

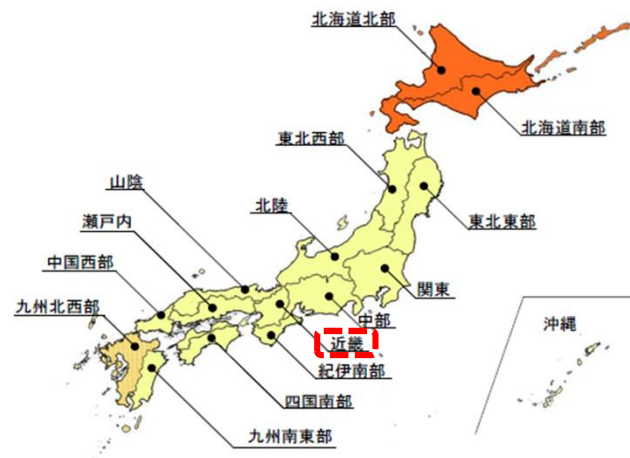
気候変動を踏まえた 大阪府域における降雨分析について

RAINFALL ANALYSIS IN OSAKA PREFECTURE CONSIDERING CLIMATE CHANGE

大阪府 都市整備部河川室 福岡 将士 ○
石川 貴士
平井 幹也
株式会社 ウエスコ 田中 龍二
松田 哲裕

- 近年、全国各地で水災害が激甚化・頻発化し、国では**気候変動を踏まえた治水計画への転換**を行っている。
- 令和元年10月に国の気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会より示された「気候変動を踏まえた治水対策のあり方」提言（以後、提言）では、世界平均気温が2℃上昇した場合（以後、2℃上昇時）の降雨量変化倍率は全国平均では約1.1倍、近畿では約1.01倍になることが示された。

■ 提言で示された各地方の降雨量変化倍率



<地域区分毎の降雨量変化倍率>

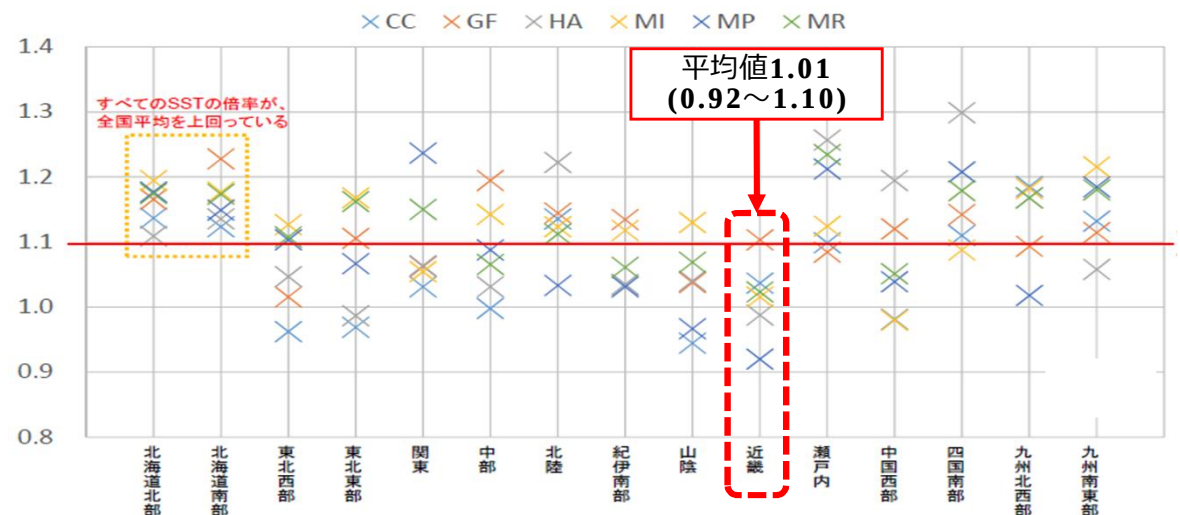
地域区分	2℃上昇		4℃上昇
			短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3

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

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～」に加筆

■ 提言における降雨量変化倍率の分析結果(2℃上昇時)

- d2PDF(5km) (2℃上昇) の年超過確率1/100降雨量をもとに、地域区分ごとの降雨量変化倍率を算出
- 海面水温(6パターン)ごとに、雨量積算時間(12,24,48時間)×雨域面積(400,1600,3600 km²)の倍率の平均値を整理



出典：「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言（別紙3）」に加筆

- 一方で、提言では雨域面積100km²以下では、降雨量変化倍率が設定された値よりも大きくなる可能性が示されており、降雨量変化倍率適用にあたっては留意が必要となっている。
- 大阪府は154河川、総延長777kmを管理しているが、154河川のうち141河川が流域面積100km²以下、うち80河川が流域面積10km²以下という小規模な河川が大多数を占めている。
- 気候変動を踏まえた治水計画を検討するためには、大阪府域に着目したより詳細な降雨分析が必要となった。

■ 提言における雨域面積100km²以下の取り扱い

4. 小流域・短時間の対象降雨の取り扱い方

治水計画における降雨継続時間と流域面積とはは関係があり、一般に流域面積が小さいほど降雨継続時間が短い傾向にある。将来の降雨量変化倍率では、流域が小さく降雨継続時間が短いほど、降雨の増加率が高い傾向がみられるため、より小さい流域では大河川と異なる降雨量変化倍率の検討を行う必要がある。山田が行った北海道における研究では、小流域の短時間降雨は変化倍率が高いとされていることから、以降は降雨継続時間に着目して分析を行った。

