

## 気候変動影響の予測計算の結果について

## (1) 情報の収集等を行う気候変動影響の選定

平成 30 年度に実施した、地球温暖化に関するアンケート調査では、地球温暖化に伴う影響として、「豪雨による洪水、土砂崩れ等の増加への不安」、「健康への影響(熱中症の増加等)への不安」を挙げられた方が多かった(図 1)。

また、令和元年度に環境省「国民参加による気候変動情報収集・分析委託事業」の採択を受け実施した、「気候変動影響情報収集のための県民・農林水産事業者等との意見交換」では、過去に県内でも浸水被害が発生していることや、夏場にこれまで経験したことのない暑さを経験し、農林水産にかかる夏場の作業環境が年々厳しくなっているという意見が複数出された。

このため、自然災害(水害)、健康(熱中症)、農業の 3 分野に焦点を当てて、情報の収集および計算を行った。

Q 地球温暖化に伴う影響であなたが不安に感じるのは何ですか。  
(複数選択可 n=2,231 人)

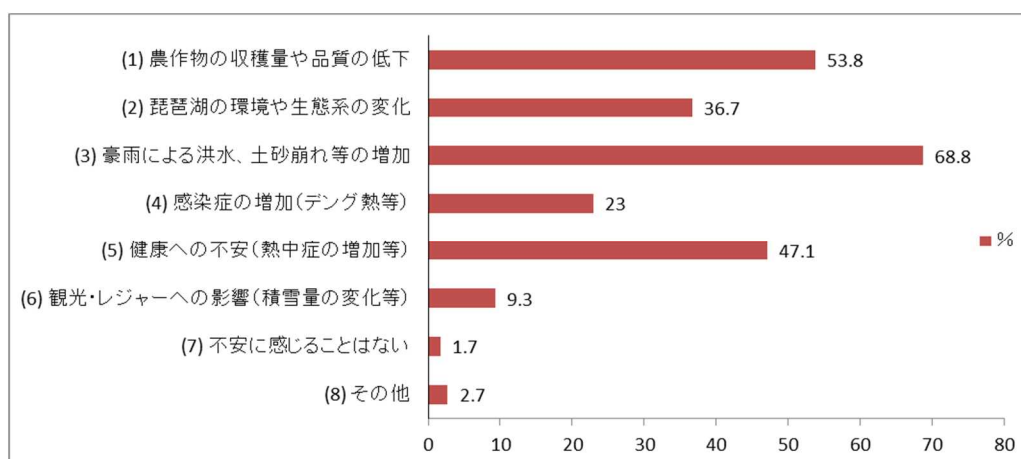


図 1 地球温暖化に関するアンケート調査(2018 年度)<sup>1)</sup>



図2 平成29年台風21号による新川の堤防決壊

(2) 自然災害分野

県内でのこれまでの降雨量の変化

気象庁の観測結果によると、全国では、日降水量100mm以上の大雨が有意に増加しており、1時間降水量50mm以上の短時間強雨も増加している。

一方、滋賀県では、現在のところ日降水量100mm以上の大雨および1時間降水量50mm以上の短時間強雨ともに増減は観測されていない(図3、4)。

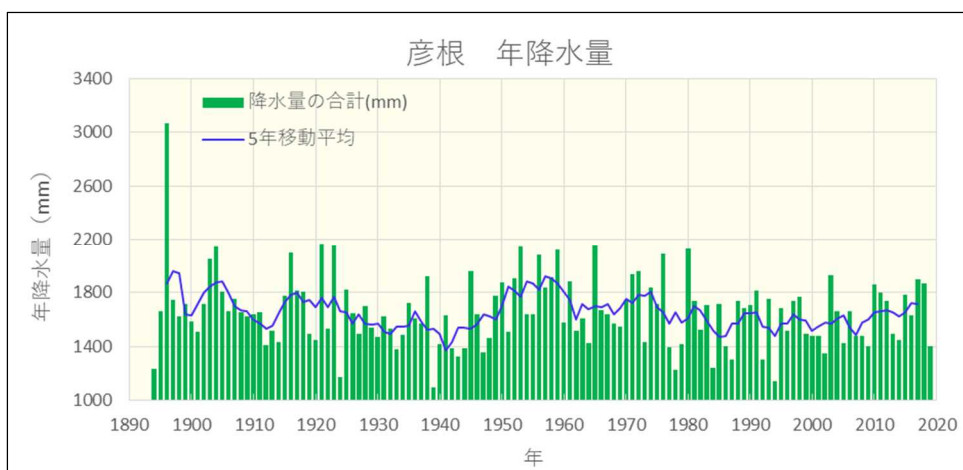


図3 滋賀県(彦根)の年降水量の経年変化<sup>2)</sup>

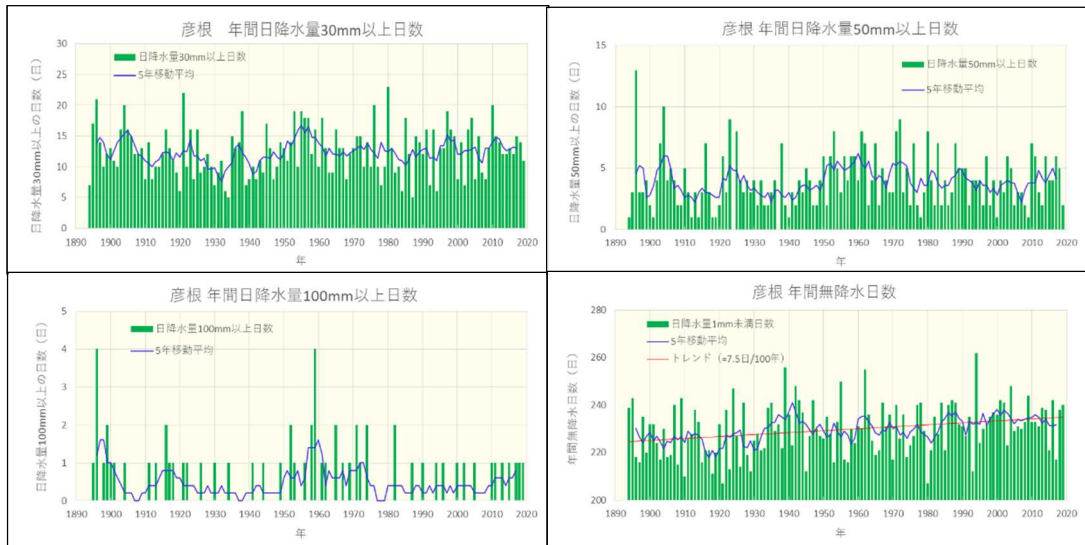


図4 滋賀県（彦根）の大雨（年間降水量 30、50、100mm 以上）および年間無降水日数の経年変化<sup>2)</sup>

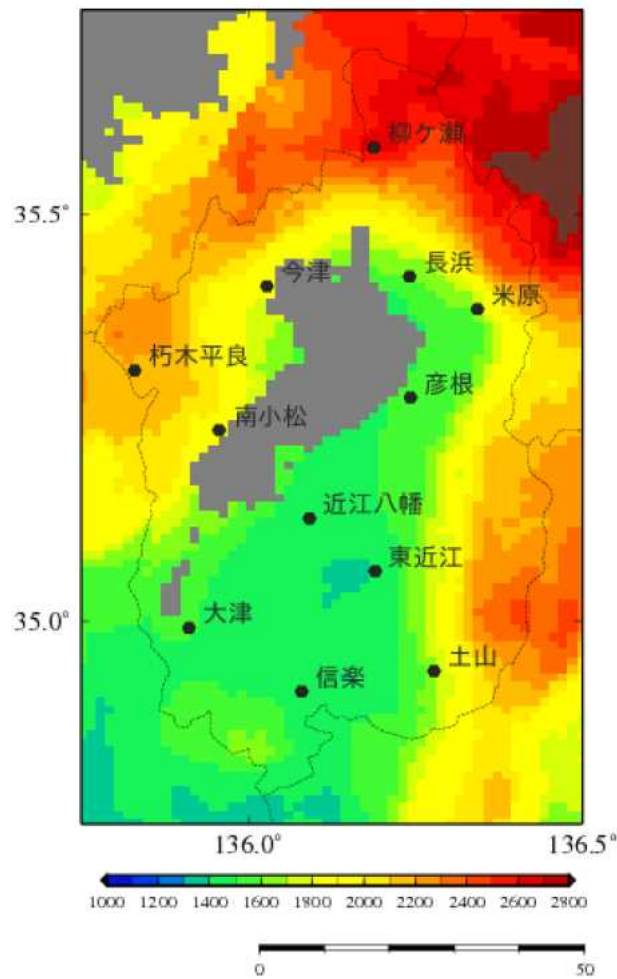


図5 年間降水量の平年値（メッシュ気候値 1981年～2010年）

## 気候変動予測情報

気象庁地球温暖化予測情報第9巻に基づき、本県の将来予測結果の分析を行った。使用したデータセットの概要は(表1)のとおりであり、降水量の統計は、水平解像度5kmの県内158点における格子の平均値とし、大雨・短時間強雨頻度については、気象庁アメダス観測地点12地点の平均値とした。

表1 気象庁地球温暖化予測情報第9巻の概要

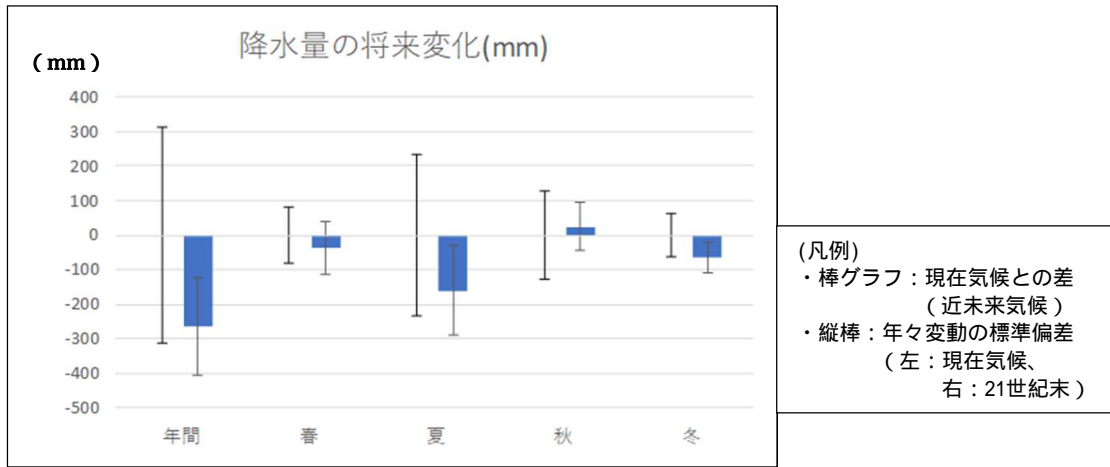
期間	現在気候：20世紀末(1980年～1999年) 将来気候：21世紀末(2076年～2095年)
気候モデル	気象研究所地域気候モデル NHRCM05 気象研究所全球大気モデル MRI-AGCM3.2S
水平解像度	5km
温室効果ガス 排出シナリオ	RCP8.5

### <結果>

- ・年間降水量は、将来気候で264.5mmの減少が予測される。特に夏季の減少量が大きく161.8mmとなっている。一方で、秋季については、約29.9mmの増加が予測されている(図表1)。
- ・時間30mm以上の短時間強雨は、年間0.5回増加(平年値：12.4回)し、秋季の増加が0.3回と最も多くなっている(図表2)。
- ・日降水量100mm以上の大雨は、年間0.2回増加(平年値：0.3回)し、秋季の増加が0.2回と最も多くなっている(図表3)。

- |  |
|--|
| ○ 降水量・・・年間 <b>264.5mm減少</b><br>(春：-35.5mm、夏：-161.8mm、秋：+24.9mm、冬：-64.1mm)  |
| ○ 短期間強雨・・・時間30mm以上：年 <b>0.5回増加</b><br>(春：+0.1回、夏：+0.1回、秋：+0.3回、冬：+<0.1回)<br>時間50mm以上：年 <b>0.2回増加</b><br>(春：±0回、夏：+<0.1回、秋：+0.1回、冬：±0回) |
| ○ 大雨の発生頻度・日100mm以上：年 <b>0.2回増加</b><br>(春：+<0.1回、夏：-0.1回、秋：+0.2回、冬：±0回)   |

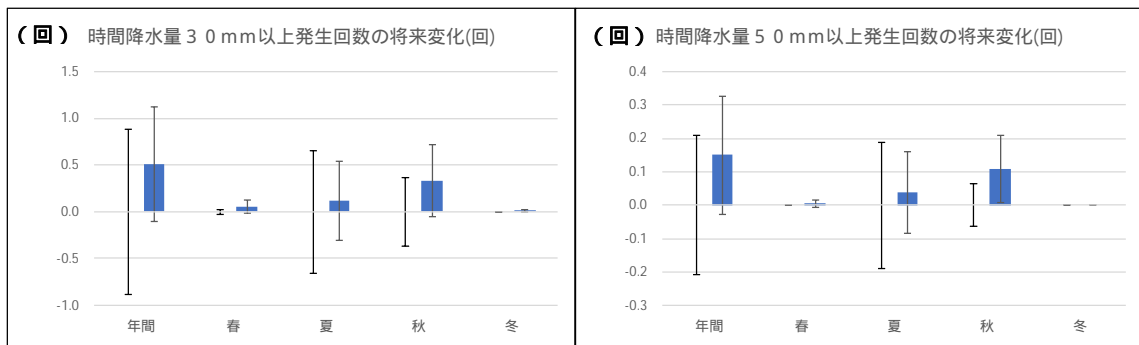
図表1 降水量の将来変化<sup>3)</sup>



彦根の年降水量の平年値：1570.9 mm

	年間	春	夏	秋	冬
21世紀末	-264.5	-35.5	-161.8	24.9	-64.1

図表2 短時間強雨（1時間降水量 30mm 以上・50mm 以上）発生回数の将来変化<sup>3)</sup>



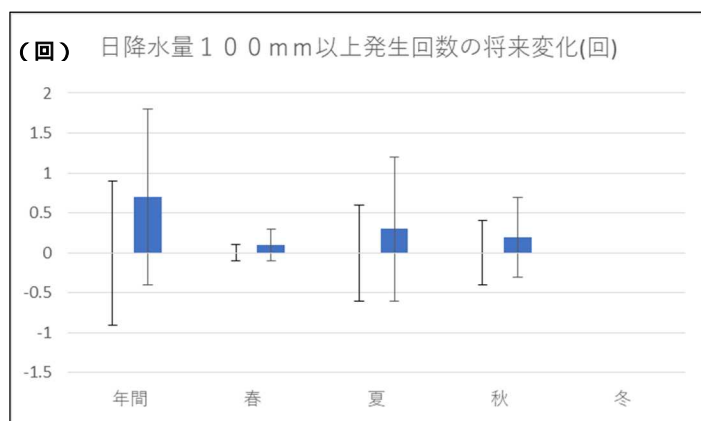
彦根の平年値：12.4 回

	年間	春	夏	秋	冬
21世紀末	0.5	<0.1	0.1	0.3	<0.1

彦根の平年値：3.7 回

	年間	春	夏	秋	冬
21世紀末	0.2	±0	<0.1	0.1	±0

図表3 大雨（日降水量 100mm 以上）発生日数の将来変化<sup>3)</sup>



彦根の平年値：0.3 回

	年間	春	夏	秋	冬
21 世紀末	0.2	<0.1	-0.1	0.2	±0

#### 計算の方向性

本県は、県のほぼ全域が琵琶湖集水域になっており、琵琶湖流入河川が 200 本以上ある一方、流出する自然河川が 1 本であり、天井川の数が全国で 1 番多く存在している。

