

1 . 流域の概要

関川は、新潟県西部に位置し、その源を新潟県妙高市の焼山（標高 2,400m）に発し、妙高山麓を東流して野尻湖から発する池尻川を合わせ流路を北に転じ、山間部を流下した後、高田平野に出て、渋江川、矢代川等の支川を合わせ、さらに河口付近で保倉川を合流して日本海に注ぐ、幹川流路延長 64km、流域面積 1,140 km² の一級河川である。右支川保倉川は、上越市の野々海峠に源を發し、北流して太平で流路を西に転じ、山間部から高田平野に出た後、桑曾根川、飯田川等の支川を合わせ、河口部付近で関川に合流する幹川流路延長 54km の一級河川である。

その流域は、新潟、長野両県にまたがり、上越市をはじめ 4 市 1 町からなり、流域の土地利用は、山林原野等が約 79%、水田や畑地等の農地が約 17%、宅地等の市街地が約 4% となっている。

流域の下流部に広がる高田平野には、上越地方の拠点都市である上越市があり、重要港湾直江津港、JR 信越本線、JR 北陸本線、北陸自動車道、上信越自動車道、国道 8 号、18 号等の基幹交通施設に加え、現在北陸新幹線が整備中であり、首都圏や中京圏、北陸地方、環日本海経済圏を結ぶ交通の要衝となっている。また、中・下流部は水稻の生産が盛んで、上越市の中心市街地や化学工業を中心とした工業地帯を擁するとともに、五智国分寺、春日山城、高田城等の史跡が多く存在するなど、古くからこの地域の社会・経済・文化の基盤を成している。さらに、流域内には全国有数の豪雪地帯が広がり、上流部は上信越高原国立公園や久比岐県立自然公園等の豊かな自然環境に恵まれていることから、本水系の治水・利水・環境についての意義は極めて大きい。

流域の地形は、南方の妙高山に代表される妙高火山群が連なり、西側には西頸城山地が北に向かって低くなり、西頸城丘陵となって日本海に接している。また、東側には関田山脈とその前方に東頸城丘陵がはしっており、これらの山地、丘陵地に囲まれるように高田平野が広がっている。

河床勾配については、関川、保倉川ともに上流部では 1/100 を超える急勾配であるが、下流部は丘陵地と海岸砂丘に挟まれた低平地が広がり 1/1,000 ~ 1/1,500 と緩勾配となる。

流域の地質は、山地部は新第三紀層、平野部は高田平野の主要部をなす沖積層、平野周辺の台地や丘陵地には洪積層が分布している。南部と北西部には、厚い泥岩層を主体とする寺泊層や椎谷層等が広く分布しており、地すべり地形が発達している。

流域の気候は、日本海型気候に属しており、全国有数の豪雪地帯となっている。流域の平均年間降水量は海岸、県境付近では約 2,600mm、その他の地域では約 3,000mm に達する。

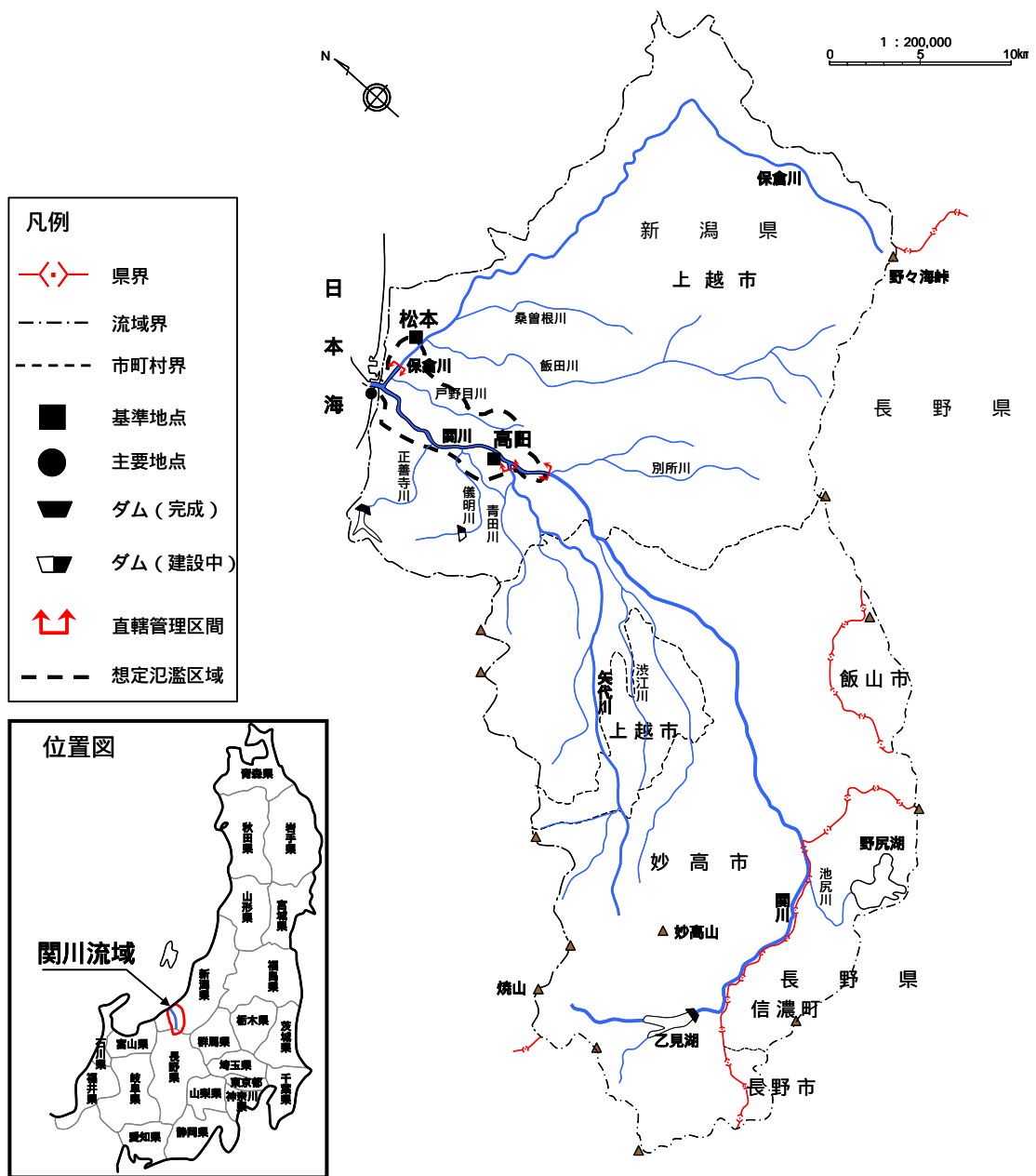


図 1 - 1 関川水系流域図

表 1 - 1 関川流域の概要

項目	諸元	備考
流路延長	64 km	全国第 79 位
流域面積	1,140 km ²	全国第 60 位
流域市町村	4 市 1 町	上越市、妙高市、長野市、飯山市、信濃町
流域内人口	約 21 万人	
支川数	76	

