

令和6年9月17日（火）  
大阪府河川整備審議会  
令和6年度 第1回  
治水専門部会

参考資料 1

---

---

## 大阪府域での降雨分析方法及び結果

---

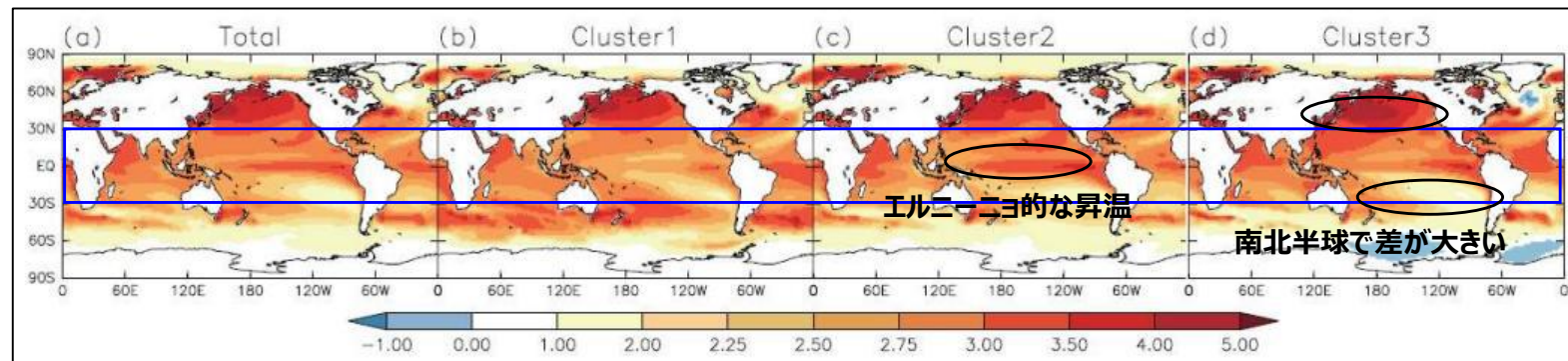
---

# 各SST（海面水温）データセットについて

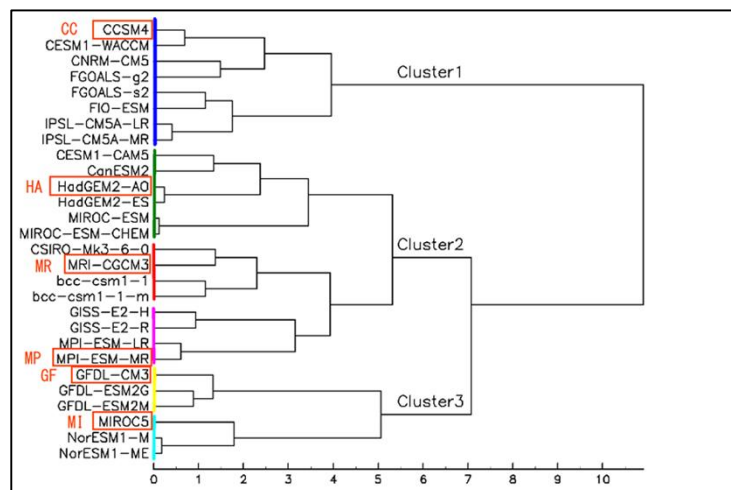
- CMIP5 に提出された約 60 モデルの予測計算結果のうち、現在気候、RCP2.6 シナリオ、RCP4.5 シナリオ、RCP8.5 シナリオが計算されている28モデルを対象にクラスター分析を実施
- クラスター分析をもとに、互いにパターンが似ていない6種類のモデルが選定されている。

## ■各クラスターの特徴について

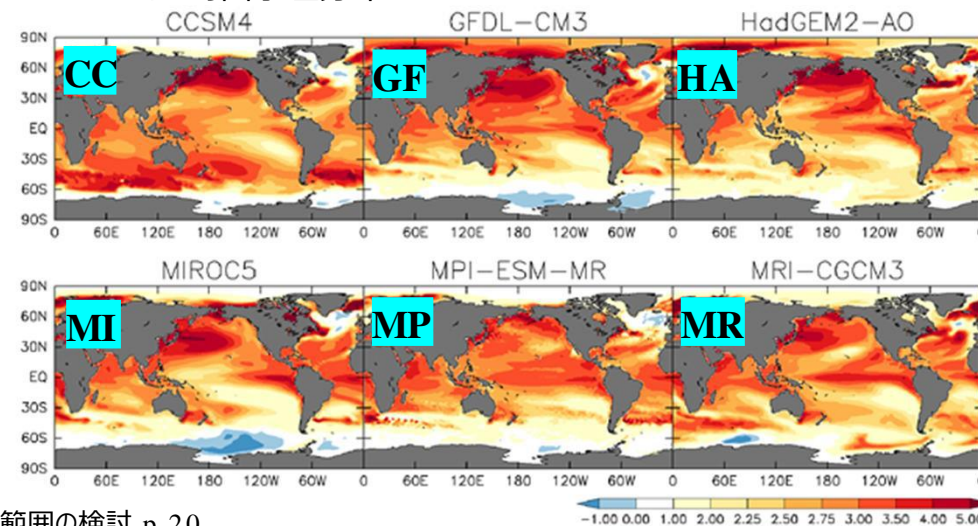
- クラスター1 (CC) : 熱帯太平洋 中部～東部での昇温が小さく、南北半球間の差も小さい
- クラスター2 (HA, MR, MP) : 熱帯～亜熱帯全体が一様に昇温（クラスター1よりエルニーニョ的な変化が強い）
- クラスター3 (GF, MI) : 熱帯太平洋 中部～東部での昇温が小さく、南北半球間の差が大きい



## ■熱帯（30°S-30°N）でのクラスター分析結果



## ■6SSTごとの海面水温分布



引用：降雨量変化倍率の算出及び適用範囲の検討 p.20

([https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/chisui\\_kentoukai/dai06kai/04\\_shiryu2\\_kouhukabairitsukentou.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai06kai/04_shiryu2_kouhukabairitsukentou.pdf))