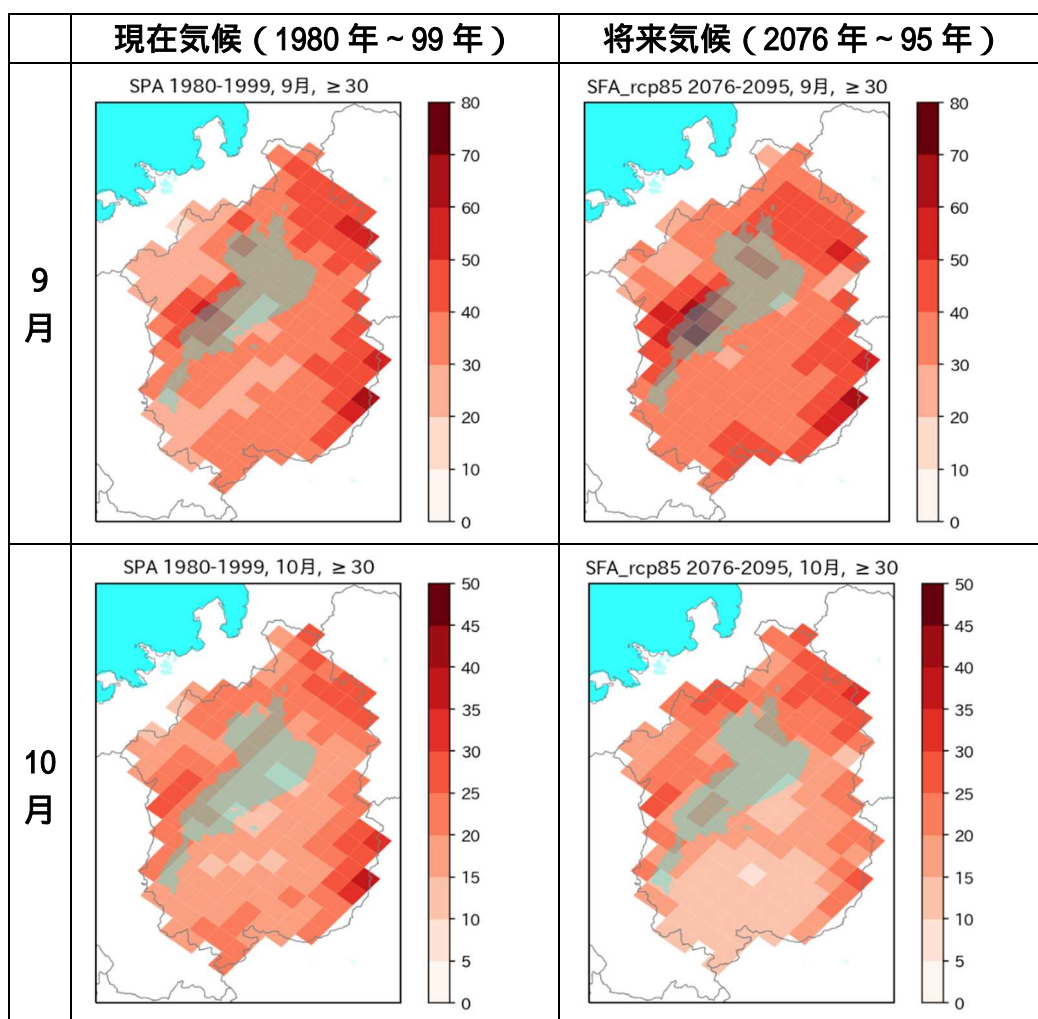
このような地形的特徴から、気候変動による洪水への影響を考慮するに当たっては、各河川流域においてどの程度の降水が観測されるかという点が重要になると考えられ、大雨が過去の観測値と比較し将来どの程度変化するかに着目し計算を行った。

#### < 計算方法 >

- ・データセットは、過年度から将来予測計算に使用している「気象庁地球温暖化予測情報第 9 巻」の降水量を用いた（RCP8.5 シナリオ、モデル MRI-CGCM）。
- ・降水量の極端現象を扱うことから、力学的ダウンスケーリングの気候シナリオ解析を行った。
- ・現在気候は 1980 年から 1999 年とし、将来気候は 21 世紀後半（2076 年から 2095 年）とし、日降水量 30mm 以上、50mm 以上、100mm 以上、200mm 以上の降雨の発生日数を比較した。

計算結果および考察（全データは添付）

- ・今回の計算結果では、日積算降水量 30mm 以上、50mm 以上、100mm 以上、200mm 以上の大雨とも、現在気候の発生頻度と比較し、大幅な増加は見られなかった。
- ・しかしながら、大雨については、数十年から百年に一度の極端現象であることから、使用する関数やデータセットにより結果に差異があるものと考えられ、今後は複数のデータセットで検証を行うなど、計算の精度を高めていく必要がある。
- ・また、月ごとの雨量変化だけでは、平準化され変化傾向が見えないことから、着目する現象（台風か梅雨か等）により着目する月を考慮するとともに、過去データとの比較に際しても、その 20 年の中に台風や大雨などの極端現象が含まれているか否かで将来の大雨の増減は変化するため、留意して評価を行う必要がある。



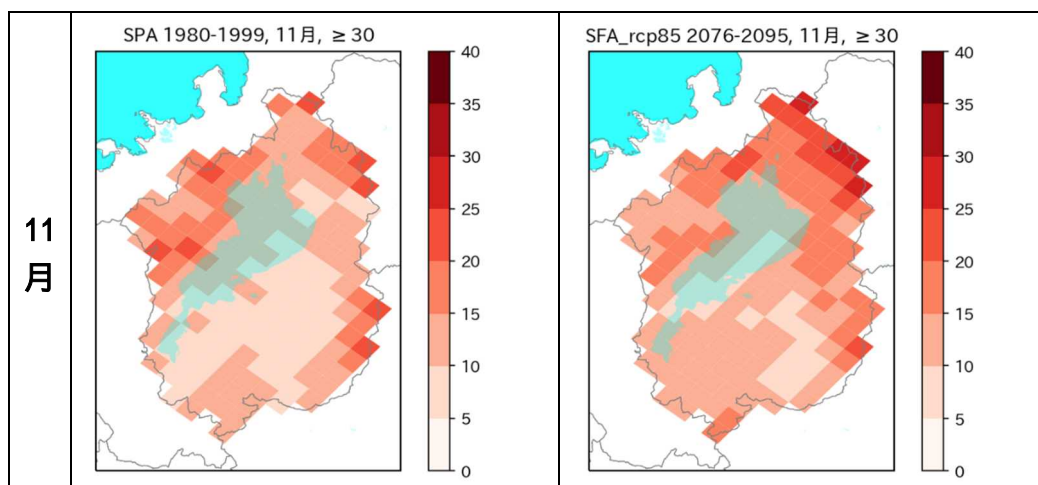


図 6 現在気候と将来気候における日降水量 30mm 以上の比較（秋季）

#### 今後の方向性（案）

- ・ 計算結果を水害や土砂災害に関する県民啓発に使用するという観点から、流域全体の雨量変化に着目し、警戒情報が出される基準を超える雨量が今後の気候変動によりどの程度変化するか等の観点から計算を行う。

---

1) 滋賀県, 平成 30 年度地球温暖化に関するアンケート調査  
 2) 気象庁ホームページ: 過去の気象データ(彦根)のデータより作成  
 3) 気象庁, 気候変動予測情報第 9 巻(平成 29 年 3 月)



### (3) 健康分野

#### 県内のこれまでの気温と熱中症搬送患者数の変化

気候変動が人の健康に及ぼす影響には、直接的な影響として、暑熱による熱中症の増加が指摘されている。近年、全国的に熱中症による死亡者数が増加しており、将来的には熱ストレスによる死亡者の増加も予測されている。本県においても日最高気温が 35 を超えると搬送患者が増加する傾向が確認されており、全国的な猛暑に見舞われた 2018 年（平成 30 年）には、7 月だけで熱中症搬送患者数が例年の約 3 倍になる事態が生じた（図 7、8、9）。

また、消防庁の統計では、毎年熱中症救急搬送患者数のうち約半数が高齢者である等、高齢者は熱中症にかかりやすい傾向であり、今後、少子高齢化が加速する本県において、救急搬送患者数に占める高齢者の割合は増加する可能性がある（図 10）。

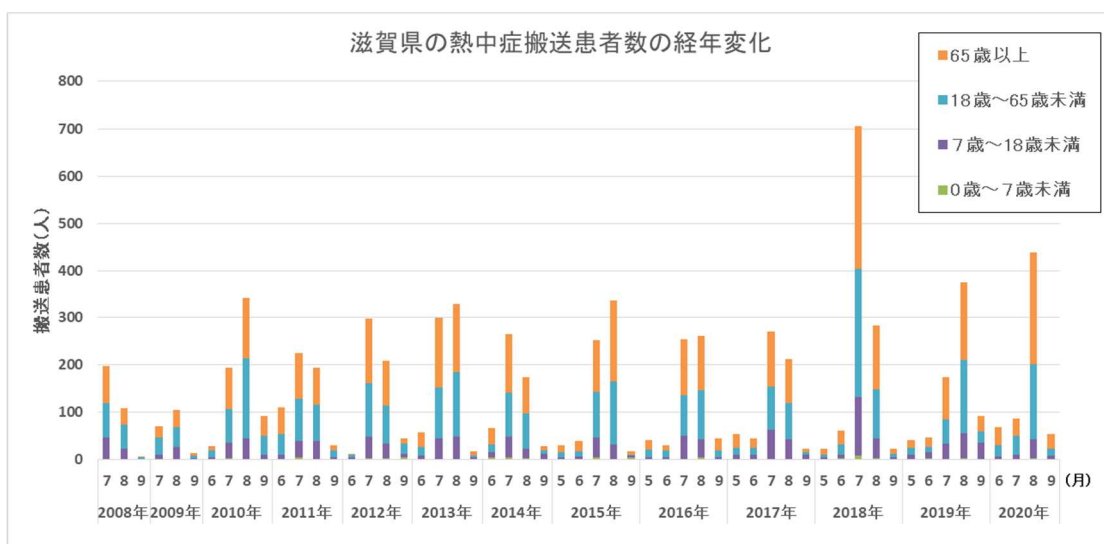


図 7 県内の熱中症搬送患者数の経年変化<sup>4)</sup>

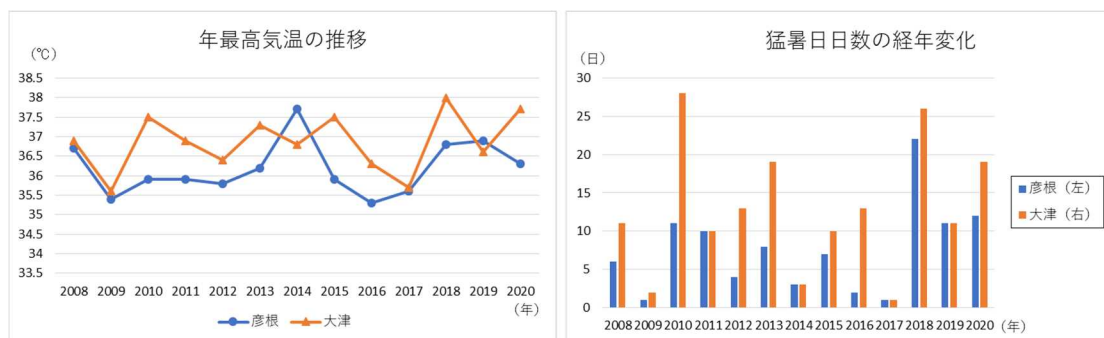


図 8 年最高気温の推移<sup>2)</sup>

図 9 猛暑日日数の経年変化<sup>2)</sup>

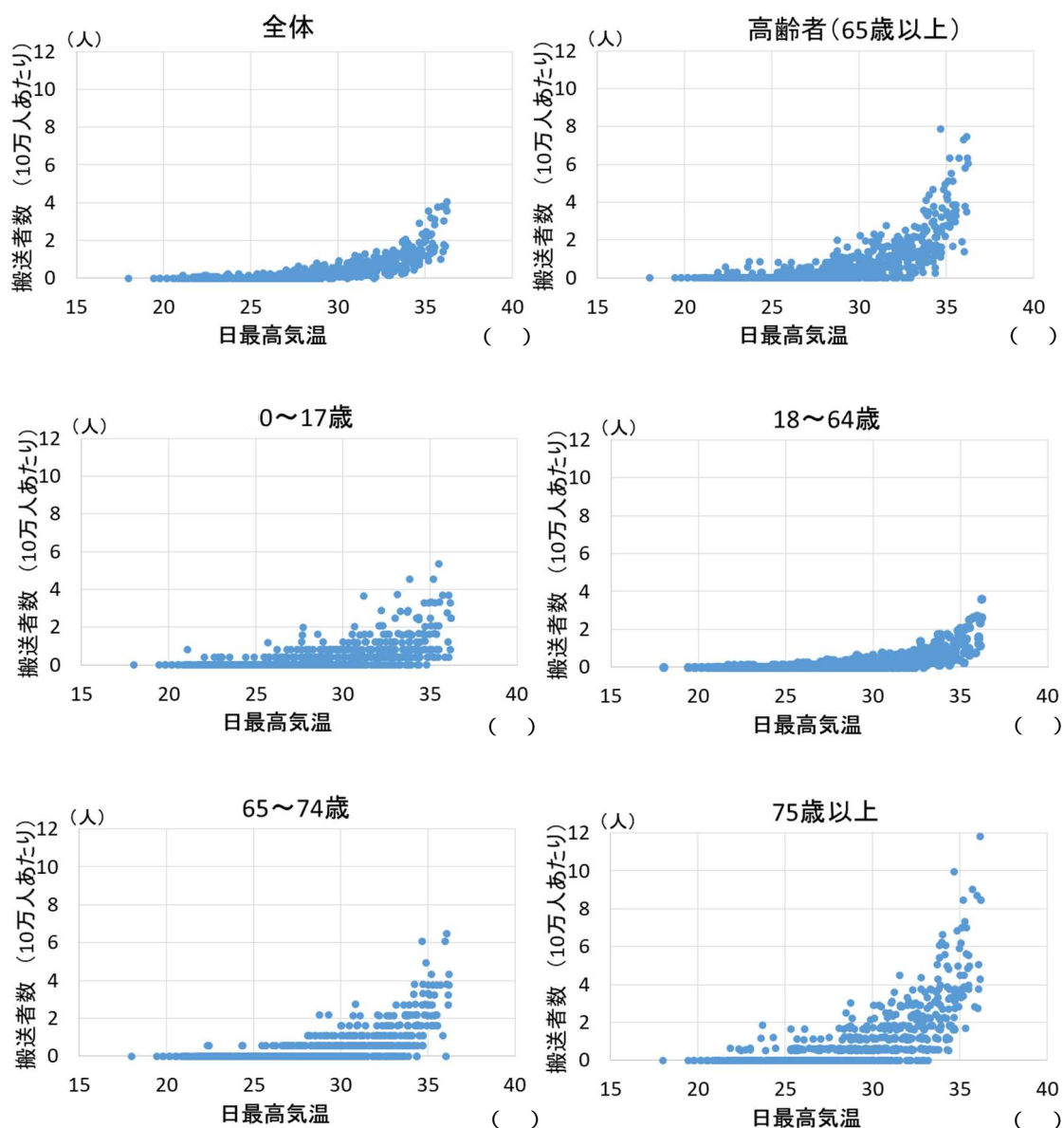


図 10 県内 10 万人あたりの熱中症搬送者数と日最高気温との関係 (2011 年～2017 年)<sup>5)</sup>

### 予測計算の方向性

2011 年から 2018 年のデータから地域別年齢別の推計式を同定し、推計式のパラメータを推計し、救急搬送患者数は気温と相関関係が得られることから、一般化線形モデルを使用して計算を行った。

【推計式】<sup>6)</sup>

$$\log(Y_{r,age,d}) = a_{r,age,p} * X_{r,d} + b_{r,age,p} + \log(P_{r,age,t})$$

Y: 搬送者数、X: 気温、P: 人口、a,b: 係数、r: 地域、age: 年齢区分、  
d: 年月日、p: 期間区分、t: 年

2011～2018年のデータを用いて、a,bのパラメータを推計

年齢区分: 0～17歳、18～64歳、65～74歳、75歳以上

地域区分: 消防署の管轄に準じて7地域に分割 (r1～r7)