2. 治水事業の経緯

関川水系の治水事業の歴史は古く、17世紀初頭、福島城主松平忠輝^{まつだいらただてる}による高田城築城の際に、関川、青田川^{あおたがわ}、儀明川^{ぎみょうがわ}の流路の切り替えを行ったことが、治水事業の最初とされている。さらに寛文元年（1661年）から高田藩筆頭家老小栗美作^{おぐりみまさか}により、新田開発の促進と関川本川の舟運の円滑化等を図るため、関川に保倉川を合流させる工事が行われ、現在の関川及び保倉川の流路が形造られた。

明治以降の近代国家による関川の治水事業は、明治27年から直江津、高田地区等の洪水被害を防ぐために局部的な改修が行われたことに始まる。その後、明治30年、同31年の洪水による災害復旧事業を契機として改修が進められたが、計画的な改修が行われるようになったのは、昭和35年に高田地点の計画高水流量を $1,950\text{m}^3/\text{s}$ とした中小河川改修が最初である。一方、保倉川については、昭和21年に佐内地点^{さない}における計画高水流量を $1,280\text{m}^3/\text{s}$ とし、中小河川改修工事に着手している。

その後、昭和44年に一級河川の指定を受け、同年に従来の計画を踏襲し、関川高田地点における計画高水流量を $1,950\text{m}^3/\text{s}$ 、保倉川佐内地点における計画高水流量を $1,280\text{m}^3/\text{s}$ とする工事実施基本計画を策定し、直轄事業に着手したが、昭和40年9月、同44年8月と大出水が相次いだことから、関川及び保倉川の計画高水流量の見直し作業に着手した。関川については計画高水流量が約2倍に増加することから、現川拡幅案を始め種々の検討を行ない、現川を大幅に引堤する計画とした。一方、保倉川下流部は、直江津港と関川の河口分離後、直江津港の物資の取扱い量が大幅に増加し、その鉄道輸送の拠点となっていたこともあり、引堤等による今後の流量増に対する処理は、関川合流点下流部の更なる引堤を含め、地域経済に与える影響が大きいため、上流部において計画高水流量の全量を放水路により日本海へ分派させることとした。その結果、関川高田地点における計画高水流量を $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、保倉川松本地点における計画高水流量を $1,900\text{m}^3/\text{s}$ とした工事実施基本計画の改定を行い、堤防の新設及び拡築、護岸の設置等を実施することとした。

昭和48年から始まった関川本川の大引堤事業は、約700戸に及ぶ家屋移転等が必要となるため困難を極めたが、多数の家屋移転が必要となった直江津、高田両地区等において連日熱心な住民協議等を行い、昭和57年までに約400戸の家屋移転を行った。こうした中、昭和57年9月に発生した洪水では関川本川堤防の左岸8カ所、右岸4カ所の合計延長1,435mが溢水し、上越市が甚大な浸水被害を被ることとなった。これを契機に関川河川激甚災害対策特別緊急事業が採択され、管理区間延長の約半分に及ぶ堤防の整備や河道掘削等の再度災害防止対策が実施された。

また、昭和60年7月洪水では、これまで大きな被害の生じていなかった支川保倉川でも、左岸は175m、右岸は1,300mにわたって溢水し、保倉川下流部の上越市は再び甚大な浸水被害を受けたことから、緊急的な治水対策の必要性により引堤を始めとする保倉川河川激甚

災害対策特別緊急事業が実施されるに至り、昭和 62 年 3 月、保倉川下流部における流量配分を変更した。計画高水流量は、鉄道輸送の衰退により、保倉川下流部の引堤が可能となったことや大規模引堤中の関川本川の計画に影響を与えない等を考慮して、可能な限り引堤による流下能力の向上を図ることとし、松本地点における $1,900\text{m}^3/\text{s}$ のうち、放水路で $700\text{m}^3/\text{s}$ を分派させ、その下流では支川からの流入量を合わせ $1,300\text{m}^3/\text{s}$ とするとともに、保倉川合流後の関川の河口地点において $4,600\text{m}^3/\text{s}$ とする工事実施基本計画に改定した。

その後、平成 7 年 7 月洪水で関川上流部や保倉川において甚大な被害が発生し、保倉川等の河川激甚災害対策特別緊急事業を実施、以後、現在まで護岸や河道掘削等の改修事業を継続している。

3. 既往洪水の概要

関川の洪水は、台風性によるもの及び前線性によるものがある。関川における主要洪水の降雨、洪水及び被害の状況を以下に示す。

表3 - 1 既往洪水の概要

発生年月日	発生原因	流域平均 1日雨量(mm)	ピーク流量(m ³ /s)	被害状況
明治30年 8月	豪雨	-	-	死者4名、負傷者3名、行方不明者2名、 全半壊152戸、浸水3,386戸
昭和39年 7月	台風5号 (熱低)	63(高田上流) 87(松本上流)	約 1,050(高田) 約 750(松本)	死者1名、全壊1戸、半壊床上浸水436 戸、床下浸水1,075戸、浸水面積 2,578ha
昭和40年 9月	台風24号	197(高田上流) 210(松本上流)	約 2,060(高田) 約 1,160(松本)	死傷者3名、全壊7戸、半壊床上浸水 4,584戸、床下浸水1,434戸、浸水面 積3,152ha
昭和44年 8月	豪雨及び 台風7号	104(高田上流) 82(松本上流)	約 2,170(高田) 約 850(松本)	半壊床上浸水264戸、床下浸水978戸 、浸水面積1,548ha
昭和56年 8月	台風15号	106(高田上流) 114(松本上流)	約 1,720(高田) 約 740(松本)	半壊床上浸水512戸、床下浸水538戸 、浸水面積443ha
昭和57年 9月	台風18号	167(高田上流) 134(松本上流)	約 2,460(高田) 約 660(松本)	全壊4戸、半壊1戸、床上浸水2,738 戸、床下浸水4,472戸、浸水面積717ha
昭和60年 7月	梅雨前線	90(高田上流) 104(松本上流)	約 1,360(高田) 約 600(松本)	床上浸水302戸、床下浸水2,171戸、 浸水面積2,699ha
平成7年 7月	梅雨前線	179(高田上流) 184(松本上流)	約 2,580(高田) 約 920(松本)	行方不明者1名、全半壊70戸、半壊床 上浸水2,167戸、床下浸水2,620戸、 浸水面積2,217ha