# 確率雨量の算出

## 確率雨量の算出

- 過去・将来実験において、「提言」及び大阪府の降雨強度式で採用されているGumbel分布により確率雨量(1/10、1/30、1/100)の降雨量を算出する。

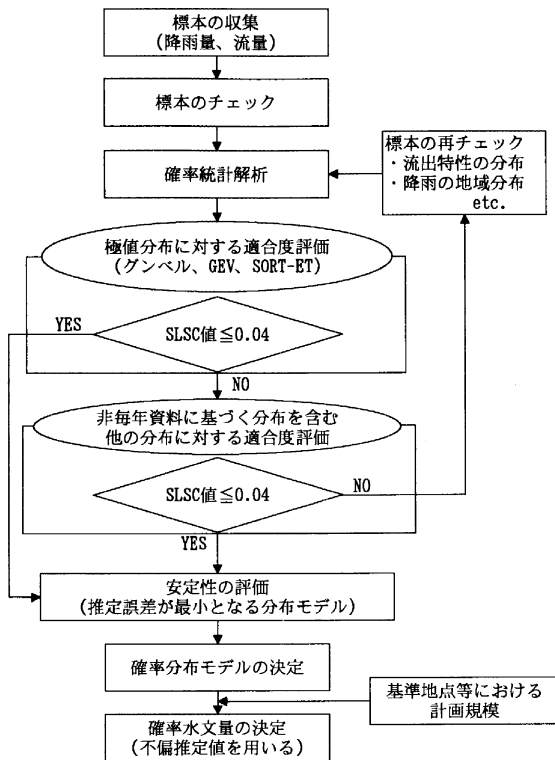


図-3.5.1 確率水文学設定の考え方のフロー

出典：「中小河川計画の手引き(案) H11」p.50

## (1) 実績降雨の分析に基づく大阪府における気候変動の影響の確認

- 降雨強度式の作成に用いる確率雨量の算出においては、4手法を比較し計画上最も安全側であるグンベル分布を採用。

### ○現行の降雨強度式(H8年作成)における確率雨量の算出手法

#### ●S53年の降雨強度式

S21～S52年の降雨データを用い、以下の4手法で100年確率雨量を算出して比較し、最も多くの観測所で最大となり、計画上安全側であるグンベル分布を採用(右図参照)

- (1)トーマスプロット
- (2)対数正規分布
- (3)岩井法
- (4)グンベル分布

#### ●H8年の降雨強度式

S21～H7年の降雨データを用い、S53年と同様に4手法を比較し、グンベル分布が最も安全側になることを確認の上、グンベル分布を採用

観測所ごとに、4手法で算出した1時間雨量、日雨量を比較し順位をつけ、第1位の比率が最も多いグンベル分布を採用

1時間雨量 順位比率(25地点)

トーマス法	第1位 (44%)	第2位 (40%)	第3位 (16%)	
対数正規法	第2位 (8%)	第3位 (44%)	第4位 (48%)	
岩井法	第1位 (4%)	第2位 (16%)	第3位 (32%)	第4位 (48%)
Gumbel法	第1位 (52%)	第2位 (36%)	第3位 (8%)	第4位 (4%)

日雨量 順位比率(38地点)

トーマス法	第1位 (37%)	第2位 (26%)	第3位 (37%)	
対数正規法	第2位 (3%)	第3位 (34%)	第4位 (63%)	
岩井法	第1位 (18%)	第2位 (24%)	第3位 (24%)	第4位 (34%)
Gumbel法	第1位 (45%)	第2位 (47%)	第3位 (5%)	第4位 (3%)

計算手法別順位比率:大阪府の計画雨量(昭和53年12月)

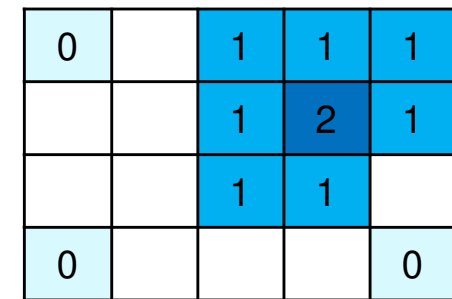
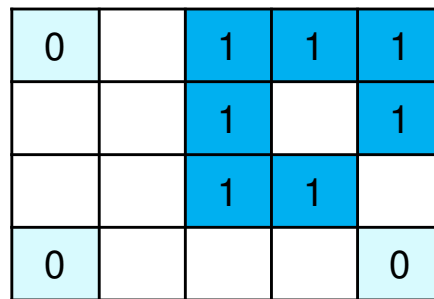
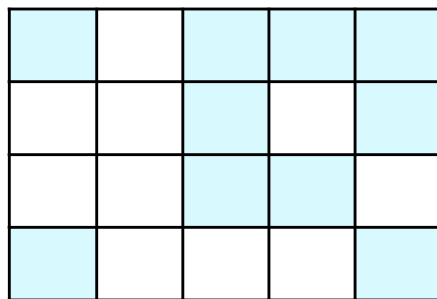
出典：「令和5年度第1回治水専門部会資料」p.7

## DAD解析（1 / 5）

- 各データごとの確率雨量算出にあたり、提言に従い雨域の形状に応じた面積を考慮するために、任意の積算雨量以上のまとまった雨域の抽出を繰り返し、積算雨量D（Depth）と雨域面積A（Area）及び降雨量継続時間D（Duration）の関係を整理するためのDAD解析を実施する。
- 面積雨量の解析手法は、FRM法(雨量固定法)とし、空間的連続性が見られないものは別の雨域として整理する。

### FRM法（雨量固定法）のアルゴリズムの概要 ※実際の探索は8方向で処理

- ① 指定された継続時間の雨量がある閾値を超える地点を抽出する。  
→下図の水色のグリッドが抽出される。
- ② 一つのセルに着目し、縦横4方向に隣接しているグリッドがない場合は例えばフラグ0、一つでも隣接しているグリッドがある場合フラグ1として探索する。
- ③ ある閾値を下回る地点に対し、縦横4方向すべてある閾値を超えるグリッドに囲まれている場合はフラグ2とする。
- ④ フラグ1と2のグリッドを同じ雨域として定義し、雨域面積（1グリッド5km×5km）と面積雨量(mm)を算出する。



