

新宮川水系河川整備基本方針の変更について ＜説明資料＞

令和3年5月21日

国土交通省 水管理・国土保全局

- 現行の河川整備基本方針（以降、「現行の基本方針」と表記）は平成20年に策定。
- 平成23年9月の台風12号による洪水では、基本高水のピーク流量を上回る洪水が発生し、流域内で約4,200戸の浸水被害が生じた。
- 今回、気候変動の影響も考慮した計画への見直しを行うためご審議いただく。

＜河川整備基本方針の変更に関する審議の流れ＞

- ①流域の概要.....

- ・土地利用の変遷、まちづくりの動向、近年の降雨量、流量の状況
 - ・これまでの主要洪水と主な治水対策 等

今回審議事項【P2～P21】
- ②基本高水のピーク流量の検討.....

- ・流出計算モデルの構築、気候変動を踏まえた基本高水の設定 等

今回審議事項【P22～P34】
- ③計画高水流量の検討

- ・河道と洪水調節施設等への配分 等
- ④河川環境・河川利用についての検討.....

- ・河川環境、河川空間利用、流水の正常な機能を維持するため必要な流量の設定 等

今回審議事項【P35～P40】
- ⑤総合土砂管理.....

- ・ダム、河道、河口の土砂の堆積状況 等

今回審議事項【P41～P43】
- ⑥河川整備基本方針（変更案）本文の検討

①流域の概要

1. 流域の概要 流域及び氾濫域の概要

- 熊野川は幹川流路延長183km、流域面積2,360km²の一級河川であり、その流域は奈良県、和歌山県、三重県の3県にまたがり、5市3町6村を抱えている。また、流域内には11基の利水ダムが整備。
- 流域の95%を山地が占め、下流部のわずかな平地に人口の約53%、資産の95%が集中。
- 年平均降水量は約2,800mmであり、全国平均の約1.6倍となり、特に海岸に近い東側の降水量が多い。

流域及び氾濫域の諸元

流域面積(集水面積) : 2,360km²
幹川流路延長 : 183km
流域内人口 : 約4.0万人
想定氾濫区域面積 : 11.7km²
想定氾濫区域内人口 : 約2.2万人
想定氾濫区域内資産額 : 4,595億円(直轄区間)
245億円(指定区間)
主な市町村 : 新宮市、紀宝町、十津川村 等

降雨特性

- 年平均降水量は約2,800mmで、全国平均の約1.6倍
- 主要洪水の大半が台風性

期間1990～2019
全観測地点平均

流域平均月別降水量

年間降水量の分布(1990～2019年の平均値)

流域図

流域図

流域の人口と資産が集中

おがき
[基準地点]

流域市町村	人口(人)
新宮市	22,366
田辺市	2,807
那智勝浦町	0
北山村	446
熊野市	3,558
尾鷲市	0
紀宝町	3,424
御浜町	0
五條市	259
十津川村	3,508
野迫川村	449
天川村	1,354
上北山村	512
下北山村	895
合 計	39,578

土地利用

- 森林等が約95%、農地が約1.0%、宅地が0.7%
- 下流部のわずかな平地に人口資産が集中

森林 95.5%
農地 1.0%
宅地 0.7%
その他 2.8%

「その他2.8%」には、河川・湖沼を含む

(出典)国土数値情報(土地利用メッシュデータH28)

土地利用図

地形・地質特性

- 大峰山地が南北に走り、東側に台高山地、西側に伯母子山地が南北に走り、熊野川及び北山川は三つの山地の間を屈曲しながら流下し、熊野灘に注ぐ

熊野川河床勾配イメージ図

熊野川下流部横断イメージ図(A-A'断面)

地質図

- 崩壊しやすい地質である四万十帯(形成時の圧縮・変形により割れ目が発達)が広く分布

北山川上流部の崩壊地(H17撮影)

主な産業

熊野古道観光客数の推移(田辺市旧本宮町)

河口の新宮市は木材の集積地として製紙業、製材業が発達

平成16年に「紀伊山地の霊場と参詣道」が世界遺産に指定されたことを受け観光業が盛ん

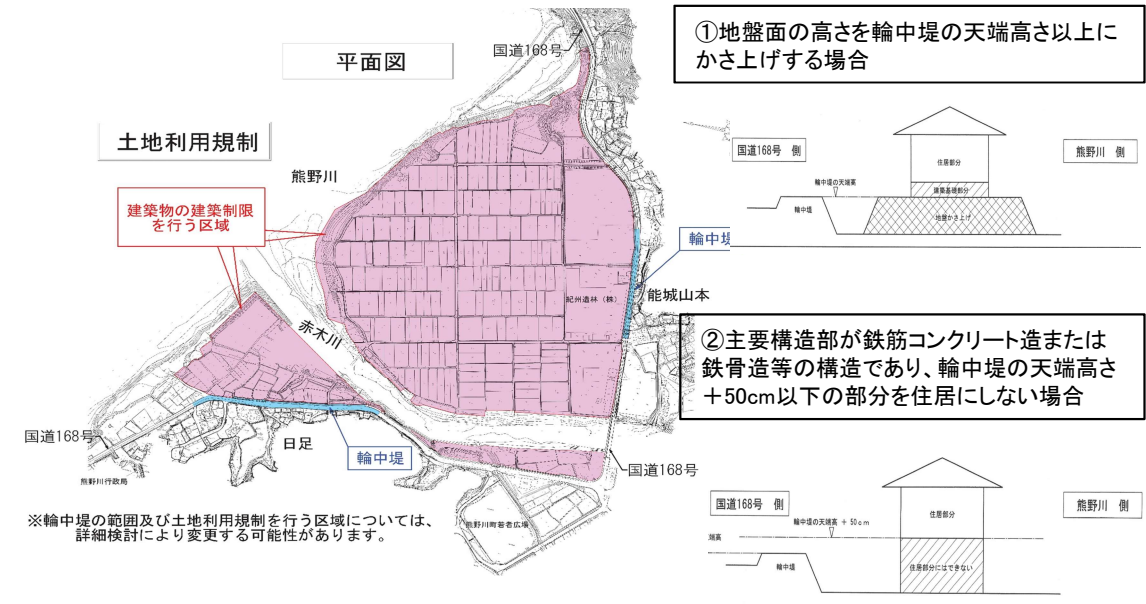
熊野速玉大社(和歌山県新宮市)

○和歌山県新宮市では、平成29年3月に立地適正化計画が策定されており、居住誘導区域・都市機能誘導区域に土地利用の誘導が図られている。人口の将来推計とまちづくりの様々な観点加え、災害危険性の高い地域(洪水・高潮・土砂災害・津波)を踏まえ、将来都市構造として中心拠点や産業拠点、生活・防災拠点などを設定し、コンパクトで便利なまちへの再編を推進。

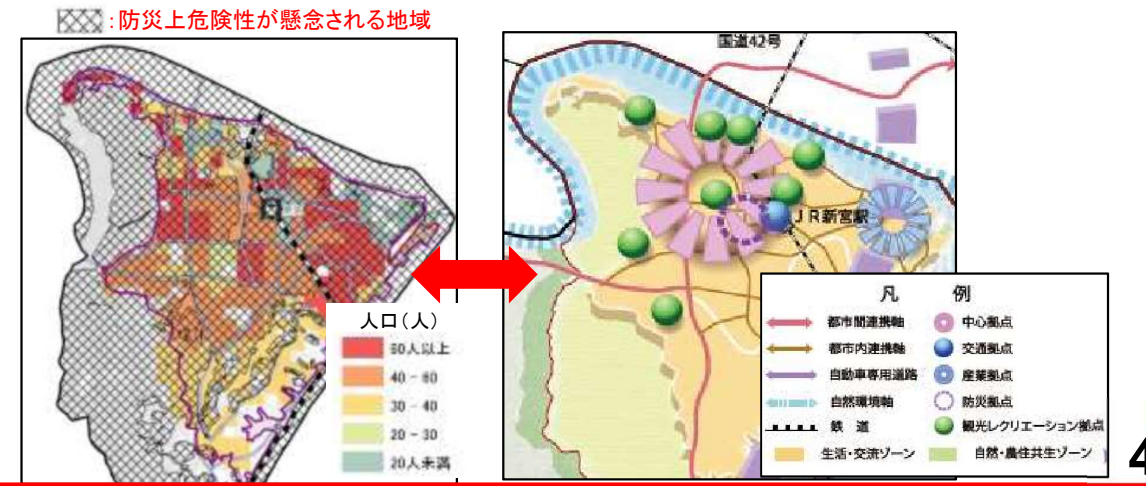
■新宮市の将来都市構造



生活・防災拠点における災害危険区域指定(日足地区)＜建築規制概念図＞



都市拠点(都市計画区域)におけるまちづくり ※「新宮市立地適正化計画」を元に作成
※防災上危険性が懸念される地域に移住する人口の割合 68.2%



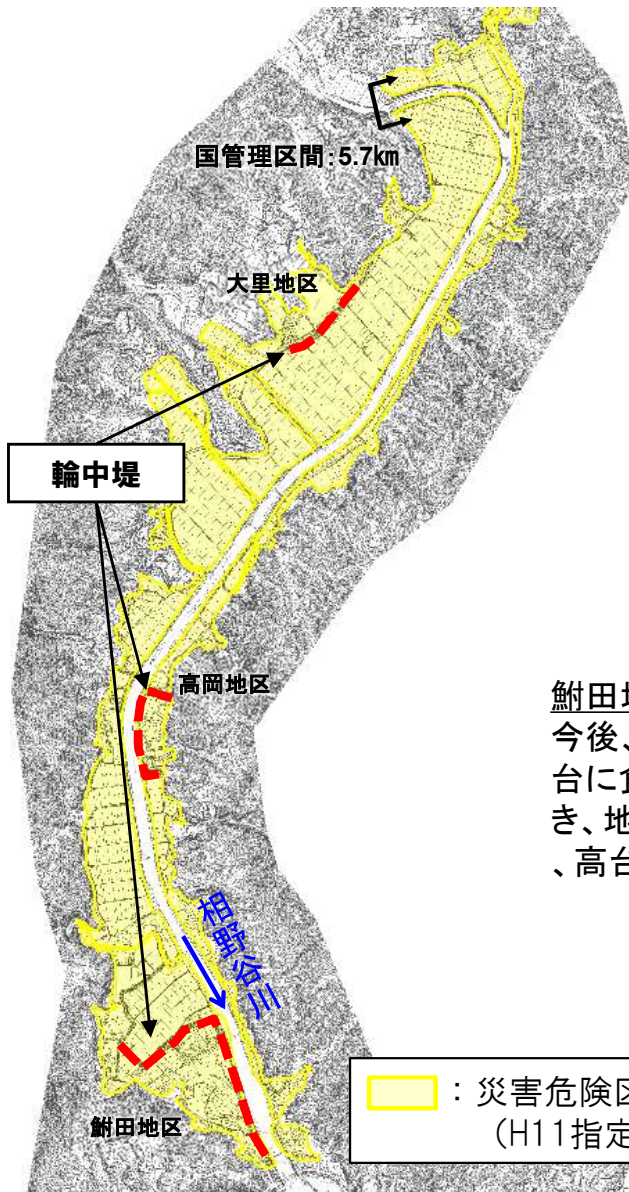
※「新宮市都市計画マスタープラン」を元に作成

○三重県紀宝町では、町の総合計画※に基づき、避難所整備など避難対策の推進やタイムラインに基づいた防災対策や避難行動に必要な防災情報の提供・共有ができる環境整備に取り組んでいる。

○被害対象を減少させるための対策として相野谷川で土地の利用規制・誘導のため災害危険区域を指定。

※第2次紀宝町総合計画(平成29年度～平成38年度までの10年間のまちづくりの基本となる計画)

■相野谷川の災害危険区域指定状況

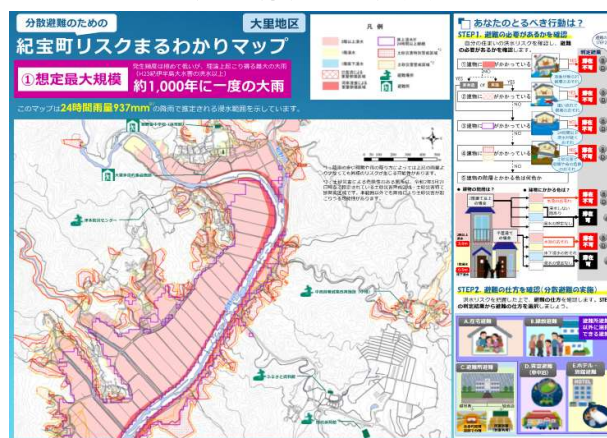


■避難地確保に向けて掘削土砂を活用した高台整備



鮎田地区の高台整備完成(R3.3)
今後、紀宝町・鮎田区において、高台に食料や常備薬などの備品を置き、地域住民は月1回ほどの割合で、高台への避難訓練に取り組む。

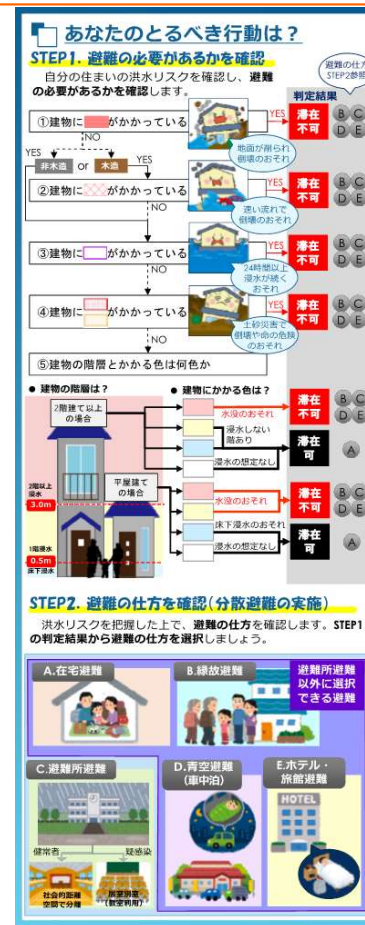
■被害の軽減、早期復旧・復興のための対策



紀宝町リスクまるわかりマップ

浸水域や浸水深等の水害リスクを正確に把握し、フロー形式で最適な分散避難の方法を確認できる、住民が分散避難を考える際に役立つ情報を一枚にとりまとめたマップ。

マップは①想定最大規模、②H23紀伊半島大水害、③計画規模の3種類あり、予想される24時間雨量から最も近いマップを選択して、浸水範囲を確認可能。



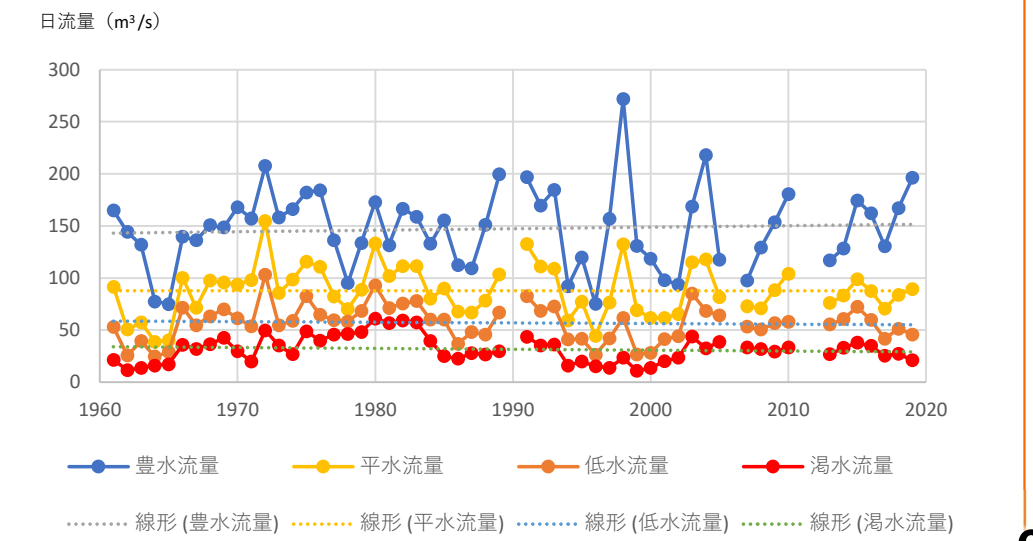
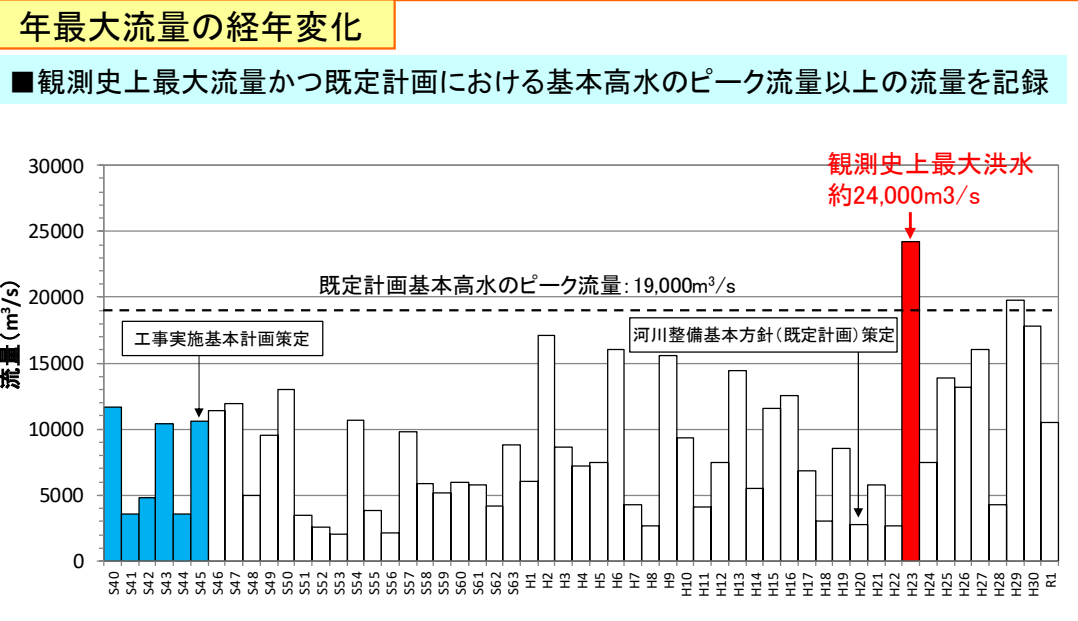
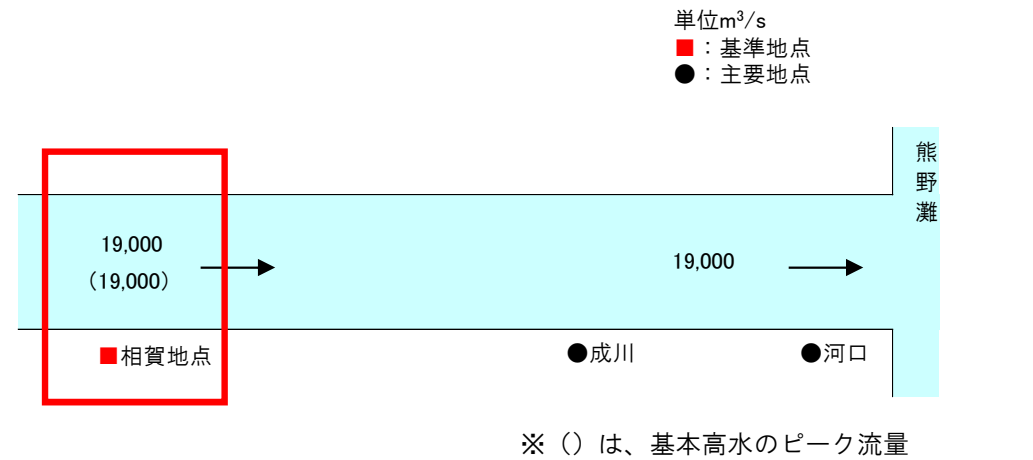
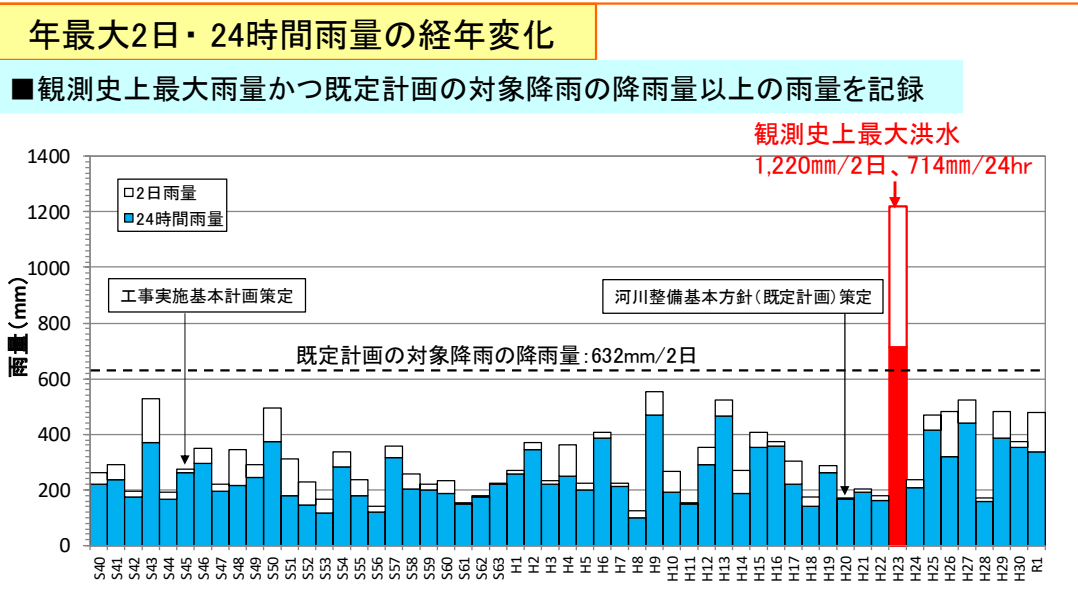
■地区タイムライン

台風の発生から災害発生までをステージ1から5までの5段階に分け、地域で行う防災行動を「いつ」「誰が」「何を」行うのか、時系列に沿って行動項目を定めた事前防災行動計画(タイムライン)。地区タイムラインには、紀宝町タイムラインと連動し、地区で行う防災対応を定める。



○平成 23年 9月台風第 12号 では、紀伊半島の一部において総雨量 2,000mmを超える大雨となり、新宮川水系では河川整備基本方針の基本高水のピーク流量を上回り、我が国の観測史上最大の流量(約 24,000m³/s)を観測した。