出典：「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言～別紙3～」p.20

小流域・短時間降雨の降雨量変化倍率

○4℃上昇時における降雨継続時間1、2時間の降雨量変化倍率は、NHRM02を用いても、明確な傾向は見られなかった。

→現象の解明とメカニズムの評価が引き続き必要であると判断し、①値の設定は見送る。

○小流域・短時間降雨の変化倍率が大きくなる傾向は、2℃上昇時は4℃上昇時ほど顕著には生じないことについて、d2PDFにより全国的に確認した。

→小流域・短時間降雨に対して、4℃上昇時は割増係数を適用し、②2℃上昇時は適用しない。

○雨域面積による降雨量変化倍率の変動は小さいことや、気候モデルのメッシュサイズ(d4PDF・d2PDF: 5km)を考慮し、

→今回設定する倍率は、③雨域面積100km²以上の降雨に対して適用可能とする。

小流域・短時間降雨の降雨量変化倍率(③雨域面積100km²以上を対象)

		降雨継続時間		
		12時間以上	3時間以上12時間未満	3時間未満
4℃上昇 (RCP8.5)	北海道、九州北西部	1.3	1.4	—
	その他の13地域(沖縄含む)	1.4	1.5	—
	その他の13地域(沖縄含む)	1.2	1.3	—
2℃上昇 (RCP2.6) (暫定値)			1.1	① 値設定しない
	北海道	② 割増係数適用しない	1.15	
	その他の14地域(沖縄含む)		1.1	

90

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～」p.90

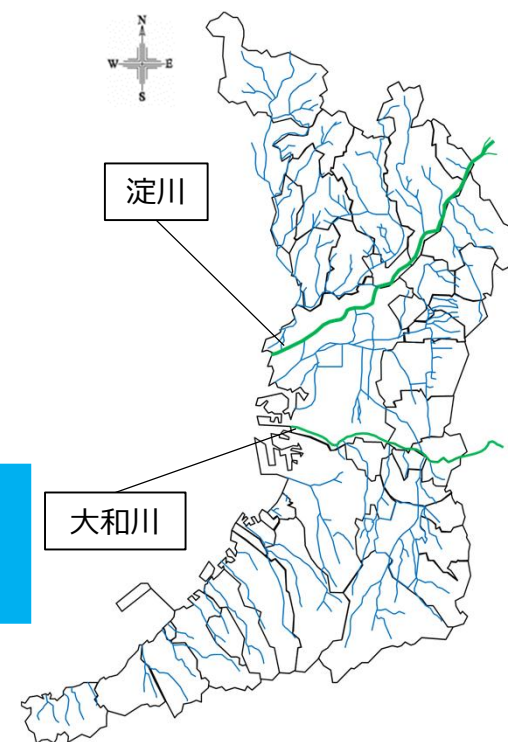
■ 大阪府管理河川について

大阪府管理河川の流域面積

流域面積 (km ²)	河川数
0～10	80
10～25	38
25～50	15
50～100	8
100以上	13
合計	154

府管理河川は大多数が流域面積100km²未満であるため「1.1倍」適用には留意が必要

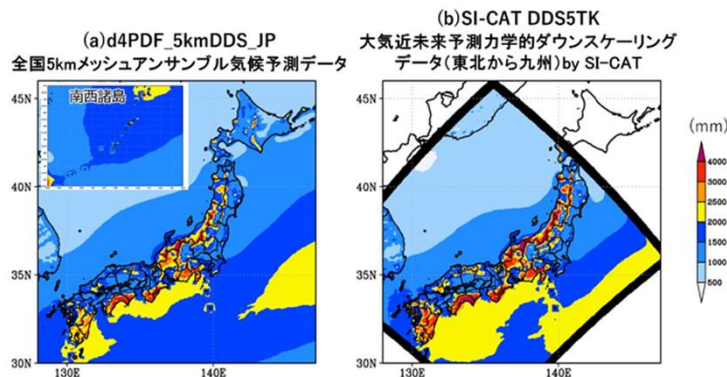
治水計画検討のため、「大阪府域」「小流域」「短時間降雨」に着目し、降雨量変化倍率を算出



2.気候変動を踏まえた大阪府域における降雨分析

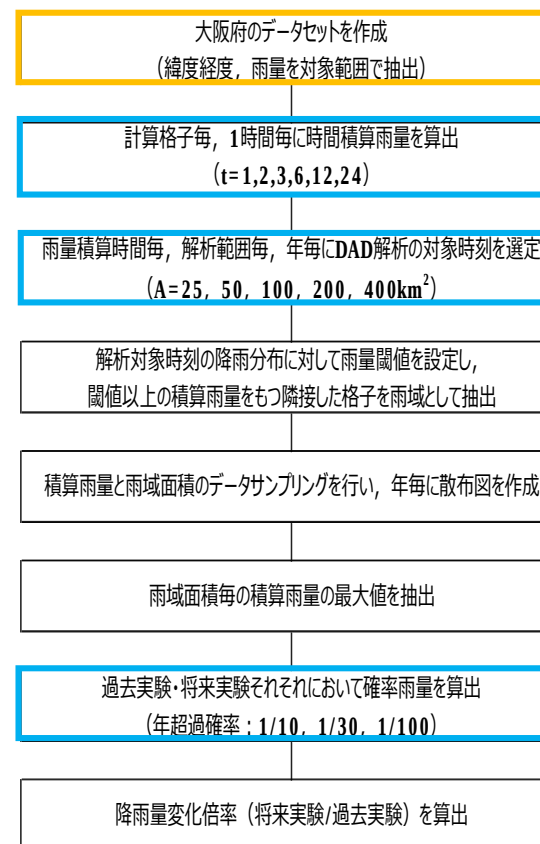
- 本分析では、令和5年12月に公表された「全国5kmメッシュアンサンブル気候予測データ」（以後、**d4PDF_5kmDDS_JP**）を使用した。（提言：SI-CAT DDS5TKを使用）
- 分析にあたっては、61年間のデータのうち、1月～12月を1年とした60年間、計720年分のデータを使用している。
（内訳 過去実験：1海面水温（以後、SST）×12摂動×60年間、将来実験：6SST×2摂動×60年間）
- 降雨量変化倍率の算出方法については、提言に記載の手法に従い実施した（降雨分析フロー参照）。