期間区分の終了条件: 3つに分割(p1～p3)

p1の終了: 梅雨明け後7日目

p2の終了: 8/16以降で3日間気温減少かつ累積2以上減少



図 11 県内の各消防署の管轄地域 (7区域)<sup>5)</sup>

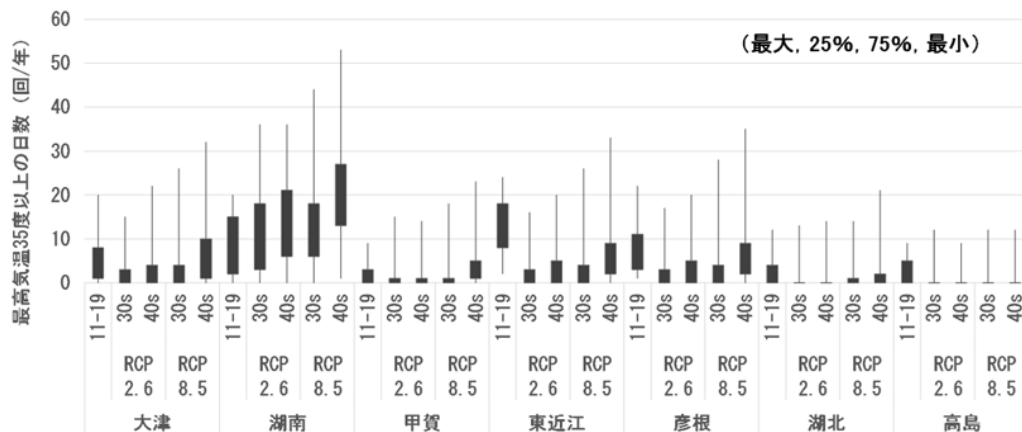
### 計算結果および考察

< 将来の猛暑日日数の変化 >

日最高気温 35 以上 (猛暑日) の日数については、2011年～2019年と比較して 2030年代、2040年代とも湖南地域での増加が顕著であった。その他の地域については、やや増加傾向があるものの、2011年～2019年との比較で、大きな増加は確認されなかった (図 12)。

< 予測計算の方法 >

- ・ RCP 2.6、RCP 8.5 の各シナリオについて、2030年代 (30s)、40年代 (40s) の猛暑日日数の変化を計算。
- ・ SI-CAT ダウンスケールリング 1km メッシュデータ、全球気候モデル (CSIRO-Mk3-6-0、GFDL-CM3、HadGEM2-ES、MIROC 5、MRI-CGCM3)



11-19 : 2011～2019年、30s : 2030年代、40s : 2040年代

図12 最高気温35 以上の日数変化の将来予測<sup>5)</sup>

< 計算結果 >

2030年代および2040年代における県全体での熱中症救急搬送患者の増加率は、2011年～2017年の平均を基準とした比較で、2030年代には1.0倍(RCP2.6)と1.1倍(RCP8.5)、2040年代には1.1倍と1.3倍(RCP8.5)となった(図13)。

一方で、地域別では大きな差が確認され、全年齢区分では2040年代に高島地域で0.8倍、湖南地域では2.3倍となった(表2)。また、その要因として、猛暑日日数の増加が大きいものと考えられ、人口増や高齢化も一定寄与しているものと考えられた(図14)。

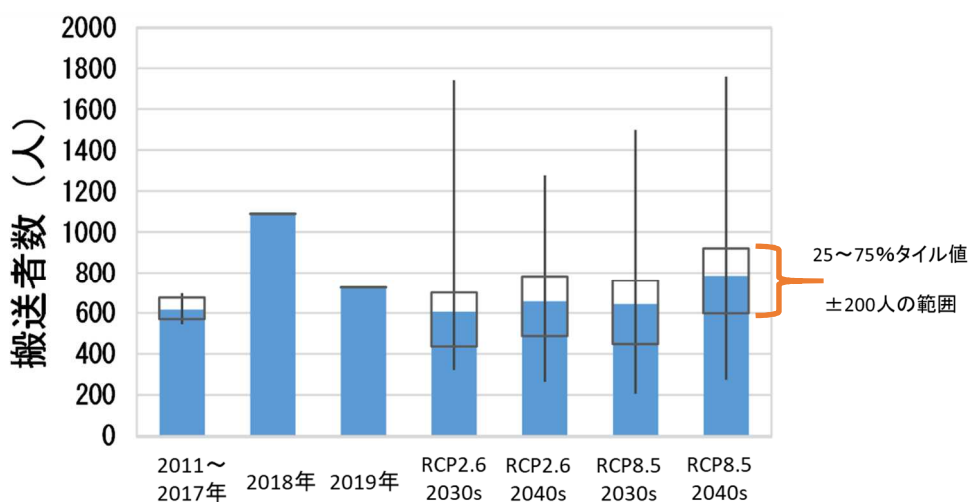


図13 滋賀県全体の熱中症救急搬送患者数の将来予測<sup>5)</sup>

表2 年齢・地域別の熱中症救急搬送患者数の将来変化<sup>5)</sup>

年齢	地域	2030年代						2040年代					
		共通		RCP2.6		RCP8.5		共通		RCP2.6		RCP8.5	
		人口	年齢構成	気温	合計	気温	合計	人口	年齢構成	気温	合計	気温	合計
年齢合計	県合計	1.0	1.1	0.9	1.0	1.0	1.1	0.9	1.2	1.0	1.1	1.2	1.3
	大津	1.0	1.2	0.9	1.0	1.0	1.1	0.9	1.2	1.0	1.1	1.2	1.4
	湖南	1.1	1.1	1.4	1.7	1.5	1.8	1.1	1.2	1.5	1.9	1.8	2.3
	甲賀	0.9	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	0.8	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5
	東近江	0.9	1.1	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	0.8	0.8	0.9	0.9
	彦根	1.0	1.1	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	1.2	0.9	1.0	1.1	1.1
	湖北	0.9	1.1	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.1	0.9	0.8	1.1	1.0
	高島	0.8	1.2	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	1.2	0.8	0.7	1.0	0.8
0～17歳	県合計	0.9		1.1	0.9	1.1	1.0	0.8		1.2	0.9	1.4	1.1
	大津	0.8		1.0	0.9	1.1	0.9	0.8		1.1	0.9	1.3	1.1
	湖南	1.0		1.4	1.4	1.5	1.5	1.0		1.5	1.5	1.8	1.8
	甲賀	0.8	1.0	1.2	0.9	1.3	1.0	0.7	1.0	1.4	0.9	1.6	1.1
	東近江	0.9		0.8	0.7	0.8	0.7	0.8		0.9	0.7	1.0	0.8
	彦根	0.9		0.9	0.8	1.0	0.8	0.8		1.0	0.8	1.2	1.0
	湖北	0.7		0.9	0.7	1.0	0.7	0.7		1.0	0.7	1.1	0.8
	高島	0.6		0.9	0.5	0.9	0.6	0.5		1.0	0.5	1.1	0.6
18～64歳	県合計	0.9		1.0	0.9	1.0	0.9	0.8		1.1	0.8	1.3	1.0
	大津	0.9		0.9	0.8	1.0	0.8	0.8		1.0	0.8	1.3	1.0
	湖南	1.0		1.4	1.5	1.5	1.6	1.0		1.6	1.5	1.9	1.8
	甲賀	0.8	1.0	1.2	1.0	1.3	1.0	0.7	1.0	1.3	0.9	1.6	1.1
	東近江	0.9		0.7	0.6	0.7	0.6	0.8		0.8	0.6	0.9	0.7
	彦根	0.9		0.8	0.7	0.8	0.7	0.8		0.9	0.7	1.0	0.8
	湖北	0.8		0.8	0.7	0.9	0.7	0.7		0.9	0.7	1.2	0.8
	高島	0.7		0.9	0.6	0.9	0.6	0.5		0.9	0.5	1.1	0.6
65～74歳	県合計	1.0		1.0	0.9	1.0	1.0	1.1		1.0	1.1	1.2	1.3
	大津	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.1	1.1	1.3	1.4
	湖南	1.1		1.5	1.5	1.6	1.7	1.3		1.6	2.0	1.9	2.4
	甲賀	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.4
	東近江	0.9		0.7	0.7	0.8	0.7	1.0		0.8	0.8	0.9	0.9
	彦根	1.0		0.8	0.8	0.9	0.9	1.1		0.9	1.0	1.0	1.1
	湖北	0.9		0.8	0.7	0.9	0.8	0.9		0.9	0.8	1.1	1.0
	高島	0.8		0.9	0.7	0.9	0.8	0.7		1.0	0.7	1.2	0.9
75歳以上	県合計	1.5		0.9	1.4	0.9	1.4	1.6		1.0	1.6	1.2	1.9
	大津	1.7		0.9	1.6	1.0	1.7	1.8		1.0	1.8	1.2	2.2
	湖南	1.8		1.3	2.3	1.4	2.5	2.0		1.5	2.9	1.7	3.5
	甲賀	1.6	1.0	1.1	1.7	1.2	1.8	1.6	1.0	1.2	1.8	1.4	2.2
	東近江	1.4		0.7	1.0	0.7	1.0	1.4		0.7	1.0	0.9	1.2
	彦根	1.4		0.8	1.2	0.9	1.2	1.5		0.9	1.3	1.1	1.6
	湖北	1.2		0.8	1.0	0.8	1.0	1.2		0.9	1.1	1.1	1.3
	高島	1.3		0.8	1.0	0.8	1.0	1.2		0.8	1.0	1.0	1.2

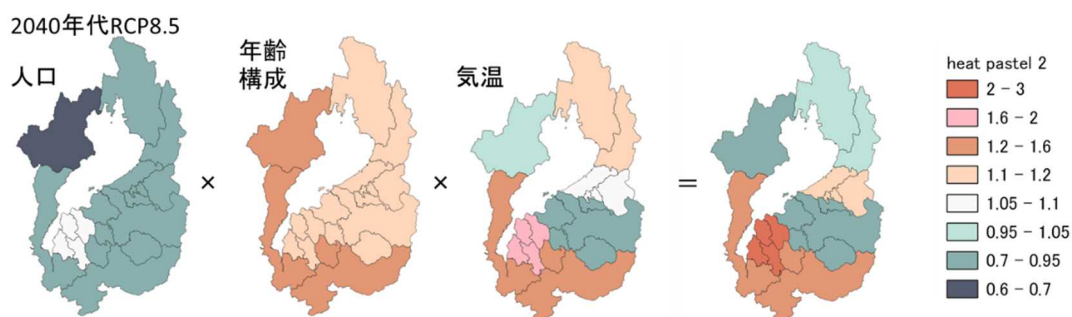


図14 救急搬送患者増加の要因分析<sup>5)</sup>

<傾向>

【人口】湖南地域を除く全県で人口減少（0.6～0.95倍）

湖南地域では人口増加（1.05～1.1倍）

【年齢構成】全県的に高齢化が進む（1.1～1.6倍）

【気温】湖南地域で増加（1.6～2.0倍） 減少する地域もあり

#### 今後の方向性（案）

- ・今年度の計算結果によって、熱中症リスクの増加には地域差があり、各地域において必要な適応策がことなる可能性があることが示唆されたが、データセットによる予測計算の差異の検証を行う観点から、他のデータセットでも予測計算を行う。
- ・また、計算結果の効果的な発信方法についても検討を行う。

---

4) 滋賀県防災危機管理局提供データをもとに作成

5) 滋賀県防災危機管理局提供データ、SI-CAT ダウンスケーリングデータ等をもとに滋賀県琵琶湖環境科学研究センターにおいて作成

6) 河瀬 玲奈, 佐藤 亮吾, 佐藤 拓人, 日下 博幸, 芳賀 智宏, 松井 孝典, 2020 年 10 月, 21 世紀半ばの熱中症搬送患者数変化の要因分析-滋賀県を事例として-. 第 48 回環境システム研究論文発表会

#### (4) 農業分野

滋賀県は、近江米の産地として水田農業が盛んに行われており、農地の水田率は約 92% (平成 30 年度) と全国 2 位となっている。「みずかがみ」や「秋の詩」「滋賀羽二重糯」などの県育成品種や「コシヒカリ」「キヌヒカリ」等が農薬や化学肥料を少なくする「環境こだわり農業」として展開されている。気候変動の影響としては、登熟期の気温上昇により、白未熟粒や胴割粒発生が増加している。

今般、県内で最も生産量の大きい品種である「コシヒカリ」について、一等比率低下要因の 1 つである白未熟粒の将来の発生率を試算した。

表 3 2019 年産米の農産物検査結果速報値 (滋賀県)

品種	総計 ( t )	等級比率 (%)			
		1 等	2 等	3 等	規格外
コシヒカリ	23,027	50.1	46.9	2.9	0.2
キヌヒカリ	11,492	36.8	56.3	6.6	0.3
みずかがみ	10,759	78.7	20.0	1.0	0.2
日本晴	6,293	75.6	22.6	1.8	0.0
秋の詩	5,926	70.9	26.1	3.0	0.0

令和元年 10 月 31 日現在 (速報値)

##### a. 計算の方法

- ・将来の白未熟粒の推計には、栃木県農業試験場による「白未熟粒率の予測式 (大谷、2003)」を使用した。
- ・将来予測には、農研機構による全国 1km 統計 DS マルチ気象要素の気候シナリオのうち、MRI-CGCM3.0 による結果を使用した。現在気候は 1981 年から 2000 年、2040 年頃は 2021 年から 2040 年、2040 年頃は 2031 年から 2050 年、2050 年頃は 2041 年から 2060 年、21 世紀末は 2081 年から 2100 年として計算した。また、気象庁彦根地方気象台の気温、湿度等の観測値を用いて、実際の観測による状況も確認した。

##### < 栃木県農業試験場「白未熟粒予測式」

白未熟粒弱グループ (コシヒカリ等) >

$$\text{白未熟粒率} = 1.67 \times X_1 - 0.217 \times X_2 - 0.013 \times X_3 - 25.8$$

$X_1$  : 最高気温 (出穂後 0 ~ 20 日の平均値)

$X_2$  : 最小相対湿度 (出穂後 5 ~ 9 日の平均値)

$X_3$  : (100 - 最小相対湿度) × 最大風速 (出穂後 9 ~ 15 日の平均値)

b. 結果および考察

- ・白未熟粒の増加は RCP8.5 で 2050 年頃に約 1.16 倍、21 世紀末で 1.48 倍であった。

表 4 白未熟粒比率推定値（試算）

シナリオ	期間	白未熟粒比率 (%)
-	現在気候	9.89
RCP2.6	2030 頃(2021-2040)	9.52
RCP2.6	2040 頃(2031-2050)	10.24
RCP2.6	2050 頃(2041-2060)	10.42
RCP2.6	21 世紀末(2081-2100)	10.83
RCP8.5	2030 頃(2021-2040)	10.61
RCP8.5	2040 頃(2031-2050)	11.26
RCP8.5	2050 頃(2041-2060)	11.47
RCP8.5	21 世紀末(2081-2100)	14.65

