

水文・水資源学会誌
J. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour.
Vol. 10, No. 4 (1997) pp. 375-385

千歳川放水路計画について

北海道開発庁 恒松 浩*・柳屋 圭吾*・中津川 誠*

I. はじめに

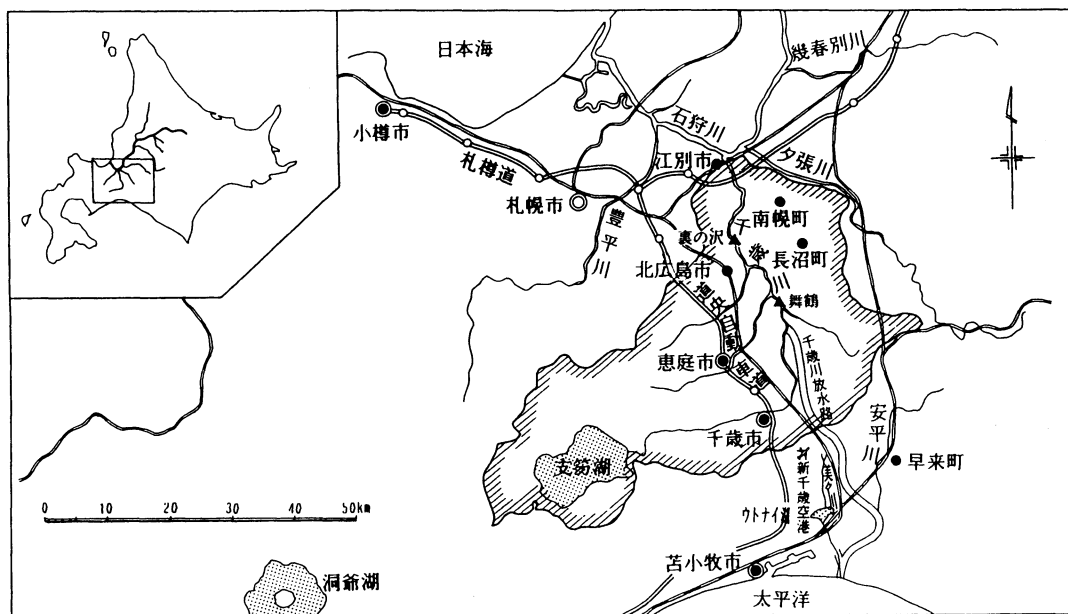
石狩川の支川の一つである千歳川の流域は、水田や畑作等の農業に加え、札幌圏のベッドタウンとして、また北海道の空の玄関である新千歳空港を中心とした臨空型工業地帯として、北海道の発展の中核となる道央地域に位置している。しかしながら、その降雨、地形、地質といった自然的特性のため洪水氾濫が頻繁に繰り返され、およそ2年に1度という頻度で被害を受けている。

この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検討が進められている。ここでは、治水計画としての千歳川放水路計画の意義、ならびに事業の実施に伴って予測される周辺環境への影響把握と対策について概説するものである。

II. 千歳川流域の特徴

千歳川は、流域面積14,330km²、幹川流路延長268km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、源流部に支笏湖を持ち、千歳市街



図一 千歳川及び千歳川放水路位置図

*北海道開発庁 〒100 東京都千代田区霞が関3-1-1

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(図-1)。

流域は千歳市、恵庭市、江別市、北広島市、長沼町、南幌町にまたがり、この4市2町の人口は34万人を数え、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ha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、周辺堤内低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。したがって泥炭や粘土、火山灰といった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。

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4市2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ha、浸水家屋約1,000戸、昭和56年8月上旬洪水では氾濫面積約2万ha、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、千歳川流域を含む石狩川流域全体に大きな被害を及ぼしたものであり、これを契機に昭和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。

Ⅲ. 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-2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年に一度の規模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た。この結果、石狩大橋基準点における計画降雨量(確率1/150)は260mm/3日となった(図-3)。

