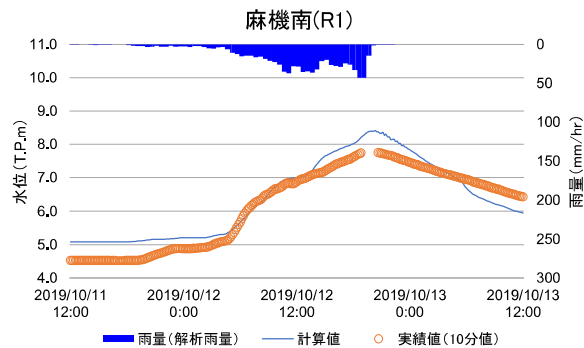
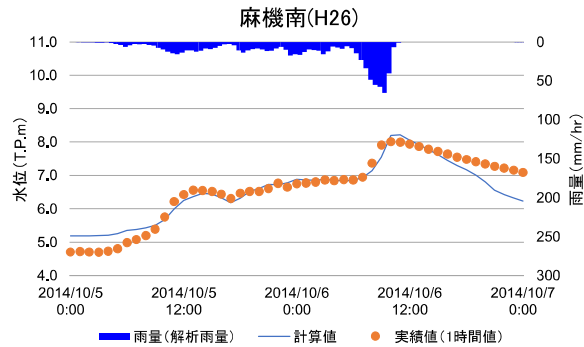


STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、麻機南)

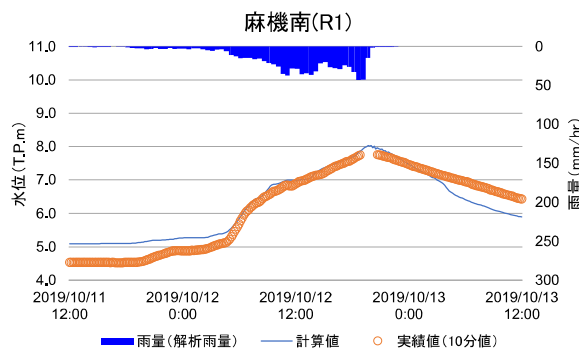
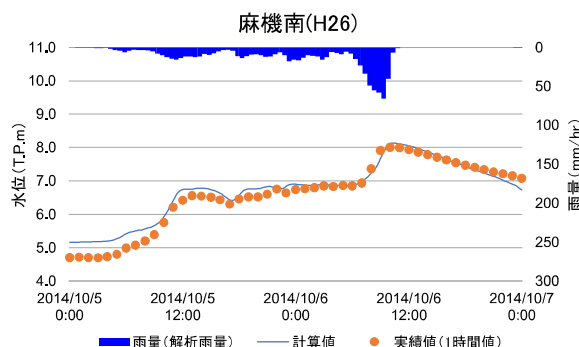
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

巴川中流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.035
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.040
R5.6	0.030	0.032

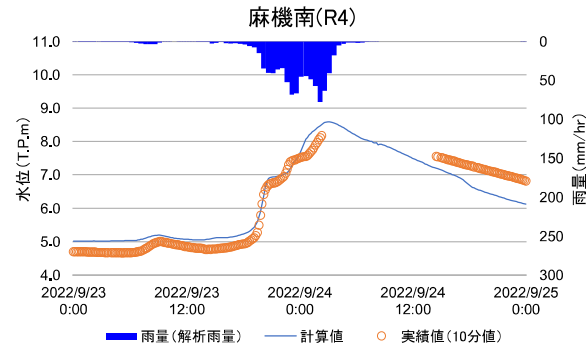
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、麻機南)

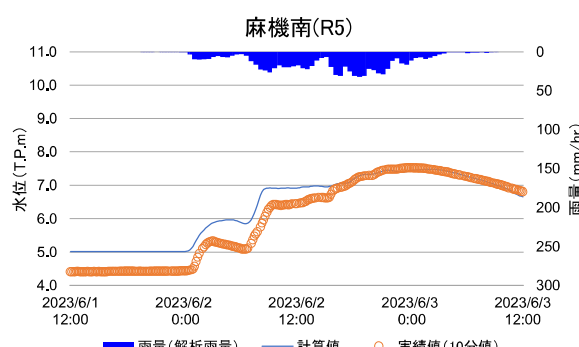
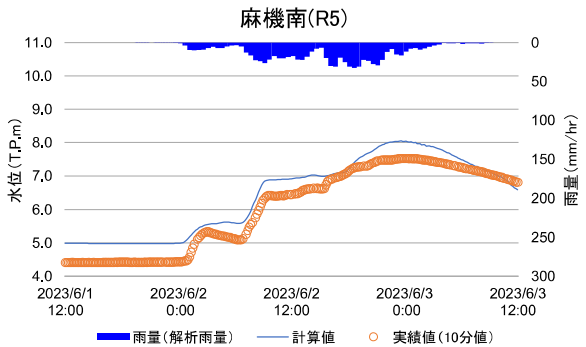
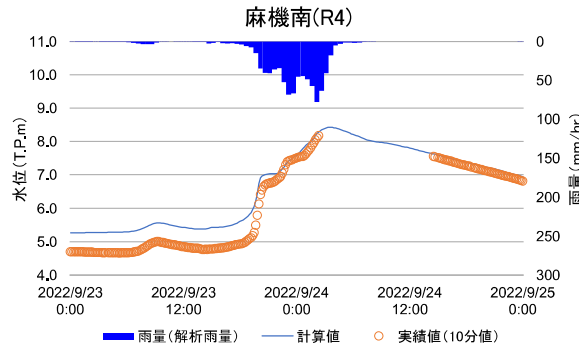
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

区画	デフォルト	調整後
巴川中流	0.030	0.035
H26.10	0.030	0.035
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.040
R5.6	0.030	0.032

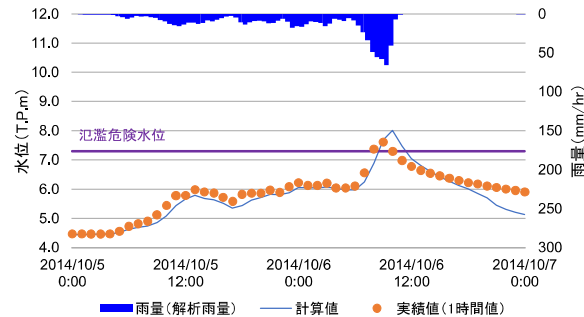
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、上土)

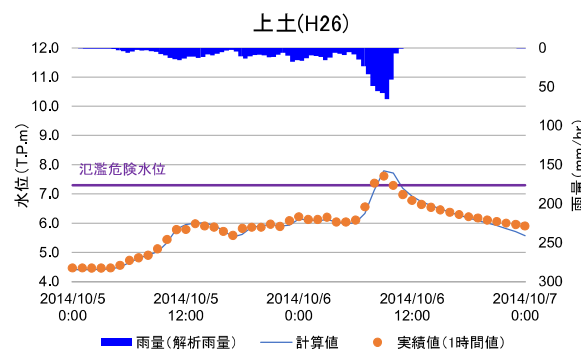
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

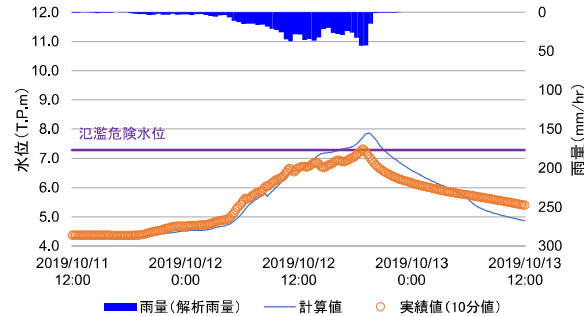
デフォルトパラメータ
上土(H26)



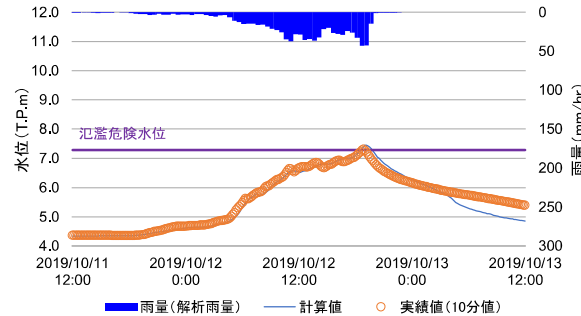
パラメータ調整後
上土(H26)



上土(R1)



上土(R1)



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

巴川中流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.035
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.040
R5.6	0.030	0.032

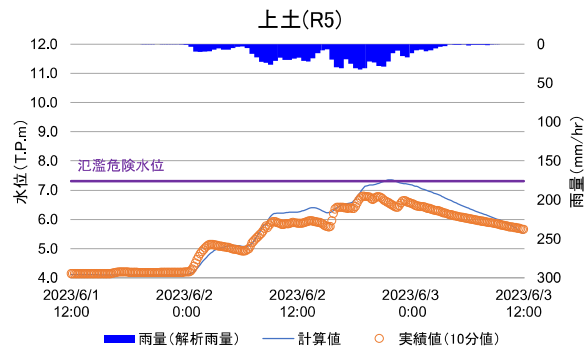
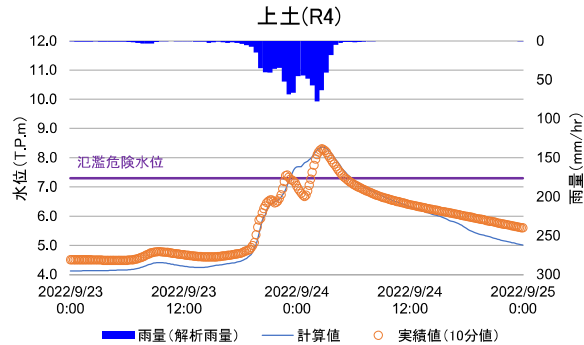
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、上土)

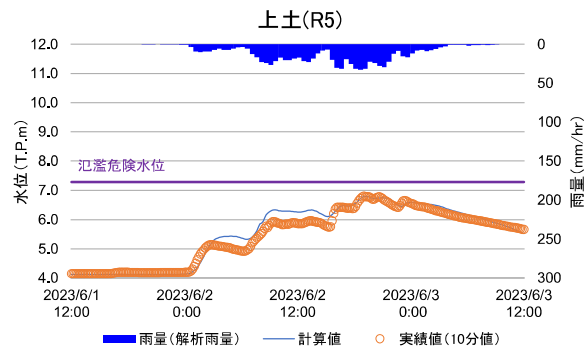
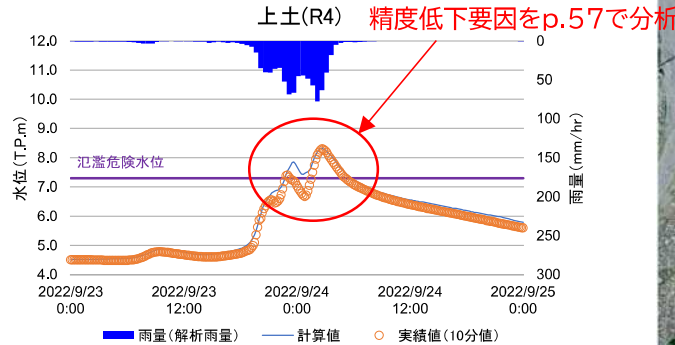
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

区分	デフォルト	調整後
巴川中流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.035
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.040
R5.6	0.030	0.032

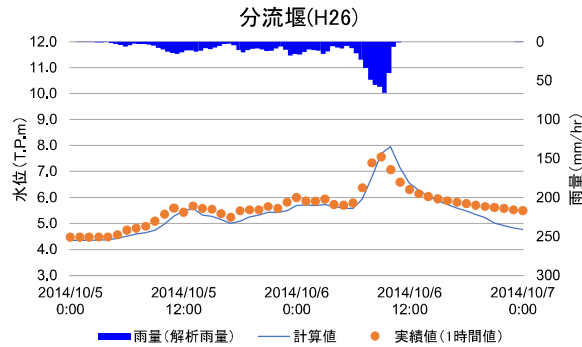
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、分流堰)

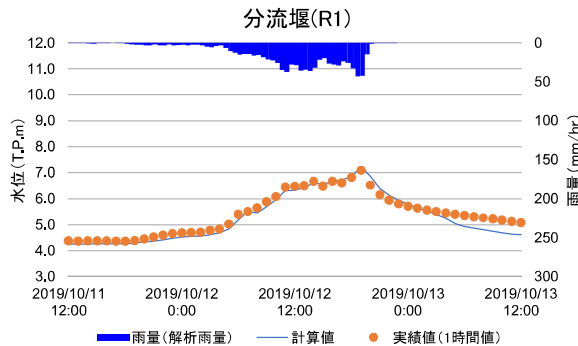
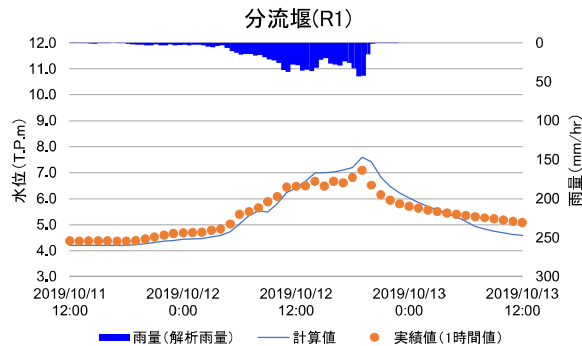
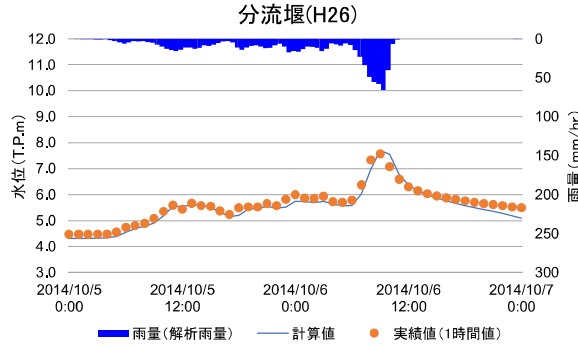
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

巴川中流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.035
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.040
R5.6	0.030	0.032

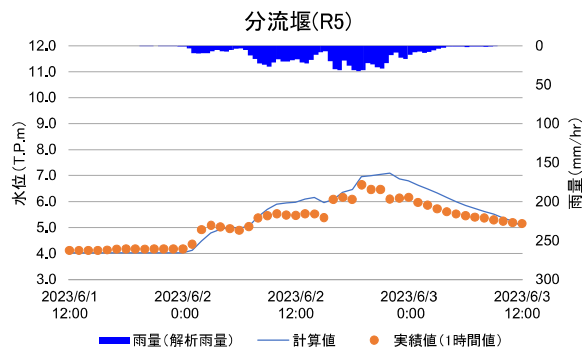
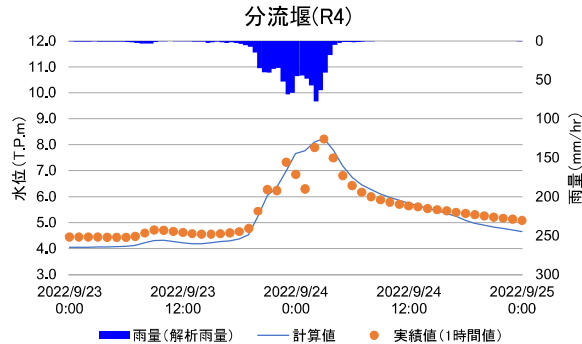
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、分流堰)

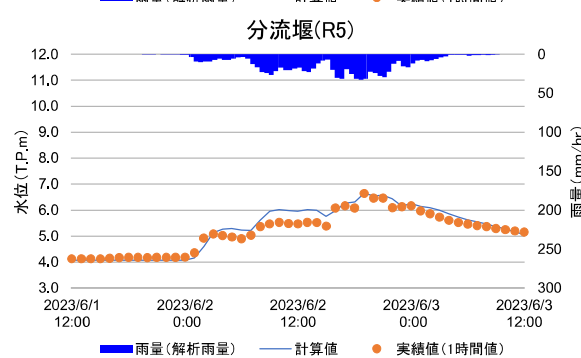
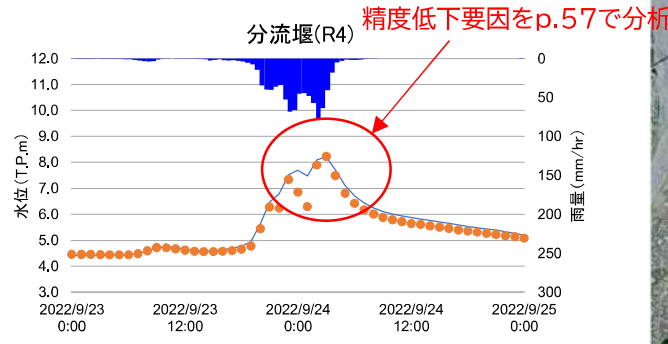
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

	デフォルト	調整後
巴川中流		
H26.10	0.030	0.035
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.040
R5.6	0.030	0.032

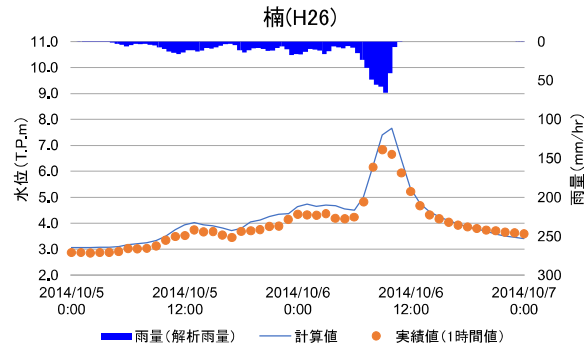
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、楠)

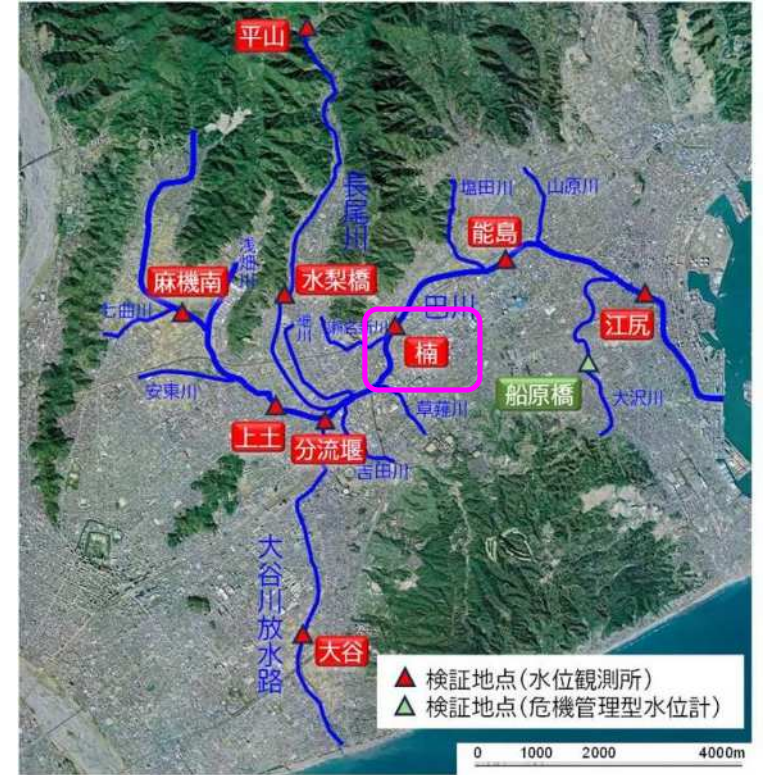
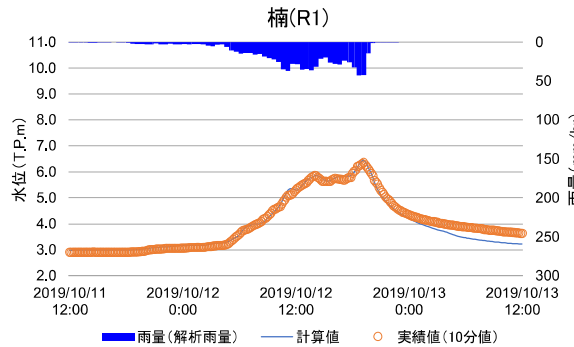
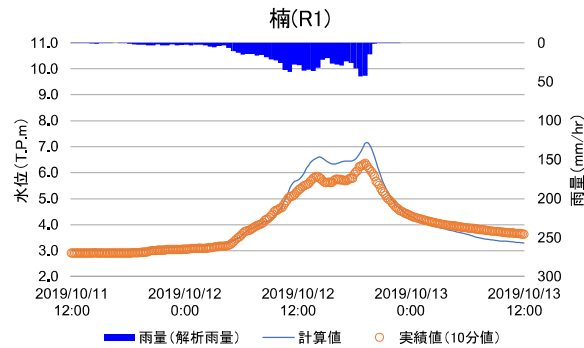
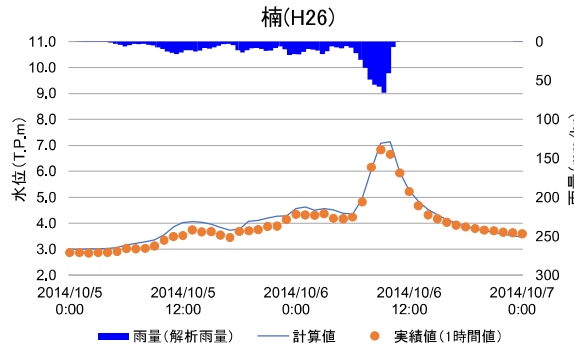
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

区画	デフォルト	調整後
巴川下流		
H26.10	0.030	0.027
R1.10	0.030	0.024
R4.9	0.030	0.033
R5.6	0.030	0.027

