

第5回 気候変動による水資源への影響検討会

今年度の検討状況について

平成26年2月4日

資料構成(目次)

<u>1. 検討に用いた気候モデル</u>	P.2 - P.2
<u>2. 流出モデルの構築</u>	P.3 - P.5
2-1 流出モデル構築の考え方	
2-2 流出モデルの検証	
2-3 流出モデルを用いた実測降水量による流量計算値の検証	
<u>3. 気候モデルによる予測評価</u>	P.6 - P.29
3-1 バイアス補正の実施	
3-2 バイアス補正前と後のハイトグラフ(利根川、吉野川、筑後川)	
3-3 バイアス補正した降水量から計算した流出量(利根川、吉野川、筑後川)	
3-4 降雨状況	
3-5 ハイドログラフ	
<u>4. 既往渇水の分析</u>	P.30 - P.65
4-1 台風等による渇水解消状況の整理	
4-2 渇水指標	
4-3 過去の渇水の発生状況	
<u>5. スーパー渇水への対応</u>	P.66 - P.75
<u>6. 海外の大規模な渇水事例</u>	P.76 - P.78
<u>7. 海外における気候変動リスクへの対応</u>	P.79 - P.84

1. 検討に用いた気候モデル

以下の方針により、本検討に用いる気候モデルを選定した。

- ①日本周辺における気候の再現性を重視し、日本で作成されたモデルであること。
- ②高解像度であること。水平解像度20km(出力地点の支配面積400km²)程度のモデルであること。
- ③さらに、気候予測の不確実性を考慮した予測を行うといった観点から温室効果ガスの排出シナリオが同じ複数のモデルを採用することとした。

気候モデル	MRI-GCM20 General Circulation Model 大気循環モデル	MRI-AGCM3.1s Atmospheric General Circulation Model 大気大循環モデル	MRI-AGCM3.2s Atmospheric General Circulation Model 大気大循環モデル
入手先	気象庁気象研究所	気象庁気象研究所	気象庁気象研究所
開発プロジェクト	人・自然・地球共生プロジェクト	21世紀気候予測革新プログラム	21世紀気候予測革新プログラム
データ期間	■現在気候:1979-1998年 ■将来気候:2080-2099年	■現在気候 :1979-2003年 ■近未来気候:2015-2039年 ■将来気候 :2075-2099年	■現在気候 :1979-2003年 ■近未来気候:2015-2039年 ■将来気候 :2075-2099年
入手データ	気温、降水量	気温、降水量	気温、降水量
空間解像度	約20kmメッシュ	約20kmメッシュ	約20kmメッシュ
時間解像度	日単位	日単位	日単位
領域	日本周辺 経度:約126° E~約150° E 緯度:約26° N~約46° N	日本周辺 経度:約126° E~約150° E 緯度:約26° N~約46° N	日本周辺 経度:約126° E~約150° E 緯度:約26° N~約46° N
排出シナリオ	SRES-A1B	SRES-A1B	SRES-A1B
備考			<ul style="list-style-type: none"> ・ 海洋・海水部分は、MRI-COM3から計算。 ・ MRI-AGCM3.1sで使用しているスキームが異なる。

※SRES(Special Report on Emissions Scenarios): 排出シナリオに関する特別報告書(今後の社会・経済動向に関する想定から算出した温室効果ガスの排出シナリオをとりまとめたもの)
 ※A1Bシナリオ: 高度経済成長が続き、グローバル化の進行により地域間格差が縮小、新しい技術が急速に広まる未来社会で、全てのエネルギー源のバランスを重視すると想定

2. 流出モデルの構築

2-2 流出モデルの検証

【Nash-Sutcliffe 係数(Ns)を用いたハイドログラフの評価】

- ・流量ハイドログラフの適合性を評価する指標として、Nash-Sutcliffe 係数が用いられている。
- ・『Nash-Sutcliffe 係数(Ns) は、流量のばらつきを考慮してモデルの精度を評価する指標で、その値が1に近いほどモデルの精度はよいとされ、0.7 以上でモデルの再現性が高いとされています。』(日本学術会議: 回答 河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価—公開説明(質疑)—, p.10, 平成23 年9 月28 日)

◇ Nash-Sutcliffe 係数(Ns)

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N \{q_o(i) - q_c(i)\}^2}{\sum_{i=1}^N \{q_o(i) - q_{av}\}^2}$$
$$q_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N q_o(i)$$

N: 計算時間数

$q_o(i)$: i 時の実測流量

$q_c(i)$: i 時の計算流量

q_{av} : 実測流量の平均値

※ 取りうる範囲 : 1.0 以下

※ 的中の値 : 1.0

※ 単位 : 無し

※ Nash-Sutcliffe係数の評価基準 :