○新宮川の流況は豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量共に大きな変化は見られない。



○昭和45年に工事实施基本計画を策定し、その後、平成20年に基本高水のピーク流量を19,000m³/sとする河川整備基本方針を策定。

○平成23年9月に基本高水のピーク流量を上回る観測史上最大の洪水が発生し、河川激甚災害対策特別緊急事業による河川整備を集中的に実施。

主な洪水と治水計画
明治22年8月洪水 十津川大災害 相賀地点流量：不明（大規模な崩落により天然ダムが複数発生） 死者：175人 流失・全半壊：1,017戸 床上床下浸水：504戸
昭和34年9月洪水 台風15号（伊勢湾台風） 相賀地点流量：約19,000m ³ /s（推算流量） 死者：5人 全半壊：466戸 床上浸水：1,152戸 床下浸水：731戸
昭和35年 和歌山県中小河川改良 計画高水流量：19,000m ³ /s（相賀地点）
昭和36年 三重県中小河川改良 計画高水流量：19,000m ³ /s（相賀地点）
昭和45年 一級河川指定 直轄編入 工事实施基本計画策定 計画高水流量：19,000m ³ /s（相賀地点）
昭和46年 支川相野谷川直轄編入
昭和47年 支川市田川直轄編入
昭和54年 相野谷川捷水路事業（平成7年完成）
昭和57年8月洪水 台風10号 相賀地点流量：約10,000m ³ /s（推算流量） 床上浸水：584戸 床下浸水：2,084戸
昭和57年 市田川水門・排水機場（10.0m ³ /s）整備（昭和61年完成）
昭和63年 鮎田水門整備（平成8年完成）
平成2年9月洪水 台風19号 相賀地点流量：約12,900m ³ /s（推算流量） 全半壊：18戸 床上浸水：180戸 床下浸水：57戸
平成6年9月洪水 台風26号 相賀地点流量：約12,800m ³ /s（推算流量） 床上浸水：40戸 床下浸水：80戸
平成9年7月洪水 台風9号 相賀地点流量：約14,400m ³ /s（推算流量） 床上浸水：378戸 床下浸水：1,052戸
平成9年 市田川排水機場増強（7.1m ³ /s 計17.1m ³ /s）（平成12年完成）
平成13年8月洪水 台風11号 相賀地点流量：約11,200m ³ /s（推算流量） 床上浸水：71戸 床下浸水：29戸
平成15年8月 台風10号 相賀地点流量：約8,900m ³ /s（推算流量） 床上浸水：42戸 床下浸水：7戸
平成16月8月 台風11号 相賀地点流量：約11,500m ³ /s（推算流量） 床上浸水：36戸 床下浸水：14戸
平成17年 相野谷川排水機場整備（11m ³ /s）（平成19年完成）
平成20年 新宮川水系河川整備基本方針策定 計画高水流量：19,000m ³ /s（相賀地点）
平成21年 相野谷川水防災対策特定河川事業完成
平成23年9月洪水 台風12号 相賀地点流量：約24,000m ³ /s（推算流量） 床上浸水：2,162戸 床下浸水：1,160戸
平成23年 熊野川激甚災害対策特別緊急事業を採択
平成29年10月洪水 台風21号 相賀地点流量：約14,400m ³ /s（推算流量） 床上浸水：779戸 床下浸水：466戸

主な洪水被害

【明治22年8月十津川大災害】
地すべり等による自然湖の発生とその決壊により十津川村から下流で全村的に氾濫



土砂崩壊による天然ダムの状況

【昭和34年9月伊勢湾台風】
流域全域で浸水被害が発生



熊野川の氾濫状況（紀宝町1.8km付近）

【昭和57年8月台風10号】
支川相野谷川、市田川において内水被害が発生



市田川の氾濫状況（新宮市）

【平成9年7月台風9号】
支川相野谷川、市田川において内水被害が発生



相野谷川の氾濫状況（紀宝町）

【平成16年8月台風16号】
支川相野谷川において浸水被害が発生



相野谷川・市田川における対策

【平成23年9月台風12号】
計画規模を超える洪水が生じ、未曾有の被害が発生



旧熊野川大橋からの越水（右岸）

【平成29年10月台風21号】
支川相野谷川、市田川において内水被害が発生



市田川の氾濫状況（新宮市）

これまでの治水対策

＜熊野川の治水対策＞

- 伊勢湾台風での甚大な被害を受け、昭和35年より順次堤防を整備
- H23.9洪水を踏まえ、計画高水流量19,000m³/sを安全に流下させるための河道掘削も順次実施



堤防整備状況
完成堤防
暫定堤防

H23.9洪水を踏まえた河道掘削

＜相野谷川・市田川の内水対策＞

- 相野谷川では、平成7年に捷水路を整備し、平成8年に鮎田水門を整備、平成13年より輪中堤や宅地嵩上げ等による対策を実施し、平成19年に排水機場を整備（11m³/s）



相野谷川 水門・排水機場整備

蛇行している相野谷川

捷水路整備後の相野谷川

相野谷川 捷水路整備

市田川では、昭和61年に排水機場（10.0m³/s）と水門を整備し、平成12年に排水ポンプを増設（7.1m³/s）



当初 10.0m³/s
増設 2.0m³/s
増設 5.1m³/s
市田川水門
市田川

市田川 水門・排水機場整備

7

新宮川水系河川整備基本方針(平成20年6月策定)

【計画諸元】

計画規模 1/100

計画降雨量 632mm/2日 (相賀)

河川名	基準地点	基本高水の ピーク流量 (m³/s)	洪水調節施設 による調節流量 (m³/s)	河道への 配分流量 (m³/s)
熊野川	相賀	19,000	0	19,000

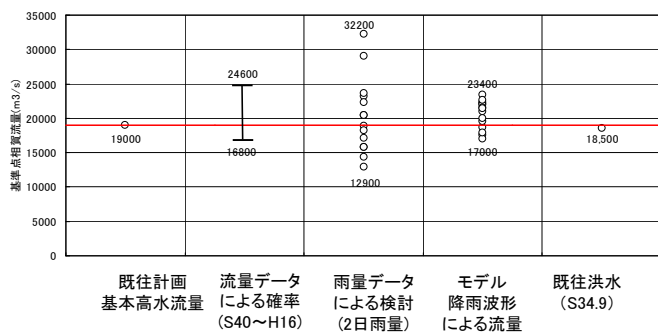
【工事実施基本計画（昭和45年策定）】

○昭和34年9月洪水(伊勢湾台風)を対象洪水とし、合理式等により基準地点(相賀地点)の基本高水のピーク流量を19,000m³/sに決定。

【河川整備基本方針（平成20年策定）】

○既定計画策定以降の洪水発生を考慮し、熊野川における流域内人口・資産の状況、全国的なバランスを勘案し、計画規模を1/100に設定。

○2日雨量：昭和40年～平成16年(40カ年)を統計処理し、一般的に用いられている確率分布モデルで適合度の良いものの平均値632mmを採用。

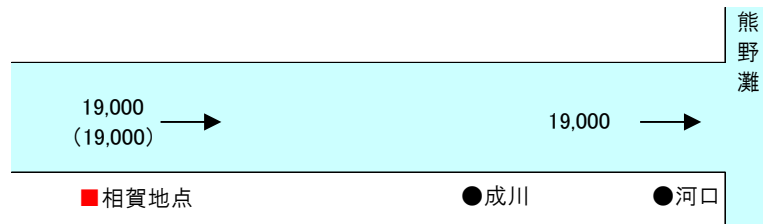


○既定計画策定以降、計画を変更するような出水は発生しておらず、**流量データ**による確率からの検討、既往洪水の検討、**雨量データ**による確率からの検討、**モデル降雨波形**による検討等を総合的に判断して、基本高水のピーク流量は相賀地点で19,000m³/sとし、既定計画を踏襲。

單位 m^3/s

■：基準地点

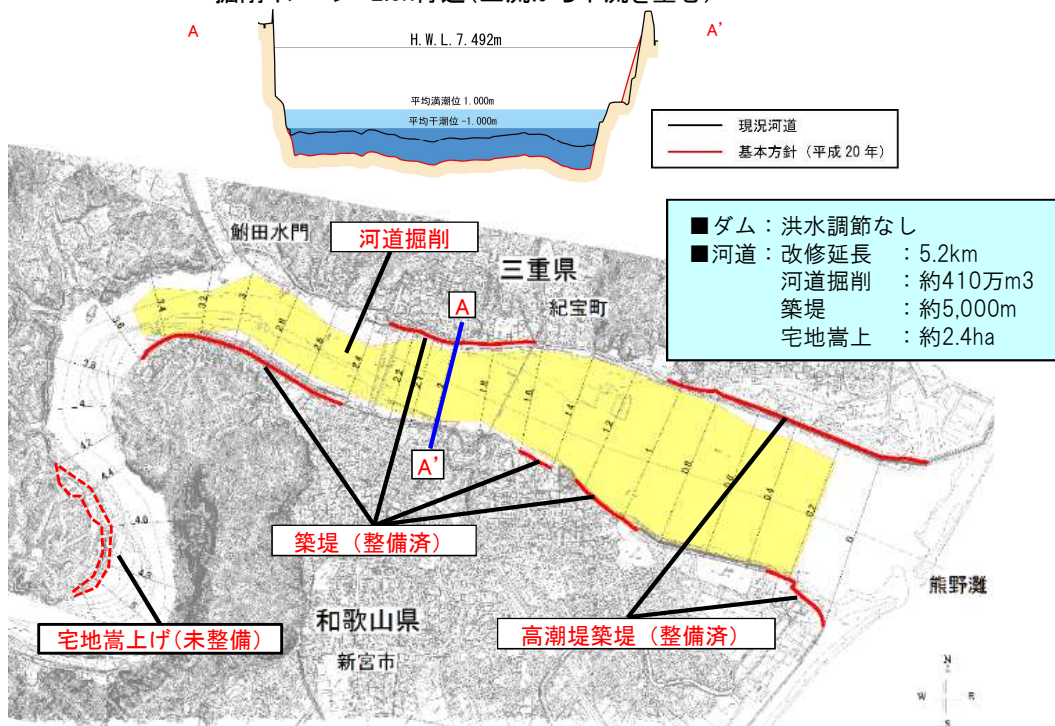
●：主要地点



※ () は、基本高水のピーク流量

■河道掘削や高潮堤築堤を実施することにより、計画高水流量19,000m³/sを安全に流下させる。

掘削イメージ 2.0k付近(上流から下流を望む)

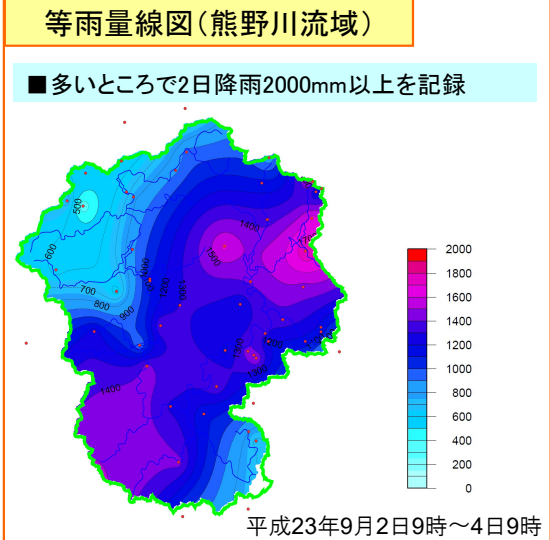
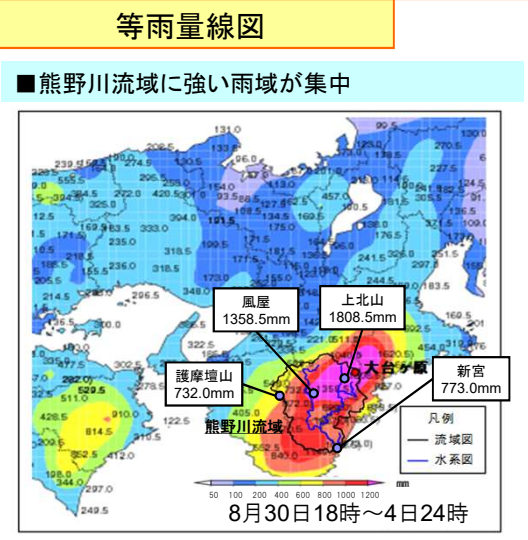


2. 主な洪水と治水対策

平成23年9月(台風12号)洪水の概要

新宮川水系

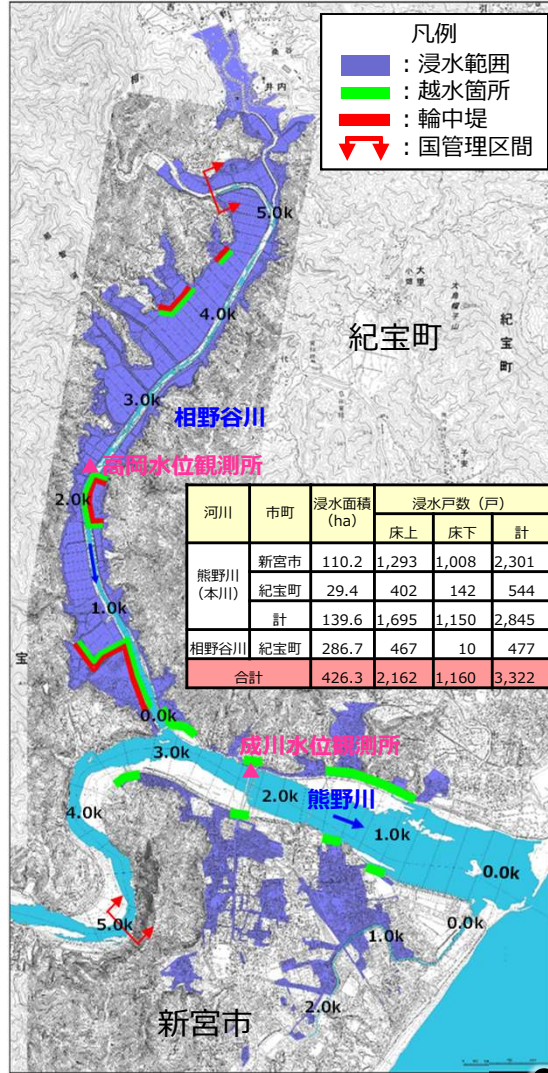
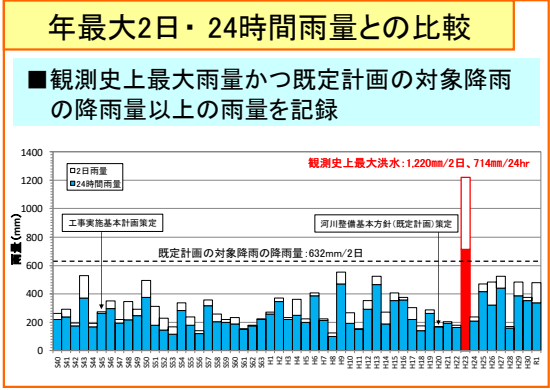
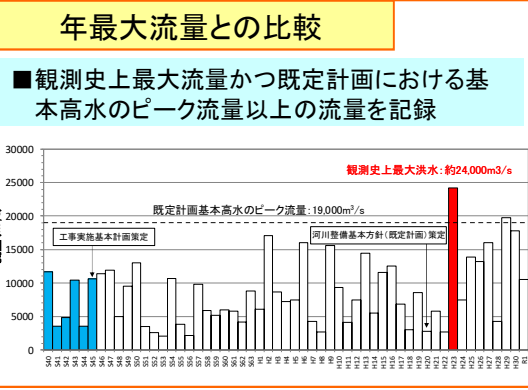
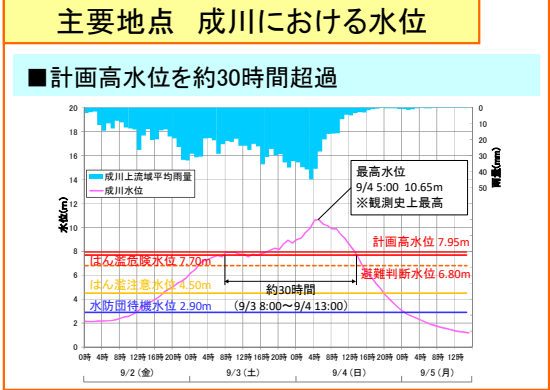
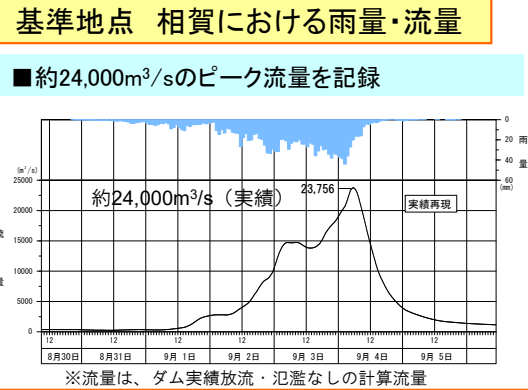
○平成23年9月の台風12号に伴う降雨によって、基準地点相賀上流の流域平均雨量が24時間雨量で観測史上最大となる714.0mmを記録。
○これにより、基準地点相賀では、**観測史上最大の流量約24,000m³/sを記録し、基本高水のピーク流量19,000m³/sを大きく上回った。**



主な洪水被害

■平成23年9月出水の特徴：新宮川水系の広範囲で洪水氾濫による多くの浸水被害が発生。特に熊野川下流部の新宮市、紀宝町等では、甚大な被害が発生

■浸水被害：新宮川水系の国管理区間の沿川において、3,322戸(床上2,162戸、床下1,160戸)の家屋・事業所等が浸水



2. 主な洪水と治水対策

平成23年9月(台風12号)洪水の概要

新宮川水系

- 流域各所で土砂災害が発生し、一部集落が孤立した。また、深層崩壊による大規模河道閉塞が17箇所が発生。
- 指定区間では、洪水氾濫による多くの浸水被害が発生し、沿川において、821戸(床上740戸、床下241戸、半壊440戸、全壊流出59戸)、床下81戸)の家屋・事業所等が浸水。

土砂災害(深層崩壊)

■紀伊半島各地で土石流、地滑り、かけ崩れ等の土砂災害が106件発生。

■奈良・和歌山県内の道路は土砂崩れ等により至るところで寸断され、国道及び県道の通行止めは204箇所を数え、それに伴い18集落が孤立。

三県で発生した土砂災害の箇所数

県名	土石流等	地すべり	かけ崩れ
三重県	13	2	25
奈良県	22	10	3
和歌山県	24	4	3
計	59	16	31

平成23年台風12号の主な災害
(三重県、奈良県、和歌山県)

■土砂災害:106件
土石流等:59件
地すべり:16件
かけ崩れ:31件(平成23年12月31日現在、※重複:国土保土協会提供情報に基づく)

■国道・県道の通行止め:236箇所(三重・奈良・和歌山県内)
■孤立集落:18地区(平成23年9月11日時点、孤立集落関係発生含む)
■死者:72人、不明者:16人(状況随時更新中、平成24年7月7日現在)

■散点的に発生した深層崩壊により大規模河道閉塞が17箇所が発生し、うち5箇所が土砂災害防止法に基づく緊急調査が行われた。

河道閉塞

①赤谷地区

②長殿地区

③栗平地区

④北股地区

⑤熊野地区

⑥宇井地区

⑦坪内地区

⑧三越地区

那智勝浦町地区

大規模斜面崩壊

土石流

指定区間

■平成23年9月出水の特徴:新宮川水系の広範囲で洪水氾濫による多くの浸水被害が発生

■浸水被害:新宮川水系の指定区間の沿川において、821戸(床上740戸、床下81戸)の家屋・事業所等が浸水

県名	河川名	浸水面積(ha)	浸水家屋(戸)		
			床上	床下	計
三重県	熊野川	0.5	64	2	66
	小又川	0.2	5	6	11
	相野川	0.0	42	2	44
	大又川	1.9	52	41	93
	板屋川	67.0	121	4	125
	尾山川	0.0	1		1
和歌山県	北山川	0.8	42		42
	熊野川	32.5	163	7	170
	三越川	3.7	91	5	96
	大塔川	8.3	117	4	121
	高田川	81.1	35	6	41
奈良県	熊野川	0.7		2	2
	小椋川	0.0	1		1
	北股川	0.1	6	2	8

出典:水害統計

日足地区(新宮市熊野川町)

浅里地区(紀宝町)

- 崩壊箇所は3,000箇所にのぼり、崩壊土砂量は約1億m³(東京ドーム約80倍の量に相当)と推測。
- 深層崩壊は、総雨量が多い領域とは異なる二津野及び風屋ダム流域で多数発生。
- 緊急調査対象となった深層崩壊(河道閉塞5箇所)箇所の1箇所あたりの崩壊土砂量は、数百〜数千万m³にのぼる。

高さ(m)	洪水浸水範囲(万m ²)	河道閉塞箇所(箇所)	土砂土流危険範囲		
			距離(km)	幅(m)	
①赤谷	85	550	900	20	300
②長殿	80	270	680	7	250
③栗平	100	750	1390	3	250
④北股	25	4	120	0.8	200
⑤熊野	60	110	410	4	150

凡例

一級、二級河川

一級、二級河川流域境界

府県境界

都市境界

町村境界

特定緊急調査対象事業実施箇所

凡例

大規模斜面崩壊

河道閉塞

総雨量(mm)