【出典】水害統計（建設省河川局）、高田河川国道事務所資料、直江津町史・高田市史
流量確率の標本の流量を記載

主要な洪水の基準地点高田、松本における洪水到達時間は、それぞれ7～13時間(角屋の式)、6～8時間(角屋の式)である。

4. 基本高水の検討

1) 既定計画の概要

昭和 62 年に改定した関川水系工事実施基本計画(以下、「既定計画」という)では、基本高水のピーク流量を基準地点高田において 3,700m³/s、基準地点松本において 1,900m³/s と定めている。

下記に既往計画における検証結果を示す。

計画の規模の設定

計画規模の設定は、流域の特性、開発の状況等を考慮し、1/100 と設定した。

計画降雨量の設定

計画降雨継続時間は、実績降雨の継続時間、洪水到達時間等を考慮して、1 日を採用した。

昭和 5 年～平成 60 年までの 56 年間を対象に年最大流域平均日雨量を確率処理し、1/100 確率規模の計画降雨量を高田地点で 188mm/日(石原・高瀬法)、松本地点(ピアソン 型)で 212mm/日とした。

表 4 - 1 1/100 確率規模降雨量

河川	確率規模	基準地点	計画降雨量	備考
関川	1/100	高田	188mm/日	(石原・高瀬法)
保倉川	1/100	松本	212mm/日	(ピアソン 型)

流出計算モデルの設定

降雨をハイドログラフに変換するための流出計算モデル(貯留関数法)を作成し、流域の過去の主要洪水における降雨分布特性により、モデルの定数(K,P)を同定した。

貯留関数法の基礎式は次のとおりである。

$$\frac{dS}{dt} = r - Q$$

$$S = kQ^p$$

Q:流量(m³/s), r:降雨(mm/hour)

t:時間(hour), S:貯留量(mm), k,p:モデル定数

基本高水のピーク量

基本高水のピーク流量は上記の流出計算結果から、基準地点高田で $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点松本において $1,900\text{m}^3/\text{s}$ とした。

表 4 - 2 基本高水設定一覧表

河川	基準地点	超過確率	基本高水 ピーク流量 (m^3/s)
関川	高田	1/100	3,700
保倉川	松本	1/100	1,900

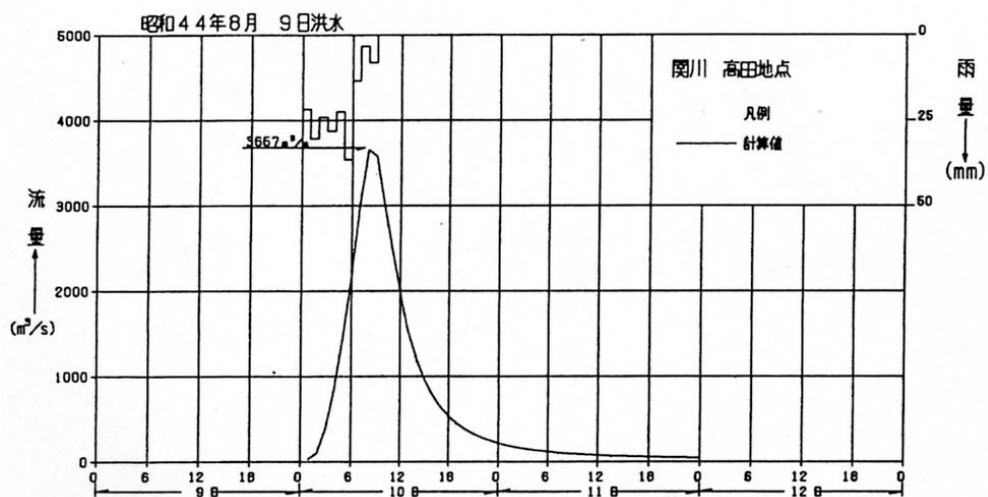


図 4 - 1 昭和 44 年 8 月型洪水ハイドログラフ (高田地点)

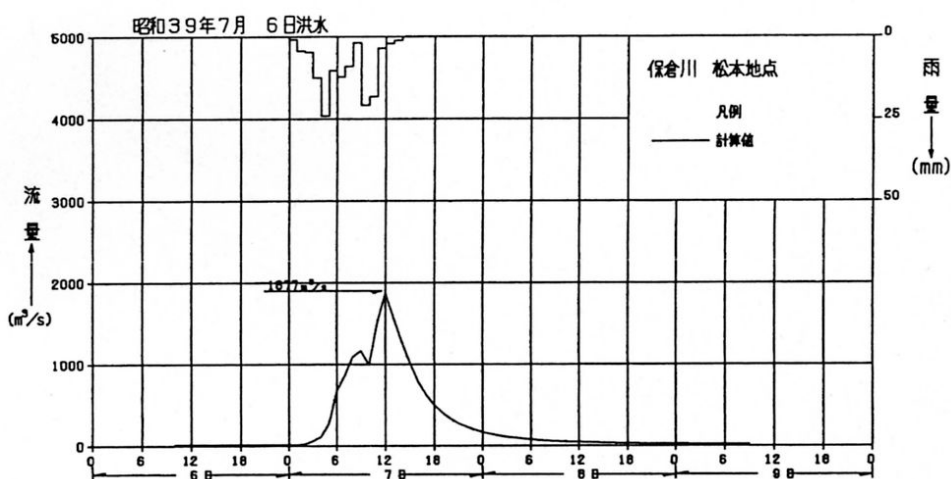


図 4 - 2 昭和 39 年 7 月型洪水ハイドログラフ (松本地点)

その後の水理・水文データの蓄積等を踏まえ、既定計画の基本高水のピーク流量について、以下の観点から検証を行った。

年最大流量と年最大降雨量の経年変化

既定計画策定以降の水文データの経年的な変化から、計画変更の必要性について確認する。

流量確率評価による検証

相当年数の流量データが蓄積されたことから、流量データを確率統計処理することにより基本高水のピーク流量を検証する。

既往洪水による検証

既往洪水について、類似降雨の推定、氾濫計算による検証を実施し、基本高水のピーク流量を検証する。

雨量確率法による検討

近年整理された時間雨量データをもとに雨量確率法によるピーク流量を算定し、基本高水のピーク流量を検討する。

2) 年最大流量と年最大降雨量の経年変化

既定計画を改定した昭和 62 年以降、計画を変更するような大きな洪水、降雨は発生していない。

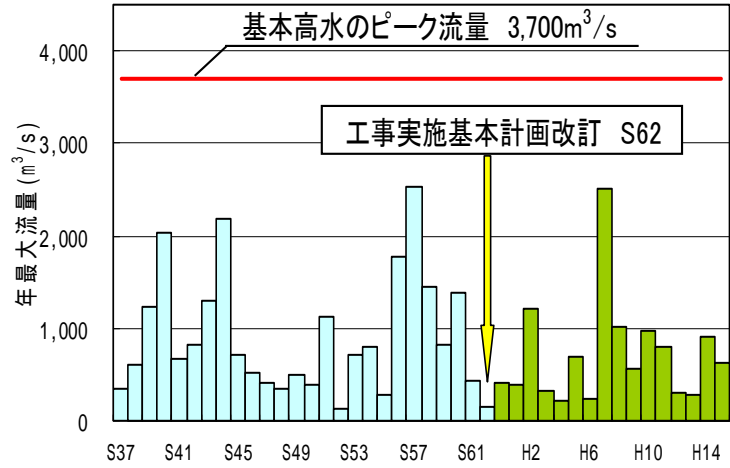


図 4 - 3 年最大流量 (高田地点)

