



おおくま たかし  
新潟大学工学部建設学科  
教授(河川工学)  
著書「洪水と治水の河川  
史」

# 石狩川治水計画の基本高水 流量(洪水量)18,000t/sの 策定における問題

大熊 孝

## 1. はじめに

千歳川放水路計画は、千歳川そのものを石狩川合流点から40Km逆流させ、さらに石狩川流域外へ約40Kmの新水路を造るもので、総延長約80Kmにおよぶ、世界でも稀な放水路計画であり、大規模な自然・社会環境の改変を引き起こすものである。何故このような大規模な治水計画が必要とされるのか、その論拠は誰もが十二分に納得できるものであることが肝心であると考えられる。

ここでは、千歳川放水路計画が石狩川治水計画と密接不可分であり、石狩川の洪水が千歳川放水路によって軽減されるという点においては、千歳川放水路は石狩川の放水路でもあるわけで、その計画立案根拠である石狩川治水計画について考察することにする。特に、千歳川放水路計画は石狩川治水計画の基本高水流量18,000m<sup>3</sup>/sが大前提となって立案されているので、その妥当性について検討することにしたい。

## 2. 治水計画の原則と石狩川治水計画の問題点

本来、治水計画はまず自己流域内で処理されることが原則である。

現在の石狩川治水計画の場合は、“基本高水流量18,000m<sup>3</sup>/sを前提として、これを処理するために10数種類の計画案を立て比較検討してみたところ、自己流域内で処理しようとするといずれも膨大な費用がかかり実行不可能であるが、千歳川放水路を含む計画案は実施可能なので、それを採用した”という論理になっている。しかし、それを説得するためには、まず石狩川水系自己流域内で処理可能な範囲の治水計画を立案し、その費用便益や自然環境への影響などを千歳川放水路を含

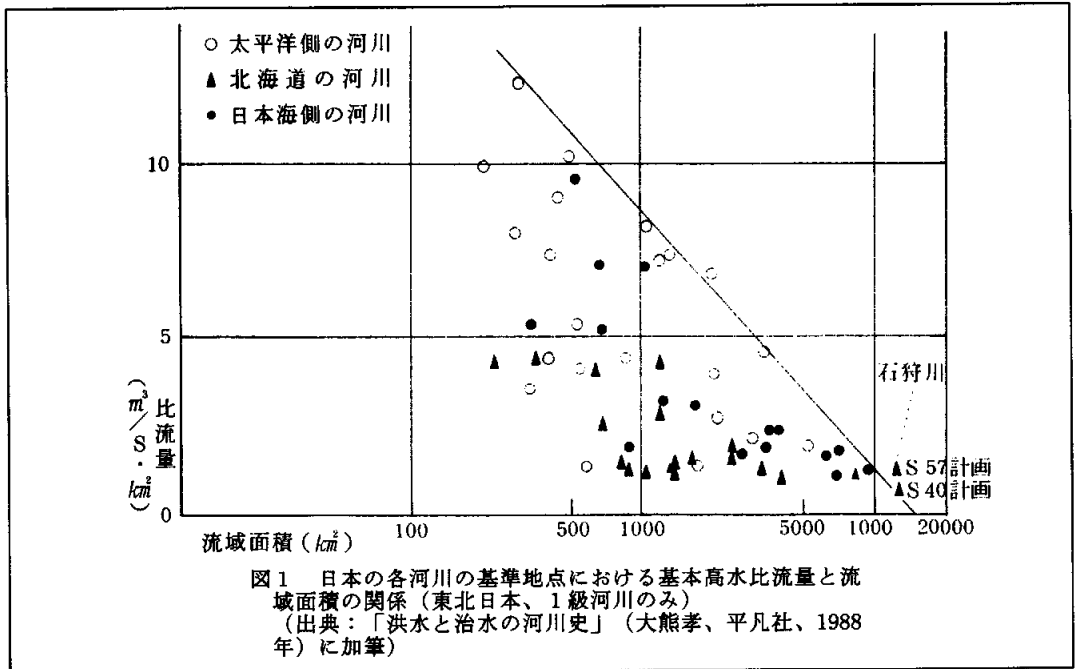
む計画案と比較し、自己流域処理案より千歳川放水路計画案の方がすべての点で優れていることを示す必要があると考える。だが、現在の石狩川治水計画は、そうした比較を行わず、いきなり自己流域では処理できない基本高水を設定しておいて、他流域に犠牲を強いる計画を強行しようとするものである。この点において、千歳川放水路計画案は治水計画の原則に反しているといわねばならない。