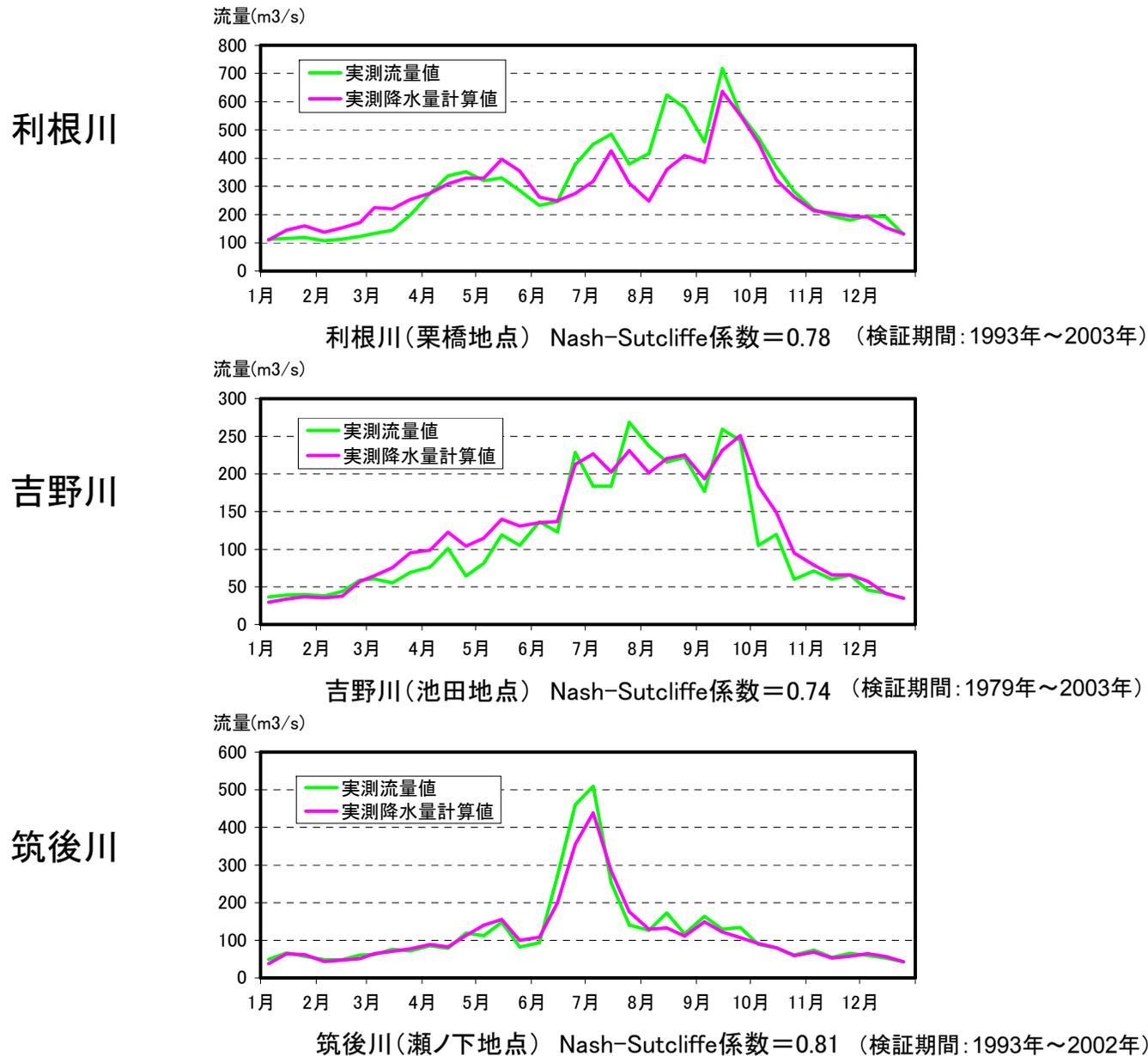
0.7以上: ○再現性が高い

0.0~1.0: △再現性がある

マイナス: ×再現性がない

2 流出モデルの構築

2-3 流出モデルを用いた実測降水量による流量計算値の検証



3.気候モデルによる予測評価

3-1 バイアス補正の実施

(1) バイアス補正の改良点

・第4回検討会(2013.11.18)でのご意見及びその後の検討を踏まえたバイアス補正に関する課題と改良方針は以下の3点である。

①バイアス補正を実施する地域区分

【課題】バイアス補正対象地域区分の見直し

(奥利根流域全体を一括してバイアス補正しているため、その一部分である矢木沢ダム流域で降水量の再現性が確保されていない。バイアス補正をより細かい地域区分で実施する必要がある)

【改良の方針】気候モデル値は20kmメッシュ単位で出力されているので、その出力単位で実測値と気候モデル値(現在期間)のバイアス補正を実施し、矢木沢ダム流域での再現性を向上する。

②バイアス補正を行うデータの期間区分

【課題】バイアス補正後に生じている月別の誤差の修正

(バイアス補正後の気候モデル値(現在期間)による降水量が、実測値に対し月によって同じような傾向の誤差(9月の気候モデル値が実測値より小さく、11月、12月が反対に大きい)を示している)

【改良の方針】降水量のバイアス補正でのデータ処理期間(日降水量の並べ替え期間)を通年で行っているため、実測値と気候モデル値を並べ直した時の同じ順位のデータが異なった月となり、結果として異なった月の間で補正が行われていることが原因と考えられる。このためデータ処理を月別を実施し(例えば9月のデータのみ並び替え)、月を越えた補正が発生しないようにする。

