

北海道の治水

－石狩川の捷水路と千歳川放水路－

Flood Control Works in Hokkaido

－Cutoff Works of the Isikari River and the Chitosegawa Floodway Project－

品川 守

Mamoru SHINAGAWA

1. はじめに

開拓使が設置された明治2年(1869)には58,467人にすぎなかった北海道の人口は、現在その100倍に相当する約570万人に達し、およそ120年の間に飛躍的な発展をとげてきた。この間、原始河川が縦横に氾濫する広大な未開の低平地は総合開発により自然豊かで肥沃な大地となり、約300万人が居住する氾濫原は生活、生産をはじめ地域社会の中核機能を担っている。

本文は、北海道における治水とその流域の発展の典型を見ることができる石狩川流域を対象に、低平な氾濫原の土地利用の進展、地域社会の形成に大きく寄与してきた捷水路の技術的背景と効果、及び広大な低平地の治水対策として現在進めている千歳川放水路計画について論及する。

2. 石狩平野の開拓

北海道の本格的な開拓は明治2年(1869)開拓使の設置にはじまるが、様々な殖民誘導策を講じたにもかかわらず、寒冷、低湿な原野が広がる石狩平野は遅々として開拓が進まなかった。そのため、土地条件を明らかにして移住を容易にするため、明治19、20年(1886、1887)の両年で殖民地選定調査を行っている。その結果から当時の石狩原野の土地条件がうかがえる¹⁾(表-1、2)。

殖民地選定は土地の現況調査と農牧に適する土地を対象にしており、神居古潭より下流の石狩平野で選定された19万haのほとんどが樹林地と泥炭地であった。また、19万haのうち、開墾可能地10万haは水害発生の危険があり、76千haに及ぶ大改良後開墾可能地は泥炭地と湿地であった。

この荒蕪地が広がる石狩原野への入殖は図-1に示すように明治20年代に完了しているが、殖民地選定後、入殖をより可能とするため明治23年(1890)に殖民地を区画する制度を設けている。この区画制度は、1戸の耕作面積を5町歩(約5ha)として縦150間、横100間を基準形に疎居方式を採用した。また、この6戸分を1単位とする300間×300間毎に区画道路を設置することとしたが、現在碁盤の目の土地区画として見られるこの方式は、石狩原野の新十津川村区画で最初に着手され、その後全道的に広がっていったものである。

図-2に示すように明治29年(1896)当時、土地利用は氾濫原を避けて丘陵地に限られているが、目前に広がる石狩原野の農耕地としての利用は入殖者の夢であり、その後低平地への開拓が進められていく。しかし、開墾が進められている最中の明治31年(1898)、37年(1904)、相次いで大洪水が発生し、入殖間もな

表-1 殖民地選定結果(新撰北海道史) (ha)

樹林	草原	高丘	湿地	泥炭地	計
81,060	24,110	3,270	7,290	75,600	191,330

表-2 開墾するのに必要な条件(新撰北海道史) (ha)

開墾可能地	排水後耕農可能地	牧畜適地	大改良後可能地	計
105,730	6,280	2,710	76,610	191,330

3. 石狩川治水工事の背景

「北海道第1期拓殖計画」の重要な施策として石狩川の計画的、組織的な改修事業がはじまるが、その背景には、明治初期の札幌周辺への屯田兵・各種団体の入殖、明治19年からの開拓適地の選定後における全流域への入殖の展開がある一方、当時原始河川であった石狩川沿岸一帯は低平な湿地で、毎年のように洪水氾濫があり、また、地下水位が高く未だ農耕地として適さない状況にあったことがある。

石狩川治水計画調査報文³⁾によれば明治12年(1879)からの30年間に34回の洪水氾濫があり、1回当たり平均7,300haの浸水、河岸浸食による農地の潰れは年平均44haにも及んで入殖者の開拓意欲を打砕いていた。また、泥炭層という特殊な軟弱層が基盤を構成しているため、地下水位が高く、夏期の地温上昇を妨げるなど農産物収穫高の低迷を招いていたのであり、これらの阻害要因の防除なしには低平な湿地の開拓は進められなかったのである。

図-3は地盤高を示しているが、下流部は特に低平地であって標高10mの範囲は本川で50km上流まで、千歳川流域では60km地点にまで及んでいる。また、河川横断方向には約20kmの低平地が広がり、洪水時の氾濫貯留量が大きく、また河川勾配も緩やかであるため浸水日数は最大34日間、平均でも5日間に及び、一旦浸水すれば農作物は皆滅を繰り返していた。

また、石狩川流域には6万haの泥炭層の分布地域があり、下流部に55千haが集中している(図-4)。泥炭層が分布する地域はなかでも低地にあたり、近年までも未利用地として残されていた地域である。のちに、湿地の土地改良として設ける排水路は地下水位を地表面から3尺(90cm)下げることを設計目標としたが、排水路が結ばれる河川の水位低下は焦眉の急であった。

4. 石狩川治水工事の特色

こうした背景から、石狩川治水工事は現在に至る80余年の歴史にすぎないが、石狩川ならでの数多くの社会的、技術的な特色をもって進められてきた。

第1に、石狩川治水工事はすべて拓殖計画に基づき実施されていることである。

開拓は明治2年開拓使設置以来数次にわたる計画のもとに進んでいるが、第1期拓殖計画は閣議決定のもとに計画期間の15年間に施行すべき事業に支出する金額を約7,000万円と定めて実行に移されている。その事業項目は、殖民費(地形測量、殖民地の選定区画、土地の処分)、産業費(水産・農業の試験)、土地改良費(排水路)、河川費(石狩川の治水)、港湾費とされており、その一環として始まった石狩川の計画的、組織的な治水工事は、いわば総合計画のもと石狩原野の土地処分、排水路工事等と同時に実施して、新たな地域社会を形成していくことに始まっている。

第2には、当時の河川工学として最も斬新な手法を駆使して治水計画を策定していることである。

治水の本格的な調査は明治31年洪水を契機に岡崎文吉氏を中心に進められていたが、河川の縦断方向に設置された水位観測所の時間推移と河道および氾濫原の横断形状から時間毎の氾濫量を求めることにより氾濫のハイドログラフを水理学的に得、それらの結果から将来堤防で氾濫が防止されたときの計画流量を30万立方尺/秒($8,350\text{ m}^3/\text{s}$)と算定している。20世紀初頭において氾濫する流量を求める手法としてはとくに優れていたものと考えられ、²⁾それを今後の計画対象としたことは当時として特筆すべき技術であった。事実、この計画流量はその後半世紀以上にわたって改定されることがなかったことが、その卓越した技術と先見性を物語っている。

第3に河道の維持に石狩川固有の技術が採用されていることにある。

そのひとつとして、低水路断面形状に複断面形状を採用したことである。自然の力により形成された低水路断面形状は自然の形状で安定しており、その平衡性を維持する観点から捷水路の低水路幅は自然河道の川幅を採用し、河道縦断的にも断面の連続性を保持する計画としている。また、洪水時の水位上昇を少しでも低減するため低水路の両側に中水敷を設けている。これら河道維持の思想は捷水路工事を経て現在の改修に

も引継がれており、河道の安定化に対して特別な配慮がされている。

第4は石狩川治水工事の目的は既開拓地の災害防止に加えて未利用地の農耕地化を誘導することにより、新たに生産を生み出す事業効果が期待された事業であったことにある。

低平な湿地である氾濫原の土地利用を定着させるための対策として洪水氾濫の解消と排水路整備と一体になった河川水位の低下が期待され、これらを同時に解決する工法として捷水路を中心とする治水工事が実施されることとなった。

そして、第5には捷水路の施工法の技術である。

石狩川の捷水路工事は29か所と多く、また、河道延長の短縮も大きいため、捷水路の下流側では相対的に河床勾配が緩やかになって土砂堆積がすすみ、河道の不安定を招くことが懸念された。このため、石狩川では常に下流側の河床を低下させ、河道の平面形が維持できるよう捷水路群は必ず下流側から通水する鉄則を貫いてきた。従って、捷水路工事は最後の砂川捷水路が昭和44年に通水するまで半世紀以上の長期間を要している。

5. 捷水路工事の展開

石狩川の計画的、組織的な改修にあたり、1)放水路開削方式：2川方式、2)堤防方式：蛇曲河道の外縁に堤防設置、3)河身切替工事：迂回河道に直線水路の開削、4)局部切替工事：局部的な迂回河道のみ直線水路の開削の4案について比較検討の結果、岡崎氏の当初構想である放水路案（図-5）を採用しているが、これは、いわゆる段階施工の考えのもとに、第1期治水工事は、江別市より下流部について明治37年洪水時の対雁水位観測所の河道^{ついでに}流下流量15万立方尺／秒を在来の河道と新たに開削する放水路の2本の河道で氾濫させることなく流下させるものであり、そして、それが完成した暁には堤防を設け計画流量とする30万立方尺／秒を第2期工事として防御しようとしたものである。³⁾

また、放水路への分流方法については、在来の河道は永年にわたり形成された安定性に富んだ河道であり、また流路を舟運に利用することなどから平常時の流水は在来河道で流下させることが河道維持上自然の理に叶っていると考え、放水路敷高は平水位程度として時に起る洪水のみを分流させ洪水水位を低下させるものであった。

