

II-14 石狩川の昭和50年, 56年洪水特性と計画高水

北海道開発局 正員 館谷 清
 正員 橋本 謙秀
 正員 清治 真人
 正員 鈴木 英一

はじめに

石狩川の大洪水というと明治31年37年, 昭和36年37年, 昭和50年56年の6洪水が著名で、いずれの場合もこの洪水が契機となつて、石狩川の治水計画の抜本的な改定がなされてきた。これ等の洪水のうちでも特に近年発生した昭和50年, 56年洪水は、降雨規模及び洪水流出量においても過去の実績を大幅に上回る未曾有の大出水であった。しかも両洪水は、溢水破堤という劇的経験をすると、人口、資産、情報集積の著しい石狩平野を濁水の湖と化し、莫大な被害をもたらした。このため治水安全度の向上による流域内の安定的な発展を促進するためには総合的な治水計画の観点から石狩川の工事実施基本計画の改定が必要となった。本報告は、これ等の計画樹立のための降雨流出特性の分析と新治水計画について言及するものである。

1. 石狩川の降雨気象特性

(1) 降雨気象特性

石狩川流域における昭和元年から56年までの年最大3日降雨について、原因となった気象要因と降雨の特長を調べたものが図-1である。気象要因としては低気圧、台風の単独型が30%と最も多く、続いて移動性前線との複合型26%、低気圧、台風の複合型19%となっている。また要因別に降雨の特長を見ると、Iの単独型はすべて1山型であり、II IIIの複合型はほとんど2山型、IVの停滞前線との複合型では2山型と持続型が半々、Vの前線単独型では1山型と2山型が半々となっている。

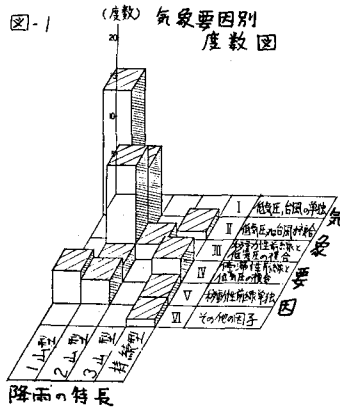


表-1 要因別雨量特性

分類	個数	総雨量	
		平均	最大
I	16	65.4	117.1
II	10	78.1	107.1
III	14	88.5	173.0
IV	5	119.2	282.2
V	8	61.1	81.4
VI	1	52.2	52.2

さらに要因別の雨量を表-1に示す。I Vの単独型では平均60mm前後、最大でも100mm程度であるのに対し、III IVの前線を含んだ複合型では平均100mm程度、最大で200mm程度にもなっており、石狩川の代表的な洪水はいずれもこの複合型が原因となっているのが特徴である。

(2) 昭和50年8月降雨特性

昭和50年8月22日夜半、寒冷前線が道北から道央にゆくり進んでいたが、23日昼からは日本海を北上してきた台風6号の影響も受けて、全道的に強い雨となり24日早朝までに道央を中心として、多い所で200mm以上の降雨となり、各地で増水・氾濫被害が発生した。天気図と流域内の等雨量線図を図-2, 3に示す。このとき石狩大橋(流域面積12,697km², 全面積の89%)における流域平均雨量は173mmと観測史上最大であった。この値は昭和56年洪水も含めて確率評価すると1/60年程度の超過確率となる。

(3) 昭和56年8月降雨特性

昭和56年8月3日昼から南下してきた寒冷前線は4日夕方までには道央に停滞することとなり、道央部に強い雨をもたらした。さらに太平洋上を北上してきた台風12号の影響を合せて受けたこととなり、4日夜半から5日

夜半にかけて再び強い雨が続き、ため典型的な2山型となった。天気図と流域内の等雨量線図を図4-5に示す。石狩大橋における平均雨量は282mmと記録を更新するものであり、破率評価の結果1/210年となる。

図-2 昭和50年8月23日15時

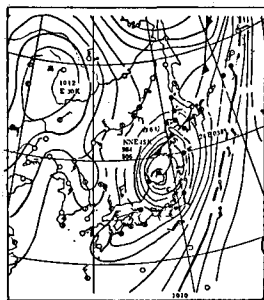


図-3 等雨量線図
昭和50年8月22日~24日

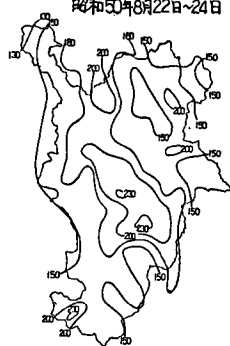


図-4 昭和56年8月5日15時

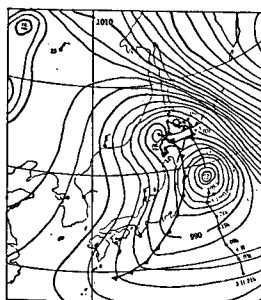
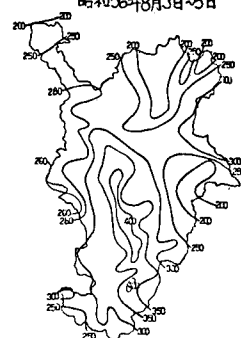