③実測値、バイアス補正值の地形因子補正

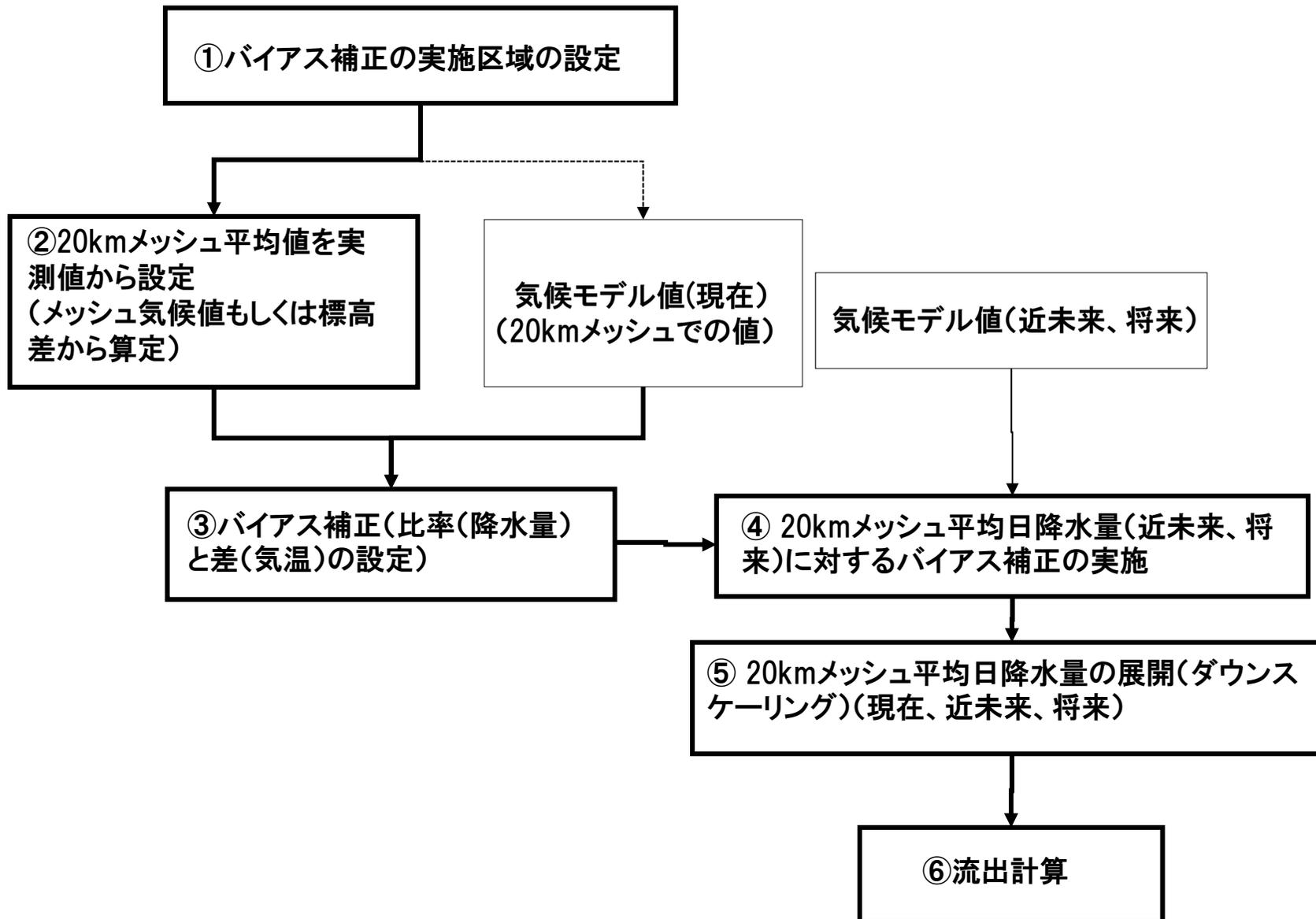
【課題】1kmメッシュの降水量について標高のみを考慮した補正方法の改善

【改良の方針】標高だけでなく、メッシュ気候値*を活用して補正を実施する。

※メッシュ気候値は、気象庁が1971～2000年の30年間の観測データをもとに、標高、起伏量、陸度、勾配、開放度などの地形因子、都市因子を反映させ、1kmメッシュ単位で月別の平均降水量(30年平均)等を重回帰分析により推定したものである。