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

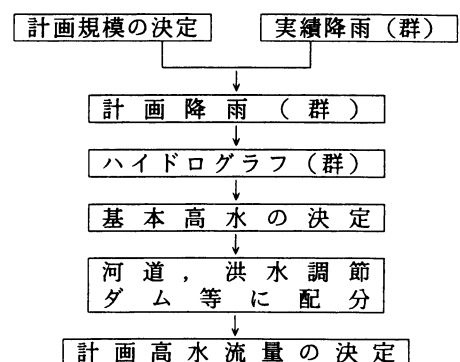
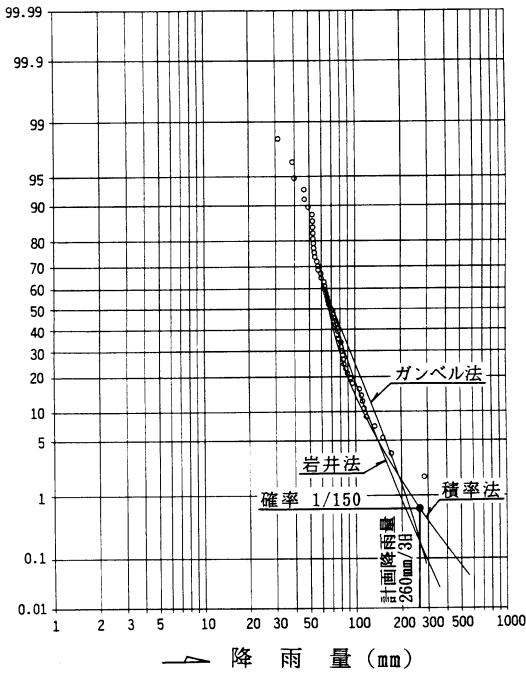


図-2 計画流量検討のフローチャート



図一 3 年最大流域平均雨量の確率評価
(石狩大橋基準点上流)

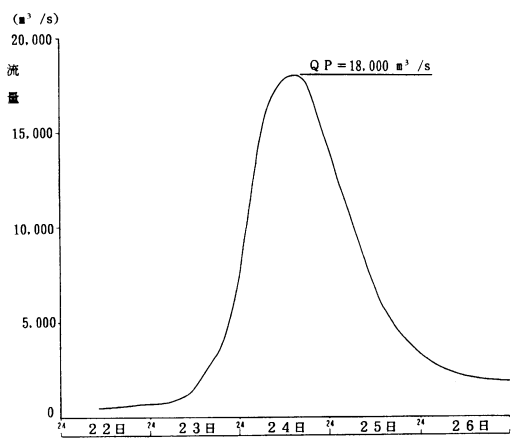
表一 1 基本高水の計算ピーク流量一覧表
(石狩大橋基準点)

N0	降雨パターン	実績降雨量 (mm/ 3日)	引伸し率	計算ピーク流量 (%)
1	S 56.8上旬	282.2	1.00	約14.400
2	S 50.8	173.0	1.50	約18.000
3	S 48.8	113.6	2.29	約16.400
4	S 41.8	109.9	2.37	約11.400
5	S 40.9中旬	107.0	2.43	約12.500
6	S 37.8	133.0	1.96	約17.600
7	S 36.7	151.5	1.72	約16.100

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、河道の中での洪水の追跡計算については本川上流部及び千歳川以外の支川では河道の貯留関数法、緩流部である本川中下流部及び千歳川については河道pondモデル(河道を、適当な区間の貯留槽＝pondが連続し



図一 4 基本高水ハイドログラフ(石狩大橋基準点)