■ 本分析と提言のアンサンブル気候予測データ

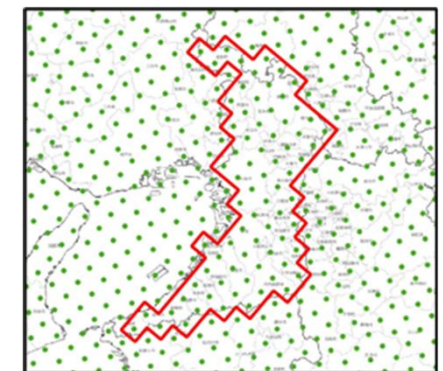


	本分析	提言
データセット	d4PDF_5kmDDS_JP	SI-CAT DDS5TK
DIAS登録名	全国 5kmメッシュアンサンブル気候予測データ	大気近未来予測力学的ダウンスケーリングデータ（東北から九州）by SI-CAT
計算領域	日本全国	本州・四国・九州
計算期間	61年間	31年間
総年数	732年	372年
初期値・境界値	全球及び日本域確率的気候予測データ（全球）を20kmにダウンスケーリング	全球及び日本域確率的気候予測データ（日本域 20km）
地形	GTOP030 5km 格子平均	GTOP030 5km 格子最大

■ 降雨分析フロー



本分析の対象範囲



（赤枠：大阪府域、緑点：メッシュ中心位置）

雨域面積・雨量積算時間の分析区分
 ➡大阪府管理河川の特徴
 「小流域」に合わせて
小雨域、短時間を密に分析

確率雨量算出の年超過確率
 ➡大阪府における河川整備計画で
 目標として設定している年超過確率
1/10, 1/30, 1/100で算出

2.気候変動を踏まえた大阪府域における降雨分析

- 本分析において算出された降雨量変化倍率
 2℃上昇時：各SST平均1.11～1.18倍 **全体平均1.15倍**
 4℃上昇時：各SST平均1.14～1.34倍 全体平均1.26倍
- 提言で示された全国平均の降雨量変化倍率 2℃上昇時1.1倍、4℃上昇時1.2倍よりいずれも大きな値となった。
- 2℃上昇時の平均倍率1.15倍が小流域（25～50km²）、短時間（1～3時間）の倍率1.11～1.15に比べ危険側にならないことを確認し**大阪府における2℃上昇時の降雨量変化倍率に全体平均1.15を採用**した。

2℃上昇時 降雨量倍率算出結果（1/10,1/30,1/100確率規模のSST平均）

時間	25km ²	50km ²	100km ²	200km ²	400km ²
1時間	1.11	1.11	1.13	1.14	1.14
2時間	1.13	1.13	1.14	1.16	1.17
3時間	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17
6時間	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
12時間	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
24時間	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14
平均	1.15	1.14	1.15	1.16	1.16
全体平均					1.15倍

4℃上昇時 降雨量倍率算出結果（1/10,1/30,1/100確率規模のSST平均）

時間	25km ²	50km ²	100km ²	200km ²	400km ²
1時間	1.26	1.27	1.28	1.29	1.31
2時間	1.26	1.26	1.27	1.29	1.31
3時間	1.26	1.26	1.27	1.28	1.31
6時間	1.26	1.26	1.26	1.26	1.28
12時間	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
24時間	1.22	1.21	1.21	1.22	1.22
平均	1.25	1.25	1.25	1.27	1.28
全体平均					1.26倍

2℃上昇時 降雨量倍率算出結果（1/10確率規模のSST平均）

	25km ²	50km ²	100km ²	200km ²	400km ²
1時間	1.11	1.11	1.13	1.14	1.15
2時間	1.13	1.13	1.14	1.15	1.16
3時間	1.14	1.14	1.15	1.16	1.17
6時間	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
12時間	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
24時間	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14

2℃上昇時 降雨量倍率算出結果（1/30確率規模のSST平均）

	25km ²	50km ²	100km ²	200km ²	400km ²
1時間	1.11	1.11	1.13	1.14	1.14
2時間	1.13	1.13	1.14	1.16	1.17
3時間	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18
6時間	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
12時間	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
24時間	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14

2℃上昇時 降雨量倍率算出結果（1/100確率規模のSST平均）

	25km ²	50km ²	100km ²	200km ²	400km ²
1時間	1.11	1.11	1.13	1.14	1.14
2時間	1.13	1.13	1.15	1.16	1.17
3時間	1.15	1.15	1.17	1.17	1.18
6時間	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
12時間	1.18	1.17	1.17	1.18	1.17
24時間	1.16	1.15	1.15	1.15	1.15