## ① n時間積算雨量の算出 (n=1, 2, 3, 6, 12, 24)

- 計算格子毎(25km<sup>2</sup>)、1時間毎に雨量積算時間 (1, 2, 3, 6, 12, 24) の積算雨量を算出する。

## ② DAD解析対象時刻の選定

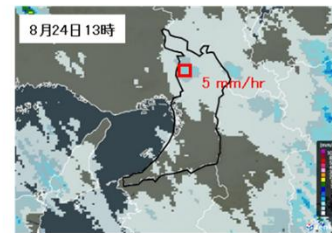
- データ中の全時刻を対象にするとデータ数が膨大であるため、雨量積算時間毎、解析範囲毎、年毎にDAD解析対象時刻を選定する。

### ■処理するデータ数

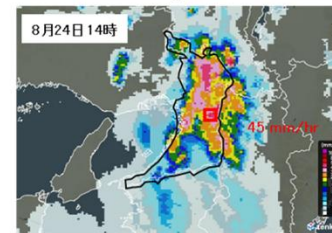
ケース	対象実験	現在、将来(4°C上昇、2°C上昇)
	データ数	現在:60年×1SST×12摂動 将来:60年×6SST×2摂動
雨量積算時間		1時間、2時間、3時間、 6時間、12時間、24時間
解析範囲		大阪府全域
データ名称		d4PDF、d2PDF (5km,全国版)

### ■対象時刻のソート (イメージ)

#### ■n時間雨量の特別値



1時間後



1時間後



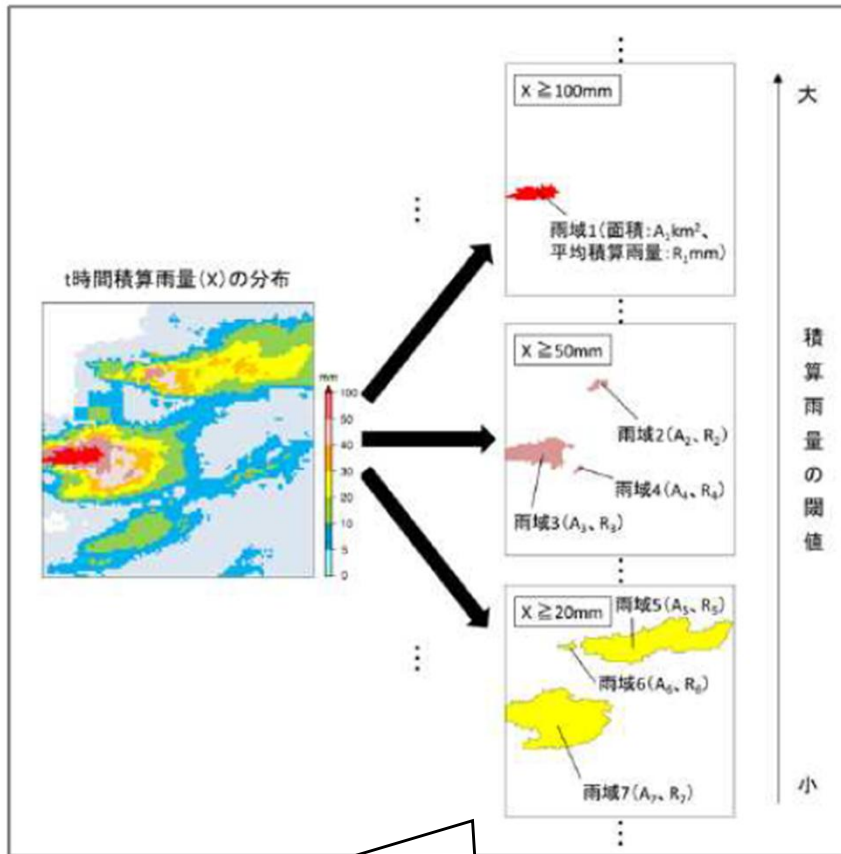
#### ■雨量を降順でソート(年毎、n時間雨量毎)

順位	雨量	日時
...		
4位	45mm	8月24日 14:00
...		
233位	17mm	8月24日 15:00
...		
1,223位	5mm	8月24日 13:00
...		
8,760位	0mm	○月△日 ×:00

ケース毎、雨量積算時間毎、解析範囲毎、年毎に、エリア内最大雨量(1メッシュ)を抽出し、降順に並び替える

## ③DAD解析の実施

- 解析対象時刻の降雨分布に対して、降雨分布から閾値以上の積算雨量をもつ隣接した格子をひとまとまりの雨域として抽出する。抽出にあたり、作業の効率化のため雨域閾値が設定されている。
- 抽出された雨域の中に閾値未満のメッシュが存在する場合は、そのメッシュも雨域に含まれるものとする。



「刻み幅」ごとに雨量閾値を変化させ、該当するメッシュを抽出し、雨域面積を算出

出典：「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 R3改訂」【別紙2】p.2-7

### ■雨域閾値の設定 (d4PDF)

1,2,3時間積算雨量	雨量R範囲[m m]	$2 \leq R < 10$	$10 \leq R < 250$	$250 \leq R$
	刻み幅[m m]	2	10	50
6時間雨量	雨量R範囲[m m]	$10 \leq R < 250$	$250 \leq R$	-
	刻み幅[m m]	10	50	-
12,24時間雨量	雨量R範囲[m m]	$10 \leq R$	-	-
	刻み幅[m m]	50	-	-

### ■雨域閾値の設定 (d2PDF)

1,2,3時間積算雨量	雨量R範囲[m m]	$4 \leq R$	-
	刻み幅[m m]	4	-
6時間雨量	雨量R範囲[m m]	$10 \leq R$	-
	刻み幅[m m]	10	-
12,24時間雨量	雨量R範囲[m m]	$10 \leq R < 40$	$20 \leq R$
	刻み幅[m m]	10	20

出典：「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 R3改訂」【別紙2】p.2-6

# DAD解析 (4/5)

## ④ 雨域面積-積算雨量の散布図を作成

- 解析対象時刻毎にDAD解析を実施し、積算雨量と雨域面積の散布図を作成する。
- 散布図は、ケース毎(過去or将来実験×SST)、雨量積算時間毎、年毎に作成する。