2000

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

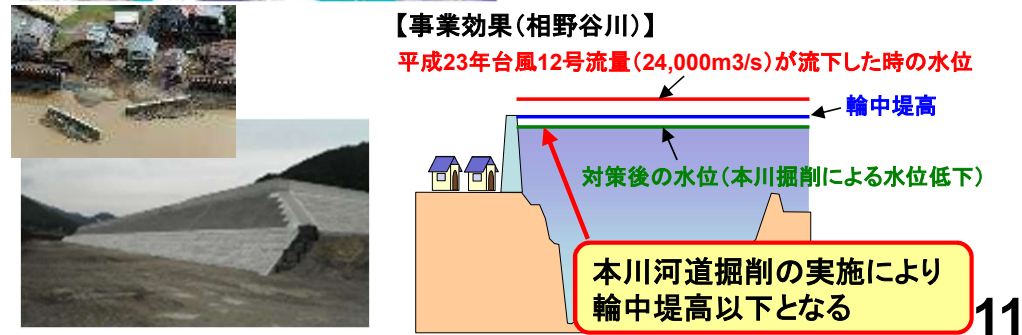
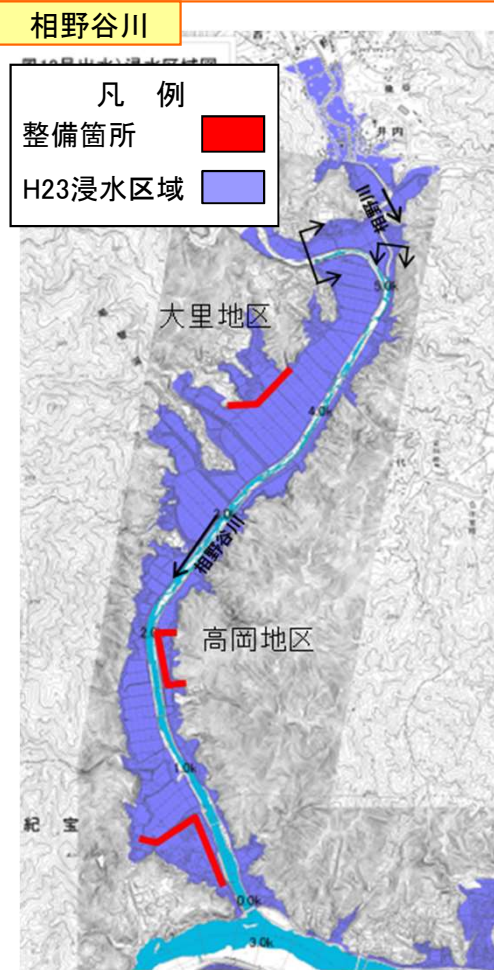
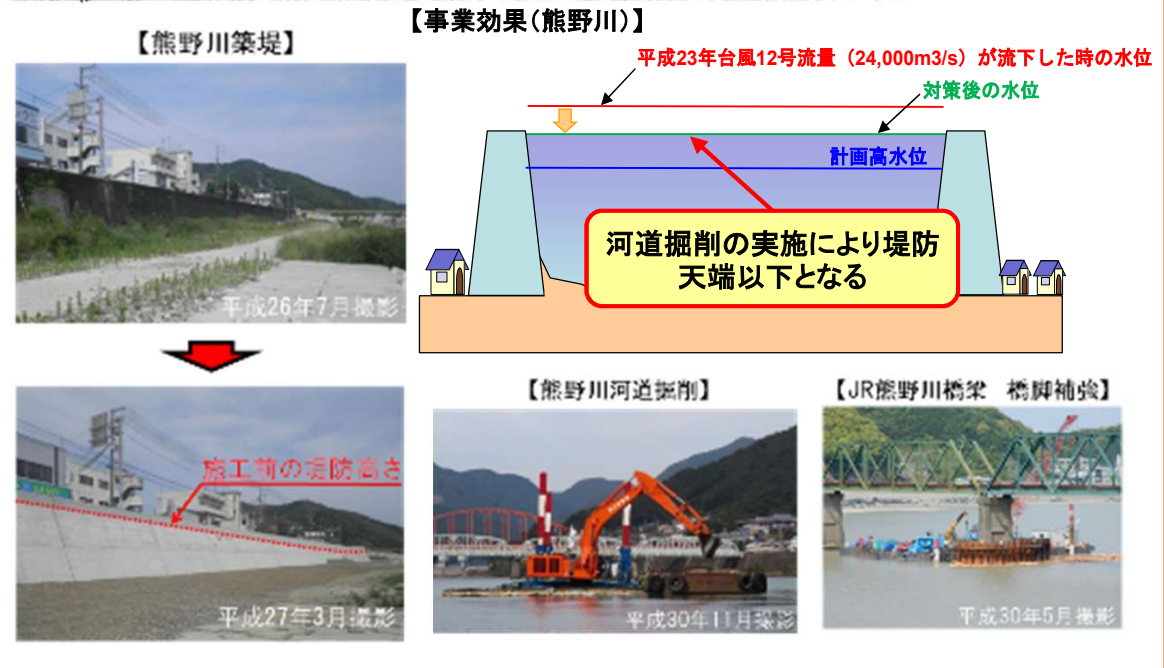
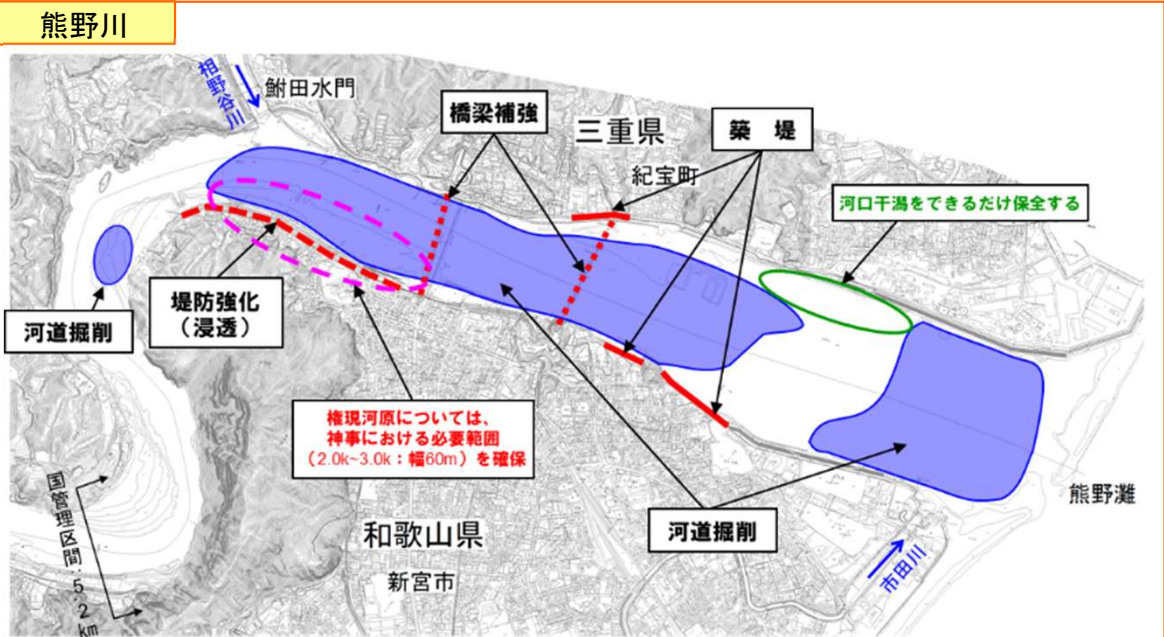
0

各崩壊箇所の崩壊土砂量図(推定量)

等雨量線図(平成23年9月洪水時)

2. 主な洪水と治水対策 平成23年9月(台風12号)洪水への対策

- 平成23年台風12号による甚大な被害の発生を受け、河川激甚災害対策特別緊急事業および緊急対策特定区間事業により、河道掘削や築堤等を実施。
- これにより、計画高水流量を計画高水位以下にするとともに、H23台風12号再来時における堤防からの越水氾濫を防止。



- 池原・風屋の両ダムにおいては、河川法に規定する従前の機能の維持に係る操作に加え、台風の進路や降雨の予測を踏まえ、自主的に目安水位を設け空き容量を確保することにより、洪水被害を軽減するための必要な措置を平成9年より実施。
- その後、平成23年9月台風第12号による甚大な洪水被害を受け、目安水位の低下を図り、更なる洪水被害の軽減に努めるための運用を操作規程に位置付け、平成24年度出水期（平成24年6月15日）により実施。
- 令和2年5月には既存ダムの洪水調節機能強化に向けた治水協定を締結し、全ての利水ダムにおいて事前放流を実施。

利水ダムの運用操作

■降雨予測等を踏まえた貯水位の低下・空き容量の確保

満水位
目安水位
暫定目安水位①
暫定目安水位②
有効貯水容量
最低水位
死水容量
堆砂容量

洪水吐

	これまで	H24以降
池原ダム	貯水位 29.0m(4.0m) ダム容量 48,000千m ³	暫定目安水位① 27.5m(7.5m) 暫定目安水位② 26.0m(9.0m) 59,000千m ³ 70,000千m ³
風屋ダム	貯水位 24.0m(6.0m) ダム容量 24,000千m ³	23.0m (7.0m) 28,000千m ³

池原ダム

満水位 (35.0m)	容量 (千m ³)
目安水位 (29.0m)	48,000
暫定目安水位① (27.5m)	11,000
暫定目安水位② (26.0m)	11,000
合計	70,000

風屋ダム

満水位 (30.0m)	容量 (千m ³)
目安水位 (24.0m)	24,000
暫定目安水位 (23.0m)	4,000
合計	28,000

※概念図であり、縮尺や縦横比は異なる。

※暫定目安水位：現行の目安水位よりも更に低下させた水位

池原ダムの操作状況(実績)

時間雨量 (mm/hr) 累計雨量 (mm) 貯水位 (m) 流入量 (m³/s) 全放流量 (m³/s)

設計洪水水位 35.0 m 常時満水位 35.0 m
準備放流水位 32.8 m
設計洪水量 6,700 m³/s
目安水位 29.0 m

最大時間雨量 61mm/hr
最大流入量 4,244m³/s
最大放流量 4,106m³/s
洪水量 1,500 m³/s
ダムに貯留

※ 流入量・全放流量は毎正時瞬時値

利水ダムの運用実績

年度	台風	ダム	最大流入量 (m ³ /s)	最大流入時放流量 (m ³ /s)	カット量 (m ³ /s)
H24	台風4号	池原ダム	2,068	325	1,743
		風屋ダム	1,378	569	809
H25	台風17号	池原ダム	2,708	1,442	1,266
		風屋ダム	1,211	637	574
H26	台風4号	池原ダム	319	0	319
		風屋ダム	160	0	160
		池原ダム	2,273	0	2,273
		風屋ダム	3,589	2,499	1,090
		池原ダム	329	0	329
H27	台風11号	池原ダム	369	29	340
		風屋ダム	328	0	328
		池原ダム	381	152	229
		風屋ダム	2,080	743	1,337
		池原ダム	3,392	2,643	749
H28	台風11号	池原ダム	1,657	0	1,657
		風屋ダム	390	70	320
		池原ダム	749	0	749
H29	台風5号	池原ダム	279	143	136
		風屋ダム	2,288	1,990	298
		池原ダム	3,500	2,631	869
H28 暫定運用実施せず ※					
H30	台風21号	池原ダム	1,225	0	1,225
		風屋ダム	1,859	849	1,010
		池原ダム	3,104	292	2,812
R1	台風20号	池原ダム	3,770	2,775	995
		風屋ダム	3,969	881	3,088
		池原ダム	4,714	1,505	3,209
R2	台風12号	池原ダム	2,680	799	1,881
		風屋ダム	2,375	1,478	897
		池原ダム	1,913	1,028	885
R2	台風14号	池原ダム	2,607	2,128	479
		風屋ダム	683	255	428
		池原ダム	901	384	517
R2	台風12号	池原ダム	447	0	447
		風屋ダム	166	56	110
		池原ダム	459	198	261
R2	台風14号	池原ダム	449	290	159
		風屋ダム	449	290	159

※ H28は水位低下開始基準に該当する台風がなかった。

12

○利水ダムの設置により、河道貯留の減少等を及ぼすことがあるため、河川法第44条～51条「ダムに関する特則」により、利水ダムを設置する者は河川の従前の機能を維持するために必要な施設を設け、またはこれに代わる措置をとることとなっている。

第71回河川整備基本方針検討小委員会 資料1-2 補足説明資料（阿賀野川）より抜粋し編集

【利水ダム設置に従前の機能の維持】

■河川特性や貯水池の状況等によっては、①河道貯留の減少、②洪水伝搬速度の増大、③貯水池堆砂などの影響を及ぼす恐れ

■利水ダムは、河川の従前の機能の維持を図るための施設の設置または措置により適切に運用

利水ダムにおける洪水の流下状況

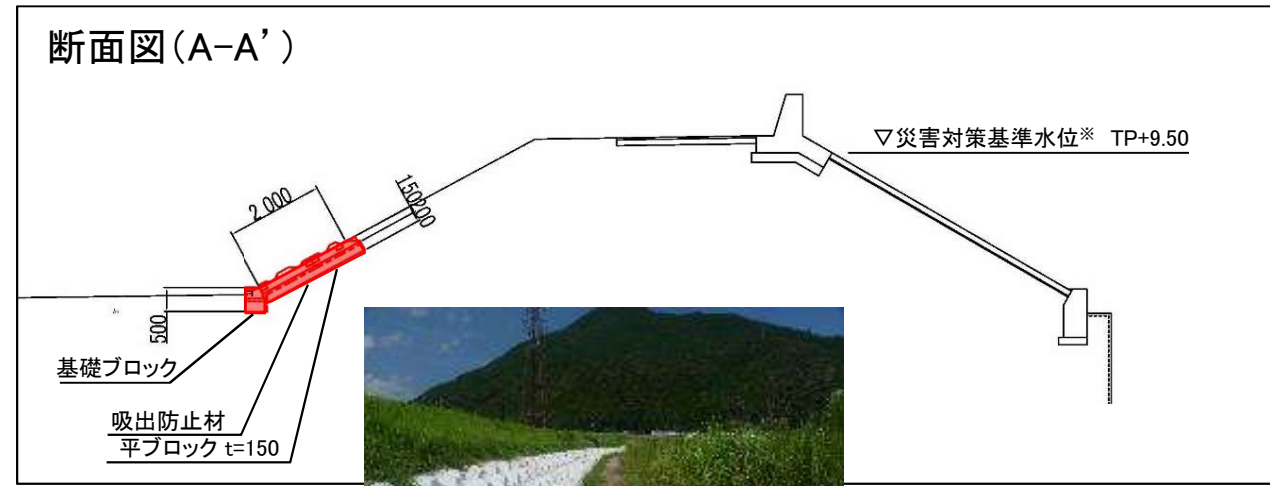
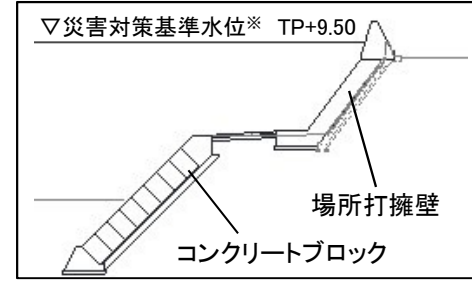
ダムの分類	対 応
その設置に伴い下流の洪水流量が著しく増加するダムで、これによって生ずる災害を防止するため、当該増加流量を調節することができると認められる容量を確保して洪水に対処する必要があるもの ・河道貯留の減少 ・洪水伝搬速度の増大 I 類	・サーチャージ方式等により、ダム設置に伴う河道貯留の減少や洪水伝搬速度の増大に対する調節を図る 【操作イメージ図（田子倉ダム）】 【洪水時の貯水池イメージ図】 【実績洪水(S53洪水)：田子倉ダム】 【田子倉ダム(H14洪水)】 利水ダム(第I類)の有無による流下イメージ
堆砂によりその上流の河床が上昇したダム又はその設置者が貯水池の敷地として権原を取得した土地の広さが十分でないダムで、洪水時にその上流の水位が上昇することによって生ずる災害を防止するため、貯水池の水位を予備放流水位として洪水に対処する必要があるもの II 類	・ゲート操作により事前の予備放流や流入量＝放流量の洪水処理、またはゲート全開による洪水処理を実施 ・ダム付近を除いてはダムがない場合の水面形に近い流下状況 【操作イメージ図（豊実ダム）】 【洪水時の貯水池イメージ図】 【実績洪水(H16洪水)：揚川ダム】 【揚川ダム(H16洪水)】 利水ダム(第II～III類)の有無による流下イメージ
貯水池の容量に比して洪水吐の放流能力が大きいダム又は洪水吐ゲートの操作の方法が複雑であるダムで、貯水池の水位を予備放流水位として洪水に対処することが、災害の発生の防止上適切と認められるもの 洪水吐ゲートの操作により、貯水位が大きく変化するため III 類	
貯水池の水位を常時満水位として洪水に対処しても災害の発生の防止上支障がないダム IV 類	

2. 主な洪水と治水対策 危機管理型ハード対策

- 平成27年9月の関東・東北豪雨を受け策定した「水防災意識社会再構築ビジョン」では、越水等が発生した場合でも決壊までの時間を少しでも引き延ばす堤防構造の工夫が「危機管理型ハード対策」として位置付けられた。
- 相野谷川では大里地区、高岡地区、鮎田地区で堤防の法尻補強対策を実施し、水害リスクの軽減を図っている。



鮎田地区(法尻補強)



※紀宝町災害危険区域に関する条例(H11.5.17施行)により、TP+9.5m以下での新たな住宅の建設を禁止しているため、その高さを災害対策の基準水位としている。
TP+9.5mは、熊野川の相野谷川合流点における計画高水位。

2. 主な洪水と治水対策 掘削土砂の活用

- 河道掘削において発生した土砂は、ふるい分け後に七里御浜(井田地区海岸)の三重県の海岸侵食対策に活用。(R3.3末時点の搬出量:約78万m³)
- 成川地区では南海トラフ巨大地震による津波等に備えた防災施設への活用として、約5万m³を搬出し、避難地を整理した。
- H23年紀伊半島大水害で甚大な被害のあった鮎田地区・高岡地区では、避難地確保に向けて掘削土砂を活用した高台整備を実施し、令和2年度末に鮎田地区・高岡地区において高台整備が完了。(搬出量:約4万m³)

掘削土砂の活用

海岸侵食対策前



成川地区整備前



【高岡地区】整備後



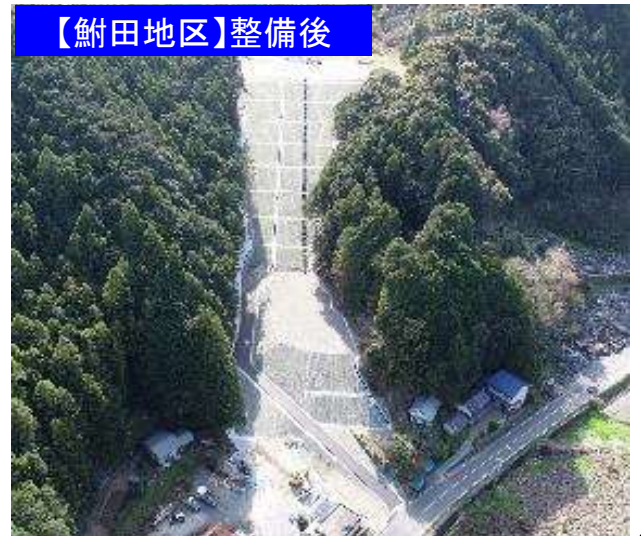
海岸侵食対策状況



成川地区整備後

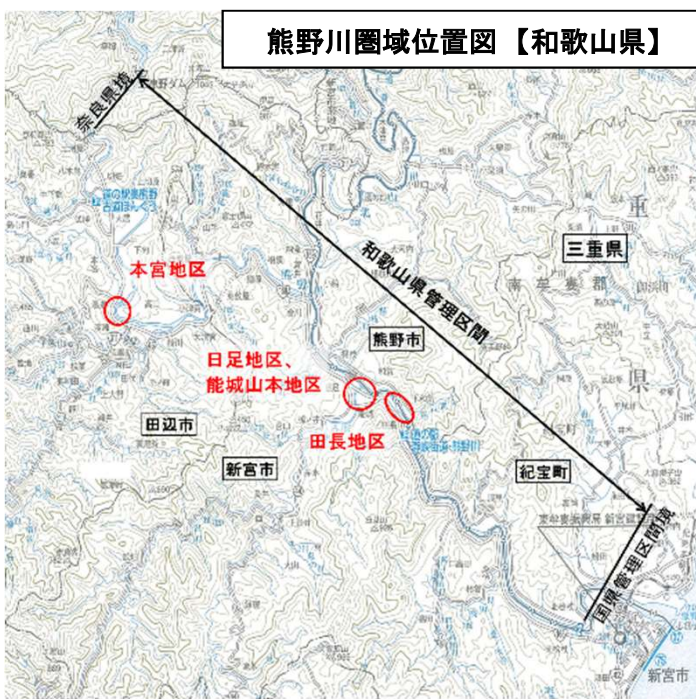


【鮎田地区】整備後

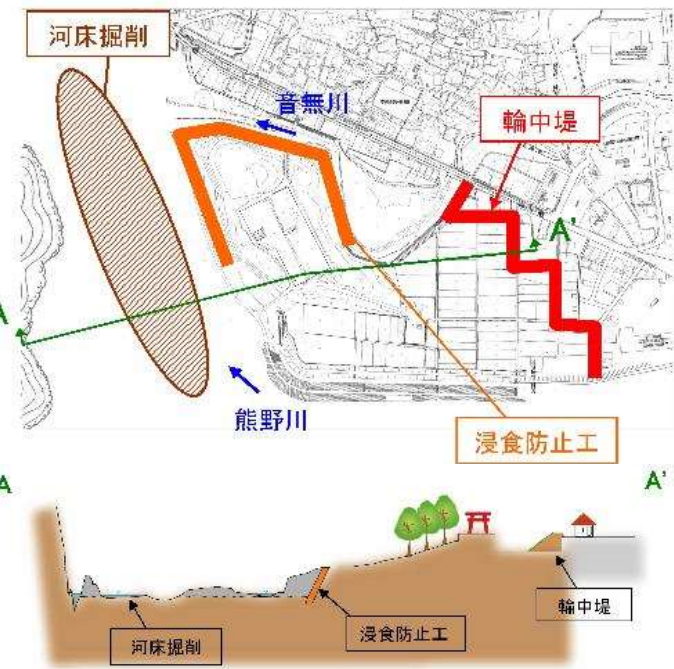


- 熊野川圏域では、洪水防御施設の整備、災害危険区域の指定、水防活動・避難行動等に資する情報の提供、水害対策に係る啓発等により、人的被害を防止するとともに経済的被害の軽減を図る。
- 洪水防御施設の整備については、熊野川においては、平成16年8月洪水をはじめ、近年の大規模洪水を対象として計画することとし、本宮地区では、5,600m³/s、日足地区、能城山本地区、田長地区では、12,000m³/sとする。
- 本宮地区では輪中堤整備や河床掘削、排水施設整備、日足地区及び能城山本地区では輪中堤整備や宅地等嵩上げ、田長地区では河床掘削を行う。

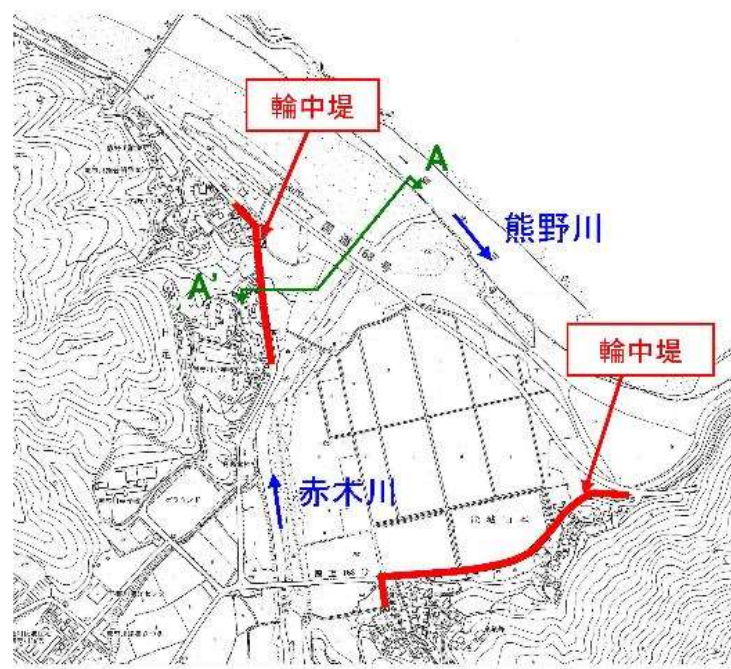
施工場所	整備内容	摘要
本宮地区	輪中堤、河床掘削、内水排除施設	計画対象流量5,600m ³ /s
日足地区、 能城山本地区	輪中堤、宅地等嵩上げ	計画対象流量12,000m ³ /s
田長地区	河床掘削	計画対象流量12,000m ³ /s