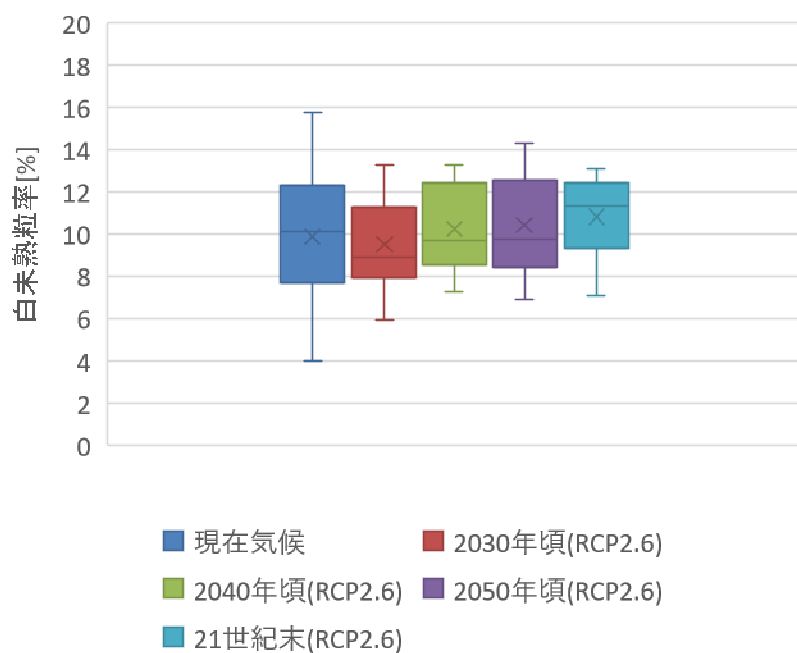


図 15 将来予測を用いた白未熟粒率試算（彦根、RCP2.6）



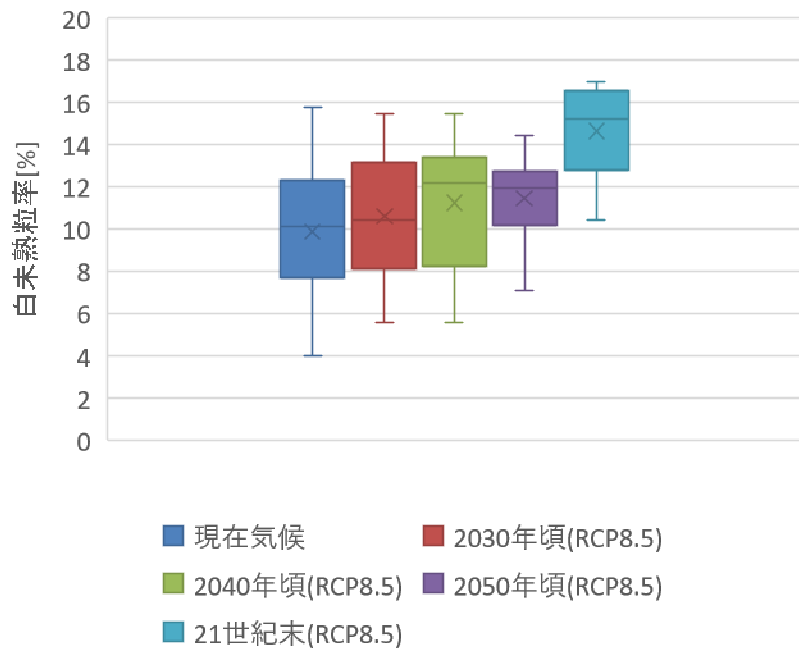


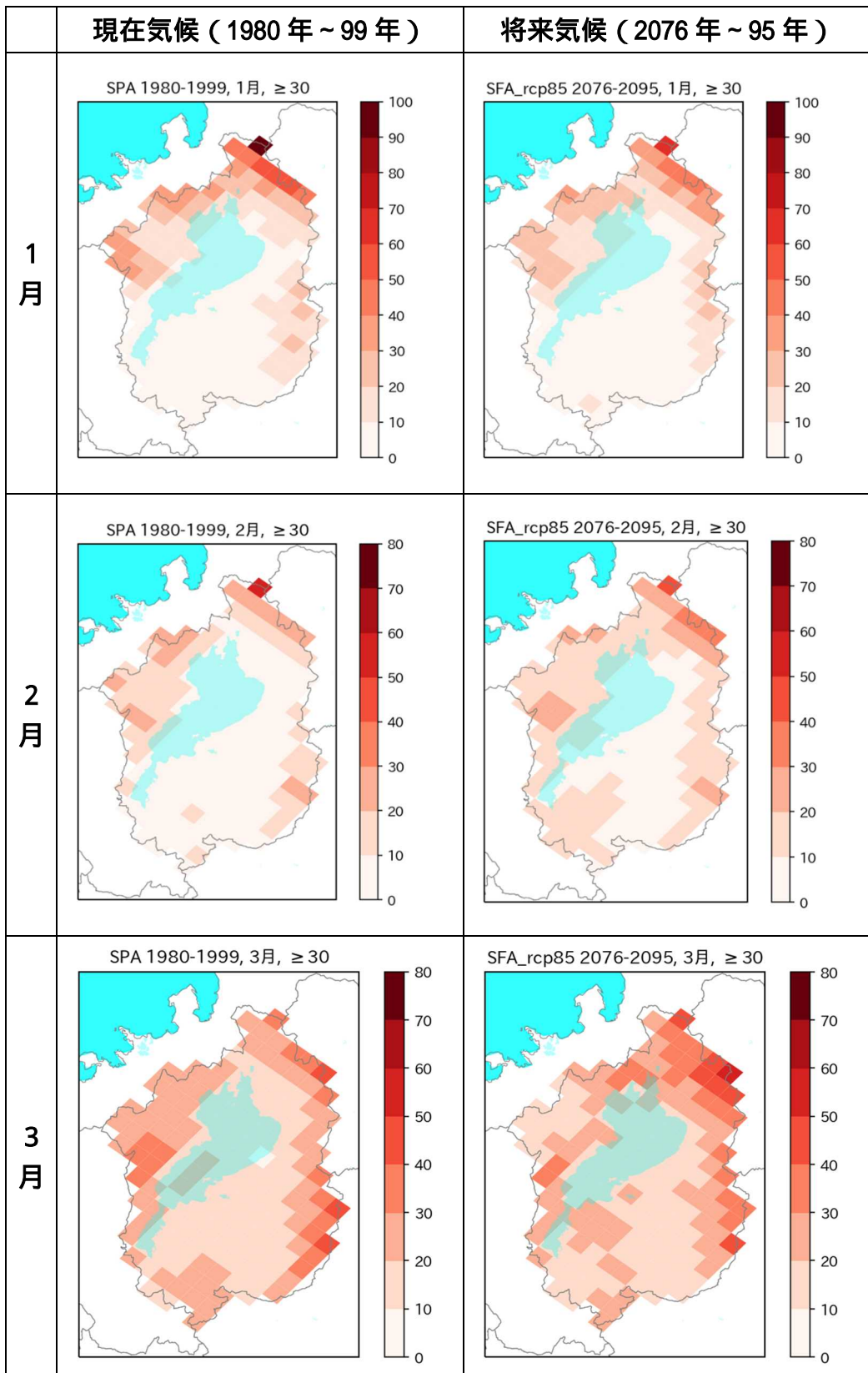
図 16 将来予測を用いた白未熟粒率試算（彦根、RCP8.5）

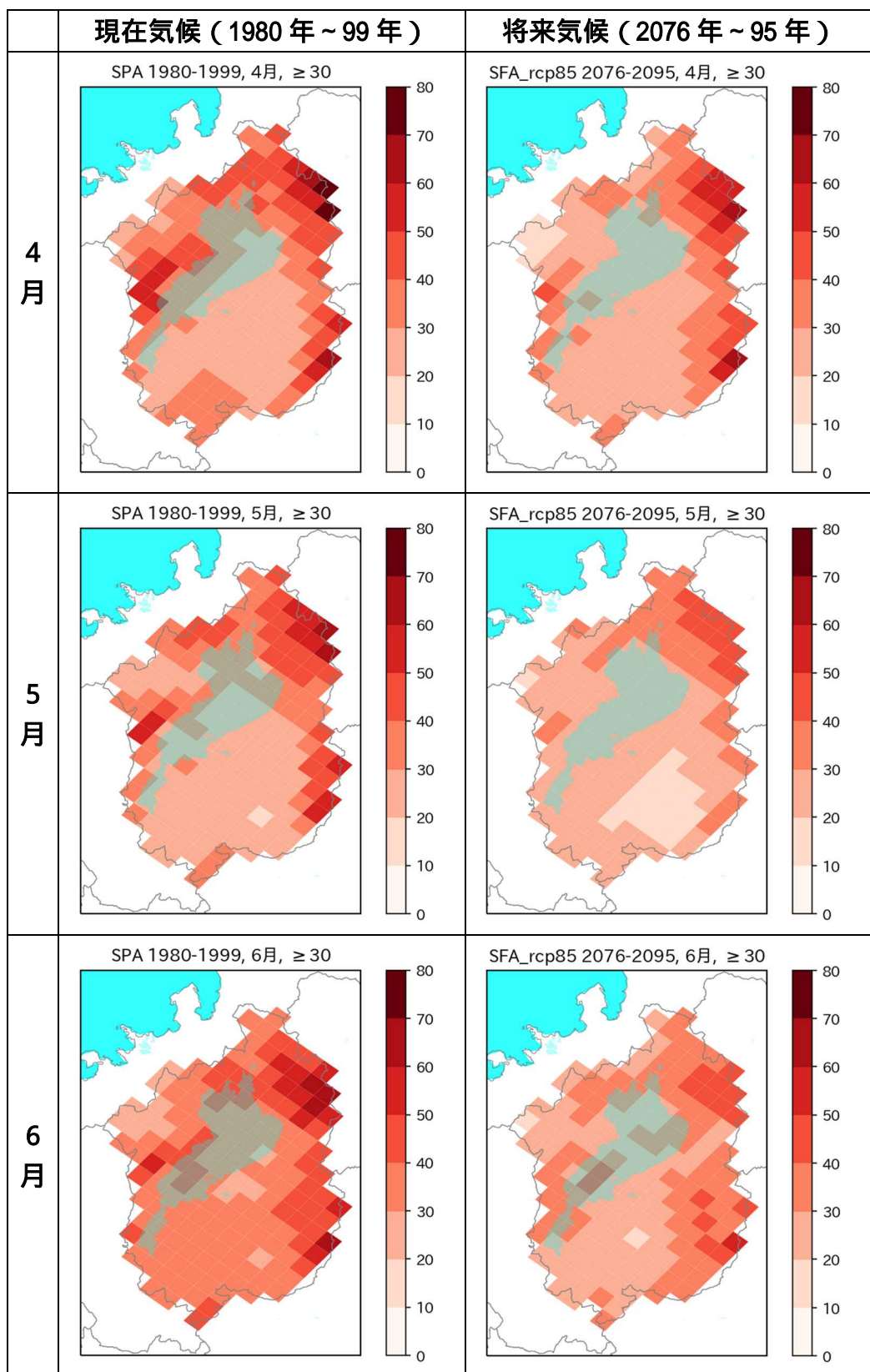
#### 考察および今後の方向性

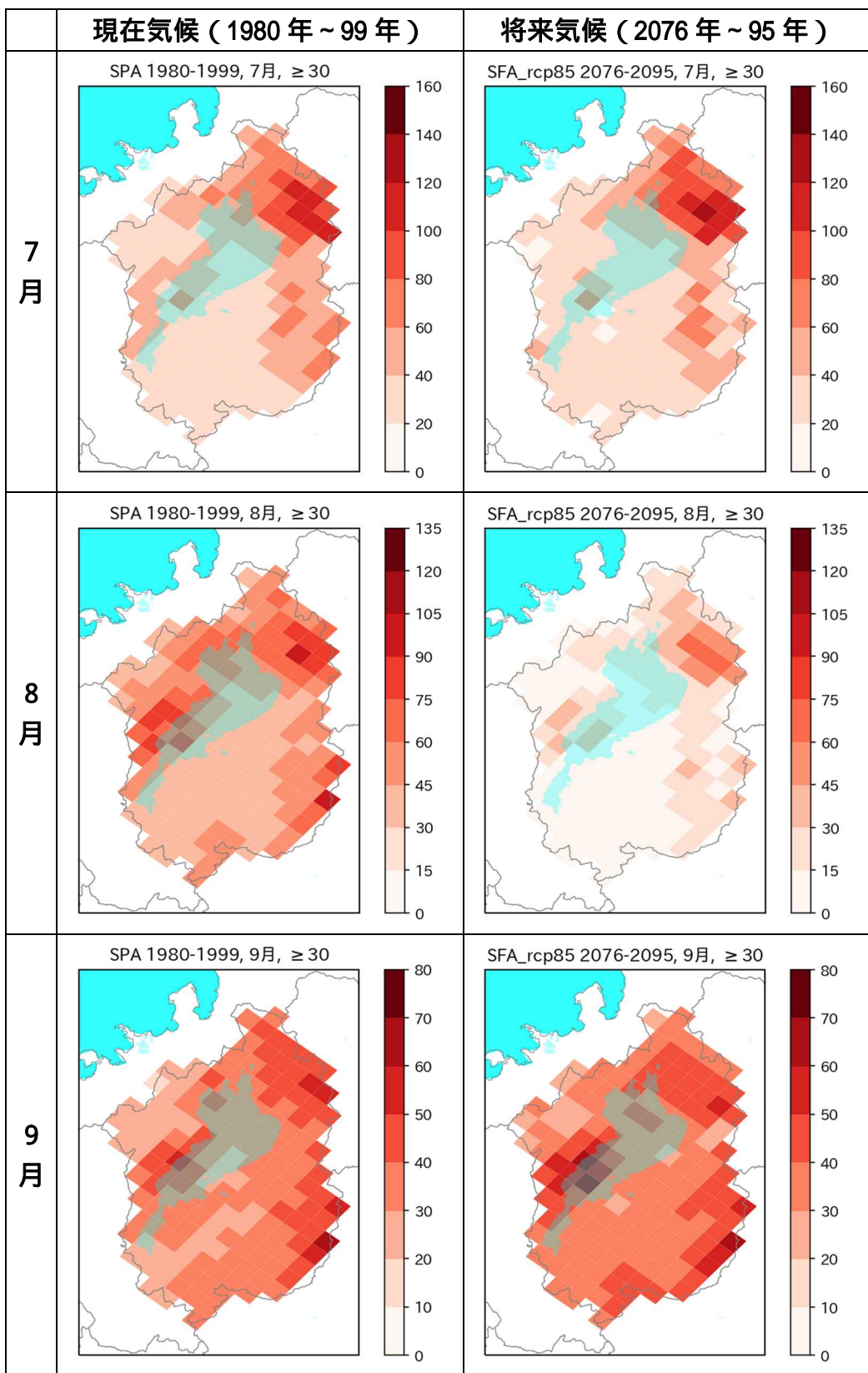
- ・ RCP2.6、RCP8.5 とともに平均値では徐々に白未熟粒率が上がる結果となったが、幅もあり RCP8.5 の 2100 年頃の結果以外では明らかな増加とまでは言えない。
- ・ 過去のデータが中々収集できず、滋賀県に特化した推定式を立てることは困難であり、他県が公開している推計式などを活用して計算を行い、精度を高めていくこと等が必要。

