



石狩低湿地帯の今の姿

北海道の開発を牽引した「石狩川の治水」

講演者



鈴木 英一
元北海道開発局長



今日出人
前北海道大学特任教授



長澤 徹明
北海道大学名誉教授



戸嶋 光映
建コン協北海道支部(株)ドーコン

1. はじめに
2. 一大湿地帯の開拓に挑んだ大捷水路
3. 戦後の期待に応える治水の始動
4. 相次ぐ洪水と立ち向かった治水
5. 石狩低湿地に打ち立てた農業土木の金字塔
6. 黎明期からコンサルタントが担った技術開発
7. 新たな時代を切り拓く石狩川治水



札幌市街を流れる豊平川

写真提供：上/下 北海道開発局

1. はじめに

石狩川流域の開拓が始まったのは、明治政府により札幌に開拓使が設置され蝦夷地が北海道に改められた以降であり、僅か150年ほど前のことである。開拓の大前提として治水が進められてきた。

さらに戦後、我が国の復興のため、石狩平野の広大な湿地に本格的な農業開拓を展開することとなり、大規模な治水が求められた。

以来70年を経て、石狩川は流域人口312万人で全道の約58%が生活する北海道経済の中心地域となっている。ここに至るまでの北海道開発における石狩川治水が果たしてきた役割を振り返る。

2. 一大湿地帯の開拓に挑んだ大捷水路

樺太におけるロシアの南下に対する国防と国力の増強の目的から、明治政府は1869（明治2）年蝦夷地開拓を決定し、北海道と命名した。開拓のため、道南や東北から移民することと、外国から専門家を招くことを決めた。

開拓の主な舞台は、北海道最大の3,800km²を有する石狩平野であり、鎮府が札幌に置かれた。1871（明治4）年、人口600人の札幌に開拓本府庁舎をはじめ道路、官営工場、学校などが造られ、士族、屯田兵、さらに多くの移民が石狩平野に入植した。しかし、平野は泥炭性低湿地の沼地状態であり、治水などは及びもつかず、当初入植できたのは縁辺部の水はけの良い土地に限られた（図1）。

入植者の増加に伴い低湿地に少しずつ排水路を開削しては水を抜き、農地を造成した。やがて1890年代には流域の人口も30万人と増加した。

開拓途上の1898（明治31）年大洪水が発生した。石狩平野は水没し、浸水面積411km²、浸水家屋数18,600戸、死者112人の被害で、急遽、治水のための調査が始まった。調査の中心となったのは、札幌農学校出身の北海道庁技師岡崎文吉で、周到的な調査を続け、1904（明治37）年に発生した大洪水時には、我が国で初めて氾濫域の同時水位観測を行い、独自の手法で氾濫した流量を算出した。それを基に、湿地が開拓されることを前提にして、洪水をすべて河道内で流下させる計画高水流量として、

8,350m³/s（下流基準点：現在の石狩大橋地点）と定めた。氾濫量を加味する洪水解析手法は画期的であり、この流量は、1981（昭和56）年の大洪水発生に至るまで石狩川の治水計画の基本となった。

また岡崎は、著しく蛇行する石狩川の改修方式として河道を直線化する捷水路工法を選択した。平常時の河川水位と湿地の地下水位の低下による農地化も意図したのである。さらに、欧米の先進事例より、河道幅を可能な限り広くとることとし、910mとした。この川幅は後の石狩川河道計画に大きく貢献した（図2）。

1918（大正7）年、信濃川大河津分水路工事や利根川浚渫工事で使用されたエキスカベーターや浚渫船などの大型機械と技術の提供を受け捷水路工事に着工、終戦までに15か所の捷水路が完成し、石狩川の延長は40km短縮され、河川水位の低下とともに湿地の排水も進み、開拓の基盤は整えられていった。