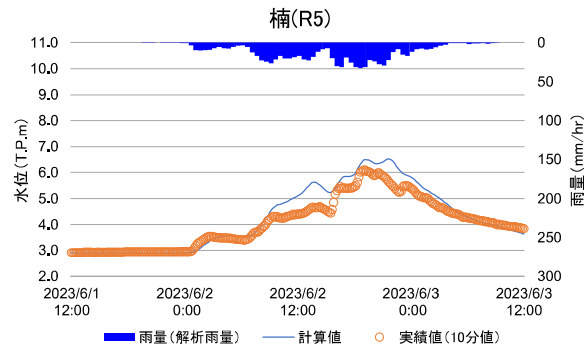
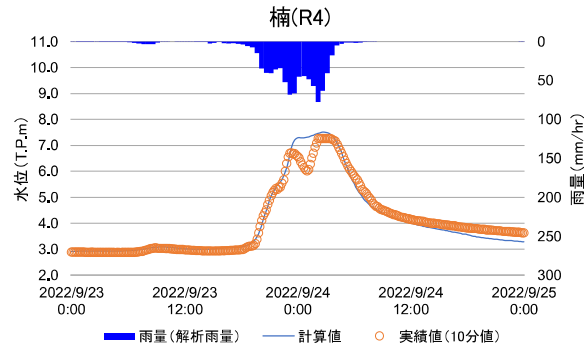
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、楠)

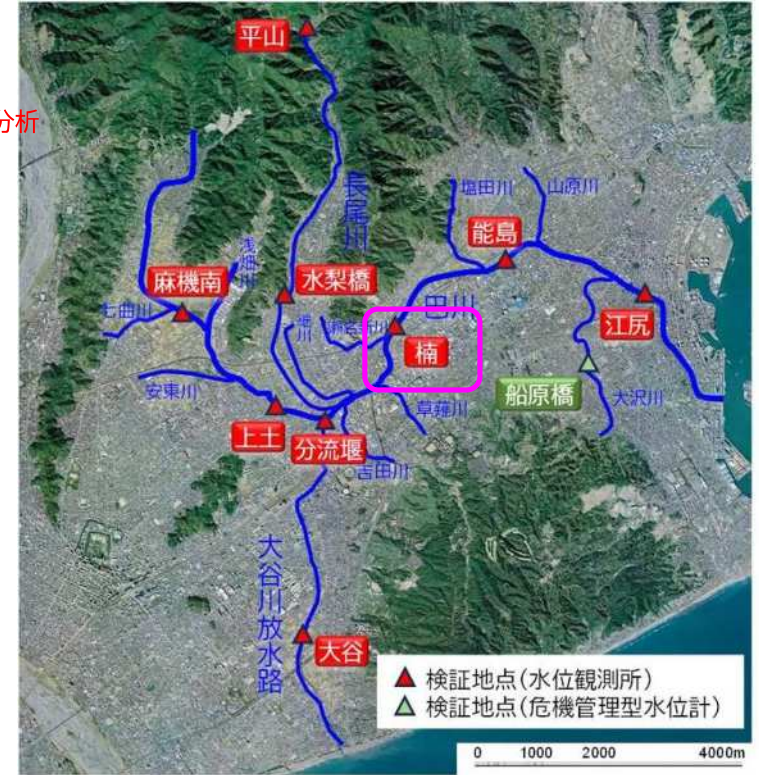
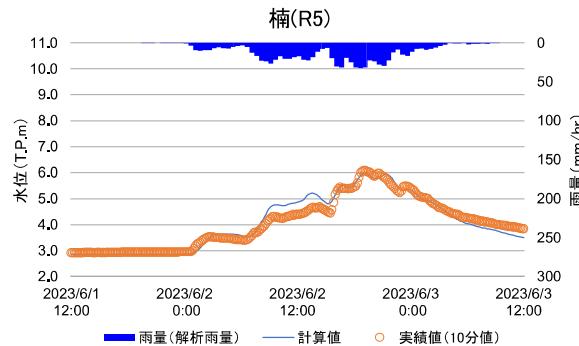
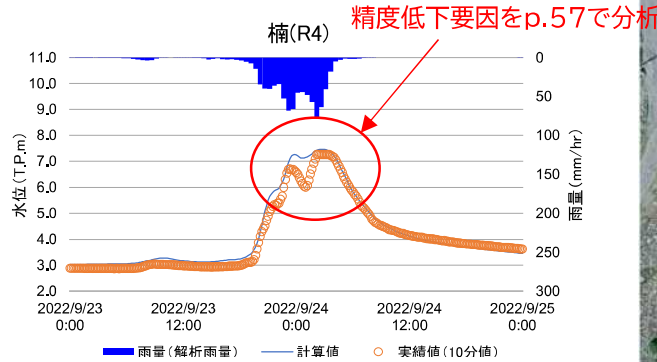
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

巴川下流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.027
R1.10	0.030	0.024
R4.9	0.030	0.033
R5.6	0.030	0.027

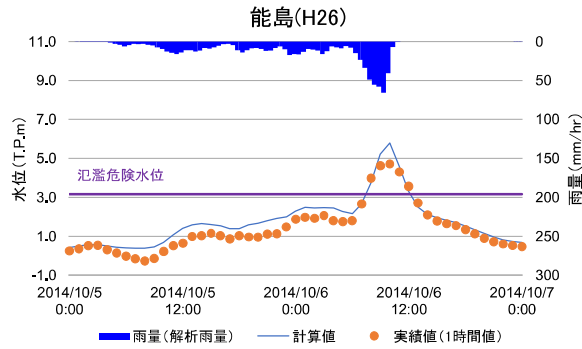
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、能島)

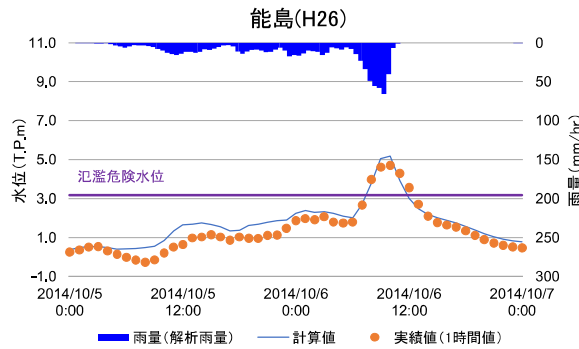
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

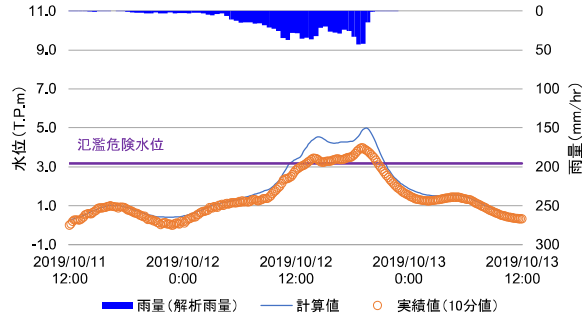
デフォルトパラメータ



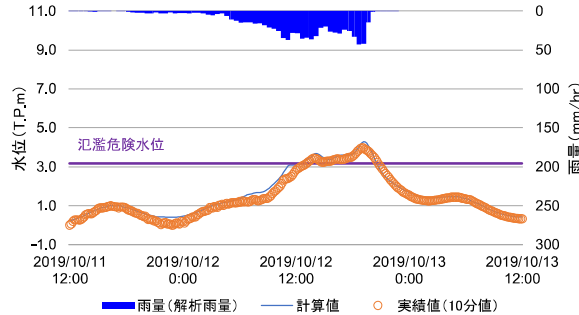
パラメータ調整後



能島(R1)



能島(R1)



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

区画	デフォルト	調整後
巴川下流		
H26.10	0.030	0.027
R1.10	0.030	0.024
R4.9	0.030	0.033
R5.6	0.030	0.027

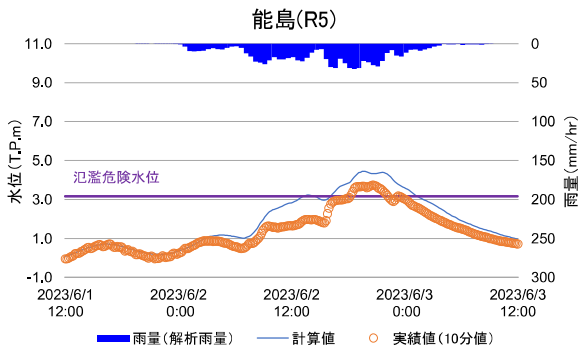
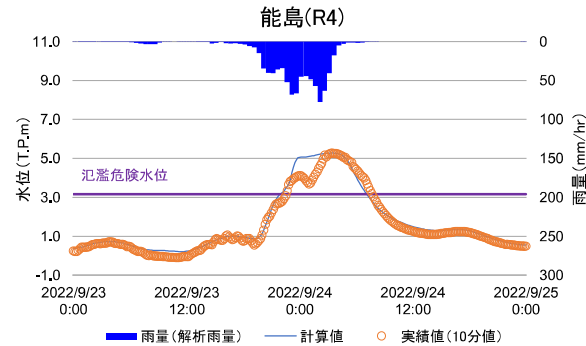
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、能島)

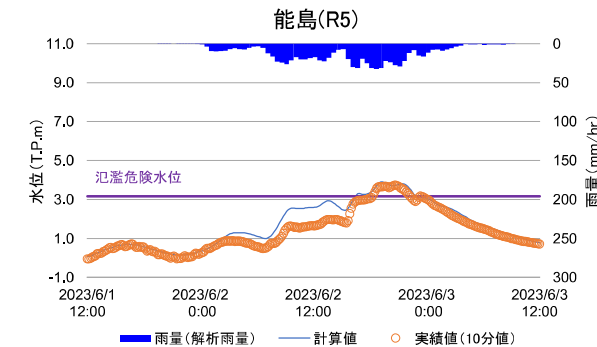
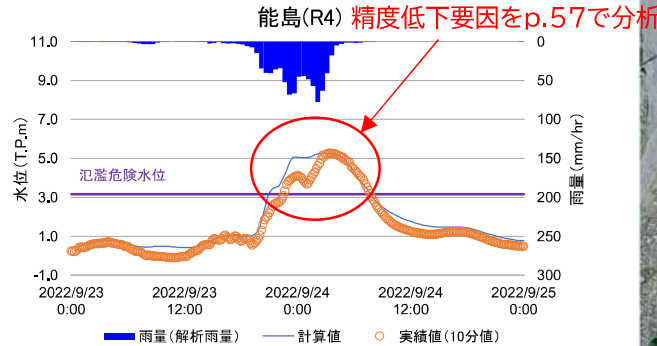
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

巴川下流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.027
R1.10	0.030	0.024
R4.9	0.030	0.033
R5.6	0.030	0.027

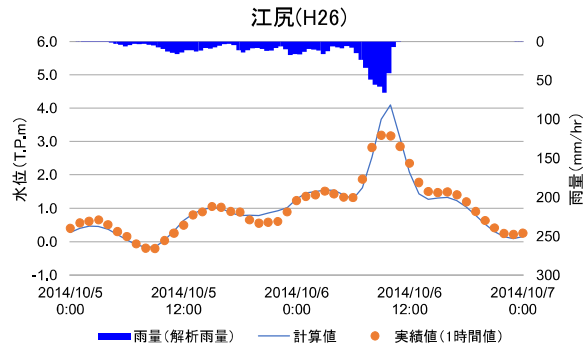
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、江尻)

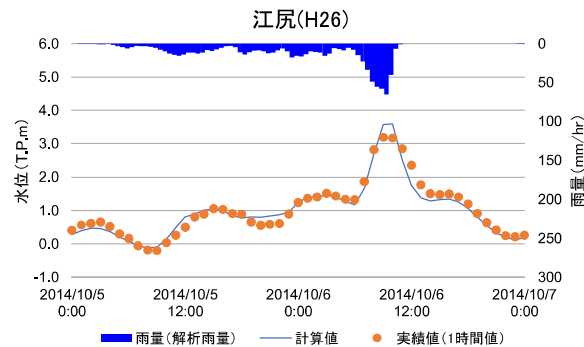
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

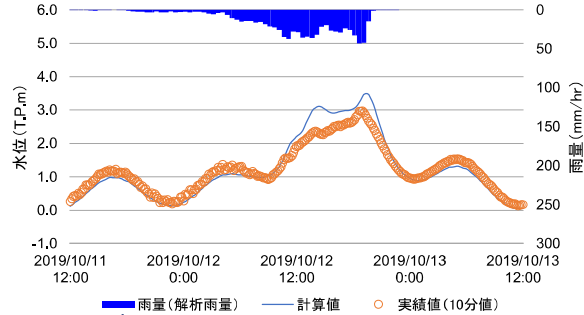
デフォルトパラメータ



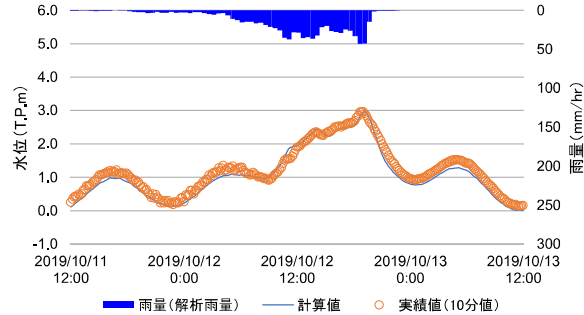
パラメータ調整後



江尻(R1)



江尻(R1)



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

巴川下流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.027
R1.10	0.030	0.024
R4.9	0.030	0.033
R5.6	0.030	0.027

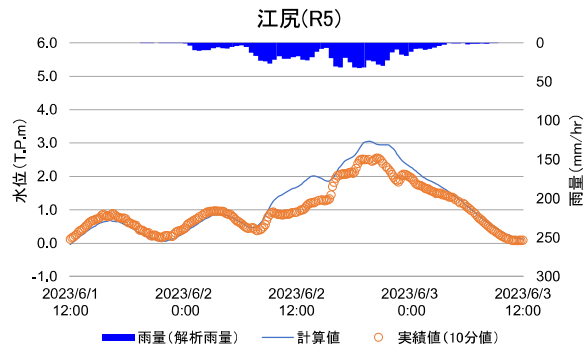
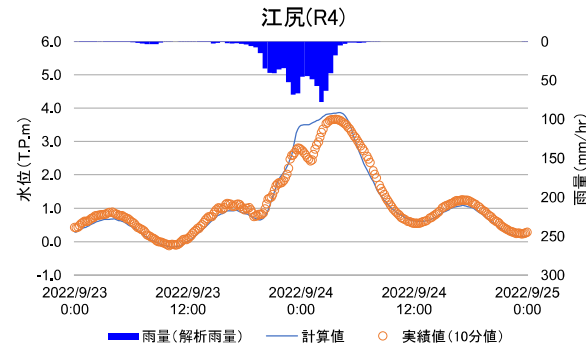
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、江尻)

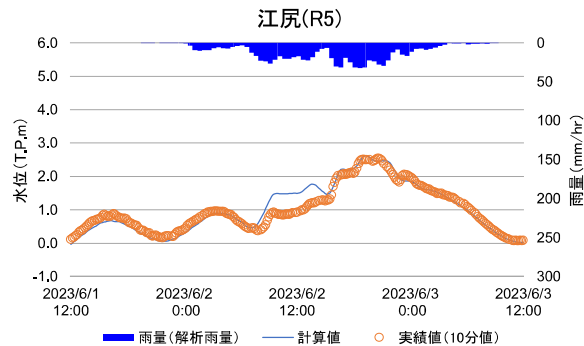
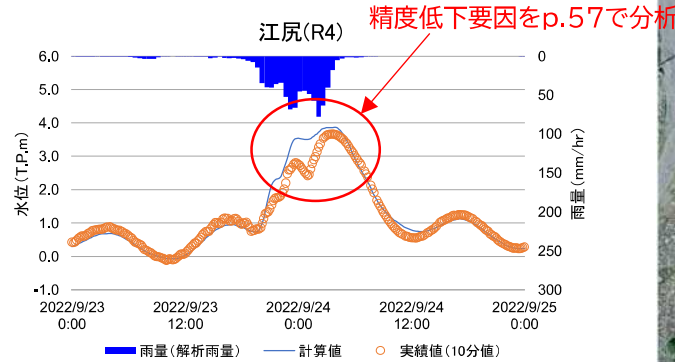
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

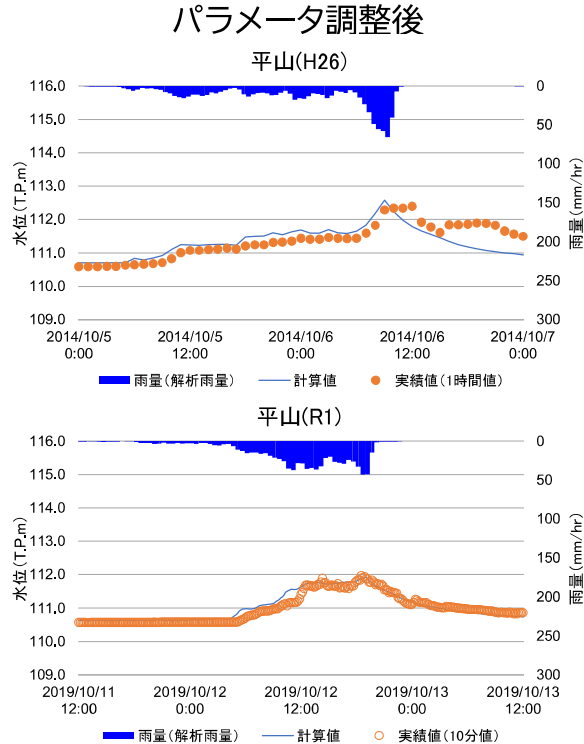
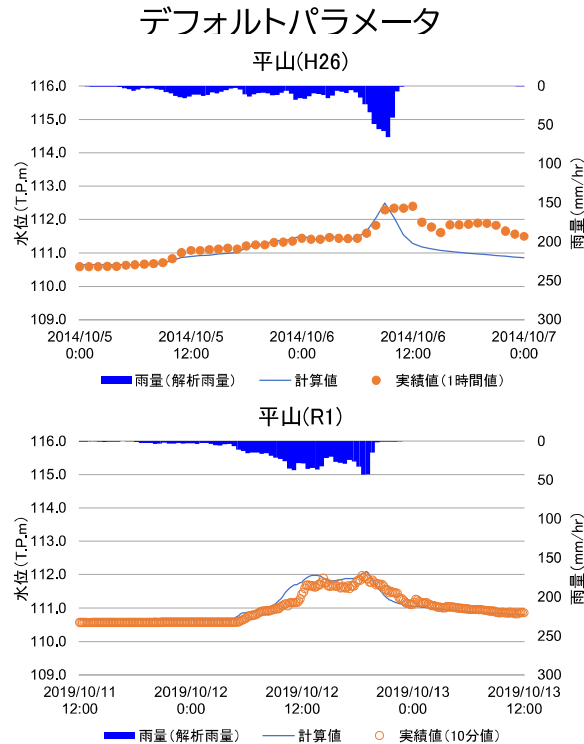
巴川下流	デフォルト	調整後
H26.10	0.030	0.027
R1.10	0.030	0.024
R4.9	0.030	0.033
R5.6	0.030	0.027

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、平山)

- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

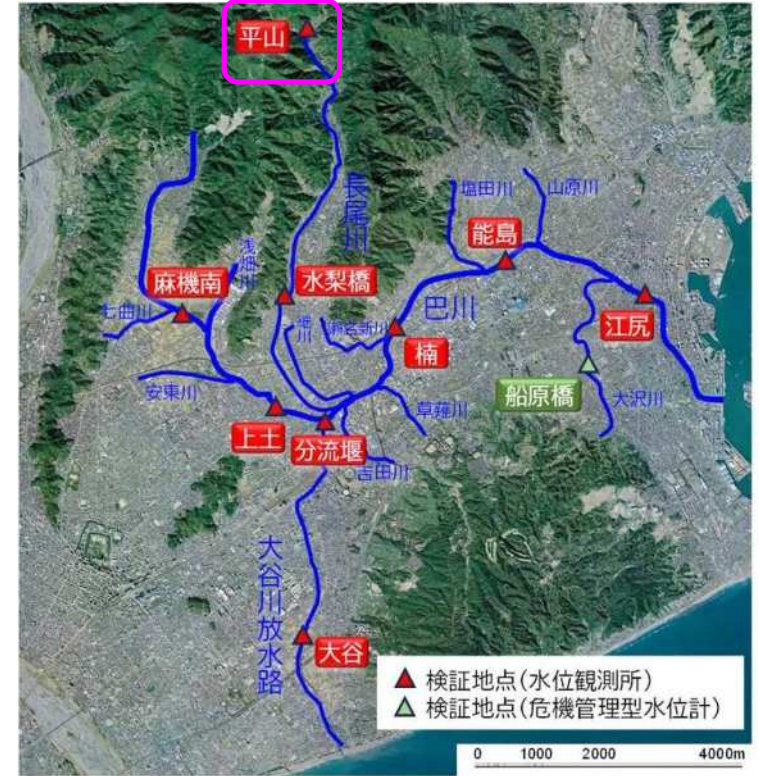
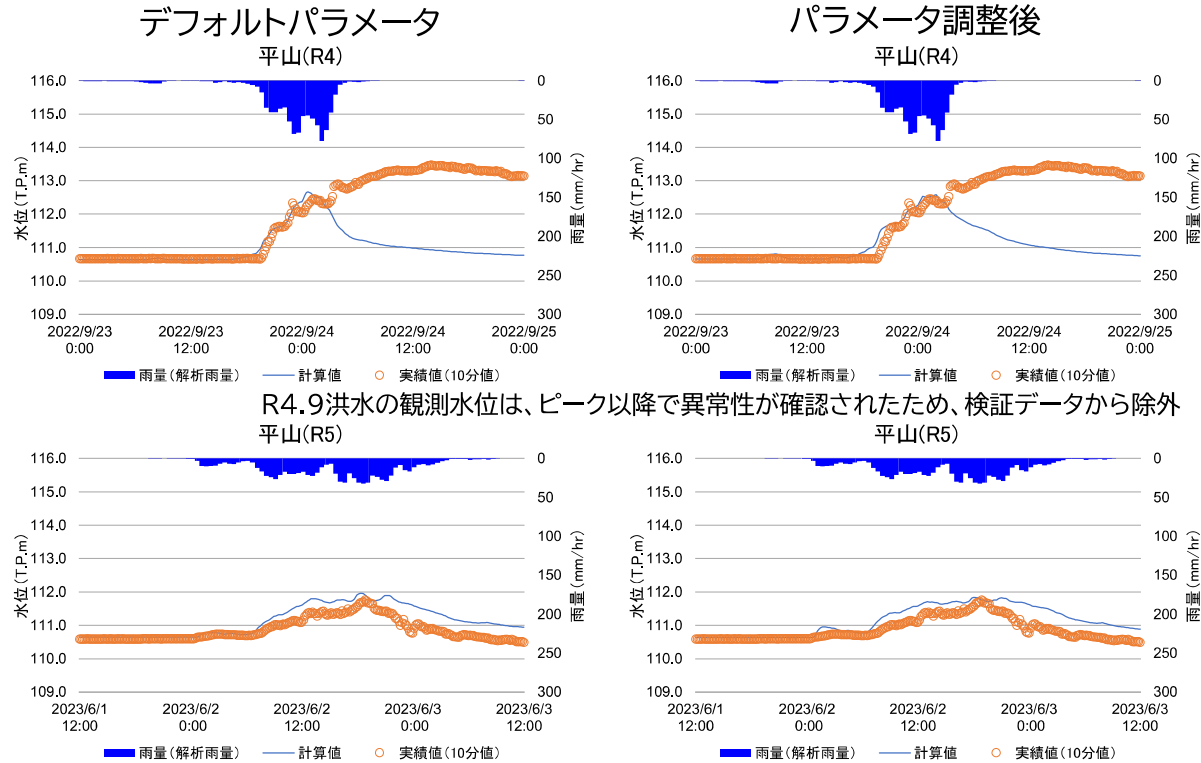
	デフォルト	調整後
長尾川		
H26.10	0.030	0.045
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.034
R5.6	0.030	0.028