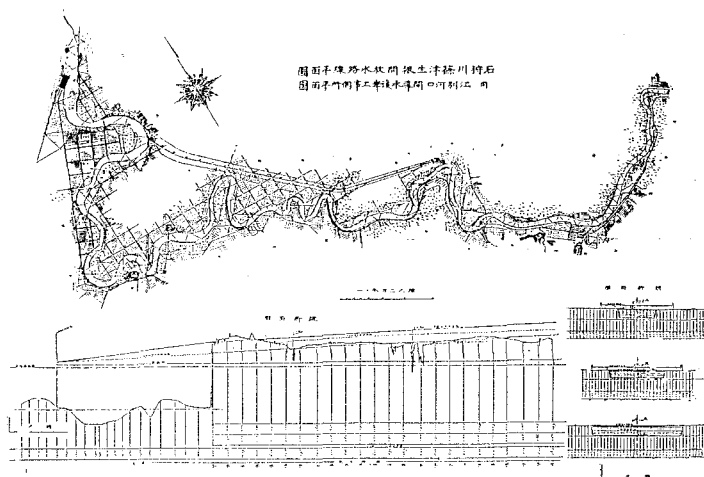


図-5 石狩川放水路案（明治43年(1910)）

岡崎氏は明治43年計画が始まると同時に石狩川治水事務所長として放水路に係る調査測量などを陣頭指揮した。当初計画は5年間の調査期間を予定したが財政上の事由もあって着工するに至らなかった。大正6年(1917)に至って放水路方式を捷水路方式に変更することとしたが、当時の石狩川治水事務所長である岡崎文吉博士は次の様に報告している。^{1) 5)}

「放水路を開削し在来水路と相俟って洪水を疎通設計を立て在来水路に固有の洪水流過能力を充分發揮せしめて土功費の経済を図りたるも、斯くて将来二条の洪水流路を維持するは即ち洪水の悪影響に対する防禦線の延長を増加する所以なるを以て、将来に於て負担すべき維持上の係累を軽減するの意味に於て、当初に於て土功量を増すも寧ろ直流式を採用して永遠の利益を図り……、…新水路を開削し……貫せる直流水路を造成し……経費を要すること多きも直流水路は根本的なり、是れ本河治水計画改善の一つなり。」

「……直流水路の掘削より生ずる捨土の一部を利用してその間隔 500間の位置に築堤を行い他日上流遊水を絶滅の場合に起るべき洪水流量の倍加に備うるものとす。」

すなわち、30万立方尺/秒の流量を流下し得る河道として、今日にいう捷水路を開削し、その両岸に堤防を築造する工法を根本的な施設として位置付けた捷水路方式(図-6)に計画を変更し、翌大正7年(1918)から生振捷水路を嚆矢として29か所の捷水路工事が展開されていった。

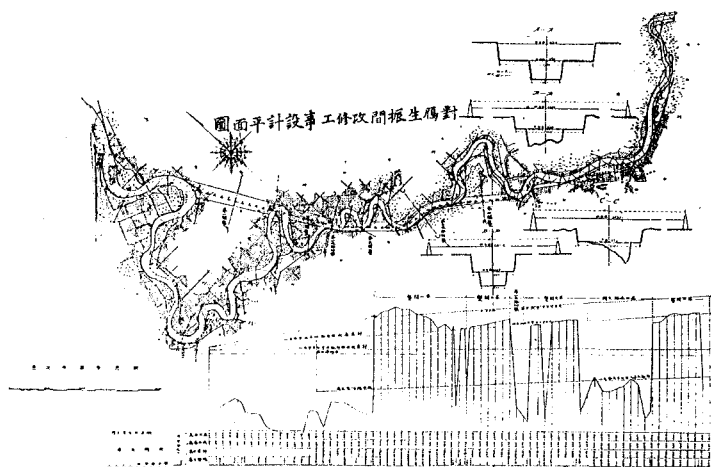


図-6 石狩川捷水路(大正6年(1917))

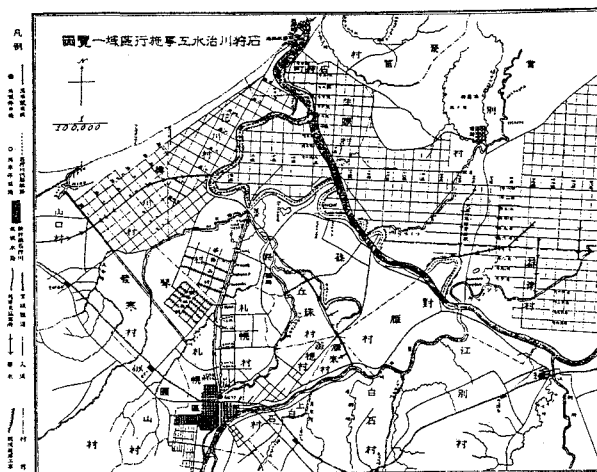


図-7 石狩川捷水路工事施行区域図(大正6年(1917))

図－6には複断面の低水路（中水敷）が記されているほか、図－7には河川の計画と篠津村付近の排水路計画が同時に図示されており、治水工事と排水工事が一体として計画実施されている状況がわかり、前述した石狩川治水工事の特色を裏付けている。

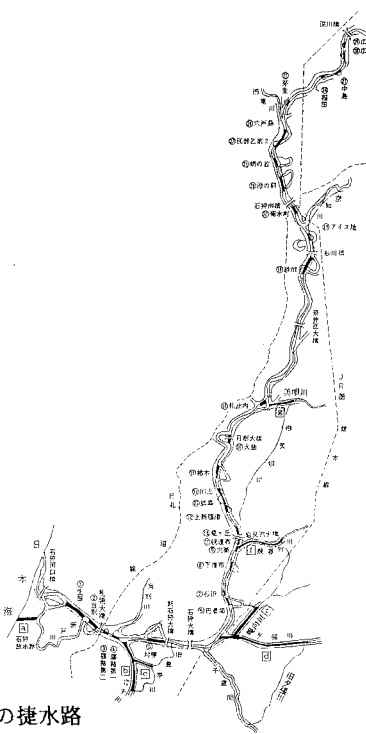
5. 捷水路と河川水位の変化

大正7年（1918）に生振捷水路に着工以来昭和44年（1969）に砂川捷水路が通水するまでの間本川で29の捷水路が通水した（図－8）。そのため深川より下流の石狩川は河道延長が 180kmから 122kmへと58km短縮されて水面勾配は約 1.5倍となっている。また、掃流力の増加による河床低下、低水路の拡幅などによる流下能力の増加が河川水位の低下をもたらした。

その過程においても多くの洪水が発生しているが、洪水を各年の最大洪水位（年最大洪水位）として図－9に経年変化を示している。最大水位の出現は毎年起的降雨の大小に左右されているが、水位の変化を捷水路による河道短縮の経過（捷水路の通水）と対比してみると、生振捷水路の通水（昭和6年(1931)）により水位低下が始まり、捷水路が数多く通水した昭和30年代になって水位低下が大きく現在も進んでいる。これにより基準地点石狩大橋において氾濫することなく低水路だけで流下する流量はかつては約 2,500m³/sであったが、現在では約 4,000m³/sにまで増加している。この流量は毎年起的融雪洪水流量に匹敵していることから少なくとも融雪出水程度では堤防が無くても氾濫はまねがれる程の治水効果をもたらしている。しかし、夏期の大洪水は地盤高以上の洪水位となり、連続した堤防によってその氾濫を防止している。

つぎに、河川水位の平常時の値として年平均水位の経年変化を図－10に示すが、年最大水位と同様な低下傾向が見られる。石狩川本川では約 1.5～ 3.5mの水位低下を示しており、これらの平常時の水位低下は排水機能の増加、地下水位の低下による農耕地の生産の増大をもたらして、かつて湿地であった石狩平野が一大沃野に変貌し得たことは捷水路と無関係ではないことがわかる。

番号	名称	捷水路延長	旧河道延長	完工年月	通水年月
1	生振捷水路	3.7km	18.2km	大正7年10月	昭和6年5月
2	当別	2.8	4.2	13・7	8・5
3	篠路第2	0.9	2.1	8・6	大正10・9
4	篠路第1	1.6	3.0	11・4	14・12
5	対面	2.3	5.9	12・4	昭和8・8
6	巴魯堤	1.5	4.9	昭和10・4	13・5
7	砂浜	0.8	1.6	9・5	13・9
8	下達布	1.5	3.0	9・5	14・9
9	六差	0.7	1.3	12・4	17・9
10	樺達布	0.7	1.3	12・4	17・5
11	豊ヶ丘	1.9	2.8	9・4	15・7
12	上野橋津	1.0	1.7	15・4	18・10
13	狐森	1.1	2.5	15・4	24・9
14	川上	0.3	0.5	12・6	24・11
15	枯木	2.1	4.6	14・4	15・10
16	大曲	1.2	3.7	16・5	30・10
17	札幌内	0.8	2.5	14・4	31・10
18	砂川	3.0	6.5	39・6	44・11
19	アイヌ地	1.2	2.5	16・5	20・11
20	菊水町	1.0	1.5	17・5	22・9
21	池の南	2.5	6.0	14・5	16・9
22	納の谷	0.6	4.0	13・10	14・5
23	江部乙第2	2.6	3.8	31・11	35・11
24	六戸島			35・5	36・11
25	芽生	1.2	3.2	21・5	28・10
26	稲田	0.5	1.0	26・5	26・9
27	中島	1.0	2.5	28・5	30・3
28	広里第2	0.9	1.9	29・7	30・11
29	広里第3	2.3	3.3	26・12	28・7