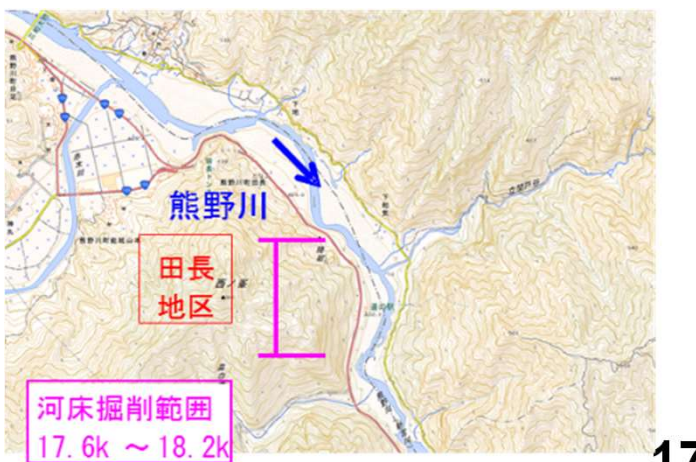
本宮地区における対策について



日足地区等における対策について



田長地区等における対策について



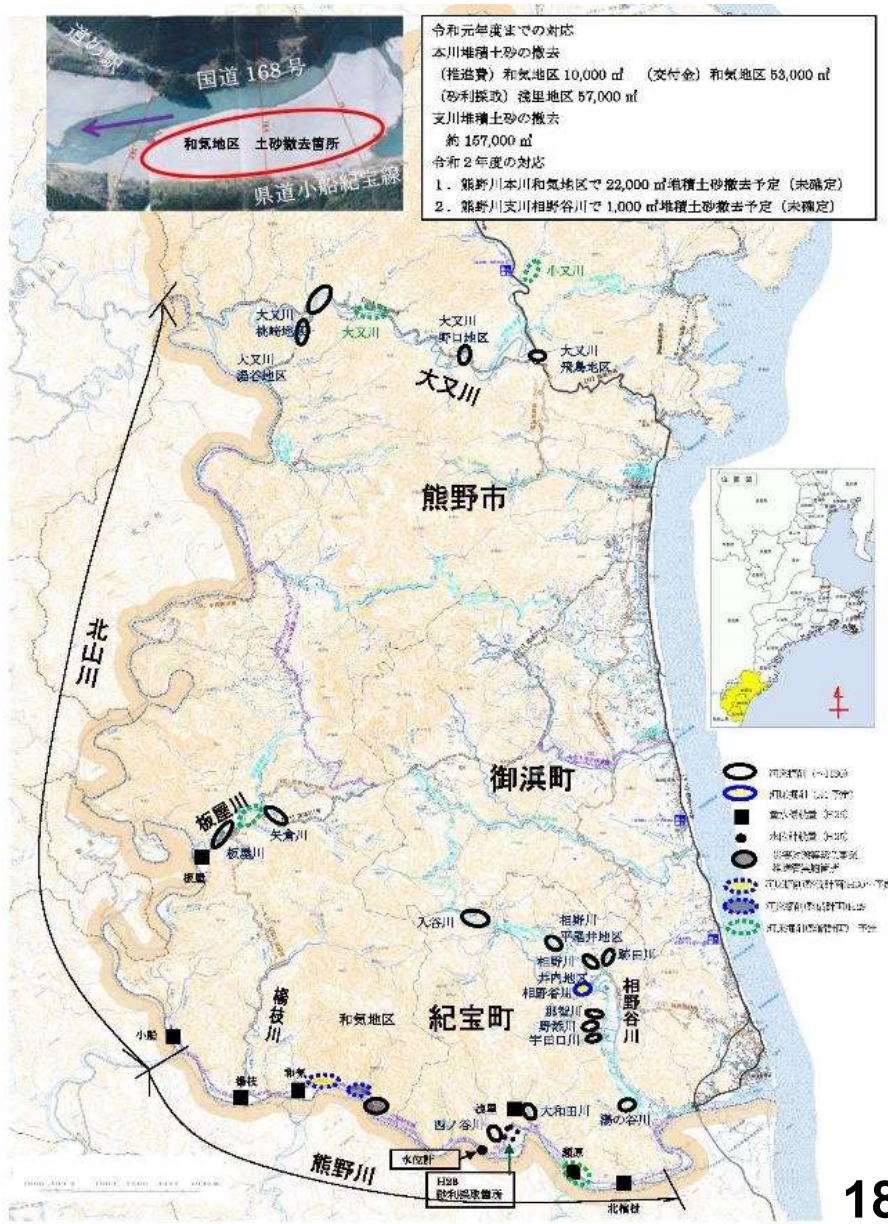
2. 主な洪水と治水対策 河川整備計画(県管理区間)【三重県】

新宮川水系

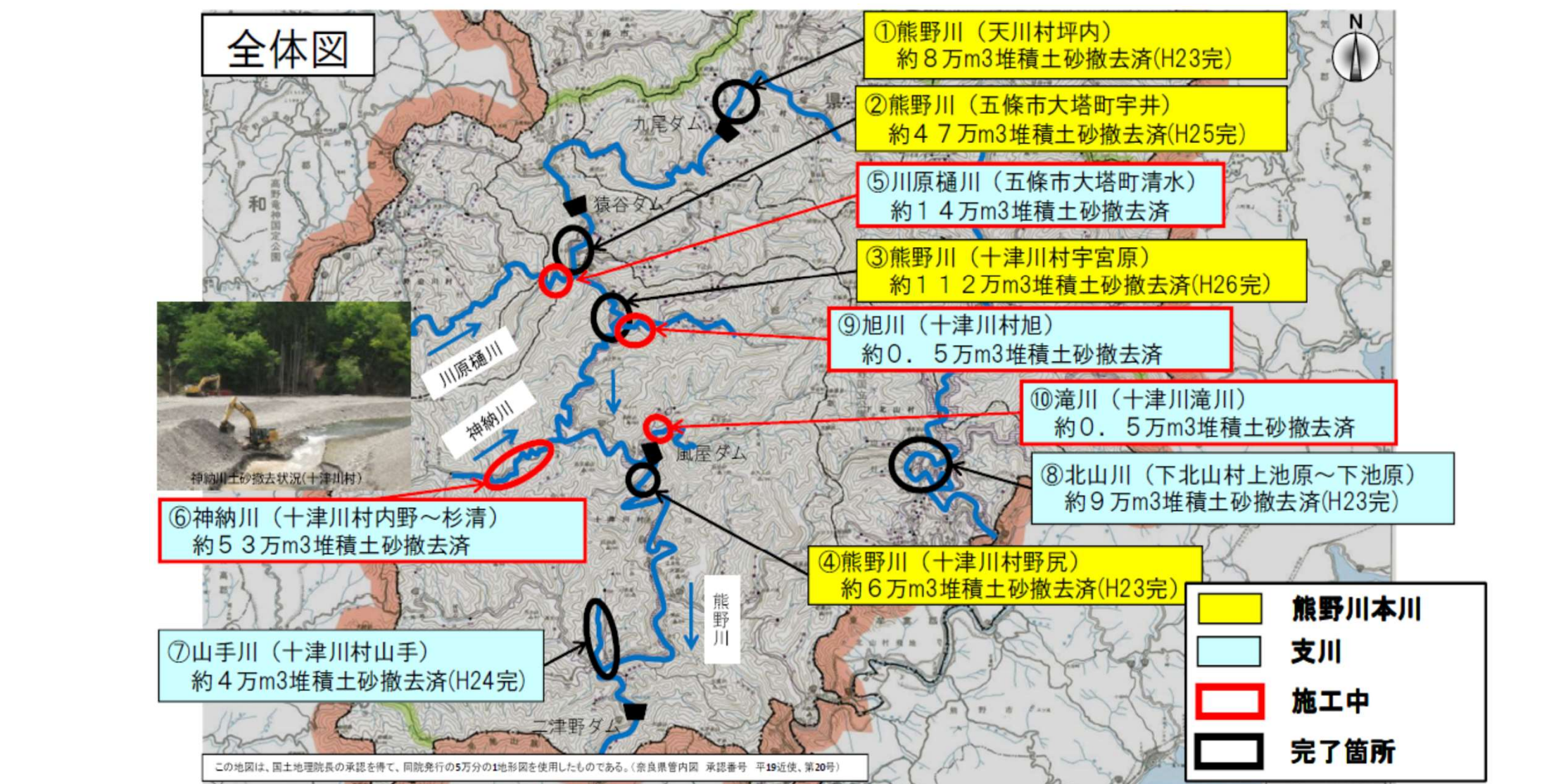
- 熊野川圏域では、洪水防御施設の整備、災害危険区域の指定、水防活動・避難行動等に資する情報の提供、水害対策に係る啓発等により、人的被害を防止するとともに経済的被害の軽減を図る。
- 洪水防御施設の整備については、熊野川においては、平成16年8月洪水をはじめ、近年の大規模洪水を対象として計画することとし、瀬原地区では12,000m³/sとする。なお、三重県の和気地区では避難経路の浸水頻度の軽減を目標とする。
- 和気地区、瀬原地区にて熊野川本川の河床掘削を行うほか、支川の大又川、板屋川、小又川でも河床掘削を実施する。

施工場所	整備内容	摘要
和気地区	河床掘削	避難経路の浸水頻度の軽減
瀬原地区	河床掘削	計画対象流量12,000m ³ /s
五郷地区	河床掘削	計画対象流量400m ³ /s
板屋地区	河床掘削、護岸、築堤	計画対象流量255m ³ /s
小又地区	河床掘削、護岸	計画対象流量155m ³ /s

三重県(瀬原地区)における取組



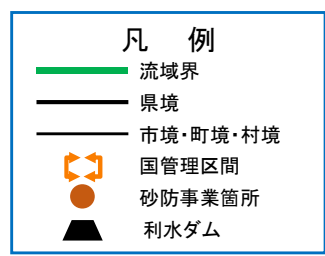
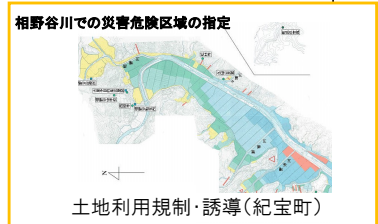
- 平成23年度の紀伊半島大水害(平成23年台風21号)により奈良南部・東部地域では、大規模な山腹崩壊が発生し、特に新宮川水系では被害が集中。
- 紀伊半島大水害以降、流域内の山腹が荒廃し出水のたびに土砂供給が続いていることから、河川の堆積土砂撤去だけでなく、土砂の供給源である河道・溪流における土砂流下抑制対策や崩壊地の法面对策が必要となっており、関係機関と連携して、堆積土砂撤去、溪流・法面对策等の総合的な土砂対策に取り組んでおり、川原樋川、神納川、旭川及び滝川にて引き続き堆積土砂撤去を行っている。
- 主な実施場所(熊野川、川原樋川、神納川、山手川、北山川、旭川、滝川)



3. 新宮川水系流域治水プロジェクト 位置図

新宮川水系

○令和元年東日本台風では、各地で戦後最大を超える洪水により甚大な被害が発生したことを踏まえ、新宮川水系においても、事前防災対策を進める必要があり、以下の取り組みを実施していくことで、国管理区間においては、戦後最大の平成23年台風12号洪水（紀伊半島大水害）と同規模の洪水においても、資産が集中する本川下流部の新宮市市街地、紀宝町市街地においては、堤防からの越水を回避するとともに、流域における浸水被害の軽減を図る。



■ 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

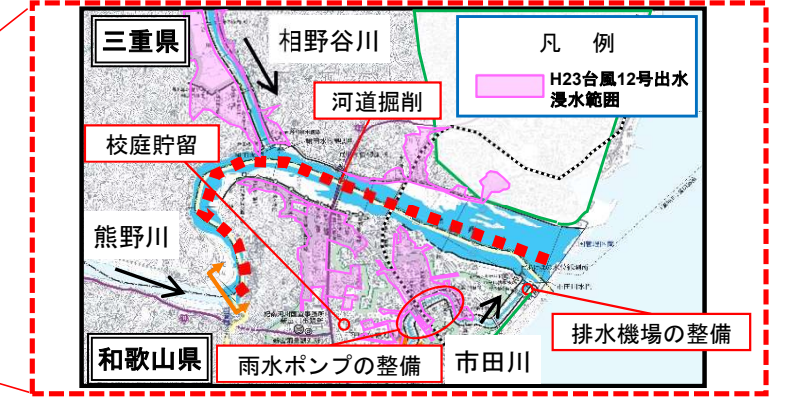
- ・河道掘削、輪中堤 等
- ・森林整備、治山事業
- ・利水ダム等12ダムにおける事前放流等（ダム諸量、気象情報等の情報共有を含む）の実施、体制構築（関係者：国、奈良県、和歌山県、三重県、関西電力（株）、電源開発（株）など）
- ・砂防事業
- ・校庭貯留
- ・排水機場、雨水ポンプの整備

■ 被害対象を減少させるための対策

- ・土地利用規制・誘導（災害危険区域等）

■ 被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

- ・地区タイムラインの活用
- ・防災教育・啓発活動等の推進
- ・水害リスク空白域の解消
- ・洪水ハザードマップの作成・周知及び住民の水害リスクに対する理解促進の取組
- ・要配慮者利用施設における避難確保計画の作成促進と避難の実効性確保



※具体的な対策内容については、今後の調査・検討等により変更となる場合がある。

○熊野川では、上下流・本支川の流域全体を俯瞰し、国、県、市町村が一体となって、以下の手順で「流域治水」を推進する。

【短期】新宮市街地や紀宝町市街地での浸水被害を軽減するための河道掘削を実施し、利水ダムによる治水協力の効果も発現。

【中長期】新宮市街地や紀宝町市街地での浸水被害を解消させるため、引き続き河道掘削等を実施し、流域全体の安全度向上を図る。

○熊野川流域は日本でも有数の多雨地帯である。また、局所的な大雨が多発する地域でもある。そのため、外水だけでなく内水対策も重要であり、内水被害軽減対策(雨水ポンプ場や雨水貯留施設の整備等)のほか、森林整備、砂防事業、治山事業による雨水・土砂流出抑制対策を実施。



【事業費（R2年度以降の残事業費）】

■河川対策	
全体事業費	約 7 1 2 億円 ※1
対策内容	河道掘削、輪中堤 等
■砂防対策	
全体事業費	約 4 3 8 億円 ※2
対策内容	砂防堰堤整備、地すべり対策 等
■下水道対策	
全体事業費	約 7 億円 ※3
対策内容	雨水ポンプの整備 等
※1：直轄及び各圏域の河川整備計画の残事業費を記載 ※2：直轄砂防事業の残事業費を記載 ※3：各市町における下水道事業計画の残事業費を記載	

※スケジュールは今後の事業進捗によって変更となる場合がある。

②基本高水のピーク流量の検討

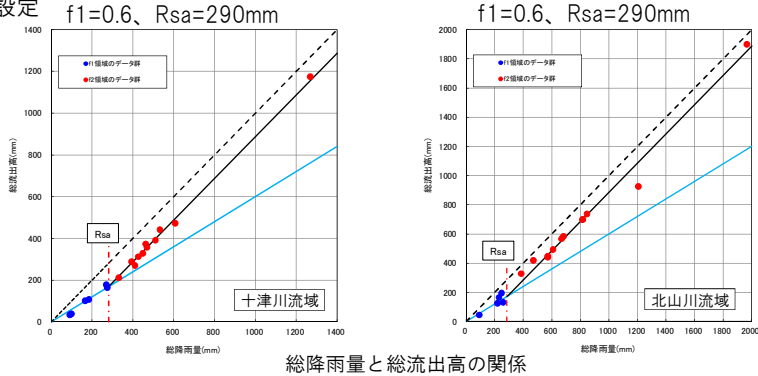
4. 基本高水の設定 流出計算モデル (概要)

- 基本高水の検討にあたり、現行の河川整備基本方針策定以降に発生した洪水を含め、実績の雨量・流量データをもとに流出計算モデル（貯留関数法）を確認。
- その際、主要な実績洪水を用いて再現計算を行い、流出計算モデルの妥当性を確認。

流域定数f1、Rsaの設定

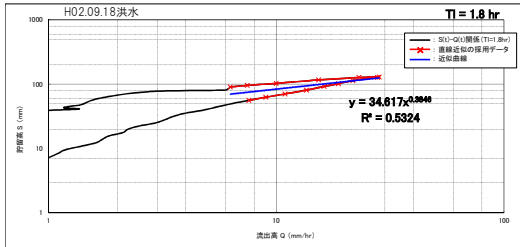
○過去から流量データのある二津野ダム地点（十津川流域）、七色ダム地点（北山川流域）を対象地点として、実績流量のハイドログラフをもとに流出成分を直接流出成分（表面流出成分と中間流出成分）と間接流出成分（地下水流出成分）に分離し、各洪水毎の総直接流出高と総降雨量を関係をプロットし、一時流出率（f1）、飽和雨量（Rsa）を求めた（なお、Rsa以降は流出率1.0と設定）

○合流点より下流の流域は、降雨特性や地質分類が類似する北山川流域の定数より設定

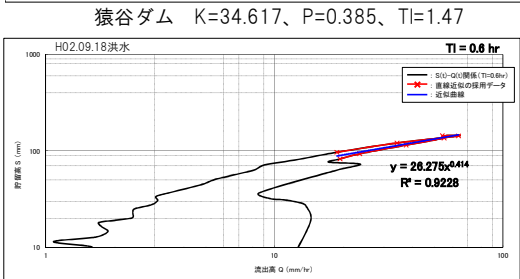


流域定数K、P、TIの設定

○検討地点の観測流量、上流域平均雨量のデータが揃っており、上流に貯留施設等が無く自然流況の把握が可能な猿谷ダム地点、坂本ダム地点を対象に実績ピーク流入量の上位5洪水を用いて検討



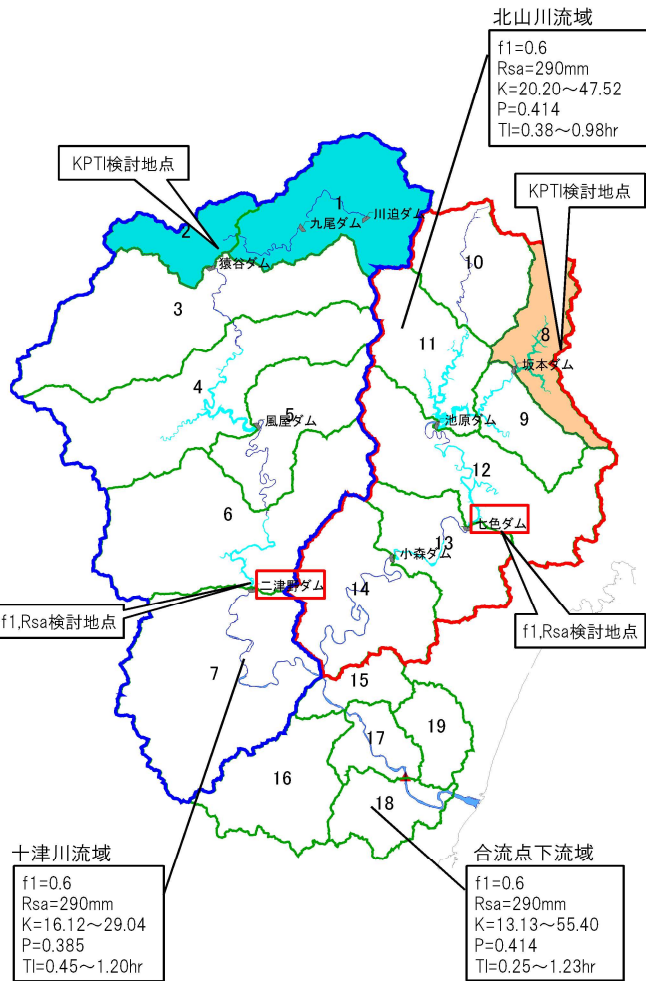
○K、Pについては、各地点において、最大流量を記録した洪水の定数を重視し設定し、TIについては、対象洪水の平均値より設定



○代表地点で求めた値を用い、流域特性（地形・地質）を考慮し各小流域の定数を設定
※なお、各小流域のK値は、リザーブ定数を用いた経験式により設定

猿谷ダム K=34.617、P=0.385、TI=1.47
坂本ダム K=26.275、P=0.414、TI=0.60
貯留高と直接流出高の関係図（例）

流域定数の設定

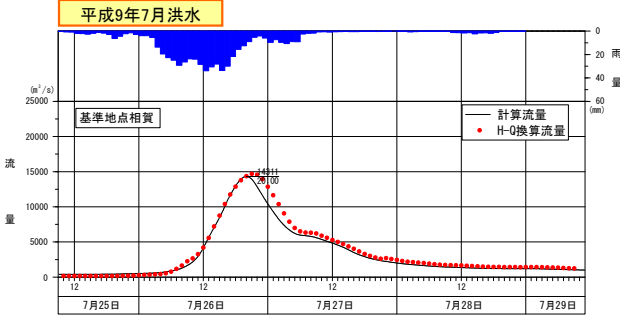


流域分割図

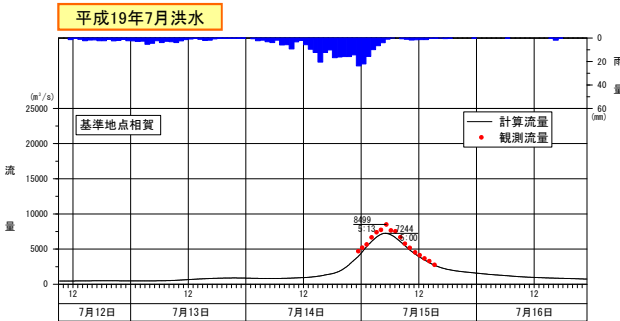
実績流量の再現性の確認

○基準地点相賀の実績ピーク流量との再現性を確認した

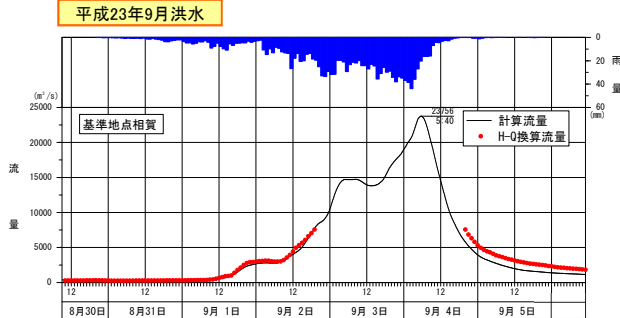
◆現行の河川整備基本方針における、基本高水のピーク流量決定洪水



◆相賀地点の流量観測値が得られている洪水



◆既往最大の洪水



再現確認結果（例）

4. 基本高水の設定 集水域の状況

- 熊野川流域の土地利用状況としては、約95%が森林となっており、宅地、田畑等の割合は少ない。
- 現行河川整備基本方針の策定当時と比較して、土地利用の大きな変化は見られない。

■土地利用分布

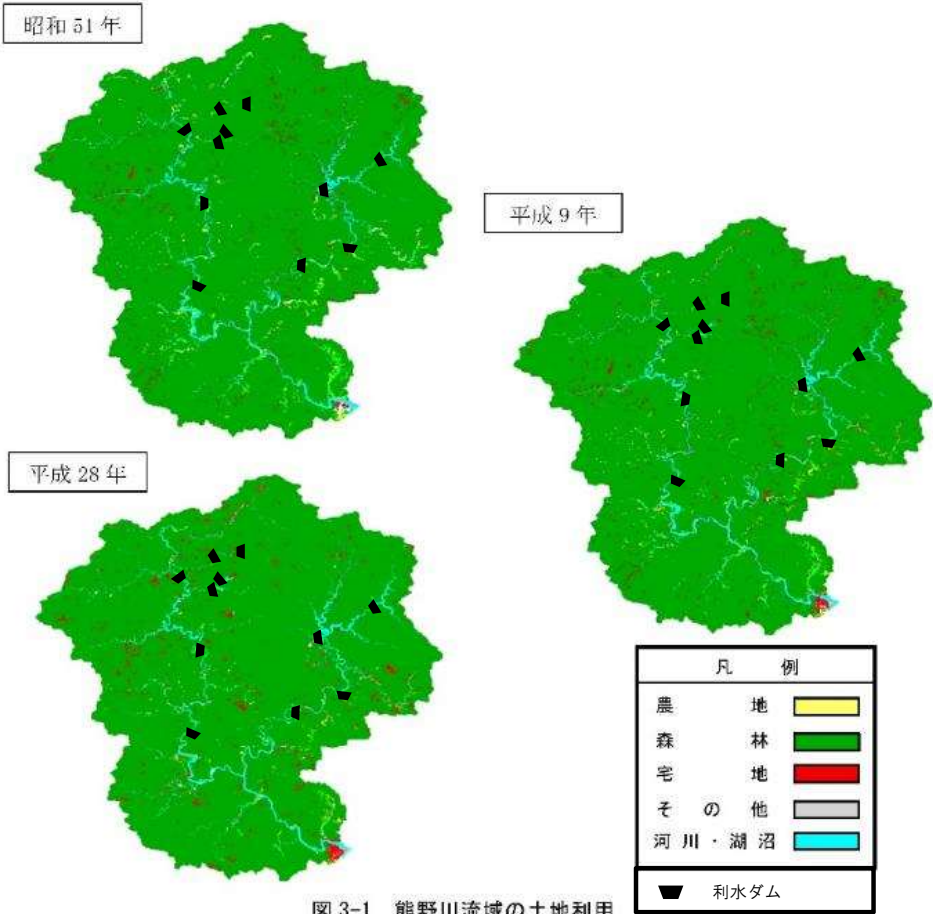


図 3-1 熊野川流域の土地利用

表 3-1 熊野川流域の土地利用

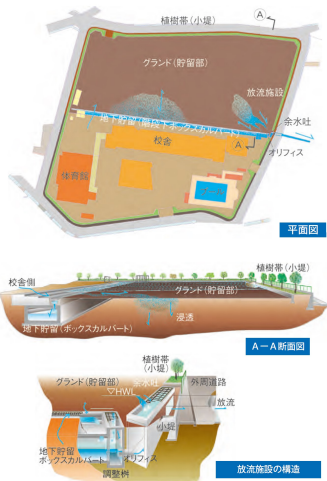
	昭和 51 年	昭和 62 年	平成 9 年	平成 18 年	平成 21 年	平成 26 年	平成 28 年
農地(田・畑)	1.8 %	1.5 %	1.5 %	1.2 %	1.0 %	1.0 %	1.0 %
森 林	95.2 %	95.5 %	95.3 %	95.5 %	96.1 %	95.3 %	95.5 %
宅 地	0.4 %	0.4 %	0.5 %	0.5 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %
その他	2.6 %	2.6 %	2.7 %	2.8 %	2.2 %	3.0 %	2.8 %

