

1. 流域の概要

四万十川は、その源を高知県高岡郡津野町の不入山（標高1,336m）に発し、南に流れ、高岡郡四万十町窪川において流れを西に向け、四万十町大正において梶原川を合流し、四万十市西土佐において再び流れを南に転じ、広見川、目黒川、黒尊川の支川を合わせ、四万十市佐田より中村平野に入り後川及び中筋川を合わせ太平洋に注ぐ、幹川流路延長196km、流域面積は2,186km²の一級河川である。

渡川流域は、高知、愛媛両県にまたがり、四万十市など3市7町1村からなり、流域の土地利用は、山地が約95%、農地が約4%、宅地等の市街地が約1%となっている。

流域内の交通としては、JR土讃線、JR予土線、土佐くろしお鉄道、国道56号などの基幹交通施設の他、高規格道路である中村・宿毛道路及び四万十川沿いに並行している国道441号が整備中であり、高知県西部と愛媛県を結ぶ交通の要衝となっている。

上流部では県内有数のショウガの産地であるほか、中流部ではクリの栽培が盛んで、高知県における収穫量の約70%を占めている。さらに、下流部では汽水域で採れる天然のスジアオノリは全国一の収穫量を誇る。

また、流水は水力発電のほか、農業用水や水道用水として利用されている。

流域内には自然豊かな滑床溪谷を有する足摺宇和海国立公園や日本三大カルストの一つである四国カルスト県立自然公園等の豊かな自然環境・河川景観に恵まれている。

このように、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、上流部は不入山をはじめとする急峻な山地に囲まれ、中流部は窪川盆地を経て再び山地に囲まれ、平野は下流部にわずかに見られる程度である。また、後川下流部や中筋川沿川には、低平地が広がる。

河床勾配は、源流から佐賀取水堰堤までの上流部では約1/100～1/650程度であり、佐賀取水堰堤から中村平野の上流端までの中流部で約1/380～1/1,300程度で、中村平野のある下流部では約1/1,200～1/2,200程度となっている。

流域の地質は、大部分が四万十川に因んで名づけられた四万十帯に属するが、上流部の一部は、仏像構造線を挟んで秩父帯に属する。また、上流部の高知県と愛媛県との県境付近には、石灰岩で形成された台地である「四国カルスト」が存在する。

流域の気候は、太平洋岸式気候に属し、渡川流域の平均年降水量は上流部で3,000mm程度、中下流部でも1,800mm～2,600mmに達し、日本でも有数の多雨地帯である。台風常襲地帯に位置することから、降水量は特に台風が来襲する9月に集中し、また、上流部の降水量が多いのが特徴である。



図1-1 渡川水系流域図

表1-1 渡川流域の概要

項目	諸元	備考
流路延長	196km	全国109水系中11位
流域面積	2,186km ²	全国109水系中28位 (支川 後川201km ² 、支川 中筋川157km ²)
流域内市町村	3市7町1村	四万十市、宿毛市、宇和島市、四万十町、黒潮町、中土佐町、津野町、梶原町、松野町、鬼北町、三原村
流域内人口	約9.7万人	河川現況調査(調査基準年 平成12年度末)
支川数	319河川	

2. 治水事業の経緯

渡川水系の治水事業は、昭和4年に直轄河川改修事業に着手し、計画高水流量について、四万十川は今成地点で13,000m³/s、後川は麻生地点で1,500m³/s、中筋川は坂本地点で550m³/sと定め、河道掘削、堤防の新設、背割堤の整備等を実施した。

昭和39年の新河川法施行に伴い、昭和40年に一級水系に指定され、同年に工事実施基本計画を策定し、計画高水流量について、四万十川は具同地点で13,000m³/s、後川は秋田地点で1,500m³/s、中筋川は四万十川との合流地点で730m³/sとした。

その後、中筋川において度々甚大な浸水被害が発生したこと及び流域の社会的、経済的発展等に鑑み、昭和58年に計画を改定した。本計画では、四万十川における基本高水のピーク流量を具同地点で17,000m³/とし、このうち上流ダム群により3,000m³/sを調節して計画高水流量を14,000m³/sとした。後川における基本高水のピーク流量は、秋田地点で2,100m³/sとし、全量を河道に配分した。中筋川における基本高水のピーク流量は、磯ノ川地点で1,200 m³/sとし、このうち中筋川ダム等により350m³/sを調節して計画高水流量を850m³/sとした。さらに、平成6年に計画を改定し、中筋川での洪水調節施設は、中筋川ダム及び横瀬川ダムにより対応することとした。以後、この計画に基づき四万十川においては堤防、樋門、排水機場の整備を実施し、中筋川では平成10年に中筋川ダムが完成している。しかしながら、中筋川においては、その後も2～3年に一度は国道が冠水する等治水安全度が低く、河川改修と横瀬川ダム建設が急がれたことから、平成13年に中筋川河川整備計画を策定し、平成15年に横瀬川ダム建設工事に着手した。

砂防事業については、高知県が昭和9年から砂防堰堤等を整備している。

3. 既往洪水の概要

渡川流域の年平均降水量は上流部で3,000mm程度、中下流部でも1,800~2,600mmに達し、日本でも有数の多雨地帯である。しかもその降雨のほとんどが台風起因し、集中的な豪雨となるため、大規模な洪水がしばしば発生している。

四万十川、後川、中筋川における主要な洪水と被害の状況を表3-1に示す。

表3-1 既往洪水の概要

発生年月日	発生原因	具同		秋田		磯ノ川		被害状況
		流量 (m ³ /s)	上流2日雨量 (mm/2日)	流量 (m ³ /s)	流域2日雨量 (mm/2日)	流量 (m ³ /s)	流域2日雨量 (mm/2日)	
明治23年9月	台風	約13,000 *1	不明	不明	不明	不明	不明	家屋全半壊 ・流出：350戸 死者：13名
昭和10年8月	台風	約16,000 *2	432	不明	不明	不明	不明	家屋全半壊 ・流出：490戸 床上浸水：3,469戸 床下浸水：585戸
昭和38年8月	台風 9号	約13,400	578	約940	484	約600*3	357	家屋全半壊 ・流出：144戸 死者：1名 床上浸水：2,145戸 床下浸水：1,100戸
昭和46年8月	台風 23号	約9,800	387	約1,200	414	約460*3	303	床上浸水：348戸 床下浸水：272戸
昭和47年7月	台風 9号	約7,600	397	約670	300	約990*3	499	床上浸水：221戸 床下浸水：493戸
昭和50年8月	台風 5号	約8,500	399	約480	351	約620*3	288	家屋全半壊：76戸 床上浸水：455戸 床下浸水：264戸
昭和57年8月	台風 13号	約10,200	418	約690	284	約450	299	家屋全半壊：2戸 床上浸水：85戸 床下浸水：76戸
平成4年8月	台風 11号	約9,400	447	約1,700	542	約430*3	403	床上浸水：283戸 床下浸水：158戸
平成16年10月	台風 23号	約10,200	307	約1,100	290	約860*3	365	床上浸水：16戸 床下浸水：154戸
平成17年9月	台風 14号	約12,900	529	約660	381	約600*3	480	床上浸水：54戸 床下浸水：156戸

出典) *1：今成地点の推定値

*2：氾濫後の河道内流量

*3：流出計算値

・被害状況：渡川改修四十年史、国土交通省水害統計、高水速報

主要な洪水の基準地点具同における洪水到達時間は10~12時間（角屋の式）である。

4. 基本高水の検討

4.1 工事实施基本計画の概要

昭和58年に改訂した渡川水系工事实施基本計画（以下、「既定計画」という）では以下に示すとおり、基本高水のピーク流量を、四万十川において、具同地点で17,000m³/s、後川において、秋田地点で2,100 m³/s、中筋川において、磯ノ川で1,200 m³/sと定めている。

(1) 計画規模の設定

計画規模は全国的なバランス及び流域の社会的・経済的な重要性等を総合的に勘案して、四万十川、後川、中筋川とも1/100と設定した。

(2) 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等を考慮して、2日を採用した。

四万十川では明治30年～昭和57年(86年間)の年最大2日雨量を確率処理し、1/100確率規模の計画降雨量を具同地点で600mm/2日と決定した。

後川では、昭和26年～昭和57年(32年間)の年最大2日雨量を確率処理し、1/100確率規模の計画降雨量を後川流域で560mm/2日と決定した。

中筋川では、昭和26年～昭和57年(32年間)の年最大2日雨量を確率処理し、1/100確率規模の計画降雨量を中筋川流域で550mm/2日と決定した。

(3) 流出計算モデルの設定

降雨をヒ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を再現することで流出計算モデルを設定した。

(4) 基本高水のピーク流量の決定

基本高水のピーク流量は、流域の過去の主要洪水における降雨波形を計画降雨量まで引伸ばし、流出計算モデルにより流出量を算定した。流出計算結果のうち、四万十川の基準地点具同において計算ピーク流量が最大となる17,000m³/sと決定した。また、後川は基準地点秋田において計算ピーク流量が最大となる2,100m³/sと決定した。中筋川は基準地点磯ノ川において計算ピーク流量が最大となる1,200m³/sと決定した。

表4-1 基本高水設定一覧表

河川	基準地点	超過確率	計画降雨量 (mm/2日)	基本高水のピーク流量 (m ³ /s)
四万十川	具同	1/100	600	17,000
後川	秋田	1/100	560	2,100
中筋川	磯ノ川	1/100	550	1,200