図－8 石狩川の捷水路

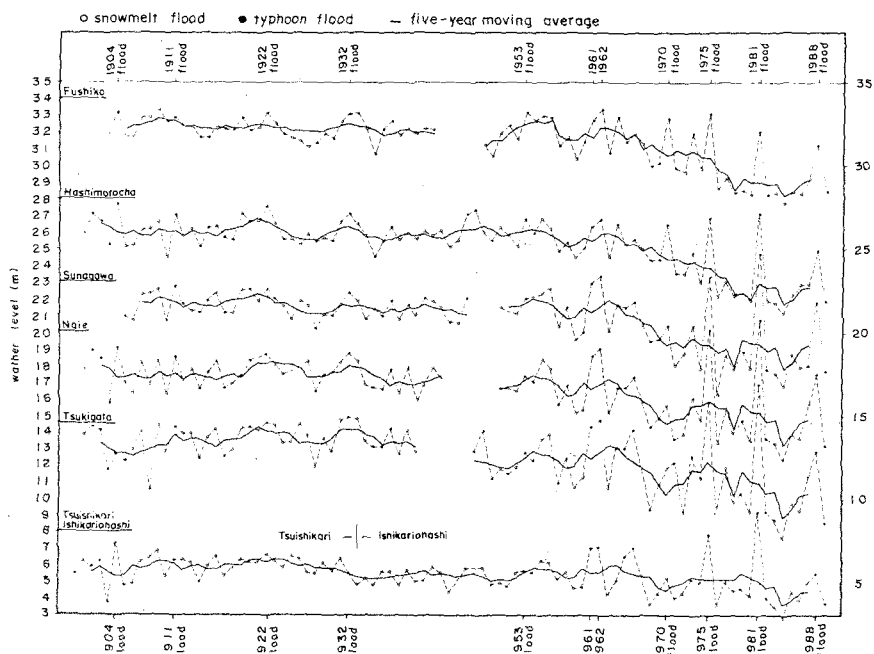


図-9 年最大水位の変遷

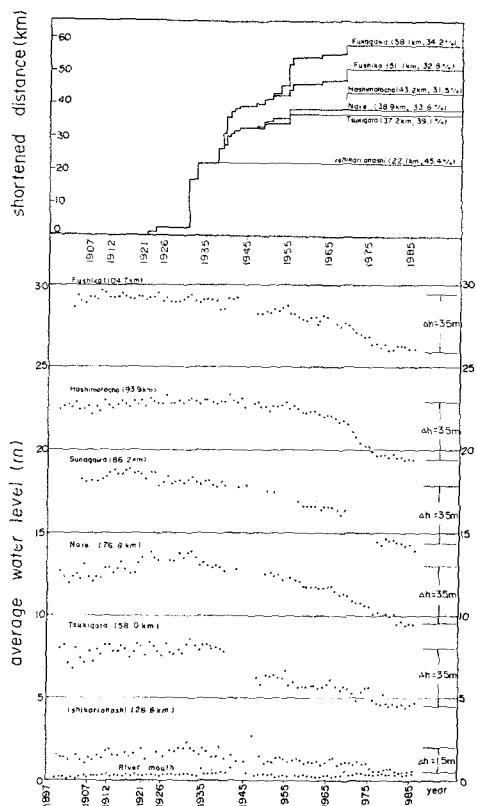


図-10 年平均水位の変遷

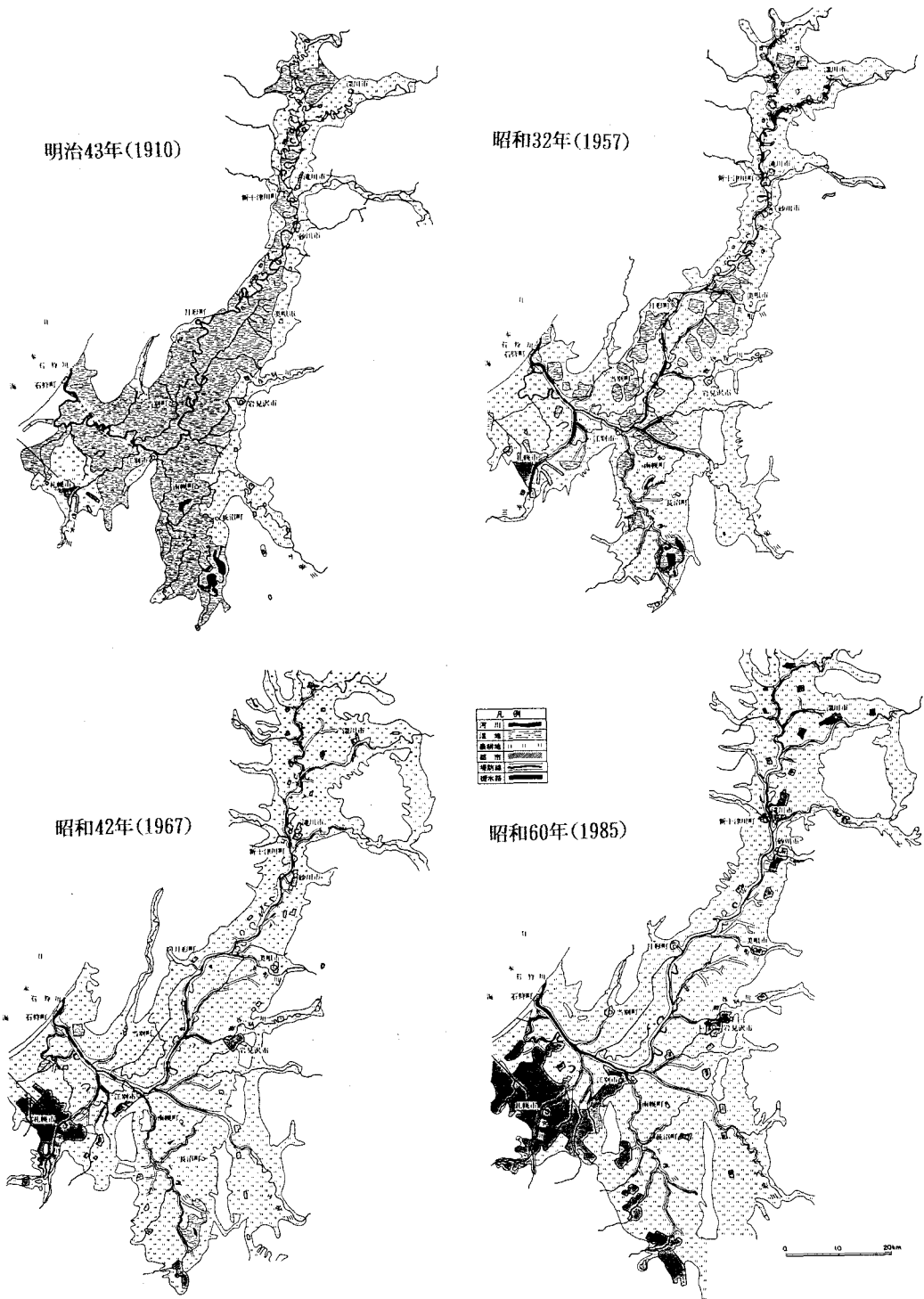


図-11 石狩川流域土地利用の変遷

6. 氾濫原の土地利用の変遷

開拓当初、石狩原野の氾濫原は河岸の自然堤防の樹林と一面の低平な湿地のみであったが、120年余りの開拓の歴史を重ねて現在高度に利用された地域空間に変貌したことは他に比類の無い高スピードであるといえよう。そこには土地改良事業や都市開発事業など多様な開発投資があり、また地方自治体を中心として地域住民の住環境の整備に対するたゆまざる努力の結実であることは論を待たない。

なかでも石狩川の治水事業は、低平湿地をかかえる広大な氾濫原を農耕を中心とする生産の場や居住可能地を創出することに始まり、地域社会、住民や立地した生産手段を洪水から防止することに移行して来たが、捷水路工事はその根幹的な役割を果たしてきた。

図-11は氾濫原の土地利用の沿革を示しているが、明治以来昭和31年（1956）までは、石狩平野の土地利用区域の拡大に対する要請は常に強かったにもかかわらず未だ未利用地が多く残っていることがわかる。昭和30年当初の石狩川はほとんどの捷水路が通水したばかりで堤防はほとんど無い状態であった。従って氾濫頻度の高い低地までの開拓はいまだ不可能であったといえよう。

その後、河川水位の急速な低下と堤防の連続化による氾濫防止によって、湿地の解消、安定した生産体制の確立が可能となり、土地利用はさらに拡大して低地部へ進み、さらに近年都市区域の拡大が進んで現在に至っている。この現象は各自治体毎の分析においても具体的にその進展現象として見られるところであり、氾濫原における洪水防御、水位低下が誘導した多大な開発効果として評価されるものである。

7. 捷水路による洪水氾濫と洪水流の変化

石狩川の河道の整備段階に応じて発生した代表的な4洪水は次の以下のとおりである。

1) 明治37年7月洪水（1904）

原始河川状態の河道に発生した洪水で石狩平野への入殖が進んで概ね10年程経過した段階の洪水氾濫であり、入殖者に大打撃を与えた。外水氾濫面積 $1,239\text{km}^2$ は氾濫原全域に匹敵している。