自己流域内で処理しきれない治水計画は、逆に考えるならば、計画が過大すぎるということである。ちなみに、図1は日本の一級河川の基本高水流量を流域面積との関係において比流量(1km<sup>2</sup>当たりの洪水流量)で示したものであるが、現在の石狩川の基本高水流量は直線で示した上限値の上であり、比較的降雨の少ない北海道の河川ということを考えてみるとかなり大きい値となっている。

## 3. 基本高水流量18,000m<sup>3</sup>/sの計算方法とその問題点

基本高水流量18,000m<sup>3</sup>/sは、石狩大橋地点(流域面積約12,697km<sup>2</sup>)を基準地点として、150年に一度発生するような降雨規模(3日雨量260mm)を計画対象として、これを基準地点上流の流域に降らせてみて、どのような洪水が発生するかを貯留関数法というかなり複雑な流出解析法でコンピューターを使って算出したものである。その計算結果を図示したものが図2である。

この方法は、日本の主要な河川で基本高水を決定する際に用いられている方法であり、一般的な方法である。計画降雨規模も150年に一度という頻度であり、利根川や淀川の200年に一度よりは



小さく、信濃川や北上川の150年に一度と同じ規模であり、特に大きい規模というわけではない。この計画降雨規模は、河川とその流域の社会的・経済的重要性や、既往洪水による被害の実態、経済効果などを総合的に考慮して定められるものである。すなわち、この計画規模は、科学的な客観性をもって自然に決まるものではなく、技術的・政治的判断に依拠して意識的に決定されるものである。

ちなみに、計画規模に関して、アメリカのミシシッピ川では500年に一度、イギリスのテムズ川では1千年に一度、オランダの高潮計画では1万年に一度の頻度であることがときどき比較事例として紹介されるが、気象や地形、氾濫地域など自然条件や社会条件が全く異なるので、比較にならないことに留意するべきである。仮に、石狩川でも利根川でも1千年に一度の規模で、現在の的方法論による治水計画を実行したなら、我々の住む沖積平野はほとんど川の領域に変換してやらなければならないであろう。すなわち、洪水から守るために、自分自身の存在を否定することになり、自己矛盾に陥ることになる。むしろ、比較研究ということは自己の計画などの良否を判断する上で非常に重要であるが、表面的な比較は誤解を招きかねないので注意すべきである。

それでは、石狩川治水計画の場合、計画降雨規

石狩大橋の計画降雨量(260mm)によるピーク流量群

S56.8 上旬	14,400 立方メートル/秒	(実績降雨量 282.2mm)★
S50.8	18,000 "	(実績降雨量 173mm)
S48.8	16,400 "	(実績降雨量 113mm)
S37.6	17,600 "	(実績降雨量 133mm)
S36.7	16,100 "	(実績降雨量 151mm)

など

★印は実績降雨量が計画降雨量を上回っているため、実績降雨量をものまを用いた。

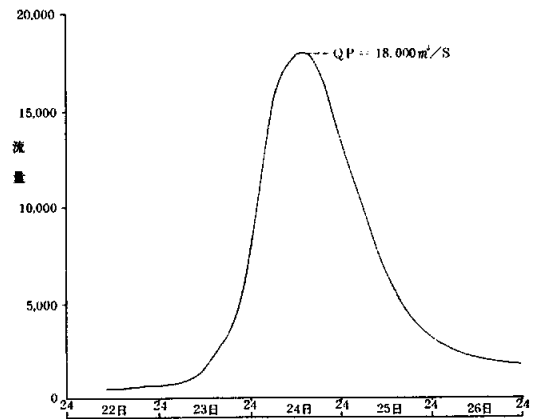


図2 石狩大橋基準地点の基本高水ハイドログラフ  
(出所:北海道開発局)

模が極端に大きいわけではないのに、流出計算した結果が $18,000\text{m}^3/\text{s}$ と、自己流域では処理できないほどに過大なものになってしまったのは、何故であろうか？