4.2 工事実施基本計画策定後の状況

既定計画を策定した昭和58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。

(1) 年最大流量および年最大雨量の経年変化

既定計画を策定した昭和58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。

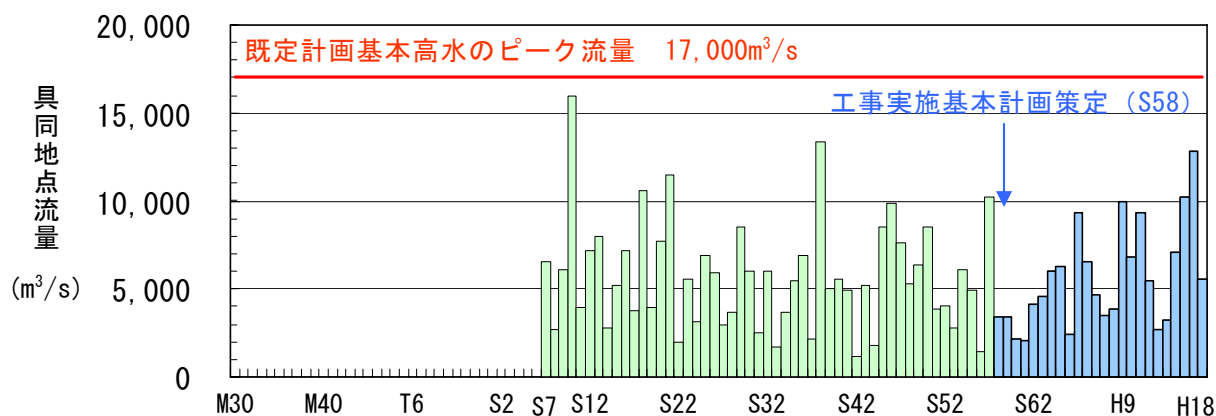


図4-1 具同地点年最大流量（四万十川）

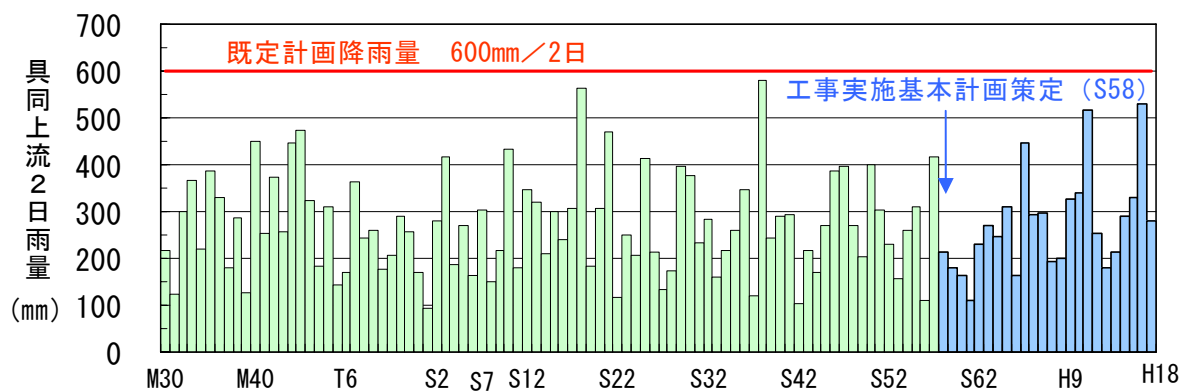


図4-2 具同上流年最大2日雨量（四万十川）

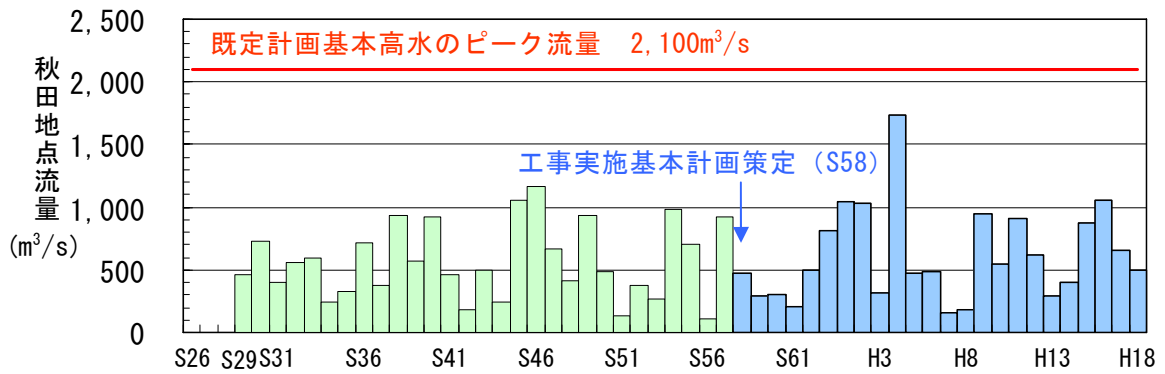


図4-3 秋田地点年最大流量（後川）

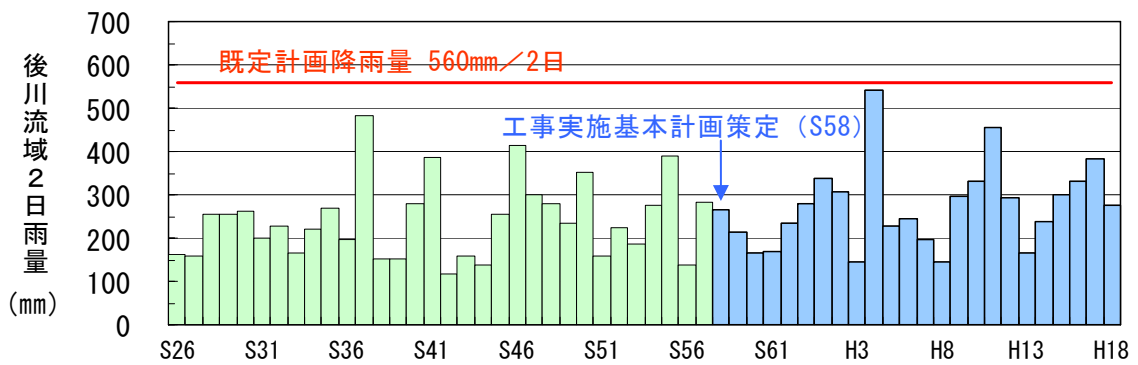


図4-4 流域平均年最大2日雨量（後川）

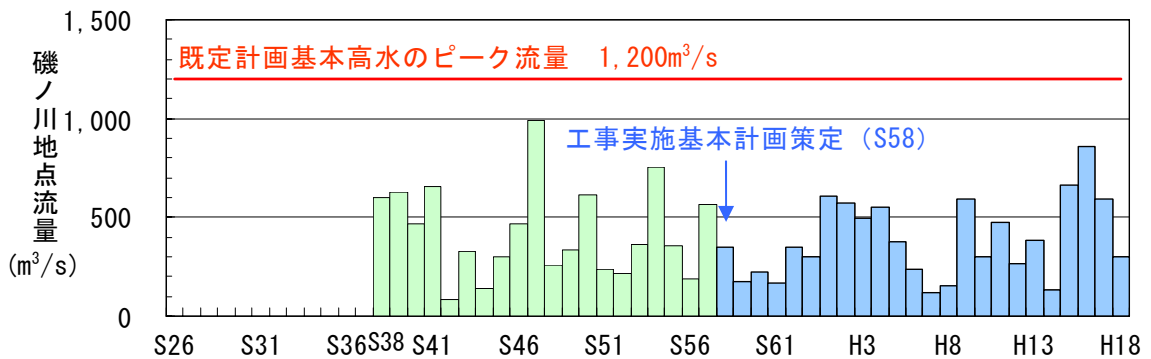


図4-5 磯ノ川地点年最大流量（中筋川）

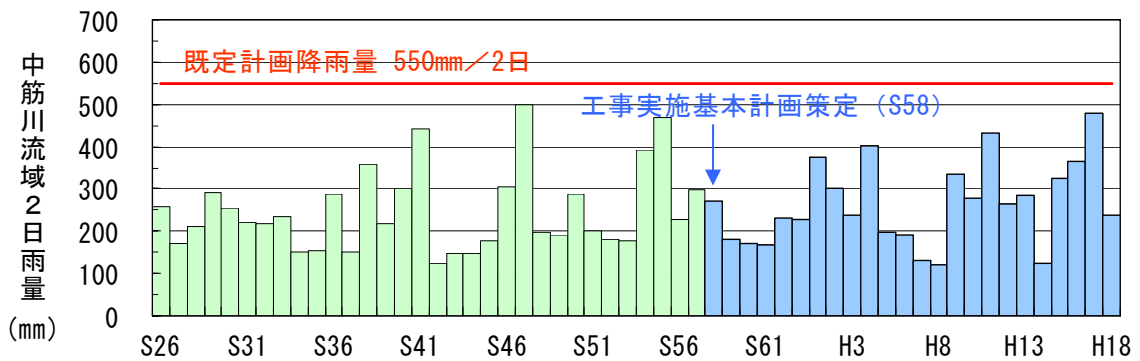


図4-6 流域平均年最大2日雨量（中筋川）

4.3 現行基本高水のピーク流量の妥当性検討

既定計画策定後の水理、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、以下の観点から検討した。

(1) 四万十川

①流量確率による検討

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討した。流量確率の検討の結果、具同地点における1/100確率規模の流量は約14,500m³/s～19,400m³/sと推定される。

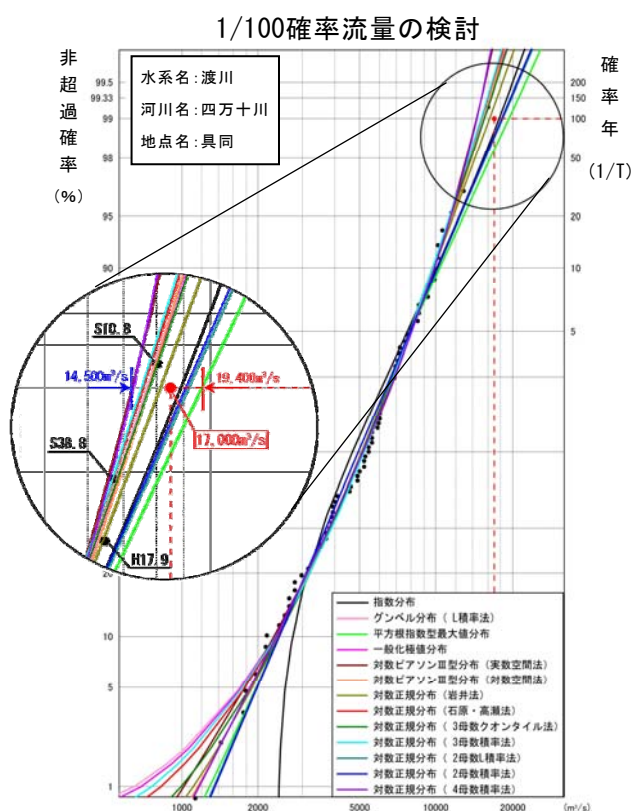


図4-7 具同地点における流量確率評価
(昭和7年～平成18年：75年間)