2) 昭和37年8月洪水（1962）

捷水路29箇所のうち27箇所が通水して低水路の流下能力は拡大した。しかし、堤防は未だ連続していない段階の洪水である。外水氾濫面積は 437km^2 に及んでいる。

3) 昭和50年8月洪水（1975）

捷水路29箇所が通水し、また堤防は連続した段階での洪水であり、外水の氾濫は大幅に改善された。しかし、都市域が拡大したため都市災害が顕在化した洪水でもある。外水氾濫面積は 108km^2 。

4) 昭和56年8月洪水（1981）

上記3洪水より降雨量が大きい、外水氾濫は昭和50年洪水同様にほとんど防止された。外水氾濫面積は 67km^2 。

これらは原始河川状態から捷水路のみの完成、堤防の完成に至る間の発生洪水であり、河道の整備状況によって河道内の洪水流の変化が読み取れる。

図-12は石狩川下流部石狩大橋地点の流量ハイドログラフである。堤防が連続する前の洪水で氾濫原、河道とも原始状態では降雨開始後100時間後にピーク流量が発生していたが、捷水路が完成した河道及び昭和36、37年当時の流域の土地利用状況に対応して、ピークの発生時間は40時間にまで短縮された。また、これらは外水氾濫が防止されない段階の洪水であって、河道流量は $4,000 \sim 5,000\text{m}^3/\text{s}$ と変化がない。堤防が連続した後の昭和50年、56年洪水ではピーク発生時間は40～50時間とあまり変化がないが、河道流量は氾濫がなくなった分大きくなっている。しかし、捷水路工事により低水路の流下能力が大きくなったため、洪水氾濫の指標となる洪水位は図-13に示すように流量で示される程の差はなく、これが石狩川の洪水流の変化の一大特色といえる。

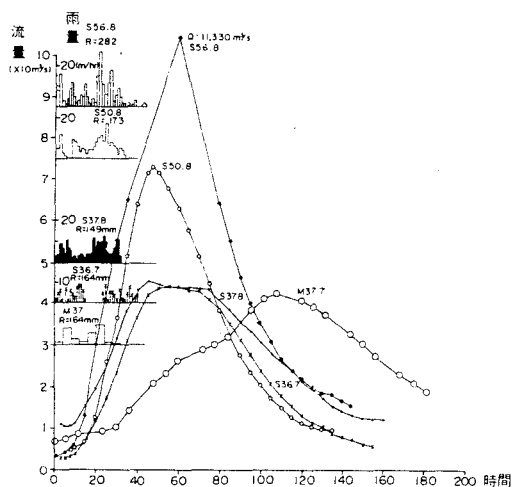


図-12 実績流量図（河道流下流量、石狩大橋）

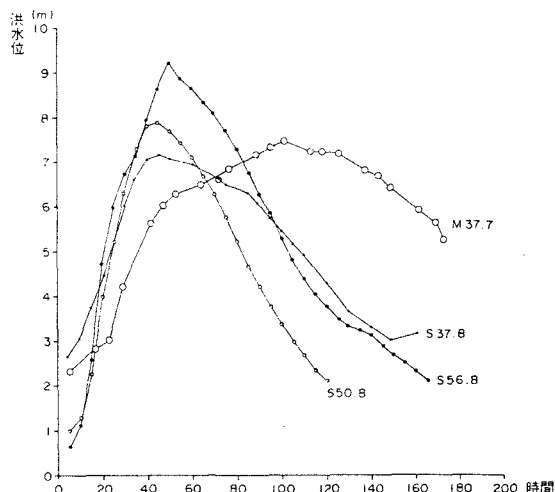


図-13 実績水位図（石狩大橋）

石狩川の河道整備は捷水路工事を中心に大幅に進み、水面勾配の増加、河床低下による流下断面積の増加、更には低水路幅の拡幅工事によって低水路の流下能力が増大した。その結果、洪水水位と平水位の低下があり、洪水に対する安全度の向上と低平湿地の農耕地化が進み、また地下水位の低下が夏の短い石狩平野の地温上昇をもたらして生産適合作物の拡大、収穫量の増加をもたらした。

しかし、本支川の捷水路によって降雨の到達時間が短くなり洪水流が集中する結果をもたらしている。これらが洪水氾濫の主要因をなす洪水水位に、どのように影響を与えているか以下に考察する。

河道条件として以下の3ケースを考える。2)、3)を比較すると捷水路の効果を見ることができる。

- 1) 明治37年洪水当時の原始河川状態で、氾濫が生ずる場合
- 2) 捷水路工事前の旧河道（迂曲河道）沿いに堤防を設け氾濫を防止する場合
- 3) 捷水路と連続堤防が完成した場合（現在の河道）

明治37年7月洪水（1904）と昭和56年8月洪水（1981）の2洪水についてそれぞれの河道状況に応じた貯留関数を求め、石狩大橋での流量ハイドログラフを求めた。なお、2)の旧河道沿いに堤防を設けた場合の貯留関数は石狩川治水計画調査報文³⁾に、氾濫が無い場合の河道流量が対雁地点で $8,350 \text{ m}^3/\text{s}$ 、その時の河川水位が 10.96 m と計算されている結果から求めた（図-14）。

前記3ケースの河道状態での河道流量は図-15、16に示すとおりで、堤防によって、また捷水路によって河道流量は増加している。

洪水による氾濫の発生は洪水位の大小によるが、流量観測結果から水位ハイドログラフを求めると図-17、18に示すとおり、堤防によって氾濫が防御され水位は上昇するが、捷水路によって大幅に水位の低下が図られており、石狩川では流下能力が拡大されて洪水位を低下させている。また、洪水継続時間が短縮されており、広大な低平地がある石狩川の場合、内水の湛水時間の短縮の効果も大きいものと考えられる。

石狩平野は泥炭性軟弱地盤地帯であるから堤防の盛土高には自ら限界があると考えられる。また、河川勾配が緩やかでかつ氾濫原が広いため一旦氾濫すると浸水時間が長くなる。更に支川への背水区間が長距離となるため洪水防御区間は更に長くなっている。そのため石狩川においては常に高水位を下げる努力が重ねられてきている。現在の計画高水位は既往最高水位よりも低いことからそのことがわかるが、これらは捷水路工事が行われたことに負うところが大きい。

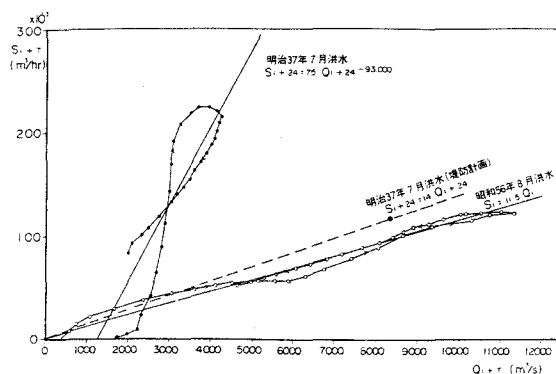


図-14 氾濫及び河道貯留量

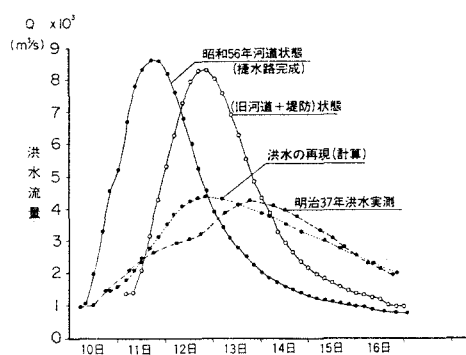


図-15 明治37年7月洪水流量(石狩大橋)

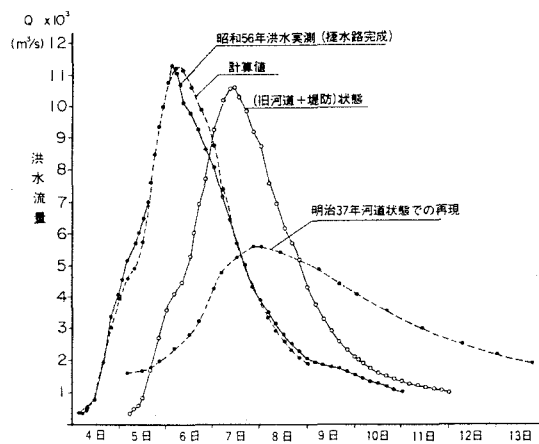


図-16 昭和56年8月洪水流量(石狩大橋)

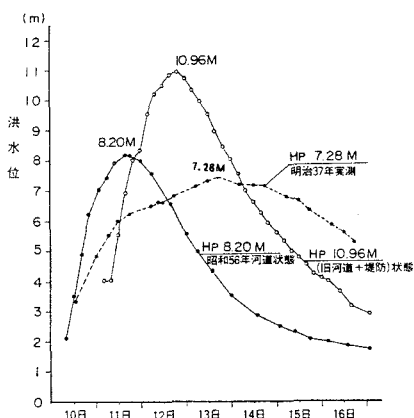


図-17 明治37年7月洪水水位(石狩大橋)

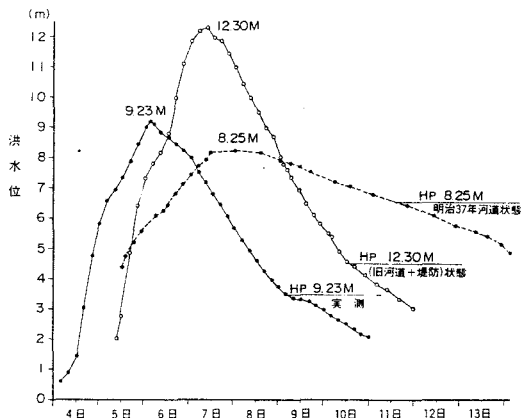


図-18 昭和56年8月洪水水位(石狩大橋)