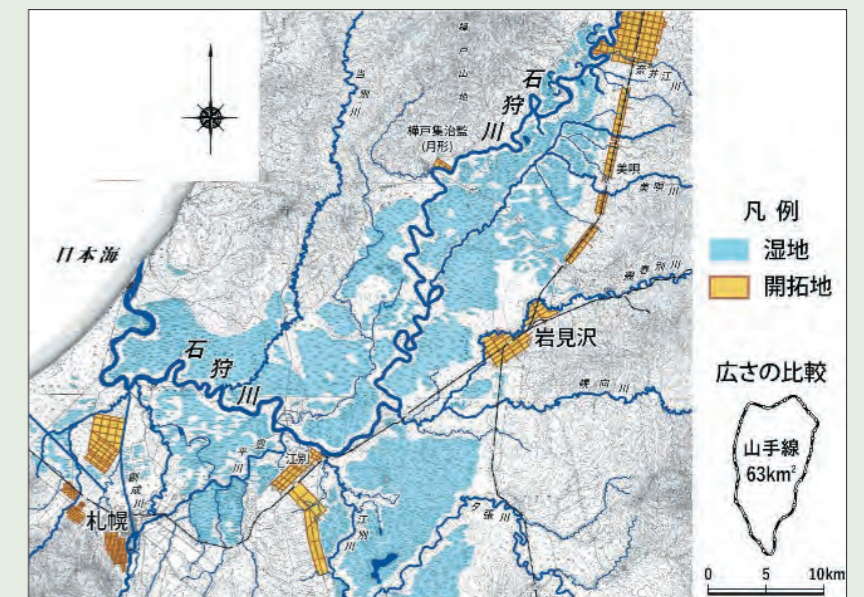


図1 1886（明治19）年当時の石狩平野



図2 岡崎設計の捷水路

3. 戦後の期待に応える治水の始動

1945（昭和20）年終戦を迎え、国土は敗戦で荒廃し、広大な北海道は引揚者の受け入れ、食料生産、石炭や電力などエネルギー生産の場としての役割を担うこととなり、その中心は石狩平野であった。

開拓事業として、石狩平野では帰農者による開墾が始まった。入植地はそれまで放置されていた湿地で、洪水が相次ぎ発生し、入植者を苦しめた。そこで1953（昭和28）年石狩川本支川に初の改修全体計画が策定され、無堤であった全川に延長680kmの築堤が計画（図3）され、まずは計画高水位までの高さの暫定堤防を施工するものであった。

戦前からの捷水路工事も1969（昭和44）年まで29か所で行われ、河川延長は58km短縮され、流路延長は利根川に抜かれ3位となったが、確実に水位は低下した。

さらに、農業用水、発電、水道用水、洪水調節を目的とした桂沢ダムが完成、北海道のTVAといわれた初めての多目的ダムであり、石狩平野発展の源となった。

戦後の主要な治水工事は河道掘削と築堤であった。石狩平野の地盤は泥炭が多く、その成分は未分解の植物の遺骸で、含水比が高く、支持力が極端に小さい性質を持っている。そのため、掘削を行うと法面が滑り出し、堤防盛土を行うと次の日には沈下しているという具合であ



図3 1953（昭和28）年の石狩川改修全体計画（赤：計画された築堤及びダム）



写真1 石狩川1975（昭和50）年洪水の越水状況

り、ブルドーザなどの重機は沈んでしまうため、人力が頼りの困難な現場であった。少し盛っては沈下させ、次年以降にまた少し盛るといった緩速盛土工法により築堤が進められた。

築堤工事は延々と続けられ、ようやく暫定堤防が連続し農地や市街地も広がってきた1975（昭和50）年8月、石狩川全域を大洪水が襲った。計画に匹敵する規模であり、本支川の堤防22か所で溢水し、内6か所が破堤、石狩平野は、またもや水没し、浸水家屋20,600戸、浸水面積292km²もの被害が生じた。堤防が沈下していた箇所も多数あった（写真1）。

この年、被災箇所を5カ年で復旧する激甚災害対策特別緊急事業制度（激特事業）が創設され、石狩川は第1号の適用を受けた。直ちに復旧に取り掛かったが、被災した堤防の地盤は軟弱であり、基礎処理が不可欠であった。多数の現場試験と解析の結果、基礎部に木杭を打ち込み、杭頭部を鉄筋でネット状に結束し、その上に堤防盛土を施工するパイルネット工法（後述）が開発され、28kmの区間で用いられた。5年間で合計169kmの区間を計画高水位+50cmの高さまで盛り上げることができた。石狩川の築堤史上画期的な速さであった。

4. 相次ぐ洪水と立ち向かった治水

激特事業が終了して1年経った1981（昭和56）年8月6日、石狩川は、札幌294mm、旭川298mm、流域平均雨量284mmという1975（昭和50）年洪水を大きく上回る観測史上最大の洪水に見舞われた。

石狩川の水位はほぼ全川に渡って計画高水位を上回り、前年に完成したばかりの漁川ダムなど直轄5ダムでは洪水調節を実施（平均カット率71%）して流量低減を図ったが、石狩大橋地点では計画高水位を約50cmも超過した。最大流量も11,330m³/sと当時の計画高水流