散布図の組み合わせ = ケース毎  
 過去：1SST×12摂動 × 雨量積算時間毎  
 将来：6SST×2摂動 × 1,2,3,6,12,24時間 × 年毎  
 60年間

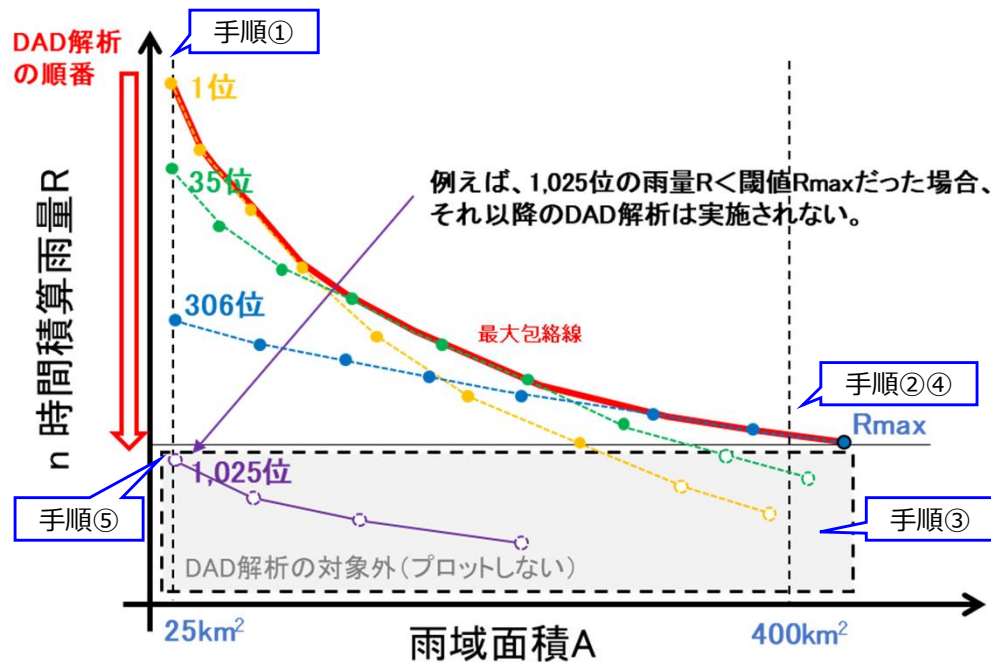
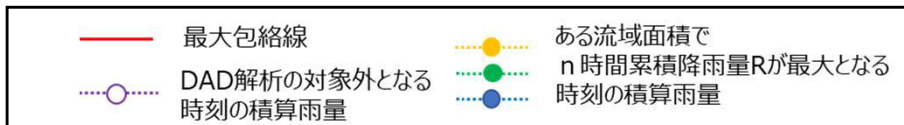


図 DAD解析の対象外となる時刻 (イメージ)



### 散布図の作成手順

- 降順で並び替えられた対象時刻にてFRM法により雨域面積-積算雨量の関係を算出し、散布図にプロットする
- 雨域面積が400km<sup>2</sup>以上となる雨域の積算雨量Rを用いて、散布図のプロット対象を判定するための閾値R<sub>max</sub>を設定する
- R<sub>max</sub>を下回る積算雨量は最大包絡処理で使用されないため、R<sub>max</sub>を下回る積算雨量は散布図へのプロット対象外とする
- 解析を進める中で積算雨量R > R<sub>max</sub>となればR<sub>max</sub>を更新する
- 積算雨量(1メッシュ、25km<sup>2</sup>)がR<sub>max</sub>を下回った段階で処理を終了する

※雨域面積が大きくなるにつれ積算雨量は小さくなる関係から、最小雨域面積の積算雨量がR<sub>max</sub>を下回った段階で、同一雨域において積算雨量がR<sub>max</sub>を超過しないと仮定

## ⑤ 散布図から最大包絡線の作成

- 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、雨域面積に対応した積算雨量の最大値を抽出する。

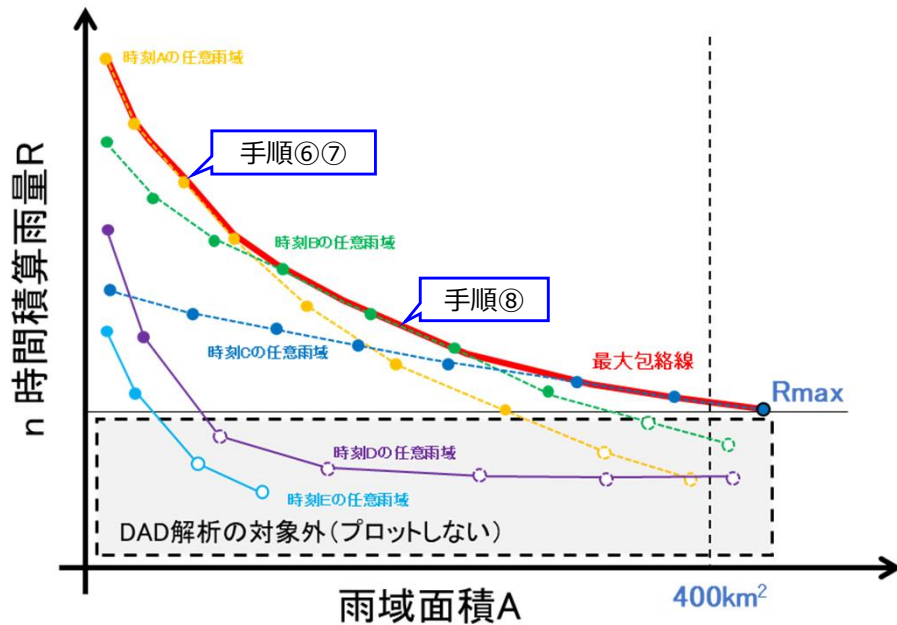
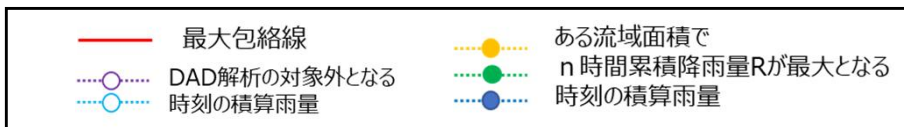