8. 千歳川流域の特徴

石狩川の支川のひとつである千歳川の流域は、水田や畑作等の農業に加え、札幌圏のベッドタウンとして、また北海道の空の玄関である新千歳空港を中心とした臨空型工業地帯として、北海道の発展の中核となる道央地域に位置している。しかしながら、その降雨、地形、地質といった自然的特性のため洪水氾濫が頻繁に繰り返され、およそ2年に1度という頻度で水害を受けている。

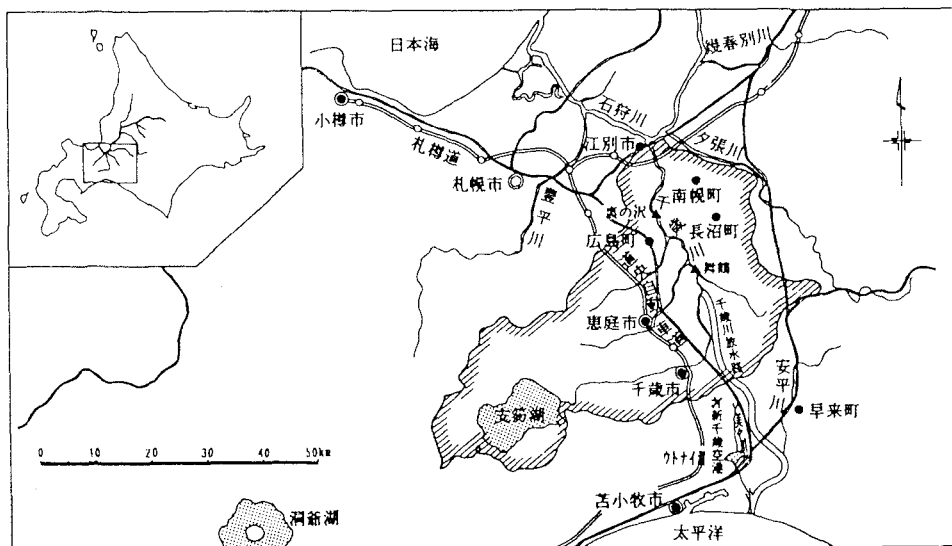
千歳川の治水対策は本川石狩川での対策とともに、明治時代後期以降その広大な沿川低平地で進められた開拓と歩調を合わせて本格的に進められてきたが、なお十分な整備状況とはいえず、千歳川流域の抜本的治水対策として、周辺の環境の保全を図りながら安全な社会基盤の形成を図るとともに、北国らしい雄大な水辺という新たな環境の創造を目指して千歳川放水路計画の取り組みが進められている。

千歳川は、幹川流路延長 286km、流域面積14,330km² を誇る我が国屈指の大河川である石狩川の下流部に位置する支川で、支笏湖を源流に千歳市街を経て江別市街で石狩川に流入する流域面積約 1,244km²、幹川流路延長約 108kmの一級河川である。流域は千歳市、恵庭市、江別市、広島町、長沼町、南幌町にまたがり、この3市3町の人口は32万人を数え、170万都市である札幌市に隣接し、新千歳空港がその圏域にあるなど、恵まれた条件の下で近年発展している地域である。

流域平均年降水量は約 1,500mmで、石狩川全流域の約 1,300mmより若干多い程度であるが、上流支笏湖周辺が大雨を生じやすい気象・地形条件となっているため、昭和56年8月に発生した2回の洪水時の流域平均雨量が 339.5mm、220.1mmを記録したように、たびたび集中的な豪雨に見舞われている。

千歳川流域には、中・下流域に4万竈に及ぶ広大な低地が広がっており、このため、千歳川の河床勾配も1/7,000程度と極めて緩いものとなっている。さらに、洪水時には石狩川の高い水位の影響を受けることによって、千歳川の洪水が石狩川へ流れづらくなり、周辺堤内地盤高よりも高い水位が延長40kmにもわたって長時間継続するという、特異な洪水特性をもっている。

千歳川流域を含む石狩低地帯（石狩平野南部から千歳川流域中・下流部を経て勇払平野に至る区域）は今から数十万年前は一連の海域であったが、海退とともに石狩川等からの流送土砂や支笏火山噴出物が堆積することによって陸化したものである。従って、泥炭や粘土、火山灰など脆弱な地質が広く分布し、堤防盛土の困難さや基盤漏水等が治水上の問題点となっている。



図一19 千歳川流域と千歳川放水路

こうしたことから、千歳川流域は水害常襲地帯となっており、近年の流域の3市3町での被害をみると、昭和50年8月洪水で氾濫面積約8千畝、被害家屋約1,000戸、昭和56年8月上旬洪水では氾濫面積約2万畝、浸水家屋約2,700戸となるなど大きな被害を受けている。

昭和50年代に入ってから相次いだこれらの洪水は千歳川流域にとどまらず、石狩川流域全体に大きな被害を及ぼし、昭和57年3月に石狩川水系工事実施基本計画が改定され、千歳川の抜本的治水対策として千歳川放水路計画が位置付けられた。

9. 千歳川の治水計画

1) 石狩川の計画流量

①計画流量の決定方法

計画流量検討のフローチャートを図-20に示す。計画規模は、石狩川本川と札幌市、旭川市に係わる支川について150年に1度、その他の支川は100年に1度の降雨に対処できるように設定した。そして、実績降雨量を確率評価し、本支川の各基準点における計画降雨量（計画規模に対応する確率雨量）を定めた。次に、全ての主要洪水の実績降雨パターンについて、その降雨量を計画降雨量に等しくなるよう引き伸ばし、この計画降雨群を石狩川の降雨流出特性を表現した貯留関数法による洪水流出モデルを用いて流出計算をおこない、ハイドログラフを求めた。このうちから基本高水のハイドログラフを決定した。

②計画降雨量

計画降雨量の決定にあたっては、昭和元年から56年までの、石狩川流域及びその周辺の雨量観測所における降雨量データをもとに、流域平均3日雨量を等雨量線法により求め、これから得られる各基準点毎の年最大流域平均雨量を、岩井法、ガンベル法、積率法の各法を用いて確率評価し、その結果を比較検討した上で決定しており、石狩大橋基準点における計画降雨量（確率1/150）は260mm/3日である（図-21）。

次に、石狩川流域全体における降雨の地域分布、時間分布のデータが揃っている昭和30年代以降の実績降雨から降雨パターンを選定した。石狩大橋基準点においては、総降雨量が100mm以上の全7パターンを選定し、それぞれについて実績降雨量が計画降雨量260mm/3日と等しくなるように引き伸ばしをおこなった。ただし、短時間雨量強度が過大とならないよう、引き伸ばしは2倍程度までとした。

③基本高水流量

石狩川の洪水流出計算手法としては、流域からの流出量の算定に貯留関数法を用いた。また、河道の中で洪水の追跡計算については本川上流部及び急流支川では河道の貯留関数法、本川中下流部及び千歳川については河道ポンドモデルを用いた。

先に選定した7つの降雨パターンによる流出計算の結果（表-3）を比較検討した結果、計算ピーク流量が最大となる昭和50年8月パターンのハイドログラフを石狩大橋基準点の基本高水ハイドログラフと決定し、 $18,000\text{m}^3/\text{s}$ を新しい基本高水のピーク流量とした（図-22）。

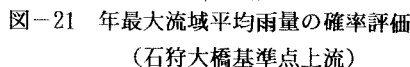
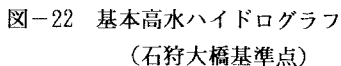
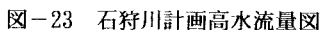
④計画高水流量

基本高水流量に基づき、これを河道やダム、遊水地等に適正に配分して、各地点の河道、洪水調節施設の計画の基本となる計画高水流量を決定する。

治水計画上は、まず河道の流下能力を合理的な範囲内で極力増大させることにより洪水を処理することが基本である。河道の掘削、浚渫とともに堤防の安全度等を考慮して流下能力を高めることとし、石狩大橋基準点での流下能力を従来の $9,000\text{m}^3/\text{s}$ から $14,000\text{m}^3/\text{s}$ とした。さらに、流域内の地形、地質上可能なダム群と大規模な遊水地群でも洪水の一部を処理することとした。

一方、千歳川については石狩川の洪水時の水位の影響を大きく受ける等の特性を踏まえ、千歳川の抜本的治水対策として千歳川放水路計画を立案し、これによって直接洪水を太平洋へ流すこととした。この結果、石狩川への合流量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 軽減されることになった。これにより、石狩大橋基準点における洪水調節

23) o

表-3 基本高水の計算ピーク流量一覧

2) 千歳川の治水計画の検討

千歳川における洪水氾濫発生の因果関係は図-24の通りであり、抜本的な治水対策としては千歳川の水位を下げることで、洪水継続時間を短縮させることが大前提となる。

千歳川の治水対策は、この観点にたって、工事实施基本計画改定時に、放水路案をはじめ背割堤案、千歳川流域遊水地案など種々の治水対策案について比較検討をおこない千歳川放水路計画を決定している。また、最近の千歳川放水路計画に対する意見や代替案として提案されたものについても新たに検討をおこなった。