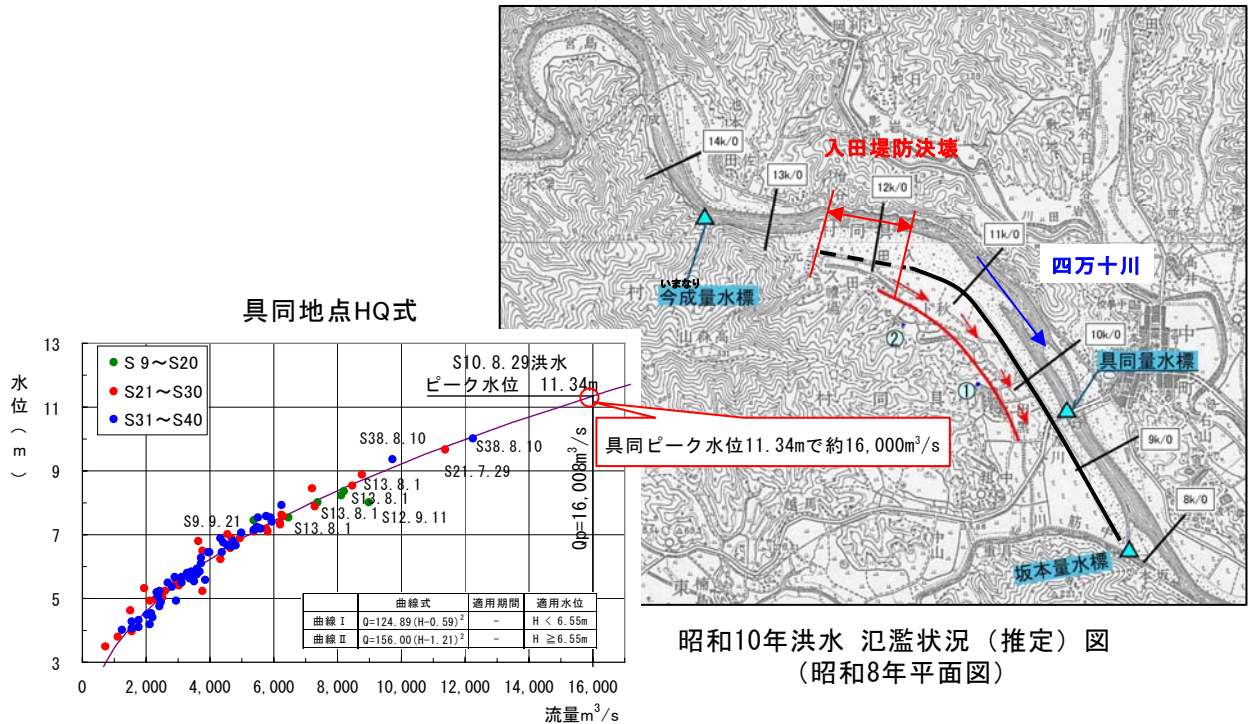
表4-2 1/100確率流量（具同地点）

確率手法		確率流量(m ³ /s)
Exp	指数分布	17,728
Gumbel	グンベル分布 (L積率法)	15,384
SqrtEt	平方根指数型最大値分布	19,372
Gev	一般化極値分布	15,503
LP3Rs	対数ピアソンIII型分布(実数空間法)	14,454
LogP3	対数ピアソンIII型分布(対数空間法)	15,487
Iwai	対数正規分布(岩井法)	16,248
IshiTaka	対数正規分布(石原・高瀬法)	15,120
LN3Q	対数正規分布(3母数クォンタイル法)	15,513
LN3PM	対数正規分布(3母数積率法)	15,041
LN2LM	対数正規分布(2母数L積率法)	18,325
LN2PM	対数正規分布(2母数積率法)	18,143
LN4PM	対数正規分布(4母数積率法)	14,495

② 既往洪水からの検討

記録に残っている明治以降の洪水で、昭和10年8月洪水が過去最大の洪水として記述されていることから、昭和10年8月洪水による具同地点のピーク水位及び決壊氾濫痕跡水位より、流量は具同地点で約18,000m³/sと推定される。

- 昭和10年8月洪水では、^{にゆうた}入田堤防が決壊しており、決壊後の河道流下量は、河道形状に大きな変化がないと推定し、具同地点ピーク水位とHQ式 (S9～S40) から約16,000m³/sと推定
- 氾濫量は、堤内地の痕跡水位から約2,000m³/sと推定
- 河道流下量に氾濫量を勘案した流量は具同地点で約18,000m³/sと推定される



現地の聞き取り調査による痕跡位置を示している。

昭和10年8月洪水における痕跡水位
図4-8 昭和10年8月洪水におけるピーク流量の推定

③基本高水のピーク流量

以上の検討により、基本高水のピーク流量である具同地点17,000m³/sは妥当であると判断される。

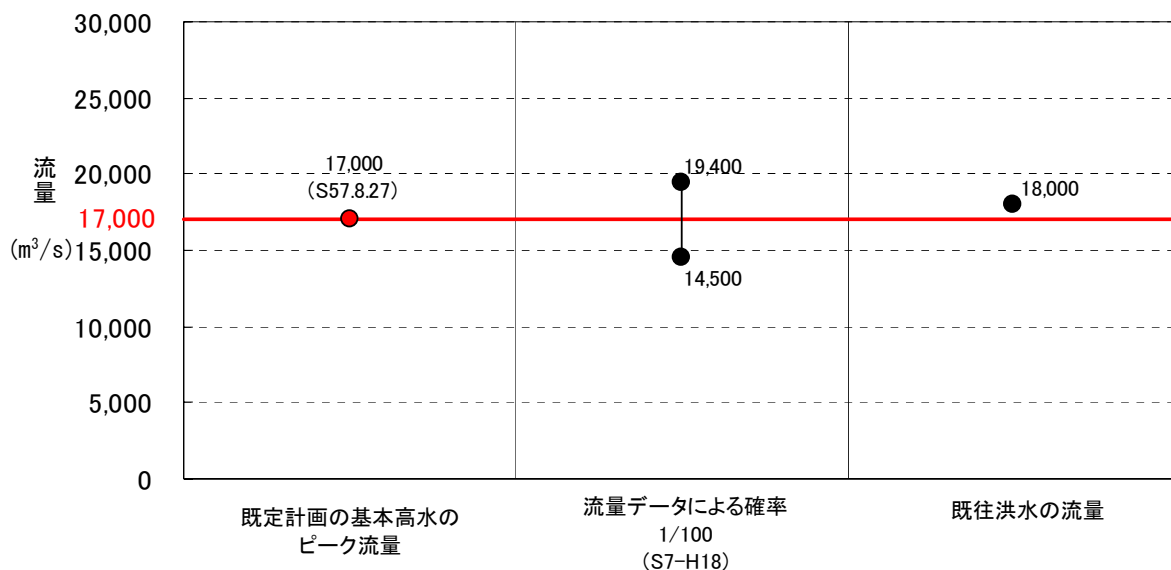


図4-9 各手法による基本高水のピーク流量算定結果（四万十川具同地点）

なお、基本高水のピーク流量の決定にあたり、用いたハイドログラフは以下のとおりである。

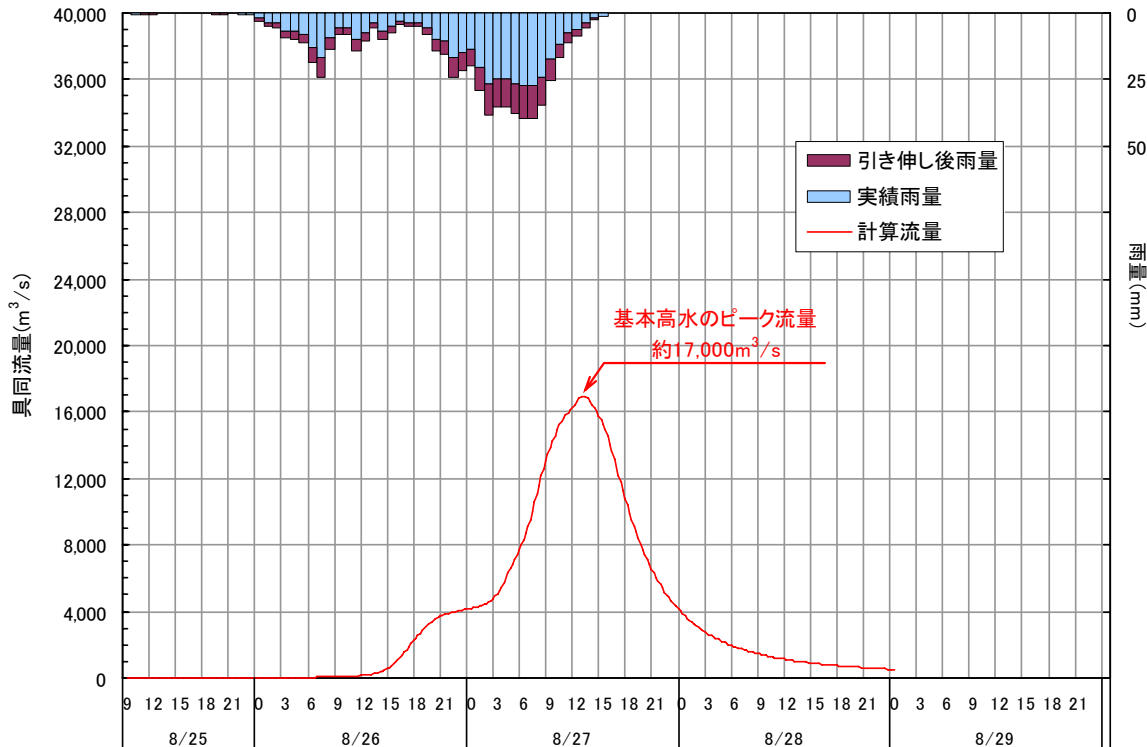


図4-10 基本高水のハイドログラフ
（四万十川具同地点：S57.8洪水型）

(2) 後川

① 流量確率による検討

相当年数の流量データが蓄積されたこと等から、流量データを確率処理することにより、基本高水のピーク流量を検討した。流量確率の検討の結果、秋田地点における1/100確率規模の流量は、約1,490^m³/s～2,120^m³/sと推定される。