その原因は、計画降雨規模である3日雨量260mmの降らせ方、すなわち降雨パターンにあると考えられる。実際、雨の降り方は、260mmが3日に均等に降る場合もあるし、3日のうちの1日に集中することもあるだろう。また、地域的に集中、分散することもあるだろう。流出解析を行うにあたって、この降雨パターンを時間的・空間的に決めてやらねばならず、そこが最も難しいところでもある。石狩川治水計画の場合、その決め方は、過去のいくつかの洪水における実績降雨パターンを基準として、総量が260mmになるよう引き伸ばして決定されている（ただし、その引き伸ばし率は2倍以下になるように制限が設けられている）。総量260mmをいくつかの降雨パターンで降らせ、流出計算された結果は、図2の上部に示したように要約されている。これらのうち昭和50年8月の降雨パターンで降らせた場合、洪水流出の最大流量が $18,000\text{m}^3/\text{s}$ になったというわけであり、これを石狩川治水計画の基本高水に採用したということである。

ちなみに、昭和56年8月降雨は総量で282mmであり、260mmより大きかったが、この実績降雨をそのままの時間的・地域的分布で降らせて流出解析したところ最大洪水流量は $14,400\text{m}^3/\text{s}$ であったということである（なお、昭和56年8月洪水の実績最大洪水流量は $11,330\text{m}^3/\text{s}$ とのことであり、仮に堤防からあふれた洪水を戻して計算しても $12,080\text{m}^3/\text{s}$ にしかないとのことである）。

ところで、昭和50年8月と昭和56年8月の時間的降雨パターンは、地域分布を平均化した流域平均時間雨量で示せば図3のごとくである。昭和56年降雨では282mmがほぼ56時間かかって降っており、昭和50年降雨では173mmがほぼ36時間かかって降っている。すなわち、この流出解析を言い換えれば、56時間継続で282mm降らせれば $14,400\text{m}^3/\text{s}$ であるが、36時間で260mmを降らせれば $18,000\text{m}^3/\text{s}$ になるということである。3日雨量260mmといいながら、計算上では36時間すなわち1.5日に260mmを集中させたことになっているわけである。

ここで問題となるのは、260mmが36時間で降る可能性がどの程度あるかということになる。当

然、総雨量が少なければ降雨継続時間は短く、総雨量が多くなれば降雨継続時間も長くなるはずである。本来なら、降雨総量と継続時間（ないし降雨パターン）の間にはなんらかの法則性があるはずであり、引き伸ばす前提としてその法則性が明らかにされている必要がある。だが、この解析では、実績36時間173mmというパターンを、単に時間分布と地域分布をそのままとして、総雨量だけ260mmに引き伸ばして流出計算したにすぎないのである。無論、この法則性を明らかにするには相当量のデータ数が必要であり、北海道ではデータ数が少ないということがあるかもしれない。しかし、282mmが56時間、173mmが36時間で降ったという実績があるのだから、単純かもしれないが、少なくともその比例関係から260mmが52時間程度で降る場合も流出解析の対象として選定すべきであったように考える。

要約すると、総雨量が少々変化しても、雨の降らせ方を極端に短時間に集中させれば、流出してくる洪水流量は大きくなるのであり、その総雨量と集中のさせ方についてのなんらかの科学的根拠が必要なのであるが、この石狩川治水計画では、間接的に降雨量の引き伸ばし率を2倍以下にするという制限だけで、恣意的に降雨の引き延ばしを行っているわけで、そこに大きな問題があるとい

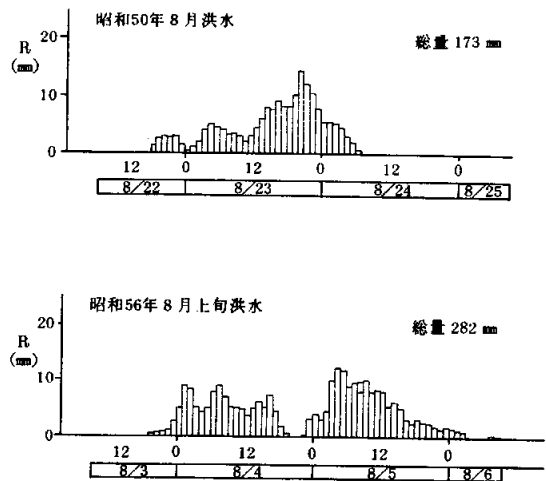


図3 石狩大橋基準地点における実績流域平均時間雨量分布図（出所：北海道開発局資料）

わねばならない（なお、他の河川の基本高水の決定においても同様な引き伸ばし方法が採用されているが、そこでの引き伸ばし方法が特に問題になっていないのは、総雨量と降雨パターンに極端なアンバランスがなく、かつ、得られた結果が自己流域で処理可能であることに理由があると考えられる）。