下記は比較検討をおこなった主な対策案である。

- ・バック堤案

石狩川本川の水位に対応する高く大きな堤防を千歳川両岸とその支川に築いて治水対策とする案。

- ・背割堤案

千歳川の石狩川への合流点を背割堤で仕切り下流に移し、合流点水位を下げ、千歳川の水位を下げる案

- ・千歳川遊水地案

石狩川への合流点に締切水門を設置し、千歳川流域に約1万 ha の遊水地を建設し、千歳川の洪水を貯留し、千歳川の水位を下げる案

- ・石狩川の低水路拡幅案

千歳川の合流点下流の石狩川の低水路を拡幅して石狩川の水位を下げる案

- ・石狩川河口のショートカット案

石狩川を河口付近で日本海へショートカットして石狩川の水位を下げる案

- ・これらの案を組み合わせた複合案

- ・千歳川放水路案

これらの治水対策案について、洪水時水位の低下効果、洪水継続時間の短縮効果等の治水効果を基本に、事業費や年々の維持管理費・機器更新費、用地取得、家屋移転等の社会的影響、自然環境への影響、技術的課題等を含めて総合的に比較検討した結果、千歳川放水路が格段に優れた対策であるとの結論を得た。

3) 千歳川放水路計画

千歳川放水路は、延長約40km、計画低水路幅180m～280m、計画放流量 1,200 m^3/s 、掘削土量約1億1千万 m^3 で、事業費は約3,700億円（千歳川の改修に必要な事業費を含めると約4,800億円）、工期は約20年を予定している。千歳川には石狩川との合流点付近に締切水門を設置し、放水路には千歳川からの流入口付近に呑口水門と下流部河口付近に海水の侵入を防止するための潮止堰を設置する。

4) 放水路の操作と治水効果

放水路の操作は、平常時には、締切水門を開扉状態、呑口水門を閉扉状態に保ち、千歳川を現在と同様に石狩川へ流下させる。洪水時には、放水路呑口水門を開扉し、合わせて潮止堰のゲートを操作することにより、千歳川の洪水を安全に太平洋へ流下させるとともに、合流点での石狩川の水位が千歳川より高くなった時点で締切水門を閉扉し逆流を防止する（図-25）。

千歳川放水路による治水効果を、昭和56年8月上旬洪水を対象としてみると、千歳川の全区間で水位が大幅に低下し、とくに地盤高の低い中流部での水位低下効果が大きく、舞鶴地点で約4m、裏の沢地点で約3mとピーク水位が大きく低下する（図-26）。また、洪水時の水位が堤内地盤高を越える時間についても裏の沢地点で100時間から6時間へ、舞鶴地点で170時間から0時間へ大きく短縮し、とくに、地盤高の低い千歳川中流部での洪水継続時間の短縮効果が大きくなっている（図-27）。

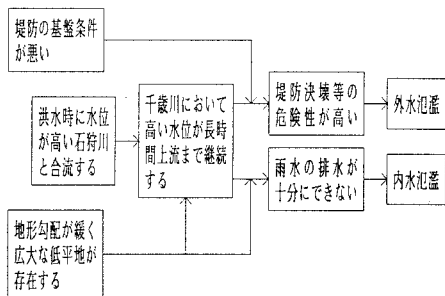


図-24 千歳川の洪水氾濫発生の因果関係

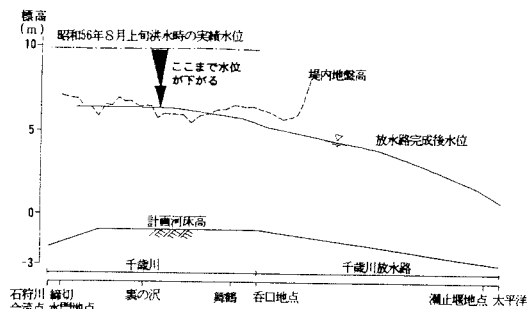
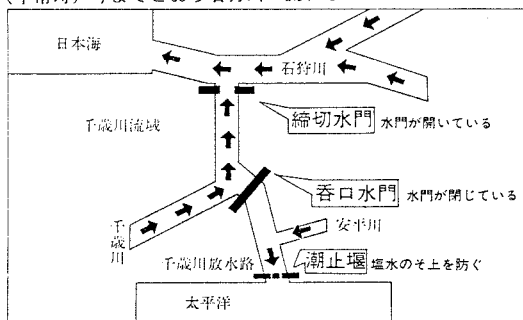


図-26 千歳川放水路による水位低下効果

(平常時) 今までどおり石狩川へ流れる



(洪水時) 縮切水門を閉じて石狩川と縁を切る

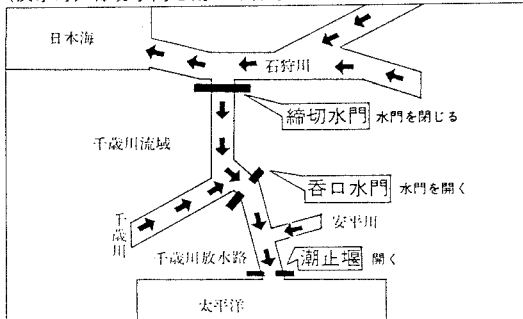


図-25 千歳川放水路の操作

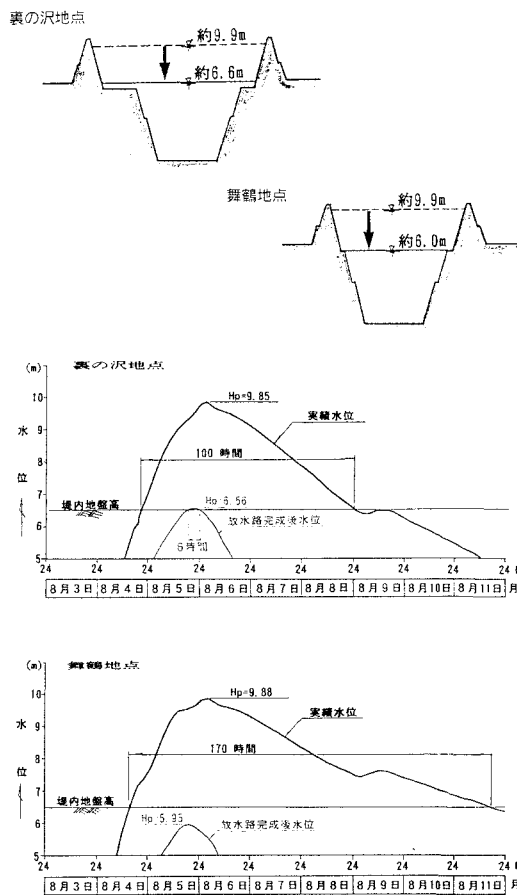


図-27 千歳川放水路による洪水継続時間短縮効果

10. 環境への影響と対策

1) ウトナイ湖など自然環境の保全

放水路のルート周辺にはラムサール条約の登録湿地であるウトナイ湖とその主な水源である美々川が位置しており、これらは都市近郊において貴重な自然景観を形成し、動植物の優れた生息環境である。

このような優れた自然環境に関し、平成4年6月に北海道知事から美々川の自然環境の保全が要望された。

また、平成5年6月に釧路で開催された第5回ラムサール条約締約国会議において、ウトナイ湖との関連で千歳川放水路計画に関する意見が出された。これについての我が国政府の発言は、次の通りである。

- ・ウトナイ湖の重要性について十分認識しており、北海道開発局は、ウトナイ湖の環境保全に十分配慮して放水路のルートを含む詳細な検討を行っており、今後できるだけ速やかにこの検討結果を取りまとめる。
- ・環境影響評価を誠意をもって今後実施していき、責任をもってウトナイ湖の環境の保全に努める。

開発局ではこの方針に基づき、ウトナイ湖・美々川の自然環境について、地下水保全対策を実施することにより保全を図ることとした。

2) 地下水保全対策の検討

①美々川・ウトナイ湖周辺の地下水環境

美々川は新千歳空港の北東の丘陵を源とし、湿原を形成しながら南下してウトナイ湖へ注ぎ、ウトナイ湖下流で勇払川に合流したのち、苫小牧市街の東方で太平洋に流入している。

美々川には支川の沢や谷部に沿って湧水が数多く見られ、これが美々川の主要水源となっている。図-28に美々川源頭部付近における地質横断面と地下水面の位置を示す。

美々川周辺の地層は第四紀の地層で構成され、さらにこれは、支笏カルデラを形成したとされる約3万9千年前から3万2千年前頃の支笏火山の噴火の際の噴出物層、及びその前後に形成された地層に分類される。このうち支笏火山噴出物層は支笏火砕流堆積物層(Spf1)と支笏降下軽石層(Spfa)とに分けられる。さらにSpf1は上からSpf1-1、3の3層からなり、強～弱溶結したSpf1-2、3を相対的な難透水層として、Spf1-1が不圧帯水層を、Spfaが被圧帯水層を形成している。

②地下水流動モデル

主要な帯水層であるSpfaとSpf1は地下水変動パターンが類似し、揚水試験によっても両層間の地下水の動きが連動していたことから、被圧帯水層と不圧帯水層を鉛直浸透で連結した準三次元二帯水層モデルを作成した。図-29にモデルの概念図を示す。