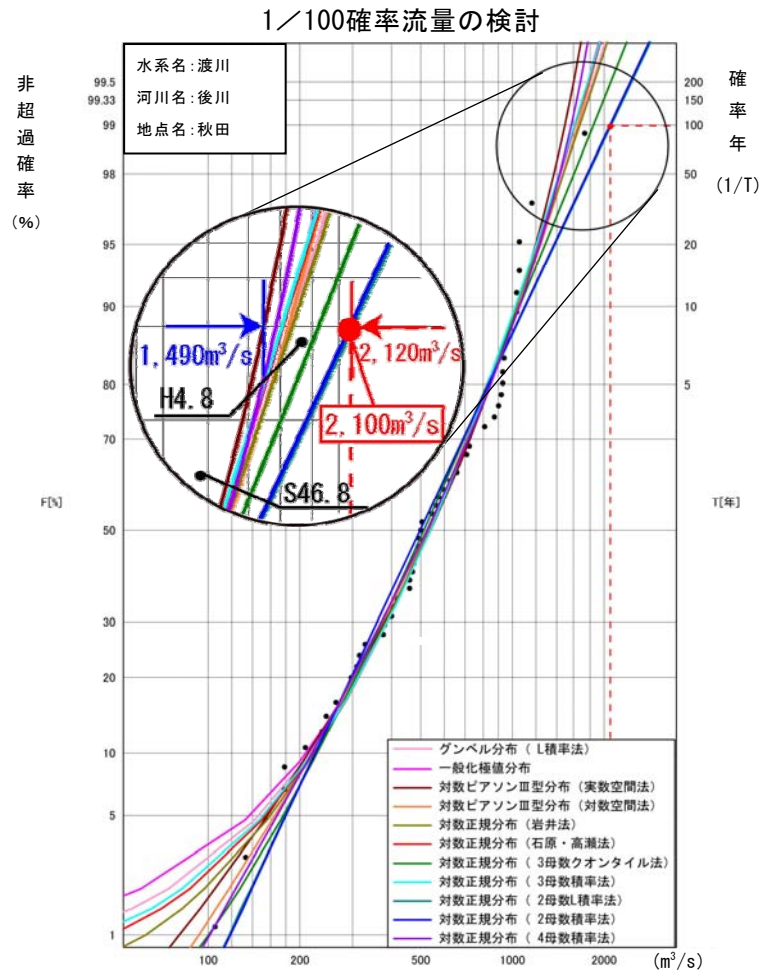


図4-11 秋田地点における流量確率評価
(昭和29年～平成18年：53年間)

表4-3 1/100確率流量（秋田地点）

確率手法		確率流量 (m ³ /s)
Gumbel	グンベル分布 (L積率法)	1,654
Gev	一般化極値分布	1,609
LP3Rs	対数ピアソンIII型分布 (実数空間法)	1,491
LogP3	対数ピアソンIII型分布 (対数空間法)	1,643
Iwai	対数正規分布 (岩井法)	1,668
IshiTaka	対数正規分布 (石原・高瀬法)	1,609
LN3Q	対数正規分布 (3母数クォンタイル法)	1,850
LN3PM	対数正規分布 (3母数積率法)	1,602
LN2LM	対数正規分布 (2母数L積率法)	2,117
LN2PM	対数正規分布 (2母数積率法)	2,096
LN4PM	対数正規分布 (4母数積率法)	1,565

② 既往洪水からの検討

記録に残っている明治以降の洪水で、昭和10年8月洪水が過去最大の洪水として記述されていることから、昭和10年8月当時の築堤状況を勘案した河道断面と麻生地点のピーク水位から、流量は約2,420m³/sと推定される。

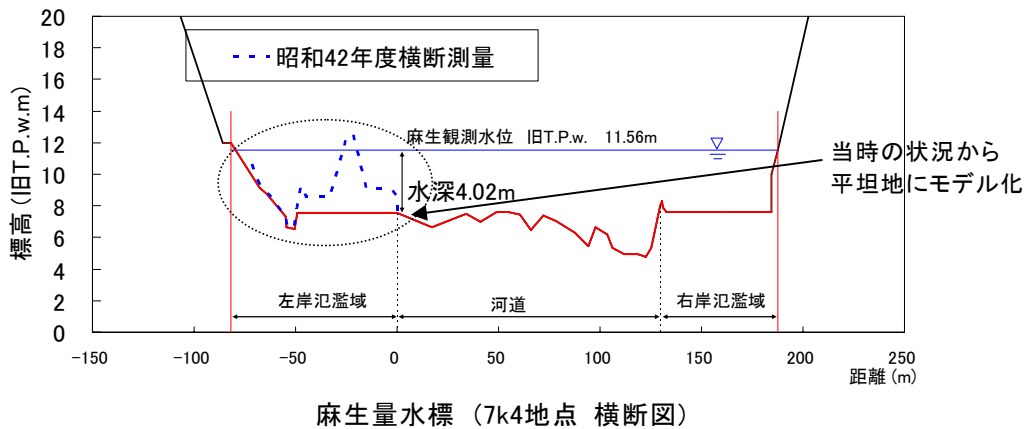
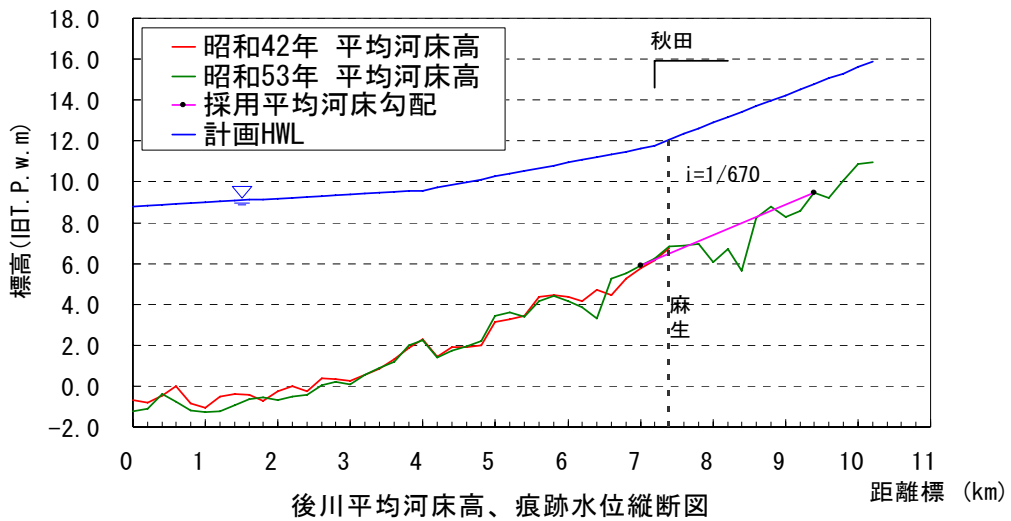
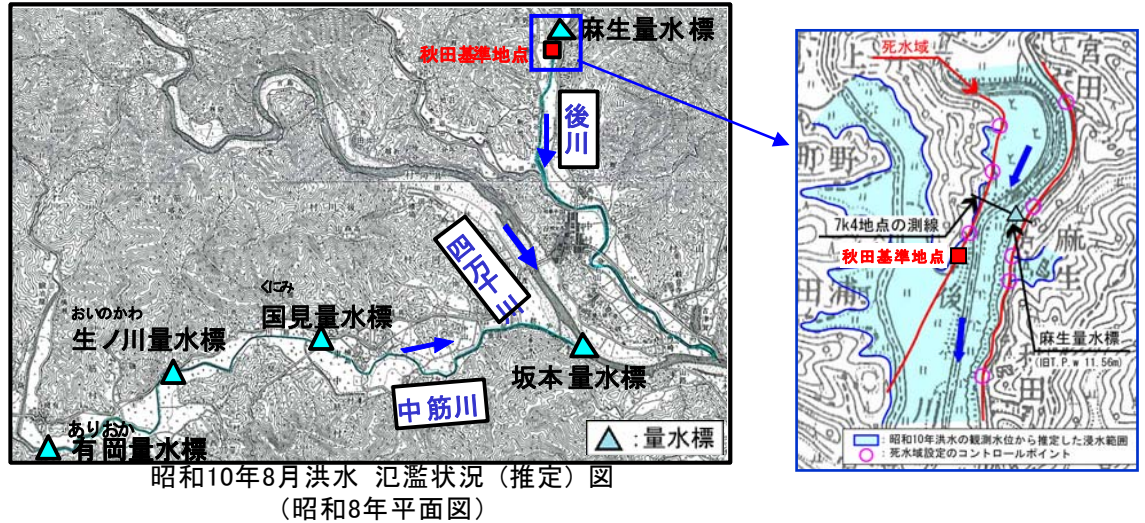