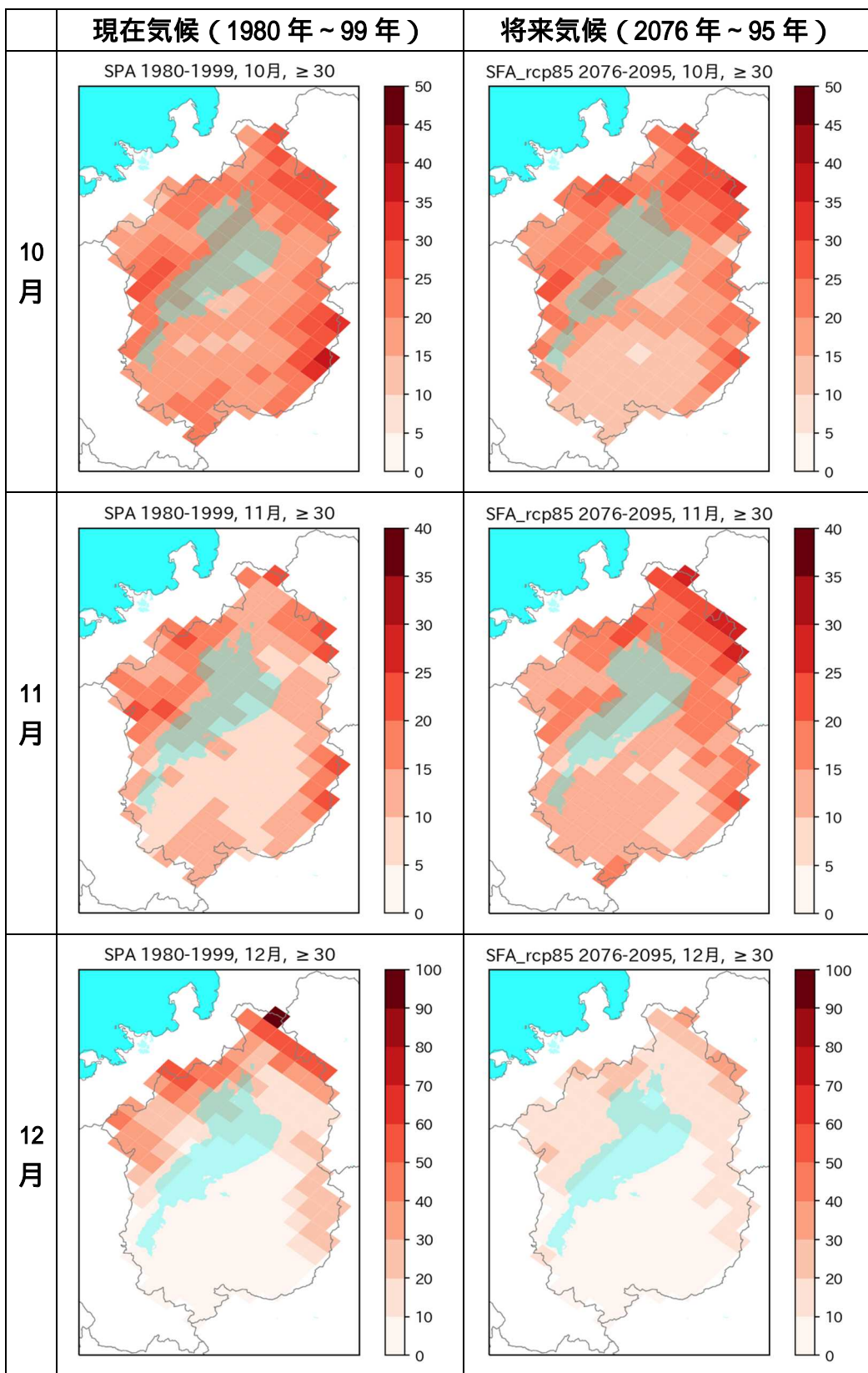
添付 計算結果の全体（自然災害）

日積算降水量 30mm 以上の変化

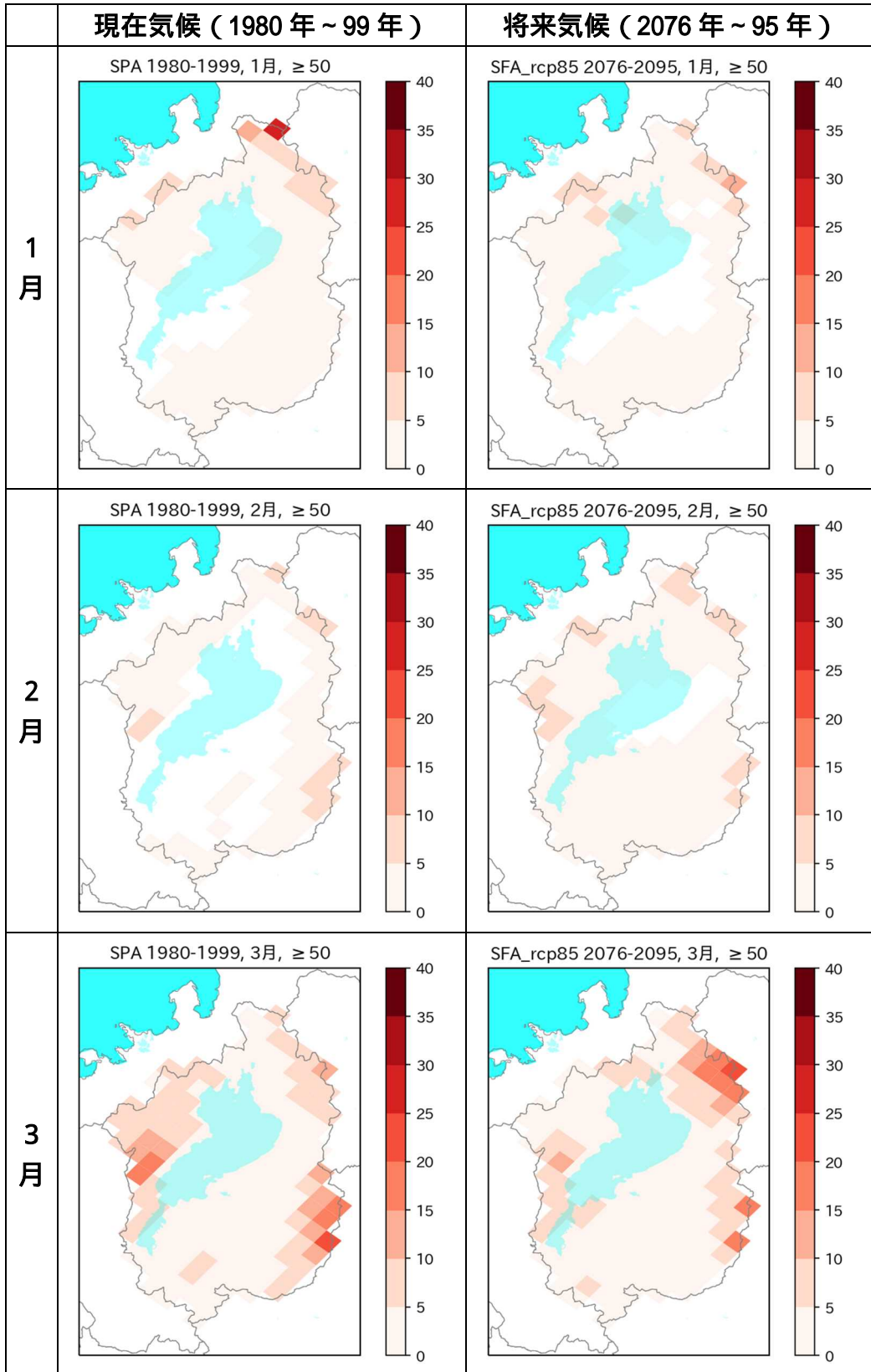


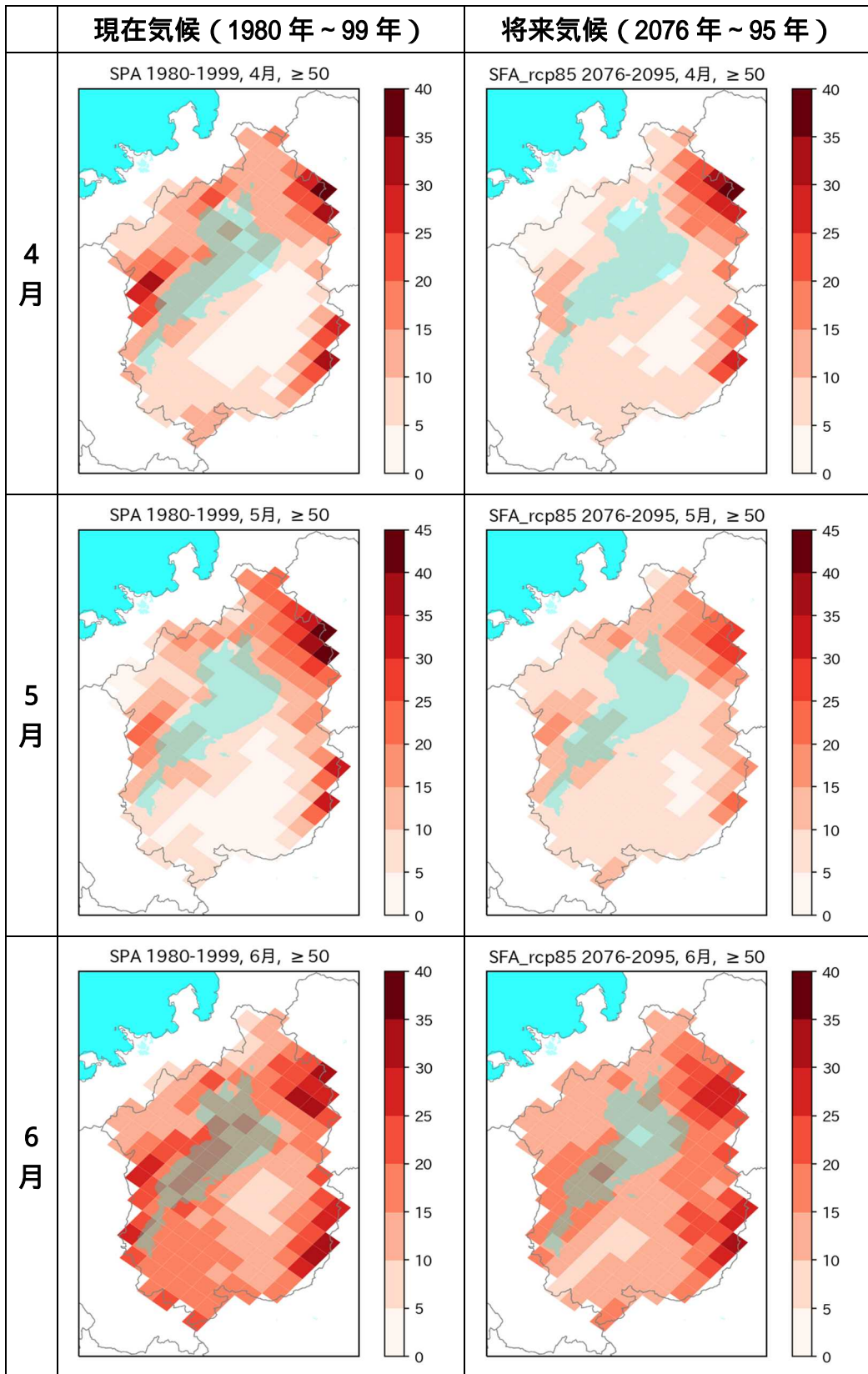


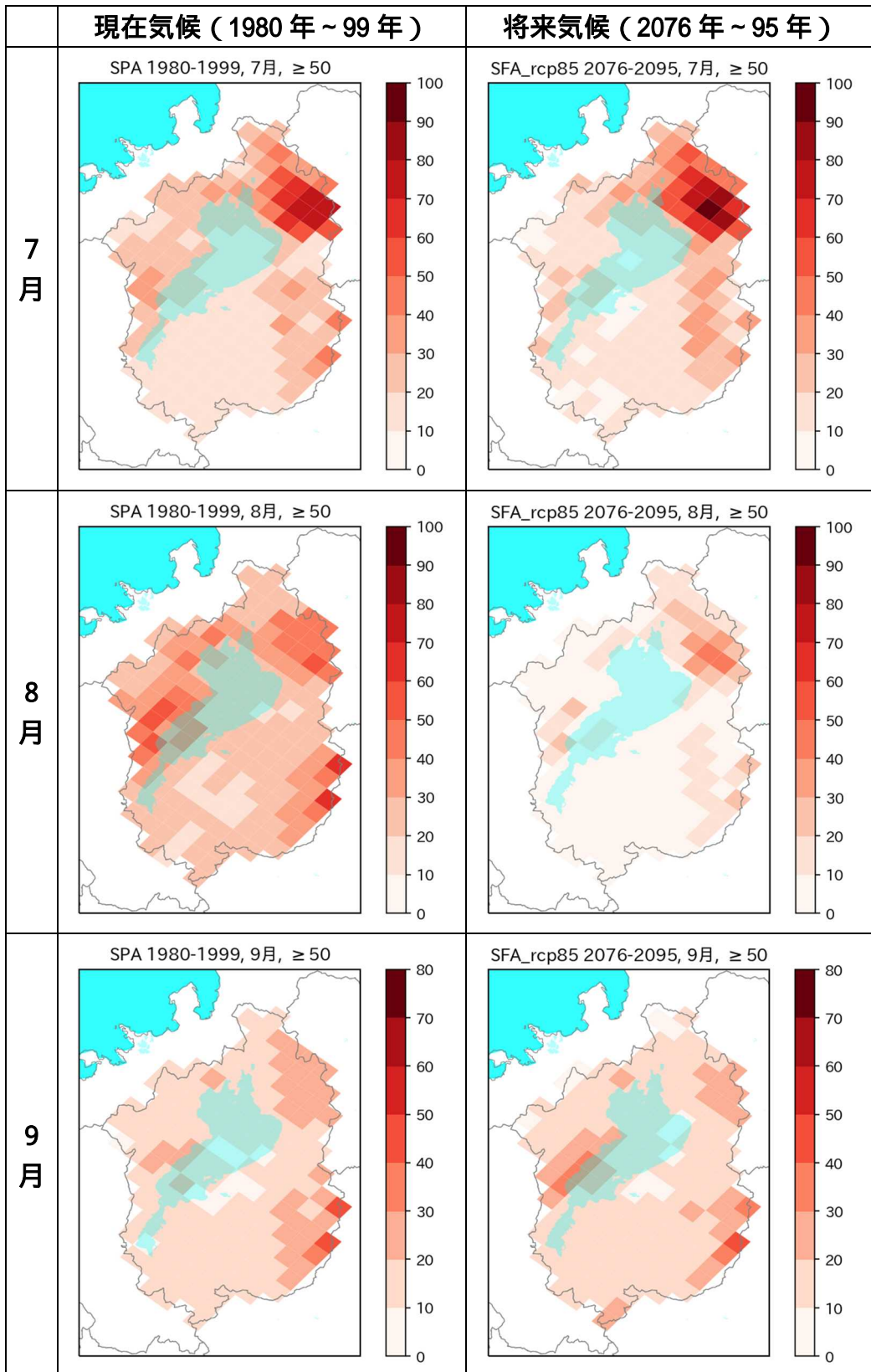