図-5 等雨量線図
昭和56年8月3日~5日

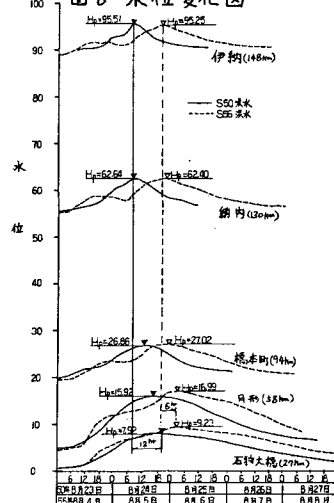


2 出水特性と被災状況

(1) 昭和50年8月洪水、56年8月洪水の出水特性

昭和50年洪水と56年洪水の上下流間の水位変化を図-6に示す。50年洪水は全流域的に一様な降雨パターンであり、降雨のピーク時もほぼ一致しているため、水位曲線を単純な1山型であり水位のピークを上流から下流に向って順次伝播している。上流の伊納から下流の石狩大橋までピークに12時間の差がある。これに対し56年洪水は、2山型降雨によるものであり、上流部では水位は2山となっている。しかし下流部では河道内の貯留によりピークがつぶれて1山になっている。また上下流間のピークのずれも6時間と少なくなっている。これは、降雨の継続時間が長くかつ2山型降雨であったこと、流出波形も前期降雨の流出が重なる合成波形の影響と、降雨の地域分布が中下流部集中型のため中下流部の流出量が多いためと考えられる。また56年洪水は石狩大橋でピーク水位9'23と計画高水位8'75を越えるものであり、流量も1,330m³と計画高水流量9,000m³を大きく越えるものであった。

図-6 水位変化図



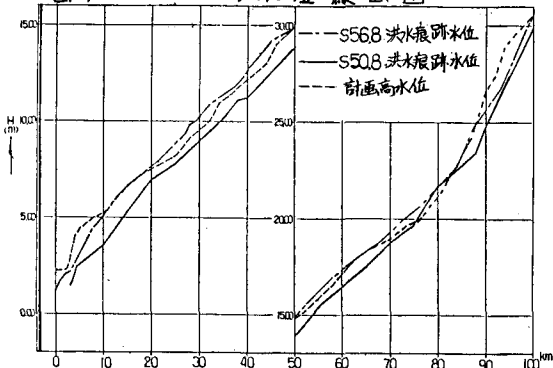
(2) 溢水破堤及び内外水氾濫状況

昭和50年洪水、56年洪水の痕跡水位を図-7に示す。

昭和50年洪水は計画高水位よりも低かったにもかかわらず、堤防が完成していたことから中流部の大曲左岸築堤、同右岸築堤、北村築堤、豊懐築堤の本川堤の外、支川を含めると7カ所で溢水破堤し、流域全体で外水氾濫108km²、内水氾濫165km²の被害を出した。

同56年洪水時には、築堤は計画高水位まででまわっていたが、図-7に示すように本川では80kmより下流の八幡川でピーク水位が計画高水位を超えたため、下新藤津築堤、幌向川、大鳳川等10カ所で溢水破堤し、法面崩壊も多かった。流域全体で外水氾濫97km²、内水

図-7 ピーク水位縦断面図



氾濫517km²の被害を出した。56年洪水の方が50年洪水よりも、降雨、流量規模が大きいために、外水氾濫面積が少なかったのは、50年以後の治水事業の成果である。また表-2に洪水被害額を示すが、農業、家屋被害が56洪水では大幅に増しており、これは内水による氾濫面積が大きかったことを示すものと考えられる。

さらに表-3に堤外災害状況を示すが、河道内災害が56年洪水で少ないのは、護岸等の効果と考えられ、堤防災害（法面崩壊等）が56年洪水で多いのは、主として高水位継続時間が長かったことと、降雨が長時間に及んだことによる影響と考えられる。

表-2 洪水被害額 (億円)