図4-12 昭和10年8月洪水におけるピーク流量の推定

③基本高水のピーク流量

以上の検討により、基本高水のピーク流量である秋田地点2,100m³/sは妥当であると判断される。

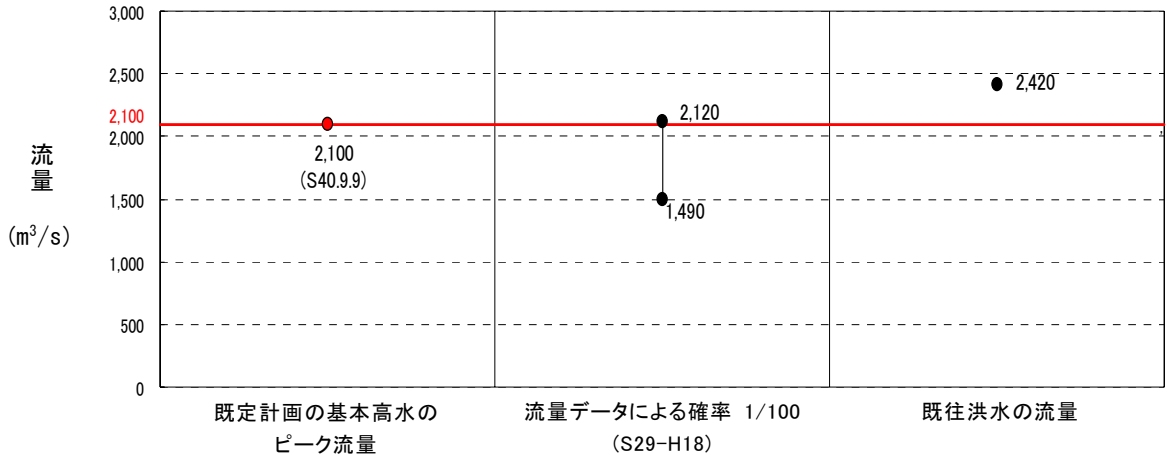


図4-13 各手法による基本高水のピーク流量算定結果（後川秋田地点）

なお、基本高水のピーク流量の決定にあたり、用いたハイドログラフは以下のとおりである。

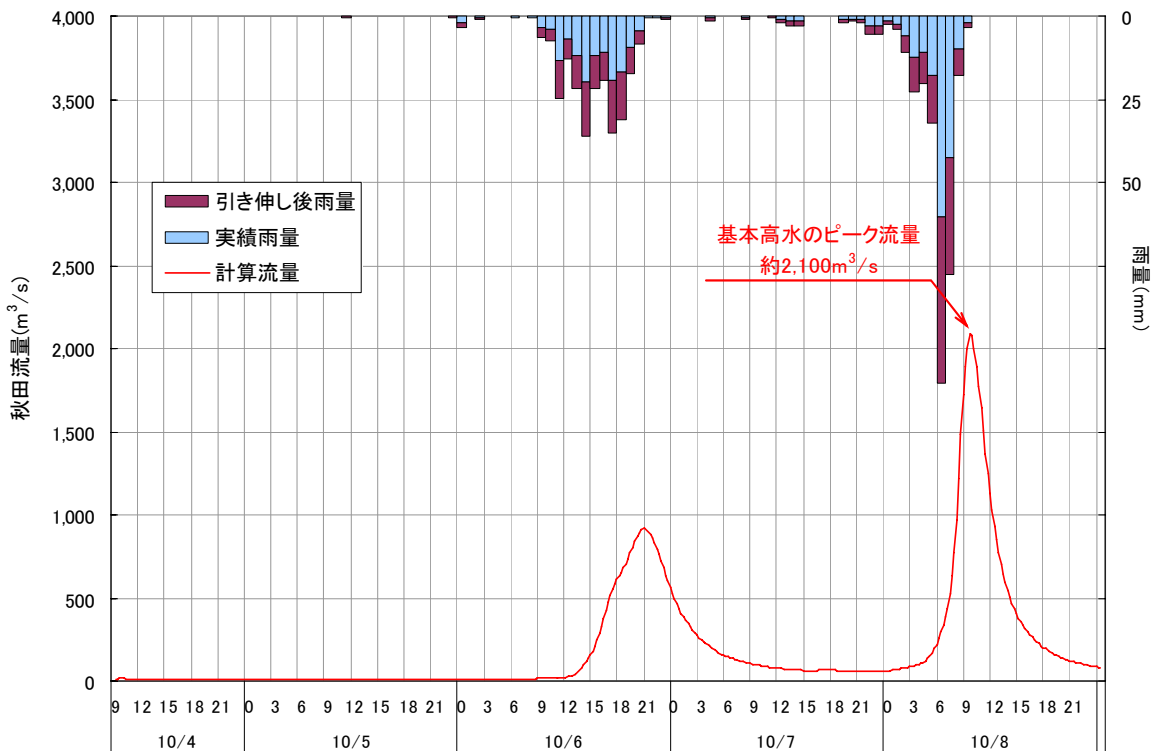


図4-14 基本高水のハイドログラフ
（後川秋田地点：H2.10洪水型）

(3) 中筋川

① 流量確率による検討

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討した。流量確率の検討の結果、磯ノ川地点における1/100確率規模の流量は、約920m³/s～1,350m³/sと推定される。

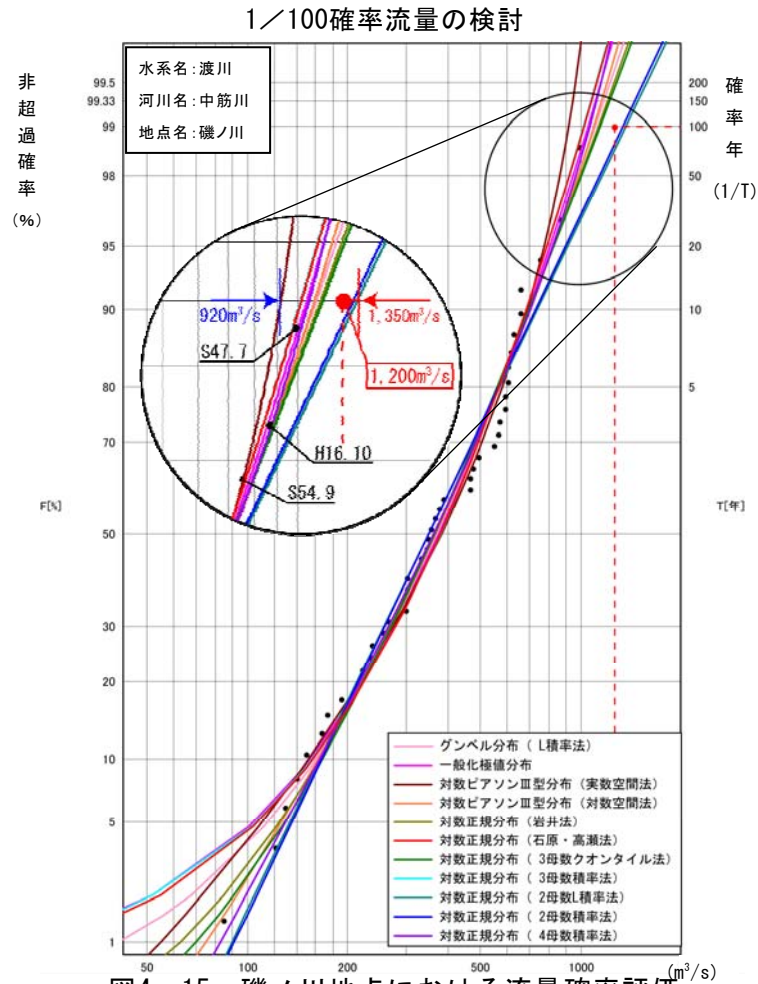


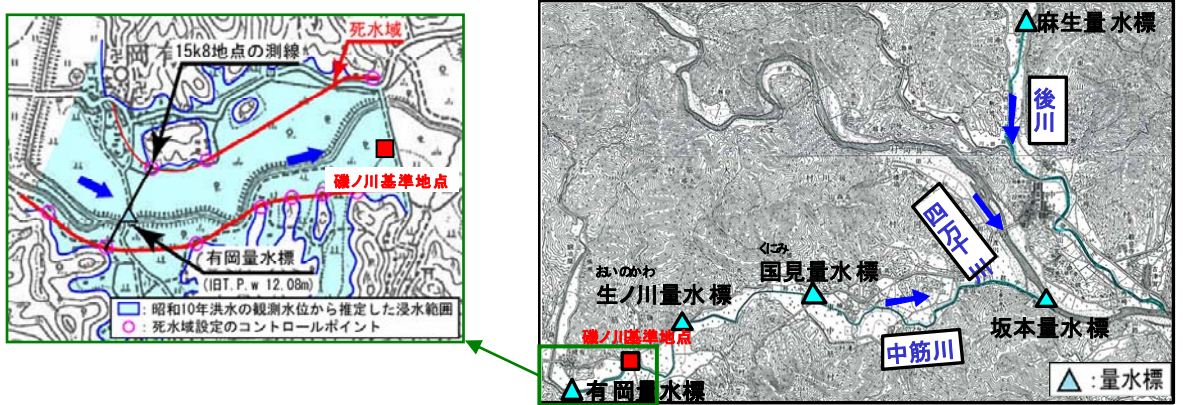
図4-15 磯ノ川地点における流量確率評価
(昭和38年～平成18年: 44年間)

表4-4 1/100確率流量 (磯ノ川地点)