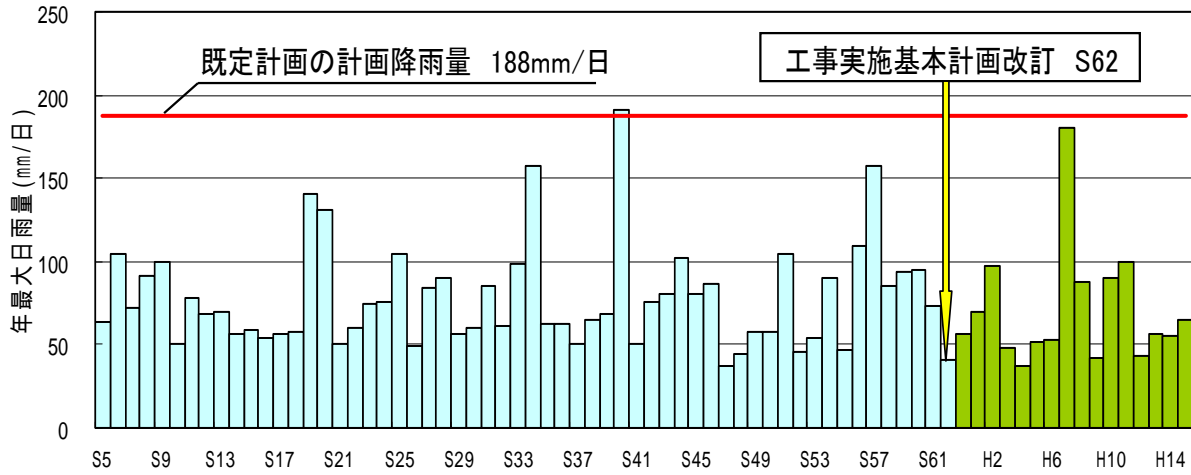


図 4 - 4 年最大日雨量 (高田地点上流域平均)

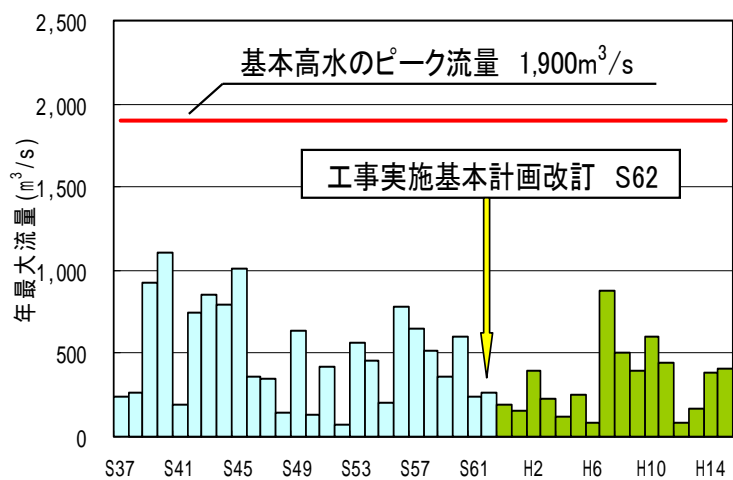


図 4 - 5 年最大流量

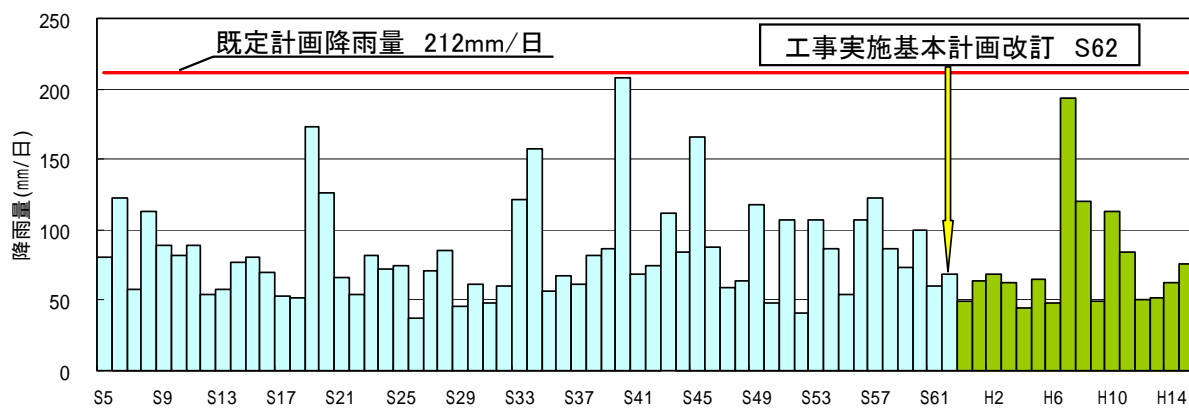


図 4 - 6 年最大日雨量 (松本地点上流域平均)

3) 流量確率による検証

相当年数の流量データが蓄積されたこと等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。流量確率の検討の結果、高田地点における 1/100 確率規模の流量は、2,980~3,800m³/s、保倉地点における 1/100 確率規模の流量は、1,130~1,910m³/s と推定される。