量9,000m³/sを大幅に超えることとなった。

1975（昭和50）年洪水の激特事業により整備された堤防が、計画高水位を上回る洪水にも何とか耐えていたが、本川では江別市美原地区右岸2か所で溢水破堤、支川では島松川などで破堤被害が発生し、再び激特事業が採択されることとなった（写真2）。

外水氾濫面積は1975（昭和50）年洪水より少なかったが、内水氾濫面積は約3倍で総氾濫面積614km²と山手線内面積の約10倍、まだ堤防が繋がらず、高さも足りなかった1962（昭和37）年洪水に匹敵する氾濫面積を記録した（図4）。

石狩川本川の高い水位が継続したことによって浸水被害が発生していた札幌市北部の茨戸川流域では、急遽、24時間体制で完成間近の石狩放水路を開削し、直接日本海へ洪水を放流させ、浸水被害の早期解消に画期的な効果を発揮した。

この洪水により治水計画の速やかな見直しが求められ、工事実施基本計画を全面的に改定することとなった。

1975（昭和50）年8月洪水が8,620m³/s（氾濫戻流量）と計画高水流量に匹敵し、1981（昭和56）年8月上旬洪水が12,080m³/s（氾濫戻流量）と計画高水流量を3,000m³/s上回ったこと、札幌など都市圏の発展を考慮に入れ、石狩大橋地点での基本高水のピーク流量を元計画のほぼ2倍の18,000m³/sと決定した。河道は限界まで低水路を拡幅するとともに下流部では高水敷の一部を掘削して中水敷を新たに設定し、流下能力を従来の計画高水流量である9,000m³/sから14,000m³/sまで高める

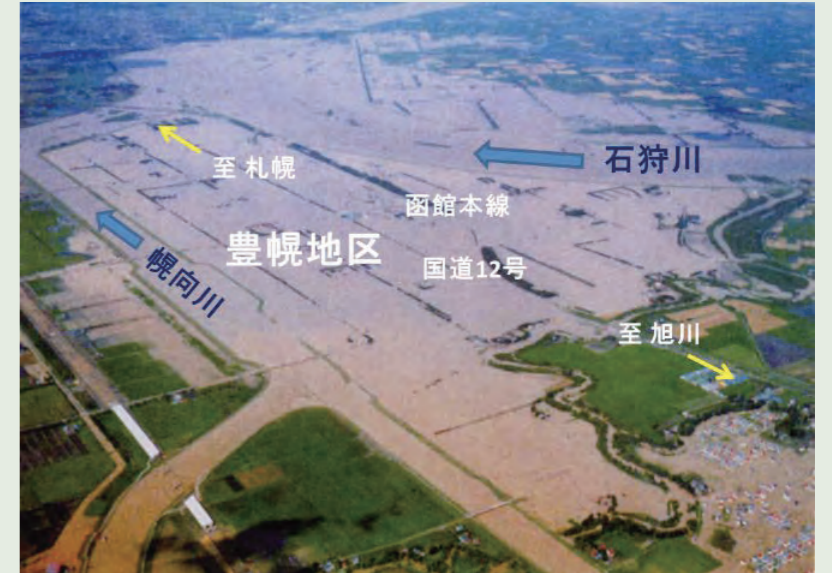


写真2 石狩川1981（昭和56）年洪水の氾濫状況

こととした。上中流部での新たな洪水調節施設の設置等、可能な限りの対策を組み合わせた総合的な治水対策を立案することとした。

当時、北海道開発局建設部長だった館谷清氏は「降雨量と洪水流量があまりにも大きく、これまでの浚渫、築堤、ダムだけでは処理できない。従来の治水計画を抜本的に見直す時期と判断して、学識経験者に北海道、沿川首長も加え、当時としては先進的な石狩川治水計画検討委員会を立ち上げ、遊水地、放水路、ダム、排水機場など総合的な対策を盛り込み、半年ほどで計画をまとめ上げた。」と振り返っている。