- ## ■「流域治水」の取組について

県：都道府県 市：市町村〔 〕：想定される対策実施主体

8

-

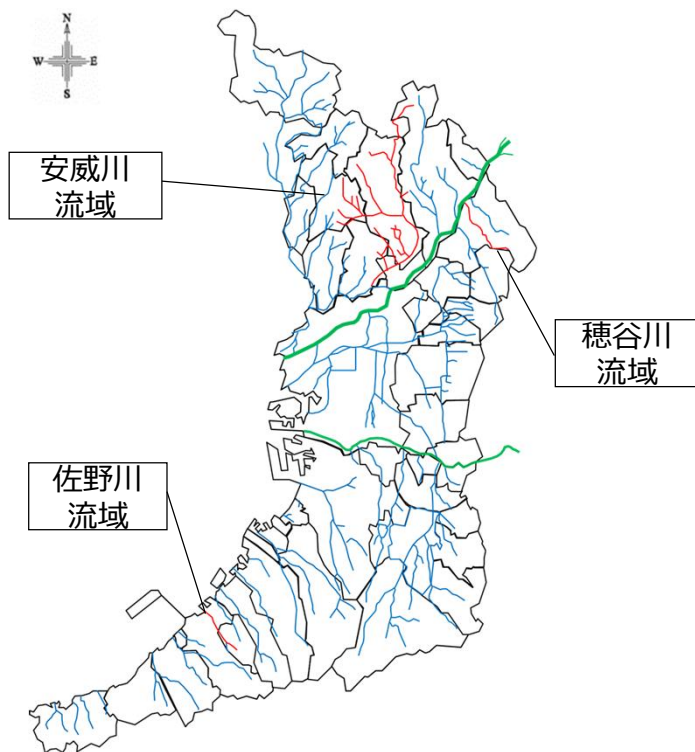
取組後の流量低減効果
を把握できていない

流域貯留施設の流量低減効果を定量的に算出するため、**流域貯留施設を考慮した流出解析を実施**

3.流域貯留施設を踏まえた流出解析

- 対象河川は府管理河川に代表される小流域の河川のうち、流出モデルが異なる穂谷川流域、佐野川流域、また、府管理河川の中で比較的流域面積の大きく、安威川ダム（治水ダム）の位置する安威川流域とした。
- 対象降雨は各流域の河川整備計画での計画降雨に対して、提言における2℃、4℃上昇時の全国平均降雨量倍率**1.1倍**、**1.2倍**及び大阪府の2℃上昇時の平均降雨量変化倍率**1.15倍**で引き伸ばした3ケースで実施した。
- 降雨の引き伸ばし方法は、降雨量変化倍率で計画降雨継続時間内の降雨量を**一律に引き伸ばし**としている。

■ 流出解析対象河川



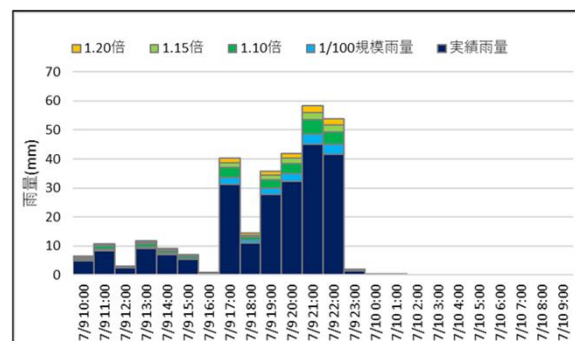
流域名	計画目標規模	流域面積	流出モデル	計画降雨継続時間
安威川	1/100	162.7 km ²	等価粗度法	1440分
穂谷川	1/100	14.5 km ²	合理式	74分
佐野川	1/30	10.5 km ²	準線形貯留関数法	1440分

■ 各流域の計画雨量

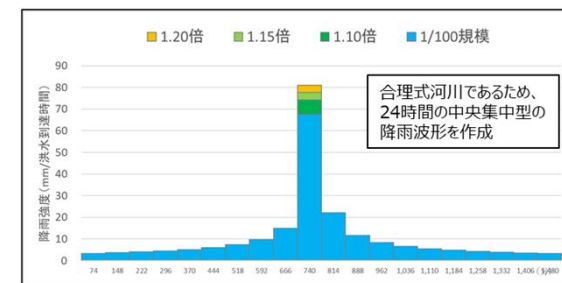
流域名	降雨継続時間	計画雨量 (mm)			
		現計画	1.1倍	1.15倍	1.2倍
安威川	1時間	48.6	53.5	55.9	58.3
	24時間	246.9	271.6	283.9	296.3
穂谷川	1時間	83.8	91.6	95.8	99.9
	24時間	246.2	254.0	258.2	262.3
佐野川	1時間	66.2	72.8	76.1	79.4
	24時間	251.6	276.8	289.3	301.9

■ 各流域の計画降雨波形

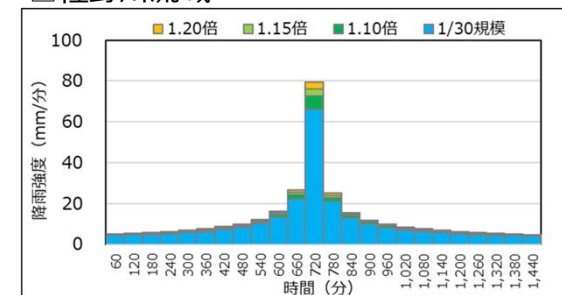
□ 安威川流域 (S42.7実績降雨)