※河川・湖沼は「その他」に含める。

出典：国土数値情報（土地利用メッシュ）

■雨水貯留施設等の検討・実施
校庭貯留の計画(新宮市)

- <既存施設>
王子ヶ浜小学校(貯留量900m³) 平成24年度完成
- <検討中の施設>
緑丘中学校 (貯留量3000m³)
蓬莱グラウンド(貯留量1000m³)



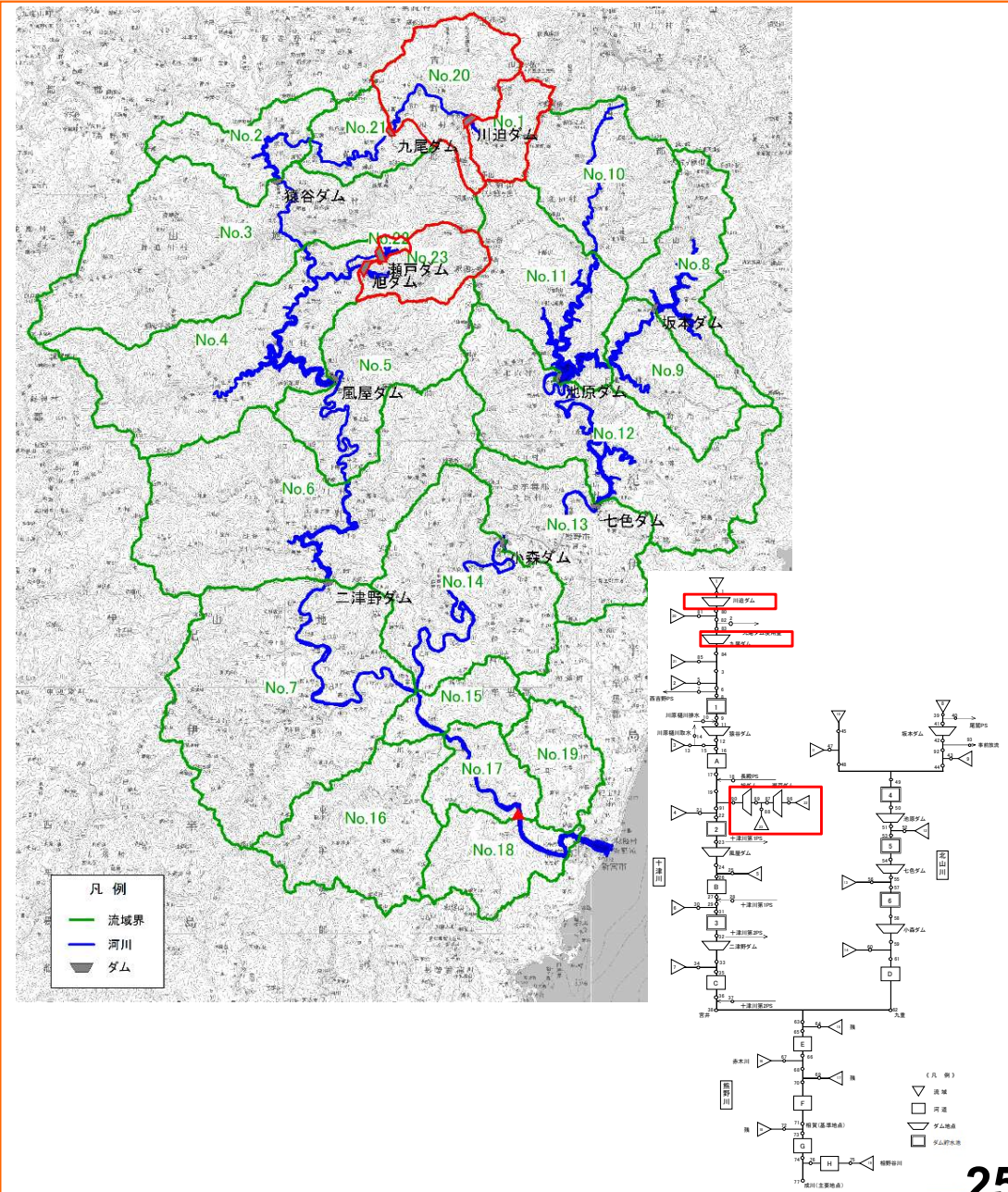
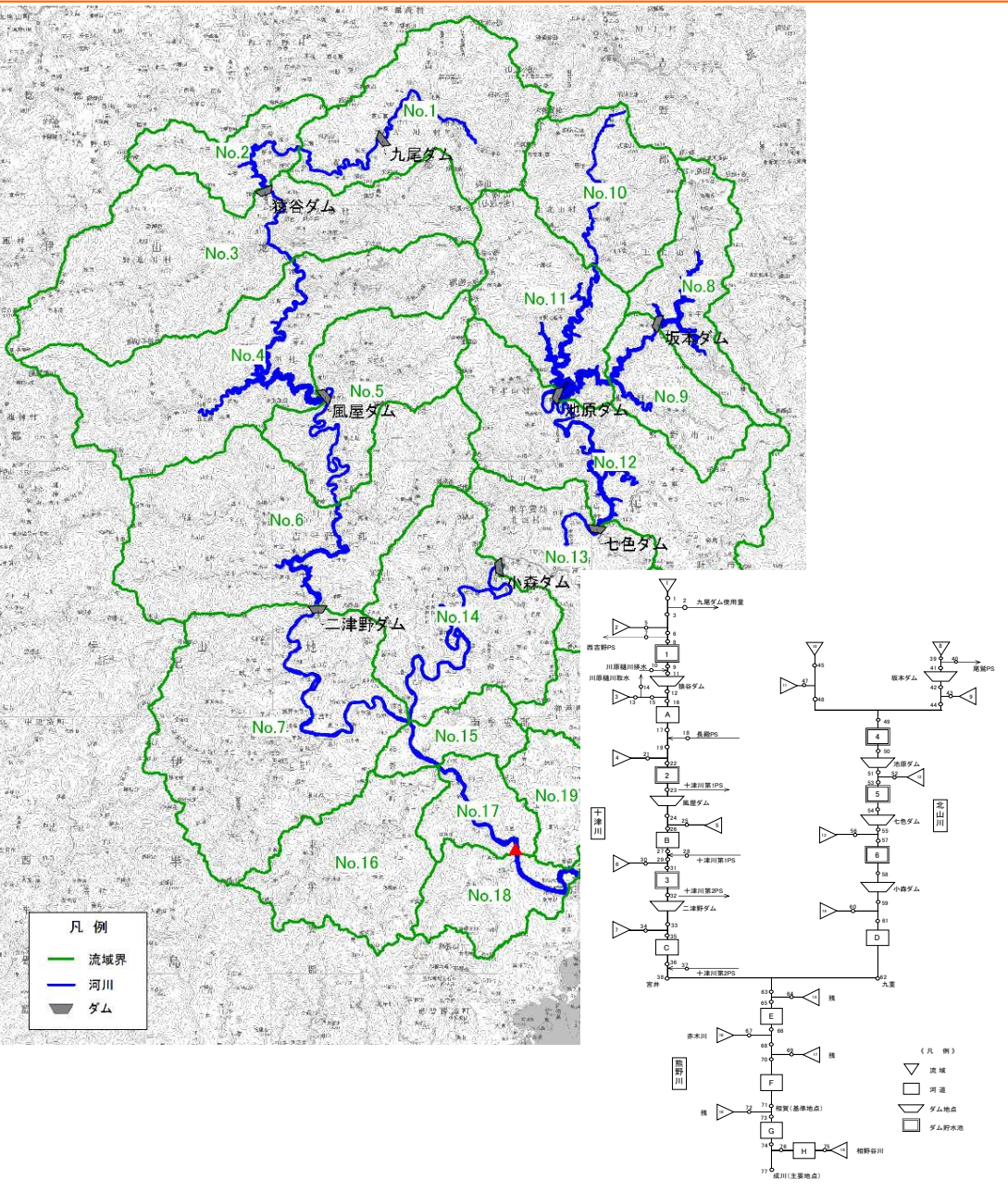
公共施設を活用した雨水貯留施設のイメージ

新宮川流域の雨水貯留施設の状況		
市町村	利水ダム	ため池※1
新宮市	—	7千m3(3基)
紀宝町	—	16千m3(2基)
田辺市	—	6千m3(3基)
熊野市	—	29千m3(8基)
十津川村	125,176千m ³	—
下北山村	220,000千m ³	—
上北山村	68,000千m ³	—
北山村※2	15,400千m ³	—
五條市	17,300千m ³	—
野迫川村	—	—
天川村	1,340千m ³	—

※1 和歌山県、三重県、奈良県ため池データベースより
※2 一七色ダム・小森ダム容量は、北山村にて代表させた

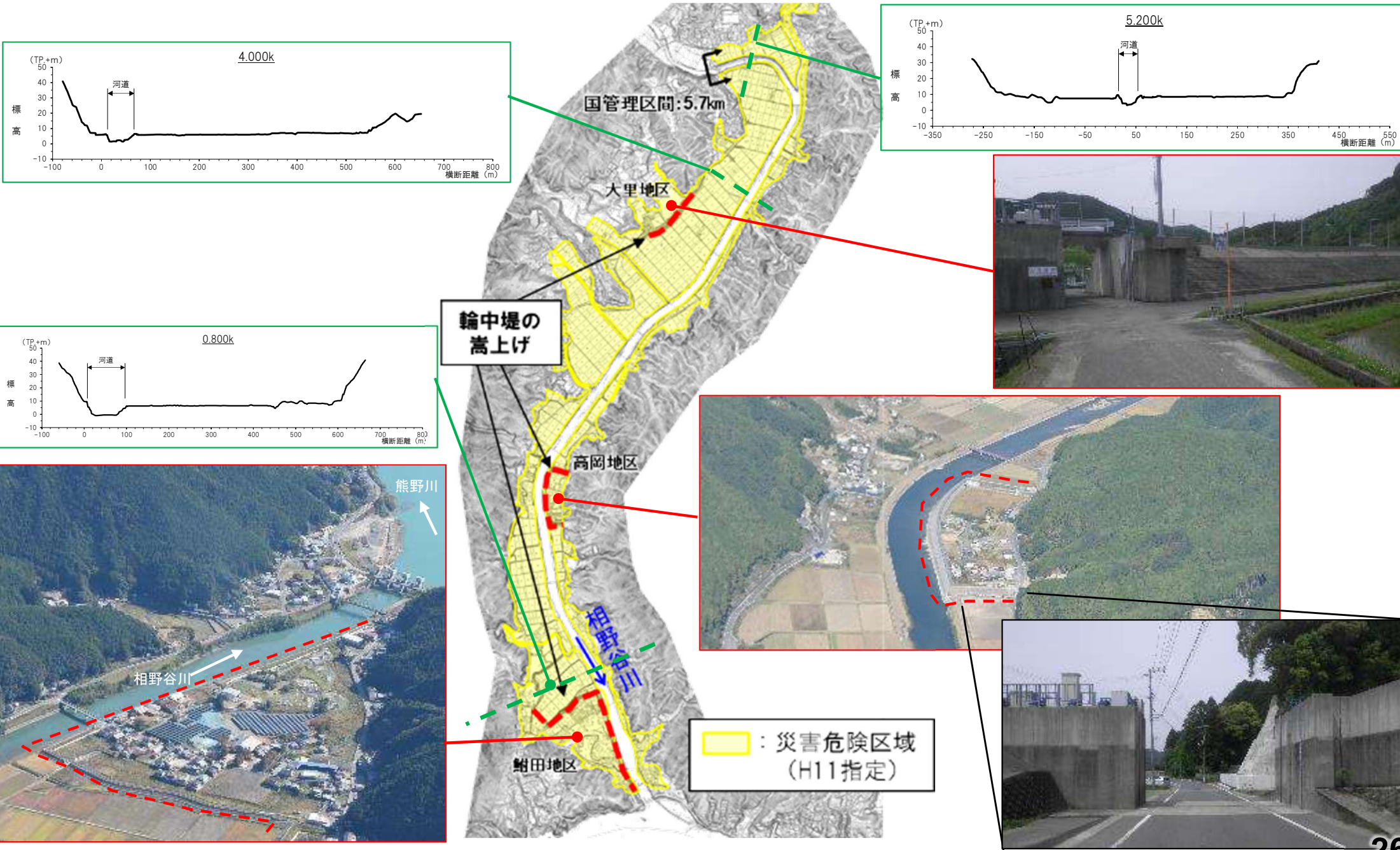
○新宮川の流域には11基の利水ダムが存在し、池原ダム及び風屋ダムにおいて洪水時に台風経路や降雨予測により事前に貯水位を低下させ洪水を貯留。

○利水ダム貯留による流量低減効果を適切に反映するため、利水ダム位置で新たに流域を分割。



4. 基本高水の設定 流出計算モデルにおける整備状況の考慮

○支川相野谷川では、輪中堤の整備や宅地の嵩上げにより宅地の浸水防止を図っている現況を考慮し河道を設定。



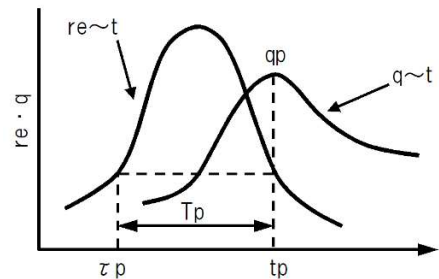
4. 基本高水の設定 計画対象降雨の継続時間の設定

○時間雨量データの蓄積状況、近年の主要洪水の継続時間等を踏まえ、既定計画で定めた計画対象降雨の継続時間(2日)を見直し。
○洪水到達時間や強度の強い降雨の継続時間、ピーク流量と時間雨量との相関関係等から、対象降雨の降雨継続時間を、総合的に判断して24時間と設定。なお、継続時間が長い平成23年9月洪水は既往洪水の検討として別途の取り扱いとする。

Kinematic Wave法及び角屋の式による洪水到達時間の検討

- Kinematic Wave法による洪水到達時間は15～32時間（平均22時間）と推定。
- 角屋の式による洪水到達時間は8.1～10.5時間（平均9.3時間）と推定。

Kinematic Wave法：矩形斜面上の表面流にKinematic Wave理論を適用して洪水到達時間を導く手法。実績のハイレートとハイドロを用いて、ピーク流量生起時刻以前の雨量がピーク流量生起時刻(t_p)の雨量と同じになる時刻(τ_p)により $T_p = t_p - \tau_p$ として推定



T_p : 洪水到達時間
 τ_p : ピーク流量を生ずる特性曲線の上流端での出発時刻
 t_p : その特性曲線の下流端への到達時刻
 r_e : $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度
 q_p : ピーク流量

角屋の式：Kinematic Wave理論の洪水到達時間を表す式に、河道長と地形則を考慮した式

$T_p = C A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$

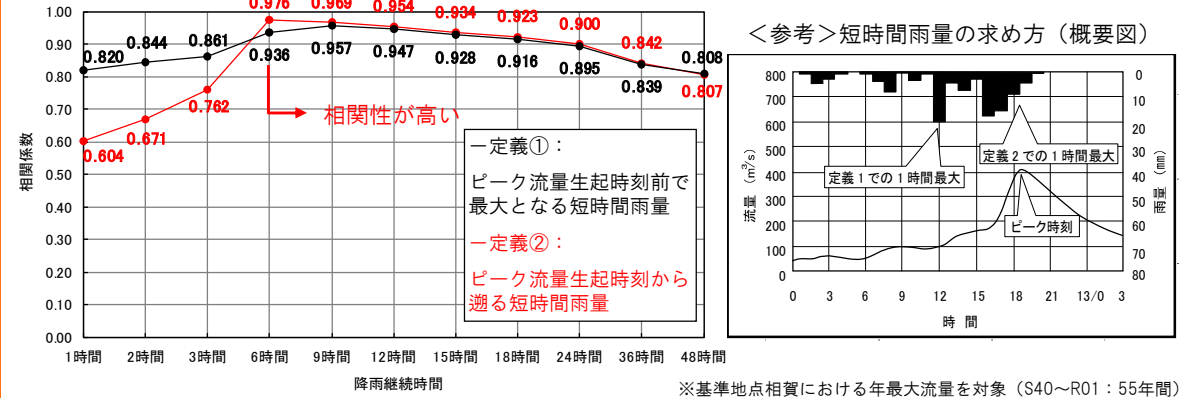
T_p : 洪水到達時間 (min) 丘陵山林地域 C=290
A : 流域面積 (km²) 放牧地・ゴルフ場 C=190~210
 r_e : 時間当たり雨量 (mm/hr) 粗造成宅地 C=90~120
C : 流域特性を表す係数 市街化地域 C=60~90

No.	洪水発生年月日	ピーク流量		Kinematic Wave法	角屋式	
		流量 (m ³ /s)	生起時刻		平均有効降雨強度 (mm/hr)	算定結果 (hr)
1	H2.9.18	17,086	9/20 0:00	21	15.9	10.0
2	H6.9.28	16,051	9/29 23:40	26	15.0	10.2
3	H9.7.25	15,622	7/26 19:40	17	24.6	8.6
4	H13.8.20	14,455	8/21 19:30	15	25.2	8.5
5	H23.7.18	13,928	7/20 1:00	22	21.2	9.1
6	H23.9.2	24,241	9/4 5:20	32	29.2	8.1
7	H25.9.14	13,851	9/16 5:30	15	23.5	8.8
8	H27.7.15	16,062	7/17 5:50	16	22.7	8.9
9	H29.10.21	19,755	10/23 0:40	27	14.6	10.3
10	H30.8.20	17,773	8/24 3:30	26	13.8	10.5
平均値		—	—	22	—	9.3

※基準地点相賀における実績ピーク流量の上位10洪水を対象

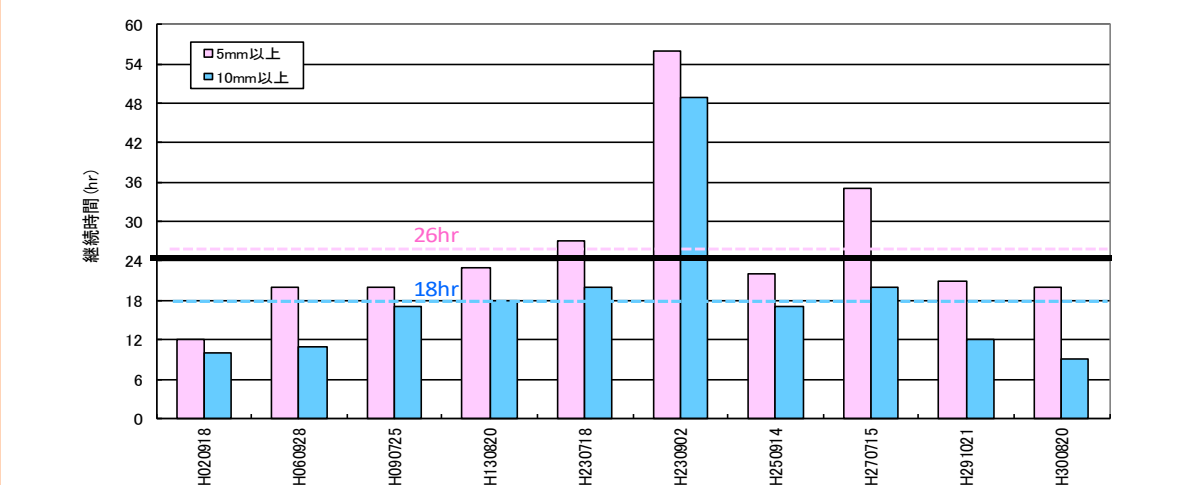
ピーク流量とn時間雨量との相関関係

- ピーク流量と相関の高い短時間雨量は6時間を超えると相関が高い。
- 流量上位20洪水の気象要因をみると、すべて台風性であり、台風接近に伴う雨量の増大が長時間よりも短時間での相関を高くしているものと考えられる。
- また、降雨ピーク時刻と流量ピーク時刻の差が6時間程度であることから、6時間以降の相関を高くしているものと考えられる。



