

＜別紙 1＞地域の区分方法の妥当性に関する検証

1. 地域の区分方法に関する考え方

日本には気象が類似している地域が存在するため、いくつかの地域に区分し、分割した地域（以下、地域区分という）毎に治水計画の対象となる規模の降雨量の将来変化について検討した。

そこで、今回実施する将来の降雨量変化倍率の試算にあたり、水文・気象分野で実用に供されている地域の区分方法をもとに、後述する 3 種類の地域の区分方法について、現在気候と将来気候の年最大降雨の確率分布の同一性検定を行い、地域の区分方法の妥当性を比較検証した。

2. 使用したデータセット

検討に使用したデータセットは、気象庁気象研究所の地域気候モデル NHRCM20 による現在気候及び将来気候（RCP8.5）の降水量データである（※）。陸上に位置する格子点毎に算出した降雨継続時間（6,12,24,48,72 時間）別の年最大雨量について、順位和検定により各格子点と当該格子点を含む地域区分内の年最大降雨の確率分布が同一とみなせる格子点数を求め、当該地域区分内の格子点数に対する割合（以下、適合割合という）を地域の区分方法の妥当性を比較するための指標として算出、整理した。

なお、使用するデータセットとして、降雨量変化倍率の試算に使用した 5km 解像度の大量アンサンブルの出力結果を用いることも考えられるが、ここでは複数の地域の区分方法の妥当性を相対的に比較することが目的であることを踏まえ、既往研究¹⁾の手法に倣って、計算年数や空間解像度等が類似した NHRCM20 のデータを用いた。また、島しょ部については格子点がほとんどないことから一部を除き今回対象としていない。

（※）検討に使用したデータセットは、「平成 25 年度環境省地球温暖化影響の理解のための気候変動予測等実施委託業務」及び「平成 26 年度環境省地球温暖化影響の理解のための気候変動予測等実施委託業務」において、気象庁及び文部科学省気候変動リスク情報創生プログラムの協力のもと、気象庁気象研究所開発の気候モデルを利用して作成・提供されたものである²⁾。その主な諸元は以下のとおり。

- ・ 計算年数：現在 19 年(1985 年～2003 年)、将来 19 年(2081 年～2099 年)
- ・ 時間解像度：1 時間 ・ 空間解像度：20km
- ・ 現在気候：HPA_m02、将来気候：HFA_rcp85_c3 (RCP8.5)