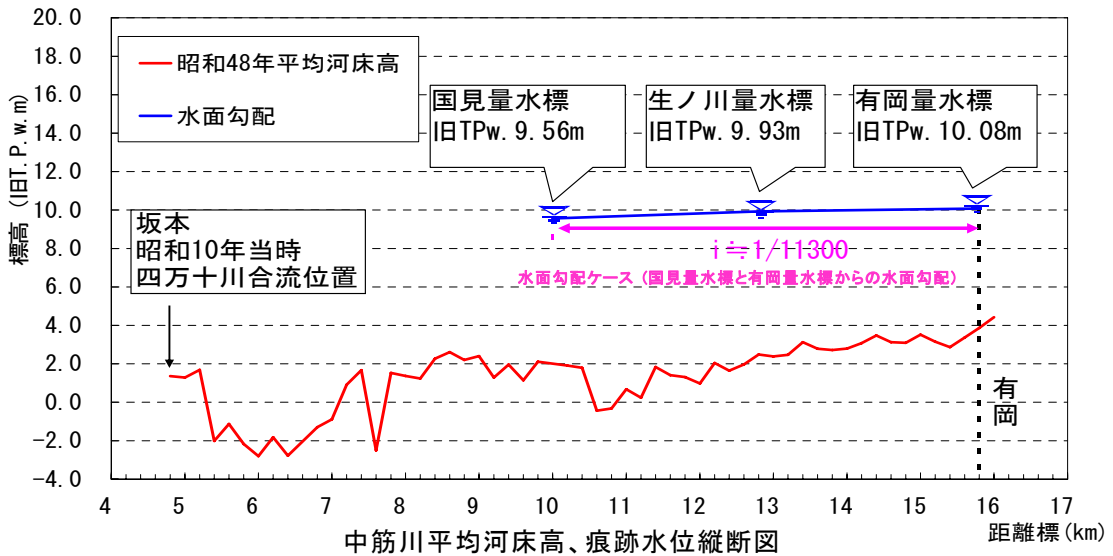
確率手法		確率流量 (m ³ /s)
Gumbel	グンベル分布 (L積率法)	1,098
Gev	一般化極値分布	1,046
LP3Rs	対数ピアソンIII型分布 (実数空間法)	915
LogP3	対数ピアソンIII型分布 (対数空間法)	1,087
Iwai	対数正規分布 (岩井法)	1,122
IshiTaka	対数正規分布 (石原・高瀬法)	1,016
LN3Q	対数正規分布 (3母数クォンタイル法)	1,135
LN3PM	対数正規分布 (3母数積率法)	1,013
LN2LM	対数正規分布 (2母数L積率法)	1,354
LN2PM	対数正規分布 (2母数積率法)	1,327
LN4PM	対数正規分布 (4母数積率法)	1,058

②既往洪水からの検討

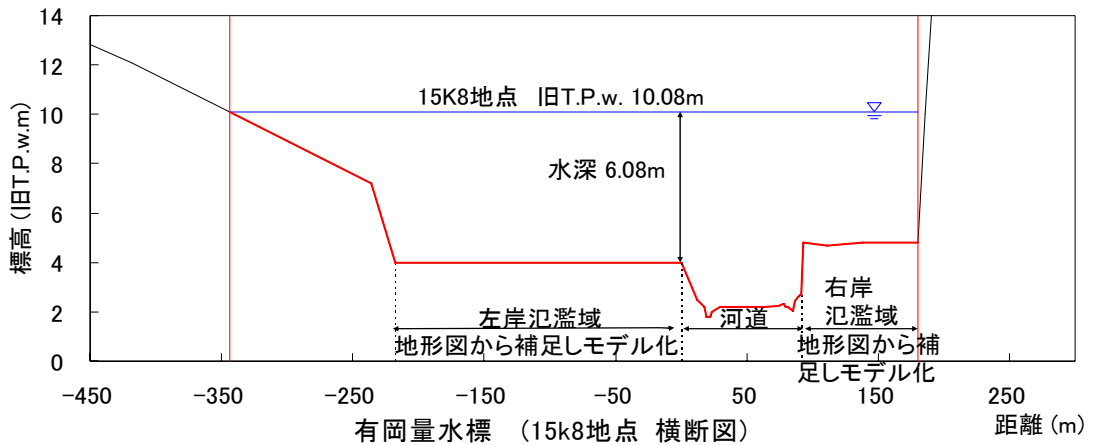
記録に残っている明治以降の洪水で、昭和10年8月洪水が過去最大の洪水として記述されていることから、昭和10年8月当時の地形状況を勘案した河道断面と有岡地点^{ありおか}のピーク水位から、流量は約1,410m³/sと推定される。



昭和10年8月洪水 氾濫状況（推定）図
（昭和8年平面図）



中筋川平均河床高、痕跡水位縦断図



有岡量水標（15k8地点 横断図）

図4-16 昭和10年8月洪水におけるピーク流量の推定

③基本高水ピーク流量の決定

以上の検討により、基本高水のピーク流量である磯ノ川地点1,200m³/sは妥当であると判断される。

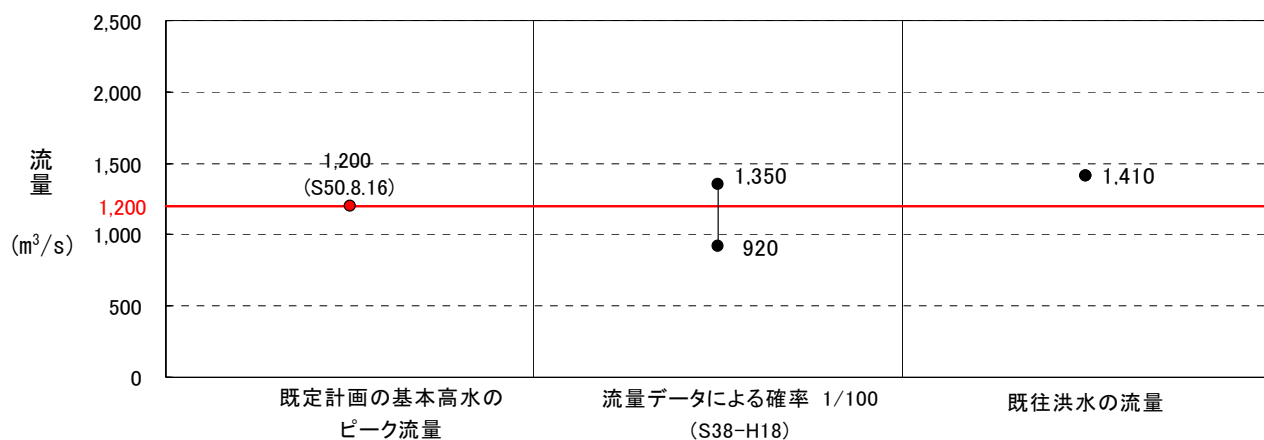


図4-17 各手法による基本高水のピーク流量算定結果（中筋川磯ノ川地点）

なお、基本高水のピーク流量の決定にあたり、用いたハイドログラフは以下のとおりである。

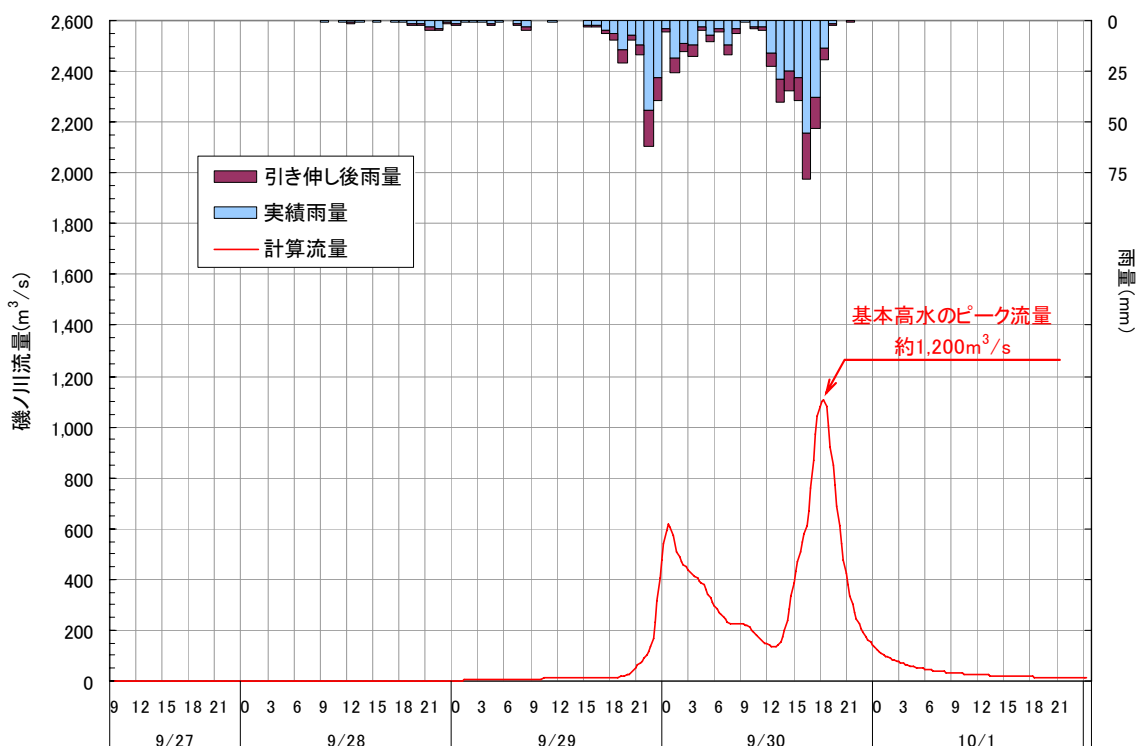


図4-18 基本高水のハイドログラフ
（中筋川磯ノ川地点：S54.9洪水型）

5. 高水処理計画

渡川の河川改修は、既定計画の計画高水流量 $14,000\text{m}^3/\text{s}$ （基準地点具同）を目標に実施され、人家が密集する四万十市街地をはじめとして堤防は暫定堤防を含めると約87%が概成しており、既に橋梁、樋門等多くの構造物も完成し、さらに、沿川の土地利用が進展している。

このため、堤防嵩上げや大規模な引堤は社会的影響を勘案すると困難であること、また河床は安定傾向にあり、大幅な河道掘削による河川環境の改変や維持管理を考慮すると、四万十川では、具同地点における河道により処理可能な流量は、 $14,000\text{m}^3/\text{s}$ となり、高水処理計画としては、流域内の既存施設の有効活用等により、 $3,000\text{m}^3/\text{s}$ の調節は可能である。