強度の強い降雨の継続時間の検討

- 実績雨量から必要な降雨継続時間は、5mm以上の継続時間で平均26時間、10mm以上の継続時間で平均18時間となり、概ね24時間でカバー可能。



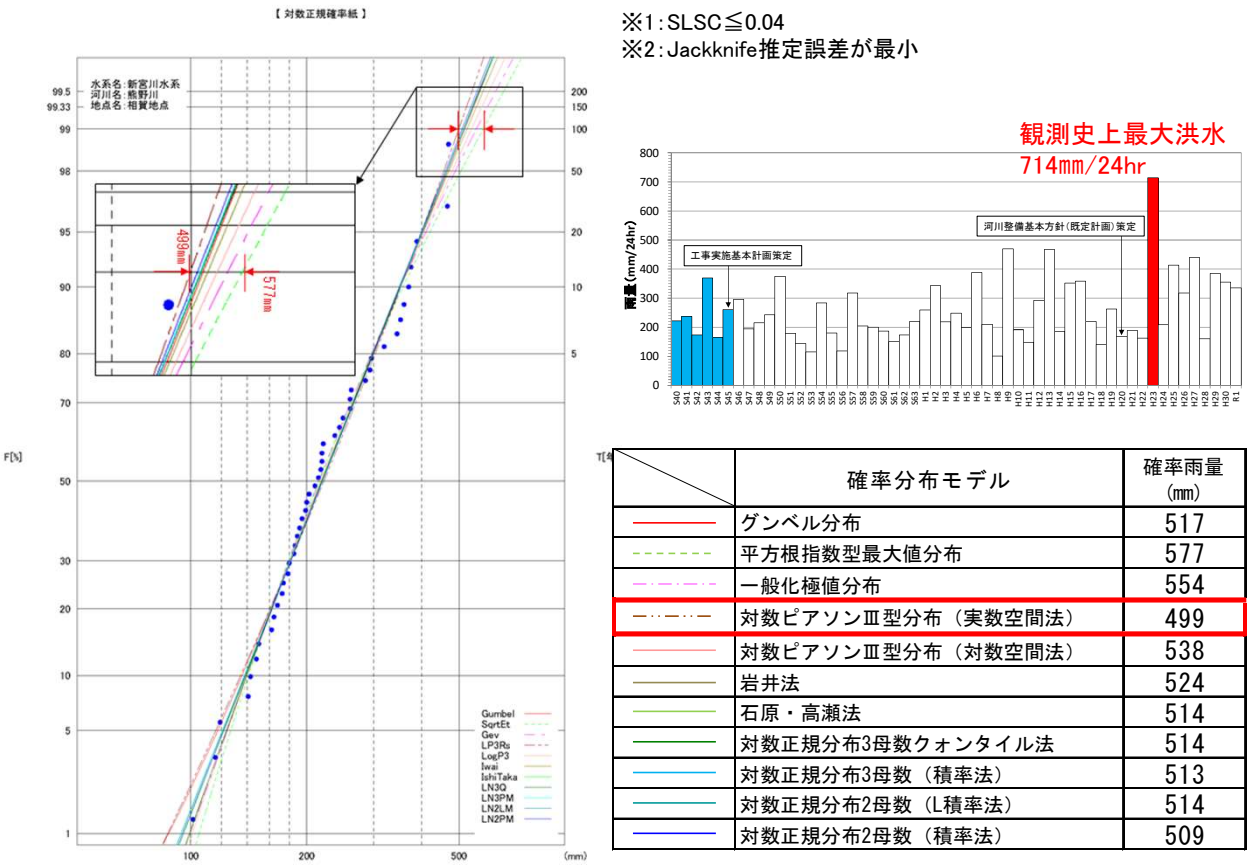
※基準地点相賀における実績ピーク流量の上位10洪水を対象

4. 基本高水の設定 計画対象降雨の降雨量の設定

- 既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化がないことから、計画規模1/100を踏襲する。
- 計画規模の年超過確率1/100の降雨量に降雨量変化倍率1.1倍を乗じた値、549mm/24hを計画対象降雨の降雨量と設定。

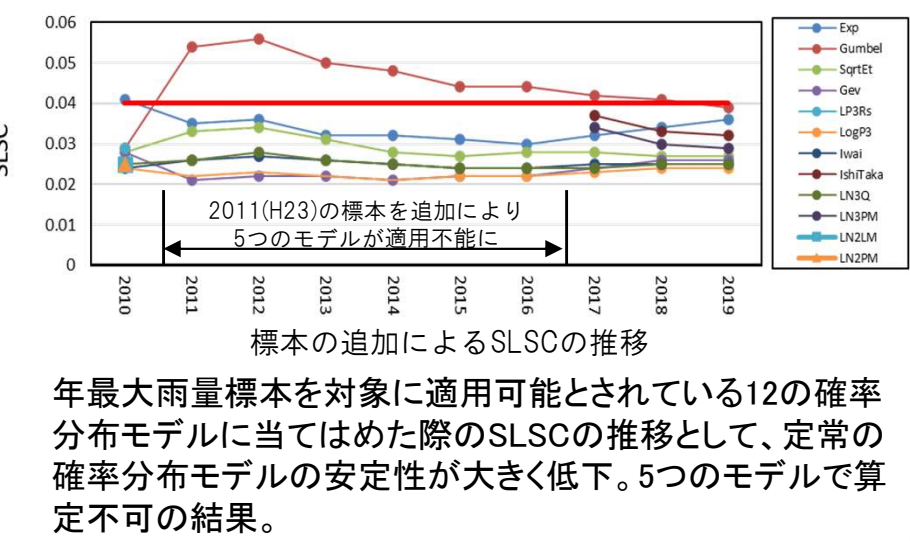
計画対象降雨の降雨量

- 【考え方】**
- 降雨量変化倍率の算定に用いている過去実験の期間が2010年までであることを踏まえ、既定計画から雨量標本のデータ延伸を一律に2010年までにとどめ、2010年までの雨量標本を用い、定常の水文統計解析により確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値を計画対象降雨の降雨量とする。
- 時間雨量データの存在する昭和40年～平成22年の年最大24時間雨量を対象に、水文解析に一般的に用いられる確率分布モデルによる1/100確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、安定性の良好※2な確率分布モデルを用い、年超過確率1/100確率雨量499mm/24hを算定。
 - 2℃上昇時の降雨量変化倍率1.1倍を乗じ、計画対象降雨の降雨量を549mm/24hと設定。



【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

- 【考え方】**
- 雨量標本に経年的変化の確認として「非定常状態の検定：Mann-Kendall検定等」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータ延伸し、非定常性が確認された場合は「非定常性が現れる前までのデータ延伸」ととどめ、定常の水文統計解析により確率雨量を算定等も併せて実施
- Mann-Kendall検定(定常／非定常性を確認)
S40～H22および雨量データを一年ずつ追加し、S40～R1までのデータを対象とした検定結果を確認
- ⇒ 非定常性が確認されなかったが、近年降雨までデータ延伸した結果、定常の確率分布モデルの安定性が大きく低下したため、確率雨量の算定は困難

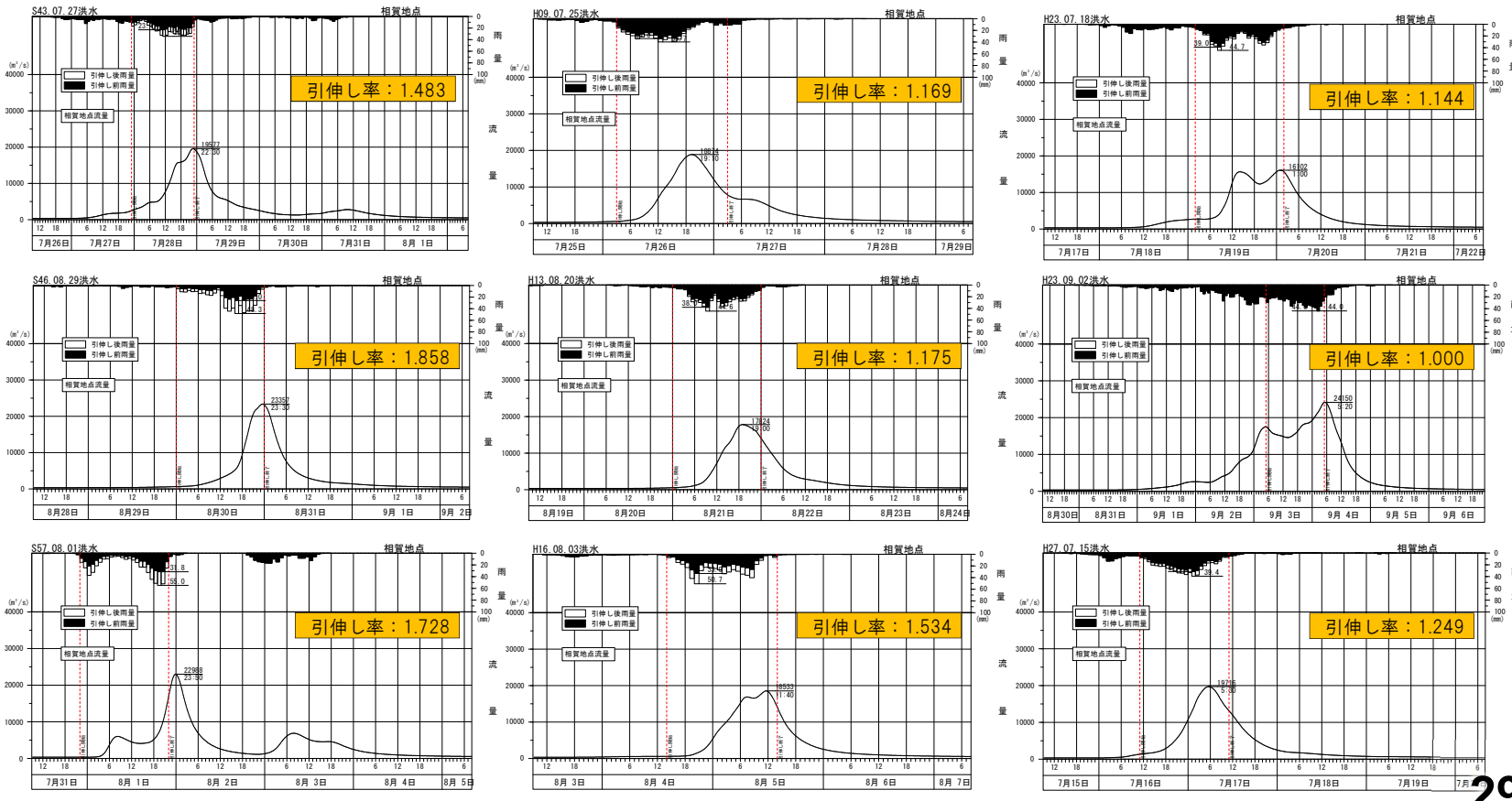


- 主要洪水の選定は、相賀地点で比較的大きな流量を生起した洪水（相賀地点年最大流量の平均値程度以上）、かつ基準地点相賀のピーク流量生起時刻前後の最大24時間雨量の引き伸ばし率が2倍以下の22洪水を選定した。
- 主要洪水を対象に、1/100確率24時間雨量549mmとなるような引き伸ばし降雨波形を作成し、見直した流出計算モデルにより流出計算を行い、基準地点相賀において17,000～34,000m³/sとなる。
- このうち短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばし（雨量確率1/500以上）となっている洪水については棄却した。

雨量データによる確率からの検討

No.	洪水年月日	実績雨量 24hr (mm)	拡大率	相賀地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	S430727	370.1	1.483	19,600
2	S450704	260.2	2.110	24,000
3	S460829	295.5	1.858	23,400
4	S500821	375.3	1.463	19,500
5	S541017	284.0	1.933	26,600
6	S570801	317.8	1.728	23,000
7	H020918	343.1	1.600	31,000
8	H060928	387.9	1.415	25,900
9	H090725	469.8	1.169	18,900
10	H130820	467.2	1.175	17,900
11	H150807	351.9	1.560	19,600
12	H160803	358.0	1.534	18,600
13	H161019	271.6	2.021	33,900
14	H190713	262.6	2.091	22,600
15	H230718	479.9	1.144	16,200
16	H230902	714.0	1.000	24,200
17	H230920	270.7	2.028	31,500
18	H250914	413.9	1.326	18,800
19	H260808	318.4	1.724	14,800
20	H270715	439.6	1.249	19,800
21	H291021	385.1	1.426	29,700
22	H300820	355.2	1.546	29,700
23	R010812	334.9	1.639	18,400

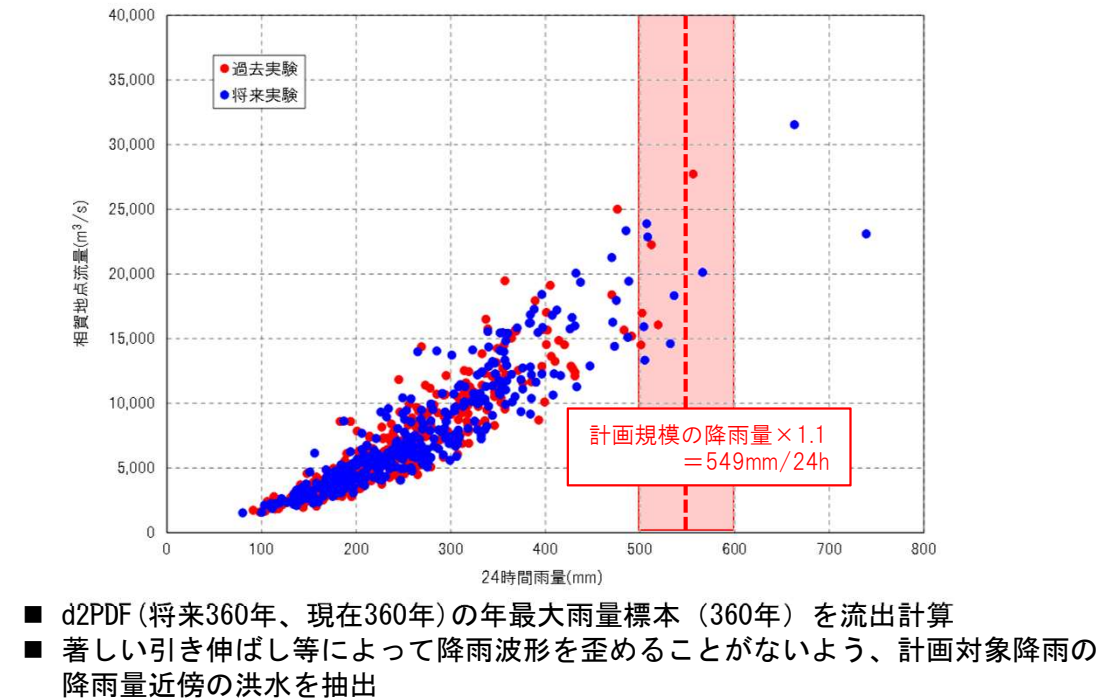
※100m³/sの端数については、切り上げるものとした。
※左記の表の拡大率は、気候変動対応後の549mmに対する引伸ばしであるため、2倍以上となっている。
※グレー着色：短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばしとなっている洪水
※H230902洪水は、本来、短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばしとなっている洪水として棄却されるが、既往最大洪水として採用するため、棄却はしないものとした。



○アンサンブル将来予測降雨波形から求めた現在気候及び将来気候の年最大流域平均雨量標本から、計画対象降雨の降雨量549mm/24hrに近い10洪水を抽出した。抽出した10洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認。

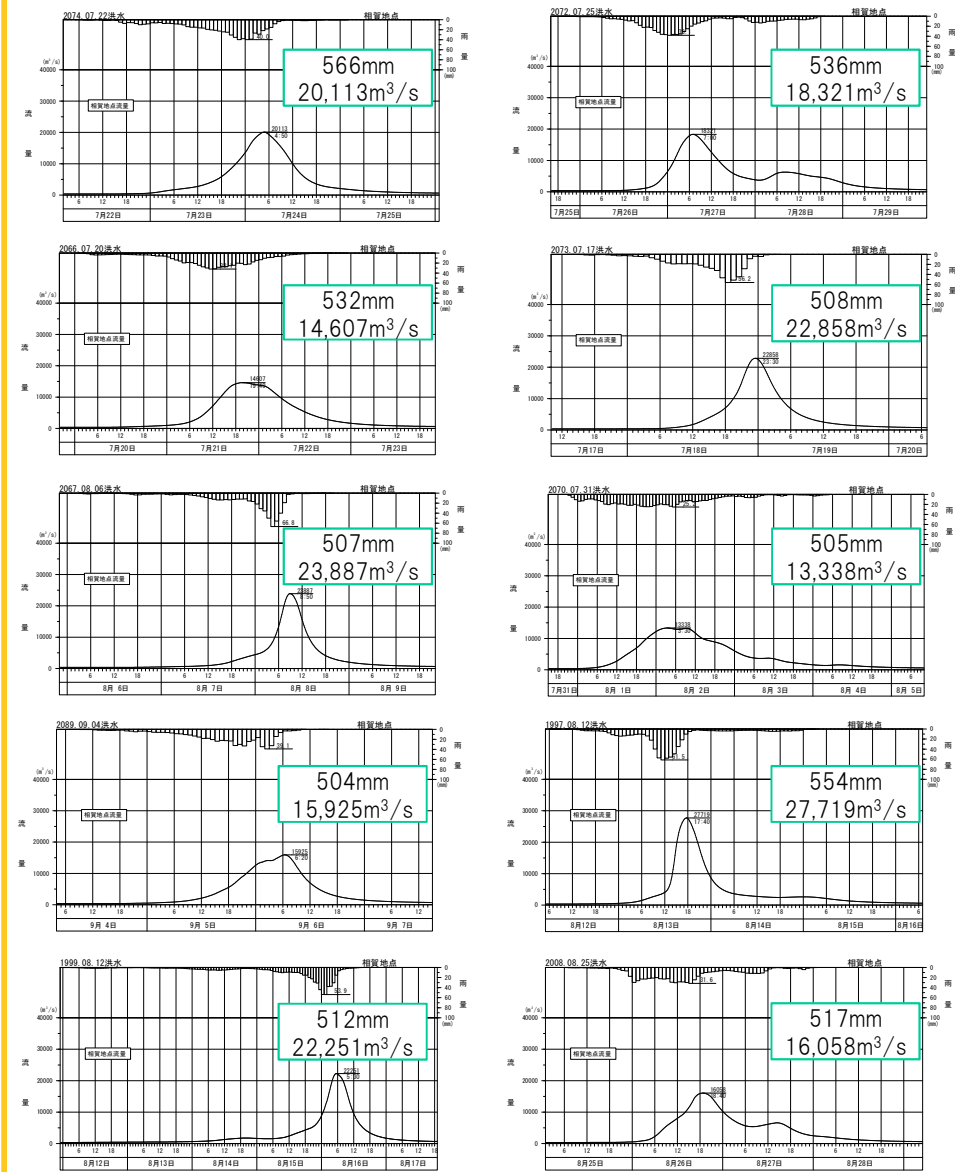
○抽出した洪水の降雨波形について気候変動を考慮した1/100確率規模の24時間雨量549mmまで引き縮め/引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出した。

アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討



洪水名		相賀地点 24時間雨量 (mm)	気候変動後 1/100雨量 (mm)	拡大率	相賀地点 ピーク流量 (m ³ /s)
将来実験					
HFB_2K_GF_m105_2067	2067.08.06	504.7	549.0	1.088	26,600
HFB_2K_GF_m105_2070	2070.07.31	502.3		1.093	14,800
HFB_2K_HA_m101_2074	2074.07.22	564.0		0.973	19,500
HFB_2K_MI_m105_2089	2089.09.04	503.2		1.091	17,600
HFB_2K_MP_m101_2073	2073.07.17	506.4		1.084	25,600
HFB_2K_MR_m101_2066	2066.07.20	529.4		1.037	15,400
HFB_2K_MR_m105_2072	2072.07.25	536.2		1.024	18,900
過去実験					
HPB_m002_1997	1997.08.12	554.0	549.0	0.991	27,400
HPB_m003_1999	1999.08.12	512.2		1.072	24,200
HPB_m022_2008	2008.08.25	516.6		1.063	17,400

【抽出した予測降雨波形群による流量】

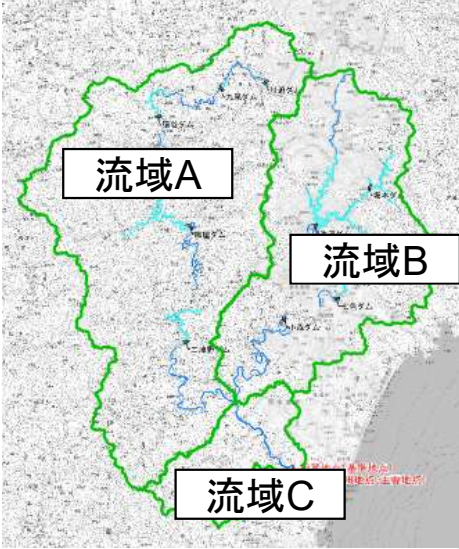


○気候変動による降雨パターンの変化（特に小流域集中度の変化）により、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形の発生が十分予想される場合がある。このため、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形を、当該水系におけるアンサンブル予測降雨波形による降雨パターンと照らし合わせる等により再検証を実施する。

○その結果、棄却した13洪水のうち、アンサンブル予測降雨から推定される時間分布、地域分布の雨量比（基準地点流量と小流域の比率）以内に収まる洪水として、1洪水(昭和54年10月洪水)を棄却とせず、参考波形として活用。

棄却洪水におけるアンサンブル将来降雨波形を用いた起こり得る洪水波形の確認

小流域のチェック



C等流域平均雨量

(A+B+C)流域平均雨量

d2PDF等（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（10洪水程度）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、継続時間内の小流域の流域平均雨量／流域平均雨量を求める（各小流域の流域全体に対する雨量の比率）

予測降雨波形	A流域平均雨量	B流域平均雨量	C流域平均雨量
洪水①	0.778	1.295	1.264
洪水②	0.843	1.196	1.240
洪水③	0.816	1.261	1.152
洪水④	0.727	1.330	1.446
洪水⑤	0.743	1.338	1.316
洪水⑥	0.841	1.265	0.982
洪水⑦	0.794	1.251	1.332
洪水⑧	0.844	1.411	0.398
洪水⑨	0.827	1.229	1.206
洪水⑩	0.845	1.239	1.054

各小流域の比率の最大値

予測降雨波形	A流域平均雨量	B流域平均雨量	C流域平均雨量
最大	0.845	1.411	1.446

棄却した実績洪水	A流域平均雨量	B流域平均雨量	C流域平均雨量
S450704	0.769	1.360	1.070
S500821	0.944	1.130	0.849
S541017	0.784	1.268	1.329
H020918	0.896	1.238	0.734
H060928	0.762	1.325	1.248
H150807	0.931	1.107	1.020
H161019	0.919	1.101	1.119
H230920	0.802	1.306	1.067
H250914	0.940	1.059	1.154
H260808	0.961	1.084	0.919
H291021	0.875	1.084	1.464
H300820	0.963	1.075	0.946
R010812	0.987	1.053	0.875

赤：アンサンブル予測降雨波形と比較しても、起こり得ないと判断

短時間降雨のチェック

d2PDF等（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（10洪水程度）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、短時間（例えば洪水到達時間やその1/2の時間）の流域平均雨量／継続時間内の流域平均雨量を求める（短時間雨量と継続時間雨量との比率）

予測降雨波形	12時間雨量	6時間雨量
洪水①	0.746	0.553
洪水②	0.539	0.280
洪水③	0.660	0.395
洪水④	0.661	0.336
洪水⑤	0.775	0.514
洪水⑥	0.603	0.334
洪水⑦	0.709	0.410
洪水⑧	0.785	0.581
洪水⑨	0.763	0.504
洪水⑩	0.603	0.345

各短時間の比率の最大値

予測降雨波形	12時間雨量	6時間雨量
最大	0.785	0.581

棄却した実績洪水	12時間雨量	6時間雨量
S450704	0.796	0.531
S500821	0.617	0.365
S541017	0.668	0.514
H020918	0.789	0.565
H060928	0.790	0.537
H150807	0.723	0.405
H161019	0.867	0.706
H230920	0.751	0.412
H250914	0.748	0.415
H260808	0.662	0.441
H291021	0.816	0.541
H300820	0.798	0.590
R010812	0.590	0.317