3. 地域の区分方法

地域の区分方法の妥当性を比較するために用いた 3 種類の地域の区分方法を図-1～3 に示す。また各地域の区分方法における地域区分名及び格子点数を表-1 に示す。

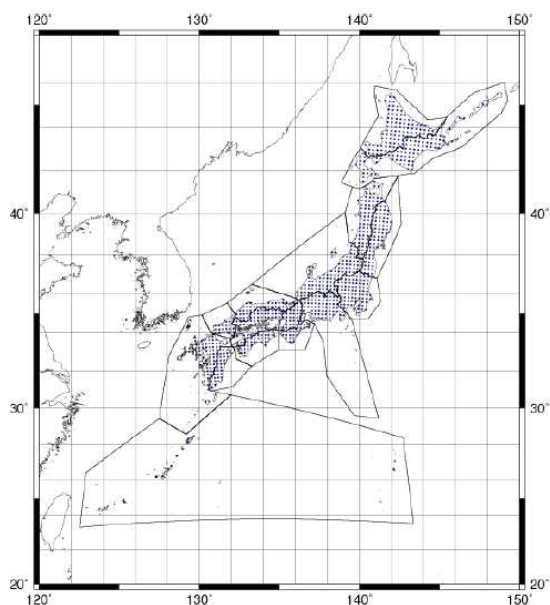


図-1 地域の区分方法①

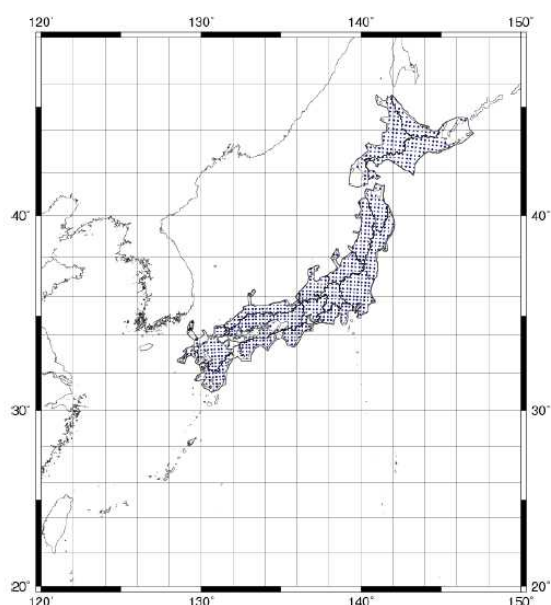


図-2 地域の区分方法②

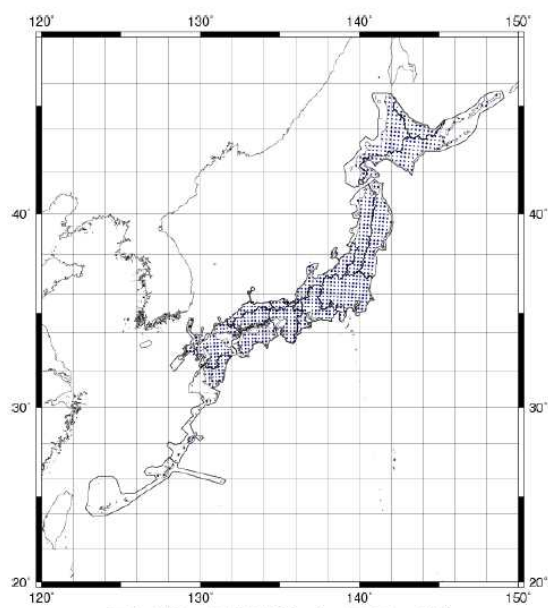


図-3 地域の区分方法③

地域の区分方法①（図-1）は想定最大規模降雨に関する地域の区分方法³⁾、地域の区分方法②（図-2）は地域別比流量図をもとに同一性の割合が高くなるように修正した地域の区分方法⁴⁾、地域の区分方法③（図-3）は気象庁・地方季節予報の予報区分⁵⁾である。

表-1 地域の区分方法毎の地域区分名及び格子点数

地域 番号	地域の区分方法①		地域の区分方法②		地域の区分方法③	
	地域区分名	格子点数	地域区分名	格子点数	地域区分名	格子点数
1	北海道北部	96	北海道オホーツク海側	30	北海道オホーツク海側	29
2	北海道南部	97	北海道日本海側	76	北海道日本海側	78
3	東北西部	69	北海道太平洋側	82	北海道太平洋側	86
4	東北東部	69	東北北	38	東北日本海側	76
5	関東	82	東北東	49	東北太平洋側	78
6	北陸	95	東北西	54	関東甲信地方	119
7	中部	74	北陸東	44	北陸地方	59
8	近畿	30	北陸西	34	東海地方	69
9	紀伊南部	21	関東	77	近畿日本海側	19
10	山陰	40	長野盆地	32	近畿太平洋側	48
11	瀬戸内	55	中部東	29	山陰	22
12	中国西部	20	中部西	30	山陽	37
13	四国南部	34	山陰	54	四国	46
14	九州北西部	66	瀬戸内	86	九州北部地方	76
15	九州南東部	31	九州北	66	九州南部・奄美地方	42
16	南日本	11	西南日本	90	沖縄地方	5

4. 年最大降雨の確率分布の同一性の検定

現在気候・将来気候の各パターンにおける降雨継続時間（6,12,24,48,72 時間）別の年最大雨量について、順位和検定により地域区分内格子点の全データと各格子点のデータの年最大降雨の確率分布の同一性を検定し、5%及び 1%有意水準の同一性の割合を地域区分毎に算出した¹⁾。具体的な手順は以下のとおりである。

① 地域区分内の格子点について、以下の 2 つの標本を設定する。

- ・標本 A：各格子点の計算年数分のデータ
- ・標本 B：地域区分内の計算年数×格子数の全データ

② 標本 A と標本 B を混合し、値の小さい順に順位を付ける。同じ値の間では、順位の平均値を求める。標本 A に該当するデータの順位和 W を計算する。

③ 標本 B の標本数が比較的大きいことから、 W の平均値を $E(W)$ 、分散を $V(W)$ とすると、 W は $E(W)$ と $V(W)$ の正規分布に従うとみなす。 W の平均値からの差を標準化した値を z とすると、

$$Z = \frac{|W - E(W)|}{\sqrt{V(W)}} \left[E(W) = \frac{m(m+n+1)}{2}, V(W) = \frac{mn(m+n+1)}{12} \right]$$