図 DAD解析による最大包絡線の作成 (イメージ)



### 最大包絡線の作成手順

- 解析対象時刻ごとに、積算雨量と雨域面積のデータサンプリングを実施
- 雨域面積が大きくなるにつれて積算雨量が小さくなるデータ群を包絡し、任意の雨域面積に対応した積算雨量の最大値を抽出
- 抽出する雨域面積が間引かれる場合は、「浸水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法」を参考とし、一次補間法より算出

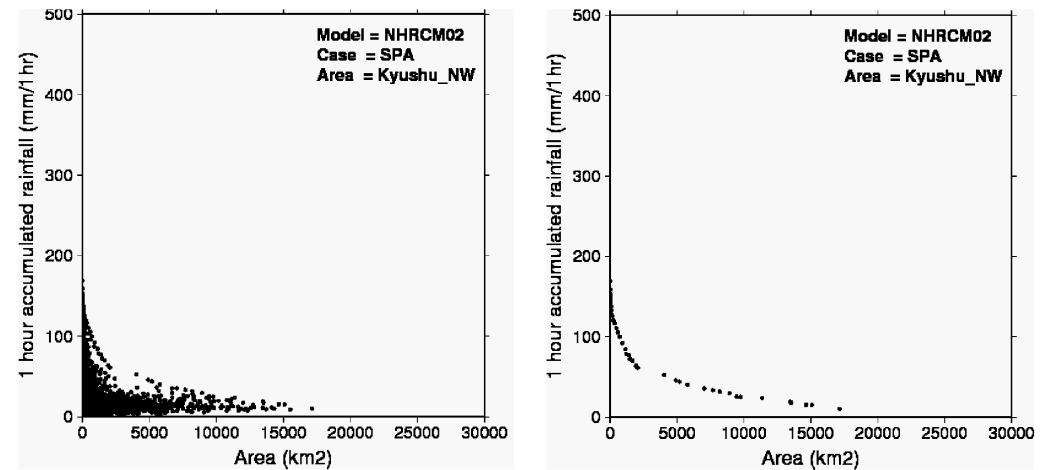


図-6 最大雨量の抽出方法の例 (左図: DAD 解析の結果、右図: 最大雨量を抽出した結果)

出典: 「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 R3改訂」【別紙2】p.2-7

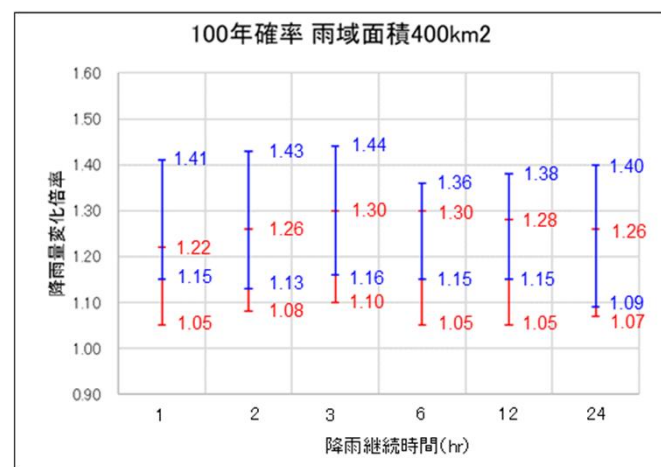
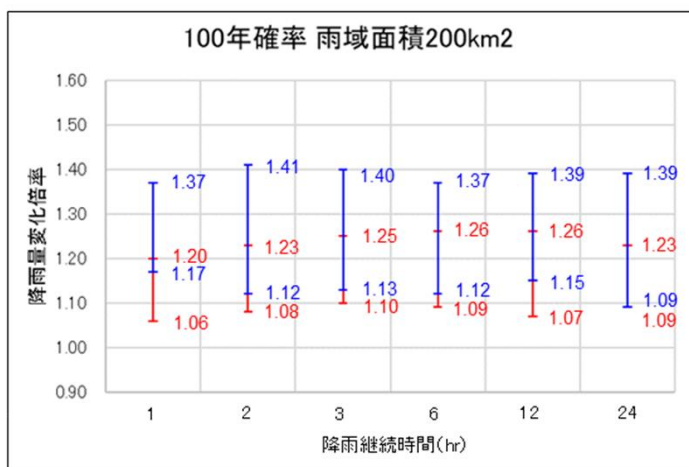
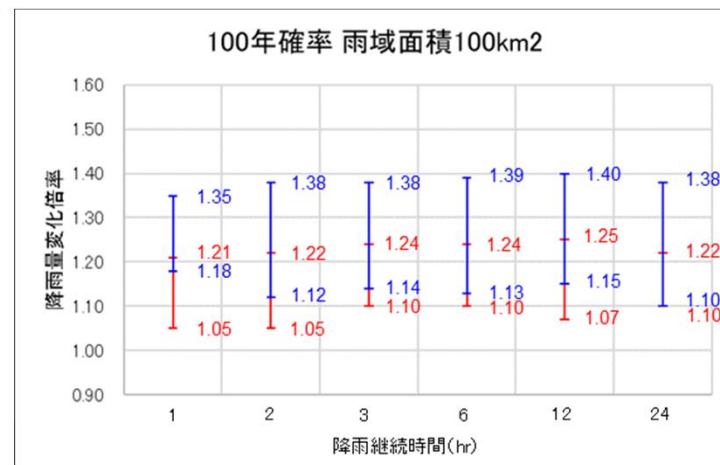
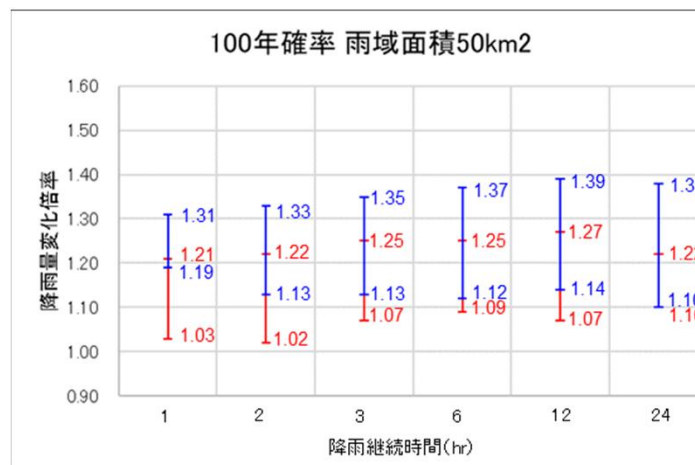
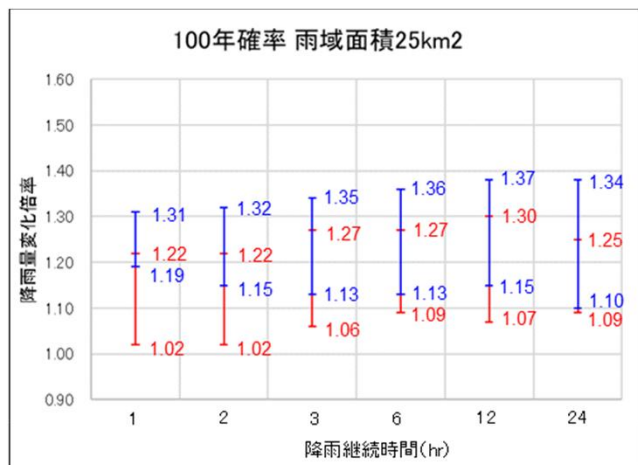