□ 穂谷川流域



□ 佐野川流域



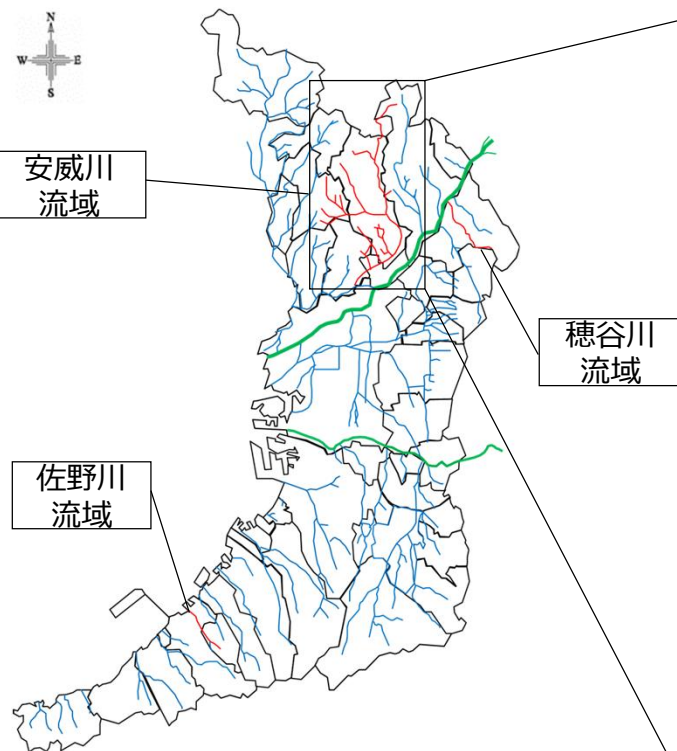
3.流域貯留施設を踏まえた流出解析

- 各降雨量変化倍率で引き伸ばした計画降雨による流出量の変化は下表のとおりとなった。
- 提言では、降雨量が1.1倍となった場合に流量は約1.2倍になることが示されているが、本分析で対象としている小流域の河川では**降雨量と流量の増加率は同程度**になることが分かった。

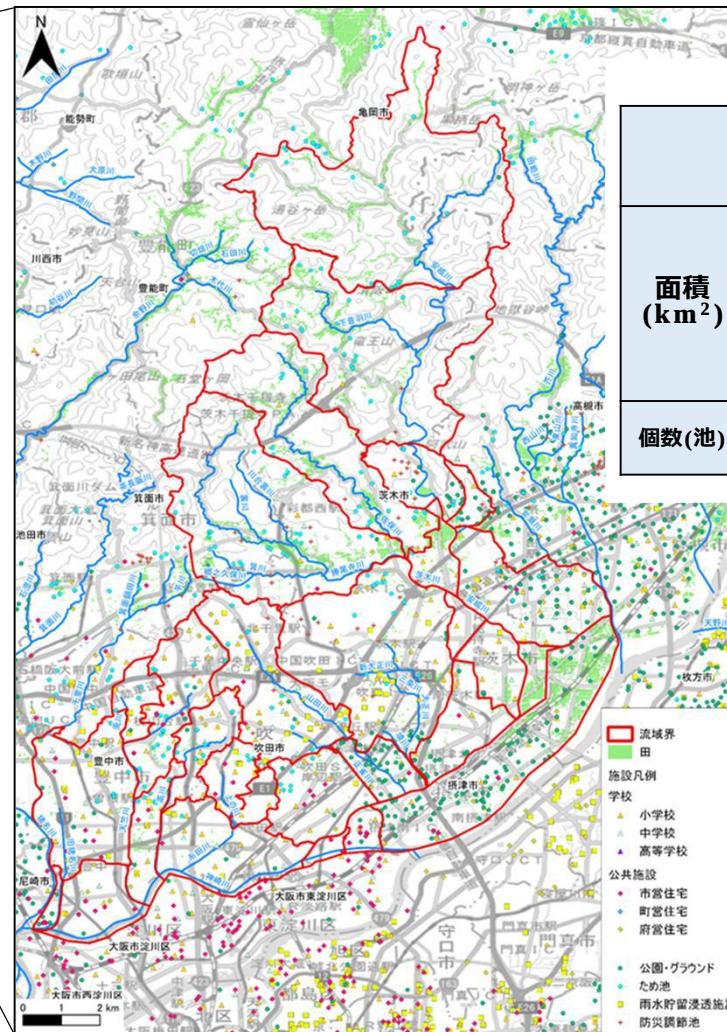
流域名	流域面積 (km ²)	流出モデル	方針規模	流量 (m ³ /s) 上段：計画（丸め） 下段：ピーク	気候変動の影響を ふまえた流量（m ³ /s）		
					1.1倍	1.15倍	1.2倍
安威川 (相川地点)	162.7	等価粗度法	1 / 100	1,250	1,400 + 150 m ³ /s (1.12倍)	1,500 + 250 m ³ /s (1.20倍)	1,550 + 300 m ³ /s (1.24倍)
				1,245	1,399 + 154 m ³ /s (1.12倍)	1,463 + 218 m ³ /s (1.17倍)	1,524 + 279 m ³ /s (1.22倍)
穂谷川 (淀川合流点)	14.4	合理式	1 / 100	210	230 + 20 m ³ /s (1.10倍)	240 + 30 m ³ /s (1.14倍)	250 + 40 m ³ /s (1.19倍)
				202.3	222.5 + 20.2 m ³ /s (1.10倍)	232.7 + 30.5 m ³ /s (1.15倍)	242.8 + 40.6 m ³ /s (1.20倍)
佐野川 (昭平橋)	10.5	準線形貯留型	1 / 30	160	170 + 10 m ³ /s (1.06倍)	170 + 10 m ³ /s (1.06倍)	170 + 10 m ³ /s (1.06倍)
				151.3	164 + 12.7 m ³ /s (1.08倍)	165 + 14.7 m ³ /s (1.09倍)	169 + 17.7 m ³ /s (1.12倍)