【対数正規確率紙】

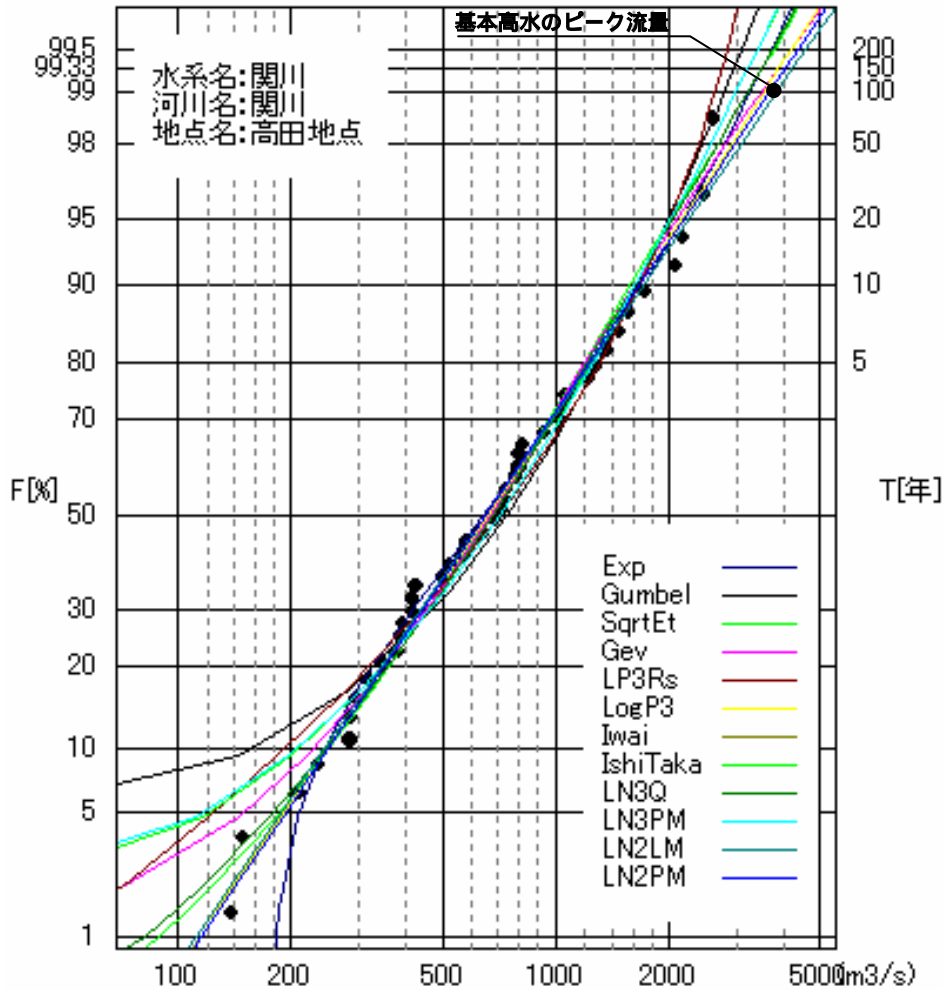


図 4 - 7 高田地点流量確率計算結果図(S37 ~ H15 : N=42 年間)

表 4 - 3 1/100 確率流量 (高田地点)

確率分布モデル	確率流量 (m ³ /s)	確率分布モデル	確率流量 (m ³ /s)
指数分布	3,250	対数正規分布 (石原高瀬)	2,980
平方根指数型最大値分布	3,200	対数正規分布 (クォンタイル)	3,190
一般極値分布	3,470	対数正規分布 (積率法 3 母数)	2,980
対数ピアソン 型分布 (対数空間)	3,530	対数正規分布 (積率法 2 母数)	3,650
対数正規分布 (岩井)	3,640	対数正規分布 (L 積率法)	3,800

【対数正規確率紙】

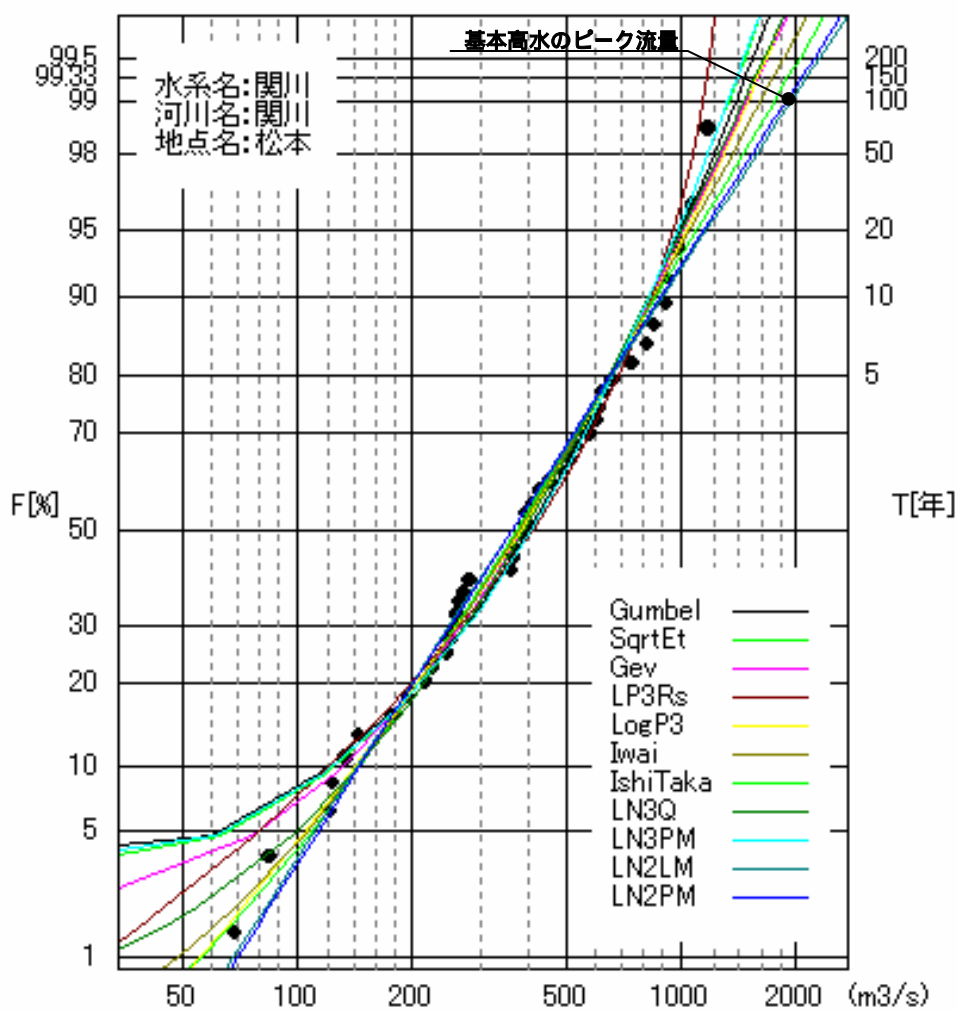


図 4 - 8 松本地点流量確率計算結果図 (S37年～H15: N=42年間)

表 4 - 4 1/100 確率流量 (松本地点)

確率分布モデル	確率流量 (m³/s)	確率分布モデル	確率流量 (m³/s)
ガンベル分布	1,380	対数正規分布 (石原・高瀬)	1,320
平方根指数型最大値分布	1,730	対数正規分布 (クォンティル)	1,440
一般化極値分布	1,470	対数正規分布 (積率法 3 母数)	1,320
対数ピアソン 型分布 (実数空間)	1,130	対数正規分布 (積率法 2 母数)	1,860
対数ピアソン 型分布 (対数空間)	1,480	対数正規分布 (L 積率法)	1,910
対数正規分布 (岩井)	1,600		