支川後川では、秋田地点における河道により処理可能な流量は、 $2,100\text{m}^3/\text{s}$ であり、基本高水のピーク流量全量を河道に配分する。

中筋川は、平成10年に中筋川ダムが完成し、平成15年から横瀬川ダム建設に着手していることも合わせ、磯ノ川地点における河道により処理可能な流量は、両ダムの洪水調節後流量 $850\text{m}^3/\text{s}$ となる。

これらを踏まえ、基準地点具同における計画高水流量は $14,000\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点秋田は $2,100\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点磯ノ川では $850\text{m}^3/\text{s}$ とする。

6. 計画高水流量

計画高水流量は、具同地点において $14,000\text{m}^3/\text{s}$ とし、後川及び中筋川の合流量を合わせ河口地点において $16,400\text{m}^3/\text{s}$ とする。

後川においては秋田地点で $2,100\text{m}^3/\text{s}$ とし、中筋川においては磯ノ川地点で $850\text{m}^3/\text{s}$ とする。

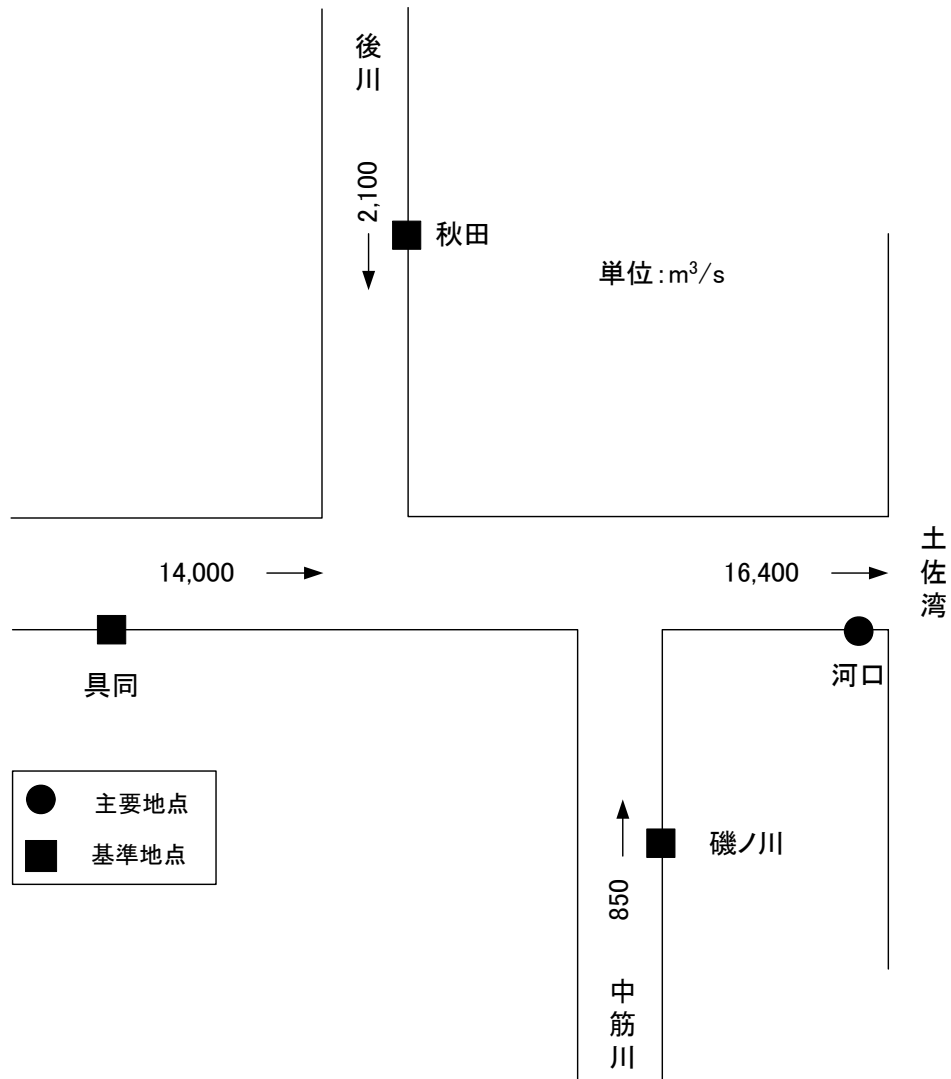


図6-1 渡川計画高水流量図

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・縦断勾配を尊重し、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。

- ① 大臣管理区間の堤防は、堤防必要区間の約87%が概成(完成・暫定)していること。
- ② 計画高水位の引上げは、破堤時における被害を増大させることになるため、沿川の土地利用状況を考慮すると避けるべきであること。
- ③ 大規模な引堤は、橋梁の架け替え、並びに家屋の移転等が必要となり社会的影響が大きいこと。
- ④ 既定計画の計画高水位に合わせて橋梁や樋門等の構造物が完成していること。

計画縦断図を図8-1に示すとともに、主要な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	※1河口又は合流点からの距離(km)	計画高水位		川幅(m)
			T.P(w)(m)	T.P(m)	
四万十川	具同	9.5	12.01	12.12	510
	河口	0.0	※2 2.29	※2 2.40	540
後川	秋田	四万十川合流点から7.2	12.08	12.19	130
中筋川	磯ノ川	四万十川合流点から16.6	8.83	8.94	90

注) T.P : 東京湾中等潮位

T.P(w) : 四万十川量水標零点高(T.P+0.113m)

※1 基点からの距離

※2 計画高潮位

川幅については概ねの川幅を示す

8. 河川管理施設等の整備の現状

渡川における河川管理施設等の整備の現状は以下のとおりである。

(1) 堤防

堤防の整備の現状（平成20年3月現在）は、下表のとおりである。

	延長 (km) ※ ¹
完成断面堤防	43.8 (76%※ ²)
暫定堤防	6.1 (11%※ ²)
未施工区間	7.8 (13%※ ²)
堤防不必要区間	20.3
計	78.0

