

県管理河川における
気候変動を踏まえた治水計画のあり方

令和4年10月

滋賀県土木交通部
流域政策局

県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画のあり方

目 次

1. はじめに	1
2. 検討に使用した将来降雨予測データ	3
3. 県内における気候変動に伴う降雨量変化の分析	5
4. 治水計画における気候変動を踏まえた外力評価	10
5. 県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しのあり方	19

1. はじめに

近年、気候変動の影響により、全国各地で大雨による災害が激甚化・頻発化しており、これまで比較的水災害の少なかった本県においても、平成 25 年の台風 18 号では、記録的な大雨により、県内の多くの河川で増水し、栗東市の金勝川や高島市の鴨川では堤防が決壊するなど、甚大な被害となった。

さらに、IPCC（国連気候変動に関する政府間パネル）が平成 25 年～26 年に公表した第 5 次評価報告書では、「気候システムの温暖化には疑う余地がない」とされており、今後も気候変動の影響により降水量が増大することが懸念されている。

このような状況を踏まえ、国土交通省では、平成 30 年 4 月に有識者からなる「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を設置し、令和元年 10 月に技術検討会から提言が公表（令和 3 年 4 月に改訂版を公表）された。

この提言では、

- ・気候変動による降雨量増加の程度
- ・治水計画の立案にあたり、「実績の降雨を活用した手法」から「気候変動により予測される将来の降雨を活用する手法」に転換すること
- ・気候変動が進んでも治水安全度が確保できるよう、降雨量の増加を踏まえて、河川整備計画の目標流量の引上げや対応策の充実を図ること

などが示された。

また、国の社会資本整備審議会では、気候変動による降雨量の増加等が懸念されることを踏まえた水災害対策等に関する検討が行われ、令和 2 年 7 月には「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について」の答申が提示され、降雨量を 1.1 倍するなど、気候変動による降雨量の増加を考慮した目標に見直すことや「流域治水」への転換が示された。

本県では、これらの提言や答申などを踏まえ、

- ・県内における気候変動に伴う降雨量変化の分析
- ・本県の治水計画の考え方を踏まえた気候変動に伴う外力の評価
- ・県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方

について、具体的な検討を進めてきた。

本取りまとめは、この検討結果を踏まえ、県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画のあり方について、その考え方や今後の対応方針について提示したものである。

① 県内における気候変動に伴う降雨量変化の分析

県管理河川の流域規模を対象に、気候変動に伴う降雨量変化の傾向を分析

② 本県の治水計画の考え方を踏まえた気候変動に伴う外力の評価

本県では、治水計画の基本となる高水流量について、流域規模などに応じて2通りの方法で設定していることから、各々の設定方法を対象に、気候変動に伴う外力評価の考え方を整理

【比較的流域面積の小さい河川】

彦根観測所の雨量観測データを元に作成した滋賀県降雨強度式（特徴：県内の観測最大である明治29年9月降雨を考慮）から求めた洪水到達時間内平均降雨強度（計画降雨量）を用いて、合理式により高水流量を算定

【比較的流域面積の大きい河川】

各流域における雨量観測データを解析することにより、計画降雨量を設定し、貯留関数法により高水流量を算定

③ 県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方の整理

上記②で整理した「気候変動に伴う外力評価の考え方」を踏まえ、気候変動に伴う降雨量変化を計画降雨量に見込む必要がある場合、現在の河川整備状況を考慮し、県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方を整理

図 1 検討項目の概要

2. 検討に使用した将来降雨予測データ

気候変動による将来の降雨の変化については、文部科学省、気象庁、環境省、各大学等により様々な予測計算が行われ、予測データを整備し、文部科学省の地球環境情報プラットフォームであるデータ統合・解析システム（DIAS）等を通じ公表されている。

本検討では、文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）で整備された「気候変動シナリオ RCP8.5における2℃上昇時のd2PDF（5km、SI-CAT）」と「気候変動シナリオ RCP8.5における4℃上昇時のd4PDF（5km、SI-CAT）」について、滋賀県域を含む領域に切り出したデータセットを使用した。

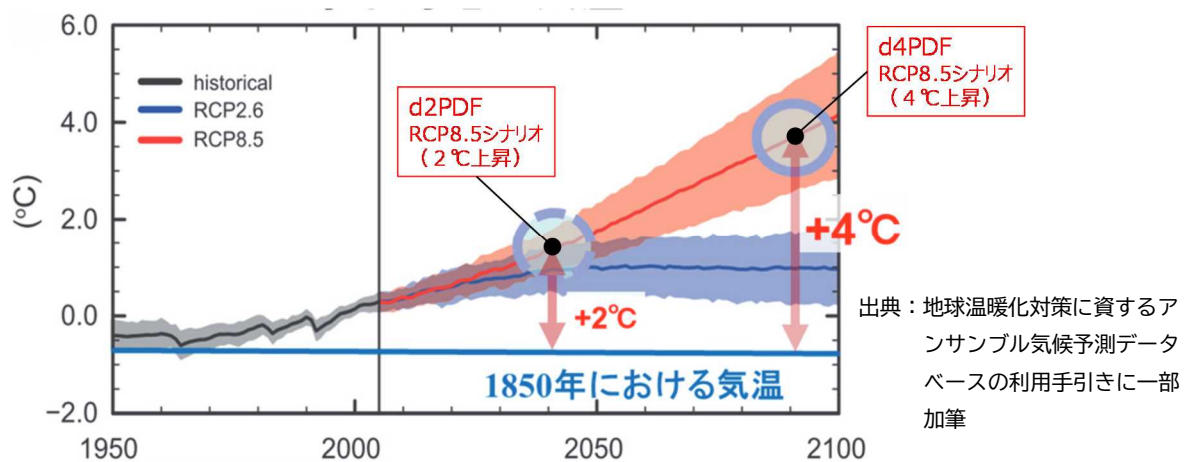


図 2 全球平均地上気温の将来予測（RCP2.6、RCP8.5）

NO.	プロジェクト名	実施機関	降雨パターン数 (年数)	空間 解像度	滋賀県内 領域の計算結果	
					2℃上昇	4℃上昇
1	NHRCM20 (21世紀末における日本の気候)	環境省・ 気象庁	現在気候:60 将来気候:60	20km	○	○
2	NHRCM02 (統合プログラム)	文科省	現在気候:80 将来気候:80	2km	○	○
3	d4PDF (創生プログラム)	文科省	現在気候:3000 将来気候:5400	20km	—	○
4	d4PDF(5km, yamada (SI-CAT)	文科省	現在気候:3000 将来気候:5400	5km	—	—
今回 使用	d4PDF(5km, SI-CAT) (SI-CAT)	文科省	現在気候:372 将来気候:372	5km	—	○
6	d2PDF(20km, SI- CAT) (SI-CAT)	文科省	現在気候:3000 将来気候:3240	20km	○	—
7	d2PDF(5km, yamada (SI-CAT)	文科省	現在気候:3000 将来気候:5400	5km	—	—
今回 使用	d2PDF(5km, SI-CAT) (SI-CAT)	文科省	現在気候:372 将来気候:372	5km	○	—

