象区域の住宅地上流が４河川となっている。なお水位流量観測が実施されているのは、砥川の１箇所のみである。

② 浅川の治水基準点は千曲川の合流部に設置され千曲川の背水や内水の影響を直接受ける。水位計は設置されてはいるが千曲川の影響を受けるため、浅川の流量観測は不可能な状況である。また洪水防御対象区域の直上流・近傍の観点からの設置がされていない。

③ 上川の治水基準点（神橋）は、洪水防御対象区域近傍に設置されてはいるが、基準点の直下流には諏訪湖合流部基本高水の約 25%、360m^3/ｓが流入する取纐川があり流量配分の観点から、その位置設定に問題がある。

④ 砥川の治水基準点は、洪水防御対象区域の住宅密集地の直上流（医王渡橋付近）に設置されており、水位・流量も観測されているにも関わらず、これらのデータが河川計画に使われていない。流出モデルの貯留関数法の定数の設定には旧下諏訪ダム計画地点近傍の蝶ヶ沢観測所のデータが用いられている。

Ⅴ　洪水防御計画規模**（図表 25～26 ページ）**

洪水防御計画規模の決定にあたっては、流域で受忍すべき洪水の程度や、安全への備えとしてのソフト対策での対応など流域住民の意見を聴くとした考え方がある。また、洪水防御計画規模の決定には、想定氾濫区域の面積や人口が根拠となるため、これらの設定が適正かどうかの検証が重要であるなど、今後高水協議会で議論を継続することとしたい。

Ⅵ　対象降雨の降雨量の決定**（図表 27～39 ページ）**

１　対象降雨の降雨量の決定

対象降雨の選定にあたっては、対象降雨継続時間、雨量の確率処理手法や引き伸ばしにより降雨量に大きな差がでるため、棄却の考え方などの選定根拠が明確である必要がある。

１）対象降雨継続時間

対象降雨継続時間は、便宜的に１日から３日が採用される場合が多いが、中小河川においては、より短い時間間隔を用いた対象降雨継続時間の設定が必要

である。

① ９河川で採用している対象降雨継続時間は、24 時間が１河川、１日が６河川、２日が２河川となっているが、その妥当性が検討されていない河川がある。日雨量（９時から９時）採用が浅川ほか６河川、24 時間最大は駒沢川、２日雨量は砥川、上川の２河川である。特に日雨量（９時から９時）採用根拠について計画時期の古い河川では相関関係などによる検証がされていない。

２）雨量の確率処理

① 雨量の確率処理手法は様々であり、適合性で採用の有無が判断されているが、計画規模に対応した対象降雨の降雨量は確率処理手法の違いにより幅が生じている。全国には、適合度の良い確率処理値の平均値を採用しているところもある。

② 浅川・上川・郷士沢川では最終的に適合度を目視により判断している。

３）収集降雨群の選定

収集降雨群の選定は、大洪水をもたらしたものやその流域において特に発生頻度の高いパターンに属する洪水を落とさないように注意しなければならないとされている。

収集降雨群の数は、浅川 13 洪水、上川 33 洪水、砥川 37 洪水としているが、大洪水を起こしたか否かが災害状況履歴から判断できず、発生頻度の高いパターンであることも判断できない。なお、いずれの対象降雨にも災害履歴はない。

また、９河川での収集降雨群数は８から 85 洪水と大きな開きがあり、収集根拠も、雨量での規定や引き伸ばし率などによっている。

４）実績降雨の引き伸ばし

９河川での収集降雨群から更に選定した対象降雨群数は、８洪水から 17 洪水であり選定根拠は引き伸ばし率で行っているものが多く、２倍以下、２倍程度以下、2.5 倍以下の基準となっている。結果的に計画として採用された降雨の引き伸ばし率の最大は浅川の 2.0 倍で最低は角間川の 1.12 倍となっている。

① 対象降雨の棄却判定の根拠としているこの引き伸ばし率にどの程度の妥当性（根拠）があるか明確ではない。

② 降雨継続時間の引き延ばしがないため、実績降雨が一山型なのに引き伸ばし後は集中型になるなど降雨パターンが変化することがあり、流域特性把握としての発生頻度の高いパターンを採用するとした観点から乖離していく。

③ 実際には、複数山型や連続型で水害を起こしている事例があるのにも拘らず、採用された対象降雨は集中型、一山型が多い。

Ⅶ　流出解析**（図表 40～55 ページ）**

１　降雨から流量への変換

９河川全てで、流量の時間的変化を求める必要からも降雨から流量への変換は「貯留関数法」を用いて、流出モデルを策定している。

この貯留関数法には、いくつかの定数を設定することが必要である。この定数を決定するためには流量観測が必須となっているが、９河川ともに高水流量観測が実施されていない点に根本的な問題がある。必要な観測データがないままに貯留関数法を使用しているといえる。