- 降雨量変化倍率**1.15倍**の場合に、流域貯留施設の流量低減効果を算出する。
- 流出解析に考慮する流域貯留施設は、既存施設の有効活用を基本として、田んぼ、校庭、公営住宅、公園、ため池の5種類とし、各施設を所管する関係機関に調査をご協力いただいた。
- 安威川流域においては、安威川ダムにおける事前放流による効果量も算定した。

■ 流出解析対象河川



■ 調査結果（安威川流域）



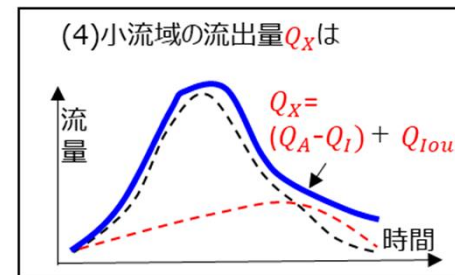
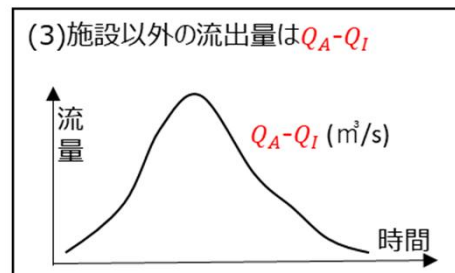
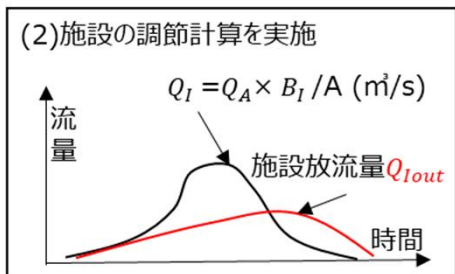
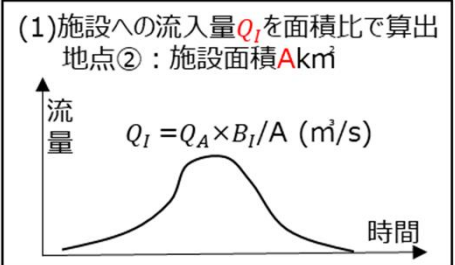
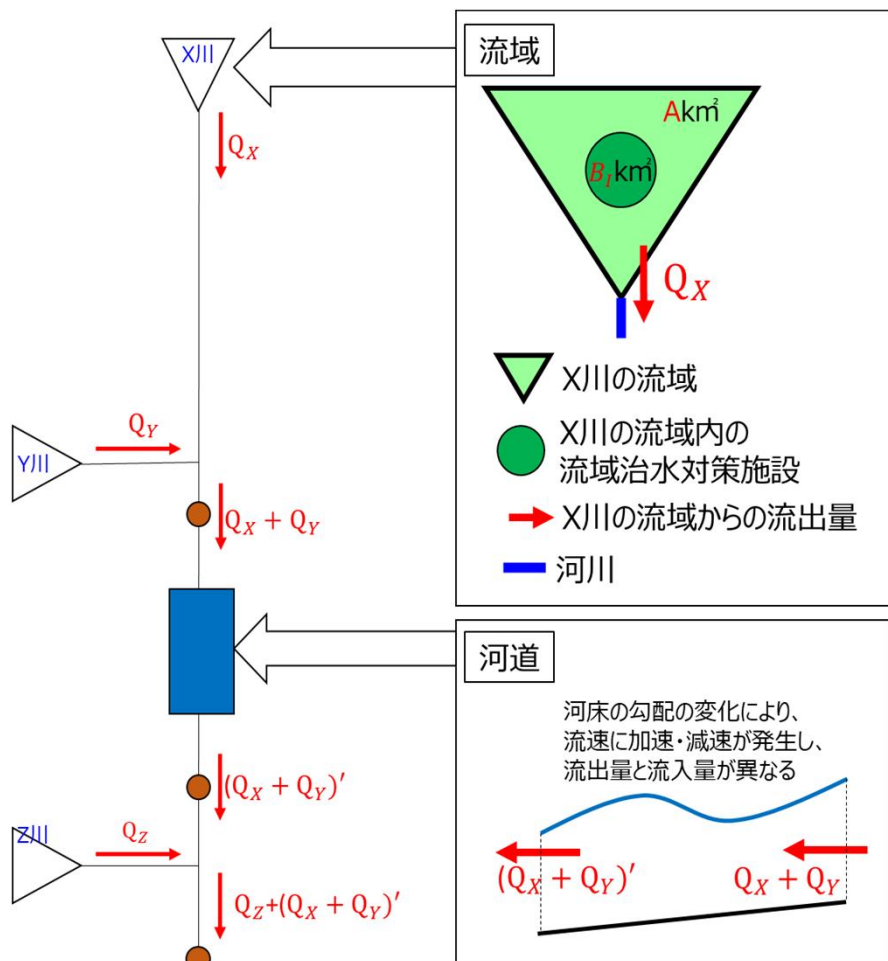
流域内の流域貯留施設数

面積 (km ²)	施設種別	安威川	穂谷川	佐野川
	田んぼ	8.7	1.0	1.0
	校庭	1.1	0.09	0.07
	公営住宅	2.9	0.3	0.0
個数(池)	公園	0.5	0.2	0.03
	ため池	15	12	10