# 降雨量変化倍率：2℃、4℃上昇時

- 大阪府域における気候変動を踏まえた降雨量変化倍率を検証した結果、各SSTでの降雨量変化倍率は以下のとおりとなった。

2℃上昇時 最大値：1.30 最小値：1.02

4℃上昇時 最大値：1.44 最小値：1.09



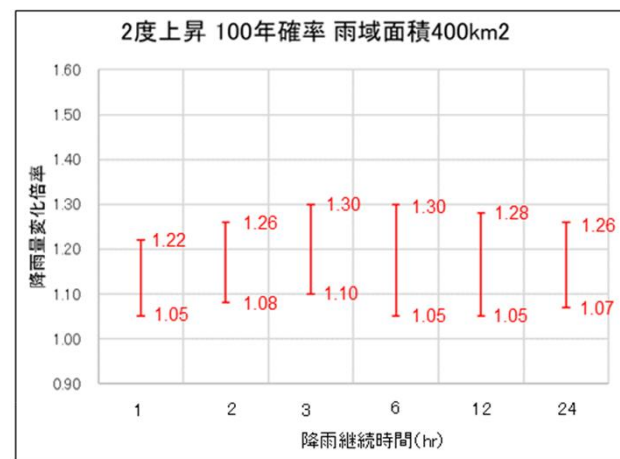
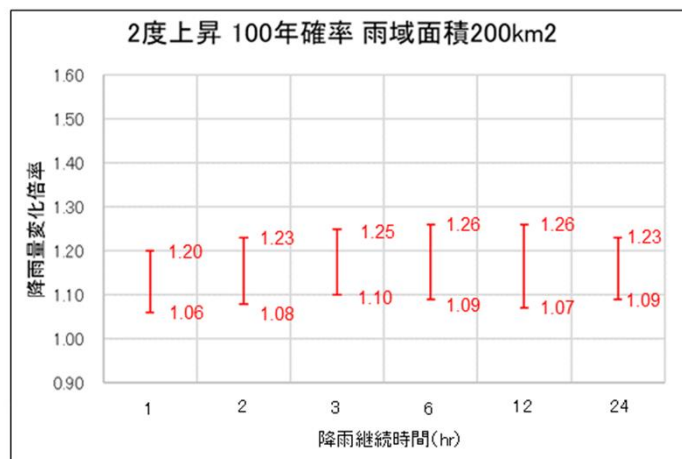
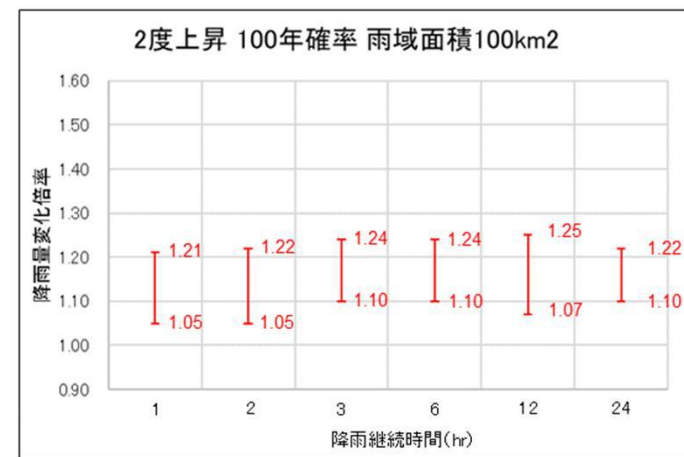
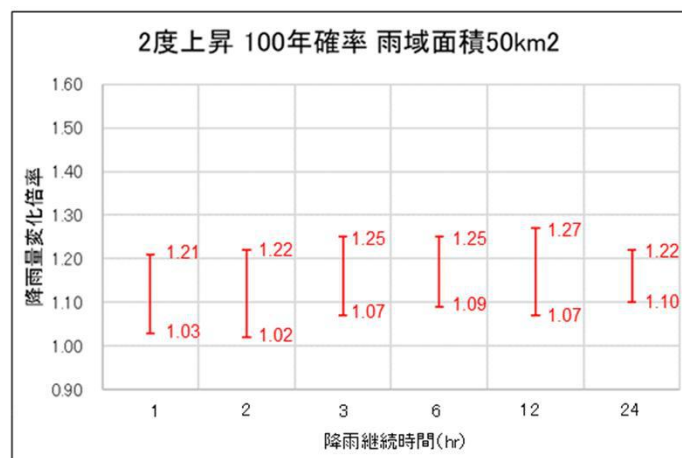
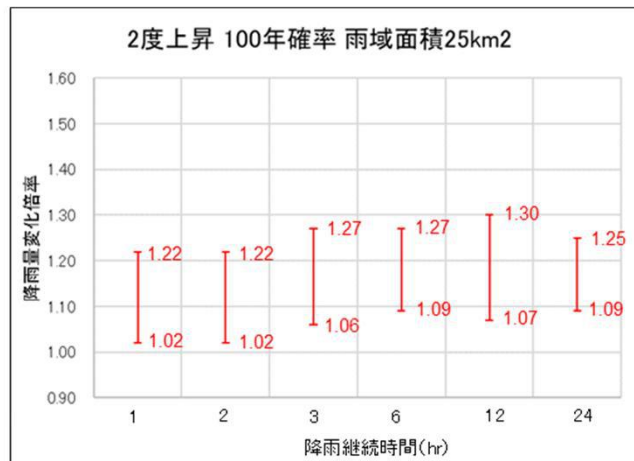
※グラフ内の数値：6SSTの各種継続時間における降雨量変化倍率の最大値と最小値