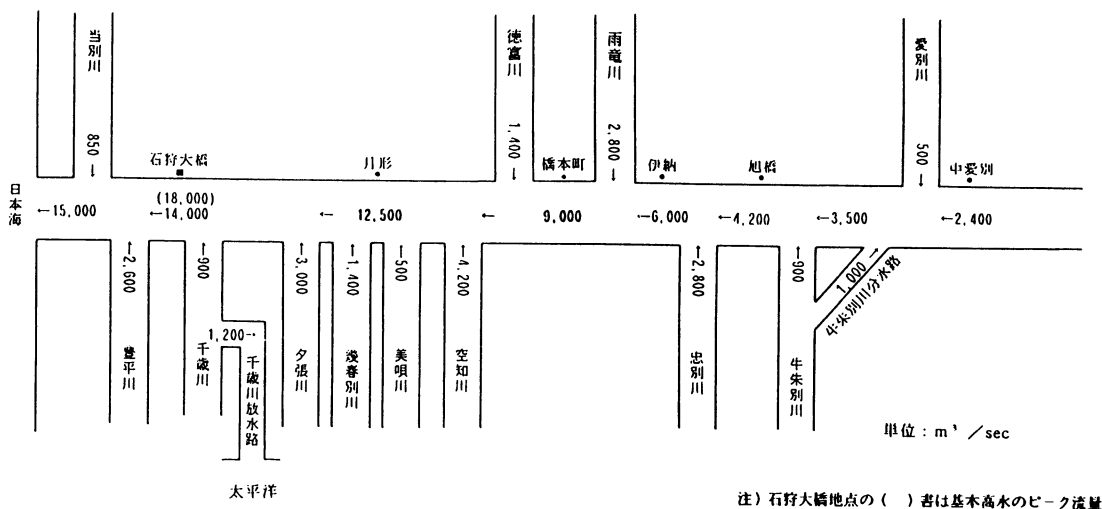
たものと見なし、各pond間の流量のやりとりを、運動方程式を考慮した上で、見かけ上オリフィスのな穴を通して行われるように定式化した方法)を用いた。

表一 1 に、先に選定した7つの降雨パターンによる流出計算結果を示した。比較検討の結果、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、18,000m³/sを新しい基本高水のピーク流量とした(図一 4)。

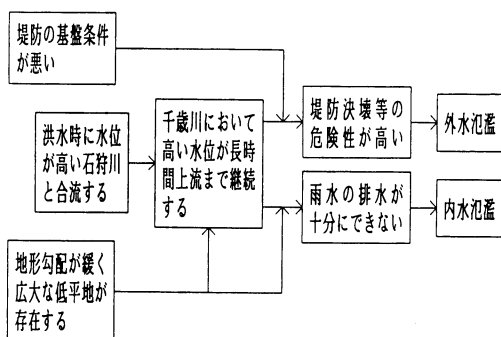
4) 計画高水流量

基本高水流量が決定されると、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で洪水を処理することが基本である。そこで河道の掘削、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9,000m³/sから14,000m³/sに高めることとした。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が立案され、これによって直接洪水を太平洋へ流すことにした。この結果、石狩川への合流量が1,000m³/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量はダム群、遊水地群と併せて合計4,000m³/sとなり、計画高水流量を14,000m³/sと決定



図—5 石狩川計画高水流量図



図—6 千歳川の洪水氾濫発生の因果関係

した。図—5 に石狩川の計画高水流量配分を示す。

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をまとめると図—6 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、洪水継続時間を短縮させることが大前提である。

千歳川の治水対策については、この観点にたつて、工事実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って下流に移し、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

千歳川合流点下流の石狩川の低水路を大幅拡幅して石狩川の水位を下げ、千歳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、石狩川の水位を下げ、千歳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が得られた。