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、平山)

- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

	デフォルト	調整後
長尾川		
H26.10	0.030	0.045
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.034
R5.6	0.030	0.028

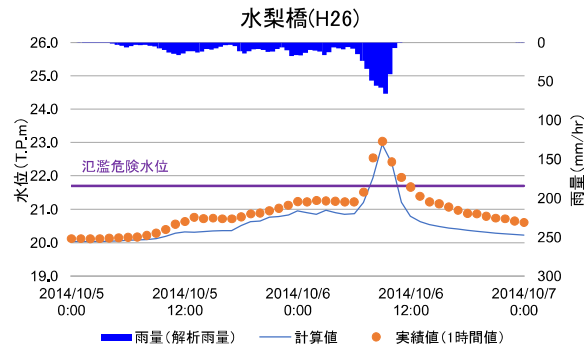
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、水梨橋)

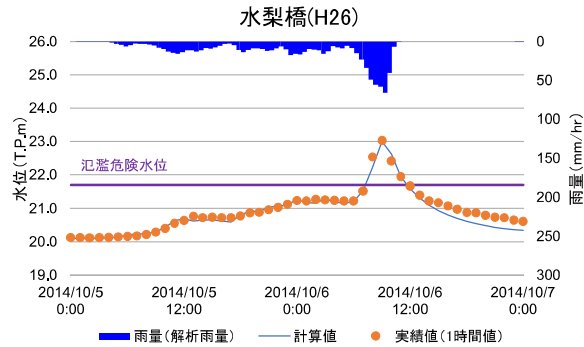
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

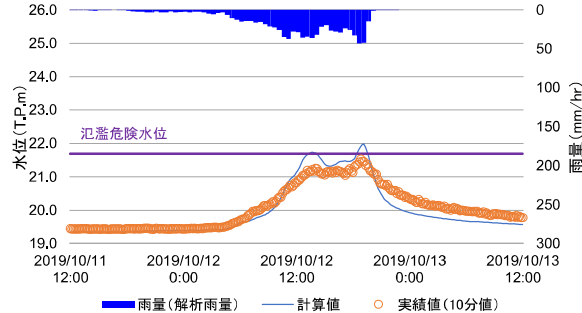
デフォルトパラメータ



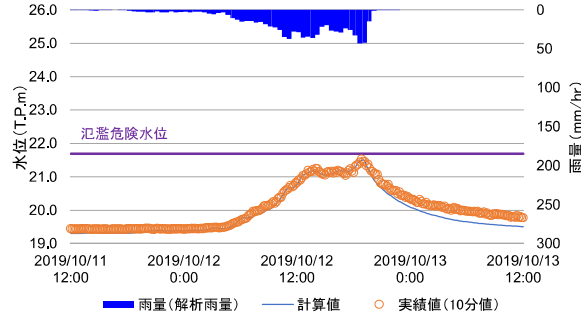
パラメータ調整後



水梨橋(R1)



水梨橋(R1)



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

	デフォルト	調整後
長尾川		
H26.10	0.030	0.045
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.034
R5.6	0.030	0.028

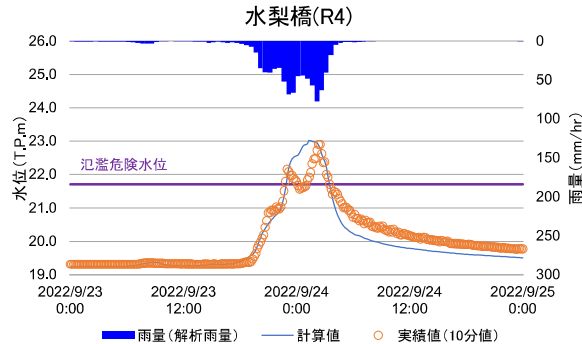
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、水梨橋)

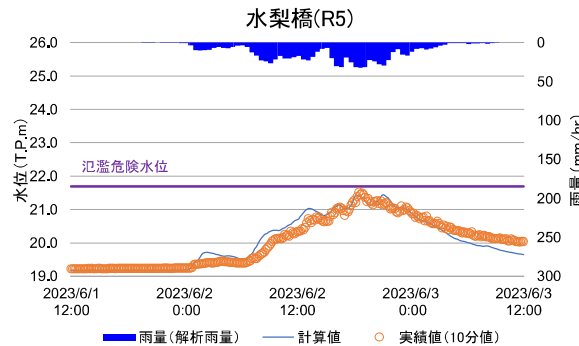
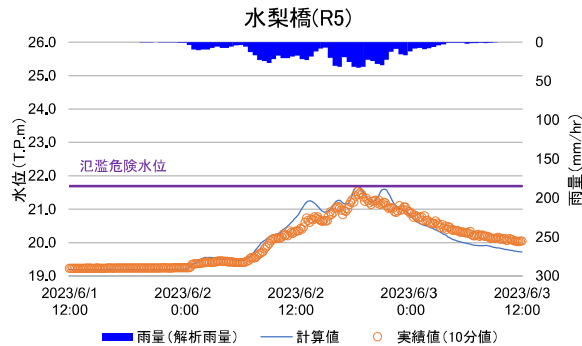
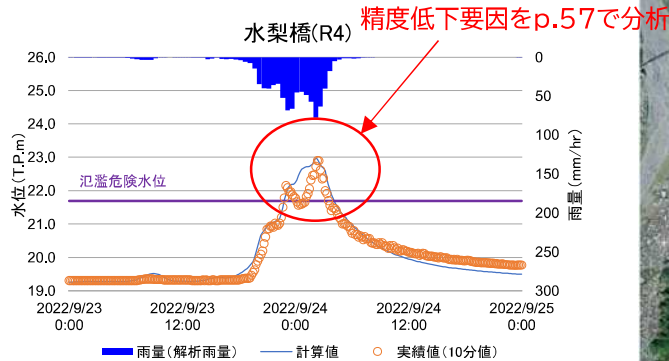
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

	デフォルト	調整後
長尾川		
H26.10	0.030	0.045
R1.10	0.030	0.025
R4.9	0.030	0.034
R5.6	0.030	0.028

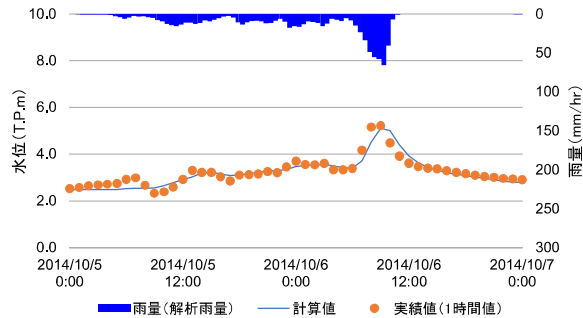
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、大谷)

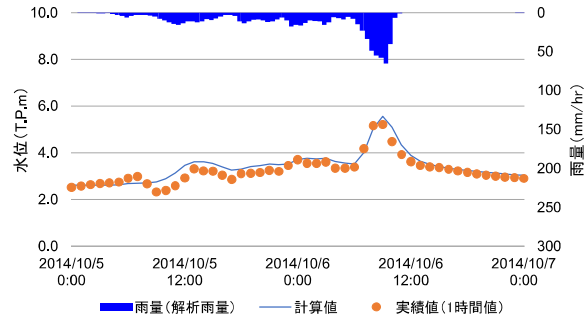
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

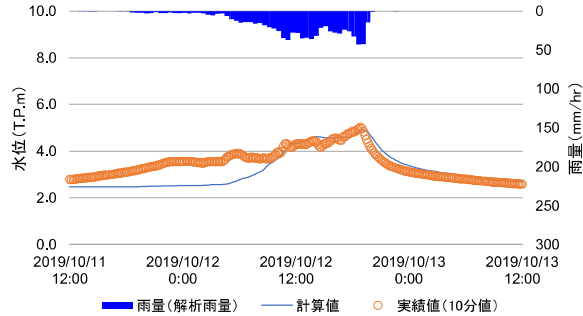
デフォルトパラメータ
大谷(H26)



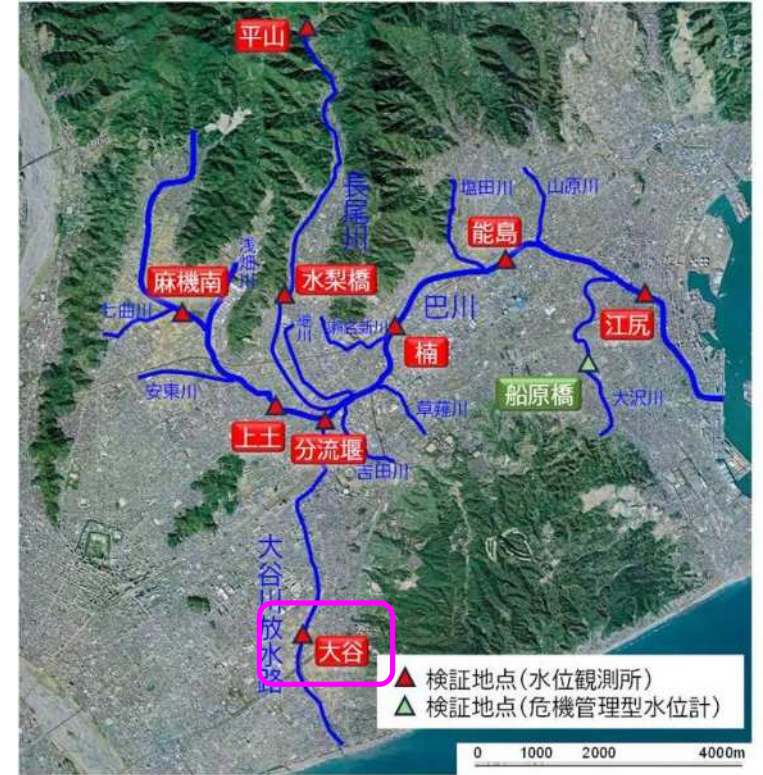
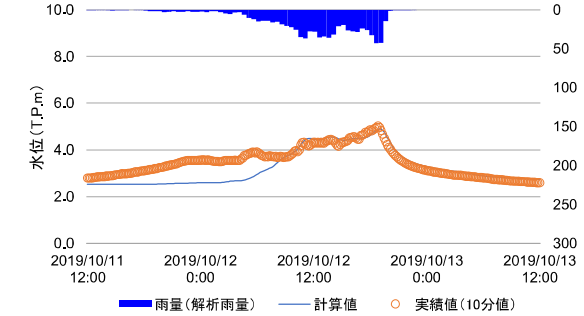
パラメータ調整後
大谷(H26)



大谷(R1)



大谷(R1)



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

大谷川放水路	デフォルト	調整後
H26.10	0.025	0.030
R1.10	0.025	0.028
R4.9	0.025	0.041
R5.6	0.025	0.031

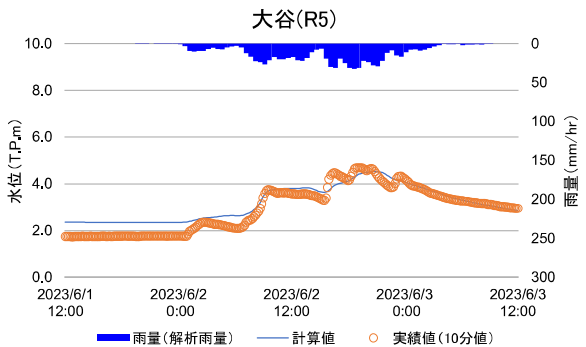
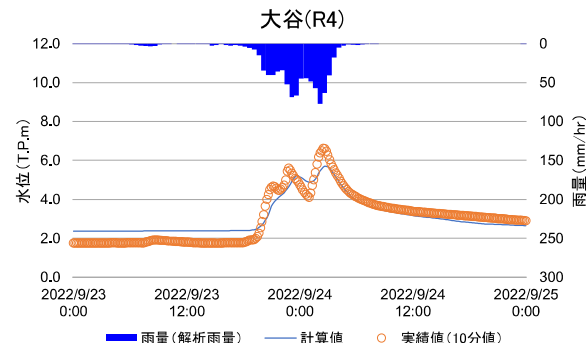
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、大谷)

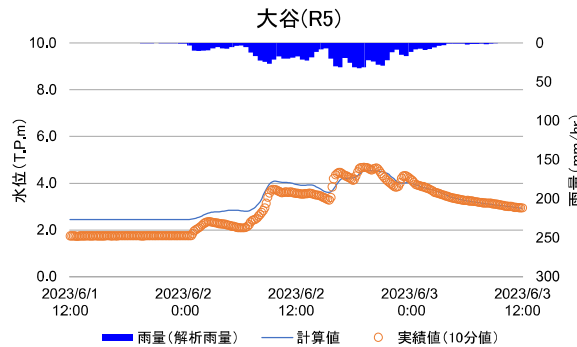
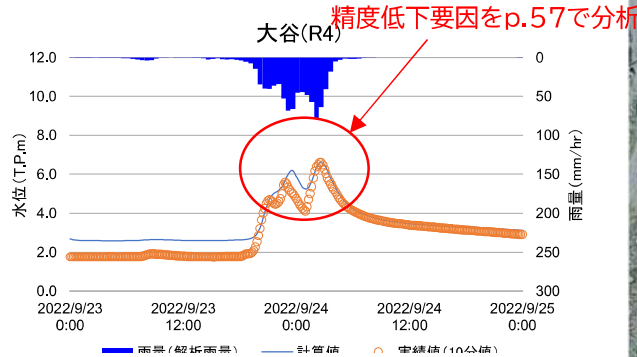
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

大谷川放水路	デフォルト	調整後
H26.10	0.025	0.030
R1.10	0.025	0.028
R4.9	0.025	0.041
R5.6	0.025	0.031

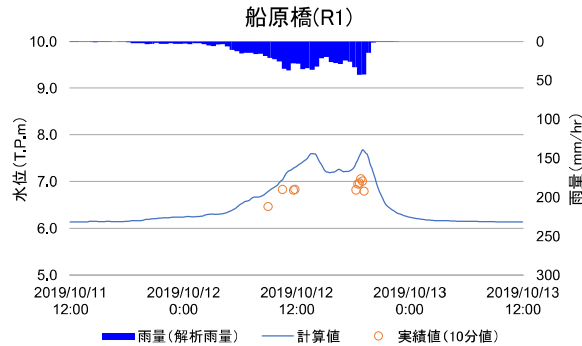
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、船原橋)

- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

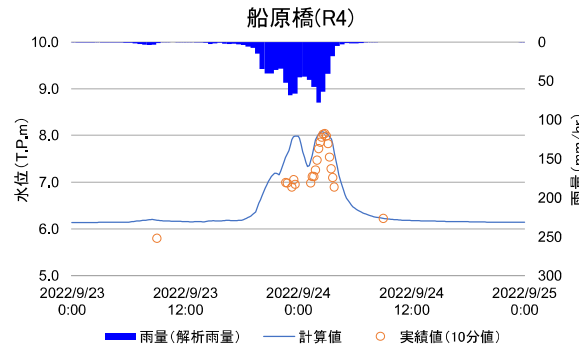
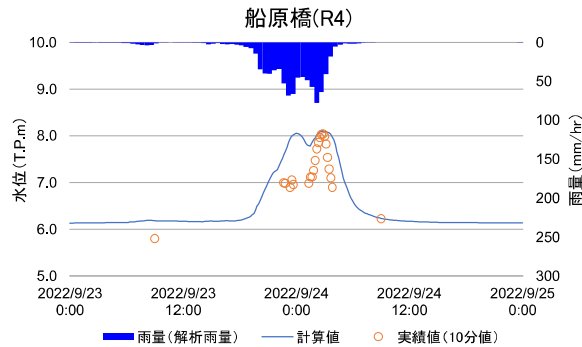
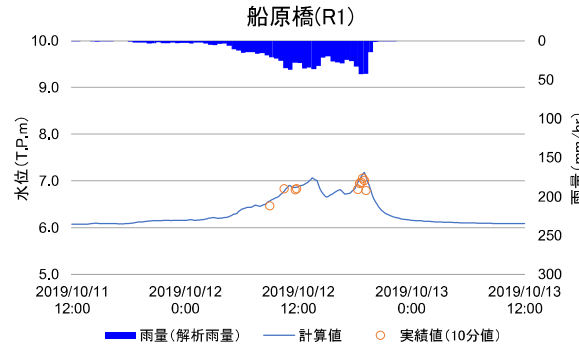
■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



H26.10洪水は観測水位無し

パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

大沢川	デフォルト	調整後
R1.10	0.030	0.019
R4.9	0.030	0.026
R5.6	0.030	0.018

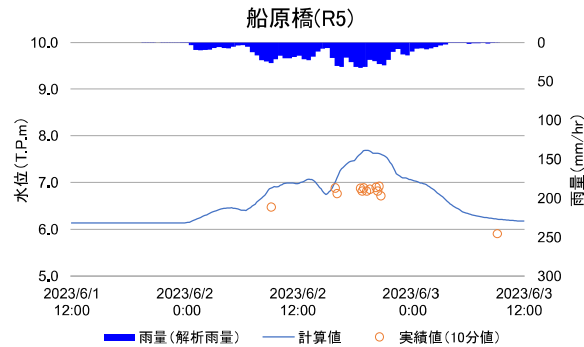
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP1の検証結果(水位ハイドログラフ、船原橋)

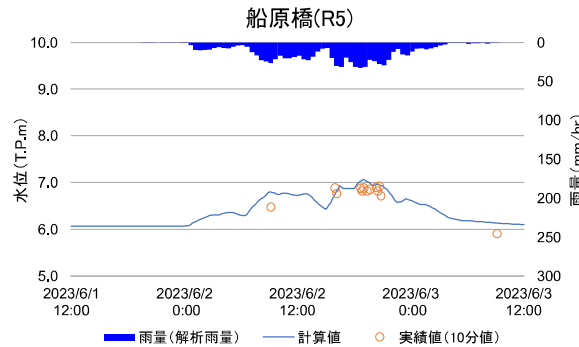
- 各水位観測所において、実績水位と計算水位を比較

■水位ハイドログラフ

デフォルトパラメータ



パラメータ調整後



■RRIモデル

区分	項目	デフォルト	調整後
都市	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.200	0.223
水田畑地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.400	水田0.535 畑地0.851
	土層厚	1.000	水田1.306 畑地1.257

区分	項目	デフォルト	調整後
山地	河道粗度	0.030	0.040
	斜面粗度	0.600	0.551
	飽和空隙率	0.300	0.556
	透水係数 α	0.010	0.023
	空隙率 β	2.500	4.753

■内外水氾濫モデル(河道粗度係数)

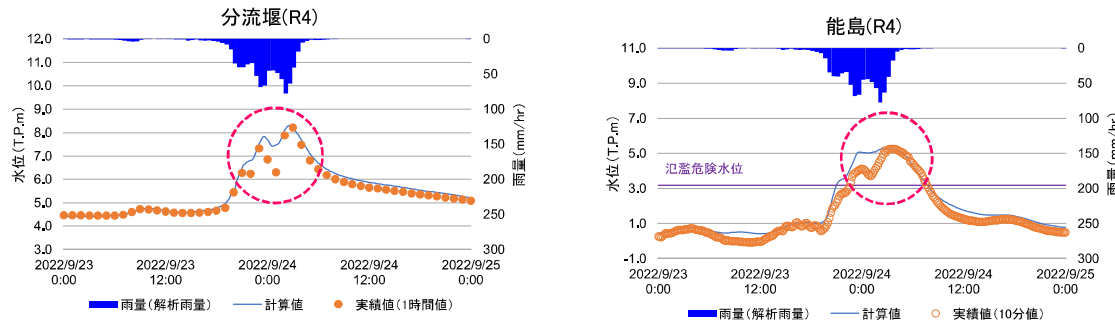
大沢川	デフォルト	調整後
R1.10	0.030	0.019
R4.9	0.030	0.026
R5.6	0.030	0.018