	総被害額	家屋	農業	土木	その他
S50	599	24142 ¹⁷	273	226	83
S56	960	17515 ³⁴	613	224	89

表-3 堤外災害状況

	河道内災害	堤防災害	破堤災害	被害額合計
S50 洪水	102ヶ所	23ヶ所	7ヶ所	71億円
S56 洪水	50ヶ所	69ヶ所	10ヶ所	64億円

3 昭和50年洪水、56年洪水両現

(1) 外水氾濫量の推定

実績洪水の再現計算を行うためには外水氾濫量の推定が必要となる。昭和50年、56年洪水における破堤、溢水力所の内主要な力所について、溢水幅、水深、氾濫水位等を基に外水氾濫量を推定したものを表-4に示す。この表から、50年洪水が長延長、浅水深溢流型であるのに対し、堤防整備が進んだ56年は短延長、深水深溢流型であり、築堤は高さを増やすだけでなく質的改修も必要となってきたのかあか

る。また56年洪水では、石狩川本川から千歳川に逆流したことが現地で観察された。図-8は千歳川下流端の東光橋と16km上流の夏の沢の水位変化を示したものであるが、5日午後には水位の逆転が見られる。この時の流量の計算結果を図9に示すが逆流量は230m³/s程度と推定される。

表-4 外水氾濫推定量

破堤箇所	50年洪水						56年洪水			
	大曲	左岸堤	豊平堤	豊平堤	豊平堤	下新保堤	豊平堤	下新保堤	豊平堤	
破堤又は溢水幅	500	900	1500	600	750	100	80	140	35	
破堤又は溢水深	0.5	0.3	1.0	0.5	0.5	30	25	2.5	3.0	
破堤又は溢水流量	69	78	657	181	107	367	170	319	164	
氾濫量(ha)	31,000					20,500		9,200		

図-8 千歳川水位(S56)

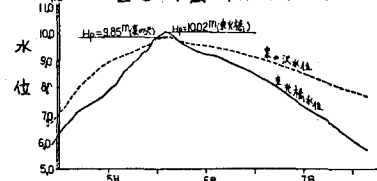
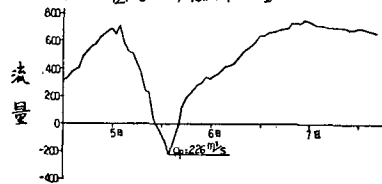


図-9 千歳川流量(S56)

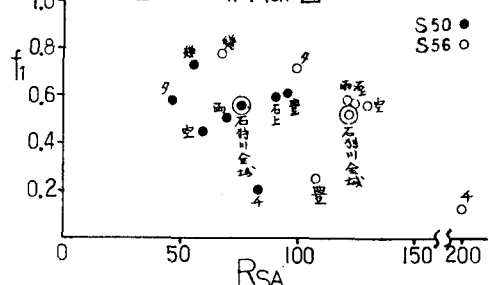


(2) 流出率 (f, Rsa)

石狩川の流出計算は、流域を148の小流域に分割し、これらの小流域からの流出量を貯留関数法により求めることをベースとしている。用いる流域定数K, Pは過去の洪水により検証されている流域固有の値 ($K=(5.6/\sqrt{A})^{0.229}$, $P=1/3$) とし、f, Rsaを実績に合合わせる形で検証した。その結果を図10に示す。流域別に見ると千歳川、豊平川はfが非常に小さく、豊平川、夕張川はfが大きいが、これは地質の特性によるものと判断される。

また洪水別に見ると56年洪水の方がRsaが大きい。これは

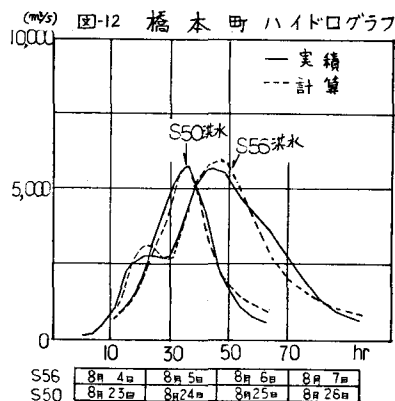
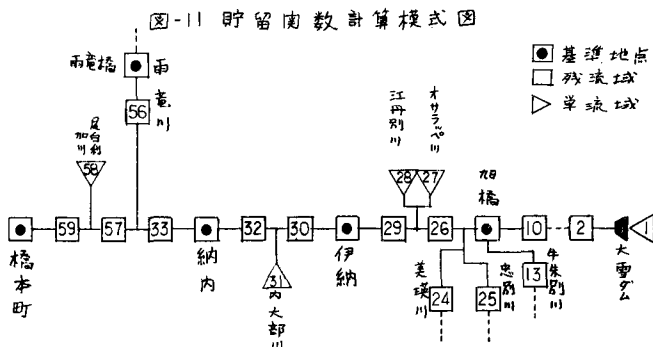
図-10 f, Rsa 図