3. 気候モデルによる予測評価

(2) バイアス補正の手順



3.気候モデルによる予測評価

(3) バイアス補正におけるメッシュ気候値の活用

1) メッシュ気候値の標高と月降水量の関係

以下の2地域においてメッシュ気候値の標高と月降水量の関係を整理した。

LINE-A: 前橋→沼田→みなかみ

LINE-B: 藤岡→西野牧

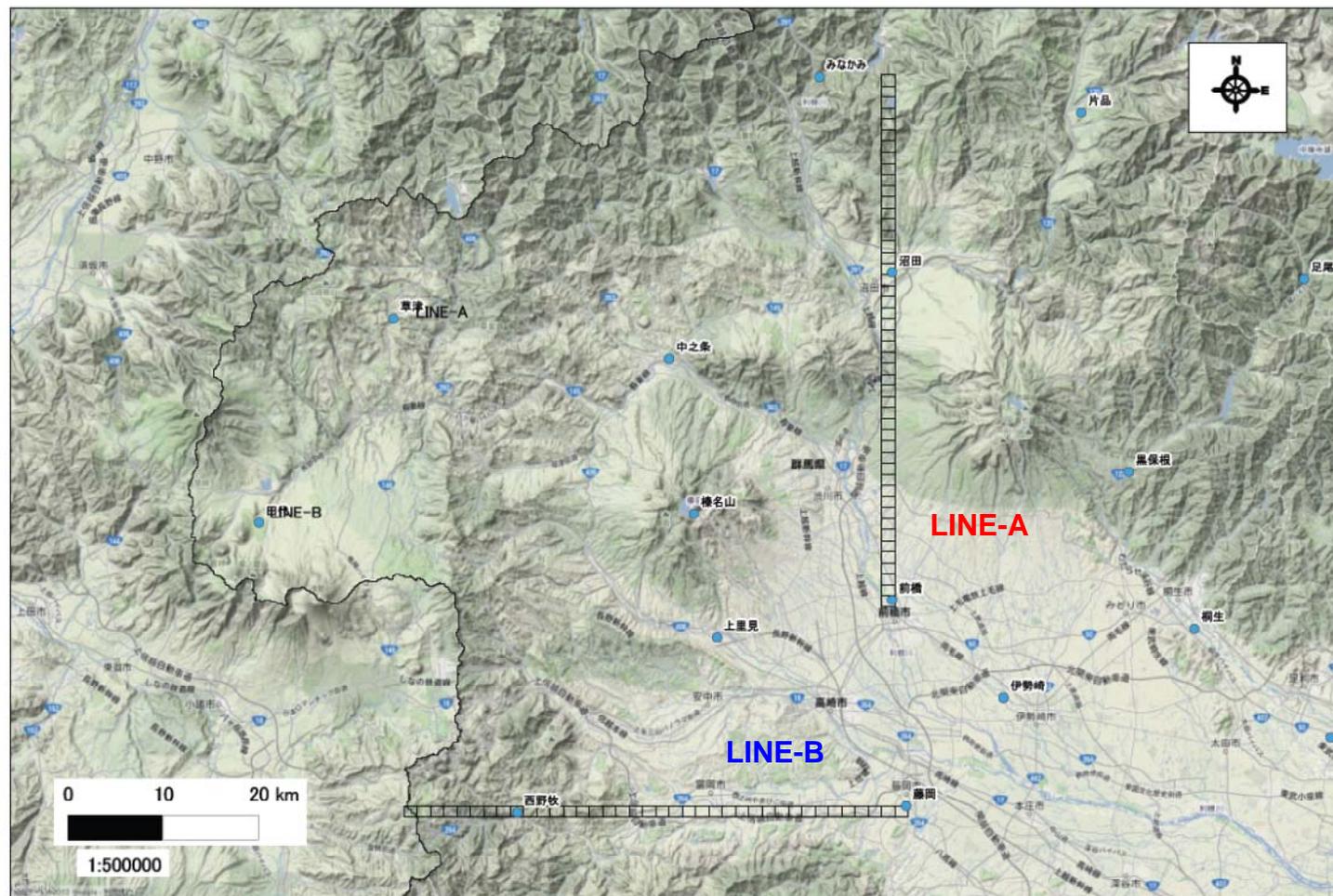


図 メッシュ気候値の標高と月降水量比較LINE-A,B

3. 気候モデルによる予測評価

LINE-A: 前橋→沼田→みなかみ

LINE-B: 藤岡→西野牧

- 標高800m以下では標高によらず変動している範囲もあり、標高だけに依存しない降水量となっている。

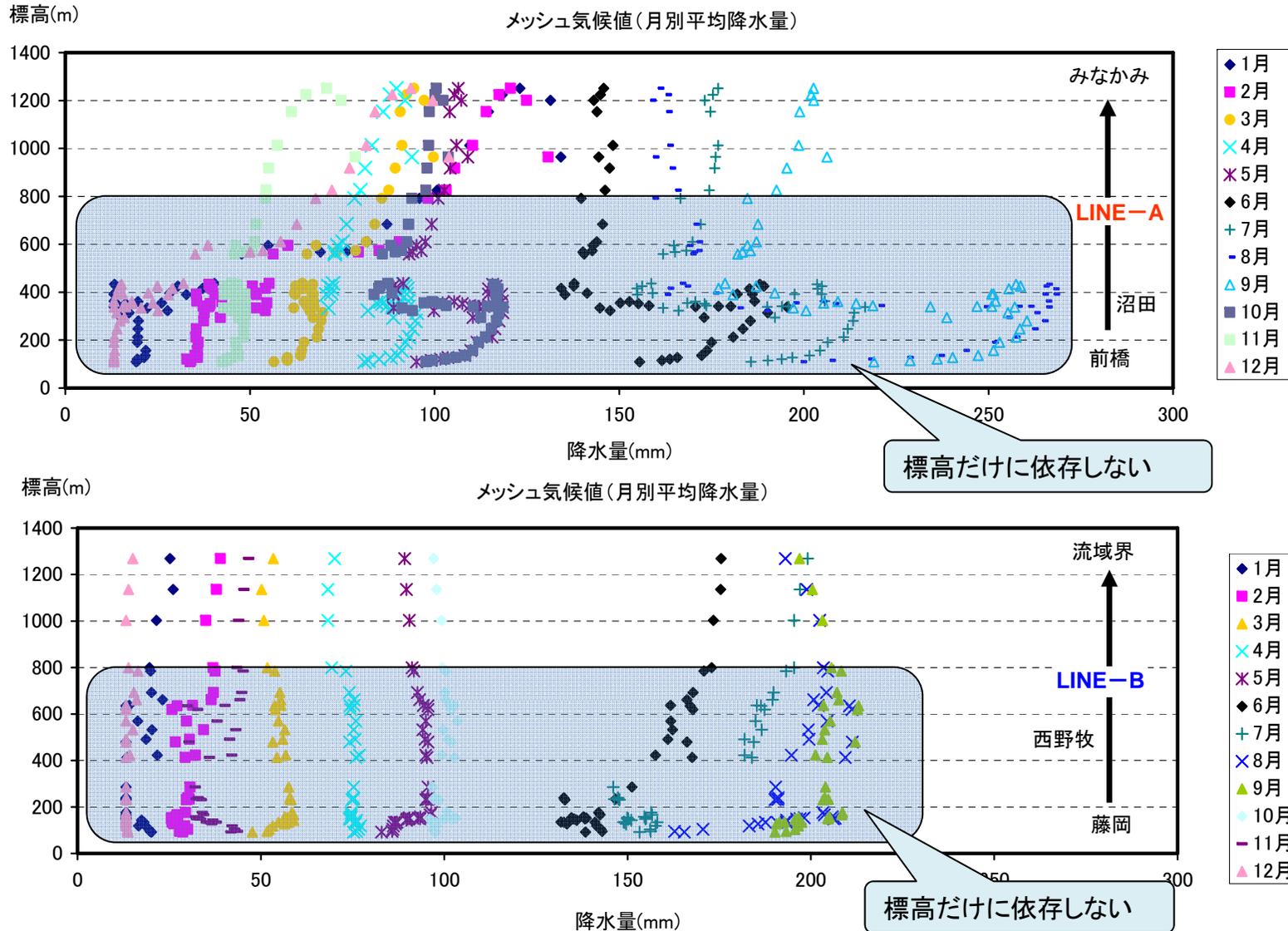


図 LINE-A、LINE-Bにおける標高と月降水量の関係

3.気候モデルによる予測評価

- メッシュ気候値の月別平均降水量によると、観測地点より標高の高い所では同じ標高でも降水量の値にばらつきがあることがわかる(P.9参照)。
- このため、標高の低い所では、標高差だけでなく地形因子も考慮したメッシュ気候値の地域分布を用いる方法がより適合する。
- 一方で、観測地点より標高の高いところでは、標高による気象値の変化が卓越している。
- これらのことから、20kmメッシュデータの算定、及び1kmメッシュへのダウンスケーリング方法は以下の通りとする。

観測地点標高 \geq 20kmメッシュ平均標高

→観測地点のある1kmメッシュ気候値と各1kmメッシュでのメッシュ気候値の比率により補正

- 各1kmメッシュの日降水量(メッシュ気候値を用いる場合)
=実測値(日降水量) × 対象1kmメッシュでのメッシュ気候値(月平均値)
÷ 実測値の観測地点が属する1kmメッシュのメッシュ気候値(月平均値)

観測地点標高 $<$ 20kmメッシュ平均標高

→観測地点のある1kmメッシュと各1kmメッシュの標高差(逓増率)により補正

- 各1kmメッシュの日降水量(逓増率を用いる場合)
=実測値(日降水量)
× (1 + 逓増率 × (各1kmメッシュの標高 - 観測地点の標高))

- なお、観測地点からの標高差で求めるときの逓増率は、降雪に対し0.003、降雨に対し0.0003とし、20kmメッシュの平均値を20kmメッシュ内の1kmメッシュへダウンスケーリングするときの逓増率は、降雪に対し0.001、降雨に対し0.0001とした。

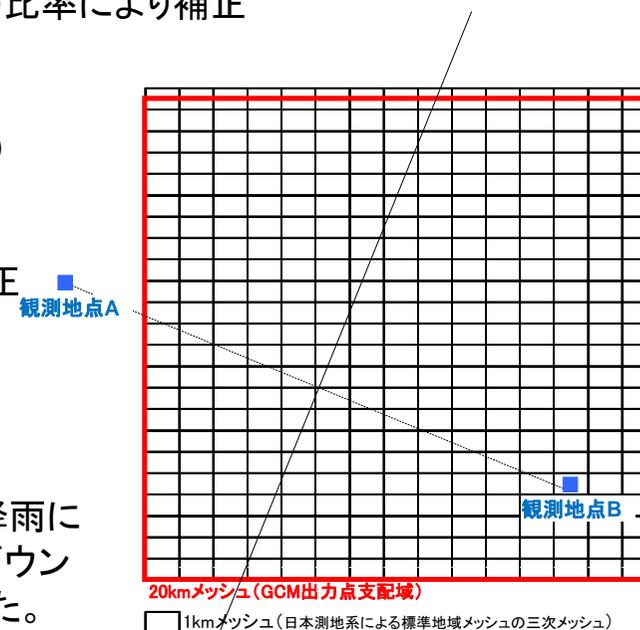


図 メッシュ気候値による20kmメッシュの平均値の算定
(実測値からGCM出力点支配域(20kmメッシュ)内の平均値を算定する方法)