4) 既往洪水からの検証

過去 150 年にさかのぼって大規模な浸水被害等の記録がある洪水として、明治 30 年 8 月洪水を選定した。この洪水では、上越市内の被害状況や浸水深が記録されており、関川においては、当時の直江津町において約 800 戸が浸水し、浸水深の深いところでは、床上浸水四尺余（約 1.2m）に達したとの記録がある。また保倉川においても、当時の南川村で床上浸水 167 戸に及ぶ浸水被害の記録がある。

関川については、この記録をもとに直江津地区の浸水実績図を作成するとともに、高田地点における明治 30 年 8 月洪水に類似した近年の降雨波形（S51.8）を用いて、明治 30 年当時の築堤状況や堤内地状況を推定して、氾濫再現計算を実施した。

その結果、高田地点のピーク流量が $4,000 \sim 4,500 \text{m}^3/\text{s}$ の場合の氾濫で、明治 30 年 8 月洪水の実際の浸水範囲及び浸水深と概ね一致していることを確認した。

保倉川についても、この記録をもとに保倉川下流部の浸水実績図を作成するとともに、松本地点における明治 30 年 8 月洪水に類似した近年の降雨波形（S51.8）を用いて、明治 30 年当時の築堤状況、堤内地状況等を推定して、氾濫再現計算を実施した。

その結果、松本地点のピーク流量が $1,900 \sim 2,000 \text{m}^3/\text{s}$ の場合の氾濫で、明治 30 年 8 月洪水の実際の浸水範囲及び浸水深と概ね一致することを確認した。

以上より、明治 30 年 8 月洪水は関川の高田地点のピーク流量が $3,700 \text{m}^3/\text{s}$ 相当、保倉川松本地点のピーク流量が $1,900 \text{m}^3/\text{s}$ 相当であったと推定した。

（出典）直江津町史、直江津小学校沿革史、明治 30 年 8 月 7 日新潟新聞

5) 雨量確率法による検討

降雨継続時間として角屋の式から洪水到達時間を 12 時間と設定し、実績降雨(昭和 37 年～平成 15 年)の統計処理により、1/100 規模の確率雨量を 156mm/12 時間(高田上流)、185mm/12 時間(松本上流)とした。過去の主要な洪水時の降雨波形を確率雨量まで引き伸ばし、過去の主要洪水から想定される湿潤状態を適用して、貯留関数法により流出計算を実施することによってハイドログラフに変換し、雨量確率法によるピーク流量を算定した。

この結果、高田地点、松本地点における 1/100 規模の流量は、それぞれ 3,700m³/s、1,900m³/s となる。

表 4 - 5 1/100 確率規模降雨量

河川	基準地点	超過確率	計画降雨量	基本高水のピーク流量 (m ³ /s)
関川	高田	1/100	156mm/12 時間	3,700
保倉川	松本	1/100	185mm/12 時間	1,900

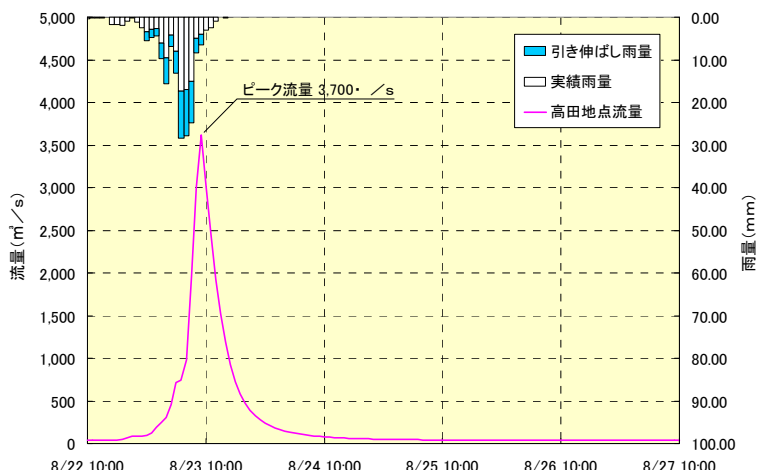


図 4 - 9 昭和 56 年 8 月型ハイドログラフ(高田地点)

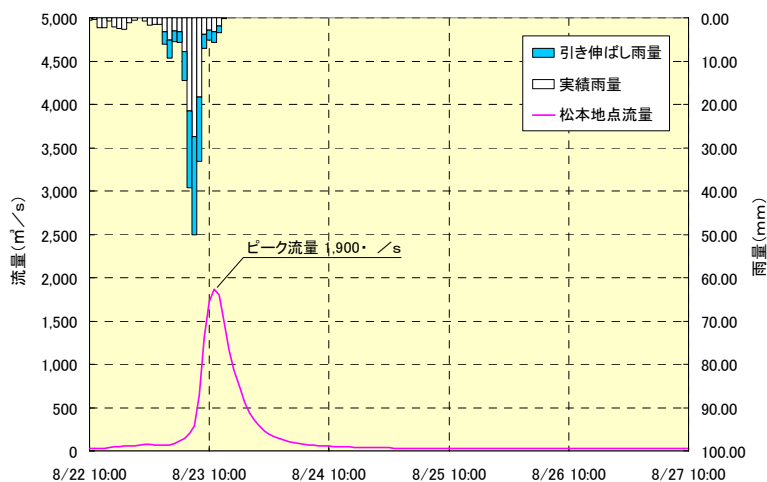


図 4 - 10 昭和 56 年 8 月型ハイドログラフ(松本地点)

6) 基本高水の決定

これまでの工事実施基本計画の基本高水ピーク流量を確認するとともに、流量確率法による検証、既往洪水からの検証及び雨量確率法からの検討の結果を踏まえ、河川整備基本方針においても、高田地点、松本地点の基本高水ピーク流量を、それぞれ 3,700m³/s、1,900m³/s とする。

5 . 高水処理計画

既定計画の基本高水のピーク流量は、関川では基準地点高田において $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、保倉川では基準地点松本において $1,900\text{m}^3/\text{s}$ である。

関川の河川改修は、既定計画の計画高水流量 $3,700\text{m}^3/\text{s}$ (高田地点)を目標に実施され、人家が密集する上越市街地をはじめとして、堤防は完成しており、既に橋梁、樋門等多くの構造物も完成している。

一方、保倉川の河川改修は、既定計画の関川合流前 $1,300\text{m}^3/\text{s}$ を目標に実施され、人家が密集する上越市街地について、堤防は約 99%が完成しており、既に橋梁、樋門、マリナーナ等多くの構造物も完成している。