となる。 m 及び n は、対象とするデータ群のデータ数で、ここでは m ：標本 A の標本数、 n ：標本 B の標本数である。すなわち、この場合の同一性の判定は、地域区分内のある格子点の確率分布（計算年数が 19 年であるため、19 個で構成される分布）が、その地域区分の確率分布（19×地域区分内格子点数で構成される）と同一とみなせるかを判定するものである。両側有意水準が $\alpha\%$ の時の標準正規分布での正規変量 Z_α に対し、 $Z < Z_\alpha$ が成立する場合、 $\alpha\%$ 有意水準において同一性があるとみなす。

5. 適合割合の比較

各地域の区分方法における降雨継続時間別の適合割合の全国平均値及びバラツキを表-2 に示す。

今回比較した 3 種類の地域の区分方法について、適合割合はいずれの降雨継続時間においてもほぼ同等である。すなわち、地域区分内の最大降雨の確率分布の同一性の観点からは、将来の降雨量変化倍率を試算するための地域の区分方法の妥当性には大差ないものと考えられる。

一方、河川計画に関する検討は従来から水系単位で発生した降雨イベントを基に検討されることが多いため、将来の降雨量変化倍率の試算においても、同一水系内で降雨イベントが分断されないよう分析することが望ましい。表-3 に示すとおり、地域の区分方法②及び③は地域区分を跨ぐ水系が存在するため、将来の降雨量変化倍率の分析にあたっていくつかの水系で降雨イベントの分断が発生するのに対し、地域の区分方法①は地域区分を跨ぐ水系がないことから、今回の分析には適していると考えられる。

表-2 各地域の区分方法における適合割合

有意水準5%
現在気候

降雨継続時間	6時間	12時間	24時間	48時間	72時間	平均
地域の区分方法①	0.73 (0.56～0.94)	0.67 (0.46～0.89)	0.61 (0.41～0.88)	0.57 (0.35～0.85)	0.55 (0.34～0.80)	0.63
地域の区分方法②	0.72 (0.50～0.97)	0.68 (0.47～0.87)	0.63 (0.41～0.82)	0.62 (0.37～0.79)	0.58 (0.33～0.76)	0.65
地域の区分方法③	0.71 (0.49～0.89)	0.64 (0.46～0.82)	0.61 (0.39～0.79)	0.58 (0.37～0.79)	0.54 (0.32～0.73)	0.62

有意水準5%
将来気候

降雨継続時間	6時間	12時間	24時間	48時間	72時間	平均
地域の区分方法①	0.79 (0.53～1.00)	0.72 (0.47～0.90)	0.64 (0.38～0.90)	0.59 (0.38～0.90)	0.57 (0.33～0.88)	0.66
地域の区分方法②	0.77 (0.62～0.97)	0.73 (0.55～0.92)	0.67 (0.43～0.93)	0.64 (0.43～0.97)	0.61 (0.41～0.93)	0.68
地域の区分方法③	0.74 (0.59～0.97)	0.69 (0.48～0.91)	0.63 (0.35～0.86)	0.59 (0.35～0.86)	0.57 (0.33～0.90)	0.64

有意水準1%
現在気候

降雨継続時間	6時間	12時間	24時間	48時間	72時間	平均
地域の区分方法①	0.84 (0.65～0.98)	0.81 (0.57～0.95)	0.76 (0.55～0.95)	0.72 (0.49～0.90)	0.69 (0.46～0.88)	0.76
地域の区分方法②	0.83 (0.56～1.00)	0.80 (0.53～0.98)	0.76 (0.53～0.97)	0.74 (0.43～0.97)	0.71 (0.43～0.90)	0.77
地域の区分方法③	0.82 (0.66～1.00)	0.78 (0.57～0.93)	0.73 (0.54～0.92)	0.70 (0.45～0.91)	0.67 (0.43～0.86)	0.74

有意水準1%
将来気候

降雨継続時間	6時間	12時間	24時間	48時間	72時間	平均
地域の区分方法①	0.90 (0.70～1.00)	0.86 (0.68～1.00)	0.78 (0.53～0.95)	0.72 (0.41～0.93)	0.69 (0.41～0.90)	0.79
地域の区分方法②	0.89 (0.77～1.00)	0.85 (0.74～0.97)	0.78 (0.39～0.97)	0.77 (0.59～1.00)	0.73 (0.52～1.00)	0.81
地域の区分方法③	0.87 (0.72～1.00)	0.81 (0.68～1.00)	0.75 (0.52～1.00)	0.70 (0.48～0.91)	0.68 (0.46～0.91)	0.76