3.気候モデルによる予測評価

2) メッシュ気候値による補正の区域と標高差による補正の区域

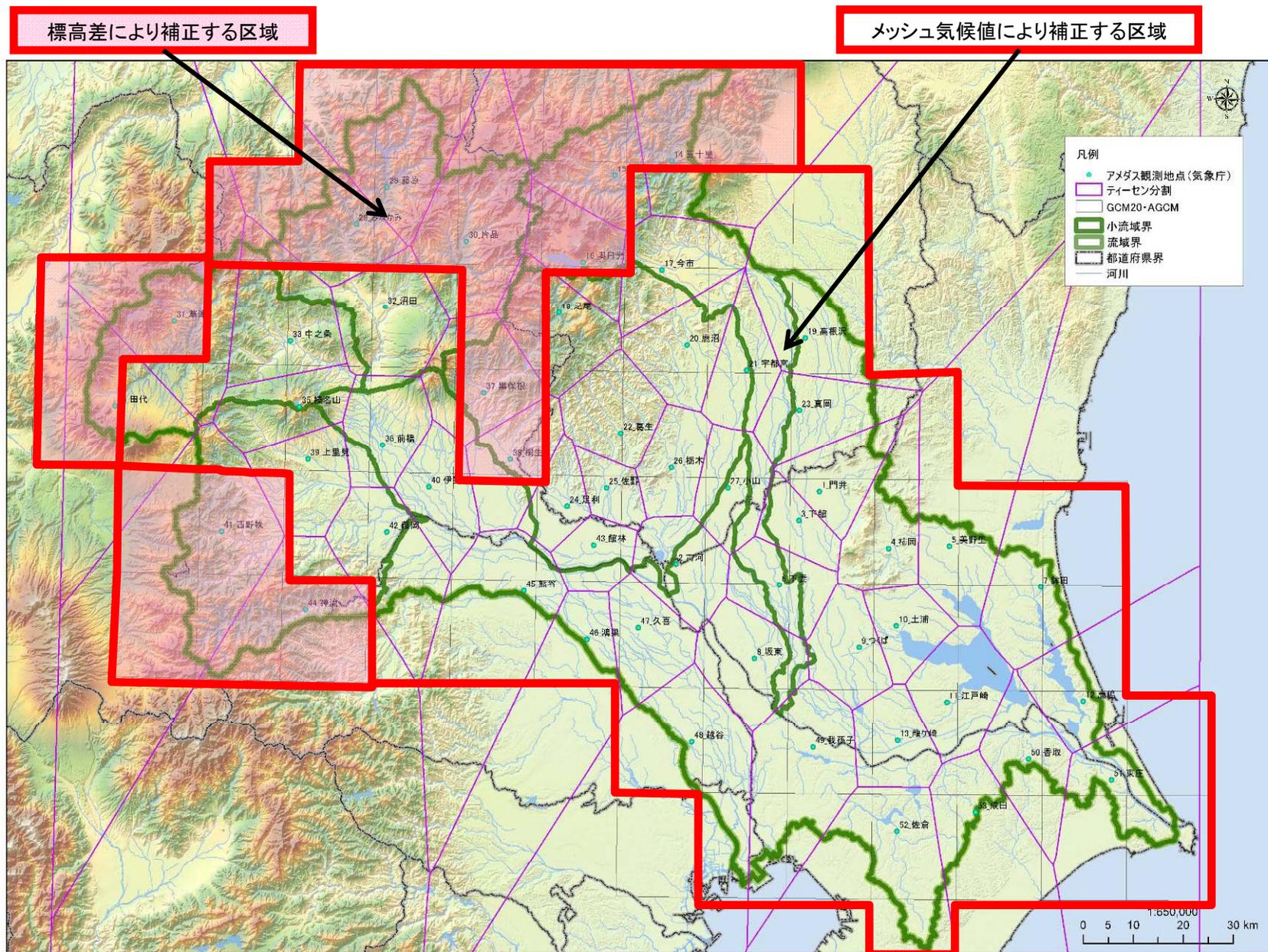


図 利根川流域における各20kmメッシュのメッシュ気候値による補正と標高差による補正の適用区域

3. 気候モデルによる予測評価

(4) 降水量のバイアス補正の実施(月別の順位誤差率一定手法による補正)

降水量のバイアス補正值(順位誤差率)は、気候モデル値(現在)の対象期間のすべての日降水量を大きさの順に1位毎、2位毎と並び替え、実測値も同様に大きさの順位に並び替えて両者の同じ順位の数値の比率により設定している。今回、月ごとの降水量の再現性を高めるため、データ処理を通年ではなく月ごとに実施し、別の月の間での補正をしないようにした。

■順位誤差率一定手法による補正手順(月別を実施する場合の説明)

- ① 現在期間の1月の日降水量実測値(31日×25年=775個)を抽出する。
- ② 現在期間の1月の日降水量気候モデル値(31日×25年=775個)を抽出する。
- ③ ①と②で抽出した日降水量を用いて順位誤差率を算定する。
- ④ ③で求めた順位誤差率で近未来及び将来の気候モデル値を補正する。
- ⑤ 2~12月についても①~④の手順で同様に補正する。