3. 千歳川放水路計画

千歳川放水路の延長は約 40 km, 低水路幅 180 m ~

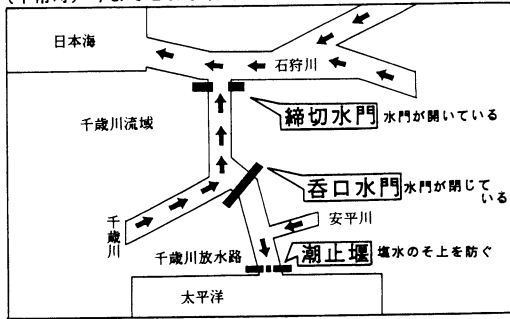
280m, 計画放流量 $1,200\text{m}^3/\text{s}$, 掘削土量約1億1千万 m^3 で, 事業費は約3,700億円(千歳川の改修に必要な事業費を含めると約4,800億円), 工期は約20年が見込まれている。千歳川には石狩川との合流点付近に締切水門を設置し, 放水路には千歳川からの流入口付近に呑口水門(のみくちいもん=千歳川から放水路への洪水放出口に設ける水門)と下流部河口付近に海水の侵入を防止するための潮止堰を設置する。

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进行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-7)。

この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

(平常時) 今までどおり石狩川へ流れる



(洪水時) 締切水門を閉じて石狩川と縁を切る

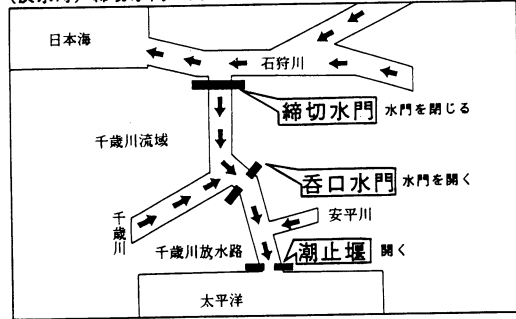


図-7 千歳川放水路の操作

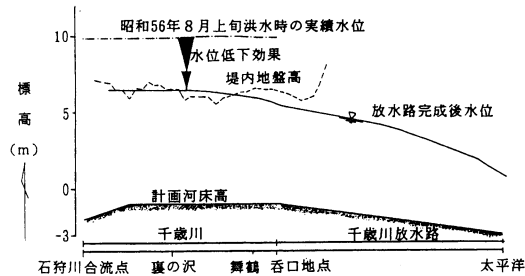


図-8 千歳川放水路による水位低下効果

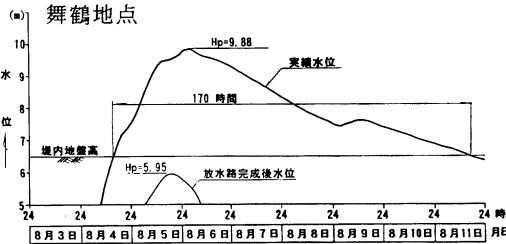
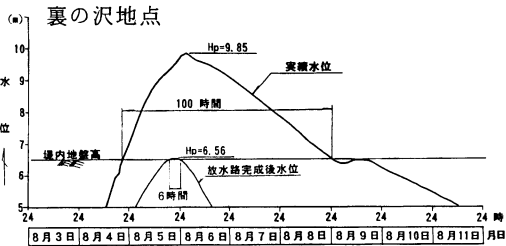


図-9 千歳川放水路による洪水継続時間短縮効果

地点で約3mとピーク水位が大きく低下する(図-8)。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い(図-9)。

IV. 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する。このウトナイ湖と美々川は都市近郊において貴重な自然景観をなしており, 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要望(5項目からなる要望の第1項目)が出された。

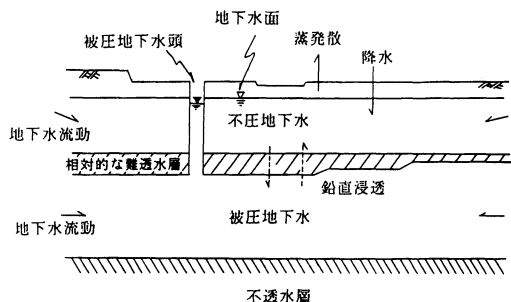


図-11 地下水流動モデルの概念図

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-11にモデルの概念図を示す。

地下水の流動は、ダルシー則と連続の式から導かれる基礎方程式で表わされる。被圧、不圧地下水それぞれの基礎方程式は次のとおりである。

被圧地下水

$$\frac{\partial}{\partial x} \left\{ K \cdot m(x, y) \frac{\partial h}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ K \cdot m(x, y) \frac{\partial h}{\partial y} \right\} = S \frac{\partial h}{\partial t} + L$$