図 3 公表されている気候変動モデル

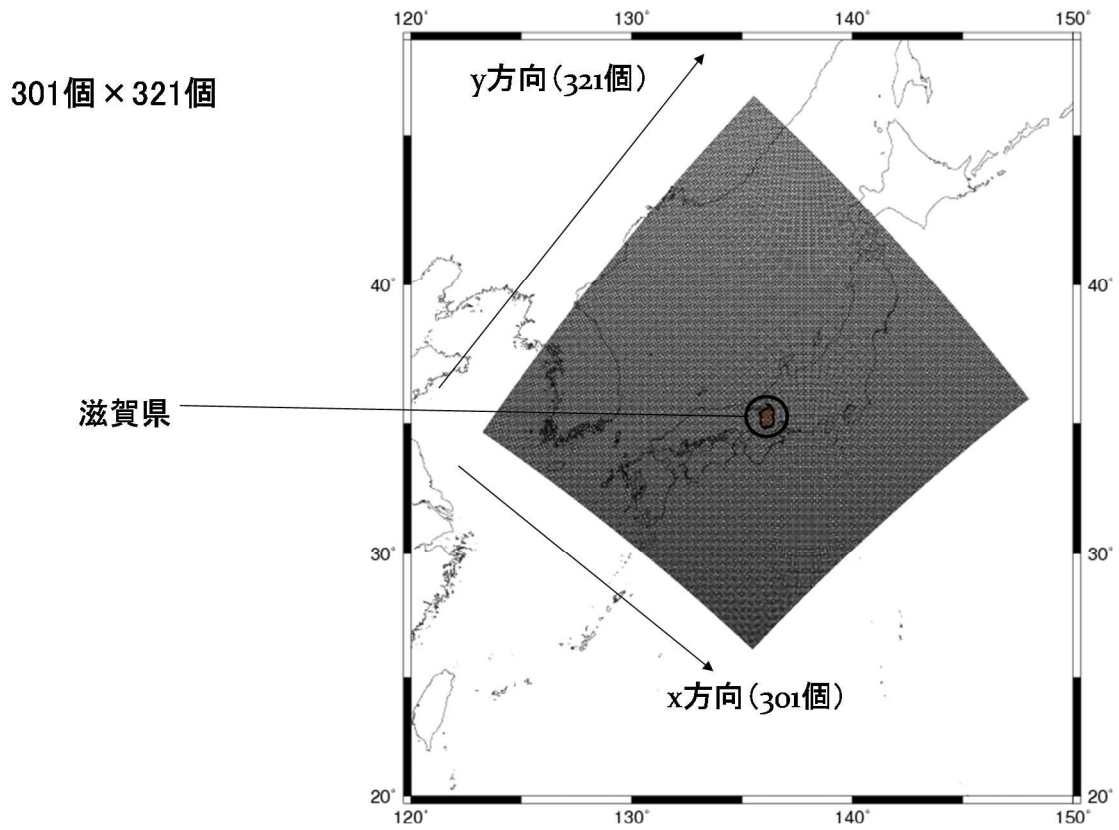


図 4 d2PDF(5km ,SI-CAT) ・ d4PDF(5km ,SI-CAT) 全格子点

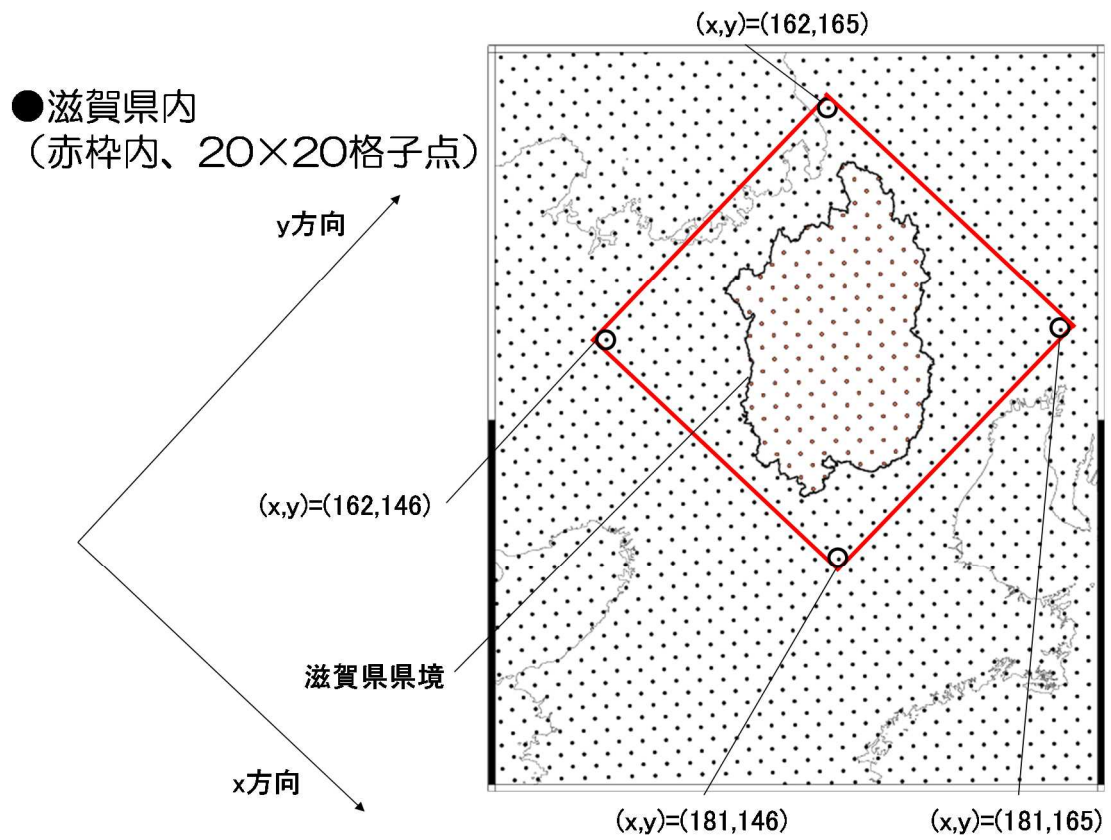


図 5 d2PDF(5km ,SI-CAT) ・ d4PDF(5km ,SI-CAT) 滋賀県域切り出し

3. 県内における気候変動に伴う降雨量変化の分析

3.1 分析手順

県内における気候変動に伴う降雨量変化の分析にあたっては、国の提言における降雨量変化倍率の考え方に準じ、現在気候と将来気候との降雨量の比（降雨量変化倍率）をもって評価する手法とした。

具体的な手順については以下のとおりである。

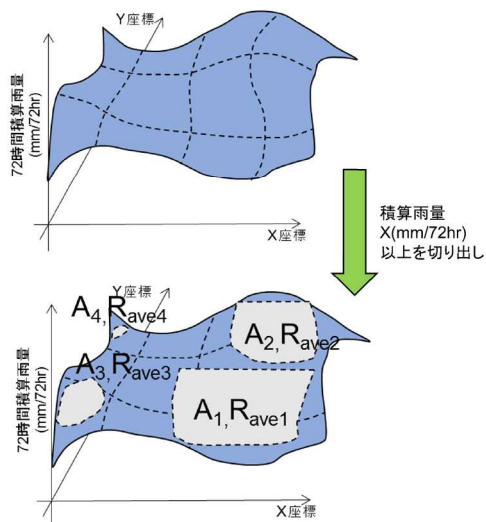
【気候変動に伴う降雨量変化の分析方法・手順】

- ① 気候変動モデル（d4PDF、d2PDF）の出力値をDAD解析することにより、雨域面積毎、降雨継続時間毎の積算雨量の年最大値を算出
 （雨域面積：A=50, 100, 200, 300, 400km² 降雨継続時間：N=1, 2, 3, 6, 12, 24h）
- ② ①で算出した積算雨量の年最大値より、年超過確率雨量を現在気候、将来気候（4℃上昇、2℃上昇）のそれぞれについて算出
- ③ ②で算出した年超過確率雨量の比（将来／現在）をもって、気候変動に伴う降雨量の変化倍率を算出

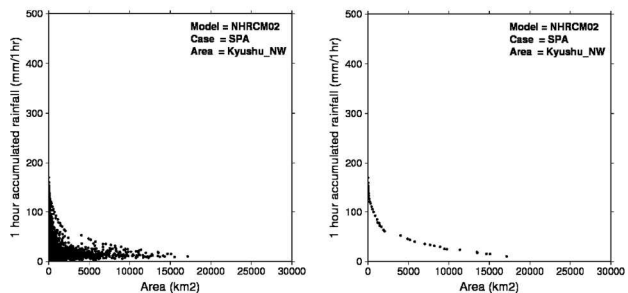
※DAD解析における雨域面積、降雨継続時間については県内河川の流域規模を考慮して設定

- 現在気候および将来気候における降雨の時空間分布の変化を整理するため、積算雨量D(Depth)、雨域面積A(Area)、降雨継続時間D(Duration)の関係を整理する（DAD解析）。
- 面積雨量はFRM法（雨量固定法）を用いて、降雨継続時間ごとに、抽出した雨域の面積及び雨域の平均雨量を算出。
- 降雨継続時間ごとに多数の積算雨量と雨域面積のデータサンプリングを行い、任意の面積ごとに最大雨量を算出。

(例)ある72時間の積算雨量分布



【解析結果イメージ】



多数の積算雨量と雨域面積のデータサンプリングを行い、雨域面積が大きくなるにつれて積算雨量が少なくなるようにデータを包絡し、任意の雨域面積に対応した積算雨量の最大値を抽出した。

出典：気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言（参考資料 p61）

図 6 DAD 解析の概要

3.2 分析結果

分析の結果、県内における降雨量変化倍率は、現在気候と比較して、将来気候（2℃上昇）では約1.1倍（平均：1.05倍）、将来気候（4℃上昇）では約1.2倍～約1.3倍（平均：1.23倍）となった。なお、国の提言では、地域区分（近畿）における降雨量変化倍率は、現在気候と比較して、将来気候（2℃上昇）では1.1倍、将来気候（4℃上昇）では1.2倍～1.3倍となっており、県内における気候変動に伴う降雨量の変化は近畿地方と概ね同様の傾向となる。

表 1 気候変動に伴う降雨量変化倍率（滋賀県域・近畿地方）

		降雨継続時間			備考
		12 時間以上	3 時間以上 12 時間未満	3 時間未満	
滋 賀 県 域	2℃上昇	1.03	1.05	1.07	年超過確率：1/10、 1/30、1/50、1/100 雨域面積：50、100、 200、300、400km ²
	4℃上昇	1.24	1.25	1.21	
近 畿 地 方	2℃上昇	1.1	1.1	1.1	年超過確率：1/100 雨域面積：400、1600、 3600km ²
	4℃上昇	1.2	1.3	—	