③地下水保全対策

図-28に示すように、放水路の河床はSpfa付近の深度まで達し、また放水路の常時水位(標高1m)が美々川源頭部の地下水位(標高8m)に比べて低いため、無対策で放水路を掘削すると地下水位が低下する。地下水流動モデルによる計算の結果、放水路周辺で最大10m程度、美々川左岸でも2m程度地下水位が低下することが予測された。

このような地下水位の低下は、美々川への東側からの地下水流出量を減少させることとなるため、地下水保全対策として放水路両岸に止水壁を設け、帯水層から放水路への地下水流出を防ぐこととした。これにより、放水路左岸側の地下水位は、放水路建設前に比べて0.5～2m程度上昇する。一方右岸側では、無対策の場合に比べ低下量、低下範囲ともに減少する(図-30)。

次に、美々川への地下水流出量を放水路掘削前、掘削後(無対策)及び止水壁を設置した場合で比較検討した結果(図-31)、止水壁設置後も美々川への地下水の流出量が掘削前に比べ不足することになり、止水壁に加えこの不足分を放水路左岸側で集水し、美々川の主要な左支川に補給することによって美々川の流水を現状どおり確保することとした(図-32)。

これらの対策により、美々川の流水を確保し水位を保持することができるが、美々川左岸側の地下水につ

いては低下することが予想されるため、これによって美々川の植生が受ける影響を、現在の植生分布と河川水位や地下水位との関係をもとにして検討した。

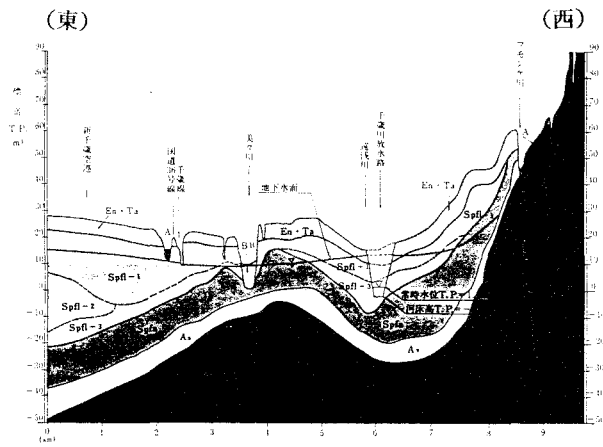


図-28 美々川源頭部付近の地質横断面図

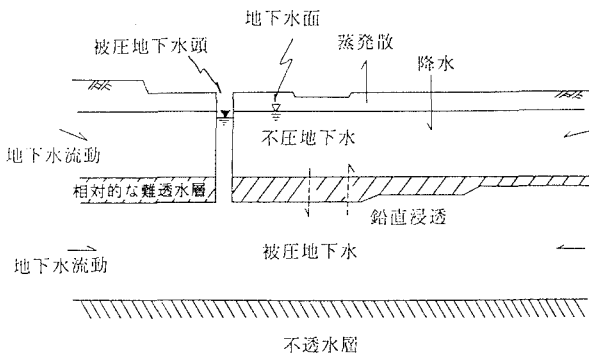


図-29 地下水流動モデルの概念図

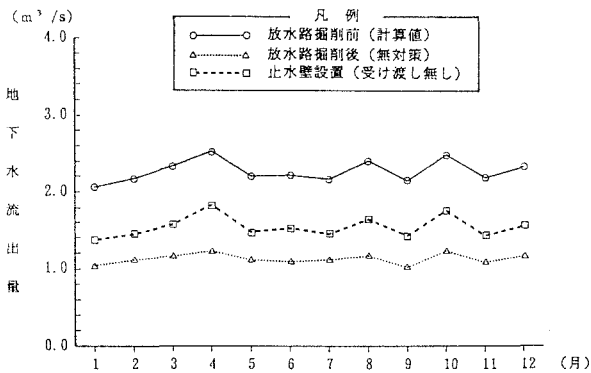


図-31 美々川への地下水流出量変化図

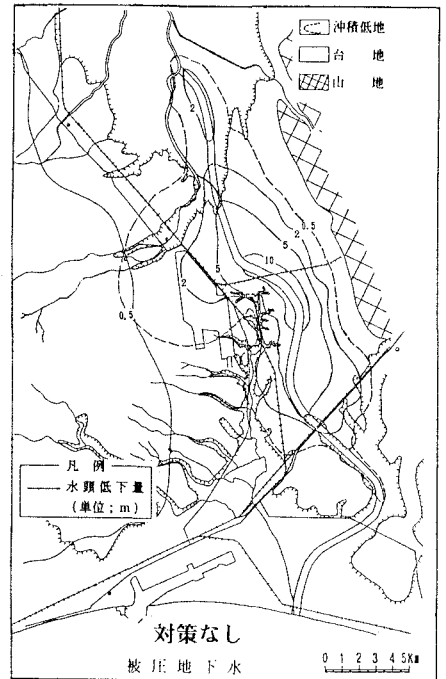
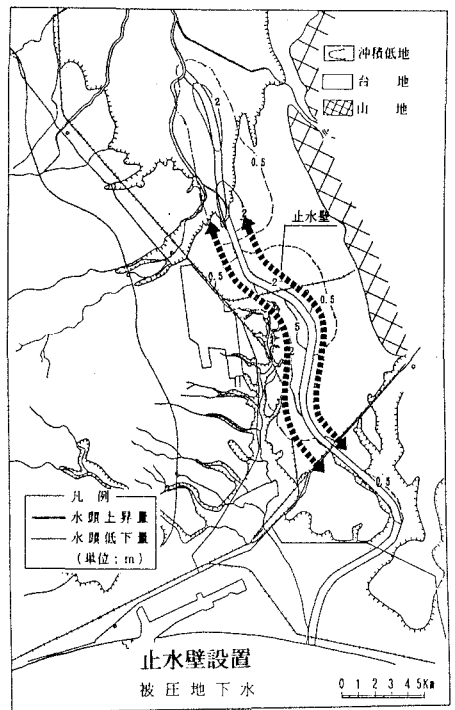


図-30 地下水位低下量図



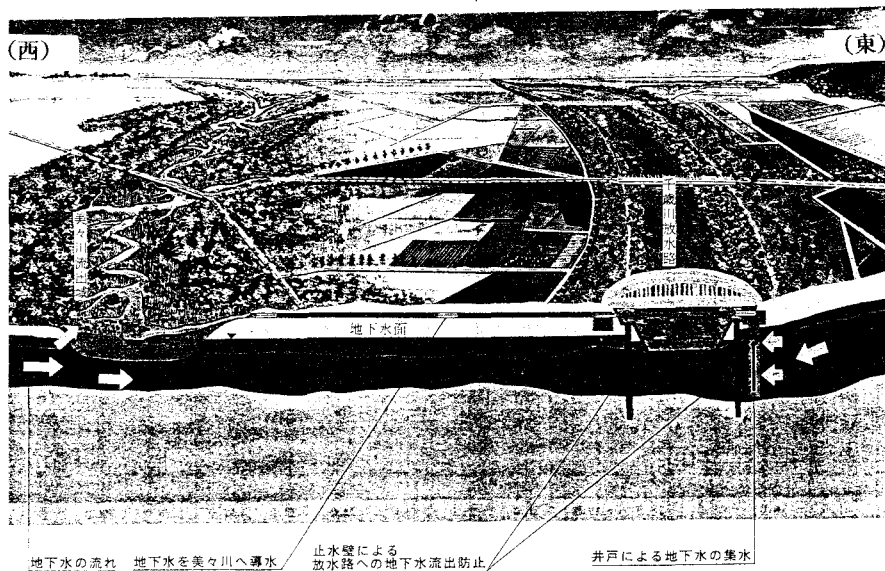


図-32 地下水の集水・受け渡し図

3) 自然環境に対する影響

① 湿原への影響

美々川周辺における代表的な植生は、ヨシ・イワノガリヤス群落及びハンノキ林の湿原植生と、ミズナラ・コナラ林を主とする森林植生からなっている。

図-33にこれらの代表植生の分布域における河川水位と地下水位の変動状況を示す。美々川の河川水位は、月別の平均流量の変動が年間を通して少ないにもかかわらず、毎年周期的に変動する特徴が認められている。この現象は、夏から秋にかけて河道内の水生植物等が繁茂することにより水の流れに対する抵抗が増すため河川水位が上昇し、冬期にその植物が枯死することにより低下するためと考えられる。

図-33に示すように、ヨシ・イワノガリヤス群落は、河川水位の上昇によって冠水する区域で、その水位変動幅が大きい環境に生育している(a)。これに対しハンノキ林は、周辺地下水位が高いか(b)もしくは河川水位の変動にともなってその地点の水位(地点水位)が地表付近まで達し、場合によっては冠水する環境に生育している(c)。一方、ミズナラ・コナラ林は河川水位の影響を受けず、地下水位も年間を通じて地表面から20cm以深と、比較的深い範囲で変動している環境に生育している(d)。

以上のような各々の植生の分布を模式的に示したのが図-34である。なお、ハンノキ林については、林床植生によって、ヨシ・イワノガリヤス、ホザキシモツケ、ササに大別され、ヨシ・イワノガリヤス、ホザキシモツケについては相対的に地盤が低い区域に、ササは高い区域に分布している。このうち、ササについては地点水位が高い所には育成できないため、湿原の乾燥化が進んでおり植生は遷移過程にあると考えられる。