さらに、泥炭性軟弱地盤上で急速施工が可能で基盤すべりにも強く、かつ河道の掘削・浚渫で発生する残土が

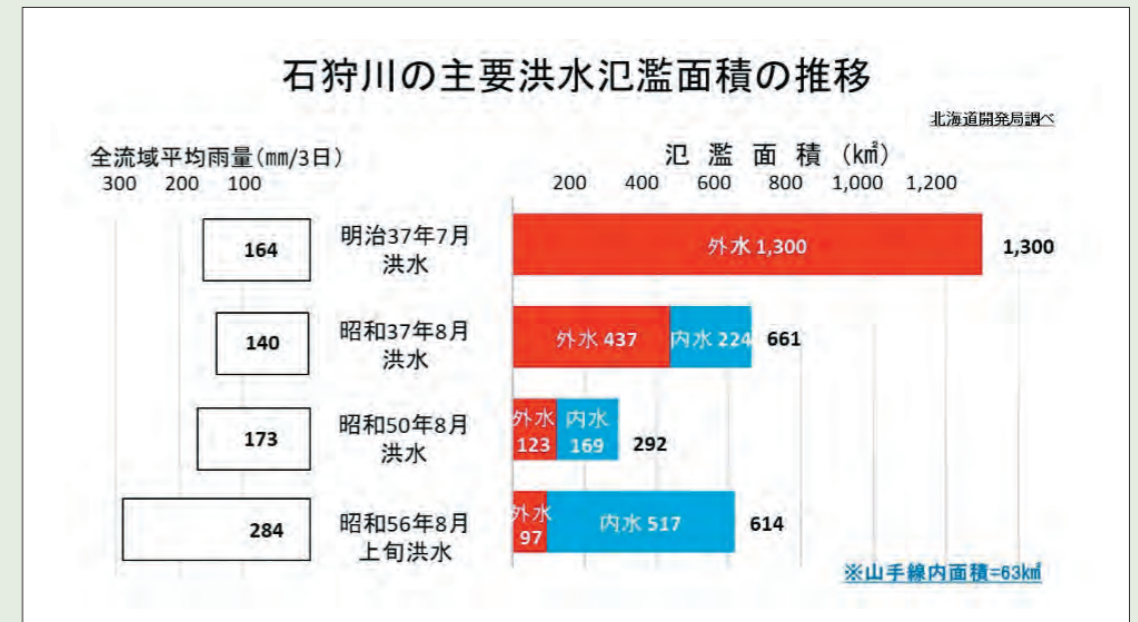


図4 主要洪水氾濫面積の推移

治水事業の実施により、流域は大きく変貌

人口及び耕地は7倍
市街地は43倍に拡大

	明治30年頃 (約110年前)	昭和30年頃 (約60年前)	現在
流域内人口(万人)	44	184	312
低平地における耕地面積(ha)	15,500	97,900	111,100
低平地における市街地面積(ha)	400	2,800	17,100

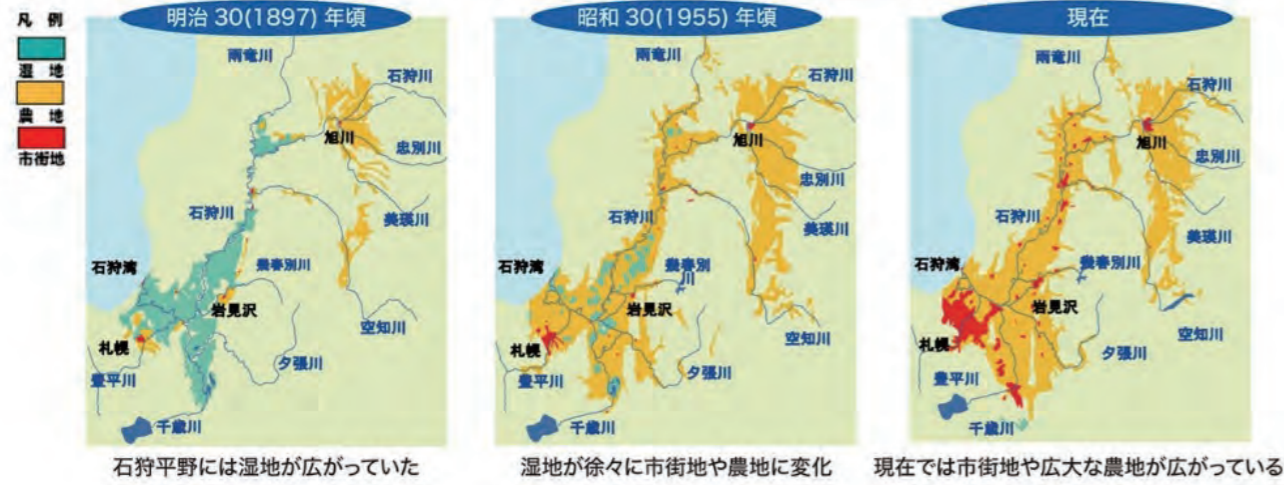


図5 変貌した石狩川流域状況

活用できるならかな法勾配(5~10割)の丘陵堤を洪水継続時間の長い本川中下流及び主要支川に設置することとした。丘陵堤(写真3)は法面のすべり対策や漏水対策としても有効であるとともに、今では北海道を象徴する河川景観ともなっている。