１）一次流出率（f_1）と飽和雨量（Rsa）の設定

一次流出率（f_1）は流域面積にかかる係数で、地面が飽和状態になるまでに降った雨の何%が河川に流出するかを表わしている。飽和雨量（Rsa）はどのくらいの雨量で、それ以上しみこまなくなり、地面が飽和するかを表わしたもので、飽和した段階で一次流出率（f_1）は 1.0 となる。

有効雨量は検証値をもとに設定することが基本であるが、十分に実測流量値が得られなく検証できない、あるいは十分に検討することが困難な河川では、標準（一般的）設定値や近隣他河川あるいは当該河川の本川で設定されている値を採用している場合が多いとされている。

① ９河川の場合、前述したように有効雨量の定数一次流出率（f_1）と飽和雨量（Rsa）の検証のための高水流量観測がされていない。従って比較的規模の大きい複数の洪水による定数検証計算は不可能であり、大出水のときの流出高の再現性に問題がある。

② 一次流出率（f_1）は、浅川ほか５河川で当該河川の本川および一般的な設定値から 0.5 と設定し、砥川ほか４河川は当該河川の流出高と総雨量の関係から 0.4 または 0.5 と設定している。

③ 飽和雨量（Rsa）の初期設定は、清川は全国事例と流出高・総雨量。薄川と角間川は本川設定値。砥川・郷士沢川・駒沢川は流出高・総雨量。浅川・上川・黒沢川は初期値を設定していなく検証洪水により求めている。

④ 一次流出率（f_1）と飽和雨量（Rsa）を流出高と総雨量で求めている河川では、総雨量の多くが飽和雨量以下となっており、関係図の作成に問題がある。また基底流量を小さくすることによって総雨量が多いときの流出高は大きく算定され、飽和雨量（Rsa）は低く設定されることになる。

⑤ 検証洪水により飽和雨量（Rsa）を求めている河川では、検証洪水を初期設定値の確認のため（砥川・郷士沢川）、計画対象実績洪水で設定（黒沢川）、検証洪水の平均値で設定（浅川・駒沢川）、検証洪水の最小値で設定（上川）となっている。

⑥ 検証洪水流量の観測地点は、ダム計画地点付近下流が多く、浅川ではダム上流、上川では諏訪湖釜口水門、駒沢川では近隣河川の横川ダムとなっており、いずれも洪水防御対象区域を考慮しない河川上流の小流域を対象としている。このため、少ない洪水流量での検証でピークの実測流量が欠測したものもあり、検証そのものの信頼性を欠き、必然性が問われる。

⑦ 砥川では、基本高水流量算定に採用した対象降雨は平成５年（1993 年）９月の複数山型降雨であり、この流出解析モデルの一次流出率（ｆ1）と飽和雨量（Ｒsa）を検証するために用いた洪水時の降雨は昭和 63 年（1988 年）９月の連続型降雨である。計画決定の対象降雨と定数を検証する降雨のパターンが異なり、一次流出率（ｆ1）と飽和雨量（Ｒsa）の決定方法としての正確性に疑問がある。

２）実績流量による基本高水流量の検証

現行の基本高水流量が設定された以降に、実績流量検証は十分可能であった。例えば浅川では、ダム計画の予備調査、あるいは遅くとも施設計画調査の段階で、雨量と水位・流量の観測態勢を整備していれば、ダム本体建設工事着工までに約 20 年から 30 年間の実測データを得られ、その間に対象降雨並みの降雨があれば、設定した基本高水流量を実測値で検証することができたはずである。

平成 15 年（2003 年）４月から浅川・砥川・上川・駒沢川において、中・下流域に高水を観測する水位・流量観測所が設置された。現行流出解析での貯留関数法の一次流出率（ｆ1）と飽和雨量（Ｒsa）の定数検証が本来実施すべき洪水流量（高水流量）で検証し設定されていないことから、今後は洪水実績流量を確実・正確に観測し、設定されている定数を検証し、検証された定数をもって流出解析を随時実施する必要がある。

① 浅川では、平成 16 年（2004 年）10 月 20 日から 21 日の台風 23 号について平成 15 年（2003 年）４月から浅川中流域に設置された富竹水位観測所（対象流域面積 28.5 ㎞ ^{2}）での観測データがある。これによると、ピーク流量は平成 16 年（2004 年）10 月 20 日 23 時で 43.8m^3/ｓであった。この平成 16 年（2004 年）10 月 20 日の北郷と富竹水位観測所での流量から流出モデルの妥当性を検証すると、一次流出率（ｆ1）は 0.5、飽和雨量（Ｒsa）は 100 ㎜で再現することが確認できた。ちなみに当区間での現行の基本高水流量は 260m^3/ｓとなっている。また、平成７年（1995 年）７月 11 日から 12 日の梅雨前線豪雨で、浅川の飯綱雨量観測所では 114 ㎜/日・154.5 ㎜/24ｈの雨量を観測している。なお、浅川流出解析で採用されている対象降雨の確率雨量 1/100 では、130 ㎜/日となっている。この時の流量は、ダム地点上流約 1.4 ㎞地点の北郷水位観測所で 30m^3/ｓから 35m^3/ｓとなっている。また中流部の当時天井川であった区間での洪水痕跡と聞き取り調査によって算定