美々川におけるこのような植生分布特性から、地下水保全対策により河川水位が維持された場合の影響をまとめると以下の通りである。

ヨシ・イワノガリヤス群落については、河川水位が生育環境の支配要因になっていることから、影響はないと考えられる。ハンノキ林については、河川水位が維持されても、美々川左岸側の地下水位が一部低下するため、低下する程度によって林床植生が変化する可能性がある。ミズナラ・コナラ林をはじめとする森林植生については、生育環境が直接地下水位の変動と関連していないと考えられるため影響はない。

以上のように、湿原植生への影響としては、ハンノキ林の一部に影響が生じると考えられ、林床の変化またはミズナラ・コナラ林への遷移が予想される区域は最大で38ha、美々川の湿原植生全体の約3%となる。

②ウトナイ湖への影響

図-35はウトナイ湖と放水路の間の地下水位を示したものである。ウトナイ湖と放水路に挟まれた台地部には地下水位の尾根があるが、地下水モデルによる計算の結果、放水路掘削による地下水位低下範囲は放水路近傍に限られ、地下水位の尾根は維持されることがわかった。したがって、現在の地下水流動の相対的な関係が変化することなく、地下水がウトナイ湖から放水路へ向かって流出することはないと考えられる。

また、ウトナイ湖の湖底にはシルト・粘土の難透水層が厚く分布しているため、湖水が極めて地下に浸透しにくい条件となっている。これらのことから放水路の掘削によって、ウトナイ湖の水が放水路へ抜けることは考えられない。

一方、ウトナイ湖の流入量については地下水保全対策工により美々川の流量が確保されるため、現状どおり維持される。

以上のように、湖の自然環境の重要な構成要素である水位、流量、水質が保全されることから、ウトナイ湖の自然景観や野鳥等動植物の生息環境は保全される。

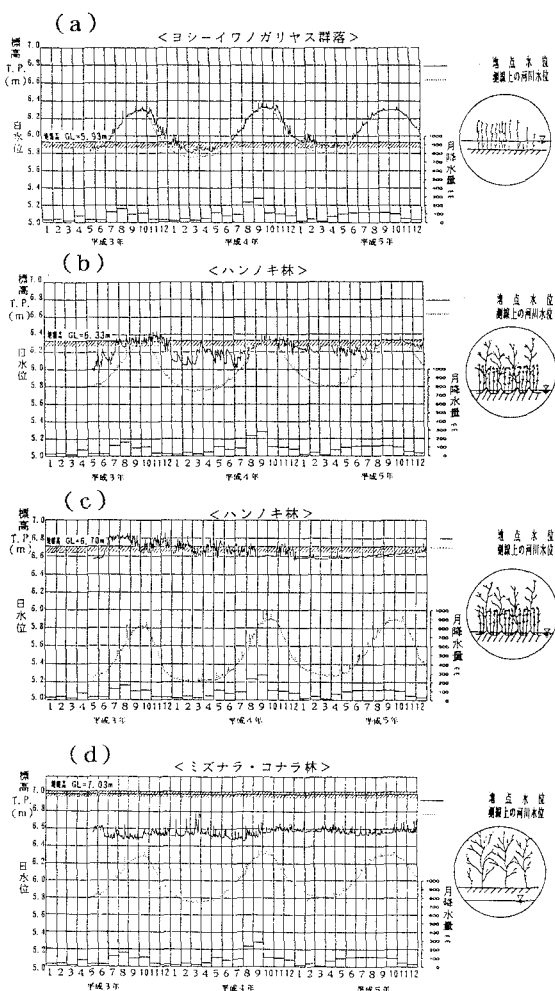


図-33 河川水位及び地下水位経年変動図

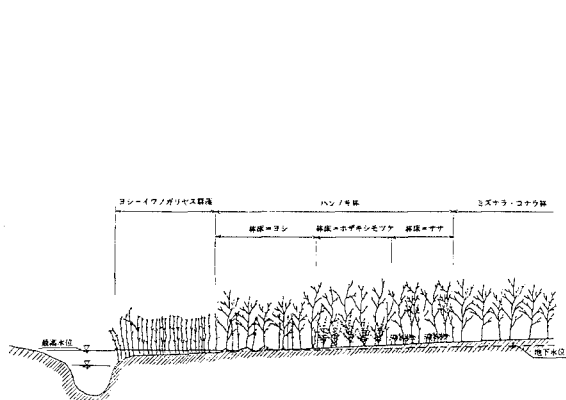


図-34 美々川周辺湿原における代表植生模式図

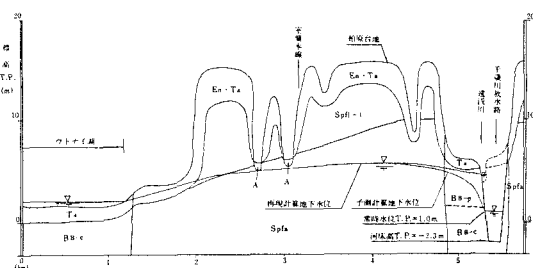


図-35 柏原台地周辺の地下推移変化予測断面図

11. 農業・漁業への影響と対策

1) 農業への影響と対策

放水路沿いの地域は、ほとんどが太平洋西部気候区に属しており、夏期は太平洋海域からの南よりの風による冷涼な気候を示し、海霧の進入がみられる。また、冬期は大陸からの季節風により北寄りの風が卓越し、寒冷な気候を示す。

このように放水路周辺地域では、厳しい気象条件下で水田、酪農、畑作等の農業が営まれているため、風、気温、霧等の気象が変化することによる農業への影響が懸念されている。このため、放水路建設に伴う気象変化予測を、現地観測や風洞実験、数値解析等の検討に基づいて、様々な角度からおこなった結果、対策工を実施しない場合において以下のような影響が予測された。

- ・風：地上高2mの風速が、放水路近傍 200～300m以内の範囲で、最大で現況の1.2倍程度増大する。
- ・気温：放水路水面上を風が吹送することで、放水路の近傍での夏期の月平均気温（7,8月）が0.1～0.2℃程度低下する。
- ・霧：風向が南東方向で、かつごく限られた気象条件下において、放水路上で約1km程度海霧の進入が増加する。

これらの気象変化に対処するため、放水路両岸に幅50m、高さ10mの防風・防霧林を整備することによる影響緩和効果を調査した。その結果、風速増大範囲は放水路外には及ばなくなること、気温低下も樹林帯による風速低下と地温の昇温効果によって緩和されることが予測された。

2) 漁業への影響と対策

放水路の放流先である太平洋海域の漁業への影響、サケ・マスの人工増殖河川である千歳川での親魚の遡上・稚魚の降海への影響などについて、専門の調査機関による漁業影響調査をおこない、漁業影響防除策等を検討してきた。その結果について漁業団体に説明してきたが、引き続き補完調査を進め漁業に与える影響の一層の解明に努めながら、新たな影響軽減策等を検討し、漁業関係者の理解を得る努力をしていく。

3) 掘削土の処理

放水路の掘削により発生する約1億1千万 m^3 の土砂は、一部を堤防等の材料として用いるほか、周辺地域の発展に生かすために置土として活用していく方針である。

置土箇所は、周辺の自然環境保全の観点から、すでに土地利用がなされている箇所、あるいは、新たな土地利用が計画されている箇所を基本とし、放水路沿川地域の振興に役立つよう、その土地利用計画と調整のうえ農地または市街地周辺区域の嵩上げ等に活用することとしている。

12. 森と水辺の新たな環境の創造

約200～300mの幅で、延長約40kmにわたって広がる約800㍎の水面と、その周辺の防風・防霧等の機能も持った約400㍎に及ぶ幅50mの環境林帯は、雄大でゆったりとした景観をもつ公共空間となるよう、水と緑の豊かな環境として整備していくこととしている。

これらの環境は野鳥等の生息環境としても適したものと考えており、また、身近な所に川岸での水遊びや釣り、ボートやカヌー等のスポーツを楽しむ場ができることによって、地域の人々の生活環境が豊かで潤いのあるものになることが期待される。

今日、大規模な治水事業の実施に対し、環境保全や社会影響軽減の立場から、十分な事前調査や影響予測、対策の検討が求められ、さらにこれらの情報の公開についても各方面から要望されている。

北海道開発局では、千歳川放水路事業を進めるにあたってあらゆる角度から調査・検討をおこなっており、

本文では、このうち治水計画上の放水路計画の位置付けと、自然環境保全上とくに重要な要素となる地下水対策等を中心にまとめ、影響の評価と保全対策及びその効果に言及した。

これら治水対策の技術的内容や放水路建設に伴う周辺環境への影響と対策等について広範な分野の方々に理解してもらうため、『千歳川放水路計画に関する技術報告』を公表しており、今後とも慎重に調査・検討を継続し、関係者の理解が深まるよう努めていくこととしている。

参考文献

- 1) 北海道庁：新撰北海道史第4巻、北海道庁、昭和12年8月
- 2) 岡崎文吉：「原始河川の処理に就いて」、土木学会誌、第1巻6号、土木学会、大正4年12月
- 3) 北海道庁：石狩川治水計画調査報文、明治42年10月
- 4) 石狩川治水事務所：大正5年度石狩川治水事業施工報文、大正6年6月
- 5) 岡崎文吉：「本道治水計画の改善について」、殖民公報、北海道庁、大正6年7月
- 6) 北海道開発局：千歳川放水路計画に関する技術報告、平成6年7月



図-36 千歳川放水路完成予想図