また、広大な低平地を抱え、洪水時に石狩川の水位の影響を大きく受ける千歳川では洪水を太平洋に流下させる千歳川放水路を建設することで流域の治水安全度を飛躍的に向上させ、同時に石狩川への合流量を1,000m³/s軽減して本川への負荷も減らす計画とした。その後、千歳川放水路については、自然環境及び漁業への影響を懸念する知事の意見を受け中止し、千歳川の治水対策は流域内の遊水地群と堤防強化に変更された。

改定計画では、札幌市北部の将来の市街化進行を織り込んだ伏籠川総合治水対策事業、利水ダムを多目的ダムに発展させる夕張シューパロダム、完成後60年を過ぎた桂沢ダムの嵩上げなど、既存ダムの再開発を取り入れた。さらに石狩川中流部には、洪水調節のため950haの優良農地を利用する地役権方式の北村遊水地を計画した。農業と治水が両立するもので、現在の流域治水の先取りとも考えられる。



10割堤防に座り写生する新篠津村の小学生

写真3 丘陵堤での写生会

このような治水事業が進められた結果、石狩川流域は、治水事業がスタートした110年前と比較すると耕地面積は7倍に、人口も310万人と7倍となるなど、世界に例を見ないような発展を遂げることとなった(図5)。

5. 石狩低湿地に打ち立てた農業土木の金字塔

篠津(しのつ)泥炭地開発は、戦後、食糧増産対策として未開拓であった石狩川流域の泥炭地緊急開拓事業に端を発する。1950(昭和25)年の北海道開発法に伴って発足した北海道開発庁が石狩川流域総合開発計画を立案した。その内容は篠津を含めた6地区にわたる大計画であった。図6は石狩川下流域の3地区を概略示している。農地開拓は泥炭地開発に重点を置き、なかでも篠津地域

泥炭地開発事業はその代表的なプロジェクトであった。

同計画は1952(昭和27)年度から10カ年で実施するとしていたが、篠津ではこれに先駆け農地排水を目的とした国営事業が実施され、篠津運河の改修や幹線排水路掘削が行われていたが、資金不足に苦慮していた。そのため、1953(昭和28)年、世界銀行に対し建設機械導入資金の借款を要請したのである。

1954(昭和29)年、現地調査に入った世界銀行やフランス、FAO(国際連合食糧農業機関)は、6地区の中で篠津泥炭地開発が有望と認め融資が決定し、翌年に従前の事業を組入れてスタートした。

現場では画期的な新技術が開発された。一つは「湿地用ブルドーザ」である。排水などの土地改良に必要なブルドーザは、泥炭地では沈下や繊維の絡みつきにより運用が

できなかった。そこで、1952(昭和27)年、北海道開発局とメーカーの共同開発により、試行錯誤の末に2年後湿地用ブルドーザが完成した。このブルドーザは、キャタピラに三角履底版を装着し、泥炭繊維を切らず、絡まず、接地圧を小さくしたもので、整地をはじめ機材の運搬などあらゆる作業に威力を発揮した(写真4)。