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

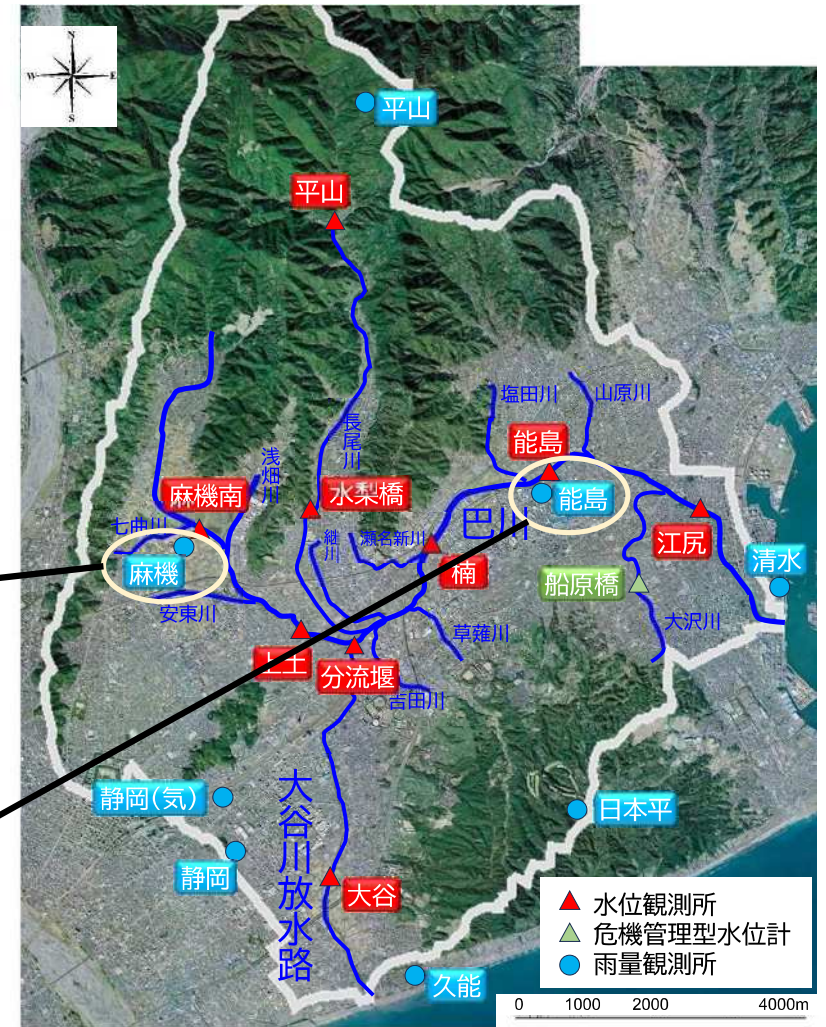
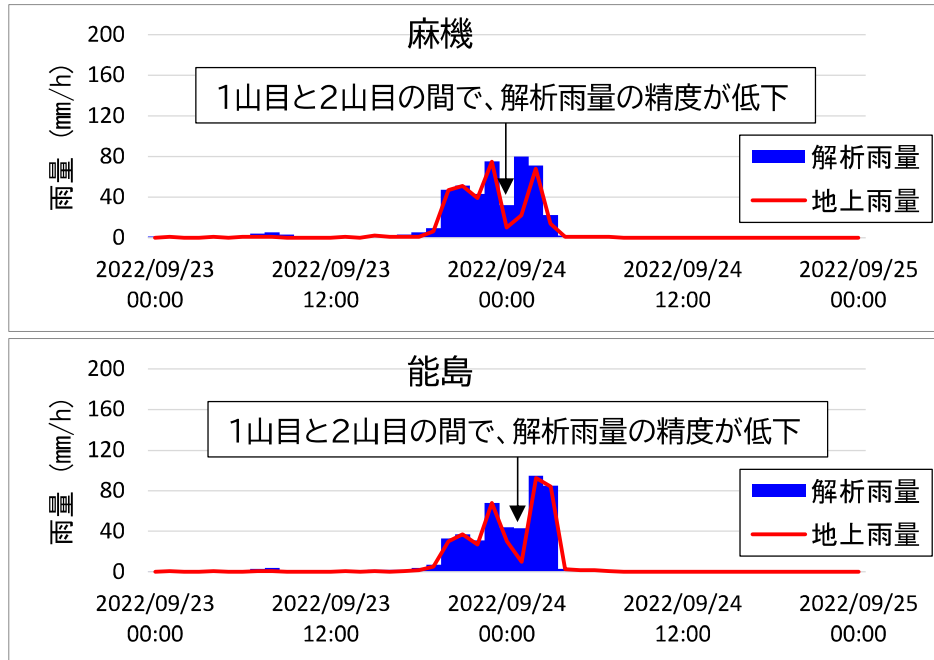
精度低下の要因分析(R4.9洪水、分流堰・能島地点)

- R4.9洪水において、巴川の中・下流部に位置する水位観測所の再現性が低い結果となった
- 解析雨量(モデルの検証に使用)と地上雨量を比較すると、1山目と2山目の間で、解析雨量の精度が低下しており、これが要因と考えられる

■水位ハイドログラフ



■解析雨量(モデルの検証に使用)と地上雨量の比較結果

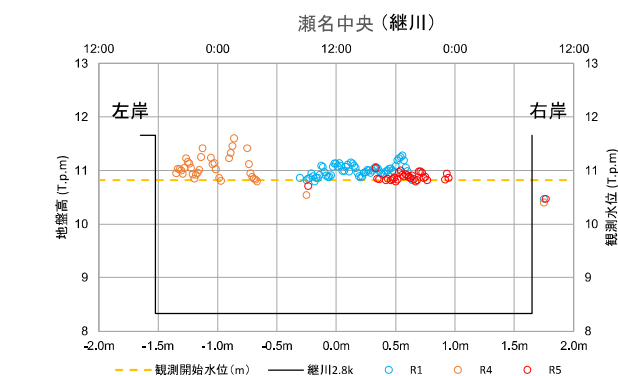
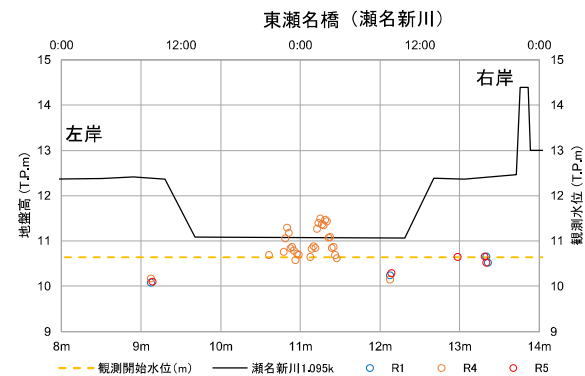


地上雨量観測所の位置に該当する解析雨量(レーダ雨量)のメッシュ値を比較

危機管理型水位計の観測水位に関する課題

- 巴川流域には危機管理型水位計が3箇所(船原橋(大沢川)、東瀬名橋(瀬名新川)、瀬名中央(継川))設置されているが、船原橋の観測水位は概ね妥当と考えられる(p.55~56参照)
- 東瀬名橋(瀬名新川)では観測水位が河床高よりも低いことや、瀬名中央(継川)では観測開始水位が極端に高いことが確認されており、危機管理型水位計の観測水位の調整が必要となる
- 今後、危機管理型水位計の追加設置が予定されているが、水位・氾濫域予測モデルの検証に活用するため、**観測開始水位の適切な設定(洪水立ち上がり時から観測可能)や観測精度の継続的な管理が必要**である

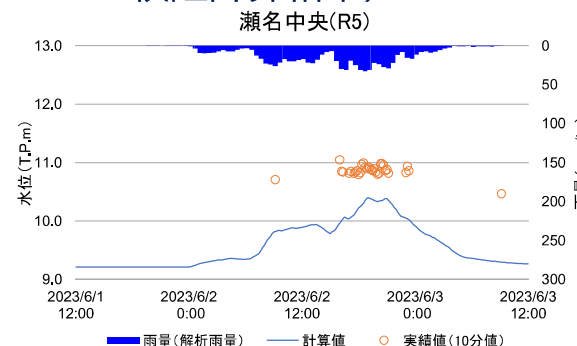
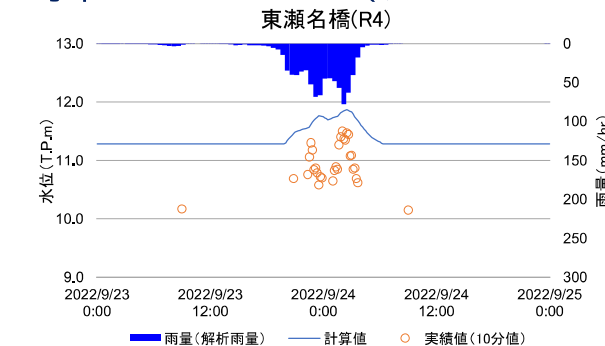
観測所位置と実績データ



観測開始水位よりも低い水位が観測されており、河床高よりも低い水位となっている

観測開始水位が河床高に対して極端に高く、観測開始水位よりも低い水位が観測されている

水位ハイドログラフ(デフォルトパラメータでの検証計算結果)

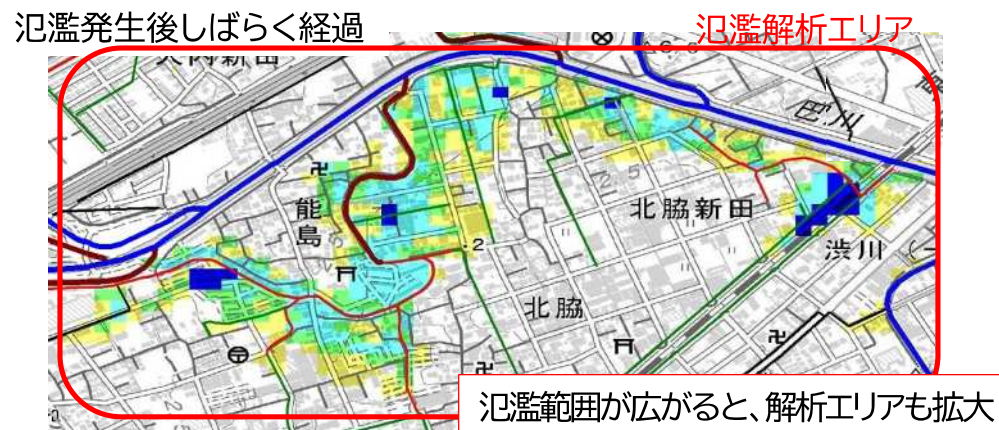


計算時間の短縮に有用な処理・機能の導入

- OpenMPを活用した計算処理の並列化(氾濫解析等で複数領域の計算を同時に実施)により、計算速度を向上
- 内外水氾濫モデルに対して、「氾濫解析エリアの領域逐次設定機能」や「引継ぎ計算が可能なホットスタート機能」を導入することにより、システム実装後のオンラインでの計算時間を短縮

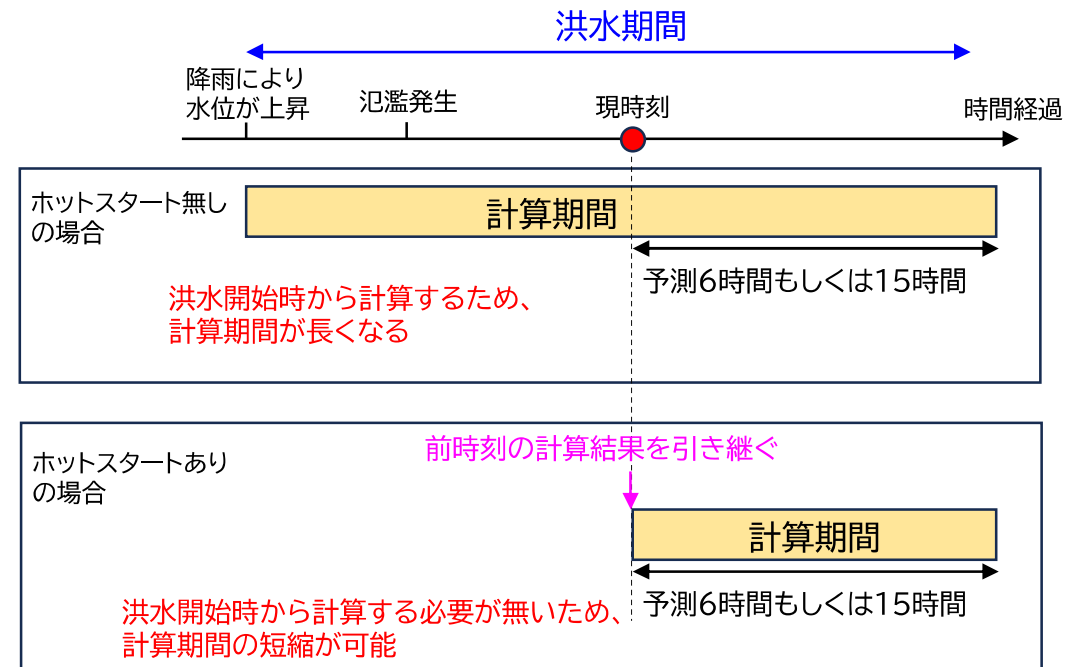
■氾濫解析エリアの領域逐次設定機能の実装

- ・解析で得られた時々刻々の氾濫領域に応じて、**計算領域を自動的に拡大・縮小**する機能
- ・**計算量を適切に設定**することにより、計算時間の大幅な短縮が可能



■引継ぎ計算が可能なホットスタート機能の実装

- ・過去の計算結果(水位や氾濫量等)を引き継いで、**最新の計算を実施**する機能
- ・洪水期間の途中からの計算が可能のため、オンラインでの**計算期間を限定**することで、計算時間の大幅な短縮が可能



モデル構成の最適化(内外水氾濫モデルの設定過程)

- 精度が低下しないように留意した上で、モデル化対象の水路・下水道を設定することで、予測精度を確保しつつ、計算時間を短縮
- 実績水位や氾濫域・浸水深と計算値を比較し、モデルの妥当性を確認

■モデル構成毎の計算時間(R4.9洪水で計測)

構築したモデルの予測精度や計算時間を確認した上で、予測精度の確保に留意して、対象とする水路や下水道を変更することにより、リアルタイム運用に向けてモデル構成を最適化

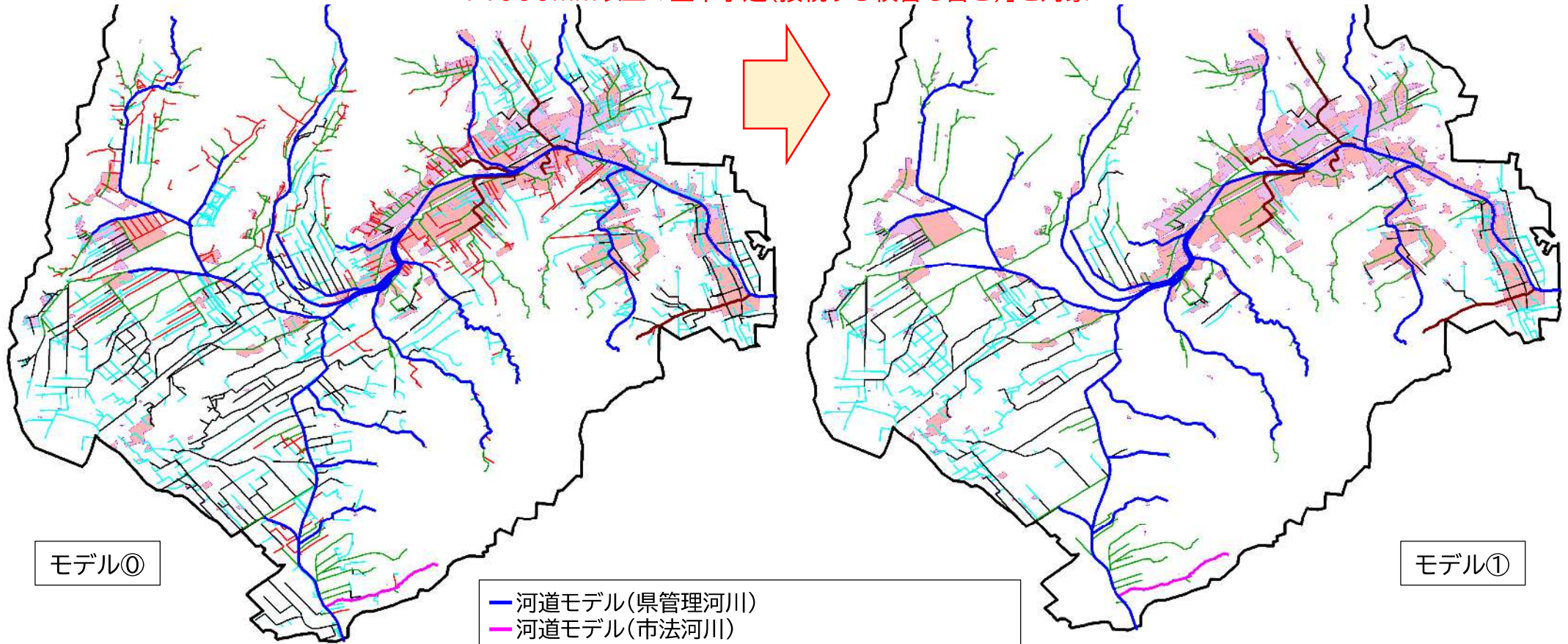
モデル名	河道モデル	水路モデル	下水道モデル	計算時間 6時間予測	計算時間 15時間予測
モデル①	県管理河川(全て) 市法河川(大正寺沢川) 主要な市準用河川(和田川・ 常念川・旧巴川・四方沢川・ 薬師沢川)	全河川(準用河川・普通河川等) ※河道モデルの対象河川は除く	Φ600mm以上の全下水道	30分以上 (想定値)	60分以上 (想定値)
モデル②		川幅1.5m以上の全河川	浸水実績箇所に位置する Φ1000mm以上の全下水道 (接続するΦ600mm以上の 枝管も含む)	7分	15分
モデル③		モデル②の再現性が低い箇所に対し、川幅1.5m未満の河川を追加	モデル②の再現性が低い箇所に対し、Φ600mm以上の下水道を追加	8分	18分

※「3.予測システムのプロトタイプ構築」で選定した最適なスペック(スペック②)の計算PCで計算時間を計測

※「OpenMPを活用した計算処理の並列化」や「氾濫解析エリアの領域逐次設定機能」、「ホットスタート機能」(いずれも前項で詳述)を実装した水位・氾濫域予測モデルで計算時間を計測

モデル構成の最適化(モデル①の対象河川・下水道)

「川幅1.5m以上の全河川」と「浸水実績箇所に位置する
φ1000mm以上の全下水道(接続する枝管も含む)」を対象



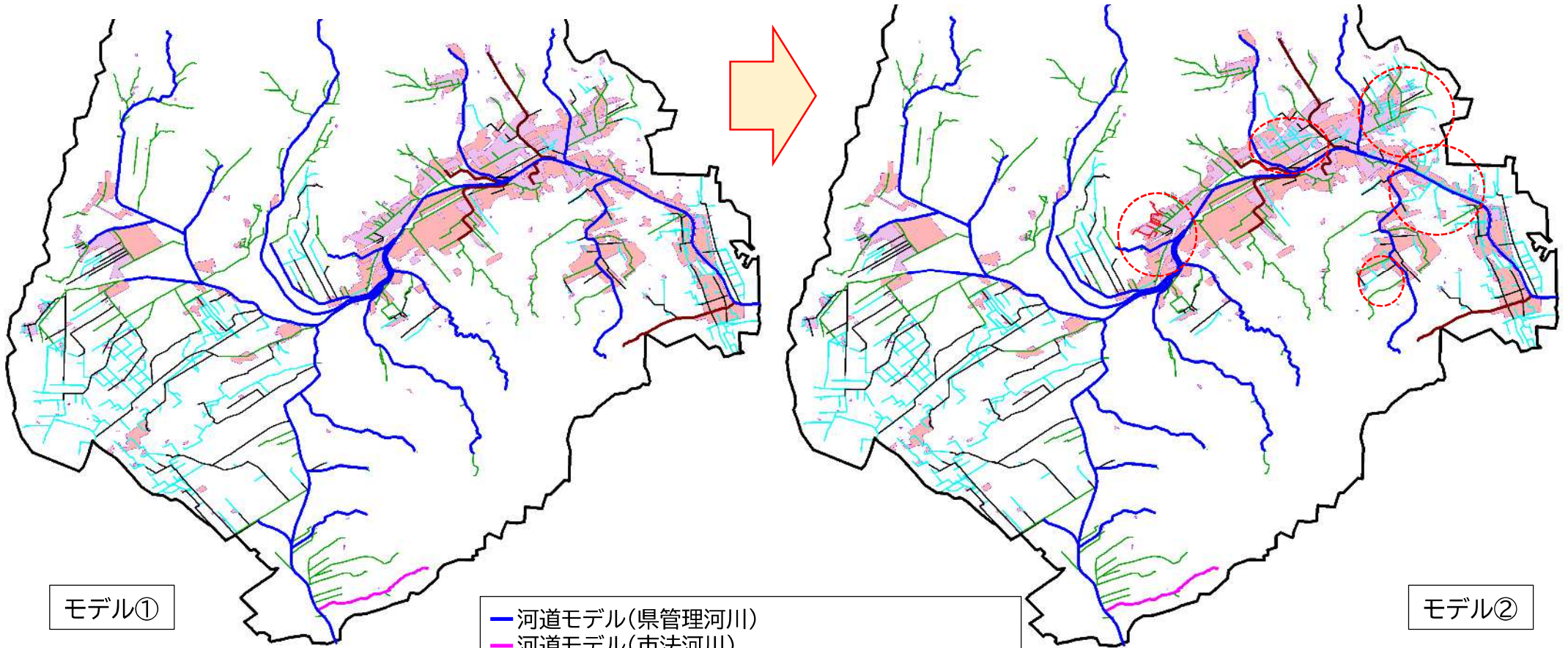
モデル①

モデル②

- 河道モデル(県管理河川)
- 河道モデル(市法河川)
- 河道モデル(主要な市準用河川)
- 水路モデル(川幅1.5m以上)
- 水路モデル(川幅1.5m未満)
- 下水道モデル(φ1000mm以上)
- 下水道モデル(φ600mm以上φ1000mm未満)
- 流域界
- R4.9洪水の浸水実績エリア
- H26.10洪水の浸水実績エリア