#### 4. 合理式による最大洪水流量と貯留関数法との比較

260mmを36時間に集中させることの適否については、当然、前述のように総雨量と降雨パターンに関する科学的な研究が必要である。それは計画立案者であり、すべてのデータを有する北海道開発局が明らかにすべきことであると考えられる。しかし、その集中のさせ方が最大流量にどの程度影響を与えるかについて明らかにしておくことは、一般の理解を得る上で必要なことであると考えられる。ただし、貯留関数法による解析は複雑でコンピューターの中がブラックボックスで分かりにくいので、ここでは最も簡単な流出解析法である合理式を使って検討してみることにしよう。

合理式法は、貯留現象を考慮する必要のない河川で広く用いられている方法で、流域全体に時間的にも空間的にも均等な降雨が続くとして、流域の最遠点に降った雨が斜面と河道を流れ、流域の出口に現れた時点で最大洪水流量が現れるという、単純な考え方に基づく流出解析法である（図4参照）。したがって、この解析法は、降雨が均等である雨域の大きさから流域面積が概ね100km<sup>2</sup>以下で、貯留現象のあまりない、主に市街化された流域の中小河川に適用されるものである。むろん、この手法を石狩川のように流域面積が1万km<sup>2</sup>を超える大河川に適用することは無理があるが、あえてこれを適用してみたのは、降雨の集中のさせ方の影響がよく理解できるからである。合理式による最大洪水流量は次式で与えられる。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} fRA$$

ここに、 $Q_p$  は最大洪水流量 (m<sup>3</sup>/s)、 $f$  は無次元の流出係数、 $R$  は洪水到達時間内の雨量強度 (mm/h)、 $A$  は流域面積 (km<sup>2</sup>) である。

この  $f$  は流出係数と呼ばれるもので、降雨の

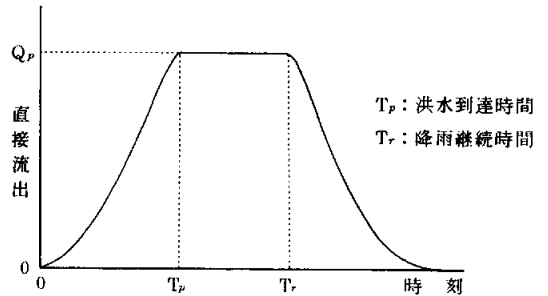
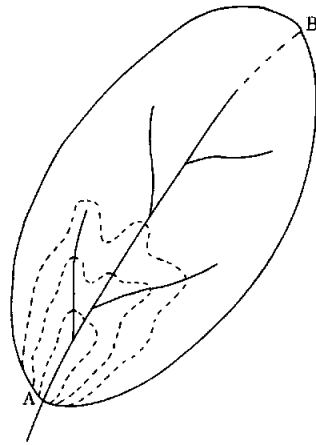


図4 合理式法の流域と流出ハイドログラフの概念図（出典：河川工学、鮎川登他、鹿島出版会、1992年、72頁）

うち、地表の凹凸や地中に貯えられてゆっくり流出してくる成分を除いて、直接洪水として流出してくる割合を表すものである。北海道開発局はこの値を0.7と推定している（「21世紀の礎をつくる千歳川放水路」の11頁の記述から推算）。この流出係数に対して、一般的には「流域の半ば以上が平地である大河川」の場合は0.50～0.75とされており（建設省河川砂防技術基準(案)p.150）、石狩川流域の0.7はおおむね妥当な値であると考えられる。むろん、合理式の計算式の形から、この流出係数の選定が最大洪水流量に大きく影響してくることになるが、降雨の集中のさせ方の最大洪水流量への影響を見るところでは、これをある一定値に固定しておいても問題はないであろう。

$R$  は流域全体に均等に降る雨量強度であり、流域の最遠点に降った雨が地表や河道を流れて流域の出口に現れるのに必要な時間、すなわち洪水到達時間以上に継続している雨量強度である。合理式を適用するにあたっての洪水到達時間の計算方