篠津地域泥炭地開発事業の主要な工事は、篠津運河の再整備と石狩川頭首工の建設であった。泥炭地の農地開



写真4 実用化した湿地ブルドーザ

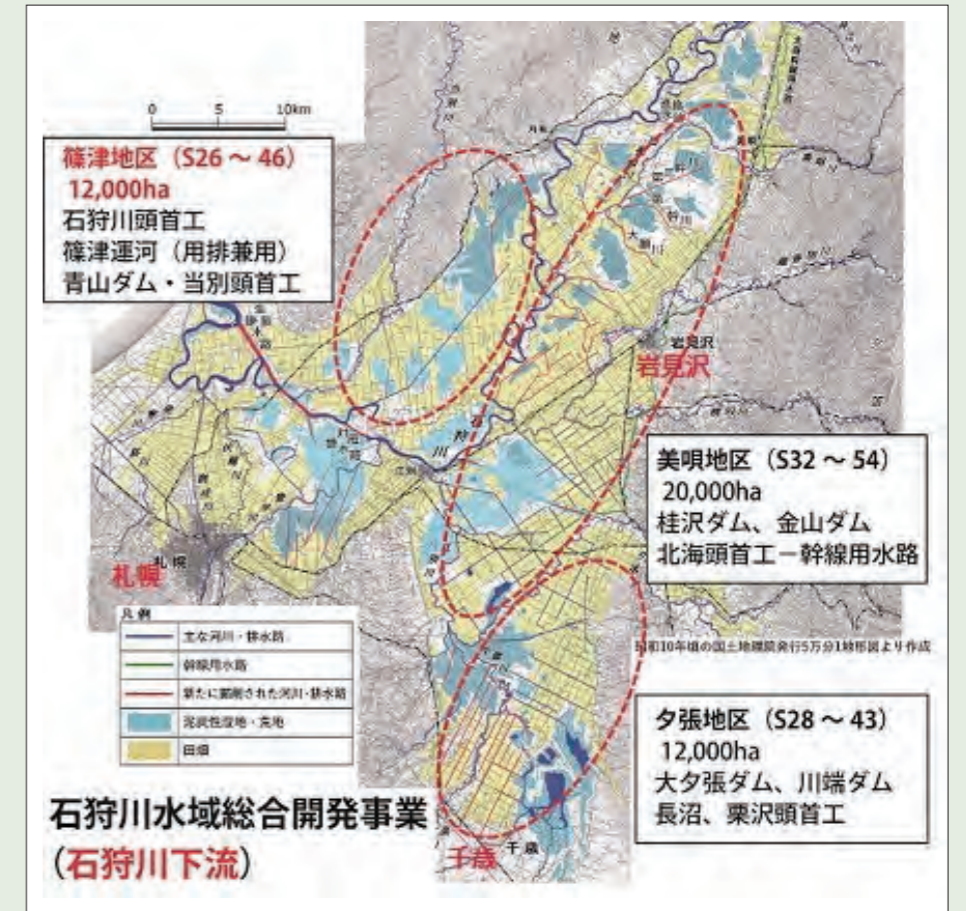


図6 石狩川水域総合開発事業

発には排水が基本であり、根幹施設となる篠津運河は、明治時代から幾度も掘削が試みられたが、法が崩れたり、水路が盛り上がり閉塞したりして、完成には至ってなかった。

1951(昭和26)年、国営事業「総合篠津地区」によって地区排水の幹線として本格的改修に着手することとなった。1955(昭和30)年から始まった篠津地域泥炭地開発事業により畑地から水田に地目の変更され、篠津運河は石狩川から取水し、地区内の排水を合わせて下流で揚水(反復利用)する延長23km余の「用排兼用水路」に変貌していく。

石狩川本川から篠津運河へ取水するための施設として石狩川頭首工が計画された。大河川に設置する固定堰であり、工事の半ば、1961(昭和36)年と1962(昭和37)年の大洪水により大きな被害を受けたが、突貫工事で1963(昭和38)年に完成させた。頭首工から篠津運河への取水は20~30m³/sで、運河沿いに設置された揚水機で農地に供給される。大断面の素掘り水路を維持するため、非灌漑期に通水することも特徴的である。

泥炭地開発では排水と並んで、泥炭地を被覆し農地へ変えるための客土も重要である。篠津地域では、石狩川の改修(捷水路工)により外水位が低下したことで、幹



写真5 改築された石狩川頭首工の全景
(堰長257m、最大取水量37.49m³/s)

線排水路（篠津運河）及び支派線排水路、暗渠の機能が向上し、必要な排水が可能となった。客土に関しては、地域の西北丘陵地や河川敷から採土し、軌道・馬そり・トラックなどで搬入したが、後半から運河下層の掘削土をポンプで圧送する工法を採用した。本工法は送泥圧力や泥水濃度、パイプ延長、流末処理などの課題があったが、全体としては技術的・経済的に大きな成果を上げた。

調査に訪れた国連のFAO職員は、「泥炭は燃料や工業資材として利用するか泥炭地は草地にするのが適当」と水田化に反対し、欧米の近代的な機械や技術の供与を提案した。これに対して松井芳明ら現場技術者は、『排水と客土による水田化が最適であり、泥炭地に重量機械は不適當である。我々には十分な経験の蓄積があるので外国の技術供与も不要』と断った。技術者たちは独自の技術で水田造成を成功させた。世界銀行をして後に『泥炭地を水田化したことは日本以外になく、篠津は農業土木の金字塔』と言わしめた。