棄却せず、参考波形として活用

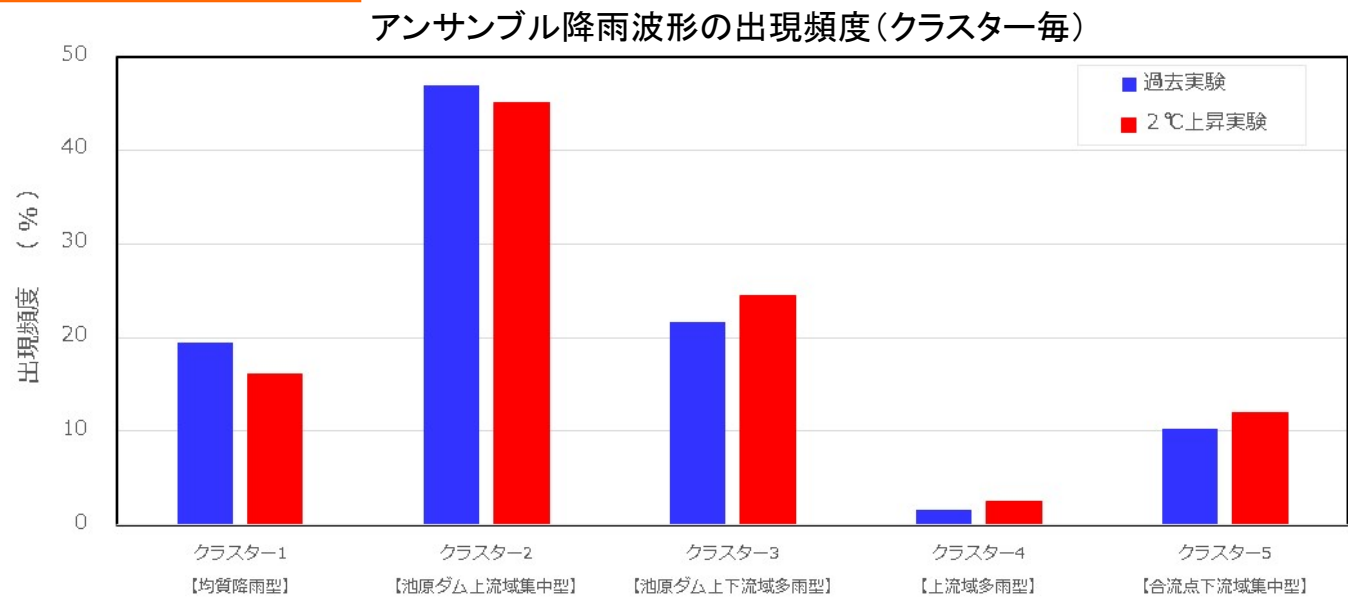
31

- これまで、実際に生じた降雨波形のみを計画対象の降雨波形としてきたが、基本高水の設定に用いる計画対象の降雨波形群は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を考慮する必要がある。
- 気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形がないかを確認するため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて空間分布のクラスター分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないクラスターの確認を実施。
- その結果、主要洪水はクラスター1（均質降雨型）～3（池原ダム上下流域多雨型）と評価されたため、主要洪水に含まれないクラスター4（上流域多雨型）と5（合流点下流域集中型）に該当する降雨波形を将来実験アンサンブル予測から2洪水を抽出する。
- 抽出した洪水の降雨波形を気候変動考慮した1/100確率規模の降雨量まで引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出した。

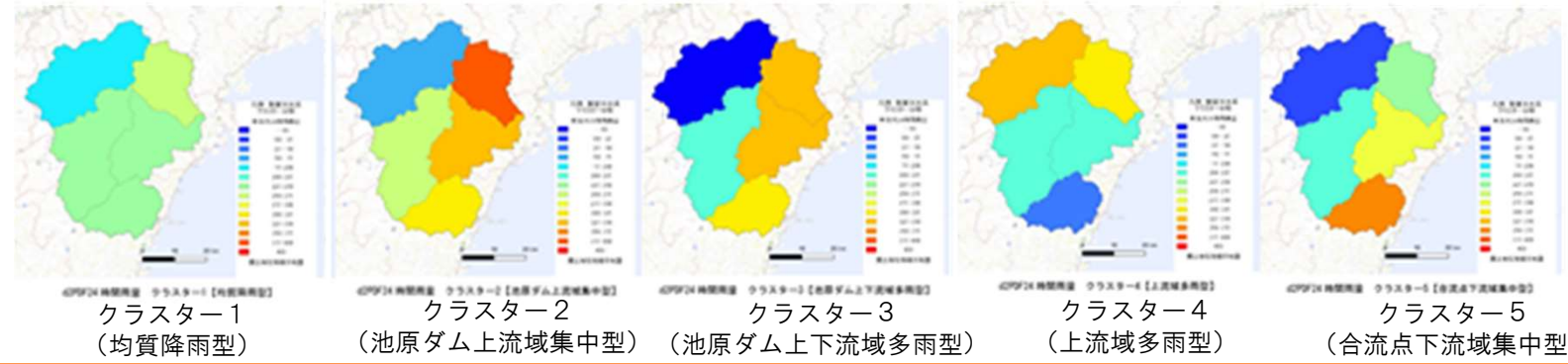
空間クラスター分析による主要洪水群に不足する地域分布の降雨パターンの確認

洪水名	相賀上流域平均			相賀地点 ピーク流量 (m ³ /s)	クラスター 番号
	実績雨量 24hr(mm)	計画雨量 24hr(mm)	拡大率		
主要洪水群					
S43.07	370.1	549.0	1.483	19,600	2
S46.08	295.5		1.858	23,400	2
S57.08	317.8		1.728	23,000	2
H09.07	469.8		1.169	18,900	2
H13.08	467.2		1.175	17,900	3
H16.08	358.0		1.534	18,600	3
H19.07	262.6		2.091	22,600	1
H23.07	479.9		1.144	16,200	3
H27.07	439.6		1.249	19,800	1
クラスター分析により主要洪水群に不足する降雨波形					
20760717	385.4	549.0	1.424	18,400	4
20860929	374.4		1.466	18,700	5

※p30で選定したアンサンブル予測降雨波形10洪水にも、クラスター4、5は含まれない



熊野川のアンサンブル予測雨量による降雨分布のクラスター分析結果



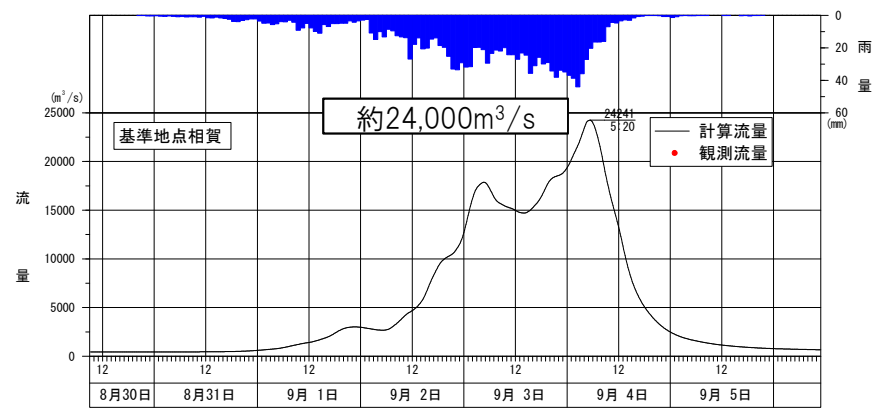
■アンサンブル将来予測降雨波形を対象に、各流域における雨量の流域平均雨量への寄与率を算出し、ユークリッド距離を指標としてワード法によりクラスターに分類。

○平成23年9月台風12号は、8月25日発生したのち、発達しながら北上し、9月3日に上陸した。熊野川流域における流域平均雨量は、8月31日11時から9月4日16時（降雨継続時間102時間）までの総降水量が1,493mmとなり、9月4日の2時から3時の1時間雨量が44mmに達した。

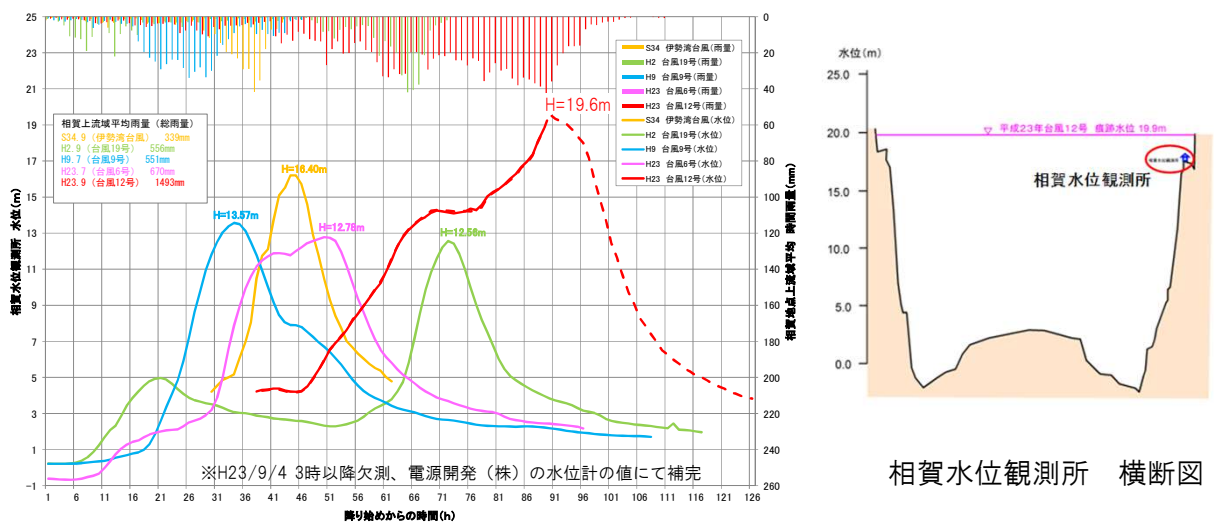
○台風12号がもたらした豪雨により、相賀水位観測所（基準地点）において、観測史上最高の水位（19.60m）を記録する洪水が生じた。

○台風12号による洪水の相賀地点流量は、約24,000m³/sと推定される。

- 平成23年9月台風12号洪水では、相賀地点観測所の水位観測機器が水没し、流量観測を行えなかったため、実績流量が把握できなかった。
- 地点相賀の流量を、十津川流域に位置する二津野ダム及び北山川流域に位置する七色ダムの実績放流量に加え、2ダム下流域（二津野ダム・七色ダム下流域）の流出計算を行うことで算出した。
- 流出計算に使用するダム放流量データ及び雨量データの点検を行った。流出計算は、我が国でこれまで多数の流域で適用実績があり、信頼性のある貯留関数法により行った。
- 上流のダムの洪水調節がない相賀地点流量として、熊野川流域全体を対象とした流出解析を行い、基準地点における流量を約24,000m³/sと推定した。

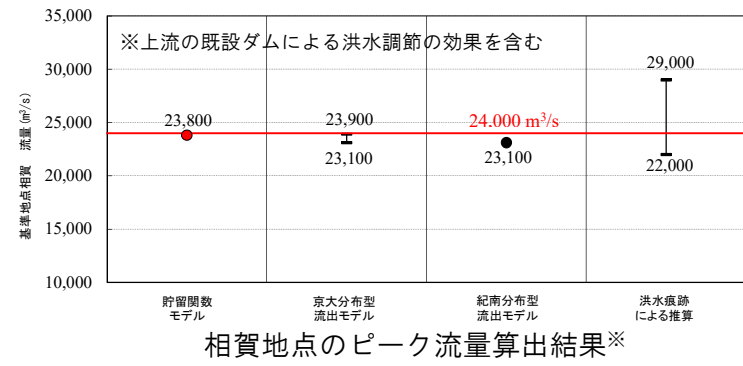


平成23年9月台風12号洪水の流出計算結果（洪水調節がない場合）



■台風12号の相賀地点流量を貯留関数法に加え、分布型モデル、痕跡から推定流量等、様々な分析を行い、総合的に判断し、約24,000m³/sと推定した。

※京大分布型流出モデルは、京都大学の立川教授が台風12号再現用に構築したモデルである。



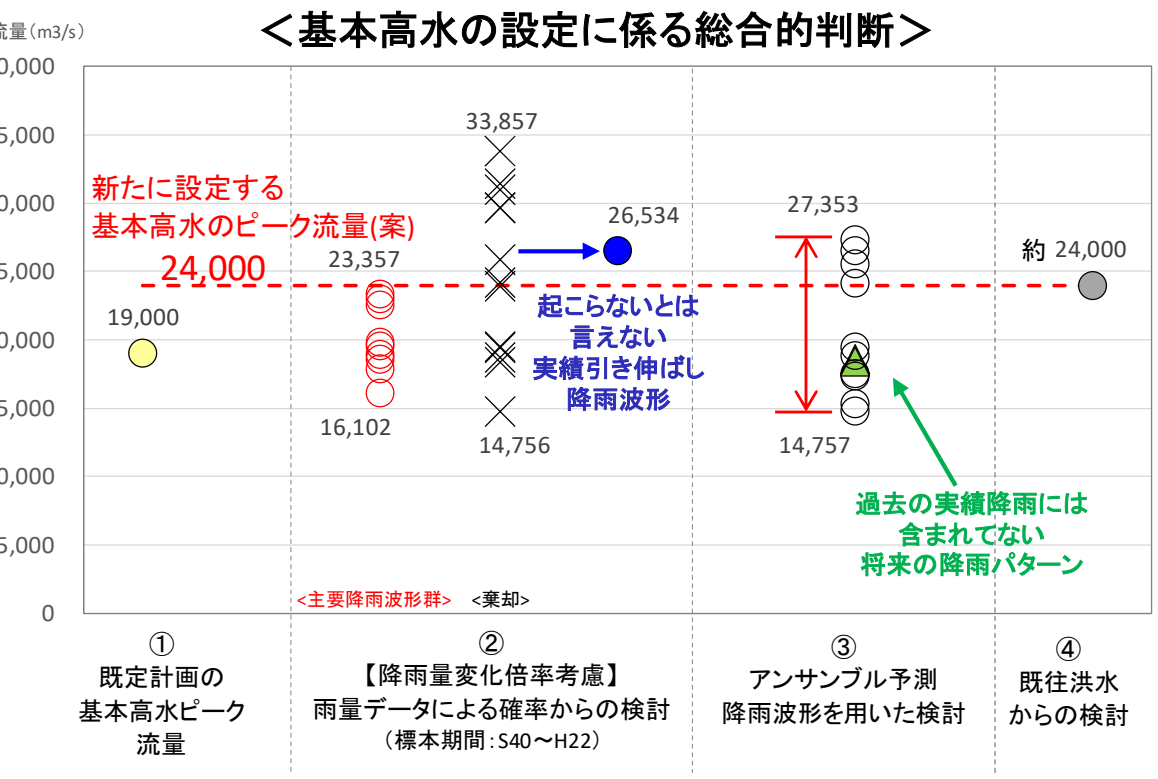
地上雨量のレーダ雨量による補完

■平成23年9月洪水の猿谷ダム～風屋ダムの残流域の地上観測雨量の流出率が大きく1.0を上回り、地上観測所雨量に課題があった。

■レーダ雨量による検証では、流出率は1.0を下回り、地上雨量より妥当性があることが確認された。そのため、猿谷ダムから風屋ダムまでの残流域（流域番号3、4）ではレーダ雨量により補完した。

ダム地点における流入量と降雨量の関係

○ 気候変動による外力の増加に対応するため、気候変動を考慮した雨量データによる確率からの検討、アンサンブル予測降雨波形を用いた検討、既往洪水からの検討から総合的に判断した結果、計画規模1/100の流量は24,000m³/s程度であり、**新宮川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点相賀において24,000m³/sと設定。**



※ ●・▲は整備途上の上下流、本支川のバランスのチェック等に活用

新たに設定する基本高水

河道と洪水調整施設等への配分の検討に用いる主要降雨波形群

S46.8型波形 計画対象降雨の降雨549mm/24h

引伸し率: 1.858

洪水名	実績雨量 (mm/24hr)	拡大率	相賀ピーク流量 (m ³ /s)
S43. 07	370. 1	1. 483	19, 600
S46. 08	295. 5	1. 858	23, 400
S57. 08	317. 8	1. 728	23, 000
H09. 07	469. 8	1. 169	18, 900
H13. 08	467. 2	1. 175	17, 900
H16. 08	358. 0	1. 534	18, 600
H19. 07	262. 6	2. 091	22, 600
H23. 07	479. 9	1. 144	16, 200
H27. 07	439. 6	1. 249	19, 800

※実績雨量を採用した洪水（引き延ばし無し）

洪水名	雨量 (mm/24h)	拡大率	ピーク流量 (m ³ /s)
H23. 09	714. 0	1. 000	約24, 000

【参考】水防法に基づく想定最大降雨

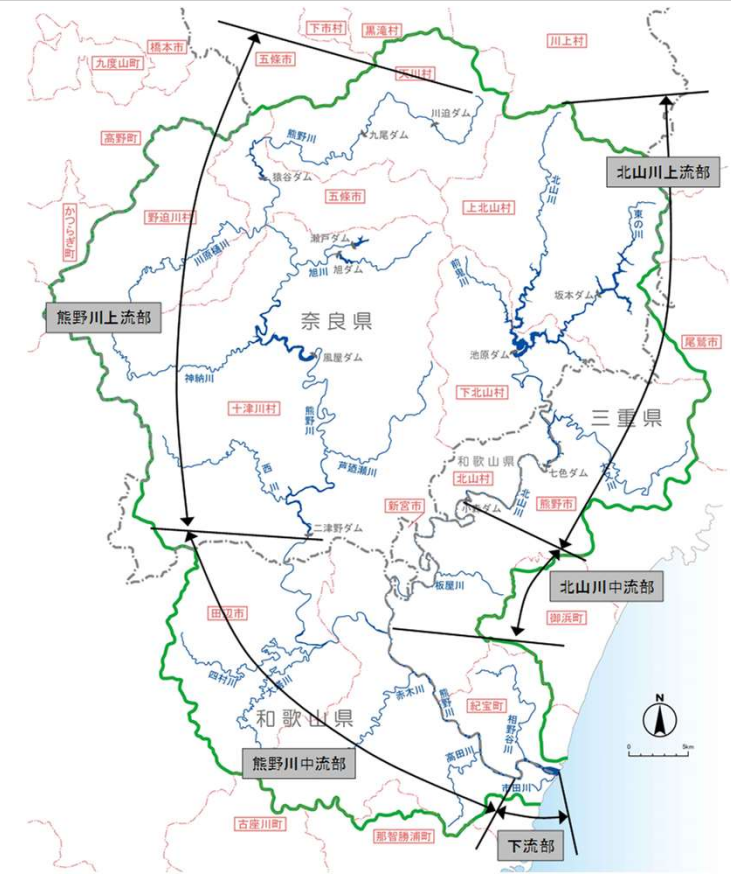
- 雨量：937mm/24h（1/1000確率）
- 基準地点流量：32,000m³/s(H23.9型）

- 【凡例】
- ② 雨量データによる確率からの検討：降雨量変化倍率（2℃上昇時の降雨量の変化倍率1.1倍）を考慮した検討
 - ×：短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水
 - ：棄却された洪水（×）のうち、アンサンブル予測降雨波形（過去実験、将来予測）の時空間分布から見て将来起こ得ると判断された洪水
 - ③ アンサンブル予測降雨波形を用いた検討：計画対象降雨の降雨量（549mm/24h）近傍の10洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる現在気候（1980～2010年）及び将来気候（2℃上昇）のアンサンブル降雨波形
 - △：過去の実績降雨(主要降雨波形群)には含まれていない、将来増加すると想定される降雨パターン

④河川環境・河川利用についての検討

5. 動植物の生息・生育・繁殖環境 概要

- 上流部は、スギ等の植林と源流部にブナ等の天然林が広がる山間部を流れる溪流であり、瀬・淵が連続。
- 中流部は、スギ等の植林が広がる山間部を流れる。熊野川では二津野ダムまで、北山川では小森ダムまで横断工作物がなく、瀬・淵が連続。
- 下流部は、感潮区間となっており、シオクグ等が生育する干潟がみられ、河口には砂州が形成。礫河床には、イドミズハゼ等が生息し、出水時には攪乱をうける礫河原には、イカルチドリ等が生息。



上流部の河川環境：熊野源流～二津野ダム、北山川源流～小森ダム

- 【現状】
- スギ等の植林と源流部にブナ等の天然林が広がる山間部を流れる溪流であり、瀬・淵が連続し、水際には礫河原や岩場がみられる
 - 風屋ダム等のダム群があり、断続的に貯水池を形成
 - 溪流にはアカザ等が生息、源流部の一部にはヤマトイワナ(キリクチ)が生息
 - 礫河原にはカワラハハコやイカルチドリ、河川と連続する岩場にはイワオモダカ等が生息・生育



中流部の河川環境：二津野ダム・小森ダム～感潮区間上流端

- 【現状】
- スギ等の植林が広がる山間部を流れ、熊野川では河口から約50kmに位置する二津野ダムまで、北山川では小森ダムまで横断工作物がなく、瀬・淵が連続し、礫河原や岩場がみられる
 - アユ、カマキリ等の多くの回遊種が生息し、流速の速い瀬にはアユの産卵環境となっている
 - 礫河原にはイカルチドリ、河川と連続する岩場にはキイジョウロウホトギス等が生息・生育



下流部の河川環境：感潮区間上流端 5.0k～河口

- 【現状】
- 熊野川は感潮区間となっており、河口が砂州により狭められていることから、塩分濃度が低い。河床は礫質が主体の環境で、干潟、礫河原が各所にみられ、干潟の一部には泥質が主体のワンドがある
 - 干潟にはシオクグ等が生育し、低塩分域の汽水域かつ礫河床に生息するイドミズハゼ等が生息
 - 出水時に攪乱をうける礫河原には、イカルチドリ、カワラバッタ、カワラハハコ等が生息・生育
 - 支川相野谷川は、河床は砂が主体で、瀬にはアカザ、淵にはスナヤツメ、抽水植物が生育する緩流域にはミナミメダカ等が生息、湿地にはタコノアシが生育