このため、堤防の嵩上げや引堤による社会的影響、大幅な河道掘削による河道の安定・維持及び河川環境の改変等を考慮し、関川の基準地点高田及び関川合流前の保倉川における現在の河道によって処理可能な流量は、それぞれ $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,300\text{m}^3/\text{s}$ である。

これらを踏まえ、関川の基準地点高田の計画高水流量を既定計画と同様に $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、保倉川の基準地点松本の計画高水流量を $1,200\text{m}^3/\text{s}$ とし、その下流で支川からの流入量を合わせて、関川合流点において $1,300\text{m}^3/\text{s}$ とする。保倉川の残流量 $700\text{m}^3/\text{s}$ については洪水調節施設等に対応することとする。

6 . 計画高水流量

関川

計画高水流量は、高田において $3,700\text{m}^3/\text{s}$ とし、その下流で保倉川からの流入量を合わせ直江津において $4,800\text{m}^3/\text{s}$ とし、河口まで同流量とする。

保倉川

計画高水流量は、放水路により $700\text{m}^3/\text{s}$ を分派して、松本地点において $1,200\text{m}^3/\text{s}$ とし、その下流で支川からの流入量を合わせて、関川合流点において $1,300\text{m}^3/\text{s}$ とする。

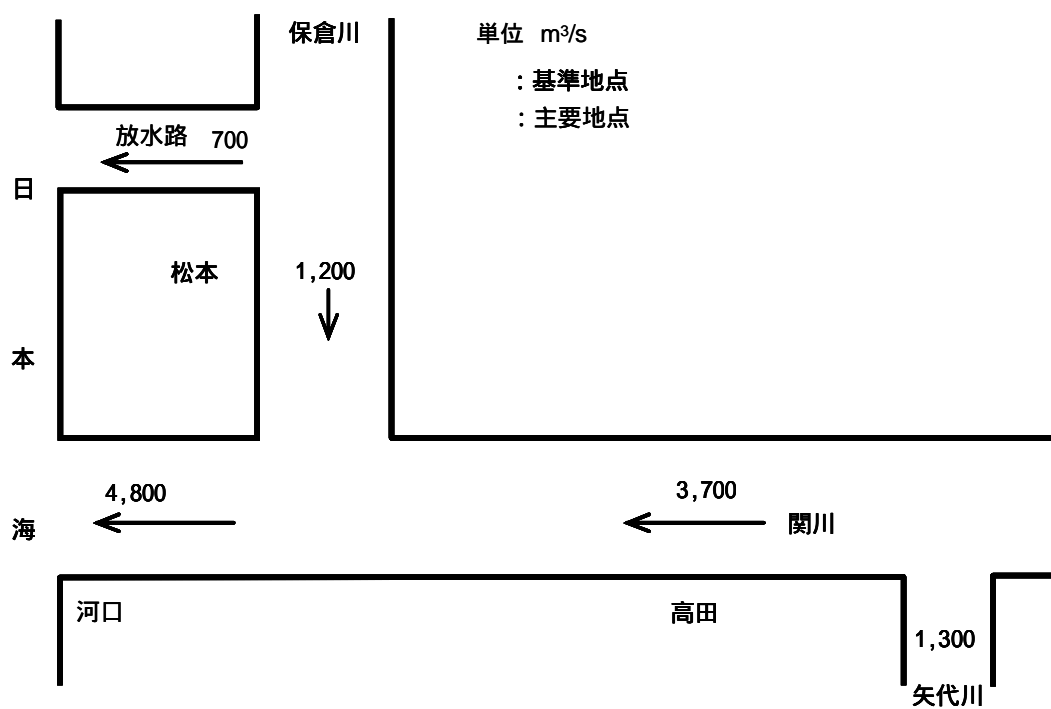


図 6 - 1 関川計画高水流量図

7. 河道計画

河道計画は、以下の理由により現況の河道法線・縦断勾配を重視し、流下能力が不足する区間については、河川環境等に配慮しながら必要な河積（洪水を安全に流下させるための断面）を確保する。

直轄管理区間の堤防は全川にわたってほぼ完成していること。
計画高水位を上げることは、破堤時における被害を増大させることになるため、沿川の市街地状況を考慮すると避けるべきであること。
既定計画の計画高水位に基づいて、多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していること。また、計画高水位を上げることは堤内地での内水被害を助長させること。

計画縦断図を図7-1、7-2に示すとともに、主要地点における計画高水位及び、概ねの川幅を表7-1に示す。

表7-1 主要な地点における計画高水位及び川幅一覧表

河川名	地点名	河口又は合流点 からの距離 (km)	計画高水位 T.P. (m)	川幅 (m)
関川	高田	8.4	9.28	208
	河口	0.0	1.80	210
保倉川	松本	関川合流点から 3.1	4.85	74

注) T.P. : 東京湾中等潮位
基点からの距離

8 . 河川管理施設等の整備の現状

関川における河川管理施設の整備状況は下記のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状の現状（平成 18 年 3 月現在）は下表のとおりである。

種 別	延長 (km)
完 成 堤 防	26.4 (99.6%)
暫 定 堤 防	0.1 (0.4%)
未 施 工 区 間	0.0 (0.0%)
堤防不必要区間	0.0
計	26.5