篠津地域泥炭地開発事業は1970（昭和45）年度に竣工した。その後、老朽化した石狩川頭首工を地域環境に配慮し、リニューアルする「篠津中央二期地区」に着手、2015（平成27）年度に完了している（写真5）。

現在の篠津地域にかつての泥炭湿地の面影はなく、広大な豊穡の大地に変貌した。大水田地帯はコメ政策に対応してゆめぴりかななどの良食味米を生産しつつ、野菜・花卉など多様な農業が営まれている。石狩低湿地を一大農業地帯に変貌させた技術と努力、関係者の熱意は後世に語り継がれるであろう（図7）。

6. 黎明期からコンサルタントが担った技術開発

(1) 泥炭地の築堤を可能にしたパイルネット工法

1975（昭和50）年からの激特事業では、泥炭地区に

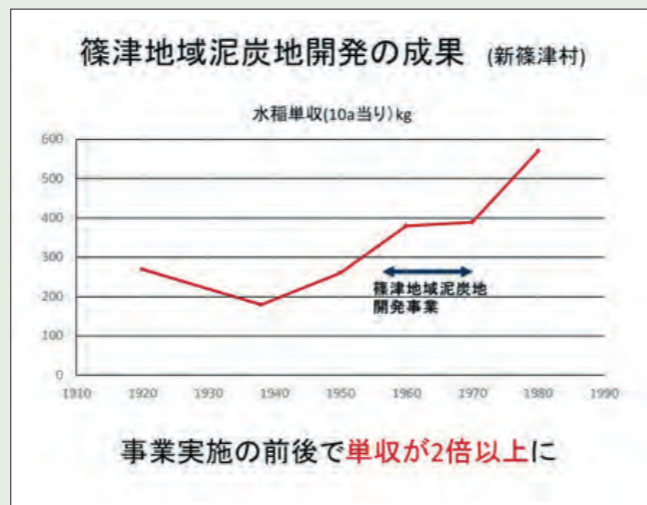


図7 単位収量の推移



写真6 パイルネット木杭打込み・鉄筋連結

5年間で築堤を行うことが必要であったが、石狩川の泥炭は表層からN値ゼロで、そのままの状態では短期間に堤防を盛ることは不可能であった。当時、急速施工としてサンドコンパクション工法が一部で行われていたが、コストや施工性から使用できない箇所が多かった。

そこで、木杭群を摩擦杭として用い、杭頭部を鉄筋により連結させることによって、地盤の強度増加と荷重の分散化を図り、長期的な安定を確保するパイルネット工法が生み出された。これにより激特事業期間内（5年）で、堤防盛土の迅速な施工が可能となった。また、地場産のカラマツ等を木杭に活用することで、コスト的にも同規模の深層混合処理と比べて、1/3以下と有利となり、かつ地域経済にも貢献できた（写真6）。

(2) 超緩勾配河川石狩川の水位流量計算

1981（昭和56）年洪水直後には、被害の大きさから工事実施基本計画を改定することとなったが、課題は水位流量計算であった。石狩川本川は流れの緩い区間が河

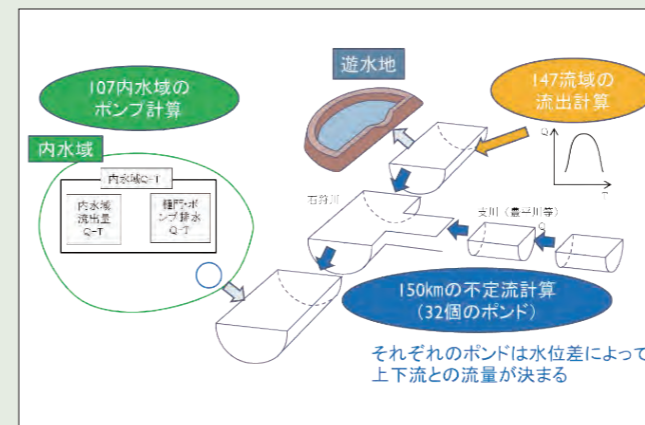


図8 石狩川水位流量計算モデル概念図状況

口から90kmにも及び、その間の支川や破堤箇所から水の出入りがあり、複雑な水理状況だった。計算技術や当時のコンピューターの性能の限界があり、数値解析は困難を極めた。試行錯誤の結果、官民協力で上下流水位差の影響等を各該当区間の流量に反映できる不定流計算モデル（ポンドモデル）を開発した（図8）。