※¹ 延長は直轄管理区間の左右岸の計である。

※² 割合は堤防の必要な区間に対する割合を示す。

(2) 洪水調節施設

完成施設 : 中筋川ダム（治水容量 8,600千m³）

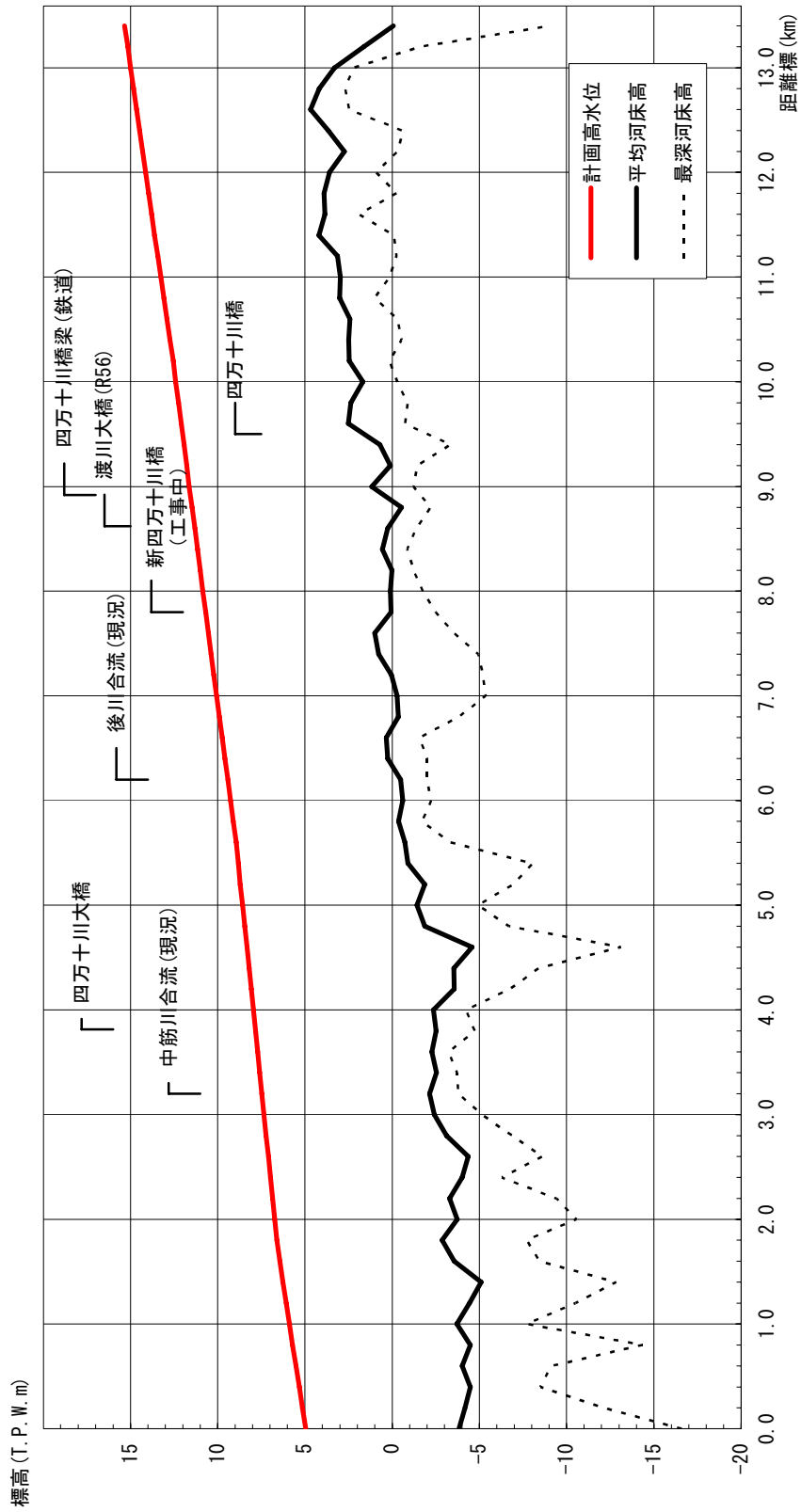
事業中施設 : 横瀬川ダム（治水容量 3,800千m³）

残りの必要容量 : 概ね140,000千m³

(3) 排水機場等（直轄管理区間）

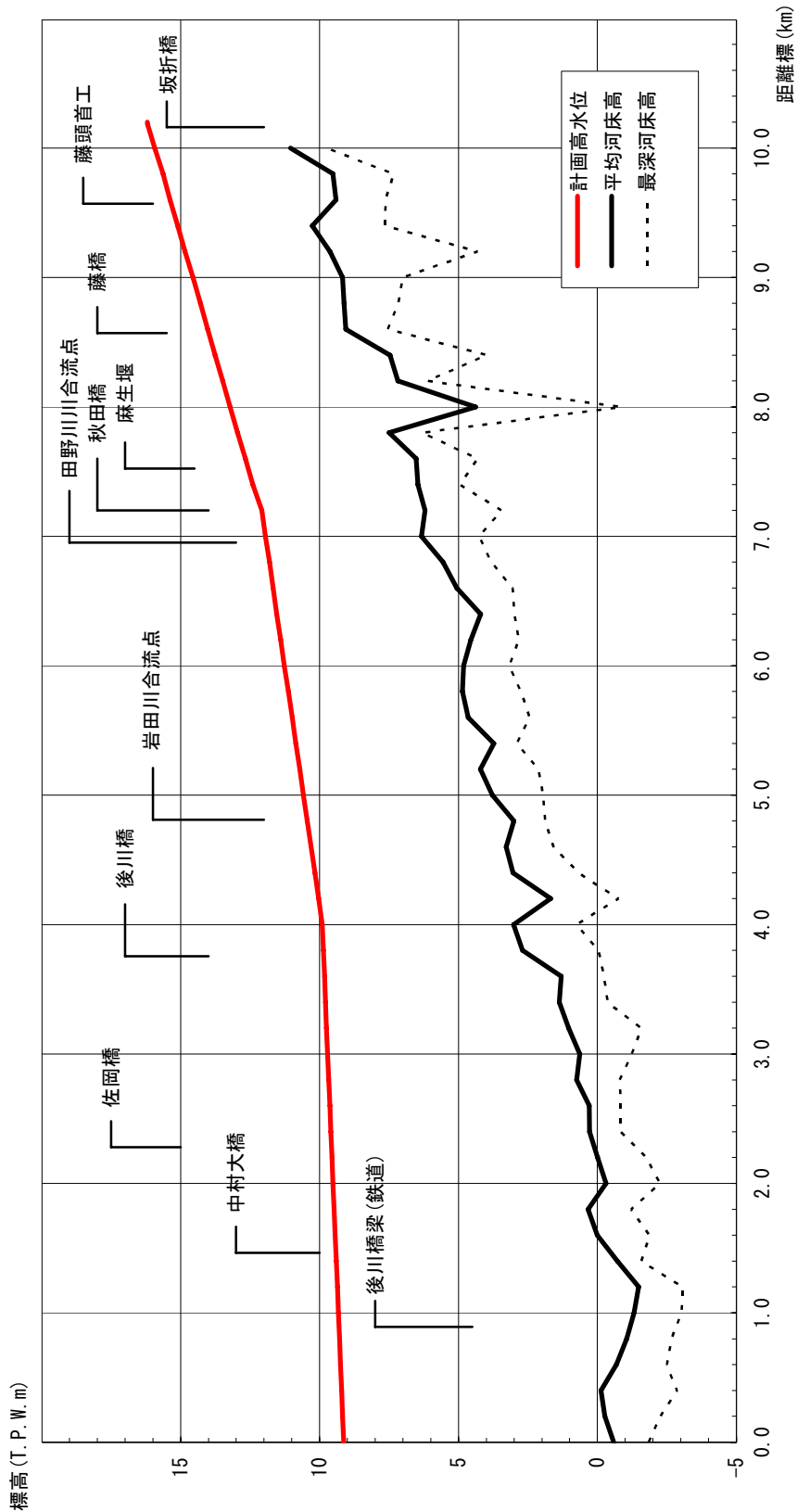
河川管理施設 44.0m³/s

許可工作物 54.01m³/s



距離標 (km)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
計画高水位 (T.P.W.m)	4.96	5.89	6.73	7.35	7.96	8.58	9.26	10.06	10.85	11.63	12.40	13.26	14.13	14.99
平均河床高 (T.P.W.m)	-3.83	-3.71	-3.72	-2.42	-2.37	-1.41	-0.60	-0.28	0.10	1.17	1.68	2.98	3.60	3.30
最深河床高 (T.P.W.m)	-16.59	-7.72	-10.56	-5.17	-4.24	-4.93	-2.25	-5.36	-1.76	-1.23	-0.30	0.15	0.93	2.20

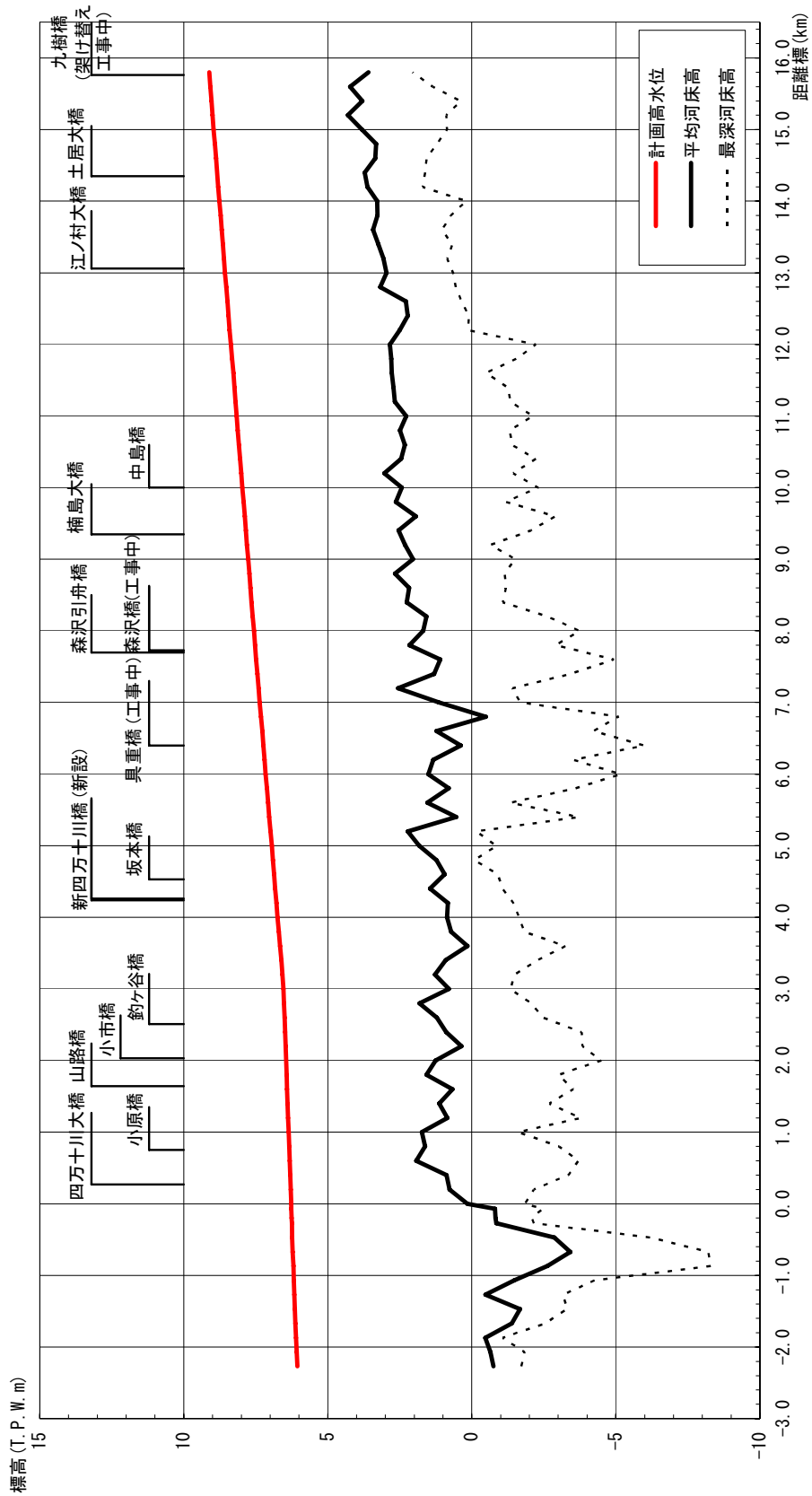
図8-1(1) 四万十川計画縦断面図



距離標 (km)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
計画高水位 (T.P.W. m)	9.13	9.32	9.52	9.71	9.90	10.58	11.27	11.95	13.22	14.56	15.94
平均河床高 (T.P.W. m)	-0.59	-1.32	-0.31	0.64	3.02	3.78	4.82	6.33	4.39	9.18	11.05
最深河床高 (T.P.W. m)	-1.85	-3.03	-2.26	-1.24	0.75	1.95	3.17	4.26	-0.87	7.02	9.74

後川計画縦断面図

図8-1 (2)



距離標 (km)	-2.27	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
計画高水位 (T.P.W.m)	6.06	6.27	6.45	6.74	7.16	7.57	7.96	8.37	8.76
平均河床高 (T.P.W.m)	-0.75	0.15	1.25	0.86	1.50	1.69	2.43	2.84	3.29
最深河床高 (T.P.W.m)	-1.72	-1.84	-4.50	-1.65	-5.17	-3.75	-2.31	-2.23	0.19

図8-1(3) 中筋川計画縦断面図