した流量は 70m^3/ｓから 90m^3/ｓである。

② 実績洪水流量データが整備されており流入土砂が比較的少なく 10 年以上を経過している長野県管理５ダムでダム地点での最大実績流入量とダム計画での基本高水ピーク流量を比流量（流量を流域面積で除した値）で比較すると計画流量は実績最大流量の 3.7 倍から 7.5 倍となっている。

③ 薄川では、上流区域の森林整備の果たす役割を検討するために、森林が有する公益的機能、特に洪水防止機能に着目し、長野県では平成 12 年（2000 年）12 月に「森林（もり）と水プロジェクト」を立ち上げている。平成 13 年（2001 年）５月に「土壌の有効孔隙量と樹冠遮断量から流域平均貯留量を 100 ㎜から 140 ㎜と推定した」第一次報告が出され、平成 14 年度（2002 年度）には流域内に既存の２雨量観測所に加え７観測所を、流量観測は既存１観測所に加え１観測所を新設し観測を行っている。また、貯留関数法の飽和雨量（Ｒsa）に第一次報告の流域平均貯留量 100 ㎜から 140 ㎜を初期値として与えて検証した結果、ダム計画時点の基本高水流量に比べ６割程度となっている研究事例がある。

なお、薄川流域では森林の生育度の変化や面積の増加が土砂流出量を緩和しているとした調査結果がある。

Ⅷ　治水安全度のとらえ方

基本高水は「河川砂防技術基準計画編」によると、「基本高水は、そのハイドログラフで代表される規模の洪水の起こりやすさ、つまり生起確率によって評価され、それがこの洪水防御計画の目標としている安全の度合い、すなわち治水安全度を表すこととなる。」と説明されている。

「治水安全度」は、洪水を防ぐための計画を作成するとき、上記のとおり、対象となる河川の「洪水に対する安全の度合い」を表すもので、通常は「何年に１回の割合で起こる洪水」というように「洪水の発生頻度」で表され、「雨量の発生頻度」とはされていない。

また「河川砂防技術基準計画編」には、基本高水の決定方法の手法として「基本高水を設定する方法としては、種々の手法があるが、一般的には（所定の治水安全度に対応する超過確率をもつ）対象降雨を選定し、これにより求めることを標準とするものとする。」とあり、また「対象降雨の規模は、一般には降雨量の年超過確率で評価することとする。このようにして評価された対象降雨の規模は、対象降雨の降雨量について平均して何年に１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は必ずしも１：１の対応をしない。」とある。ここで重要なことは降雨量の年超過確率の降雨に起因するピーク流量の年超過確率

（治水安全度、洪水確率）がどの程度になるかである。従来の基本高水の決定手段では、降雨量の年超過確率の降雨から計算された基本高水の年超過確率は降雨量の年超過確率に同じであるとされている。しかし現在なされている対象降雨の選定をして棄却の判断（引き伸ばし率、時間雨量の限度）をした後に、計画雨量まで引き伸ばされたモデル洪水のピーク流量群の最大値を基本高水に決定する方法では、その基本高水を超える洪水が発生する超過確率、すなわち「洪水の発生頻度」（治水安全度）は得られない。

「100 年に１回の割合で起こる降雨量」にかかわる確率をもって、あたかも「治水安全度が 100 分の１」すなわち「100 年に１回の割合で起きる洪水」にかかわる確率と誤解させている点に重大な問題がある。

Ⅸ　おわりに

長野県が諮問９河川で設定している基本高水流量は、算定の基本である降雨量や流量の水文資料が不備で、治水基準点の位置にも問題があり信頼性に欠けている。特に降雨量から流量に変換する「貯留関数法」の流出モデルは、実測高水流量で妥当性を検証したとされているが、高水流量観測は皆無である。したがって近年の実績洪水で検証すると妥当性が証明できない河川もある。

治水安全度のとらえ方についても、「100 年に１回の割合で起こる降雨量」にかかわる確率をもって、あたかも「治水安全度が 100 分の１」すなわち「100 年に１回の割合で起きる洪水」にかかわる確率と誤解させている点に重大な問題がある。

これらのことから、現在の基本高水流量には多くの疑問があり、信頼感を損なう結果を生じている。

したがって、水文資料（降雨量・水位）や洪水時の流量を確実・正確に観測することが重要である。また、現行の流出解析手法を随時検証し、様々な観点からの基本高水流量の再検討と見直しを行う必要がある。