近畿地方の出典：気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言（令和3年4月改訂）

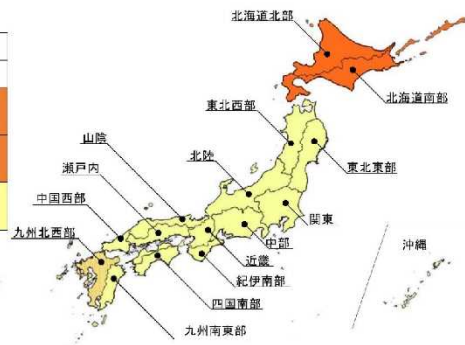
気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 改訂版【概要】 ＜気候変動に伴う降雨量や洪水発生頻度の変化＞

- 降雨特性が類似している地域区分ごとに将来の降雨量変化倍率を計算し、将来の海面水温分布毎の幅や平均値等の評価を行った上で、降雨量変化倍率を設定。
- 2℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、北海道で1.15倍、その他（沖縄含む）地域で1.1倍、4℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、北海道・九州北西部で1.4倍、その他（沖縄含む）地域で1.2倍とする。
- 4℃上昇時には小流域・短時間降雨で影響が大きいため、別途降雨量変化倍率を設定する。

＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2℃上昇	4℃上昇	
		長時間	短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他（沖縄含む）地域	1.1	1.2	1.3

- ※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと
- ※ 3時間未満の降雨に対しては適用できない
- ※ 雨域面積100km²以上について適用する。ただし、100km²未満の場合についても降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意しつつ適用可能とする。
- ※ 年超過確率1/200以上の規模（より高頻度）の計画に適用する。



＜参考＞降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化の一級水系における全国平均値

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2℃上昇時	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
4℃上昇時	約1.3倍	約1.4倍	約4倍

- ※ 2℃、4℃上昇時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均気温がそれぞれ2℃、4℃上昇した世界をシミュレーションしたモデルから試算
- ※ 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の流量の変化倍率の平均値
- ※ 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模（1/100～1/200）の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値（例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる）

出典：気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 改訂版【概要】

図 7 気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言 改訂版（概要）

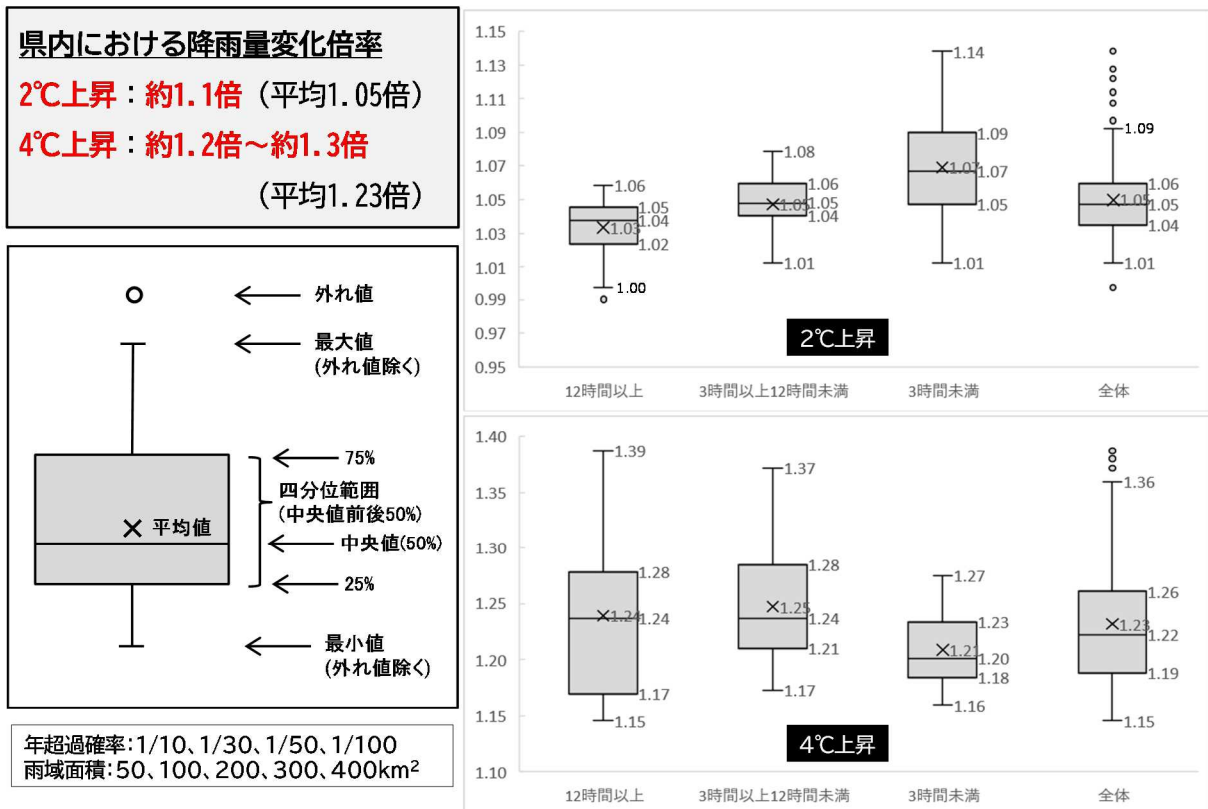


図 8 滋賀県域における気候変動に伴う降雨量変化倍率

領域名	継続時間	雨域面積 50km ²				
		1/10	1/30	1/50	1/100	平均
2度上昇	1時間	1.08	1.07	1.06	1.04	1.06
	2時間	1.06	1.04	1.04	1.03	1.04
	3時間	1.07	1.05	1.03	1.01	1.04
	6時間	1.05	1.03	1.02	1.02	1.03
	12時間	1.05	1.04	1.05	1.04	1.04
	24時間	1.05	1.03	1.03	1.03	1.04
	平均	1.06	1.04	1.04	1.03	
4度上昇	1時間	1.19	1.19	1.18	1.16	1.18
	2時間	1.20	1.22	1.22	1.24	1.22
	3時間	1.21	1.25	1.26	1.31	1.26
	6時間	1.19	1.28	1.31	1.35	1.28
	12時間	1.18	1.27	1.33	1.39	1.29
	24時間	1.17	1.25	1.30	1.38	1.28
	平均	1.19	1.25	1.27	1.30	

図 9 降雨量変化倍率（雨域面積 50km²）

領域名	継続時間	雨域面積 100km ²				
		1/10	1/30	1/50	1/100	平均
2度上昇	1時間	1.09	1.07	1.06	1.05	1.07
	2時間	1.05	1.03	1.01	1.01	1.03
	3時間	1.08	1.06	1.04	1.01	1.05
	6時間	1.06	1.04	1.04	1.02	1.04
	12時間	1.04	1.02	1.02	1.02	1.02
	24時間	1.05	1.04	1.02	1.02	1.03
	平均	1.06	1.04	1.03	1.02	
4度上昇	1時間	1.19	1.18	1.17	1.17	1.18
	2時間	1.20	1.24	1.25	1.27	1.24
	3時間	1.19	1.22	1.23	1.25	1.22
	6時間	1.18	1.29	1.33	1.36	1.29
	12時間	1.15	1.23	1.27	1.34	1.25
	24時間	1.16	1.24	1.27	1.31	1.25
	平均	1.18	1.23	1.25	1.29	

図 10 降雨量変化倍率（雨域面積 100km²）

領域名	継続時間	雨域面積 200km ²				
		1/10	1/30	1/50	1/100	平均
2度上昇	1時間	1.10	1.11	1.12	1.13	1.12
	2時間	1.07	1.05	1.05	1.04	1.05
	3時間	1.07	1.05	1.04	1.05	1.05
	6時間	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	12時間	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04
	24時間	1.04	1.03	1.03	1.01	1.03
	平均	1.07	1.06	1.06	1.06	
4度上昇	1時間	1.18	1.19	1.20	1.22	1.20
	2時間	1.19	1.23	1.23	1.24	1.22
	3時間	1.18	1.21	1.24	1.28	1.23
	6時間	1.18	1.27	1.31	1.37	1.28
	12時間	1.16	1.24	1.30	1.39	1.27
	24時間	1.17	1.23	1.25	1.28	1.23
	平均	1.18	1.23	1.26	1.30	

図 11 降雨量変化倍率（雨域面積 200km²）

領域名	継続時間	雨域面積 300km ²				
		1/10	1/30	1/50	1/100	平均
2度上昇	1時間	1.13	1.14	1.09	1.09	1.11
	2時間	1.07	1.07	1.07	1.06	1.07
	3時間	1.07	1.05	1.05	1.05	1.05
	6時間	1.06	1.05	1.05	1.04	1.05
	12時間	1.05	1.04	1.04	1.02	1.04
	24時間	1.04	1.03	1.01	1.01	1.02
	平均	1.07	1.06	1.05	1.05	
4度上昇	1時間	1.20	1.22	1.18	1.20	1.20
	2時間	1.18	1.22	1.24	1.25	1.23
	3時間	1.17	1.21	1.22	1.22	1.21
	6時間	1.18	1.24	1.28	1.32	1.26
	12時間	1.15	1.22	1.26	1.33	1.24
	24時間	1.16	1.20	1.22	1.27	1.21
	平均	1.17	1.22	1.23	1.26	