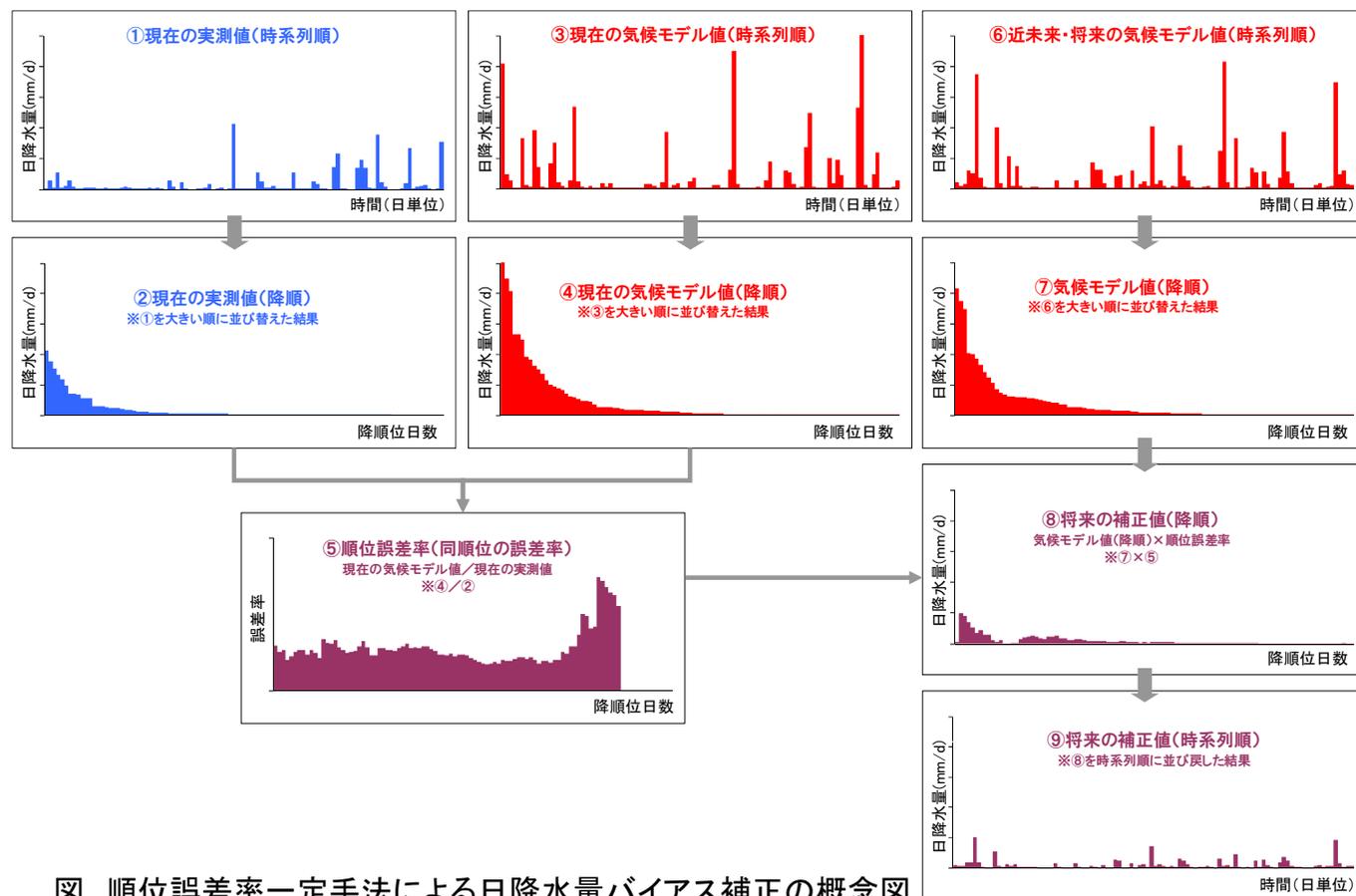


図 順位誤差率一定手法による日降水量バイアス補正の概念図

3. 気候モデルによる予測評価

(5) 気温のバイアス補正の実施(月平均気温差による補正)

■ 月平均気温差による日平均気温のバイアス補正

- ① 実測値から現在期間20年または25年の月平均気温を設定する。
- ② 気候モデル値から現在期間20年または25年の月平均気温を設定する。
- ③ ①と②の差(気候モデル値－実測値)を月別に設定する。
- ④ 将来の日単位の気候モデル出力値から③で設定する同月の月平均気温の差を引いてバイアス補正值とする。

※日平均気温の補正は降水量に比べて日単位の変動が大きくないため月平均値で補正する。

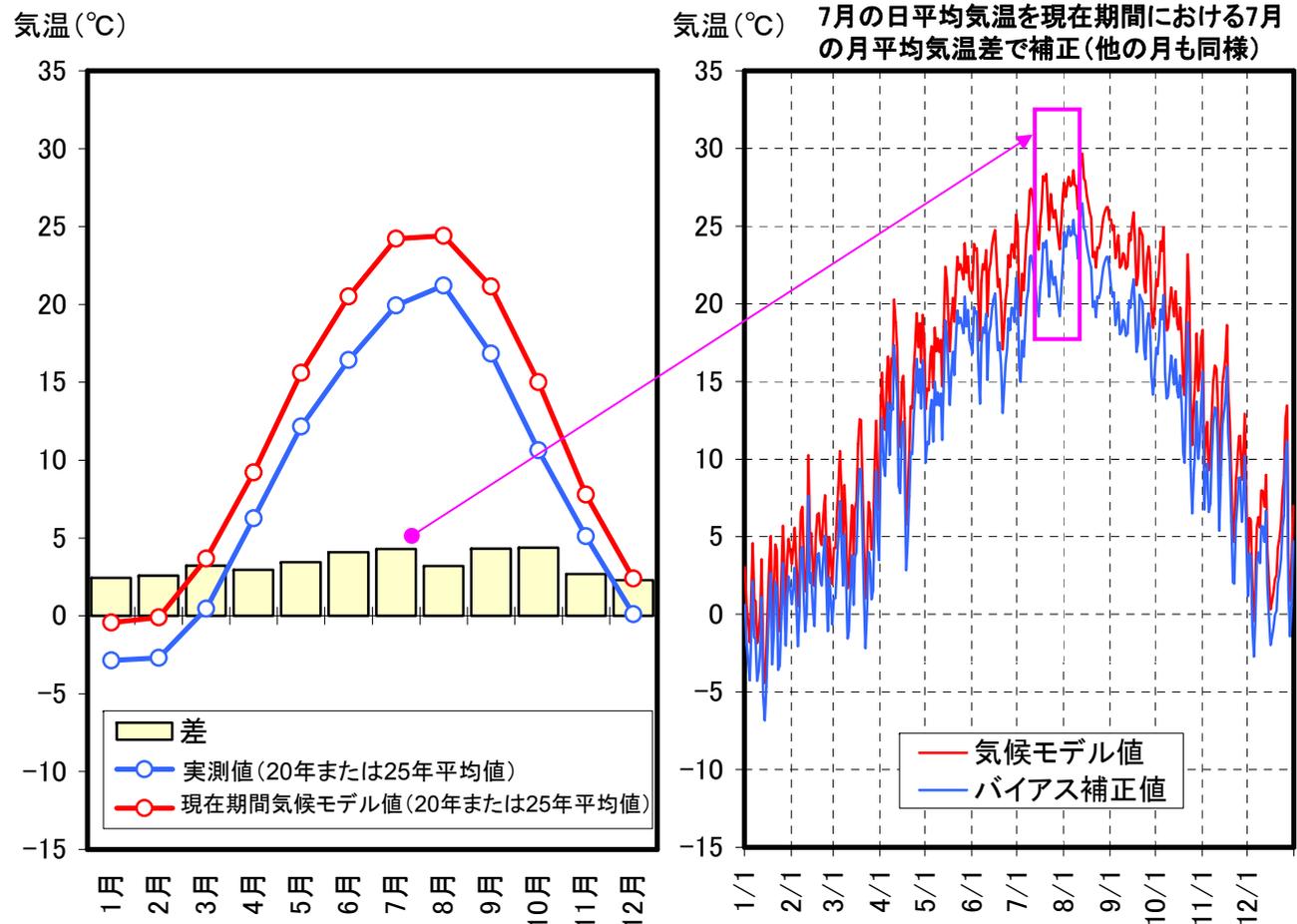
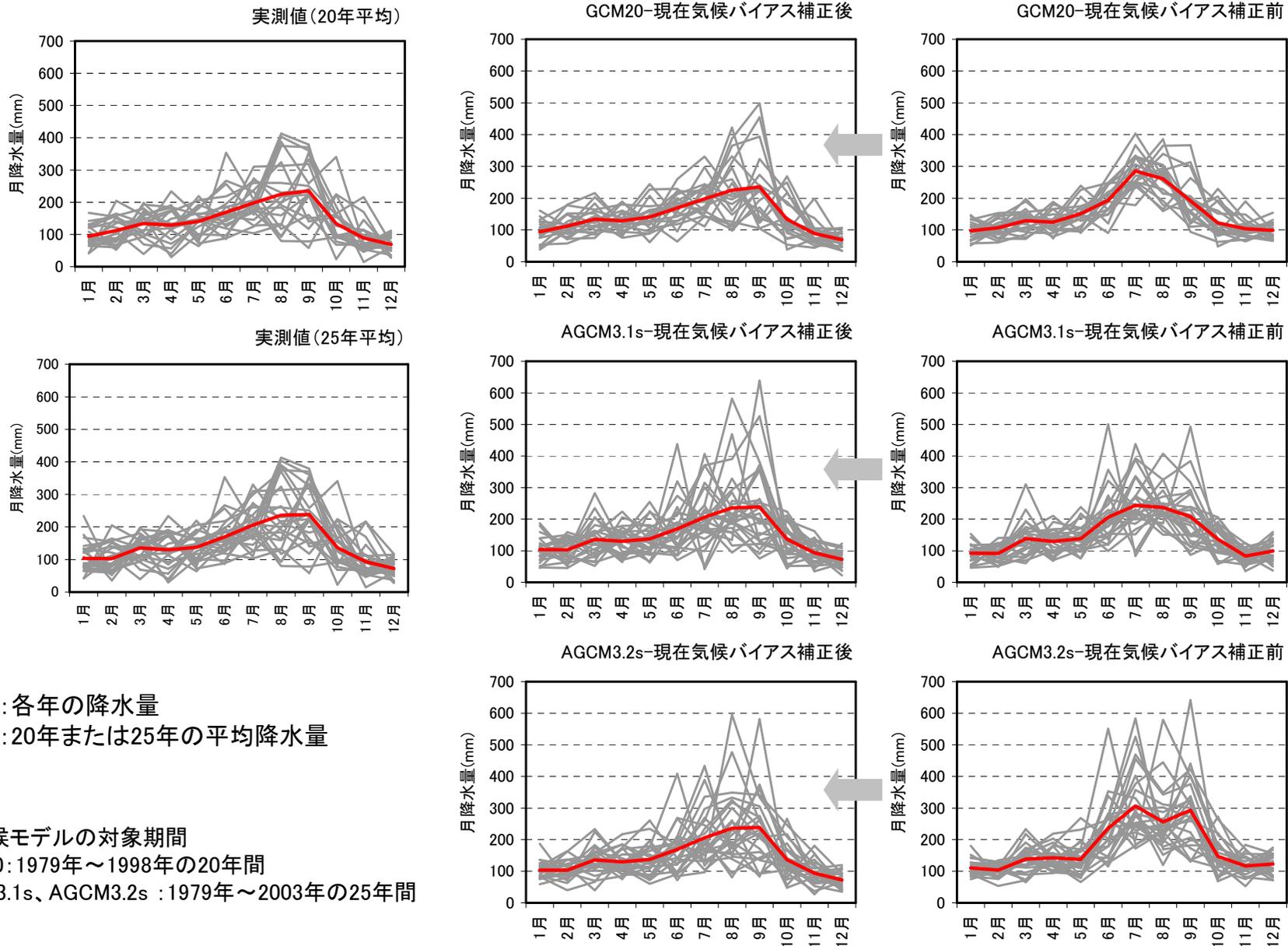