不圧地下水

$$\frac{\partial}{\partial x} \left\{ K \cdot (h' - h_0) \frac{\partial h'}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ K \cdot (h' - h_0) \frac{\partial h'}{\partial y} \right\} = S \frac{\partial h}{\partial t} - L + W$$

ここに、 h ：被圧水頭、 x, y ：空間座標、 $m(x, y)$ ：帯水層厚、 t ：時間、 K ：透水係数、 S ：貯留係数、 h' ：不圧地下水位、 W ：降水涵養量、 h_0 ：不圧帯水層下面標高、 L は垂直浸透量で、ダルシーの式から次の形で導かれる。

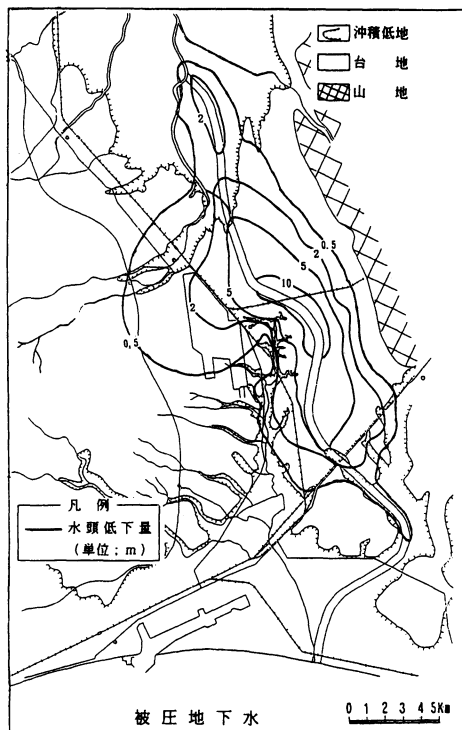
$$L = \frac{K'}{b'} \bar{h}$$

ここに、 K'/b' ：漏水係数、 K' ：難透水層の透水係数、 b' ：難透水層の厚さ、 $\bar{h}(=h'-h)$ ：上下の帯水層の水頭差。

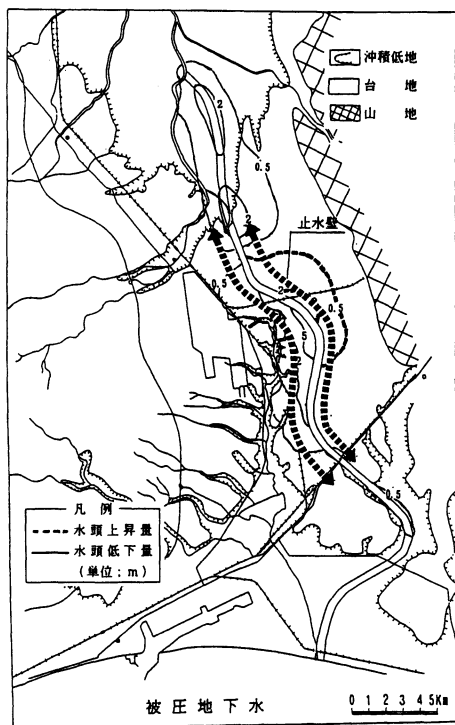
計算対象領域は、放水路から十分距離が離れ放水路掘削による影響がなくなる範囲を考慮し、放水路を含む南北約40km、東西約15kmと設定した。この領域を、低地と台地の境界、放水路水面、美々川等の主要河川の流路といった地形要素を反映させた三角形要素に分割して計算をおこなった。