図 12 降雨量変化倍率（雨域面積 300km²）

領域名	継続時間	雨域面積 400km ²				
		1/10	1/30	1/50	1/100	平均
2度上昇	1時間	1.11	1.10	1.09	1.08	1.10
	2時間	1.07	1.05	1.05	1.02	1.05
	3時間	1.06	1.05	1.04	1.05	1.05
	6時間	1.06	1.05	1.05	1.04	1.05
	12時間	1.05	1.05	1.06	1.05	1.05
	24時間	1.04	1.02	1.00	0.99	1.01
	平均	1.06	1.05	1.05	1.04	
4度上昇	1時間	1.18	1.19	1.20	1.21	1.20
	2時間	1.18	1.23	1.25	1.24	1.23
	3時間	1.17	1.21	1.22	1.24	1.21
	6時間	1.17	1.23	1.26	1.29	1.24
	12時間	1.15	1.20	1.22	1.24	1.20
	24時間	1.15	1.16	1.17	1.20	1.17
	平均	1.17	1.20	1.22	1.24	

図 13 降雨量変化倍率（雨域面積 400km²）

4. 治水計画における気候変動を踏まえた外力評価

4.1 外力評価の検討方針

本県では治水計画の基本となる高水流量の算定にあたり、滋賀県降雨強度式から求めた年超過確率雨量を用いて、合理式によりピーク流量を算出する手法を基本としているが、洪水調節施設を計画する河川や流域面積の大きい河川など、貯留や遅れの効果を無視できない河川では、当該流域における降雨特性を考慮した計画降雨量を用いて、流量ハイドログラフを算出できる流出計算方法（貯留関数法）により高水流量を設定している。

したがって、「滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川」と「当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川」の2通りの設定方法を対象に、気候変動に伴う外力を評価する方針とする。

- 本県では、治水計画の基本となる高水流量の算定にあたり、**滋賀県降雨強度式から求めた洪水到達時間内平均降雨強度を用いて、合理式によりピーク流量を算出する手法を基本**としている。
- ただし、洪水調節施設を計画する河川や流域面積の大きい河川など、貯留や遅れの効果を無視できない河川では、当該流域における降雨特性を考慮した計画降雨量を用いて、流量ハイドログラフを算出できる流出計算方法（貯留関数法）により高水流量を設定している。

高水流量算定の考え方

○滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川

滋賀県降雨強度式から求めた
洪水到達時間内平均降雨強度

合理式

ピーク流量

鴨川、野瀬川、矢倉川、蛇砂川、金勝川
葉山川、真野川、杣川、大川 など

○当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川

当該流域における降雨特性を
考慮した計画降雨量

貯留関数法

流量ハイドログラフ

大戸川、野洲川、日野川、芹川、余呉川、
姉川・高時川、天野川、安曇川、石田川

図 14 県の治水計画における高水流量算定の考え方

4.2 気候変動に伴う外力評価

4.2.1 滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川

(1) 評価方法

年超過確率雨量について、滋賀県降雨強度式と気候変動モデル（将来実験）の出力値を比較し、気候変動に伴う外力を評価する。

具体的な評価方法は以下のとおりである。

【具体的な評価方法】

- ①年超過確率雨量について、滋賀県降雨強度式と気候変動モデル（将来実験）の出力値を比較することの妥当性を確認
- ②現行の滋賀県降雨強度式で解析対象としている彦根観測所を対象に、気候変動モデル出力値（将来実験 12 パターン）の年最大 N 時間雨量（N=1,2,3,6）から算定された各年超過確率雨量と現行の滋賀県降雨強度式から算出される年超過確率雨量を比較し、気候変動に伴う外力を評価

(2) 実績値とモデル計算値を比較することの妥当性確認

年超過確率雨量について、滋賀県降雨強度式と気候変動モデル（将来実験）の出力値を比較することの妥当性を確認する。具体的には、「彦根観測所の実績雨量データを用いた降雨解析で算定される年超過確率雨量」と「気候変動モデル出力値（過去実験データ）から算定した年超過確率雨量」を比較検証する。

比較検証の条件は以下のとおりである。

【比較検証の条件】

- ・気候変動モデル（過去実験）の対象は、彦根観測所を囲む 4 メッシュとする
- ・検証対象とする降雨継続時間 N=1,3,6,24 時間
- ・各々の年超過確率雨量の算出に使用するデータは表 2 のとおり

表 2 年超過確率雨量の算出に使用するデータ

彦根観測所の実績雨量データ	気候変動モデル出力値 (過去実験データ)
1 時間雨量：108 年（1904～2010 年（うち、7 年はデータ無））	d4PDF 過去実験(1981～2010 年)
3 時間雨量：75 年（1929～2010 年（うち、7 年はデータ無））	30 年間×12 アンサンブル=360
6 時間雨量：75 年（1929～2010 年（うち、7 年はデータ無））	年間
24 時間雨量：117 年（1894～2010 年）	

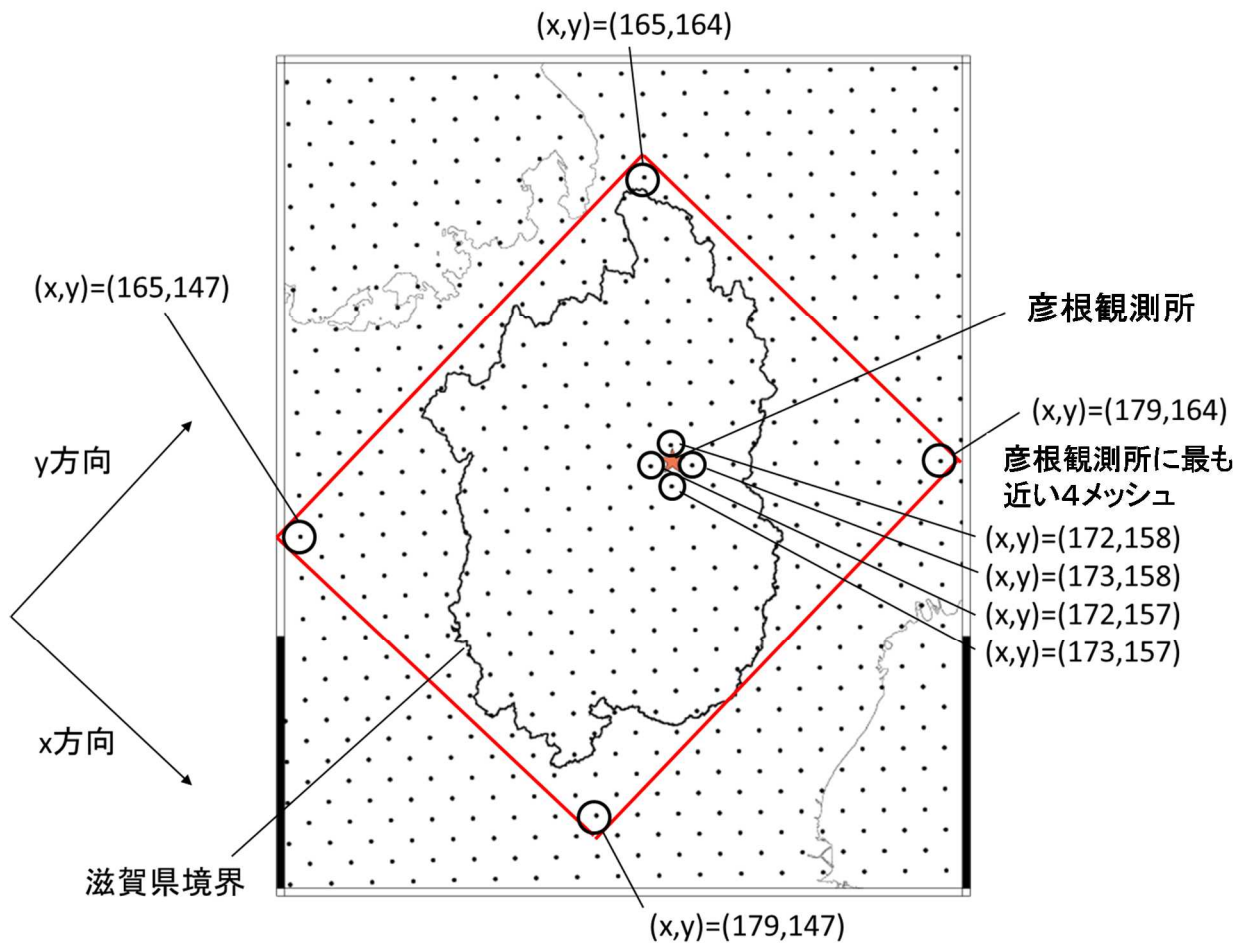


図 15 検証対象とする気候変動モデルの出力メッシュ

過去実験データによる年超過確率雨量と彦根実績雨量データによる年超過確率雨量の比率を降雨継続時間毎、確率年毎に平均した結果は「0.88～1.11」で、1.00 の前後でばらついていることから、実績値と過去実験の計算値の統計的特性は同等であると評価した。