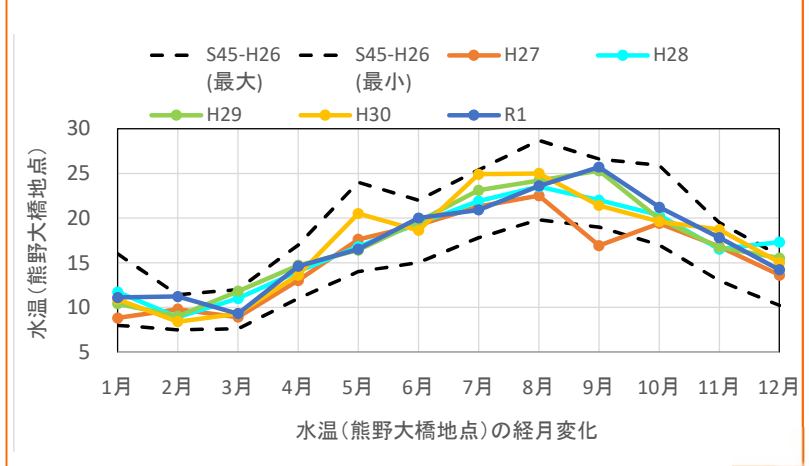
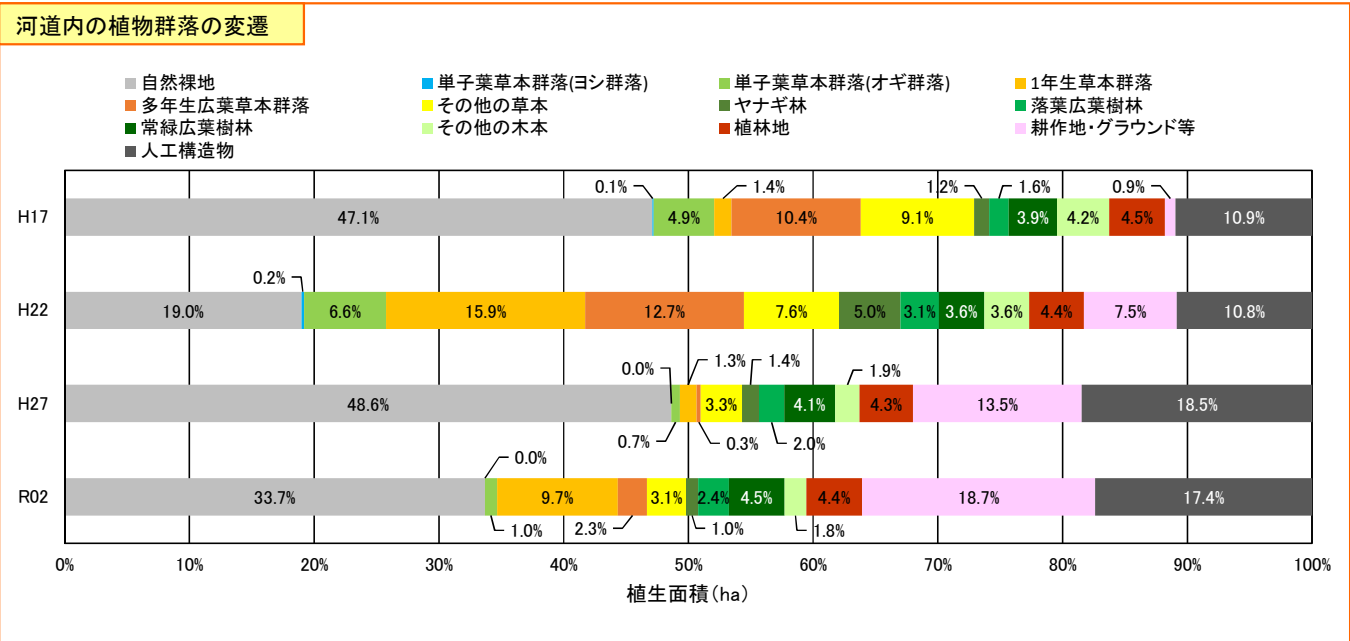
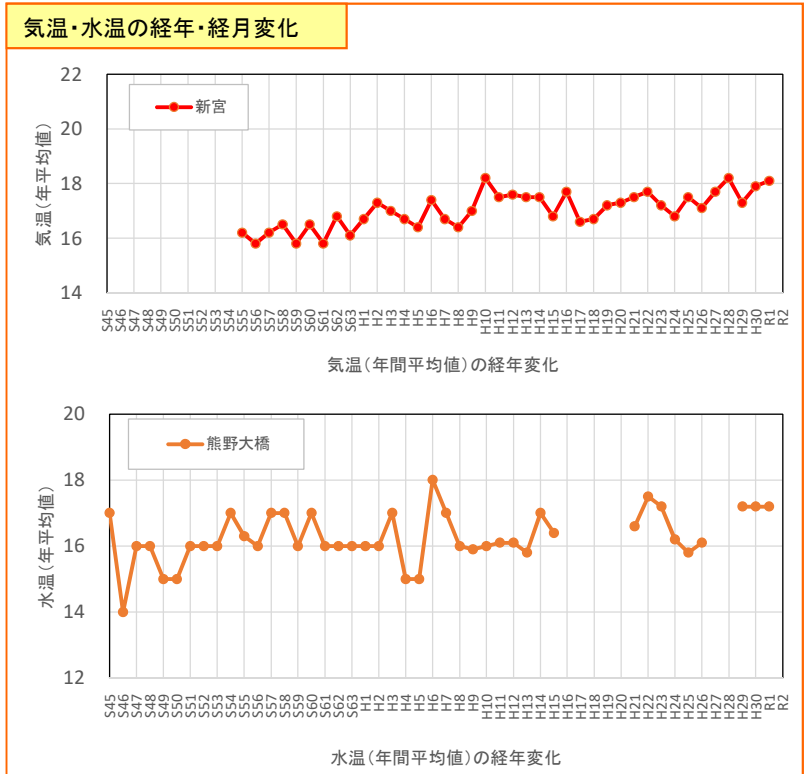
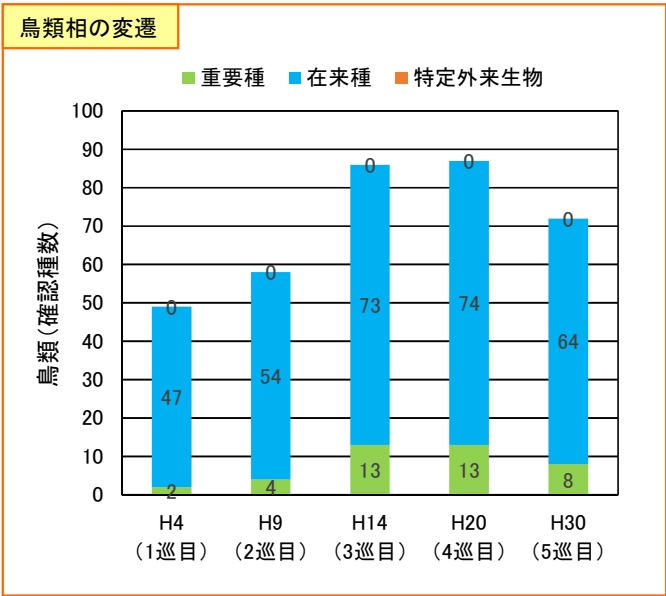
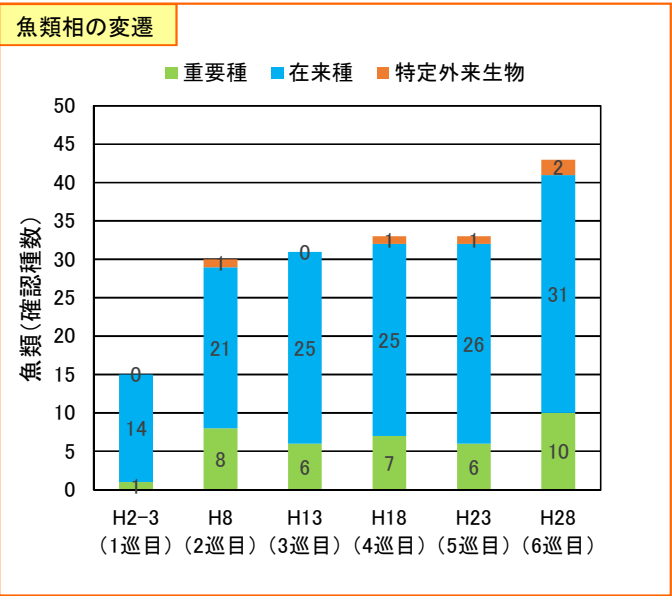
河川の区分と自然環境			
区分	上流部	中流部	下流部
区間	源流～二津野ダム・小森ダム	二津野ダム・小森ダム～感潮区間上流端5.0k	感潮上流端 5.0k～河口
地形	山地	山地	山地・平地
特性	溪流環境、ダム湖	瀬・淵、河原	感潮区間、干潟
河床材料	礫主体	礫主体	礫主体
勾配	1/20～1/400	1/600～1/1,000	1/1,000
植物相	ブナ林、スギ植林、イワオモダカ、カワゼンゴ、カワラハハコ	スギ植林、キイジョウロウホトギス	カワラハハコ、シオクグ
動物相	ヤマトイワナ(キリクチ)、アカザ、カワヨシノボリ、アブラハヤ、カジカガエル、イカルチドリ、カワラバッタ	アユ、カマキリ、ウツセミカジカ(回遊型)、イカルチドリ	イドミズハゼ、アシシロハゼ、サギ類、カモ類、イカルチドリ、カワラバッタ



○鳥類は最新の調査で確認種が減少したが、魚類・鳥類は全体的には増加傾向にある。特定外来生物は、魚類でブルーギル、オオクチバスが確認されている。

○植物群落は、H23出水以降、草地等が減少、自然裸地が増加した状態にある。

○新宮川水系直轄区間の水温は、若干上昇しているが、現在のところ動植物に目立った変化は見られない。



5. 動植物の生息・生育・繁殖環境 河道内の変遷

- 下流部(直轄管理区間:0.0～5.2k)は感潮区間であり、河口砂州の存在により低塩分の汽水域となっている。
- 交互に州が形成され、出水等のたびに形状等が変化し、植生は消失・再生を繰り返している。
- 平成23年9月(台風12号)洪水では、河口砂州の形状変化がみられた。その上流の干潟では植生の消失がみられたが、現在では再生している。



- H9.7 台風9号
- H13.8 台風11号
- H15.8 台風10号
- H16.8 台風11号
- H12～15 高潮堤整備
- H15 堤防強化
- H16～ 地震・津波対策
- 植生は消失・再生を繰り返している
- H23.9 台風12号
- H23～28 甚災害対策特別緊急事業
- H29～ 緊急対策特別区間の指定による河川改修



新宮川水系

- 人と河川との豊かな触れ合いの場、景観

【対応】

- 水辺における自然的利用のニーズを踏まえ、自然環境との調和を図りつつ、適正な河川利用の促進に努める
- 世界遺産に代表される文化・歴史に配慮した水辺空間の保全に努める



【対応】
■下水道等の関連事業、関係機関、河川協力団体、地域住民等との連携を図り、現状の水質を維持するとともに、更なる水質の向上を図る



- 相賀地点における流水の正常な機能を維持するために必要な流量は、2月から6月及び10月16日から11月までの期間では概ね12m³/s、7月から10月15日及び12月から1月の期間では概ね10m³/sとし、変更しない。
- 熊野川における既得水利は、相賀地点から下流において、工業用水として約1.50m³/s、水道用水として約0.33m³/s、合計約1.83m³/sである。
- 相賀地点における過去55年間(昭和36年～令和元年)の平均渇水流量は約32m³/s、平均低水流量は約57m³/sであり、流況は大きく変化していない。

正常流量の基準地点

基準地点は以下の点を勘案して相賀地点(10.6km地点)とする。

- ① 過去の水文資料が長期間にわたり備わっている。
- ② 流域の主たる水道用水・工業用水の取水地点の上流であり、必要な流量の管理・監視が行える。

流況

単位: m³/s

流況	熊野川 相賀 (現況 通年)			
	最大値	最小値	平均値	W=1/10
豊水流量	271.81	74.70	147.11	93.67
平水流量	154.64	38.70	87.68	57.50
低水流量	103.14	24.60	56.89	28.22
渇水流量	60.94	10.77	31.63	13.78
統計期間	昭和36年～令和元年の55年間 (平成2、18、23、24年欠測) W=1/10: 第5位/55年			

➢ 河口から、5.0km付近までは感潮区間で潮位の影響を受けるため、熊野川の低水管理地点は、潮位の影響を受けない相賀(10.6km)で行っている。

➢ 現況流況で平均低水流量56.89m³/s、平均渇水流量31.63m³/sとなっている。

正常流量の設定

● 期間: 2月～6月・10月16日～11月

正常流量(11.10m³/s) = 維持流量(9.80m³/s) + 水利流量(1.83m³/s) - 支川流入量(0.53m³/s)

維持流量(9.80m³/s): 動植物の生息・生育・繁殖環境からの必要流量

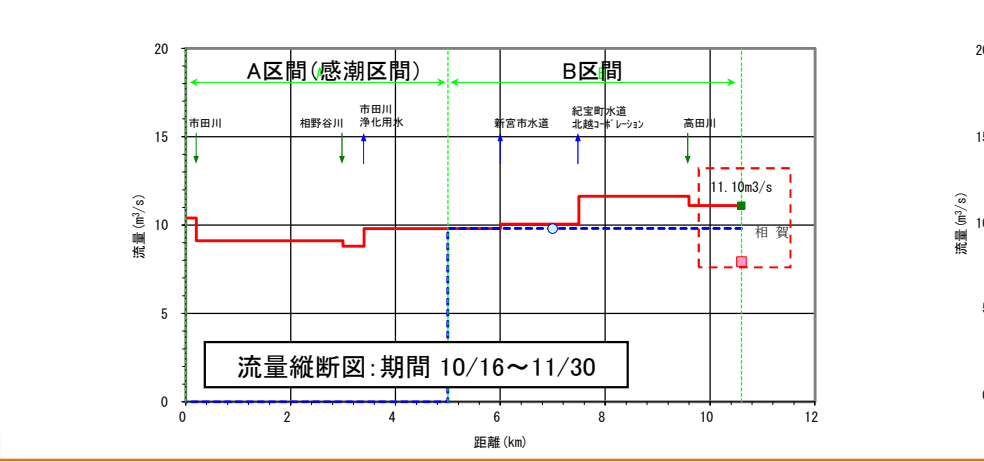
水利流量(1.83m³/s): 新宮市水道・紀宝町水道・製紙工場の取水

● 期間: 7月～10月15日・12月～翌1月

正常流量(9.24m³/s) = 維持流量(7.94m³/s) + 水利流量(1.83m³/s) - 支川流入量(0.53m³/s)

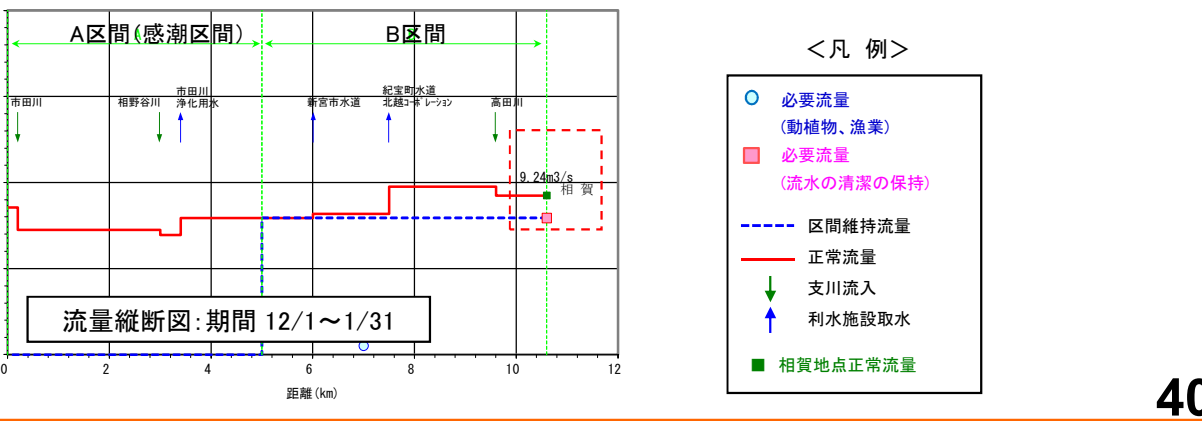
維持流量(7.94m³/s): 流水の清潔の保持からの必要流量

水利流量(1.83m³/s): 新宮市水道・紀宝町水道・製紙工場の取水



維持流量の設定

検討項目	決定根拠等
①「動植物の生息・生育・繁殖環境の状況」及び「漁業」	アユ、ウグイ、ニゴイの産卵に必要な水深30cmを確保するために必要な流量
②「景観」	相賀地点下流で眺望点となる橋梁は感潮区間のみ。それより上流の河川景観は、山間部と河原風景で構成され水面幅に大きく依存しない
③「流水の清潔の保持」	渇水時の流出負荷量を現況の流出負荷量より算定し、BODを水深環境基準の2倍以内にするために必要な流量
④「舟運」	観光としての舟運はあるが、上流ダム発電放流の運用と連携した営業を行っているため、対象とはならない
⑤「塩害の防止」	干満の影響はない
⑥「河口の閉塞の防止」	河口閉塞は生じているが、渇水時流量とは別途対策が必要
⑦「河川管理施設の保護」	水位維持の必要な施設はない
⑧「地下水位の維持」	地下水の取水に関する支障の報告はないため、対象とはならない
⑨「人と河川との豊かな触れ合いの確保」	「動植物の生息・生育・繁殖環境の状況」および「流水の清潔の保持」を満足する流量



⑤総合土砂管理

- 荒廃分布(土砂生産域)は、中央構造線に近い流域の北側に位置する十津川流域に多く存在し、平成23年9月洪水時の深層崩壊も多くがこの領域で発生した。
- 河道域では、砂利採取が活発に行われた昭和50年代前半に河床低下が顕著となり、その後若干の河床上昇(堆積)傾向にあった。ただし、平成23年災害後は河床は低下した。
- 十津川流域に位置するダムでは平成23年災害後も災害前の年平均堆砂量を上回る状況にあるが、徐々に減少する傾向が認められる。

土砂生産域

- 紀伊半島大水害(平成23年台風12号出水)によって流域各所で土砂災害が発生し、深層崩壊によって大規模河道閉塞が発生した
- 崩壊箇所は3,000箇所にのぼり、崩壊生産土砂量は約1億m³と推定されている
- 大水害前後の荒廃状況を比較すると、十津川流域において多数の崩壊が発生したことがわかる

崩壊土砂量/崩壊面積(m³/km²)

崩壊密度(個/km²)

十津川流域

河道域

- 直轄区間(0.0~5.2km)において、砂利採取が活発に行われた昭和50年代前半は侵食傾向にあった
- 直轄区間において砂利採取が禁止された昭和52年以降、河床は平衡状態もしくは上昇傾向にあった
- 平成23年災害によって、河床が侵食された
- 平成24年以降、激特緊特事業による河道掘削を実施している

河床変化

河床傾向

ダム域

- 各ダム竣工から令和元年時点までに十津川流域内のダムでは年平均約78万m³、北山川流域内のダムでは約31万m³程度の土砂が堆砂している
- 平成23年堆砂量は、災害以前の期間平均堆砂量を大きく上回り、過去最大の年堆砂量となった

堆砂量(百万m³)

大雨量線図(平成23年9月洪水時)

河道閉塞

大規模斜面崩壊

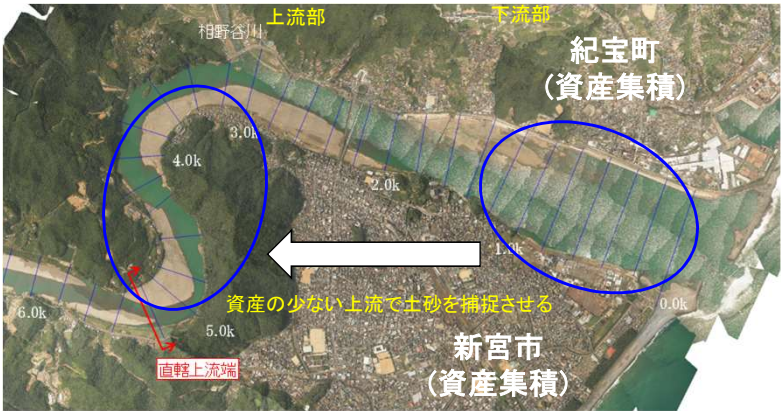
土石流

42

- 河道維持管理に向けて、持続可能でコスト縮減につながる維持掘削のシステムの構築を図り、効果的・効率的な河道維持管理を目指す。
- 濁水及びその長期化については、濁水状況の監視・把握を行うとともに、濁水の改善に必要な流域全体の総合的な取り組みを関係機関と連携・調整を図りながら推進する。
- 治水上の課題、環境上の課題、利活用上の課題等を勘案し、関係機関と連携しつつ、河床材料調査、河床変動調査、海岸変化調査等のモニタリングを実施し、土砂動態のメカニズムを明らかにしていく。

河道維持管理

- 基本方針河道は再堆積の発生が予測されるため、資産が集中する下流部に対する流入土砂の抑制に向けて上流部で維持掘削を実施（固定砂州切欠き）、掘削土砂を有料処分ではなく、民間砂利採取業者による搬出、海岸侵食に対する養浜や地域防災対策などの公共事業へ活用するなどによって持続可能でコスト縮減につながる維持掘削のシステムの構築を図る



陸上掘削
(固定砂州)



水中掘削
(有堤区間)

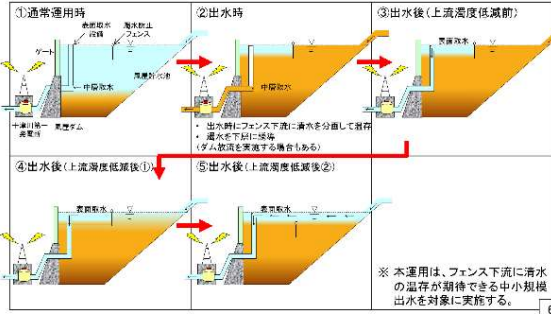
- ◆ 資産が集積する有堤区間に対する流入土砂の抑制
・ 固定砂州切欠き（陸上部での安価な維持掘削）
- ◆ 有堤区間における効率的・効果的な維持掘削計画
・ 継続的かつ効率的な河床状況のモニタリング（マルチビーム測量等）
・ 効果的な維持掘削の実施（水中中部での維持掘削の軽減）



持続可能でコスト縮減につながる維持掘削システム

濁水の発生と長期化

- 風屋ダム及び二津野ダムにおいて、運用改善（発電制限とダムの濁水早期排出、清水貯留）及びダム湖内の施設改良（濁水防止フェンス設置）を実施
- 風屋ダムでは、濁度の低い水を取水できるよう施設改造（平成30年度完成）を行い、現在稼働中
- 流域対策として、国、県による流出源対策と河道内土砂除去もあわせて実施
- 現在、これらの対策の効果を検証しており、災害直後の平成24年度に比べここ数年は河川の濁度が低減傾向にあるものの、短期間の結果であるため、引き続きデータを蓄積し、熊野川の総合的な治水対策協議会において、関係機関と連携し効果を検証していく



風屋ダム 濁水早期排出・清水貯留
(出典：第13回熊野川の総合的な治水対策協議会)



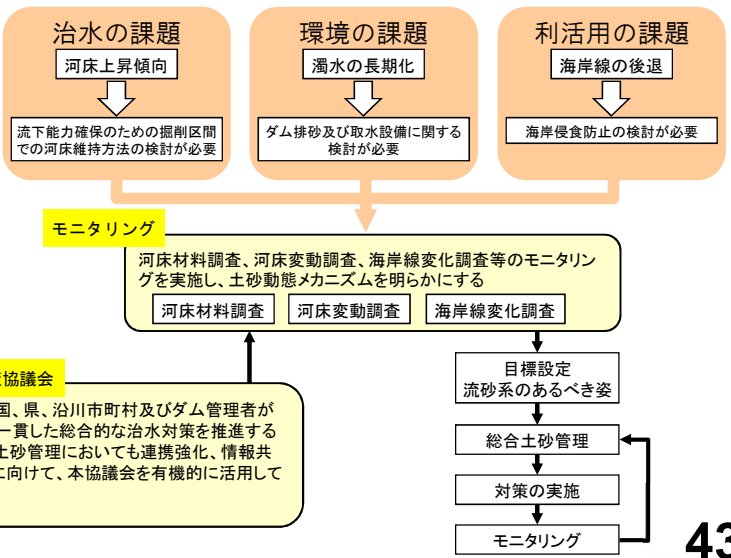
風屋ダム・二津野ダム 濁水防止フェンス
(出典：第14回熊野川の総合的な治水対策協議会)

風屋ダム 取水設備改造
(出典：第14回熊野川の総合的な治水対策協議会)

流域対策
(五百瀬地点 山腹工)

総合的な土砂管理

- 河床材料調査、河床変動調査、海岸変化調査等のモニタリングを実施し、土砂動態のメカニズムを明らかにする
- この結果を踏まえ、流砂系のあるべき姿を設定し、総合土砂計画を策定。これに基づき、関係機関が連携した総合的な土砂管理を推進していく



熊野川の総合的な治水対策協議会
紀伊半島大水害を踏まえて、国、県、沿江市町村及びダム管理者が相互連携を強化し、熊野川の一貫した総合的な治水対策を推進するために設立された。総合的な土砂管理においても連携強化、情報共有及び役割分担等の明確化に向けて、本協議会を有機的に活用していく