モデル構成の最適化(モデル①②の対象河川・下水道)

モデル①の再現性が低い箇所に対し、対象外とした水路・下水道をモデルに追加

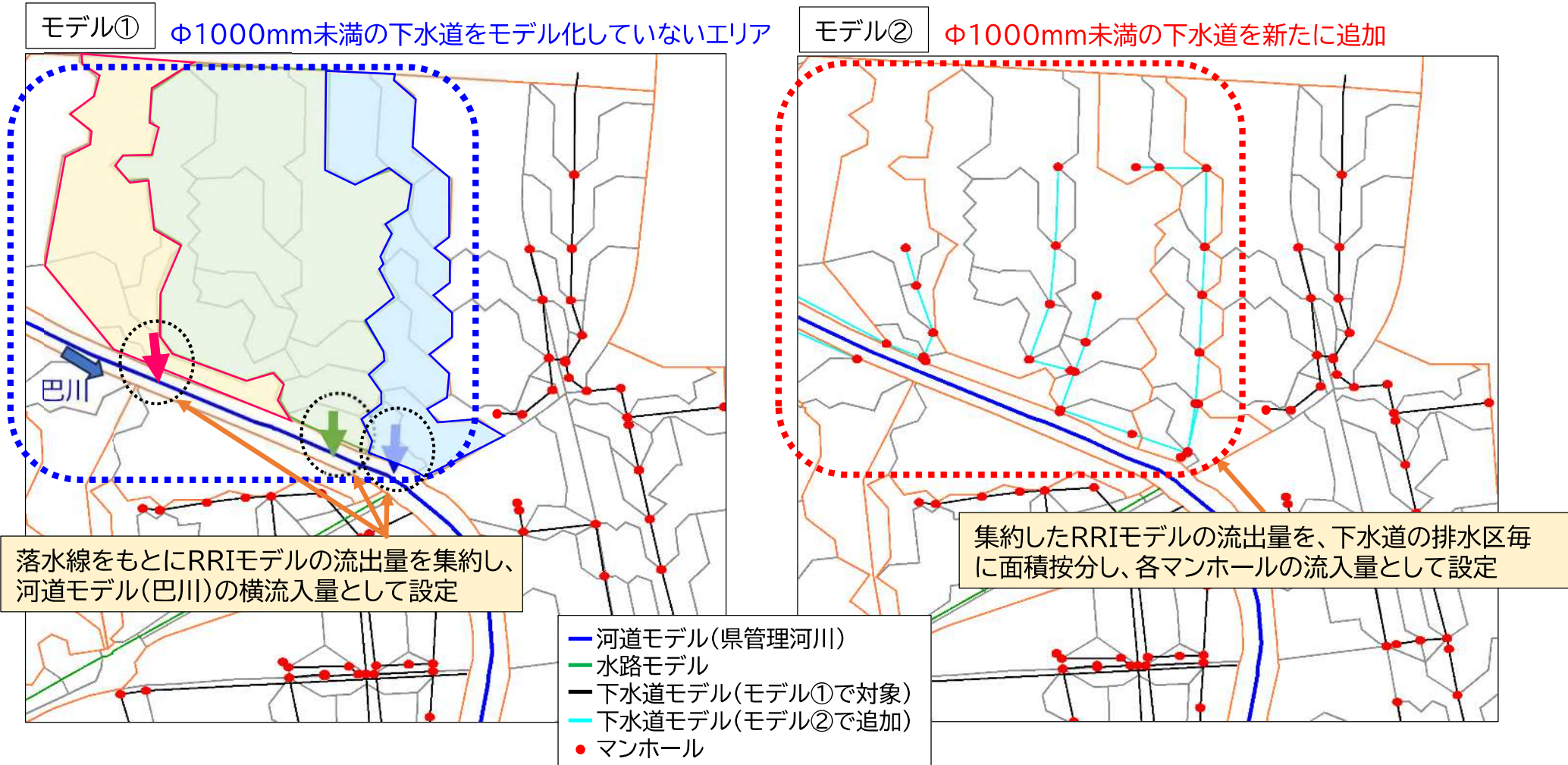


- 河道モデル(県管理河川)
- 河道モデル(市法河川)
- 河道モデル(主要な市準用河川)
- 水路モデル(川幅1.5m以上)
- 水路モデル(川幅1.5m未満)
- 下水道モデル(φ1000mm以上)
- 下水道モデル(φ600mm以上φ1000mm未満)
- 流域界
- R4.9洪水の浸水実績エリア
- H26.10洪水の浸水実績エリア

モデル構成の最適化(境界条件の変更方法)

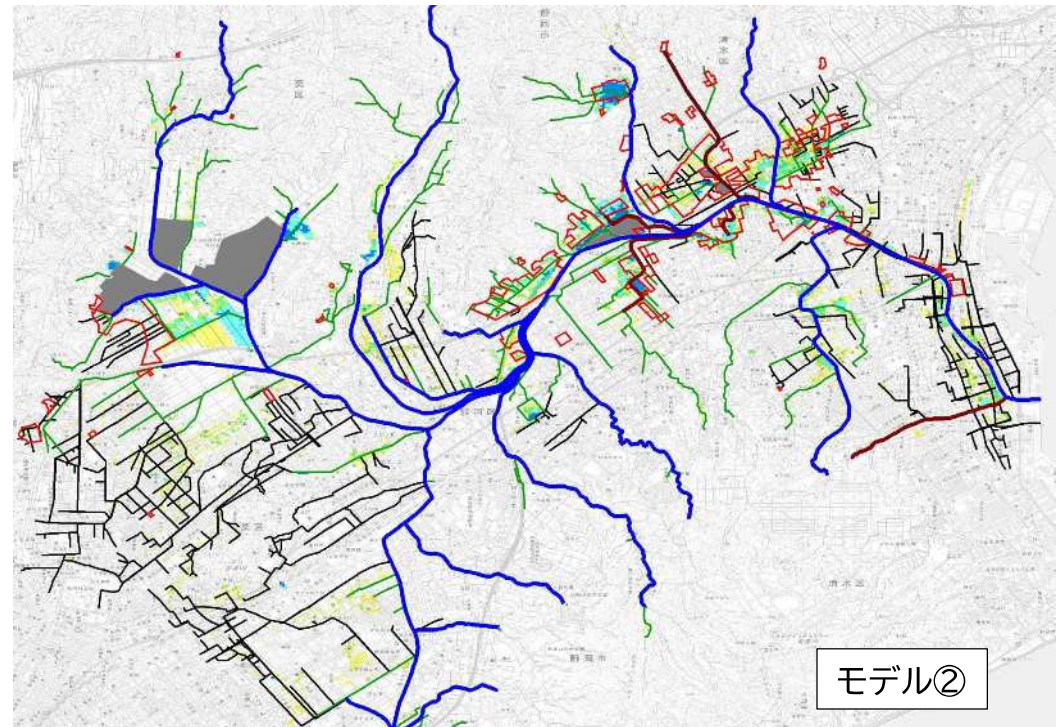
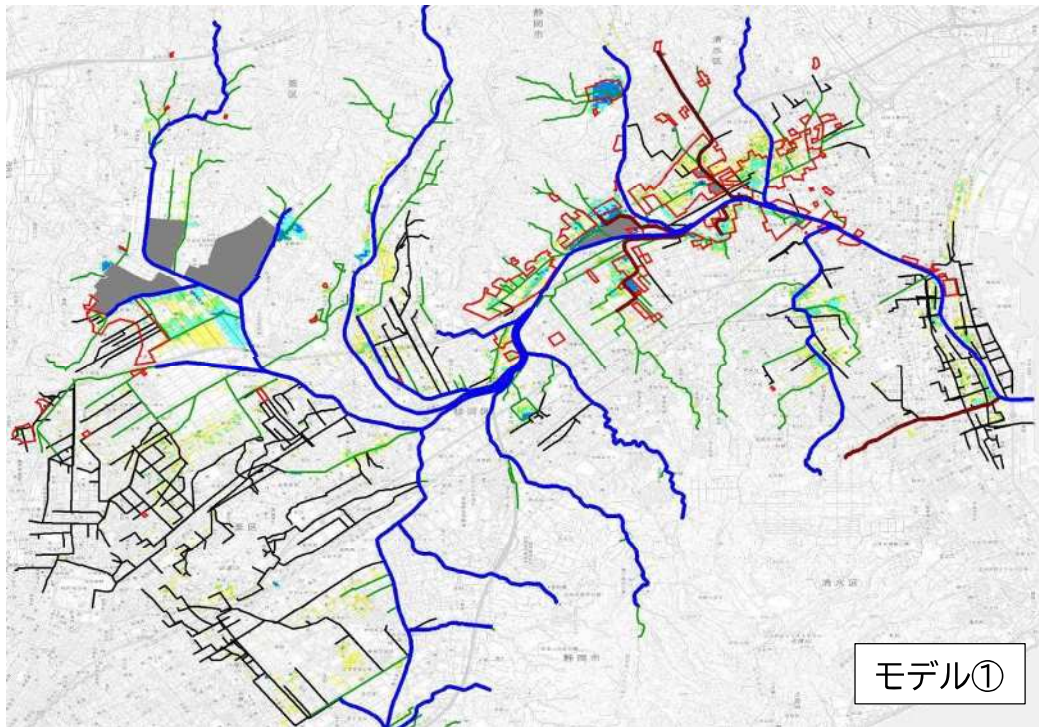
- 落水線をもとにRRIモデルの流出量を集約し、河川・水路・下水道モデルの境界条件(上流端流量・横流入量)を流出量の面積按分により設定
- モデル構成に応じて境界条件を適切に変更

■モデル化の有無に応じた境界条件の設定方法の違い(対象とする下水道の有無による境界条件の違いの例)



モデル構成の最適化(モデル①②の比較、H26.10洪水)

- 浸水実績がある箇所に対しては、必要に応じて川幅1.5m未満の水路やΦ1000mm未満の下水道を新たに追加することで、浸水エリアの再現性が向上することを確認
- 計算時間も考慮してモデル②を採用(次項以降でモデル②の精度を詳細に分析)



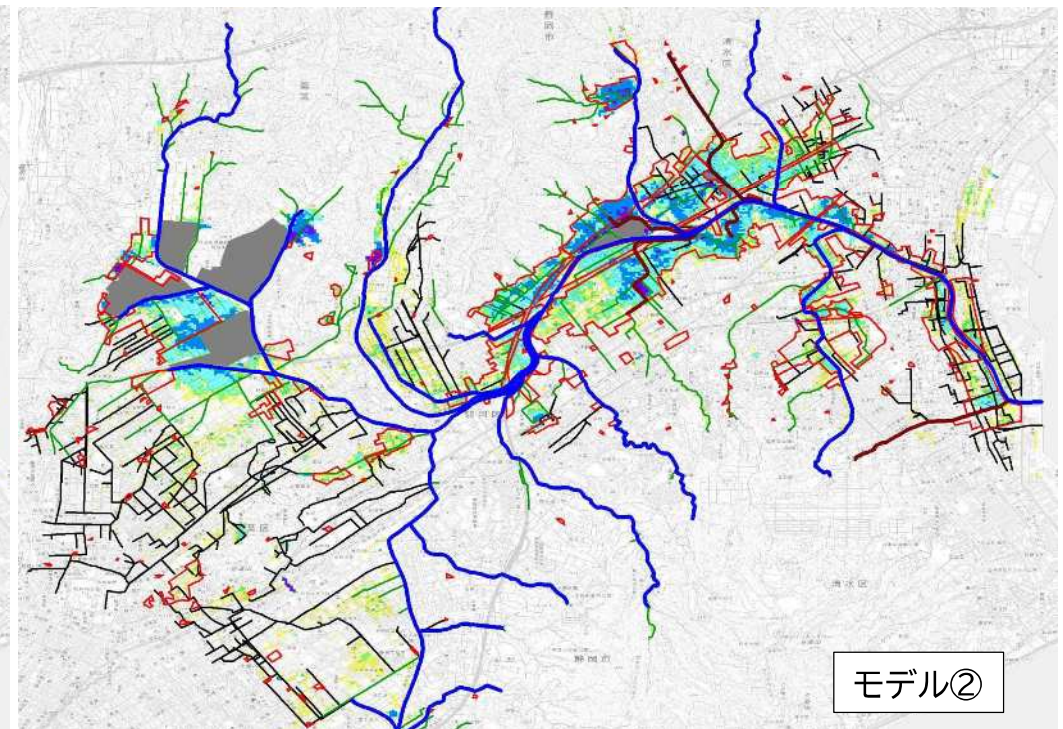
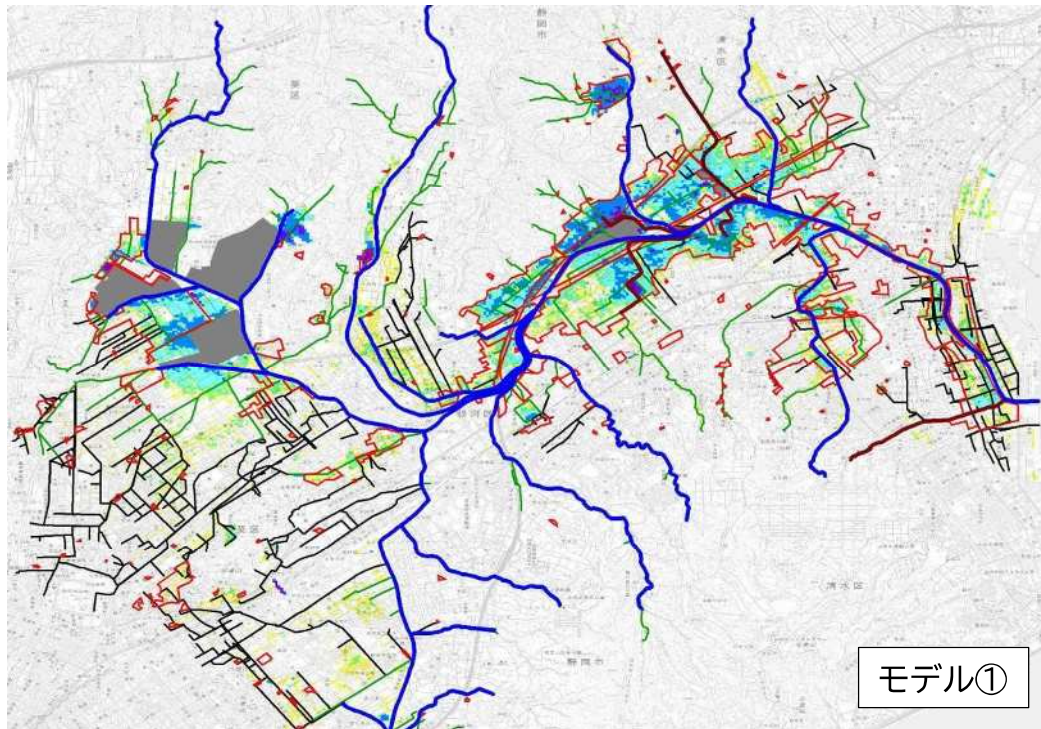
浸水深の凡例	
0~0.3m	Yellow
0.3~0.5m	Light Green
0.5m~1.0m	Cyan
1.0m~2.0m	Blue
2.0m以上	Purple

Blue line	河道モデル(県管理河川)
Brown line	河道モデル(主要な市準用河川)
Green line	水路モデル
Black line	下水道モデル
Red square	H26.10洪水の浸水実績エリア

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

モデル構成の最適化(モデル①②の比較、R4.9洪水)

- 浸水実績がある箇所に対しては、必要に応じて川幅1.5m未満の水路やΦ1000mm未満の下水道を新たに追加することで、浸水エリアの再現性が向上することを確認
- 計算時間も考慮してモデル②を採用(次項以降でモデル②の精度を詳細に分析)



浸水深の凡例	
0~0.3m	0.3~0.5m
0.5m~1.0m	1.0m~2.0m
2.0m以上	

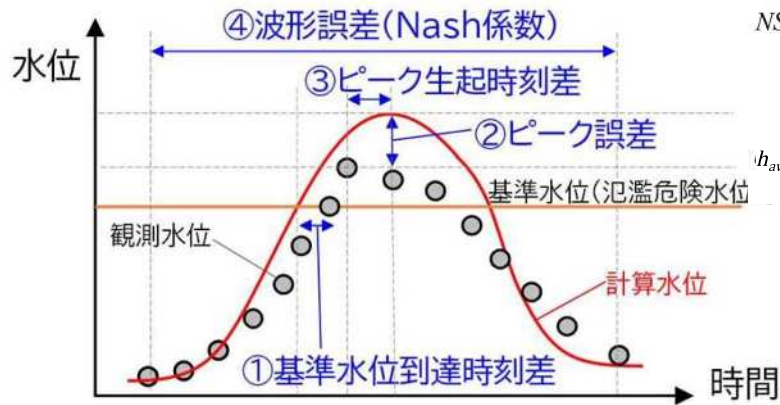
- 河道モデル(県管理河川)
- 河道モデル(主要な市準用河川)
- 水路モデル
- 下水道モデル
- R4.9洪水の浸水実績エリア

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2 最適化した水位・氾濫域予測モデルの精度評価

- モデル構成(モデル②を採用)およびパラメータを最適化した水位・氾濫域予測モデルに対し、定量的な精度評価を実施
 - ✓ 水位:波形誤差(Nash係数)やピーク生起時刻差等、複数の誤差指標で評価
 - ✓ 氾濫域:実績氾濫域との比較、実績浸水深との整合の確認

■水位・氾濫域の精度評価 水位の精度評価



Nash係数の算出式

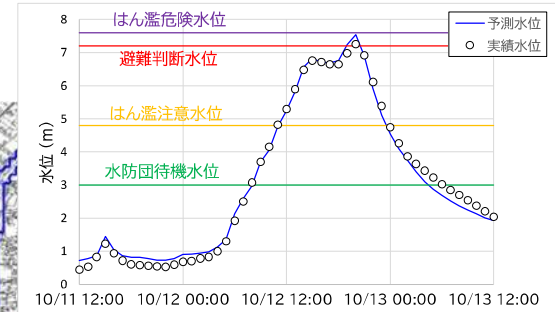
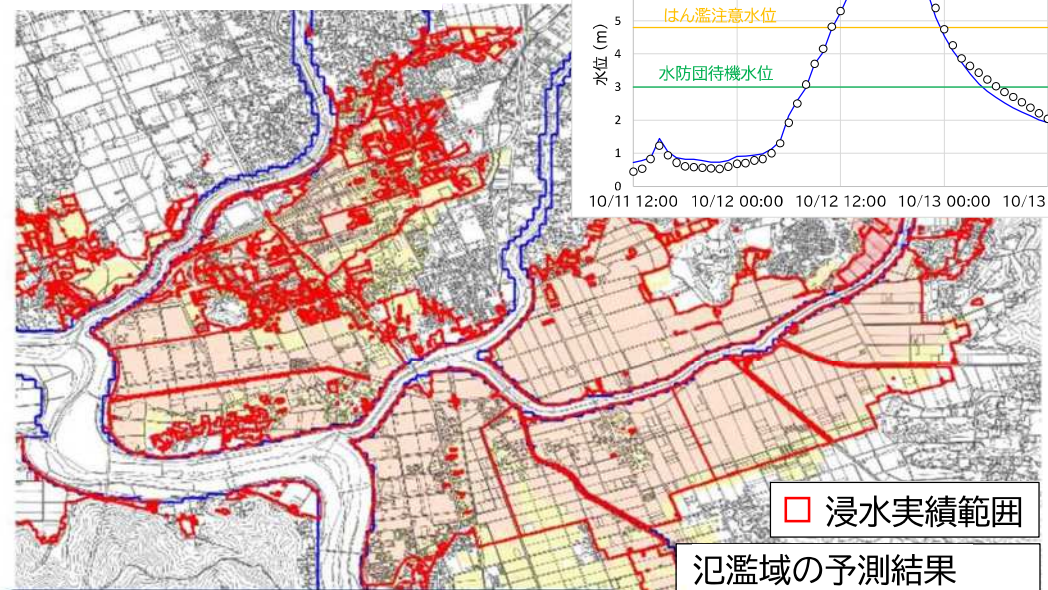
$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N \{h_o(i) - h_c(i)\}^2}{\sum_{i=1}^N \{h_o(i) - h_{av}\}^2};$$

N : 計算時間数
 $h_o(i)$: i 時の実績水位
 $h_c(i)$: i 時の計算水位
 h_{av} : 実測水位の平均値

$$h_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_o(i)$$

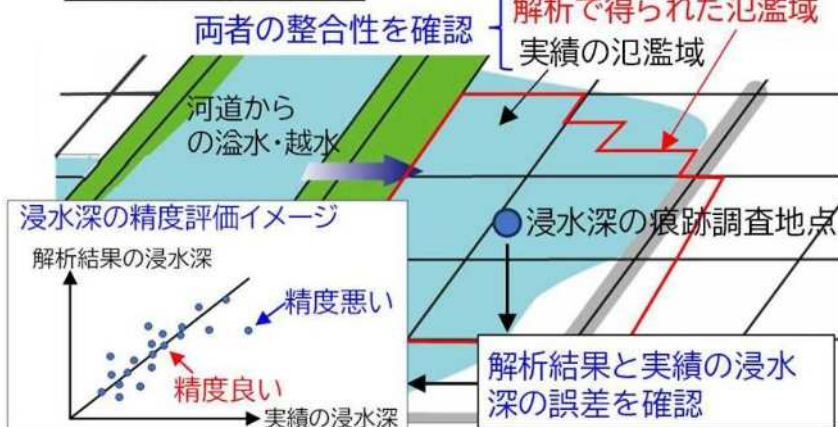
Nash係数:時刻毎の実績水位と計算水位の差をもとに算定する誤差指標である。一般的に**0.7以上**でモデルの再現性が高いとされている。
 出典:洪水予測システムのチェックリスト(国土交通省国土技術政策総合研究所)
<https://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/index.htm>