よって、年超過確率雨量について、滋賀県降雨強度式と気候変動モデル（将来実験）の出力値を比較することの妥当性を確認できた。

表 3 過去実験データによる年超過確率雨量／彦根実績雨量データによる年超過確率雨量

継続時間	1/5	1/10	1/30	1/50	1/100	平均
1時間	0.82	0.86	0.89	0.91	0.93	0.88
3時間	1.02	1.06	1.13	1.14	1.18	1.11
6時間	1.05	1.07	1.09	1.08	1.06	1.07
24時間	1.04	1.02	0.99	0.95	0.92	0.98
平均	0.98	1.00	1.02	1.02	1.02	

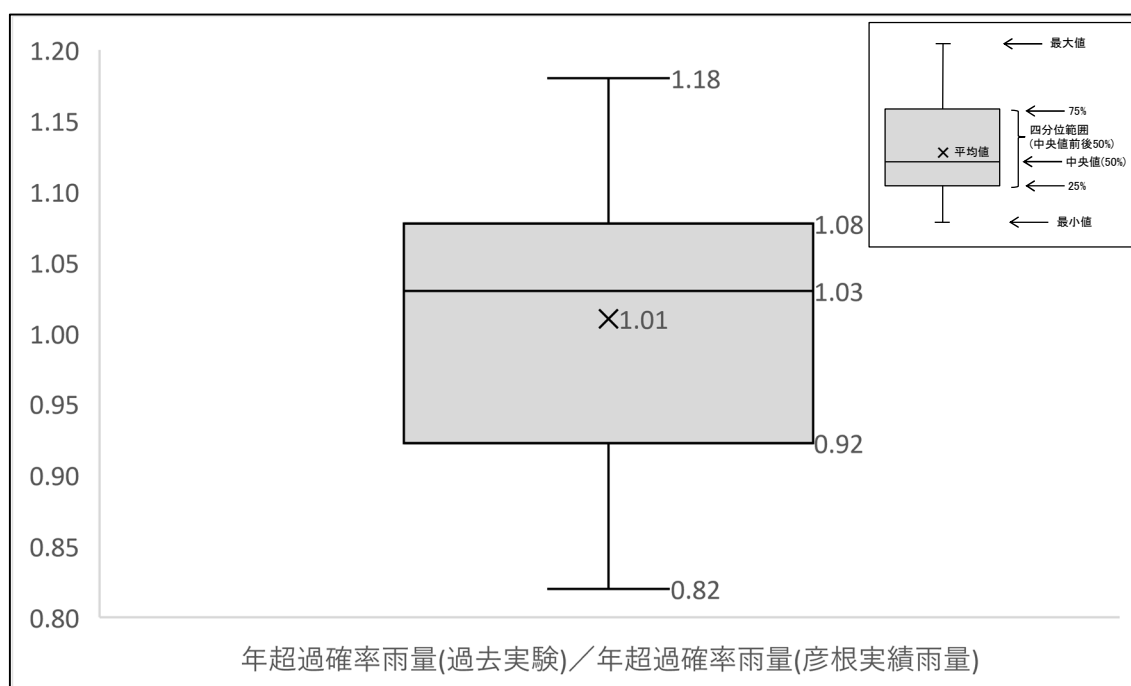


図 16 過去実験データによる年超過確率雨量／彦根実績雨量データによる年超過確率雨量

(3) 気候変動に伴う外力評価

現行の滋賀県降雨強度式で解析対象としている彦根観測所を対象に、気候変動モデル出力値（将来実験 12 パターン）の年最大 N 時間雨量（N=1,2,3,6）から算定された各年超過確率雨量と現行の滋賀県降雨強度式から算出される年超過確率雨量を比較し、気候変動に伴う外力を評価する。具体的な検証手順は以下のとおりである。

【気候変動に伴う外力評価の手順】

①滋賀県降雨強度式の出力値を算定

現行の滋賀県降雨強度式から各年超過確率、各降雨継続時間での降雨量を算出

②将来実験の出力値を算定

彦根観測所を囲む 4 メッシュ（100km²）の範囲において、雨域面積 50km² として DD 解析した年最大 N 時間雨量（12 アンサンブル）の平均をもって算出

③気候変動に伴う外力評価

年超過確率雨量について「将来実験の出力値／滋賀県降雨強度式」の出力値をもって気候変動に伴う外力を評価

上記手順により、滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川について、気候変動に伴う外力を評価したところ、同式は観測最大値（M29.9 洪水）を考慮した形で作成されており、既に気候変動に伴う外力の増分が包含されていることから、治水計画の策定においては、これまで同様、同式による外力評価を行うものとした。

○年超過確率雨量について、滋賀県降雨強度式と気候変動モデル（将来実験）の出力値の比（気候変動モデル／滋賀県降雨強度式）を比較したところ、**2度上昇で平均0.87倍、4℃上昇で平均0.94倍**となることを確認

○検証の結果、現行の滋賀県降雨強度式で評価された外力は、**気候変動の影響を考慮した外力（2度上昇、4℃上昇）よりも大きいことが確認**できた。つまり、**現行の降雨強度式は、既に気候変動に伴う外力の増分を包含したものである**と言える。

○これは、現行の滋賀県降雨強度式は、観測最大値（M29.9洪水）を考慮した形で作成されているためである。

○以上より、滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川の外力については、同式に既に気候変動に伴う外力の増分が包含されていることから、**治水計画の策定においては、これまで同様、同式による外力評価を行うものとする。**

領域名	継続時間	気候変動モデル／滋賀県降雨強度式				
		1/10	1/30	1/50	1/100	平均
2度上昇	1時間	0.95	0.84	0.77	0.69	0.81
	2時間	1.04	0.95	0.88	0.79	0.91
	3時間	1.03	0.93	0.85	0.76	0.89
	6時間	0.96	0.89	0.82	0.73	0.85
	平均	0.99	0.90	0.83	0.74	
4度上昇	1時間	1.02	0.89	0.81	0.72	0.86
	2時間	1.10	1.01	0.93	0.84	0.97
	3時間	1.09	1.02	0.94	0.85	0.97
	6時間	1.02	0.99	0.93	0.86	0.95
	平均	1.06	0.98	0.90	0.82	