50年には洪水の発生する4~5日前に流域全体に40~100mmの降雨がある。右の流域の飽和度が比較的高い。左のに対し、56年には洪水前2週間の雨量が10mm程度しかなく、飽和度が少なく、右と左とで考えられる。右の石狩川全流域として、50年洪水は $f_p=0.55$, $R_{50}=77\text{mm}$, 56年洪水は $f_p=0.52$, $R_{56}=122\text{mm}$ となる。

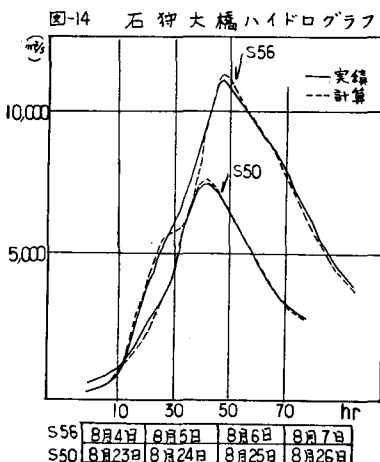
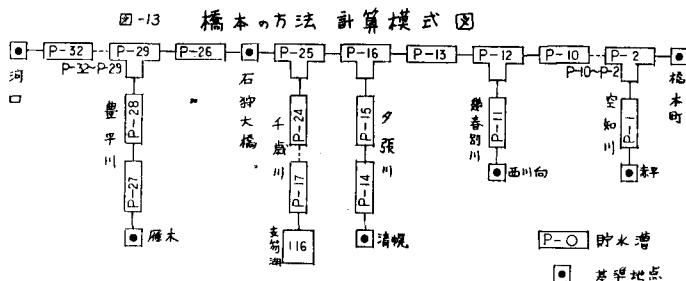
(3) 流出再現計算

石狩川の河道流量の計算は、橋本町より上流を貯留間数法で行っており、その模式図を図-11に示す。この計算法は橋本町より上流を59の小流域に分割し、この小流域毎の流出量に河道内貯留量を見込んで追跡計算するものであり、このシステムにより昭和50年、56年洪水を再現したものが図-12である。



(4) 河道内追跡再現計算

石狩川中下流域、千歳川流域は広大な低平地であり、河床勾配は $1/8,000 \sim 1/3,000$ と極めて緩く、さらにこの地帯で空知川、舞春別川、夕張川、千歳川、豊平川等の大支川と合流し、また内水域からのポンプ排水量も600m³/s程度あり、洪水時の水理状況も、背水の影響、河道内の貯留、内水排除後の線状による洪水波形状の変化等があるため、橋本町下流の河道追跡には橋本の方法を用いた。この方法は模式図を図-13に示すように、低平地河道を32個の貯留槽として扱ってマトリックスを解く方法である。その結果得られた石狩大橋地点の昭和50年、56年洪水の再現ハイドログラフを図-14に示す。ここに示す流量は両洪水其記憶後の流量であり、実績のピーク流量は50年洪水7,530m³/s, 56年洪水11,330m³/sである。



4 石狩川の著名洪水と計画高水流量

(1) 明治31年、37年洪水と治水計画

明治初期に北海道の開拓が始まり、以来、流域は度々洪水に見襲われていたが、明治31年9月には平均降雨量160mm、死者112名、浸水流失家屋17388戸、浸水流失田畑4,300町歩の大氾濫があり、これを契機に治水事業計画調査が始められた。調査期間中に発生した明治37年洪水の氾濫量と水量を基本として、明治42年には対雁地点で8,350m³/sとする治水計画が定められた。

(2) 昭和36年、37年洪水と工事実施基本計画

明治42年の治水計画以後、昭和9年には豊平川、同28年には伊納より上流部の計画流量を追加され、さらに同30年の洪水を契機に同33年雨竜川の計画流量が見直しされ、同35年には金山ダム計画と合せて空知川の計画高水流量が見直された。このように計画流量は部分的に見直されていたが、同36年7月には氾濫面積523km²の大洪水が発生、翌37年8月には氾濫面積661km²の大洪水が発生した。この連続洪水の発生により石狩川の計画流量の見直しが必要となり、計画規模を1/100年とし、石狩大橋地点で基本高水流量9,300m³/s、計画高水流量9,000m³/sとする工事実施基本計画が同40年決定された。