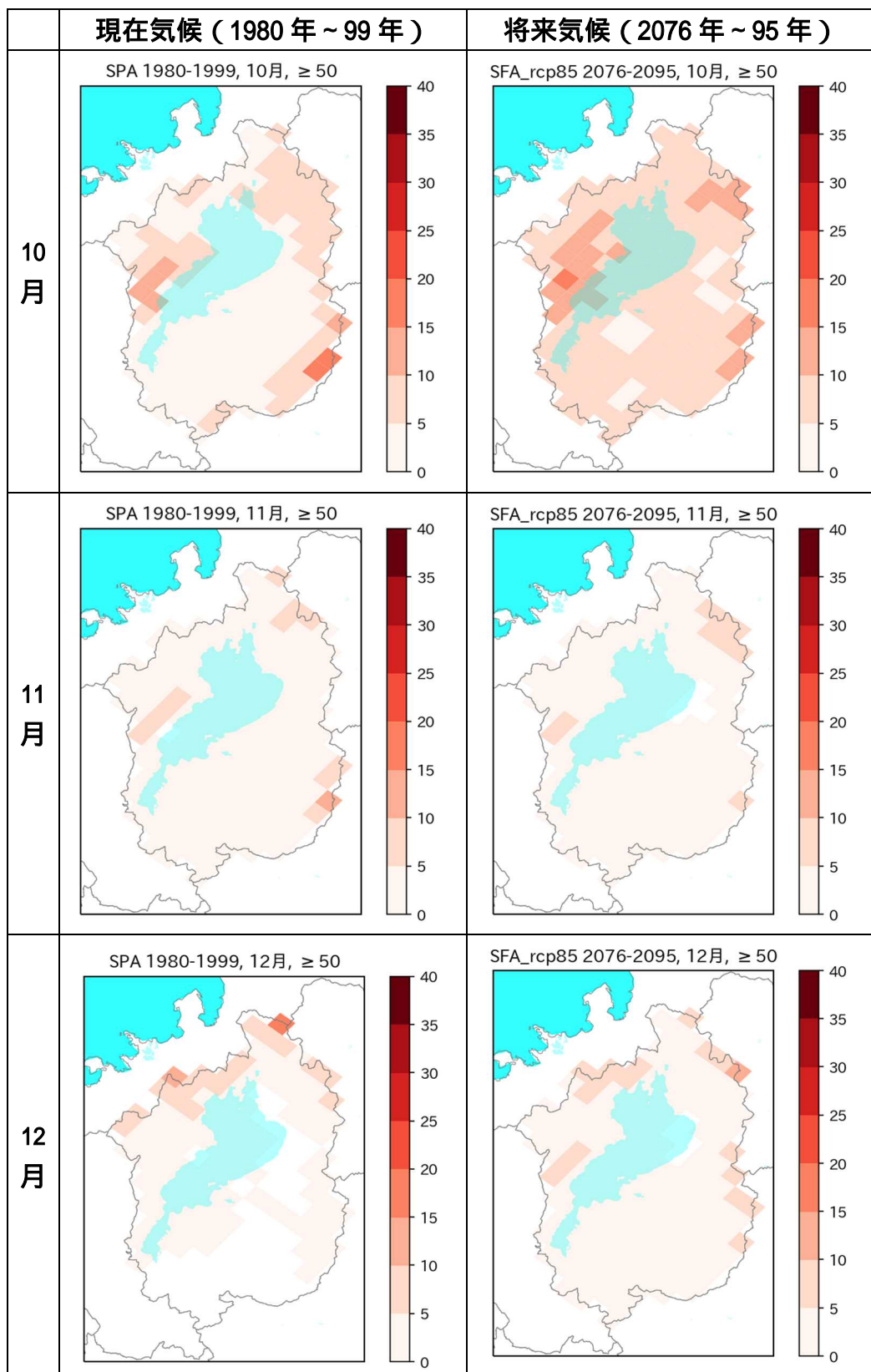
日積算降水量 50mm 以上の変化



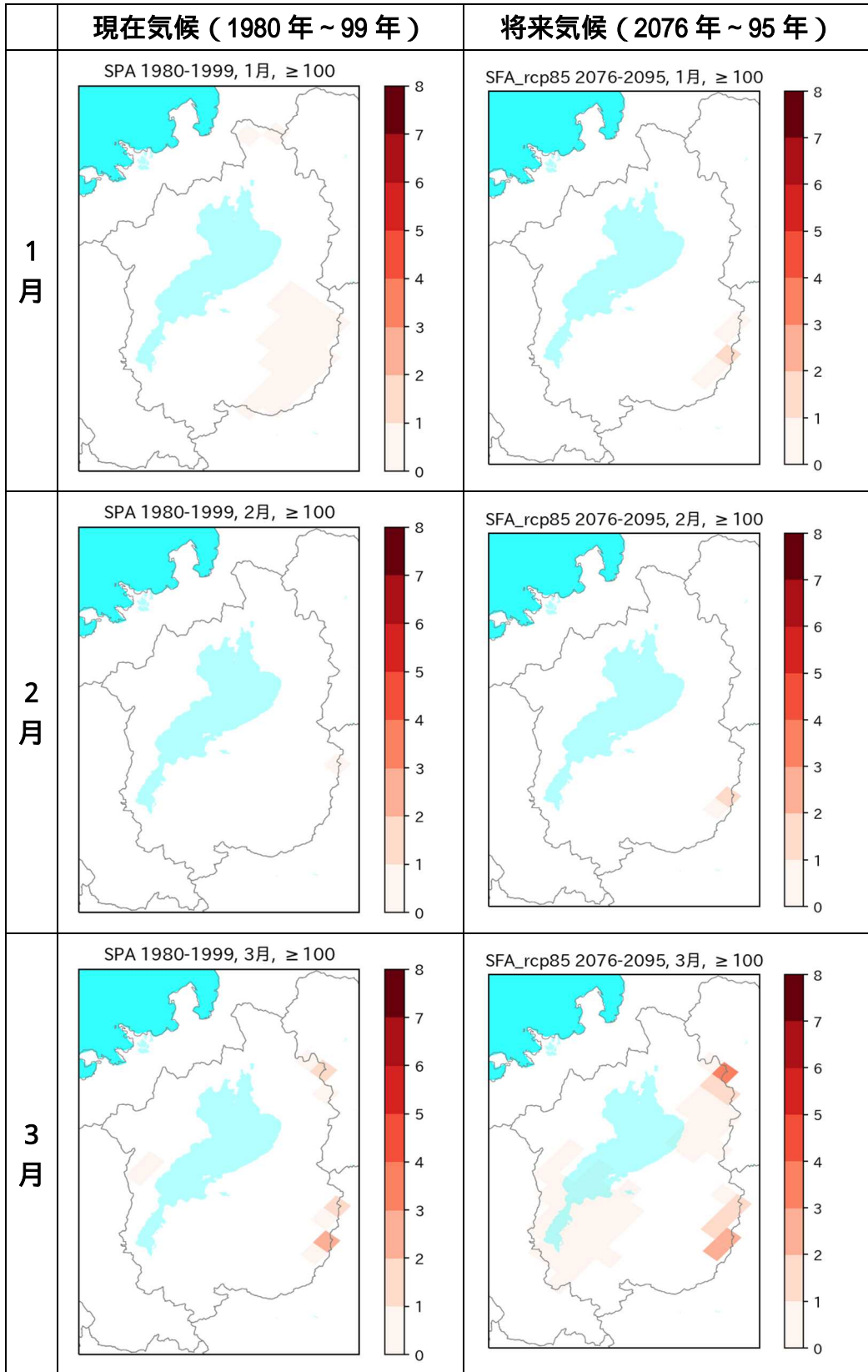


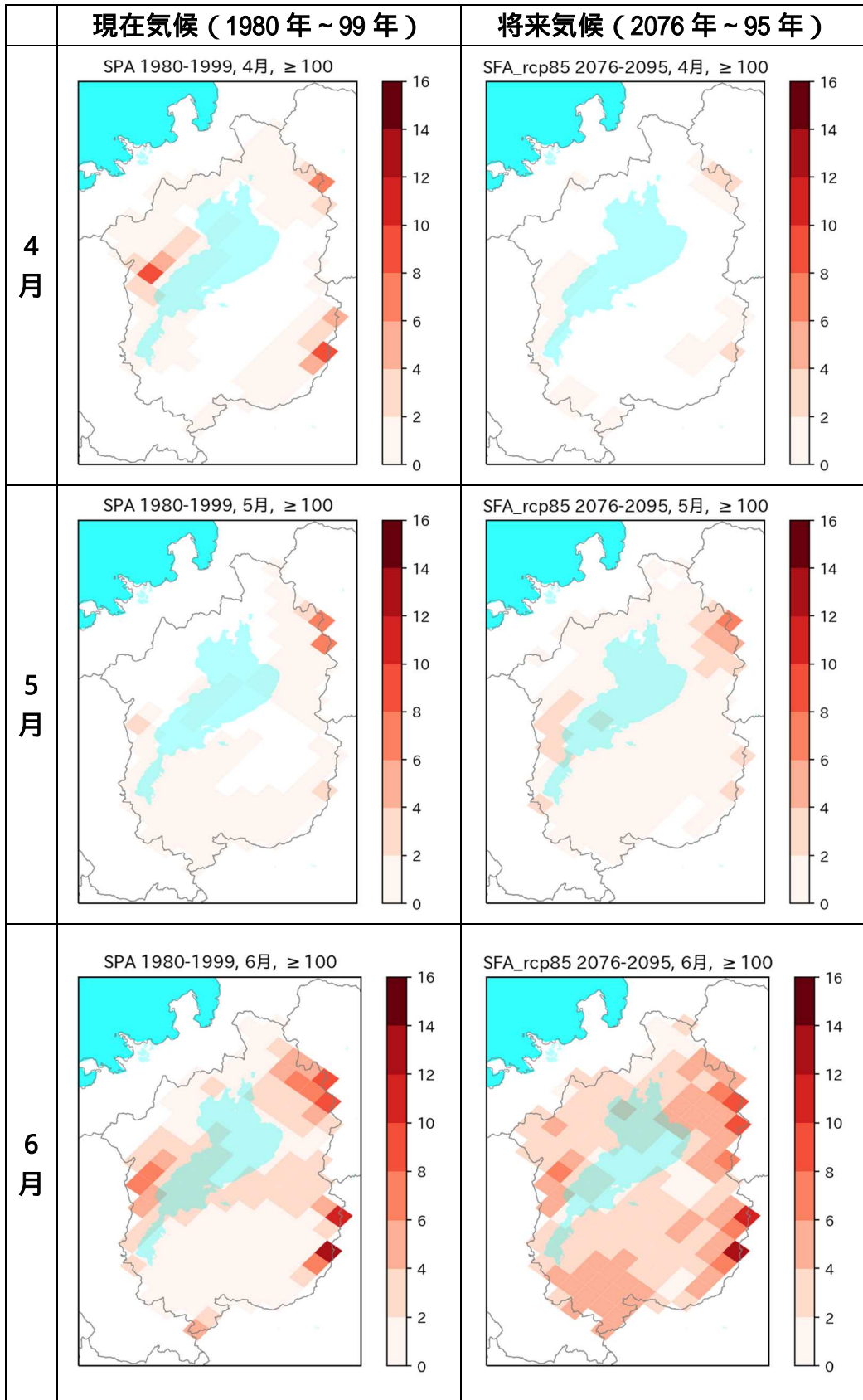


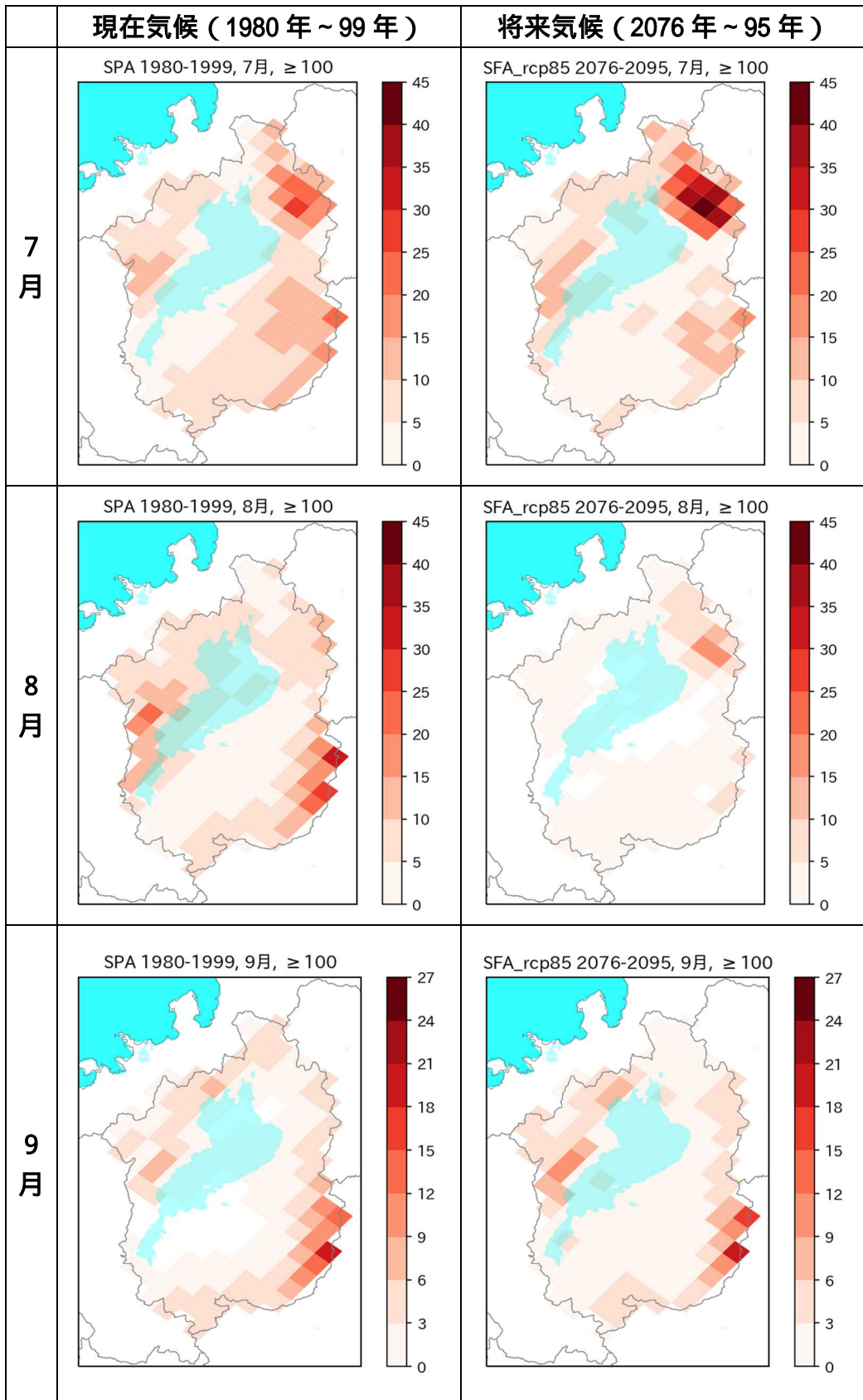


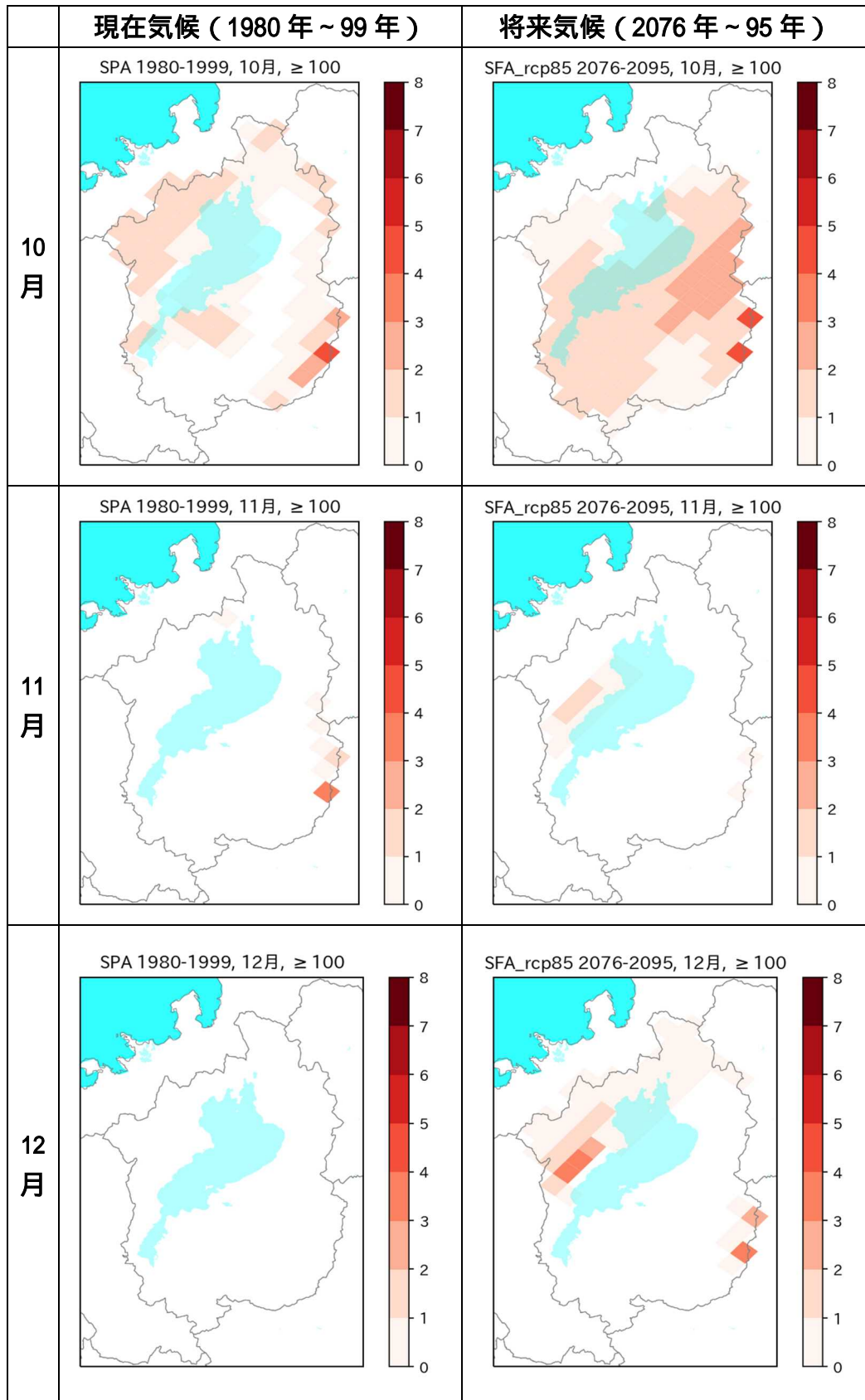