法はいろいろあるが、その一つである kraven の式では、河川勾配が200分の1以下の場合洪水流出速度を2.1m/sとして流路長を割って求められており、石狩川の場合、源流から石狩大橋地点までの距離約241kmを2.1m/sで割れば約32時間になる（なお、合理式における洪水到達時間は、その仮定条件から、洪水の立ち上がりからピーク流量の時間までであるが、図2の基本高水のハイドログラフにおけるその値は約32時間であり、この洪水到達時間にはほぼ一致している）。したがって、降雨継続時間がおおむね32時間以上であれば、その継続時間で260mmを割って雨量強度を算出すればよいことになる。そこで、降雨を36時間に集中させる場合は、260mmを36時間で割った7.22mm/hをRの値とする。52時間、56時間および3日間（72時間）で降らせる場合には、260mmをそれぞれの時間で割って、5.00mm/h、4.64mm/hおよび3.61mm/hをRの値とすればよい。

Aは計算地点での流域面積であるから、この場合約12,697km<sup>2</sup>である。これらを合理式を当てはめ計算した結果は次のごとくである。

$$Q = 0.7 \times 7.22 \times 12697 / 3.6 = 17830 \text{ m}^3/\text{s}$$

(降雨継続時間36時間)

$$Q = 0.7 \times 5.00 \times 12697 / 3.6 = 12340 \text{ m}^3/\text{s}$$

(降雨継続時間52時間)

$$Q = 0.7 \times 4.64 \times 12697 / 3.6 = 11455 \text{ m}^3/\text{s}$$

(降雨継続時間56時間)

$$Q = 0.7 \times 3.61 \times 12697 / 3.6 = 8910 \text{ m}^3/\text{s}$$

(降雨継続時間72時間)

すなわち、総雨量が同じでも、その時間的集中のさせ方で最大洪水流量は大きくもなれば小さくもなるのである。なお、36時間に集中させた場合、合理式の計算結果でも最大洪水流量は約18,000m<sup>3</sup>/sとなっており、貯留関数法を使って計算した結果とはほぼ同じ値となっている。

ちなみに、昭和56年型降雨を想定して、282mmが56時間で均等に降った場合として、282/56=5.04mm/hを代入してみると、

$$Q = 0.7 \times 5.04 \times 12697 / 3.6 = 12430 \text{ m}^3/\text{s}$$

となり、昭和56年の氾濫戻しの最大洪水流量に近似しており、降雨の時間的・空間的パターンの違いを考慮すれば、流出計算数fは概ね良い値といえるのかもしれない。

以上の合理式の適用から、降雨の集中のさせ方で最大洪水流量は大きく変化することが分かった。このことは貯留関数法にも当てはまることである。したがって、その集中のさせ方は重要であり、それに関する科学的な裏付けがなければ、昭和50年8月型降雨パターンの採用というのは“恣意的な当てはめ”と言わざるを得ないのである。換言すれば、計画対象降雨規模の決定に際し技術的・政治的判断が加えられたように、ここでも再度そうした判断が加えられたことになるのである。コンピューターを使って貯留関数法で解析したと説明されると、科学的に客観的に定められたものと思いがちであるが、そうした過程のなかにも技術的・政治的判断が明示されないまま混入していることに注意すべきである（なお、土木工学という学問の意義の一つに、この技術的・政治的判断を下す部分をできるだけ少なくするとともに、その判断を下した部分を誰もが明確に分かるように提示しておくことにあると考える）。

また、流出係数fが妥当な値であるならば、合理式は、その仮定において河道の貯留現象を無視しているのであり、それぞれの雨量強度に対する最大洪水流量はその雨量強度に対するほぼ上限値を与えるものと考えられる。したがって、260mmを36時間に集中させた場合に、貯留現象を考慮に入れている貯留関数法の結果が合理式の結果とほぼ一致したということは、18,000m<sup>3</sup>/sという値が過大であることを暗示しているようにも思われる。

いずれにせよ、現在の千歳川放水路計画に関して一般の理解を得るためには、260mmという雨量が36時間で降る可能性について科学的に明らかにするか、あるいはその降雨パターンを選定した技術的・政治的判断根拠を明らかにすることが必要でないかと考える。

出典：日本野鳥の会千歳川放水路対策専門委員会報告書（紙面の都合上編集者責任で図の一部を省略しました）