流域名	計画目標規模	流域面積	流出モデル	計画降雨継続時間
安威川	1/100	162.7 km ²	等価粗度法	1440分
穂谷川	1/100	14.5 km ²	合理式	74分
佐野川	1/30	10.5 km ²	準線形貯留関数法	1440分

- 流域貯留施設を1施設ごとに個別でモデル化するには数が莫大であるため、流域内の1施設ごとの平均面積を算定し、貯留高や放流口径などを一般的な諸条件を持ったモデル施設として設定した。
- なお、ため池については、吐水口や満水面積などから個別に貯留条件を設定している。

■ 流出解析における流域貯留施設の見込み方



■ 流域貯留施設の貯留条件の設定

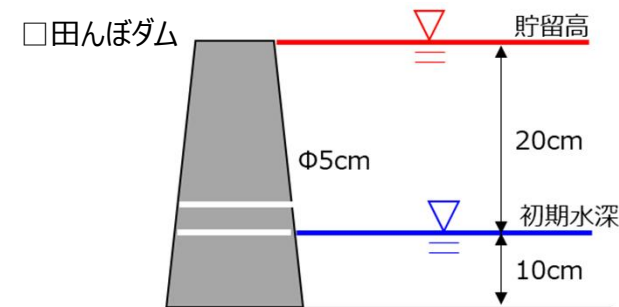


図 田んぼダムモデル図

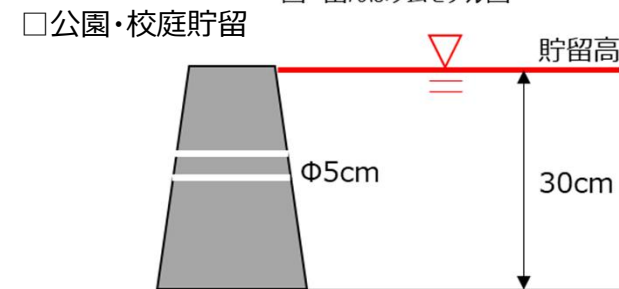


図 公園・校庭貯留モデル図

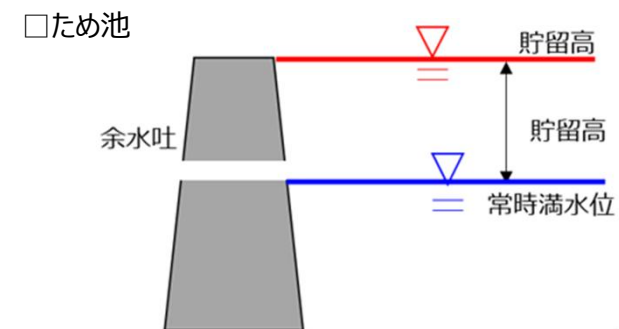


図 ため池モデル図

■ 安威川流域における安威川ダムの事前放流による流量低減効果の算出に係るダムの操作規則は以下のとおり

① 事前放流によってEL97.2mまでの水位低下を行う。

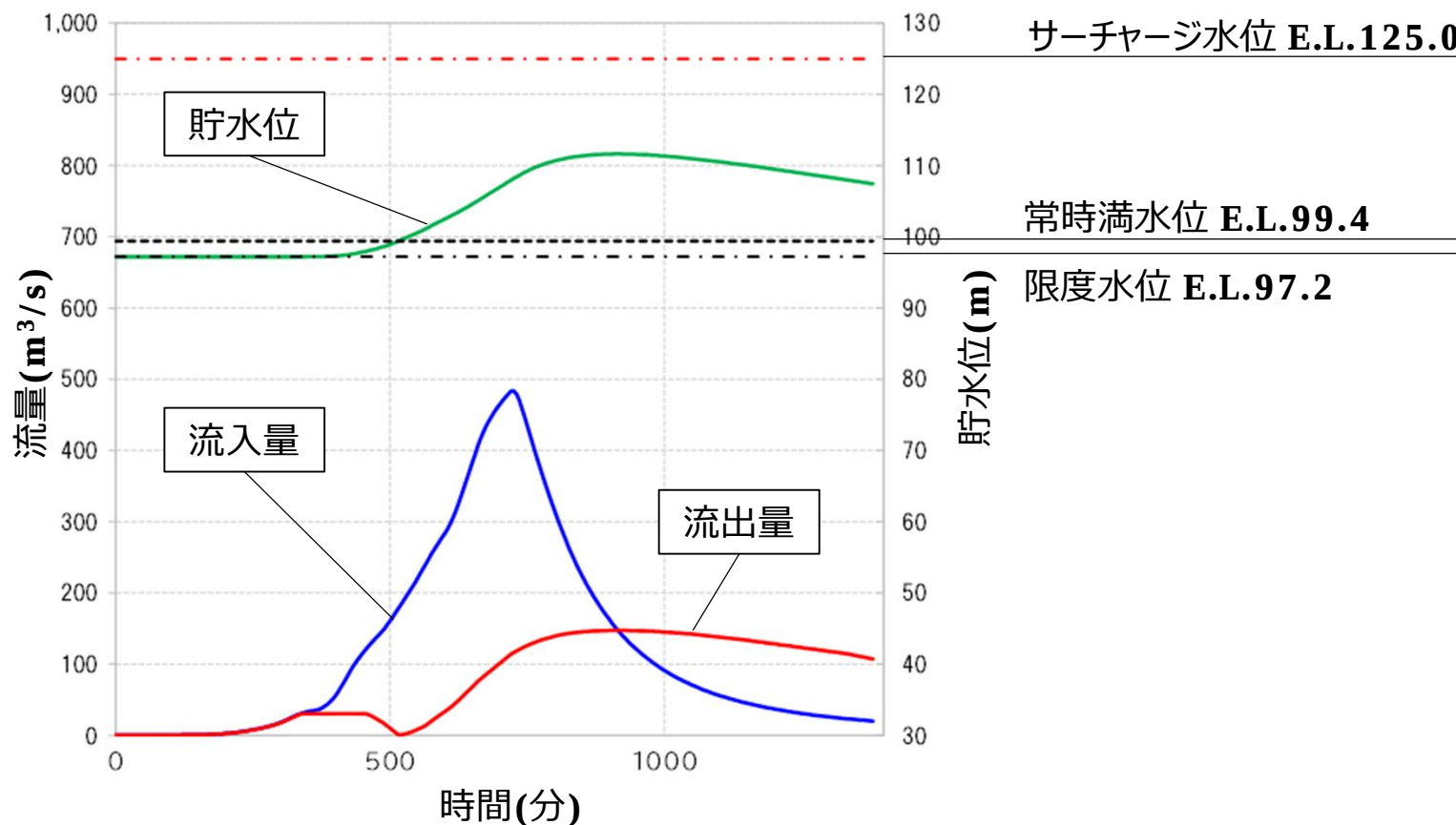
E.L.+97.2から常時満水位E.L.+99.4までは以下の操作を行う。

② 貯水位をキープするために流入量 = 放流量の放流を実施

③ 流入量が30m³/sに到達以降は、放流量30m³/s（最大放流能力）をキープ

④ 流入量が洪水量（86m³/s）に達した時点で、放流量を維持流量へ減衰

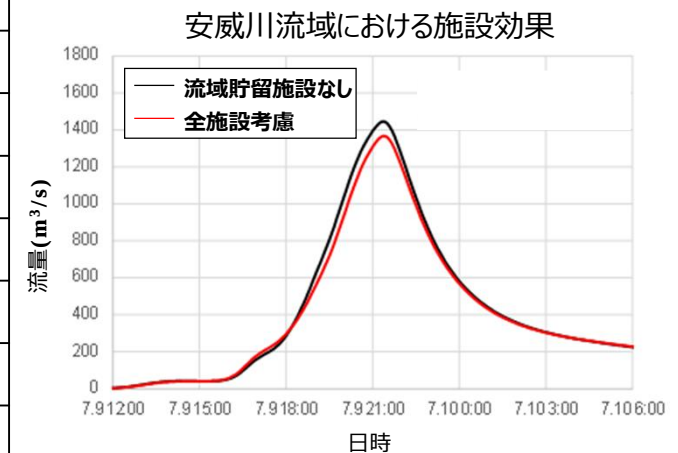
■ 安威川ダム 事前放流操作（S42.7実績降雨波形 降雨量変化倍率1.0倍）



3.流域貯留施設を踏まえた流出解析

- 流域貯留施設を考慮した各流域における流出解析結果は下表のとおりである。
- 下表における全施設考慮とは、全種類の流域貯留施設及びダム的事前放流を考慮した状態の流出解析である。