# 降雨量変化倍率：2℃上昇時

- 大阪府域における気候変動を踏まえた降雨量変化倍率を検証した結果、各SSTでの降雨量変化倍率は以下のとおりとなった。

2℃上昇時 最大値：1.30 最小値：1.02

4℃上昇時 最大値：1.44 最小値：1.09



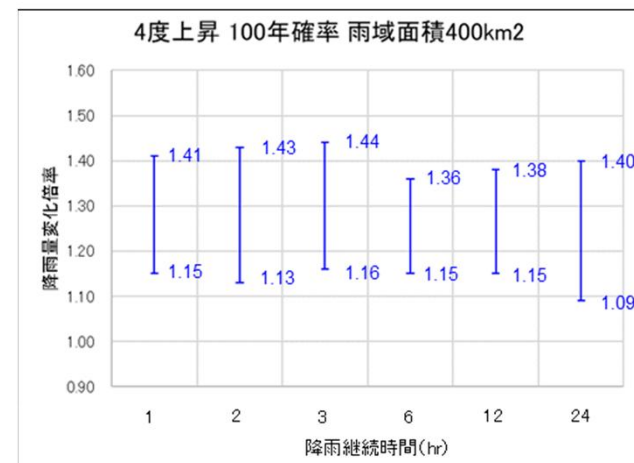
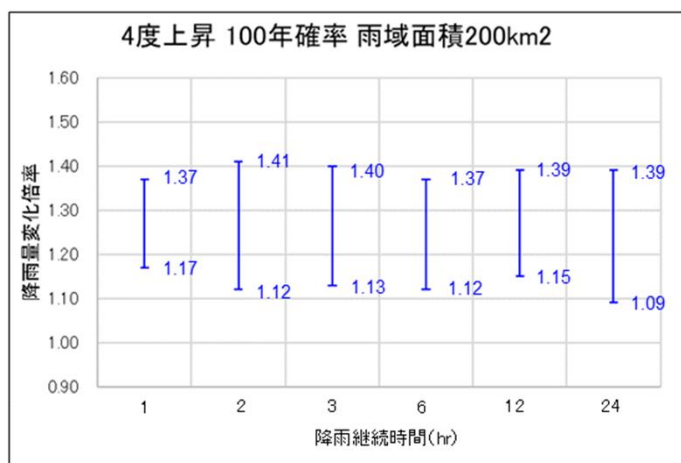
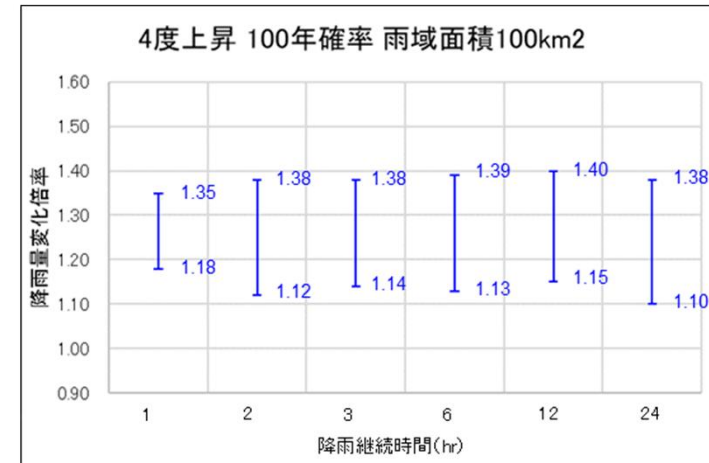
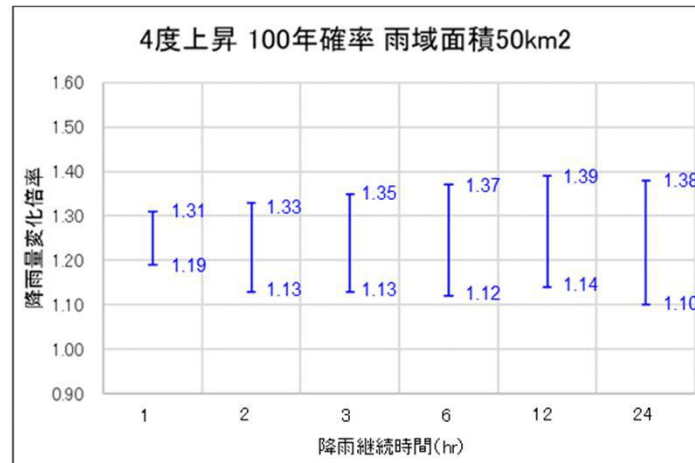
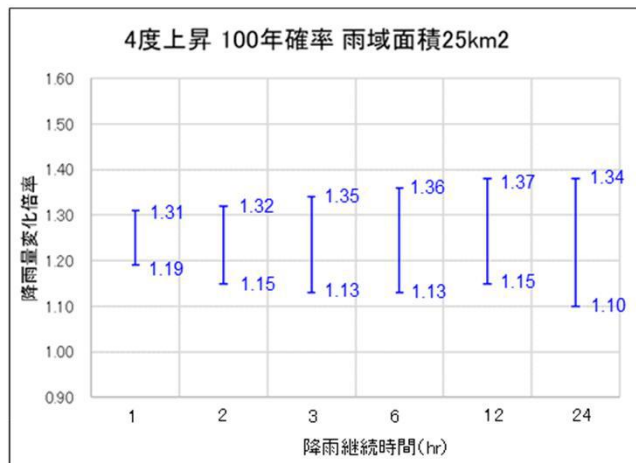
※グラフ内の数値：6SSTの各種継続時間における降雨量変化倍率の最大値と最小値