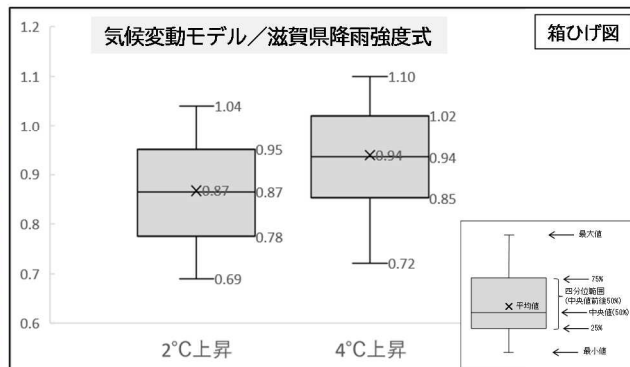


図 17 気候変動に伴う外力を評価結果（滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川）

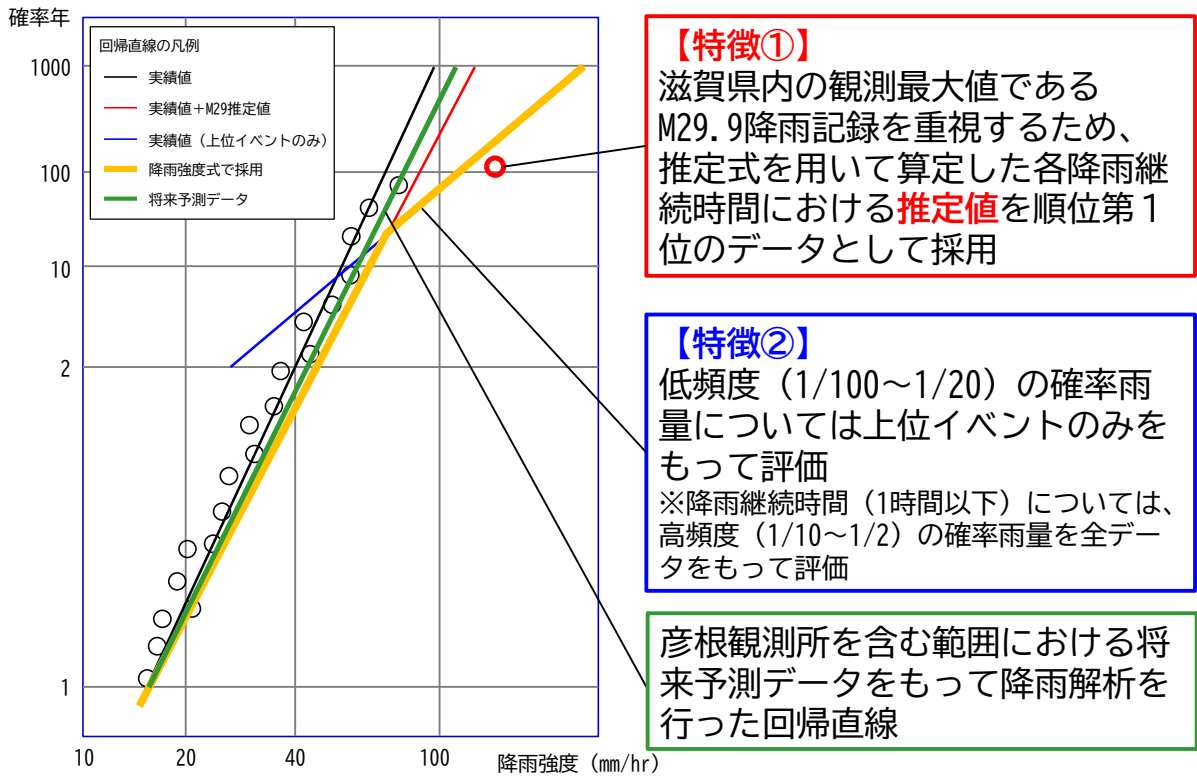
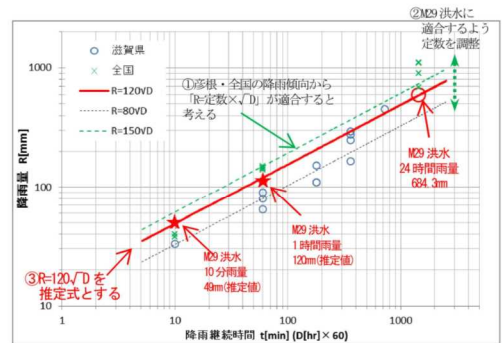


図 18 滋賀県降雨強度式が気候変動に伴う外力の増分を包含していることの説明図

■これまでの経緯

- ・昭和43年6月 策定
- ・平成7年3月 検証（一部改訂）
- ・平成29年 検証（見直しの必要なし）

・資料期間および解析手法の課題については、現行式が安全側であることを確認
 ・地域性の課題については、現行式の妥当性を覆すものではないと判断



■降雨解析手法

- ・解析対象観測所：彦根地方気象台
 24時間、12時間 : 明治7年～
 6時間、3時間、1時間、10分雨量 : 大正10年～

- ・解析対象降雨資料：上位N/10個程度

- ・プロットングポジション：トーマス法

※観測最大値を重視するため、県内の最大降雨量の推定式を設定（右上図参照）

($R=120\sqrt{D}$ R：降雨量(mm) D：降雨継続時間(hr))

※1時間雨量、10分雨量の高頻度規模について、上位N/10では危険側となるため、全資料を対象に解析している。

■降雨強度式の算定方法

- ・各降雨継続時間（6時間、3時間、1時間、10分）の年超過確率雨量をもとに定数解析を行い、降雨強度式を作成（君島式）

※県内主要河川の洪水到達時間は6時間以内であるため、降雨強度式の係数算定対象の降雨継続時間を「6時間、3時間、1時間、10分」の4種類としている。

解析対象観測所：彦根地方気象台

○現行の滋賀県降雨強度式は、各降雨継続時間（6時間、3時間、1時間、10分）の年超過確率雨量をもとに定数解析を行い、作成している。※県内主要河川の洪水到達時間は6時間以内

○年超過確率雨量の算定にあたっては、滋賀県内の観測最大値であるM29.9降雨記録を重視するため、M29推定式 ($R=120\sqrt{D}$) を用いて算定した各降雨継続時間における推定値を順位第1位のデータとして採用している。

○なお、降雨継続時間（6時間、3時間）については「1/100～1/20」の確率雨量を上位N/10をもって評価し、降雨継続時間（1時間、10分）については「1/100～1/20」の確率雨量を上位N/10をもって、「1/10～1/2」の確率雨量を全データをもって評価している。

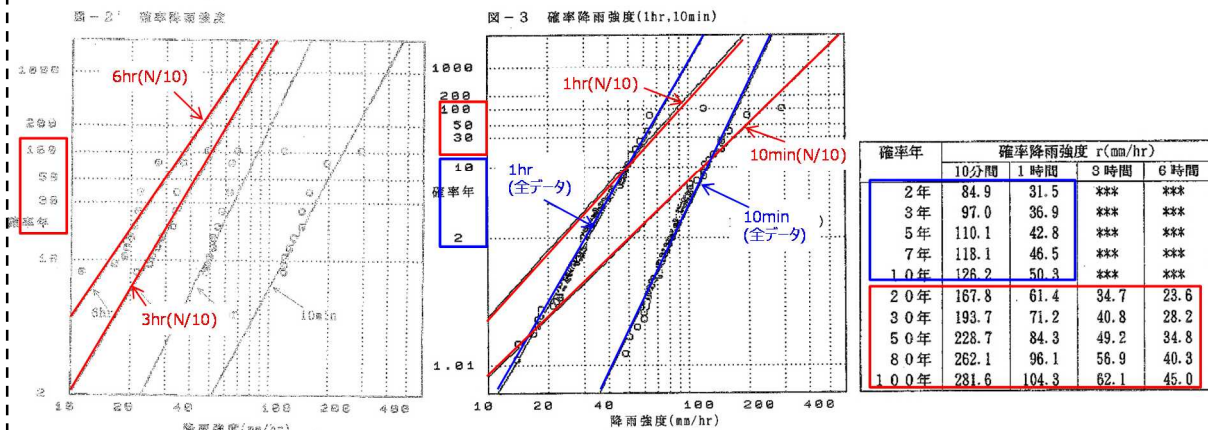


図 19 現行の滋賀県降雨強度式の概要

4.2.2 当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川

当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川は、以下の9河川が該当しており、流域面積や治水計画における計画規模や降雨継続時間は様々である。

・大戸川、野洲川、日野川、芹川、余呉川、姉川・高時川、天野川、安曇川、石田川

これら河川における気候変動に伴う外力の評価方法として、各河川の流域と同規模の雨域面積における2℃上昇時の降雨量変化倍率をもって各々設定する方法も考えられるが、県内や近畿地方における降雨量変化倍率に準じ、当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川については、県内における2℃上昇時の降雨量変化倍率(1.1倍)をもって、気候変動に伴う外力を評価する。

なお、当該流域と同じ規模の雨域面積における降雨量変化倍率を確認したところ、1.1倍以内であることを確認している。(図 20)

具体的な評価方法は以下のとおりである。

【具体的な評価方法】

■ 暫定規模（整備計画レベル）

（戦後最大実績洪水を採用している河川）

野洲川、芹川、姉川・高時川、石田川、（大戸川^{※1}）

^{※1}：今後の整備計画立案において採用予定

2010年までの代表洪水の降雨波形を降雨量変化倍率で引き延ばした波形、もしくは2011年以降の代表洪水の降雨波形から算定されるピーク流量を算定し、それらを比較検討のうえ、整備計画流量を算定

（戦後最大確率洪水を採用している河川）

日野川、余呉川、天野川^{※2}、安曇川^{※2}

^{※2}：確率洪水を採用しているが、戦後最大ではない

2010年までの雨量標本を用いた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ものを気候変動考慮後の計画降雨量として整備計画流量を算定

■ 計画規模（基本方針レベル）

2010年までの雨量標本を用いた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ものを気候変動考慮後の計画降雨量として基本高水と計画高水を算定

（参考）気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言（R3.4改訂）p23

近年の実績降雨にはすでに気候変動の影響を受けていると考えられるものも含まれている場合があり、各河川の降雨実績を踏まえて適切に確率雨量を算定する際の標本期間を設定することが必要である。具体的には、当面の対応として、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、2010年までの雨量標本を用いた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ことが考えられる。