- 佐野川のように流域貯留施設により、流量増分に対応できる可能性のある流域がある一方で、安威川、穂谷川流域では流域貯留施設の効果だけでは対応できず、2℃上昇を考慮した治水対策には、更なる取組が必要となる可能性が高いことが分かった。
- 算出された効果量は各施設が理想的に機能した場合であり、実行性が担保できていない状態である。今後の流域治水の更なる推進に向けて、更に詳細な分析が必要である。

項目		安威川流域 (相川地点)	穂谷川流域 (淀川合流点)	佐野川流域 (昭平橋)
現 流量 (m ³ /s)	ピーク	1,245	202.3	151.3
	計画高水	1,250	210	160
気候変動の影響を 踏まえた流量 (m ³ /s)	ピーク	1,463	232.7	164.3
	計画高水	1,500	240	170
流域貯留施設の 治水機能による 流量低減量 (m ³ /s)	田んぼ	44	14.3	8.2
	校庭	8	1.4	1.5
	公営住宅 (棟間)	4	1.5	0.3
	公園	3	2.6	0
	ため池	1	2.9	5.5
	ダム事前放流	17		
	全施設考慮	78	22.7	14.5
気候変動の影響により増加した計画流量 - (現計画流量 + 低減量 (全施設考慮)) ※流域対応を考慮した場合でも不足する流量 (m ³ /s)		172	7.3	0



1.気候変動を踏まえた大阪府域における降雨分析

- 本分析において算出された降雨量変化倍率
2℃上昇時：各SST平均1.11～1.18倍 **全体平均1.15倍**
4℃上昇時：各SST平均1.14～1.34倍 全体平均1.26倍

2.流域貯留施設を踏まえた流出解析

- 提言では、降雨量が1.1倍となった場合に流量は約1.2倍になることが示されているが、本分析で対象としている小流域の河川では**降雨量と流量の増加率は同程度**
- 佐野川のように流域貯留施設により、流量増分に対応できる可能性のある流域がある一方で、安威川、穂谷川流域では流域貯留施設の効果だけでは対応できず、2℃上昇を考慮した治水対策には、**更なる取組が必要となる可能性が高い**

※算出された効果量は各施設が理想的に機能した場合であり、実行性が担保できていない状態である。今後の流域治水の更なる推進に向けて、更に詳細な分析が必要である。