■水位・氾濫域の精度評価イメージ



モデルパラメータを最適化することで**水位・氾濫域を正確に予測**

氾濫域の精度評価

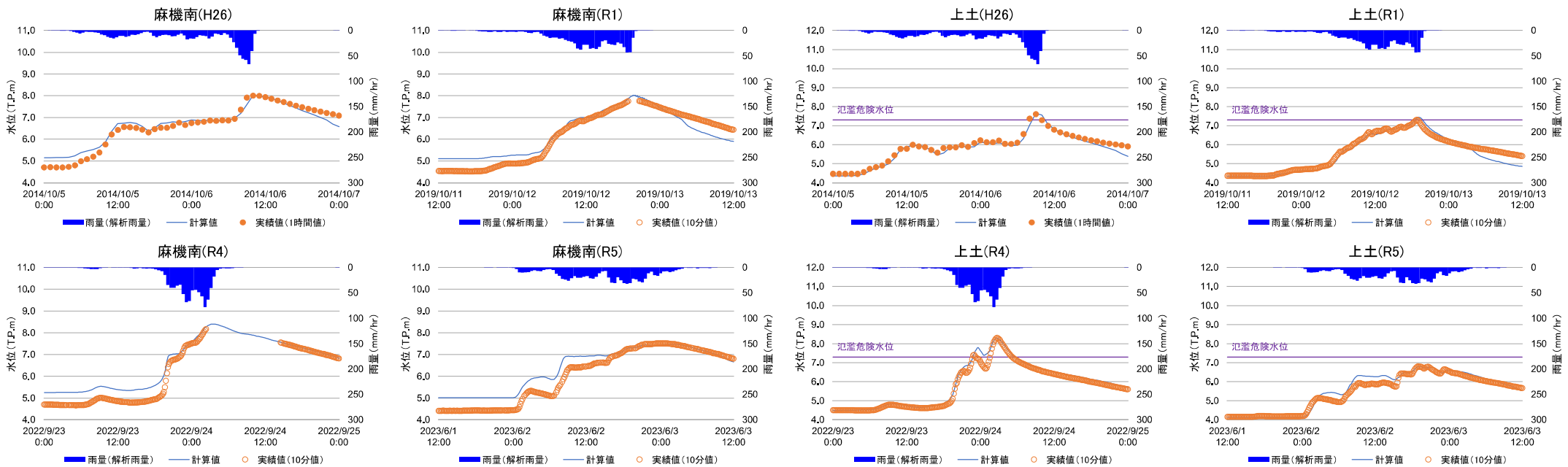


STEP2の検証結果(水位の誤差評価、麻機南・上土)

- Nash係数やピーク生起時刻差等、複数の誤差指標で評価し、精度が確保されていることを確認

■水位ハイドログラフ

麻機南のR1,10洪水およびR4,9洪水はピーク付近で一部の期間が欠測しているが、観測値がある期間で評価



誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.02	0.20	0.10	-0.05
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.0	0.0	-0.8
基準水位到達時刻差[hr]	-	-	-	-
Nash係数	0.94	0.89	0.86	0.86
巴川中流の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.035	0.025	0.040	0.032
STEP2	0.037	0.025	0.044	0.032

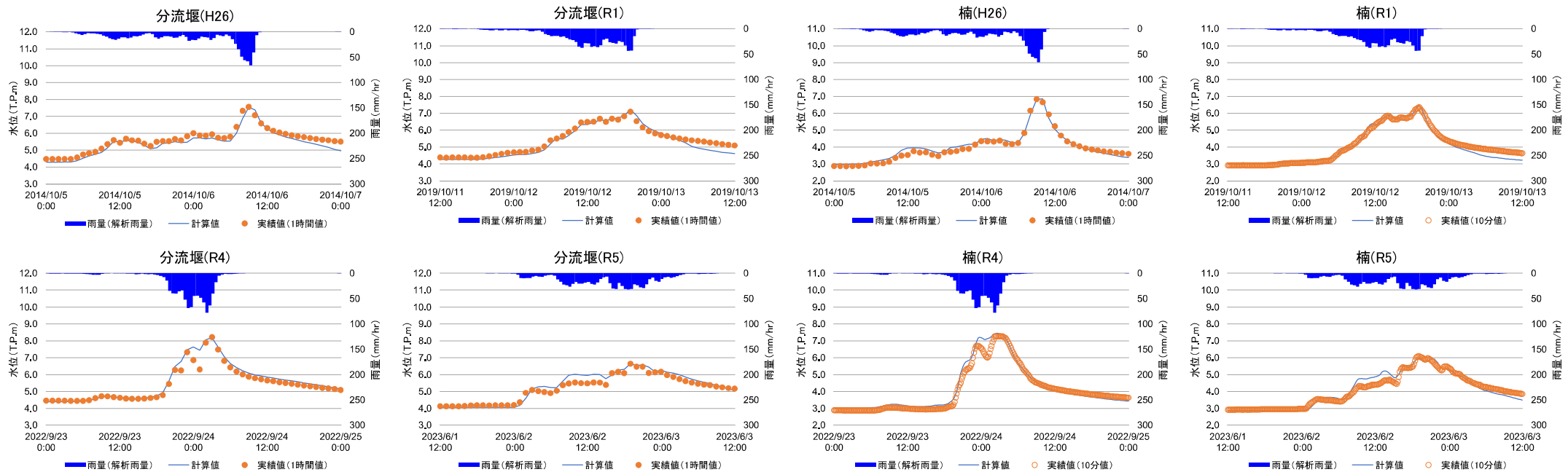
誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.04	0.14	-0.01	0.00
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.3	0.0	0.2
基準水位到達時刻差[hr]	0.5	-0.2	0.0	-
Nash係数	0.97	0.94	0.94	0.93
巴川中流の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.035	0.025	0.040	0.032
STEP2	0.037	0.025	0.044	0.032

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(水位の誤差評価、分流堰・楠)

- Nash係数やピーク生起時刻差等、複数の誤差指標で評価し、精度が確保されていることを確認

■水位ハイドログラフ



誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	-0.02	0.14	-0.03	0.00
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.0	0.0	0.0
基準水位到達時刻差[hr]	—	—	—	—
Nash係数	0.88	0.92	0.94	0.90
巴川中流の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.035	0.025	0.040	0.032
STEP2	0.037	0.025	0.044	0.032

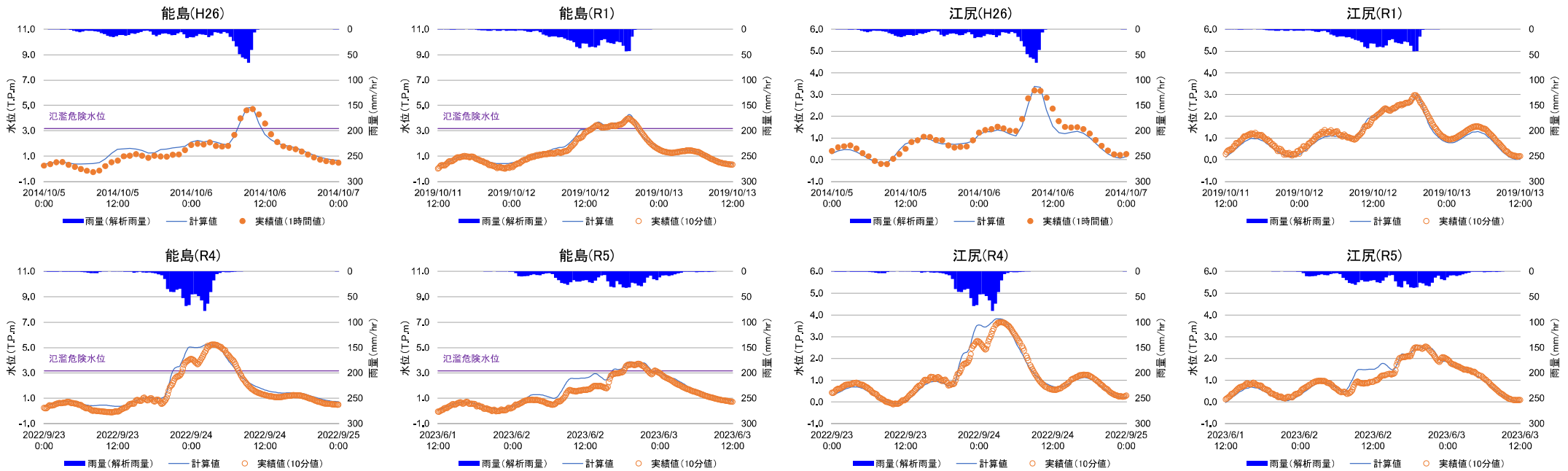
誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.03	0.09	0.18	-0.09
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.0	0.5	0.2
基準水位到達時刻差[hr]	—	—	—	—
Nash係数	0.97	0.96	0.94	0.94
巴川下流の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.027	0.024	0.033	0.027
STEP2	0.030	0.024	0.035	0.027

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(水位の誤差評価、能島・江尻)

- Nash係数やピーク生起時刻差等、複数の誤差指標で評価し、精度が確保されていることを確認

■水位ハイドログラフ



誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.17	0.33	0.00	0.17
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.2	-0.7	-0.3
基準水位到達時刻差[hr]	-0.5	-0.7	-1.5	-0.8
Nash係数	0.89	0.96	0.90	0.85
巴川下流の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.027	0.024	0.033	0.027
STEP2	0.030	0.024	0.035	0.027

誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.19	0.01	0.17	0.07
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.2	-0.5	0.2
基準水位到達時刻差[hr]	—	—	—	—
Nash係数	0.93	0.93	0.91	0.89
巴川下流の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.027	0.024	0.033	0.027
STEP2	0.030	0.024	0.035	0.027

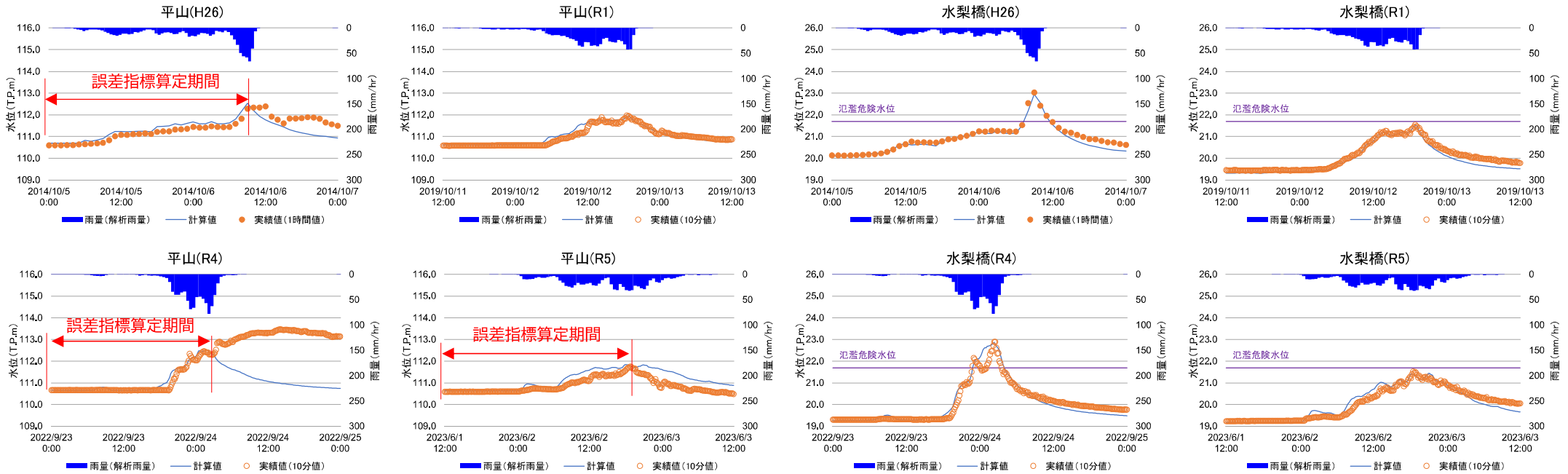
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(水位の誤差評価、平山・水梨橋)

- Nash係数やピーク生起時刻差等、複数の誤差指標で評価し、精度が確保されていることを確認

■水位ハイドログラフ

表示している全期間を対象に誤差指標を算定していない洪水については、その期間を併記



誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.14	-0.05	0.07	0.08
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.5	0.7	-0.8
基準水位到達時刻差[hr]	-	-	-	-
Nash係数	0.83	0.91	0.91	0.57
長尾川の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.045	0.024	0.034	0.028
STEP2	0.046	0.024	0.036	0.028

誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	-0.07	-0.02	-0.03	-0.08
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.2	0.0	0.2
基準水位到達時刻差[hr]	0.2	-	0.2	-
Nash係数	0.93	0.92	0.95	0.91
長尾川の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.045	0.024	0.034	0.028
STEP2	0.046	0.024	0.036	0.028

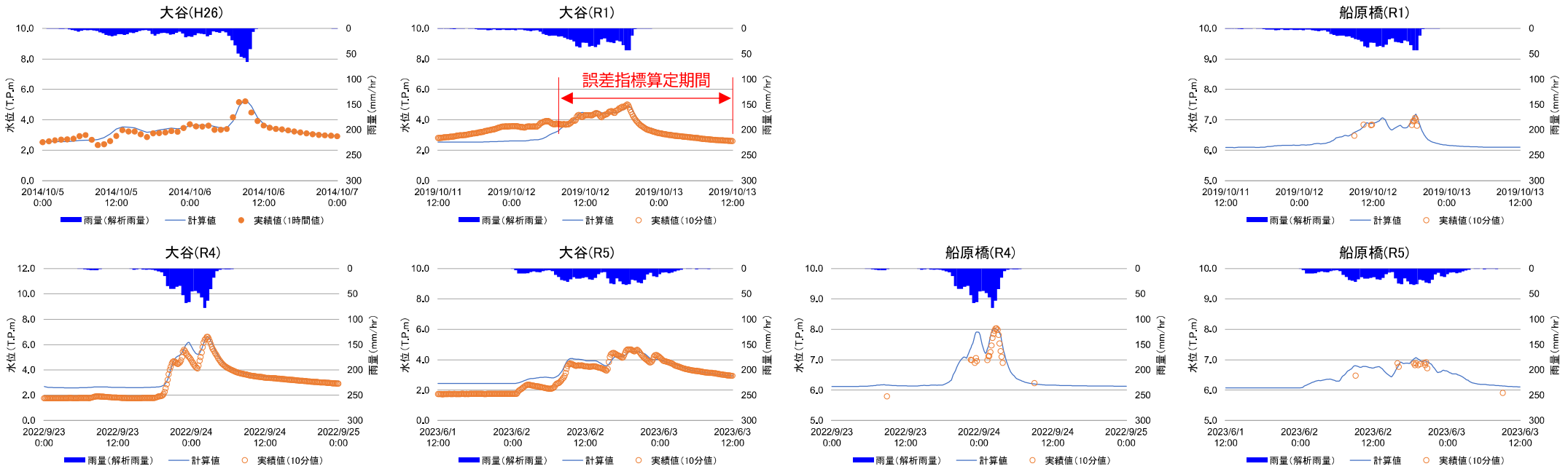
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(水位の誤差評価、大谷・船原橋)

- Nash係数やピーク生起時刻差等、複数の誤差指標で評価し、精度が確保されていることを確認

■水位ハイドログラフ

表示している全期間を対象に誤差指標を算定していない洪水については、その期間を併記



誤差指標	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.15	-0.13	0.00	-0.14
ピーク生起時刻差[hr]	0.0	0.3	0.2	0.8
基準水位到達時刻差[hr]	-	-	-	-
Nash係数	0.88	0.88	0.70	0.71
大谷川放水路の粗度係数	H26.10	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.030	0.028	0.041	0.031
STEP2	0.031	0.028	0.044	0.031

誤差指標	R1.10	R4.9	R5.6
ピーク水位差[m]	0.13	0.00	0.15
ピーク生起時刻差[hr]	0.2	-0.3	0.0
基準水位到達時刻差[hr]	-	-	-
Nash係数	-	-	-
大沢川の粗度係数	R1.10	R4.9	R5.6
STEP1	0.019	0.026	0.018
STEP2	0.019	0.033	0.018

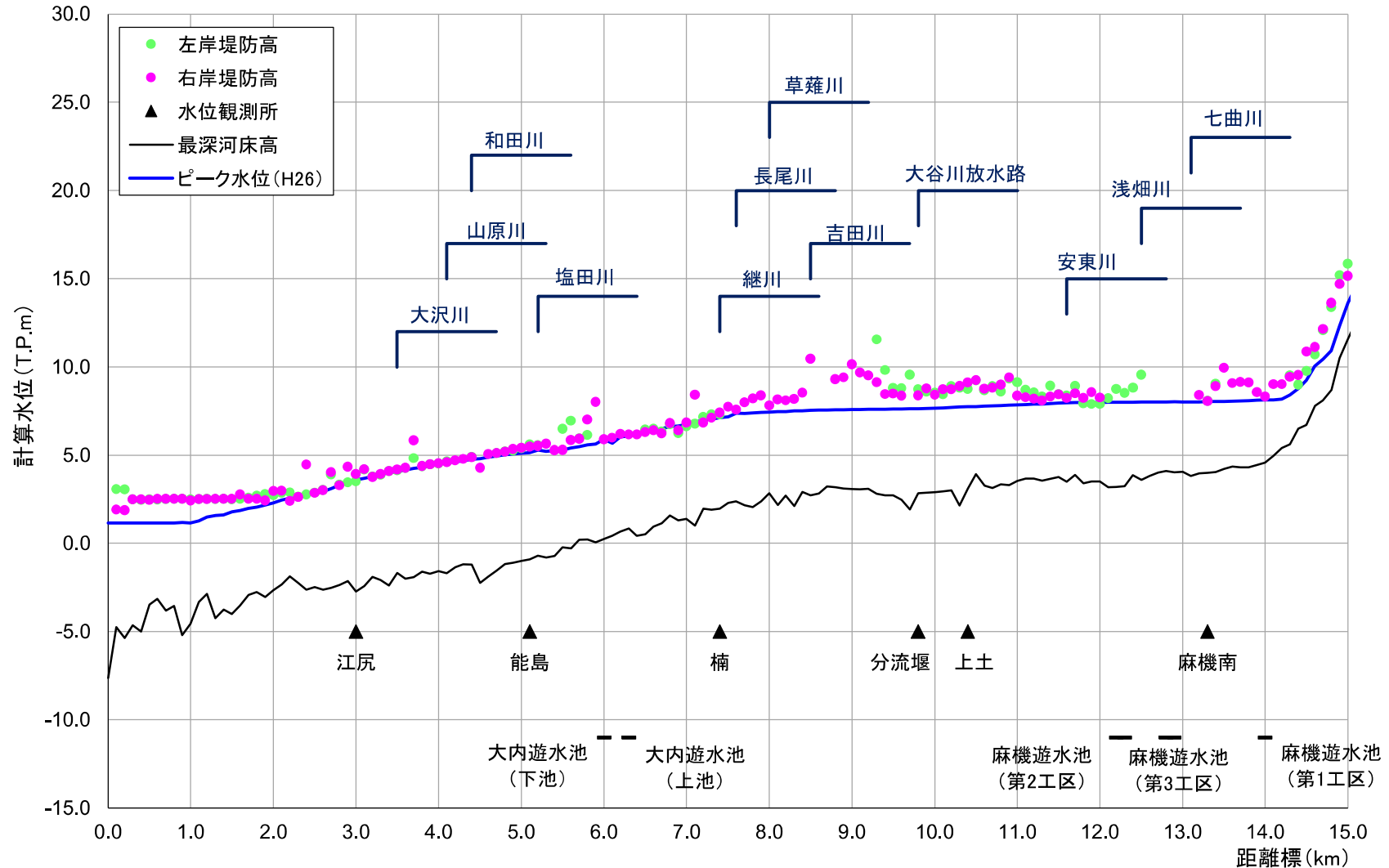
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(縦断水位、巴川、H26.10洪水)

- 河川毎に計算水位(ピーク水位)を縦断的に堤防高と比較し、縦断水位の水面勾配の妥当性を確認

■河川の縦断水位グラフ

巴川(H26)