表-3 全国一級水系と地域番号との対応

水系番号	水系名	該当地域番号			水系番号	水系名	該当地域番号			水系番号	水系名	該当地域番号			水系番号	水系名	該当地域番号		
		区分①	区分②	区分③			区分①	区分②	区分③			区分①	区分②	区分③			区分①	区分②	区分③
1	天塩川	1	1,2	2	31	鶴見川	5	9	6	61	大和川	8	14	10	86	藤川	11	16	13
2	津波川	1	1	1	32	相模川	5	10,11	6	62	円山川	10	13	9	87	物部川	13	16	13
3	湯別川	1	1	1	33	荒川	6	6,7	4,7	63	加古川	11	13,14	10	88	仁徳川	13	16	13
4	常呂川	1	1,3	1	34	阿賀野川	6	6,7,9	4,7	64	揖保川	11	13,14	10	89	渡川	13	16	13
5	網走川	1	1,3	1	35	信濃川	6	7,8,10	6,7	65	紀ノ川	8	14,16	10	90	遠賀川	14	15	14
6	留萌川	1	2	2	36	関川	6	7	6,7	66	新宮川	9	16	8,10	91	山内川	14	15	14
7	石狩川	1	1,2,3	2	37	堀川	6	8	6,7	67	九段川	6	8,13	7	92	筑後川	14	15	14
8	辰野川	1	2	2	38	黒部川	6	8	7	68	北川	10	13	7	93	矢部川	14	15	14
9	後志利別川	2	2	2	39	常陸寺川	6	8	7	69	千代川	10	13	11	94	松浦川	14	15	14
10	森川	2	2,3	2,3	40	神通川	6	8,10	7,8	70	天神川	10	13	11	95	六角川	14	15	14
11	沙流川	2	3	3	41	庄川	6	8	7,8	71	日野川	10	13	11	96	嘉瀬川	14	15	14
12	釧路川	2	3	3	42	小矢部川	6	8	7	72	壱伊川	10	13	11	97	本明川	14	15	14
13	十勝川	2	3	3	43	手取川	6	8	7	73	江の川	10	13,14	11,12	98	菊池川	14	15	14
14	岩木川	3	4,6	4	44	糠川	6	8	7	74	高津川	12	13	11	99	白川	14	15	14
15	高瀬川	3	4	5	45	粒野川	7	11	8	75	吉井川	11	13,14	12	100	越川	14	15	14
16	黒瀬川	4	4	5	46	富士川	7	10,11	6,8	76	旭川	11	13,14	12	101	球磨川	14	15	14
17	北上川	4	4,5,6	5	47	安倍川	7	11	8	77	高梁川	11	13,14	12	102	太分川	15	15	14
18	鳴瀬川	4	5,6	5	48	大井川	7	11	8	78	芦田川	11	14	12	103	大野川	15	15	14
19	名取川	4	5	5	49	扇川	7	11	8	79	太田川	11	13,14	12	104	番匠川	15	16	14
20	阿武隈川	4	5,9	5	50	天香川	7	10,11	6,8	80	小瀬川	12	14	12	105	五ヶ瀬川	15	15,16	15
21	米代川	3	4,6	4,5	51	豊川	7	11	8	81	佐波川	12	13	14	106	小丸川	15	16	15
22	埴物川	3	6	4	52	矢作川	7	11,12	6,8	82	吉野川	13	14,16	13	107	大津川	15	15,16	14,15
23	千吉川	3	6	4	53	庄内川	7	12	8	83	那賀川	13	16	13	108	川内川	14	16	15
24	最上川	3	6	4	54	木曾川	7	8,10,12	6,8	84	土香川	11	14	13	109	肝属川	15	16	15
25	赤川	3	6	4	55	鈴鹿川	7	12	8	85	重信川	11	14	13					
26	久慈川	5	5,9	5,6	56	荒出川	7	12,16	8										
27	那珂川	5	9	6	57	櫛田川	9	16	8										
28	利根川	5	7,9,10	6	58	宮川	9	16	8										
29	荒川	5	9	6	59	由良川	10	13	9,10										
30	多摩川	5	8,10	6	60	淀川	8	12,14	8,9,10										

6. 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：気候変動による豪雨時の降雨量変化予測－GCM20 による評価を中心に－、国土技術政策総合研究所資料、第 462 号、平成 20 年 5 月
- 2) データ統合・解析システム DIAS (Data Integration and Analysis System) :
<https://diasjp.net/about/>
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局：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、平成 27 年 7 月
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：気候変動適応策に関する研究（中間報告）、国土技術政策総合研究所資料、第 749 号、平成 25 年 8 月
- 5) 気象庁：
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kisetsu_riyou/image/png/chihou_kubun.png