延長は、直轄管理区間（保倉川を含む）左右岸の計である。

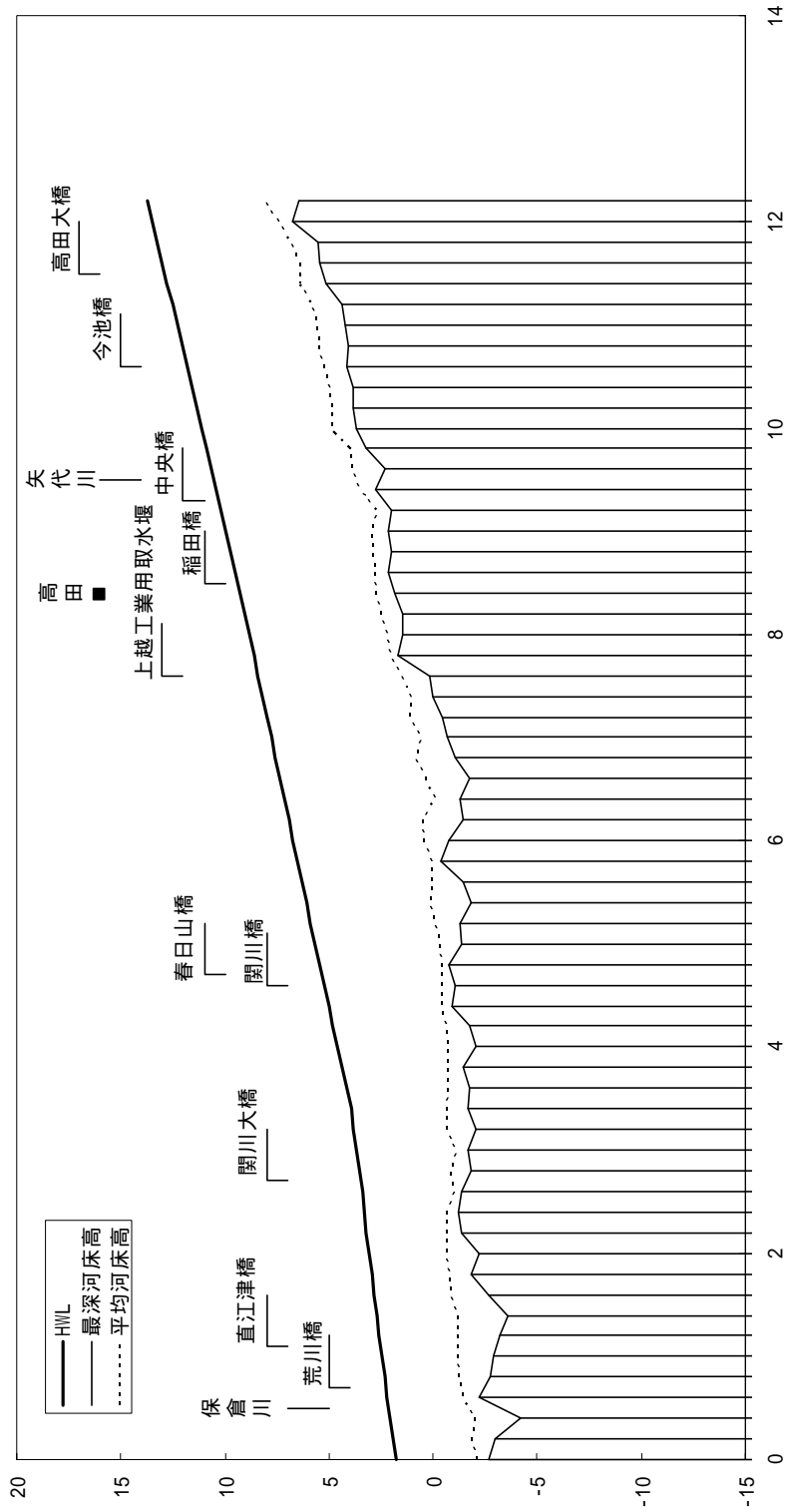
(2) 洪水調節施設

なし

(3) 排水機場等

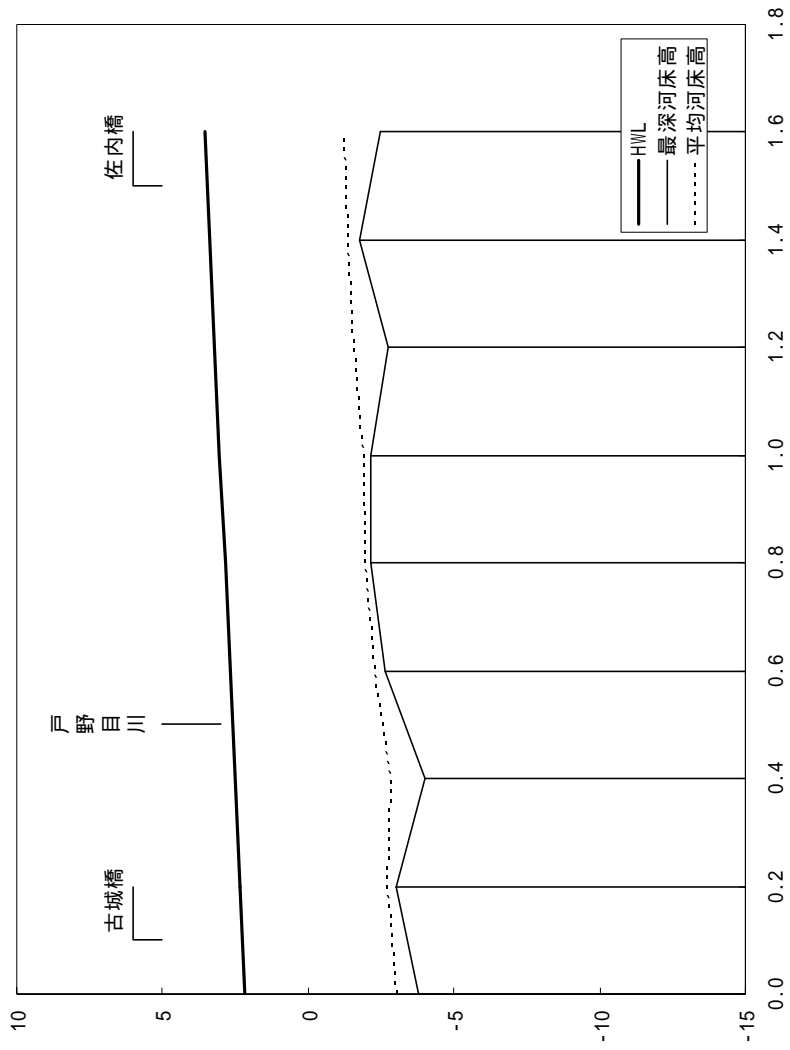
河川管理施設 : 4.5m³/s

直轄管理区間の施設のみである。



計画高水位 (T.P.m)	1.80	2.46	3.11	3.68	4.59	5.67	6.72	7.76	8.83	9.99	11.12	12.29	13.47
平均河床高 (T.P.m)	-2.12	-1.25	-0.71	-1.13	-0.76	-0.34	0.42	0.54	2.18	2.90	4.82	5.50	7.39
最深河床高 (T.P.m)	-2.70	-2.89	-2.19	-1.69	-2.05	-1.39	-0.75	-0.66	1.47	2.18	3.72	4.24	6.75
距離標 (km)	0.0k	1.0k	2.0k	3.0k	4.0k	5.0k	6.0k	7.0k	8.0k	9.0k	10.0k	11.0k	12.0k

図 7 - 1 関川計画河道縦断面図



計画高水位 (T.P.m)	2.16	2.33	2.51	2.68	2.86	3.03	3.20	3.38	3.55
平均河床高 (T.P.m)	-3.07	-2.77	-2.85	-2.29	-1.98	-1.93	-1.62	-1.37	-1.27
最深河床高 (T.P.m)	-3.80	-3.00	-4.03	-2.65	-2.17	-2.12	-2.73	-1.75	-2.47
距離標 (km)	0.0k	0.2k	0.4k	0.6k	0.8k	1.0k	1.2k	1.4k	1.6k

図 7 - 2 保倉川計画河道縦断面図