図 月平均気温差手法による日平均気温バイアス補正の概念図

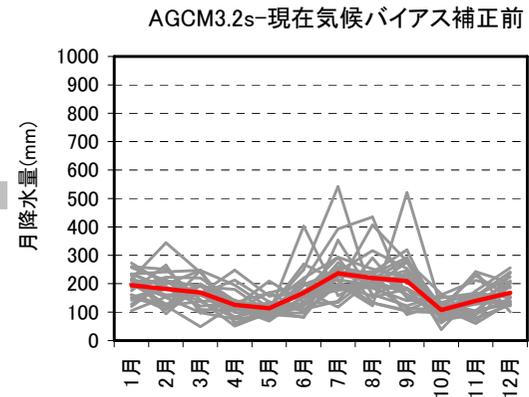
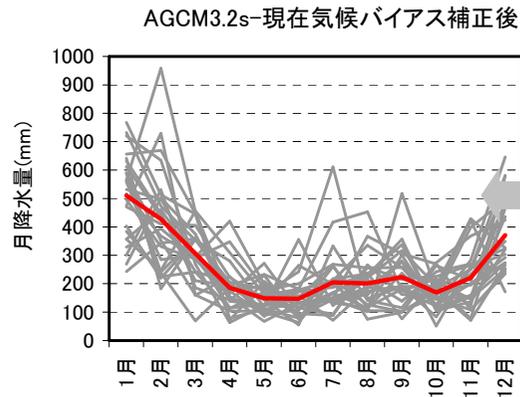
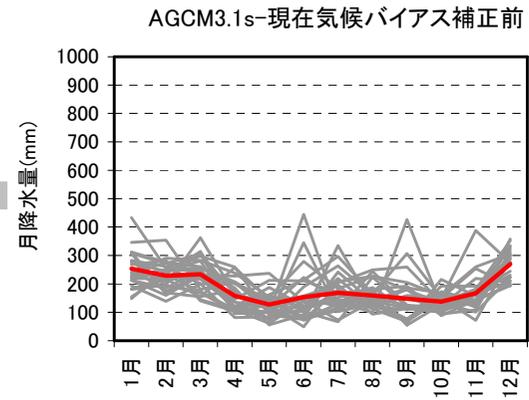
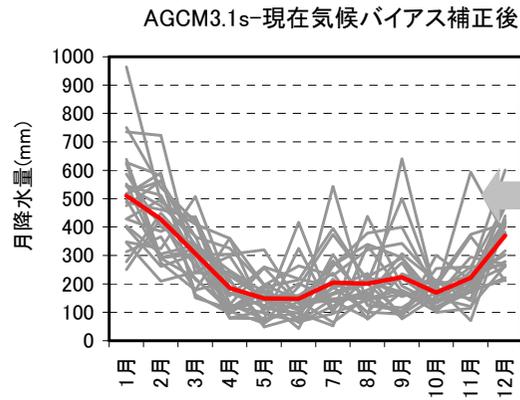
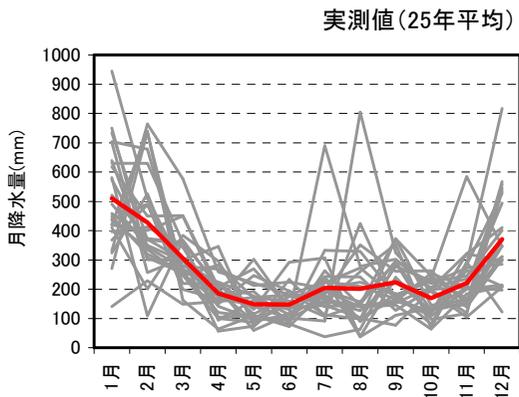
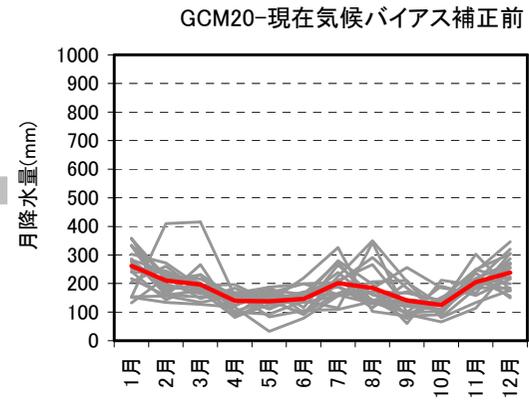
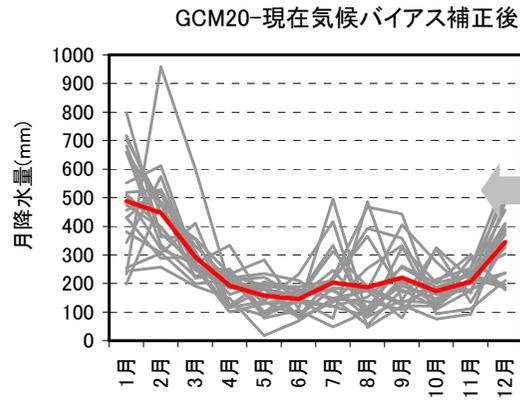
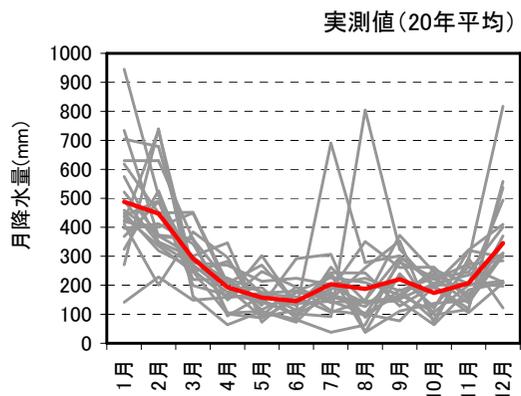
3. 気候モデルによる予測評価