日積算降水量 100mm 以上の変化

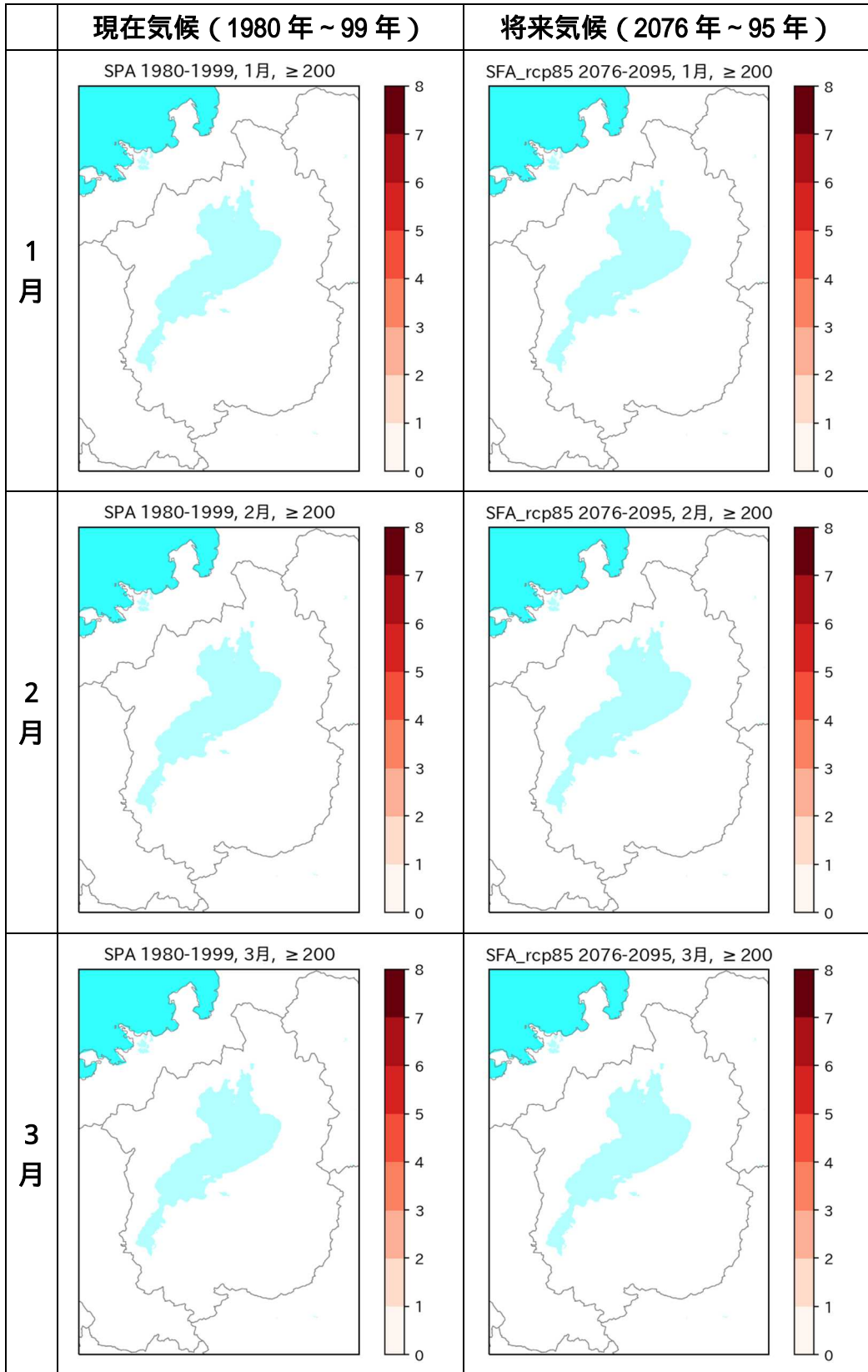


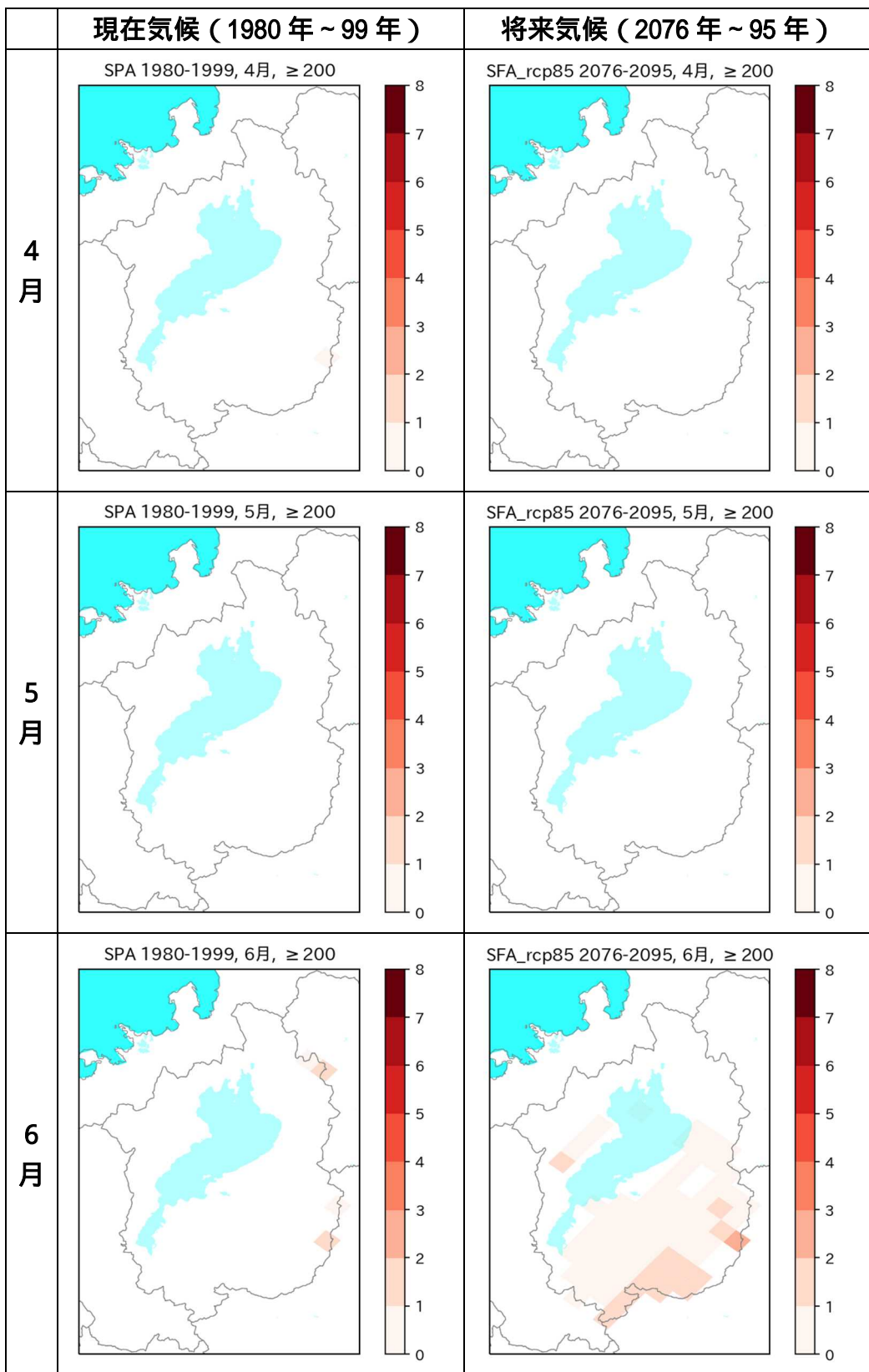


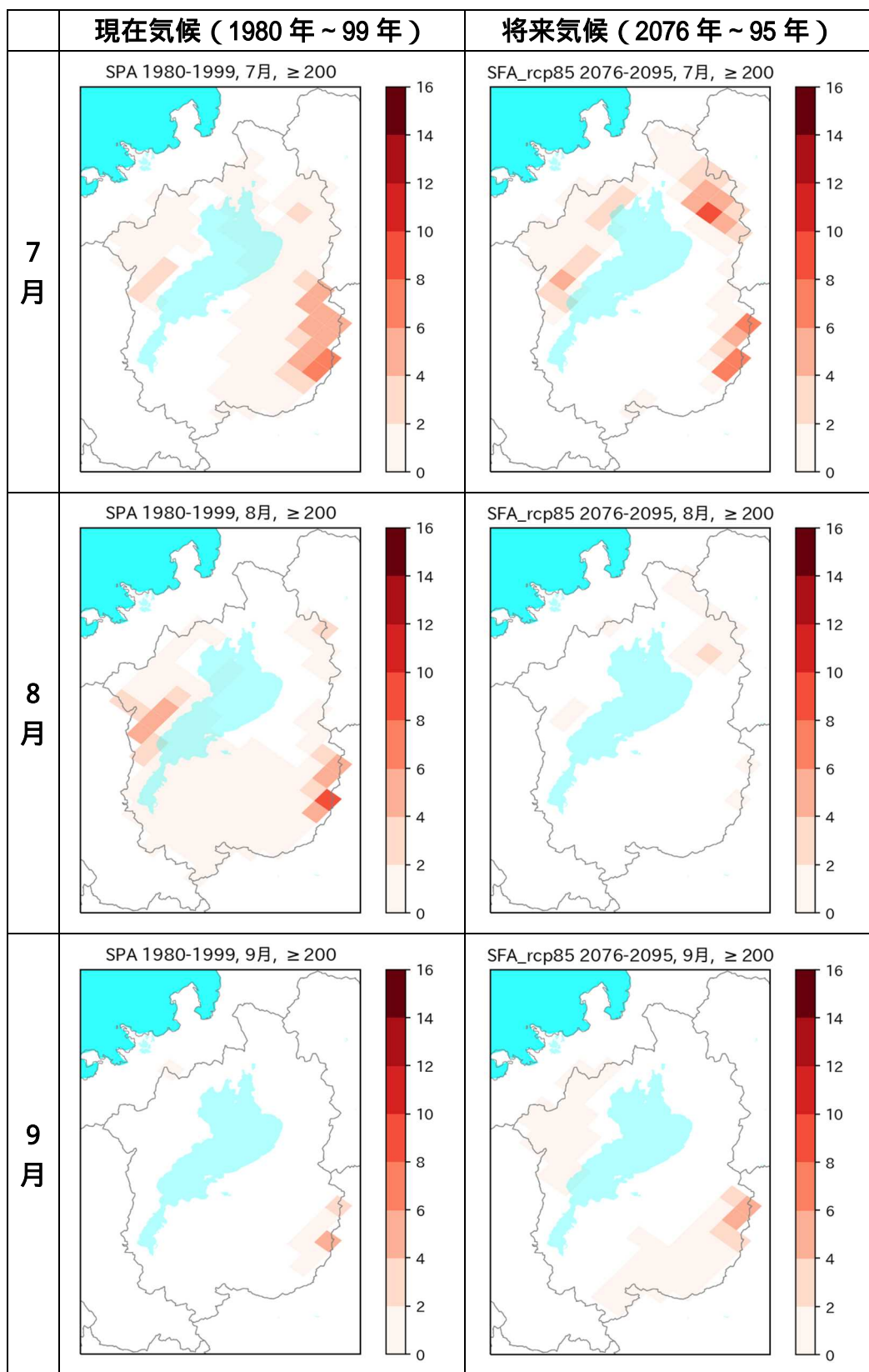




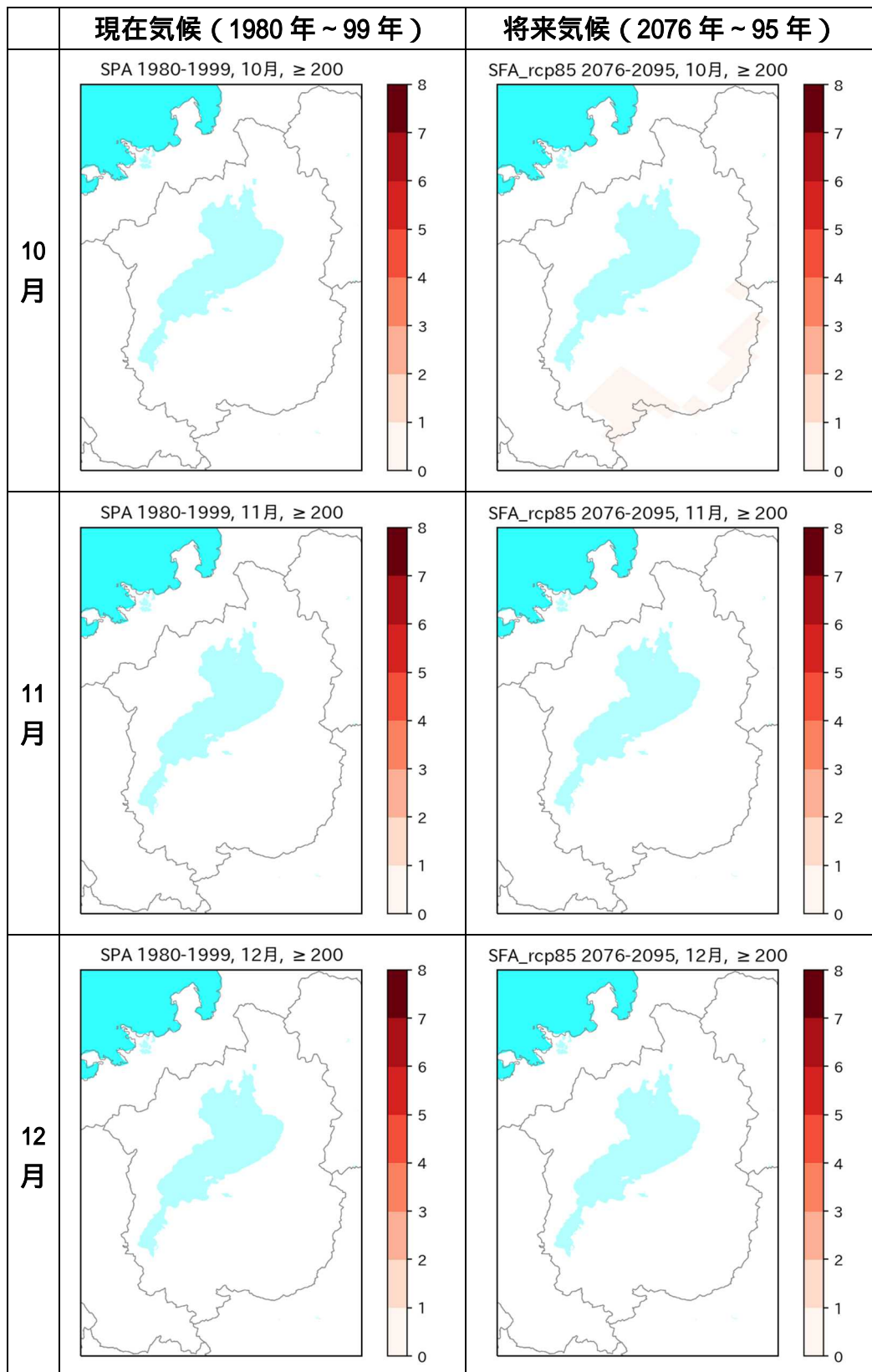
日積算降水量 200mm 以上の変化