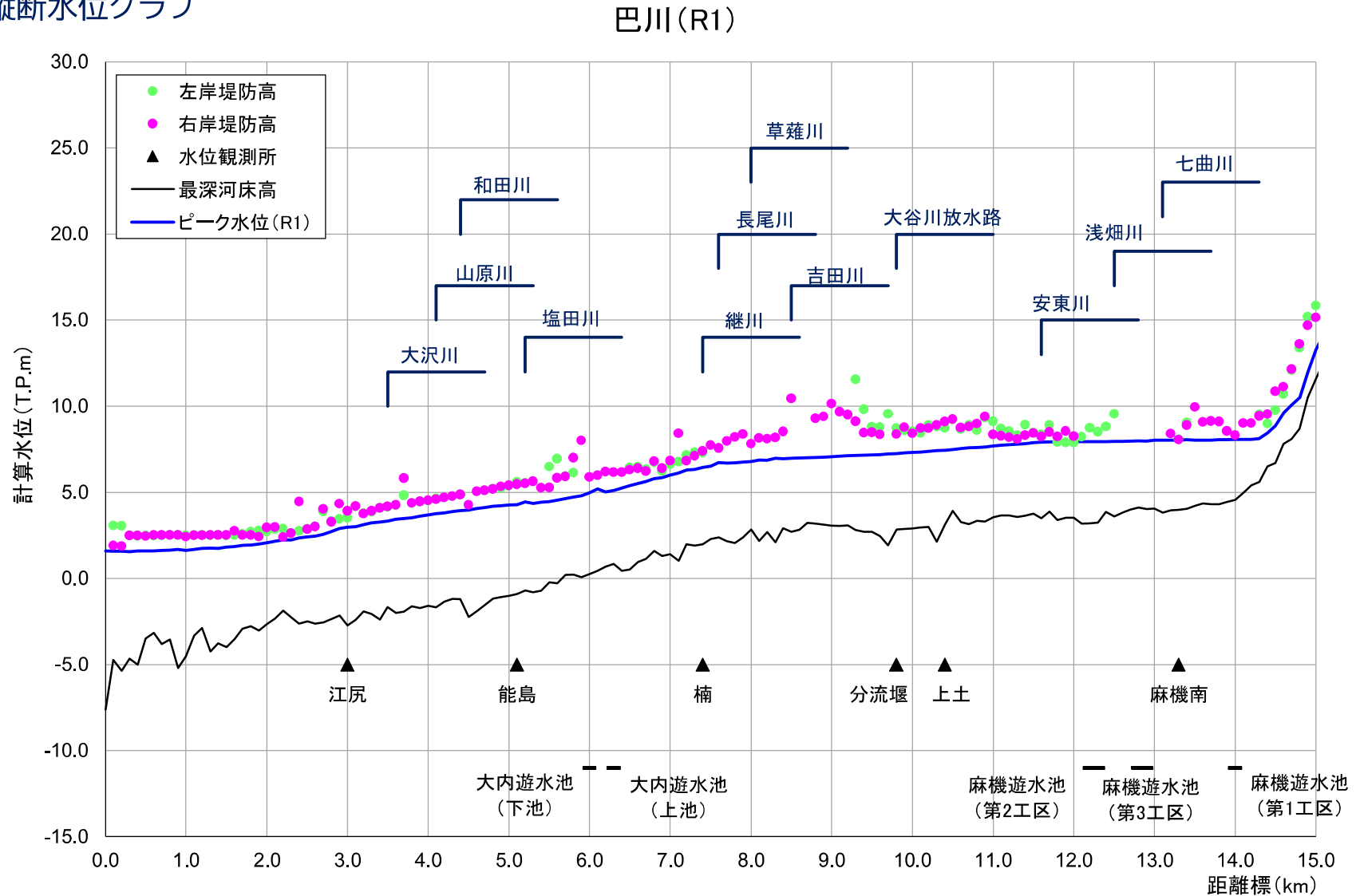


上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(縦断水位、巴川、R1.10洪水)

- 河川毎に計算水位(ピーク水位)を縦断的に堤防高と比較し、縦断水位の水面勾配の妥当性を確認

■河川の縦断水位グラフ



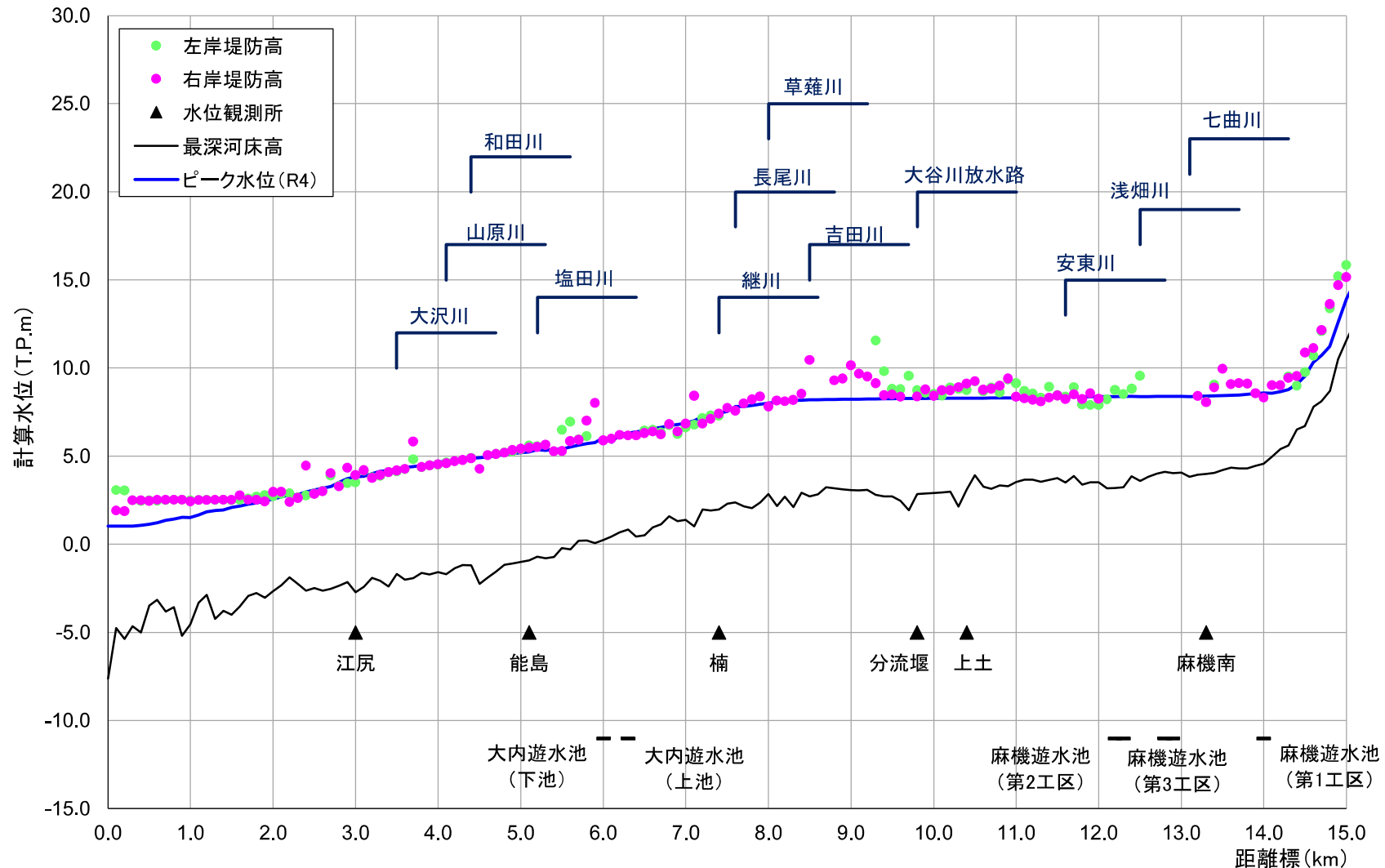
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(縦断水位、巴川、R4.9洪水)

- 河川毎に計算水位(ピーク水位)を縦断的に堤防高と比較し、縦断水位の水面勾配の妥当性を確認

■河川の縦断水位グラフ

巴川(R4)



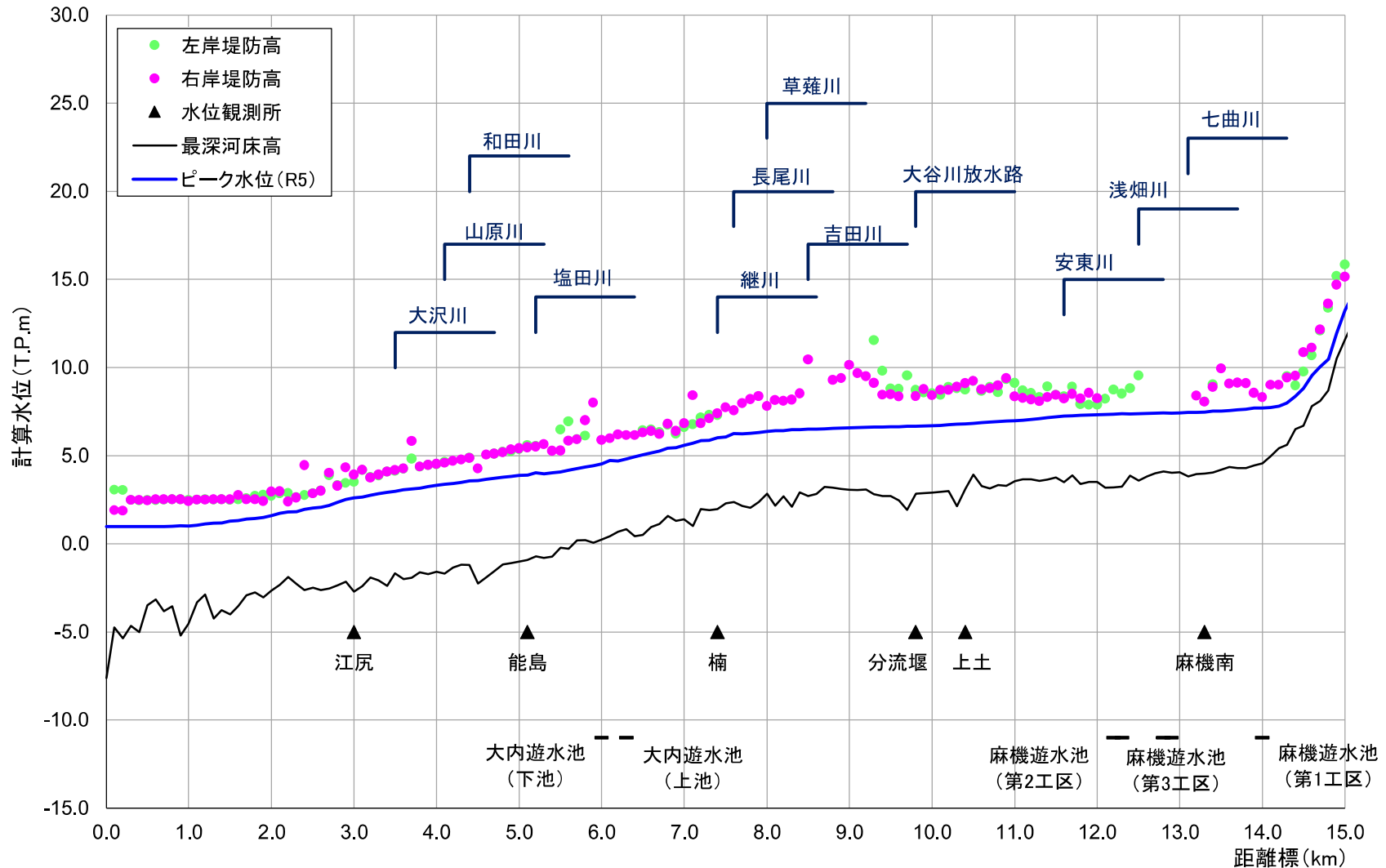
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(縦断水位、巴川、R5.6洪水)

- 河川毎に計算水位(ピーク水位)を縦断的に堤防高と比較し、縦断水位の水面勾配の妥当性を確認

■河川の縦断水位グラフ

巴川(R5)

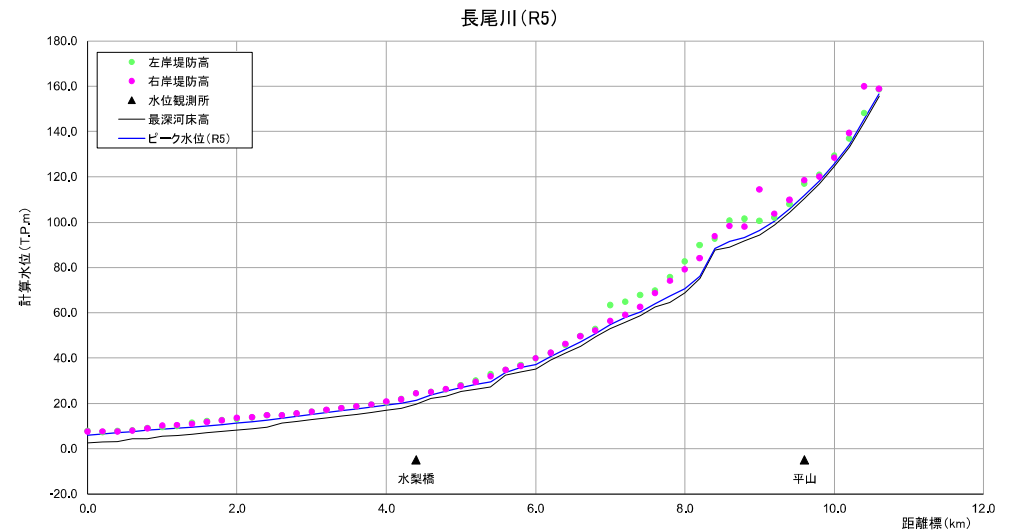
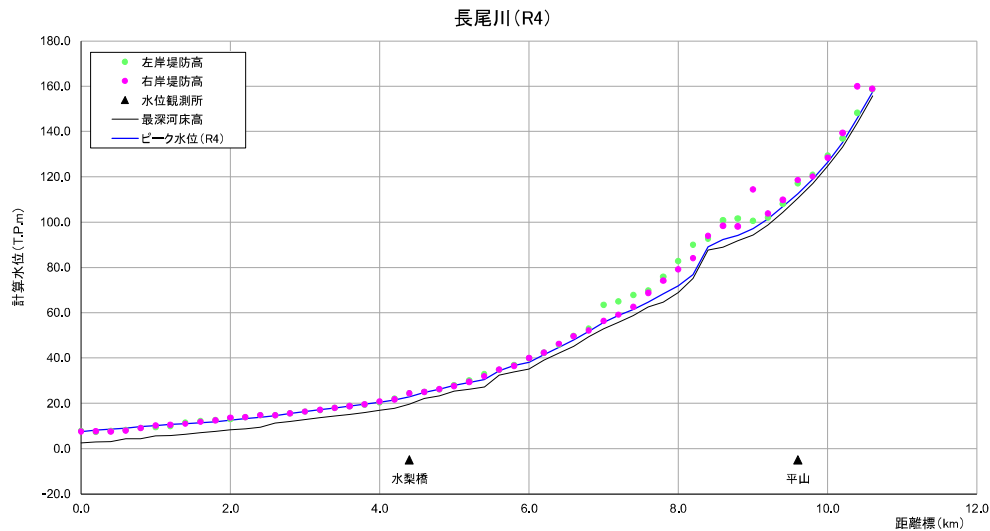
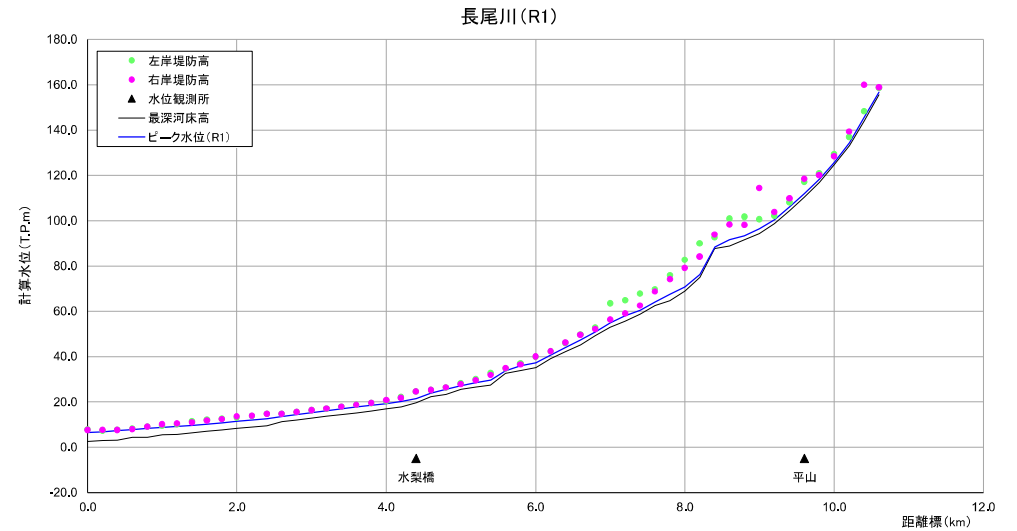
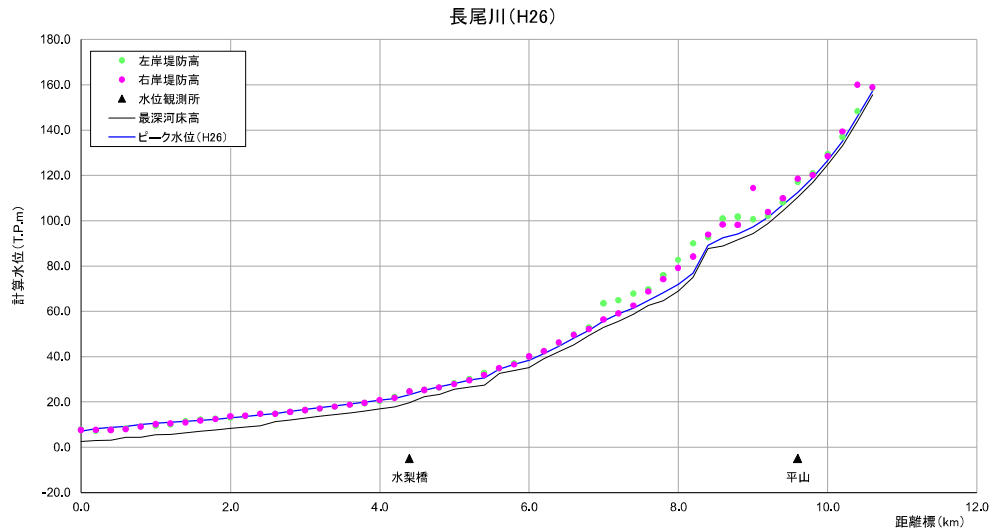


上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(縦断水位、長尾川)

- 河川毎に計算水位(ピーク水位)を縦断的に堤防高と比較し、縦断水位の水面勾配の妥当性を確認

■河川の縦断水位グラフ

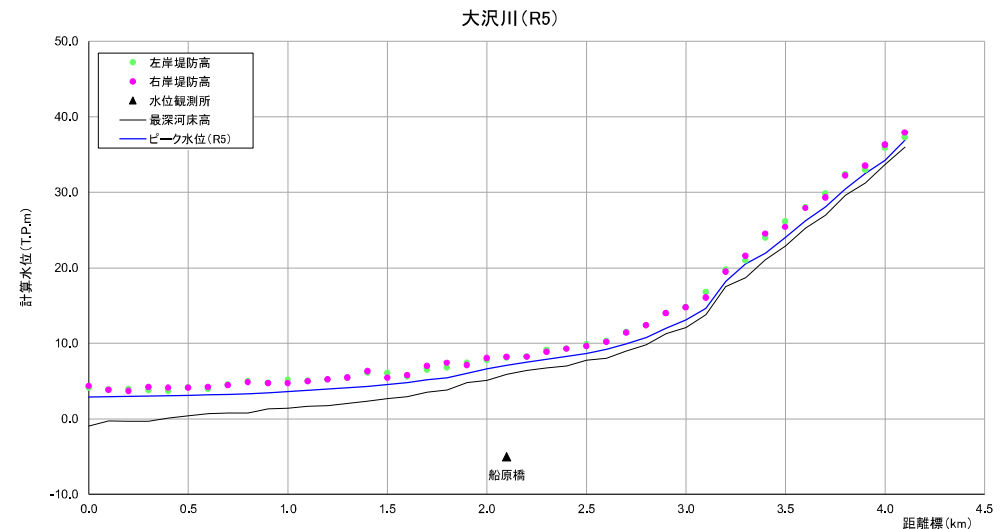
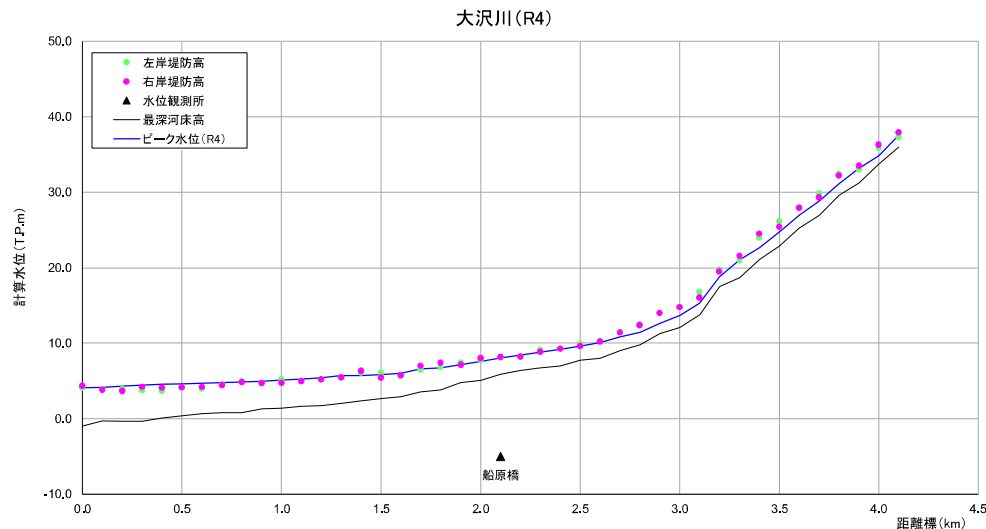
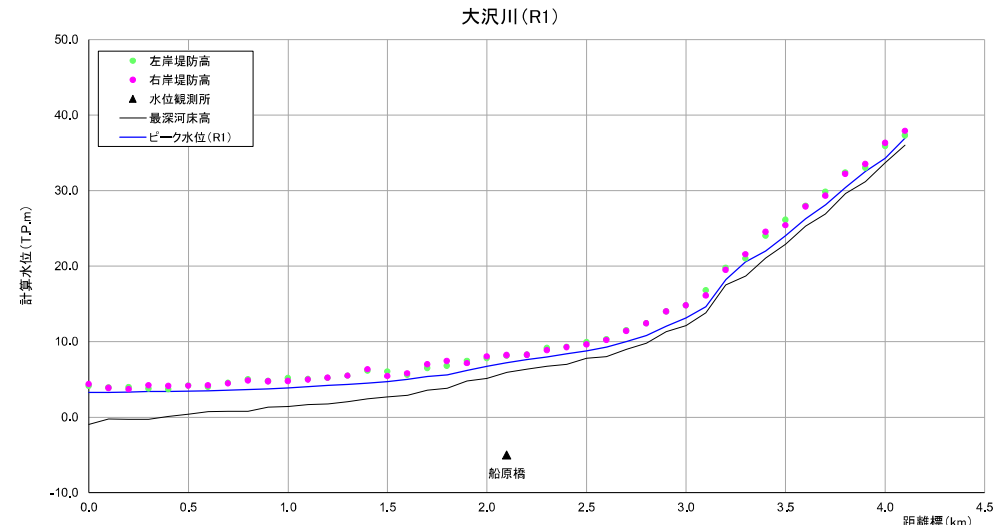
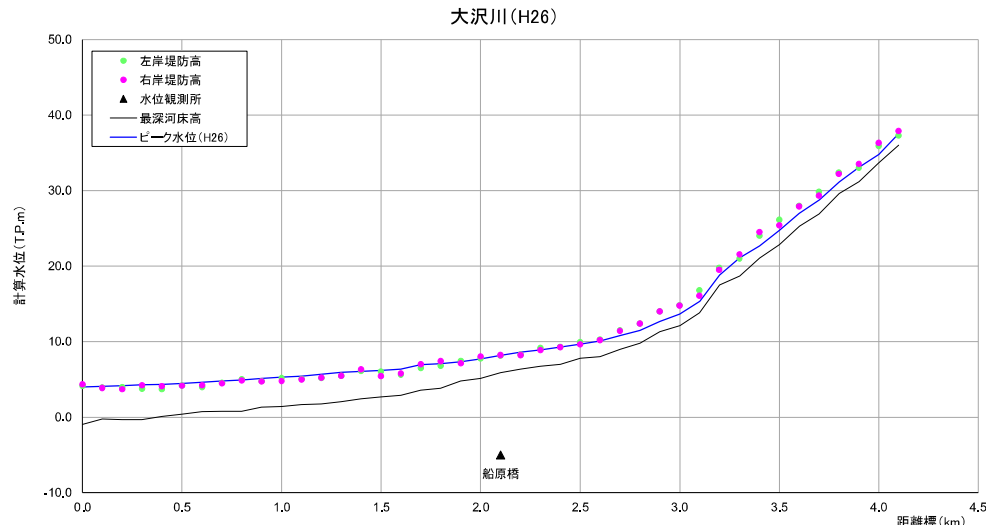