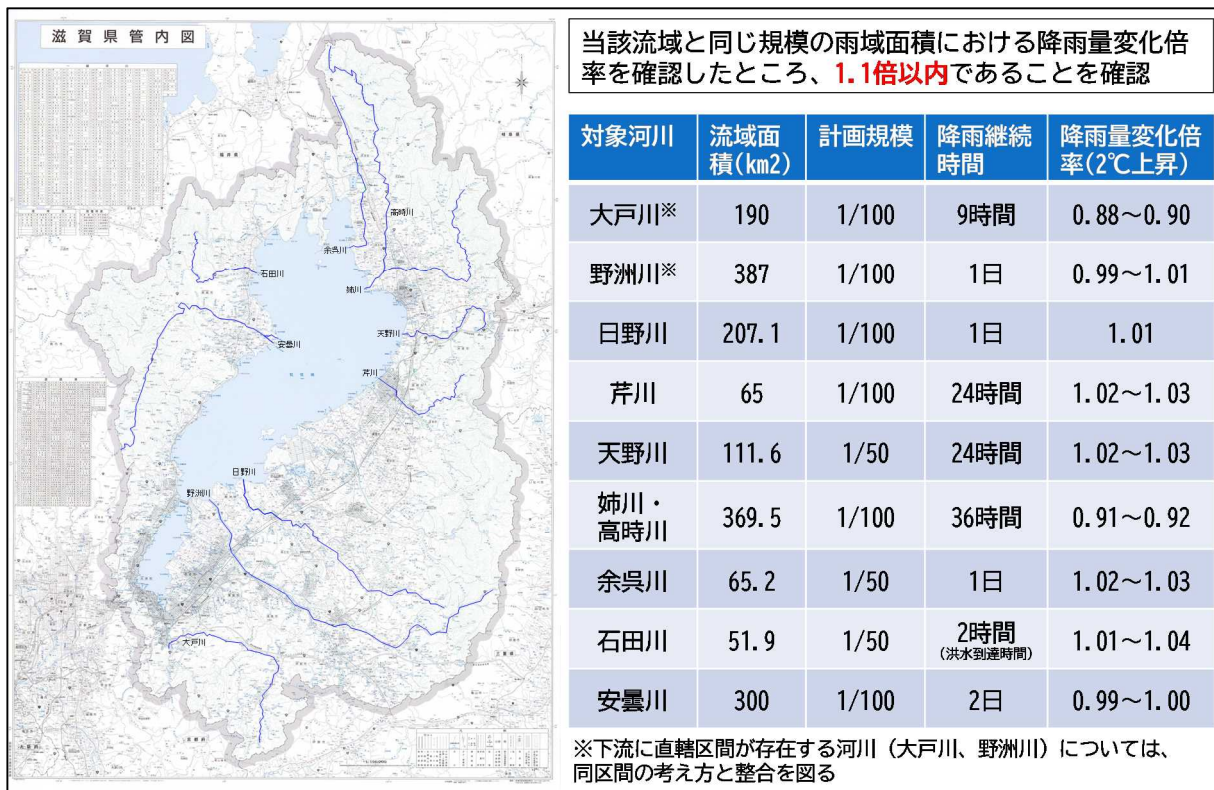


図 20 対象河川流域と同規模の雨域面積での降雨量変化倍率（2℃上昇）

4.2.3 治水計画における気候変動に伴う外力評価の考え方（まとめ）

本県では、治水計画の基本となる高水流量を算定している河川について、「滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川」と「当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川」の2通りの設定方法があることから、これらの2通りの設定方法を対象に、気候変動に伴う外力を評価する。

■滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川

現行の降雨強度式から算定される外力は、分析の結果、気候変動に伴う降雨量の増分を包含していることから、気候変動考慮後も、現行の降雨強度式から算定される外力を用いる。

■当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川

気候変動考慮後は、県内の2℃上昇時の降雨量変化倍率（1.1倍）を用いて、気候変動に伴う外力を算定する。

5. 県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しのあり方

5.1 県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方

これまでの検討結果を踏まえ、県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方について、以下と表 4 に整理する。

また、国の提言と県の考え方の対比表を表 5 に、県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画への見直しフローを図 21 に示す。

- 気候変動を踏まえた治水計画に反映させる外力は、 2°C 上昇時における平均的な外力とし、具体的には、県内の 2°C 上昇時の降雨量変化倍率（1.1 倍）を用いて気候変動に伴う外力を算定することとする。
- 本県では、治水計画の基本となる高水流量を算定している河川について、「滋賀県降雨強度式から外力を設定している河川」と「当該流域における降雨特性を考慮した外力を設定している河川」の2通りの設定方法があることから、これらの2通りの設定方法を対象に、治水計画における気候変動に伴う外力を評価する方針とし、
 - ・前者は、分析の結果、現行の降雨強度式から算定される外力は、気候変動に伴う降雨量の増分を包含していることから、気候変動考慮後も現行の降雨強度式から算定される外力を用いることとし、
 - ・後者は、気候変動考慮後は、県内の 2°C 上昇時の降雨量変化倍率（1.1 倍）を用いて気候変動に伴う外力を算定することとした。
- 気候変動を踏まえた治水計画への見直しの考え方について、「滋賀県降雨強度式により外力を設定している河川」は、上記のとおり、気候変動に伴う治水計画の見直しは行う必要はないが、「当該流域の降雨特性を考慮して外力を設定している河川」は、現状の河川整備状況（新規に治水計画を立案する河川、暫定整備完了の目途が立っている河川、暫定整備中の河川）に応じて対応を分けることとする。
- 具体的には、「新規に治水計画を立案する河川」と「暫定整備完了の目途が立っている河川」については、気候変動を踏まえた治水計画を立案あるいは見直しを行うこととし、「暫定整備中の河川」については、本県の河川整備状況が未だ低い状況にあることに鑑み、まずは、現行の河川整備計画に位置付けているメニューの整備を加速させ、暫定整備が完了した段階で、気候変動を踏まえた治水計画に見直すこととする。ただし、気候変動を踏まえた治水計画を検討し、その結果、できるだけ手戻りのない整備が可能であれば、整備計画変更のタイミングでの計画への位置付けを考えていく。

表 4 県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方

	滋賀県降雨強度式により外力を設定している河川	当該流域の降雨特性を考慮して外力を設定している河川		
治水計画における気候変動に伴う外力評価の考え方	現行の降雨強度式から算定される外力は、分析の結果、気候変動に伴う降雨量の増分を包含していることから、気候変動考慮後も、 現行の降雨強度式から算定される外力を用いる。	<p>気候変動考慮後は、県内の2℃上昇時の降雨量変化倍率（1.1倍）を用いて気候変動に伴う外力を算定※する。</p> <p>※下流に直轄区間が存在する河川（大戸川、野洲川）については、同区間の考え方と整合を図る</p> <p>■暫定規模（整備計画レベル） 【戦後最大実績洪水を採用している河川】 2010年までの代表洪水の降雨波形を降雨量変化倍率で引き延ばした波形、もしくは2011年以降の代表洪水の降雨波形から算定されるピーク流量を算定し、それらを比較検討のうえ、整備計画流量を算定 【戦後最大確率洪水を採用している河川】 2010年までの雨量標本を用いた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ものを気候変動考慮後の計画降雨量として整備計画流量を算定</p> <p>■計画規模（基本方針レベル） 2010年までの雨量標本を用いた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ものを気候変動考慮後の計画降雨量として基本高水と計画高水を算定</p>		
気候変動を踏まえた治水計画見直しの考え方	上記により、気候変動に伴う治水計画の 見直しは行う必要はない。	新規に治水計画を立案する河川	暫定整備完了の目途が立っている河川	暫定整備中の河川
		気候変動を踏まえた治水計画を 立案 する。	気候変動を踏まえた治水計画に 見直す 。	まずは、現行の河川整備計画に位置付けているメニューの整備を加速 させ、当該河川全体の暫定整備が完了した段階で、気候変動を踏まえた治水計画に見直すこととする。ただし、気候変動を踏まえた治水計画を検討し、その結果、 できるだけ手戻りのない整備が可能であれば、整備計画変更のタイミングでの計画への位置付けを考えていく。
備考	比較的流域面積の小さい県内の多くの一級河川	大戸川※	芹川	野洲川、日野川、余呉川、姉川・高時川、天野川、安曇川、石田川

※国が計画している大戸川ダムの上流区間

表 5 国の提言と県の考え方の対比表

	気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言（R3.4改訂）	県の考え方
治水計画に反映する気候変動シナリオ（提言p22）	治水計画に反映させる外力の基準とするシナリオは、 2℃上昇時における平均的な外力の値を基本 とするべき	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動を踏まえた治水計画に反映させる外力は、2℃上昇時における平均的な外力とする。 具体的には、県内の2℃上昇時の降雨量変化倍率1.1倍を用いて気候変動に伴う外力を算定する。 ただし、現行の降雨強度式から算定される外力は、分析の結果、気候変動に伴う降雨量の増分を包含していることから、気候変動考慮後も、現行の降雨強度式から算定される外力を用いる。
河川整備基本方針の見直し（提言p23）	<ul style="list-style-type: none"> まずは、速やかに現在の河川整備基本方針に向けた整備を加速させることを優先させる必要 河川整備基本方針についても順次見直すべき 具体的には、河川整備基本方針策定後に大規模な洪水が発生して基本高水のピーク流量を超過した場合や、河川整備計画を検討する過程の中で、洪水調節施設と河道の配分流量を変更する必要がある河川等から、順次、降雨量変化倍率を活用すること等により、気候変動を踏まえた基本高水を設定するべき 計画対象降雨の降雨量は、実績降雨データを用いた水文統計解析により得られた確率雨量に降雨量変化倍率を乗じて求めることとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 滋賀県降雨強度式により外力を設定している河川については、現行の降雨強度式から算定される外力は気候変動に伴う降雨量の増分を包含していることから、気候変動考慮後も、現行の降雨強度式から算定される外力を用いる。 気候変動を踏まえた治水計画の見直しの対象河川は、当該流域の降雨特性を考慮して外力を設定している河川とする。 まずは、現行の河川整備計画に位置付けているメニューの整備を加速させることとする。 河川整備状況に応じて、気候変動を踏まえた治水計画への見直しのタイミングを検討する。
河川整備計画の目標の見直し（提言p24 p25）	<ul style="list-style-type: none"> まずは速やかに現在の河川整備計画の早期達成を目指すとともに、合わせて河川整備計画を気候変動の影響も考慮した計画に見直していく必要 河川整備計画を見直す場合、現在の河川整備計画において目標とする洪水に相当する治水安全度を、河川整備計画の完成目標とする時点においても確保することを目指すべきであり、その際には降雨量変化倍率を用いるなど適切な目標設定を行う必要 	
河川整備メニューの見直し（提言p25）	河川整備メニュー等に見直しにあたっては、気候変動によってさらに外力が増加した場合も想定し、その場合でも 可能な限り手戻りが少なくなるよう検討を行って、効率的な河川整備を進めることが必要	気候変動を踏まえた治水計画を検討し、その結果、 できるだけ手戻りのない整備が可能であれば、整備計画変更のタイミングでの計画への位置付けを考えていく。