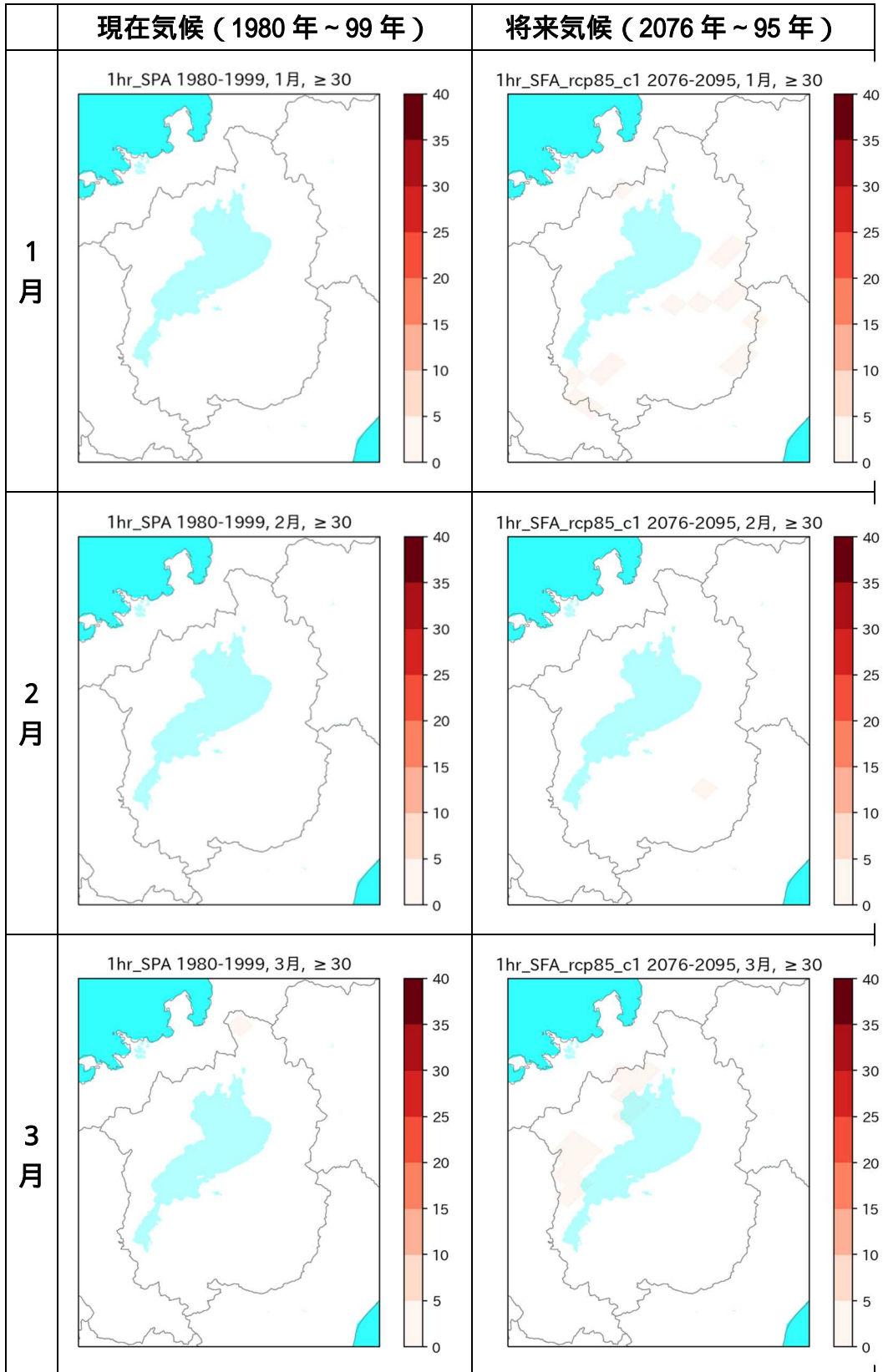


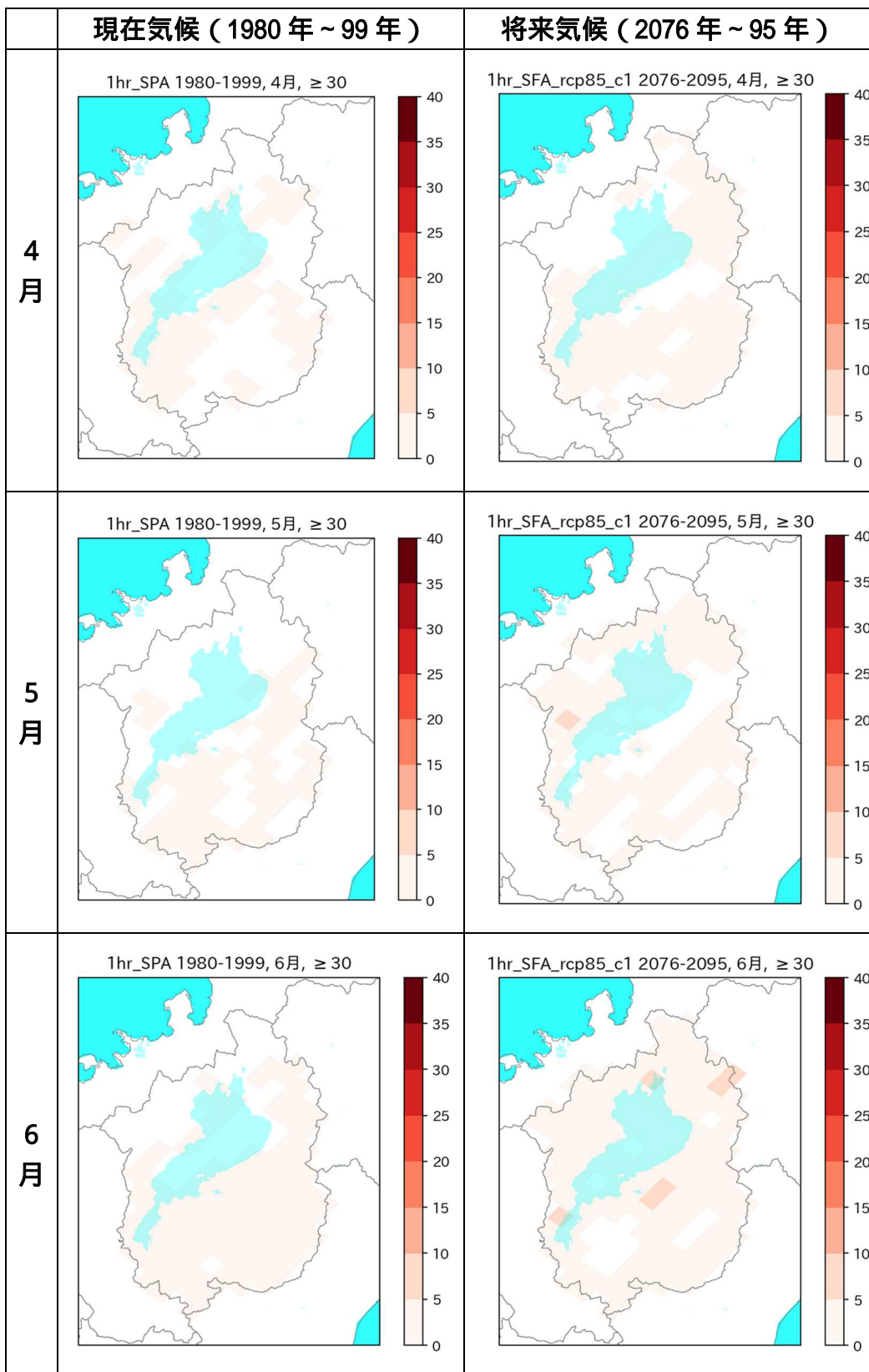


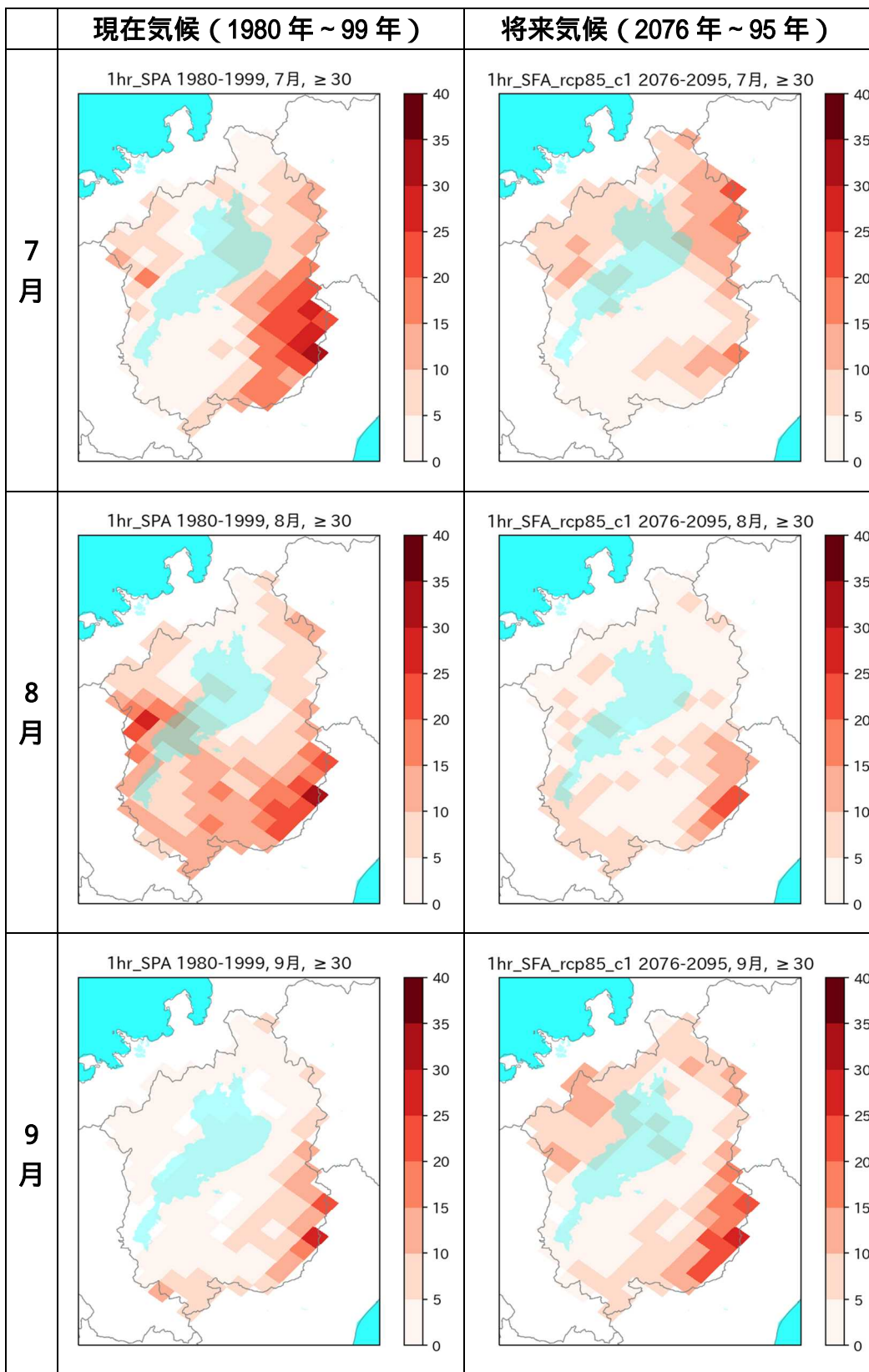


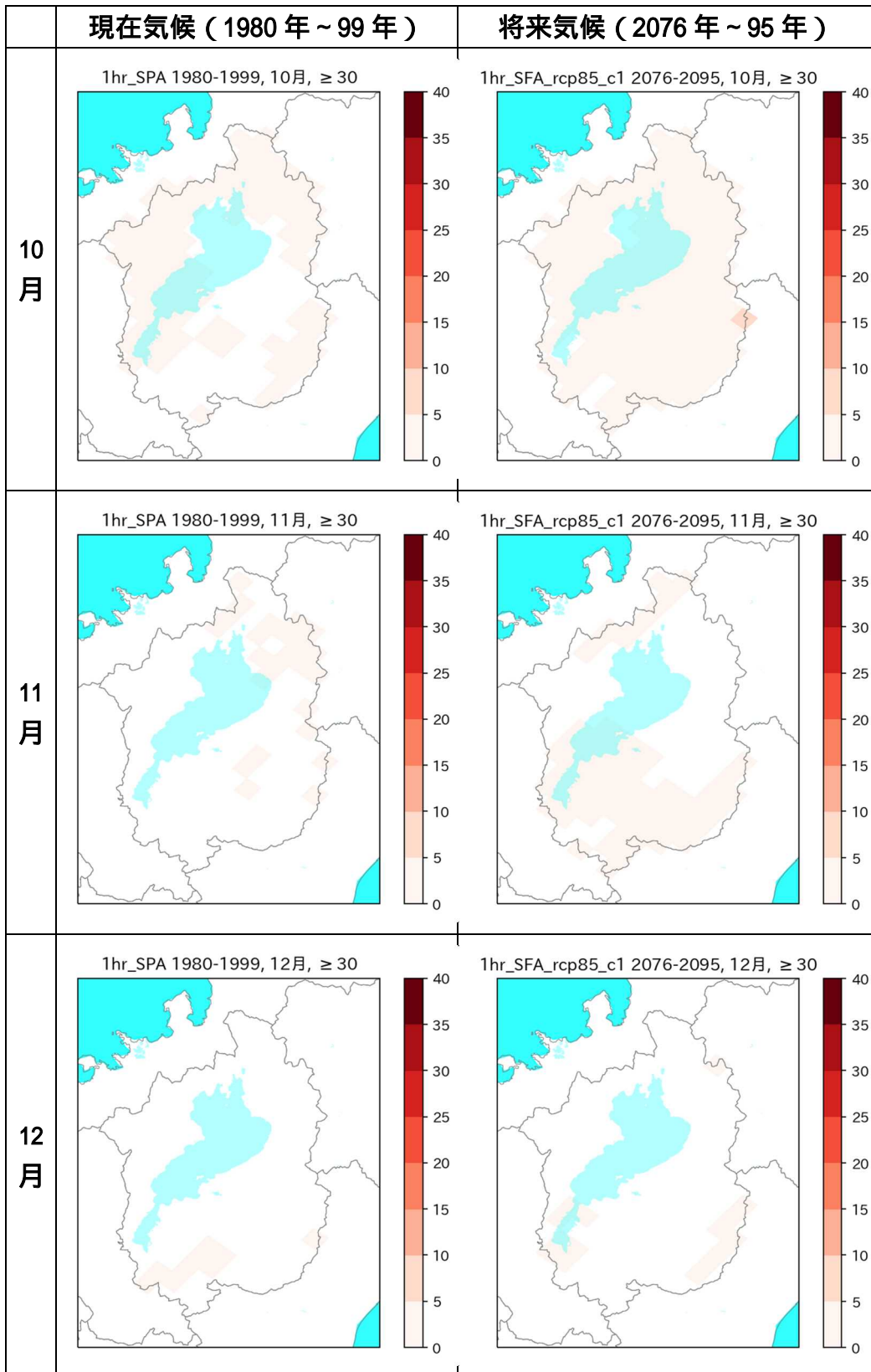


時間降水量 30mm 以上の変化









時間降水量 50mm 以上の変化