モデルは、32個のポンドをつなげて河道に見立て、各ポンドの水位と流入・流出量を連動させて計算する手法で、1回の計算でも、すべてのポンド水位が安定するまで計算を繰り返さなければならなかった。最新鋭大型計算機を導入して、半年の間、昼夜の別なくコンサルタント技術者の総力を集め、翌年3月の改定に間に合わせることができた。

(3) 新たな挑戦（気候変動予測技術）

日本を対象とした気候変動計算は、気象研究所が20km格子で行っているが、格子が広いため集中豪雨・台風や80mm/hを超えるような大雨の再現性に問題が指摘されており、河川計画に用いることはできなかった。

北海道では、産官学の英知を結集し、世界で初めて気候変動後の河川流域で確率雨量を算定した。

2017（平成29）年、北海道大学山田朋人准教授らは、

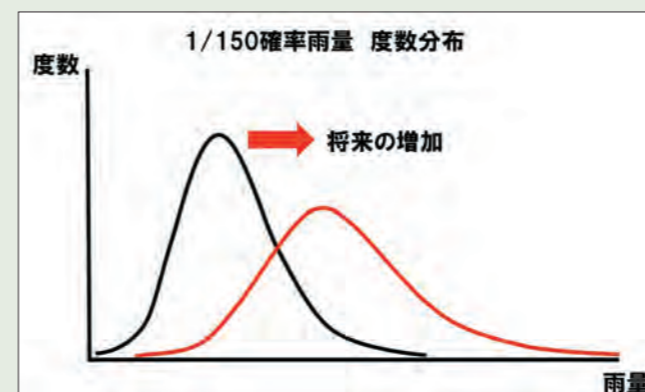


図9 将来における確率雨量の増加

地球シミュレータを用いて北海道の過去の降雨を5km格子で3,000年分計算した。コンサルタント技術者は得られた膨大なデータを確率評価し、実際の観測結果の確率降雨が再現されたことを検証した。その上で、4℃上昇時の将来予測についても同様の手法で5,400年分の降雨を計算し確率評価を行った結果、十勝川の将来の150年確率雨量（度数分布の中央値）が1.4倍となることが分かった（図9）。

7. 新たな時代を切り拓く石狩川治水

2010（平成22）年以降、線状降水帯による局地的な豪雨が頻発するようになり、2014（平成26）年には札幌市を中心に80万人に避難勧告が発令される豪雨が頻発した。また2016（平成28）年8月には観測史上初めて北海道に台風が3つ上陸、さらに接近した台風10号により山地部広域で8月後半だけで最大で900mm前後の豪雨があった。これにより石狩川をはじめ全道で甚大な被害が発生し、気候変動が現実になってきたと強く認識されることとなった。

地球温暖化による北海道の降雨量について、大学、北海道開発局、北海道及びコンサルタントが協力して数量化に成功し、目標を定めることが可能となった。

石狩川においても、将来増加する降雨量に対して現計画では対応できないことが明らかとなっており、可能な限りの治水施設を組み合わせることで策定された現計画ではあるが、さらなる対応策が新たに必要となっている。

石狩川では、明治以来治水の困難に対し、出自の異なる技術者が協力し合い、最新の技術を用いて克服してきた。現在でも、流域の全首長が意見交換を行う「石狩川流域圏会議」が設けられ、新たな治水のあり方について協議が始まっている。北海道庁も、所管するすべての河川について洪水氾濫危険区域図を公表し、治水計画を超える異常洪水への備えに住民の理解を進めている。農業者も土地改良を継続し、農業生産の維持・向上に努める一方、近年の温暖化を見据えた農業を模索している。北海道開発局も、街づくりと一体となった大規模な地上げや、多くの利水ダムの活用などを進めるとともに、さらに流域住民の生活様式を織り込んだ「流域治水」を進めるべく、今スタートラインに立ったところである。

気候変動に対して、努力と最新の英知で立ち向かう新たな石狩川治水が始まっている。

< 図表・写真の提供 >

- 図1、2、6 国土地理院地形図に加筆
- 図3～5、7～9 北海道開発局提供（一部清書、加筆）
- 写真1～6 北海道開発局提供（一部清書、加筆）