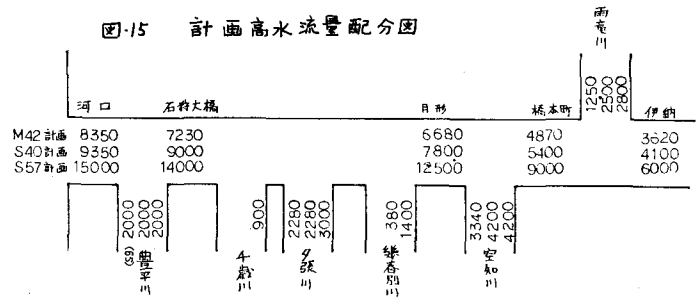
(3) 昭和50年、56年洪水と新治水計画

昭和40年代は経済高度成長期であり、札幌、加川を包含する流域の開発、発展は著しく、流域内人口も同40年212万人が同50年には243万人と増大し、治水安全度向上の必要性は高まり、したがって、こうした中で発生した同50年洪水は計画高水流量に迫るものであり、工事実施基本計画見直しの契機となった。さらに同56年洪水は降雨量、流出量共に計画を大幅に超えるものであったことから新工事実施基本計画の策定が急務とされ、同57年3月に改定となった。この新計画は、石狩川

本川と豊平川等の主要な支川の安全率を1/50年とするもので、石狩大橋地点の基本高水流量を18,000m³/s、計画高水流量を14,000m³/sとするものである。

図-15に石狩川の計画高水流量配分図を示す。

図-15 計画高水流量配分図



5 計画高水流量と昭和50年、56年洪水

(1) 昭和50年、56年型地域分布、時間分布

治水計画の基礎となる計画雨量の検討にあたり、流量に加えて、地域分布と時間分布を考慮する必要がある。石狩川流域のように広大な流域では、全流域的が、地域的小を度わす降雨の地域分布は重要な条件である。そのため流域を148に分割し、この小流域毎の平均雨量を求め、この雨量の標準偏差で地域分布の度合いを求めたものとした。表-5に両洪水の基準地点毎の偏差を示すが、昭和50年洪水の方が偏差が小さくなっている。

表5 流域平均雨量と地域分布の標準偏差

基準地点	石狩川河口	石狩大橋	月形	橋本町	伊納
流域面積 km ²	14,327	12,697	9,306	5,711	3,380
平均雨量	173.2	173.0	171.7	168.3	164.0
地域分布の偏差	21.9	22.5	21.9	19.3	19.8
平均雨量	283.8	282.2	266.1	253.8	237.6
地域分布の偏差	50.8	53.0	45.9	35.7	33.0

また降雨の時間分布について比較するため、両洪水の降雨について、札幌、岩見沢、旭川地点の降雨累加曲線を図-16に示した。この図から、昭和50年洪水の方が3地点における差が小さいこと、中後半部で勾配を急でグー様であることから全流域的に集中度の高い、1山型に近い降雨型といえる。

(2) 50年型、56年型計画対象洪水について

石狩川の計画流量算定にあたり、 $1/504$ 確率の3日雨量を用いるものとし、石狩大橋基準で $260 \text{ mm}/3\text{日}$ とした。また56年洪水については実績降雨 (282 mm) をそのまま用いるものとした。こうして得られた50年型計画降雨と56年型実績降雨を用いて、石狩大橋基準で流出計算をした結果を図-17に示す。この図で両洪水を比較すると、全体ボリュームは56年型の方が大きく、ピーク流量は50年型の方が大きい。石狩大橋地点の基本高水流量 $18,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $14,000 \text{ m}^3/\text{s}$ はこの50年型が基本となっている。

また洪水調節量 $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ については、ダムで $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、治水調整池で $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、放水路で $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ それぞれカット量を分担する計画となっている。

一方、56年型洪水は流量制御を必要とするダムや遊水地、あるいは高水位の継続時間問題となる内水対策等の検討対象洪水型といえる。

あとがき

石狩川の既往最大を記録した昭和50年8月洪水、昭和56年8月洪水を中心に石狩川の新治水計画の概要を述べてきた。石狩川の流量検討については決定まで10余年の歳月をかけて検討、解析を重ねられてきたのであるが、この間に生じた2度にわたる大出水の経験は、石狩川の治水計画の見直しの重要性、緊急性を始め、総合的な治水計画に対する深い理解となったことも事実である。

石狩川の治水計画の基本と成る計画流量等を決定するまでには、50年、56年降雨-流出パターン以外の多数の洪水例についても総合的な検討がなされてきたが、それでもこの両洪水は石狩川にとって多くの貴重なデータと教訓を与えるに十分であるといえる。これ等の経験を今後の河川行政に生かして行くことが課題である。