3) 地下水保全対策

図-10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



(無対策掘削後)



(止水壁設置)

図-12 地下水位低下量図

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。そこで、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

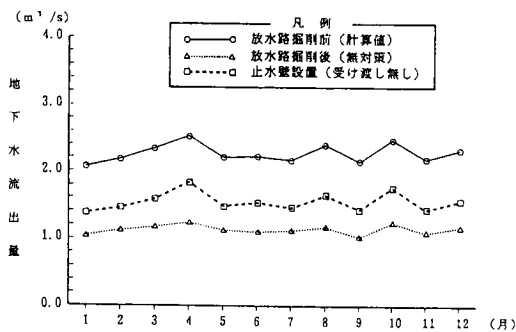


図-13 美々川への地下水流出量変化図

対策の場合に比べ低下量、低下範囲ともに減少する(図-12)。

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を図-13に示す。これによれば、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(図-14)。

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位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。

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-15にこれらの代表植生の分布域における河川

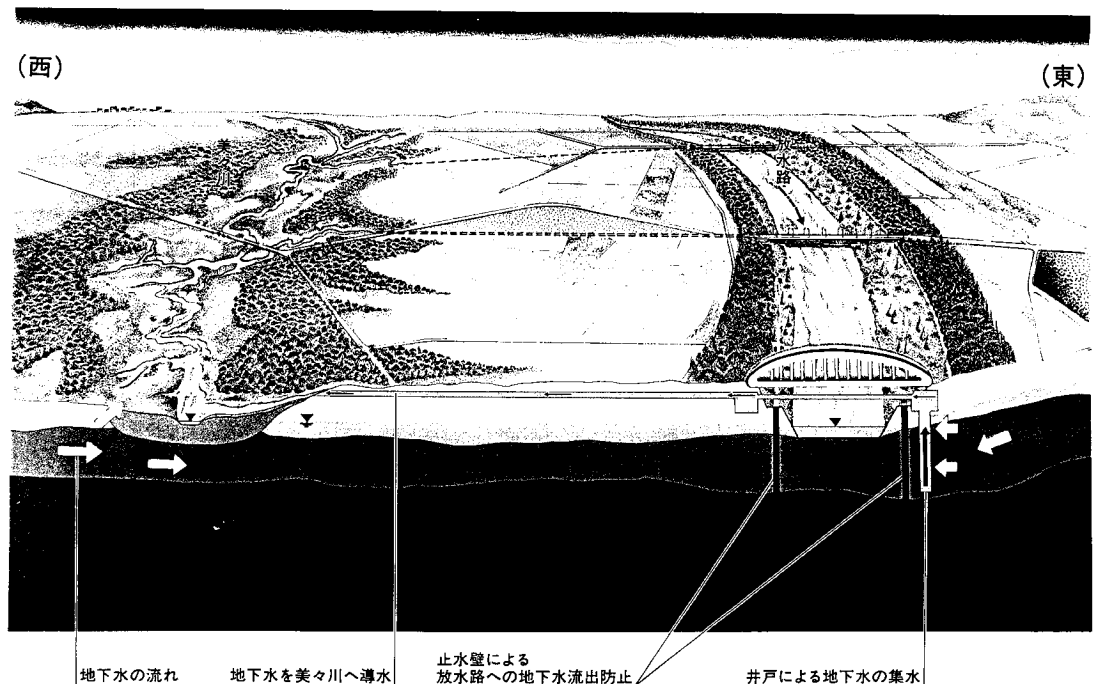


図-14 地下水の集水・受け渡し図

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-15に示すように、ヨシ-イワノガリヤス群落

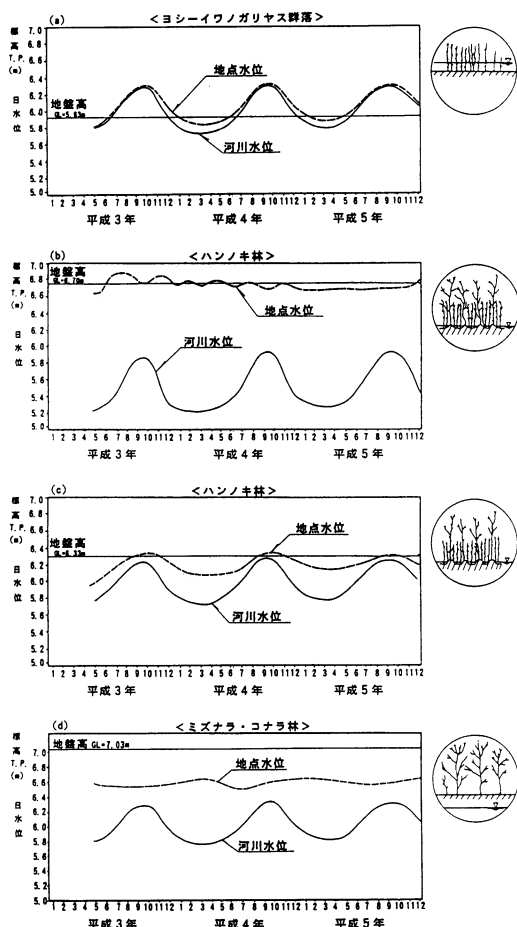


図-15 河川水及び地下水位経年変動図

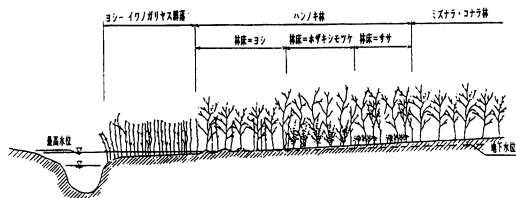


図-16 美々川周辺湿原における代表植生模式図

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で生育している(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で生育している(c)。一方、ミズナラ・コナラ林は河川水位の影響は受けず、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で生育している(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-16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生育できないため、ササの生育区域は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。

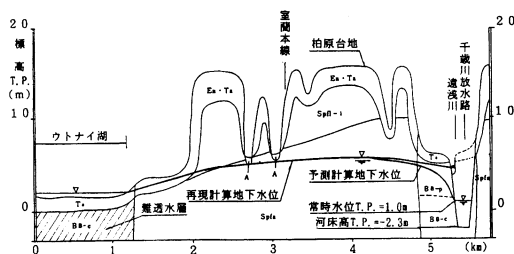


図-7 柏原台地周辺の地下水位変化予測断面図

2) ウトナイ湖への影響

図-17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ではなく、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、ウトナイ湖へ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。

V. 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海霧の進入がみられ、冷涼な気候を示す。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で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。

1) 風

地上高2mでの風速が放水路近傍200~300m以内の範囲で、最大で現況風速の1.2倍程度増大する。

2) 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(7, 8月)の月平均気温が0.1~0.2°C程度低下する。

3) 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・環境林を整備することによる影響緩和効果を調べた。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で、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、重要なサケ・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、漁業影響軽減対策等が検討されてきた。その結果について漁業団体に説明されてきたが、引き続き補完調査を進めて漁業に与える影響の解明や、新たな影響軽減策等の検討がなされることとされている。

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m³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される。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地上げ等に活用される。

VI. 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800haの水面と、その周辺の防風・防霧等の機能も持った約400ha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される。

こうした環境は野鳥等の生息環境としても適したものと考えられ、身近な所に川岸での水遊びや魚釣り、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。

VII. おわりに

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、千歳川の治水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、こうした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の理解を得るため『千歳川放水路計画に関

する技術報告』を公表したほか、今後とも慎重に調査・検討を継続し、千歳川の治水対策について関係者の理解が深まるよう努めていくこととしているが、本稿では、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、及びその効果を示した。

引用文献

- 1) 北海道開発局(1994): 千歳川放水路計画に関する技術報告。