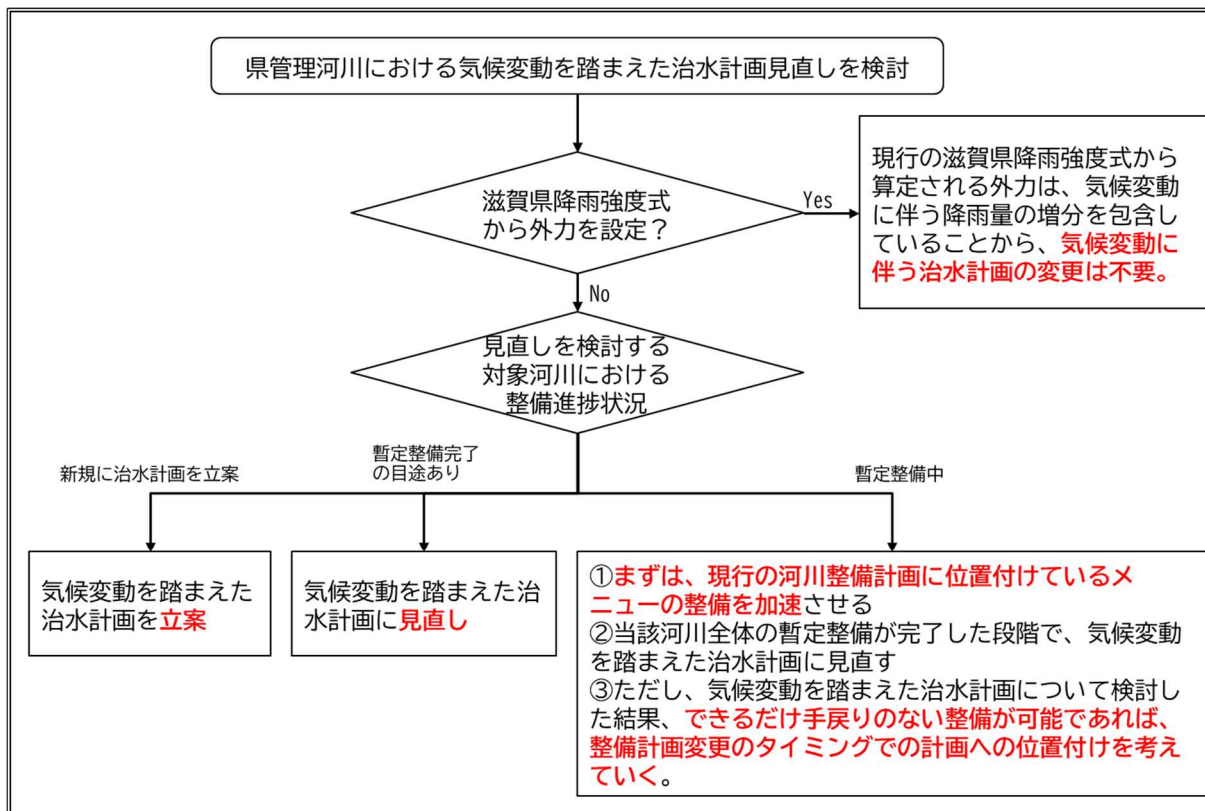


図 21 県管理河川における気候変動を踏まえた治水計画への見直しフロー

5.2 暫定整備中河川における今後の対応方針

当該流域の降雨特性を考慮して外力を設定している河川のうち、「暫定整備中の河川」については、各々の河川毎に気候変動に伴い増となる計画高水流量に対して、できるだけ手戻りの少ない整備方法を立案することが必要である。

気候変動を踏まえた治水計画立案の検討の主な流れは、以下の①②③であるが、特に③については、現時点の整備進捗状況や流域特性、社会特性などが河川毎に様々であることから、個別河川での検討が必要である。

- ①気候変動を踏まえた降雨量の算定
- ②気候変動を踏まえた計画高水流量の算定
- ③気候変動に伴い増となる計画高水流量に対するできるだけ手戻りの少ない整備メニューの検討

以上より、今後、対象となる暫定整備中河川について、まずは気候変動を踏まえた治水計画の検討を行うこととする。検討にあたっては、対象河川における改修状況や改修計画も踏まえ、できるだけ手戻りが少なくなるよう、効率的な河川整備となるよう留意するとともに、対象河川における流域特性や社会特性などの個々の状況にも留意する。

次に、検討結果を踏まえ、気候変動に伴う流量増に対応した新たな整備メニューを計画に位置付けるタイミングなど、検討対象河川における気候変動を踏まえた治水計画に関する今後の対応方針について検討する。

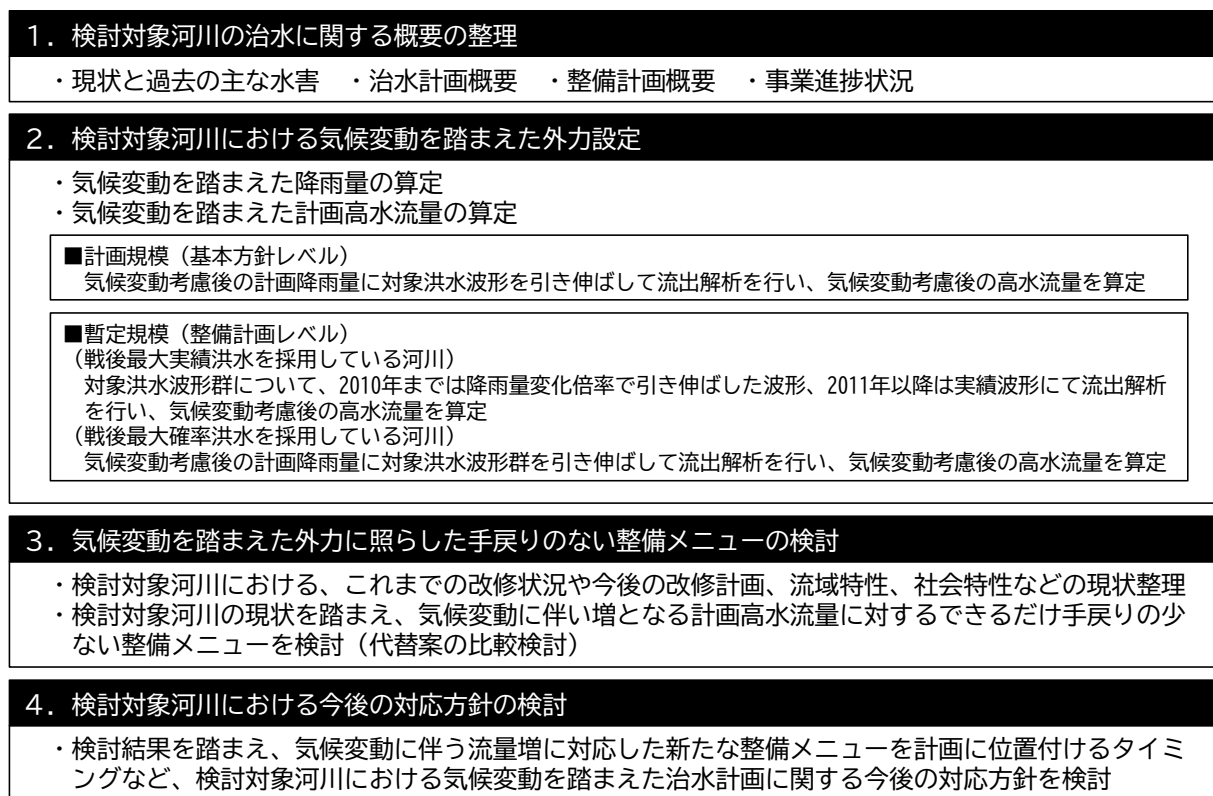


図 22 暫定整備中河川における今後の対応方針の検討フロー（参考）