上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(縦断水位、大沢川)

- 河川毎に計算水位(ピーク水位)を縦断的に堤防高と比較し、縦断水位の水面勾配の妥当性を確認

■河川の縦断水位グラフ

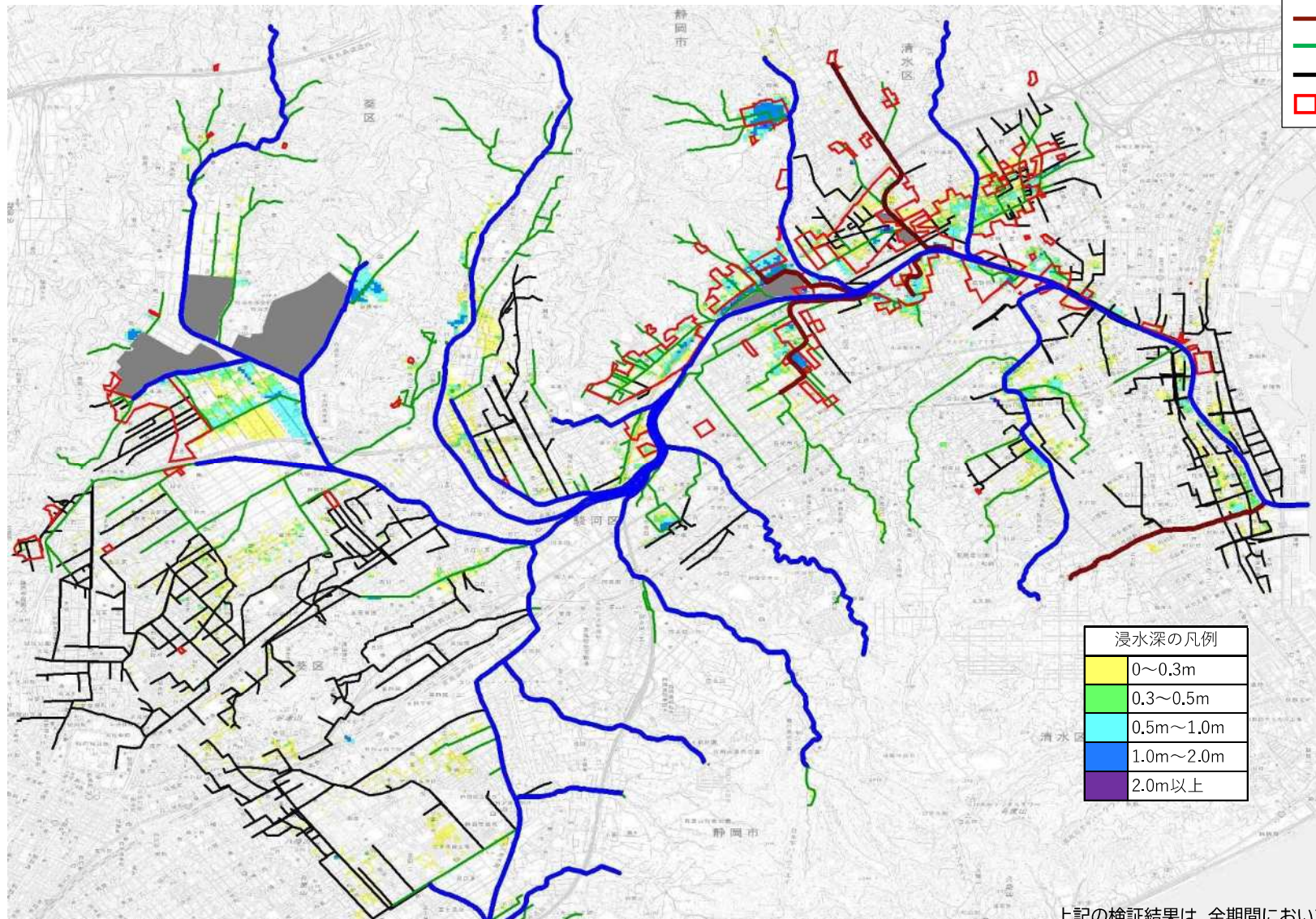


上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(浸水エリア、H26.10洪水)

- 構築したモデルにより得られた浸水エリアと実績の浸水エリアを比較し、モデルの妥当性を確認

■浸水エリアの比較図(H26.10洪水)



- 河道モデル(県管理河川)
- 河道モデル(主要な市準用河川)
- 水路モデル
- 下水道モデル
- H26.10洪水の浸水実績エリア

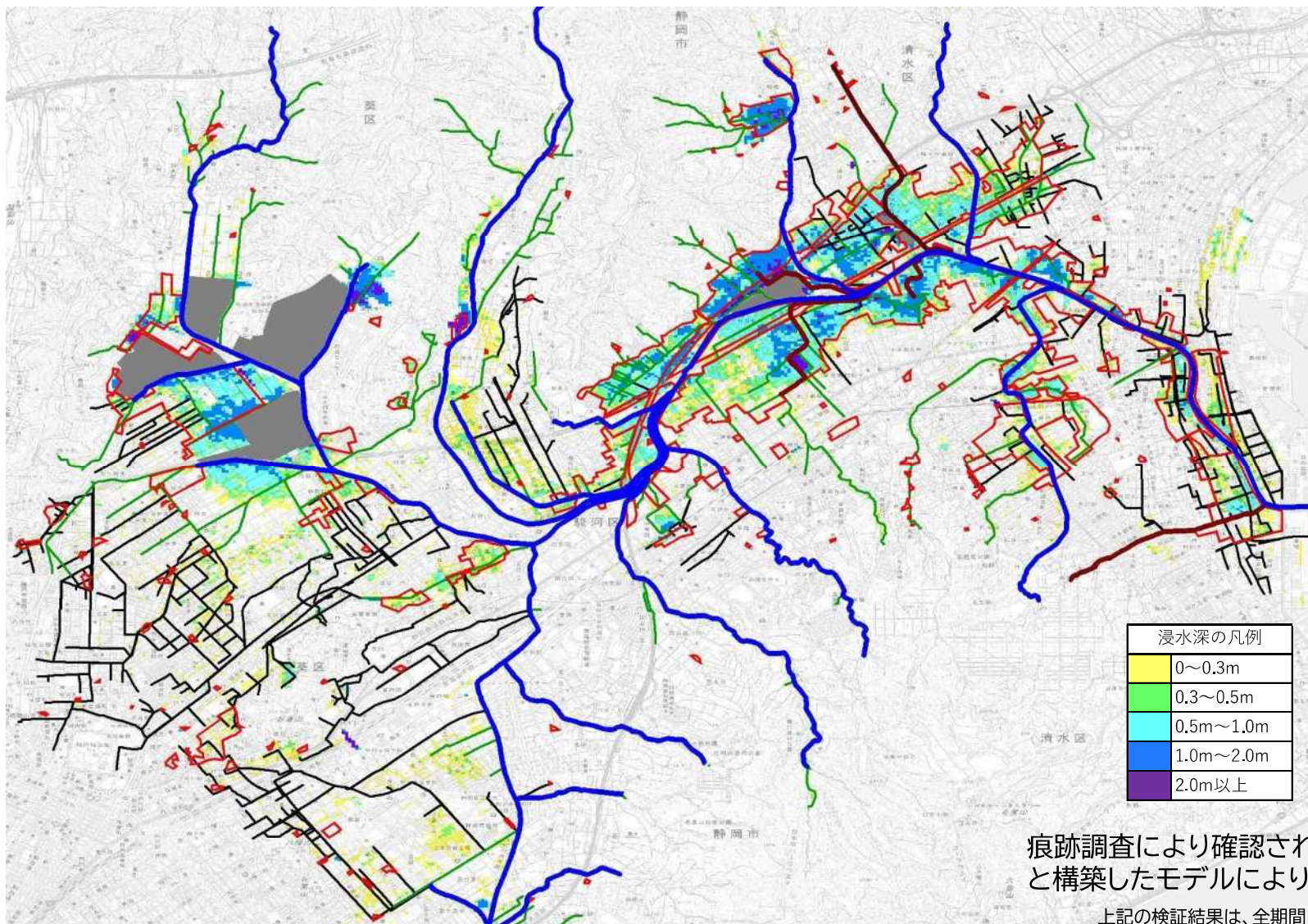
浸水深の凡例	
0~0.3m	0.3~0.5m
0.5~1.0m	1.0~2.0m
2.0m以上	

上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

STEP2の検証結果(浸水エリア、R4.9洪水)

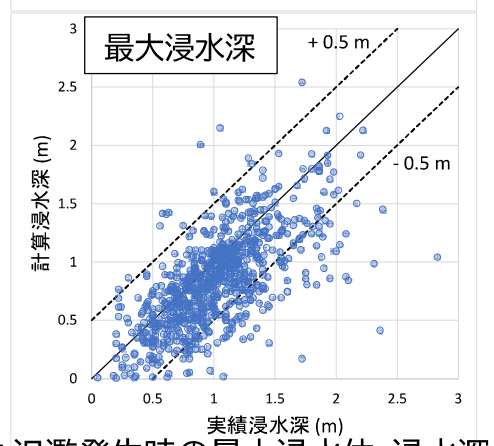
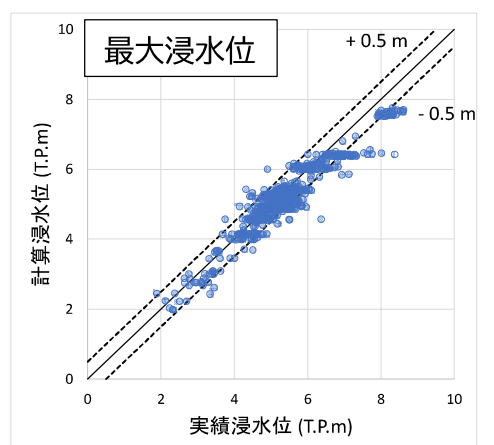
- 構築したモデルにより得られた浸水エリアと実績の浸水エリアを比較し、モデルの妥当性を確認

■浸水エリアの比較図(R4.9洪水)



- 河道モデル(県管理河川)
- 河道モデル(主要な市準用河川)
- 水路モデル
- 下水道モデル
- R4.9洪水の浸水実績エリア

浸水深の凡例	
0~0.3m	0.3~0.5m
0.5m~1.0m	1.0m~2.0m
2.0m以上	



痕跡調査により確認された氾濫発生時の最大浸水位・浸水深と構築したモデルにより得られた最大浸水位・浸水深を比較

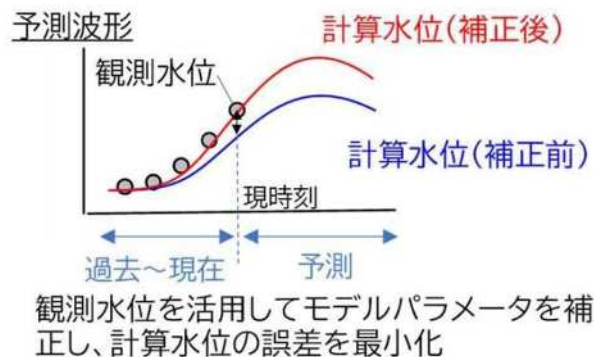
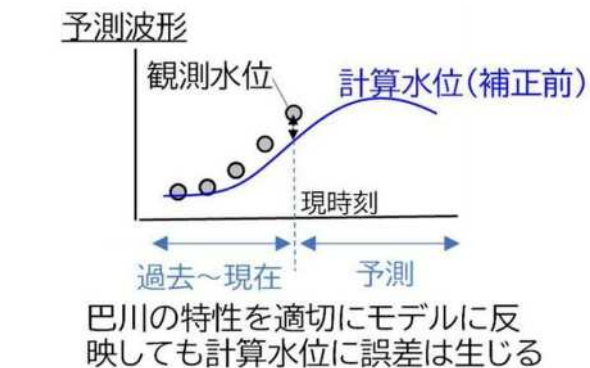
上記の検証結果は、全期間において、実績雨量を適用した計算結果である

リアルタイム誤差補正手法の導入

- RRIモデルや内外水氾濫モデルの検証過程から粗度係数は洪水毎に最適値を設定することで予測精度が確保できることを確認(p.37~56参照)
- 水位・氾濫域予測システムでのリアルタイム計算において、現時刻が更新される毎に(10分間隔を想定)、河道粗度係数を最適化する仕組みを構築し、水位・氾濫域予測モデルへ実装

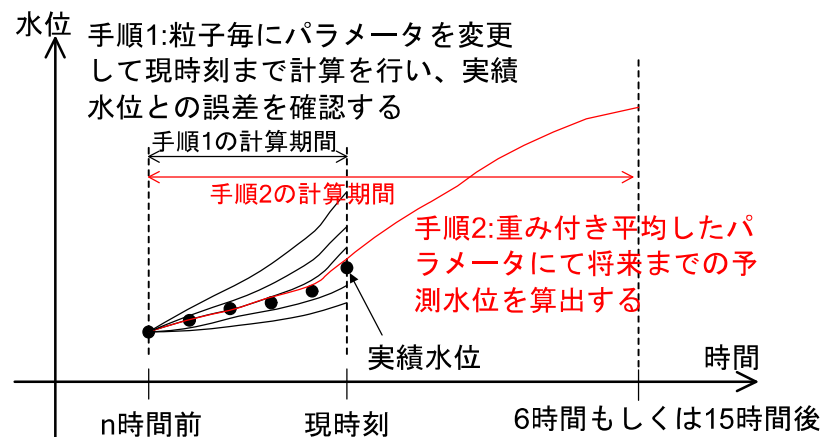
リアルタイム誤差補正手法

洪水時に変動することが想定される河道粗度係数を逐次補正し、観測水位(過去から現在まで)と計算水位の誤差を最小化することで、予測精度を確保



データ同化の設定条件・手順

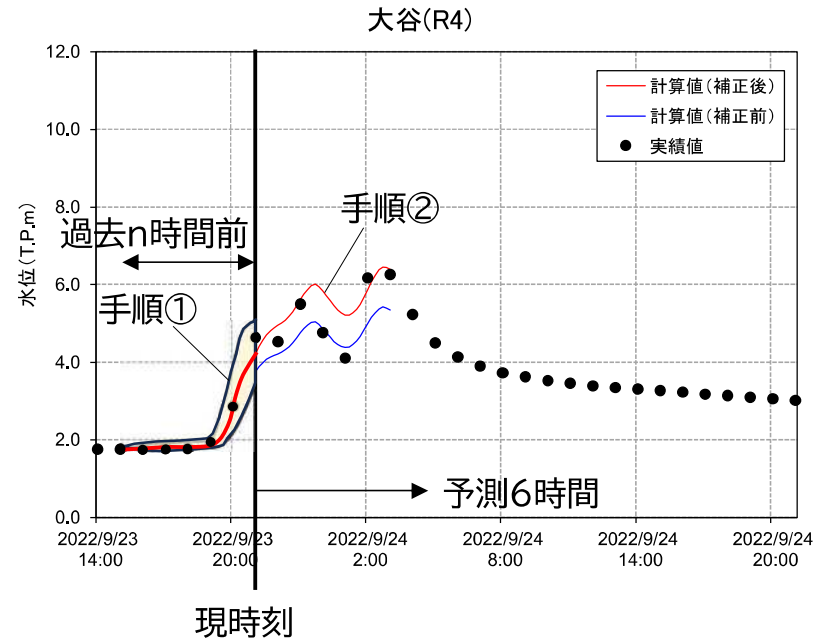
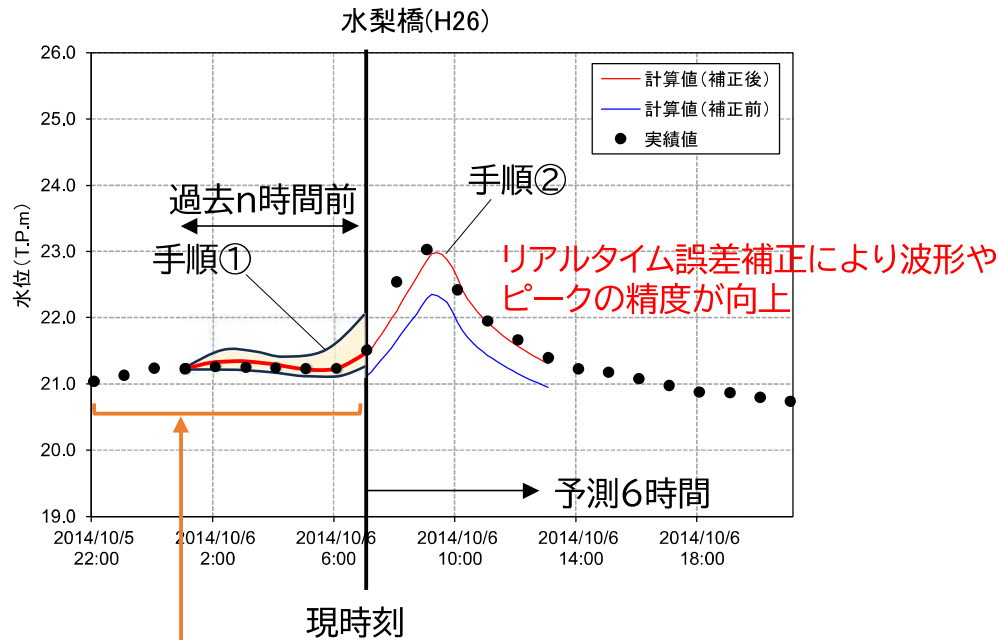
項目	内容
同化地点	麻機南・上土・分流堰・楠・能島・江尻・平山・水梨橋・大谷・船原橋
同化変量	河道モデルの粗度係数
変動範囲	0.015~0.050
粒子数	30
尤度の算定方法	n時間前から現時刻までの誤差をもとに尤度関数(正規分布を仮定)により算定
リサンプリング方式	ドント方式



リアルタイム誤差補正の適用効果例

- リアルタイム誤差補正手法により、河道モデルの粗度係数を逐次補正し、予測精度を確保

■リアルタイム誤差補正による予測精度向上効果を確認した例



手順①
計算区間(水梨橋の場合は長尾川)に対し、異なる粗度係数の30ケース※を用意し、過去から現時刻までの期間を対象に各ケースの予測計算を実施

手順②
30ケースの計算水位の誤差から最適な粗度係数を設定し(誤差を確率分布で近似することにより、確からしい粗度係数を設定)、予測計算を実施

現時刻が更新される度に実施

※国が主導している水害リスクライン(全国の1級水系を対象とした洪水予測システム)では、30ケース程度で予測精度が確保できることを確認している

予測システムのプロトタイプ構築に向けて

- 水位観測所の実績水位や実績の氾濫域・浸水深と計算結果を比較し、妥当性を確認したモデル②(再現性を確保するため必要に応じて水路や下水道を追加)を実装する。
- 6時間の予測計算に8分程度、15時間の予測計算に18分程度要することを踏まえ、6時間予測は10分間隔、15時間予測は30分間隔で予測結果を更新する。
- 今後、リアルタイム誤差補正手法による精度向上効果を確認し、予測システム(プロトタイプ版)に実装する。