# 降雨量変化倍率：4℃上昇時

大阪府域における気候変動を踏まえた降雨量変化倍率を検証した結果、各SSTでの降雨量変化倍率は以下のとおりとなった。

2℃上昇時 最大値：1.30 最小値：1.02

4℃上昇時 最大値：1.44 最小値：1.09



※グラフ内の数値：6SSTの各種継続時間における降雨量変化倍率の最大値と最小値

# 流域面積と洪水到達時間の関係について

- 2℃上昇時 最大値：1.18 最小値：1.11
- 4℃上昇時 最大値：1.32 最小値：1.21

## 2℃上昇時

		25km <sup>2</sup>	50km <sup>2</sup>	100km <sup>2</sup>	200km <sup>2</sup>	400km <sup>2</sup>	
2 度 上 昇	1 0 年 確 率	1hr	1.11	1.11	1.13	1.14	1.15
		2hr	1.13	1.13	1.14	1.15	1.16
		3hr	1.14	1.14	1.15	1.16	1.17
		6hr	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
		12hr	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
		24hr	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
	3 0 年 確 率	1hr	1.11	1.11	1.13	1.14	1.14
		2hr	1.13	1.13	1.14	1.16	1.17
		3hr	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18
		6hr	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
		12hr	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
		24hr	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14
	1 0 0 年 確 率	1hr	1.11	1.11	1.13	1.14	1.14
		2hr	1.13	1.13	1.15	1.16	1.17
		3hr	1.15	1.15	1.17	1.17	1.18
		6hr	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
		12hr	1.18	1.17	1.17	1.18	1.17
		24hr	1.16	1.15	1.15	1.15	1.15

## 4℃上昇時

		25km <sup>2</sup>	50km <sup>2</sup>	100km <sup>2</sup>	200km <sup>2</sup>	400km <sup>2</sup>	
4 度 上 昇	1 0 年 確 率	1hr	1.26	1.26	1.27	1.29	1.31
		2hr	1.26	1.25	1.27	1.28	1.30
		3hr	1.26	1.26	1.27	1.28	1.30
		6hr	1.25	1.25	1.25	1.26	1.27
		12hr	1.25	1.25	1.25	1.26	1.26
		24hr	1.22	1.21	1.21	1.21	1.21
	3 0 年 確 率	1hr	1.26	1.27	1.28	1.29	1.31
		2hr	1.26	1.26	1.27	1.29	1.31
		3hr	1.26	1.26	1.28	1.29	1.31
		6hr	1.26	1.26	1.26	1.26	1.28
		12hr	1.26	1.25	1.26	1.26	1.26
		24hr	1.22	1.21	1.21	1.21	1.22
	1 0 0 年 確 率	1hr	1.27	1.27	1.28	1.29	1.31
		2hr	1.26	1.26	1.27	1.29	1.32
		3hr	1.27	1.27	1.28	1.29	1.31
		6hr	1.26	1.26	1.26	1.27	1.28
		12hr	1.26	1.26	1.26	1.27	1.27
		24hr	1.22	1.21	1.21	1.22	1.22

※表の数値：各SSTごとの降雨量変化倍率の平均値

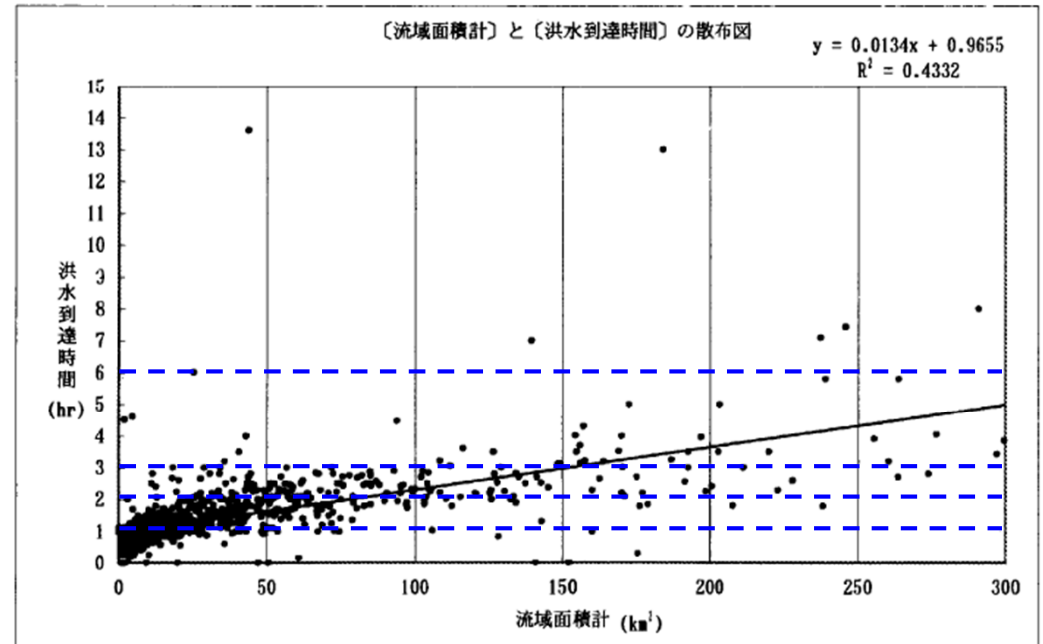


図-3.4.6(1) 流域面積と洪水到達時間の関係

データ：平成2年度に収集した全体計画策定済み河川の集計  
(流域面積 300km<sup>2</sup>未満の河川、洪水到達時間はクラーヘン式による)

出典：「中小河川計画の手引き(案) H11」p.42