3-2 バイアス補正前と後のハイトグラフ(利根川)



利根川 栗橋地点上流域を包含する20kmメッシュ平均降水量

3.気候モデルによる予測評価



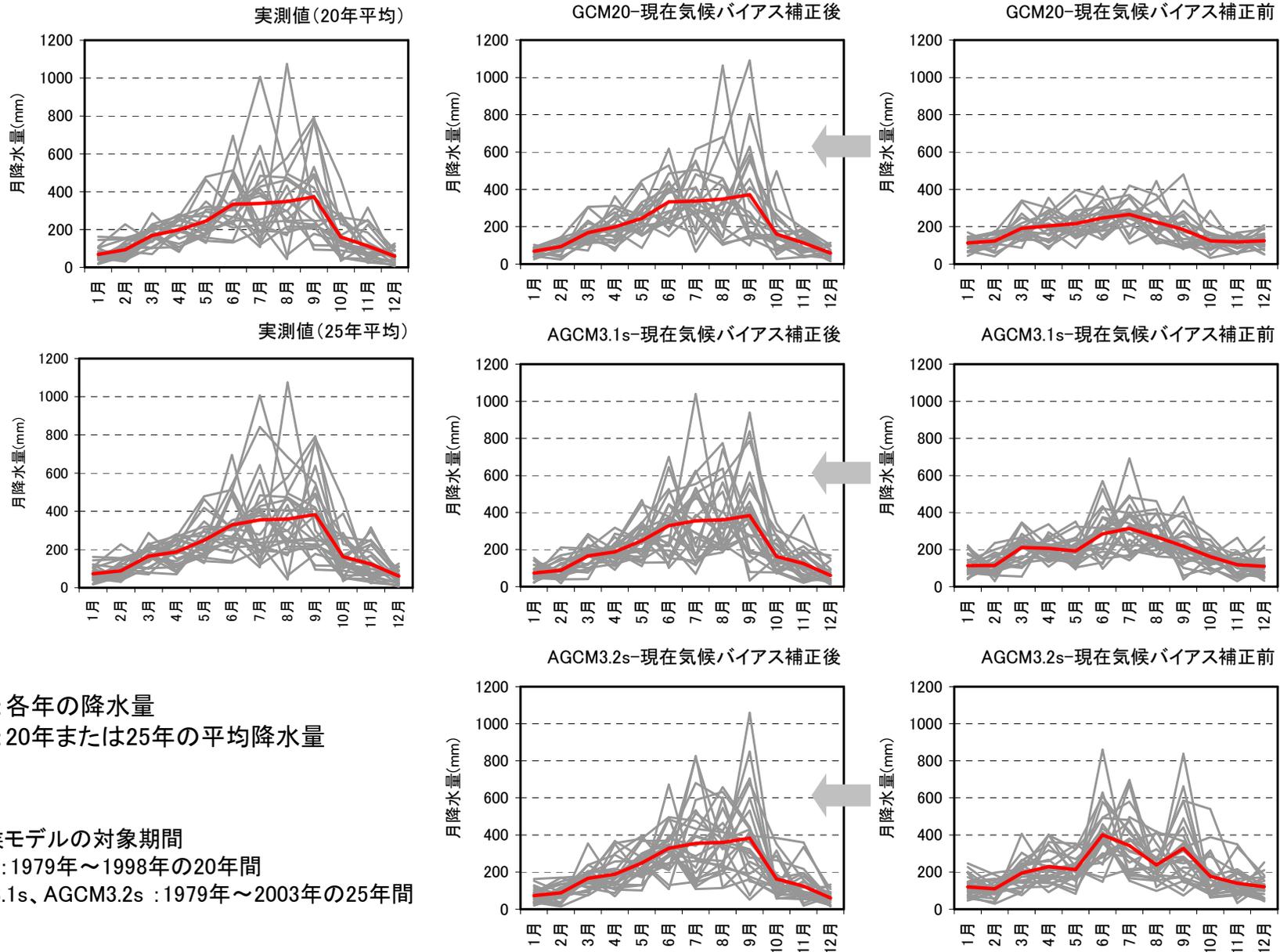
— : 各年の降水量
 — : 20年または25年の平均降水量

※各気候モデルの対象期間
 GCM20: 1979年～1998年の20年間
 AGCM3.1s、AGCM3.2s: 1979年～2003年の25年間

利根川 矢木沢ダム上流域を包含する20kmメッシュ平均降水量

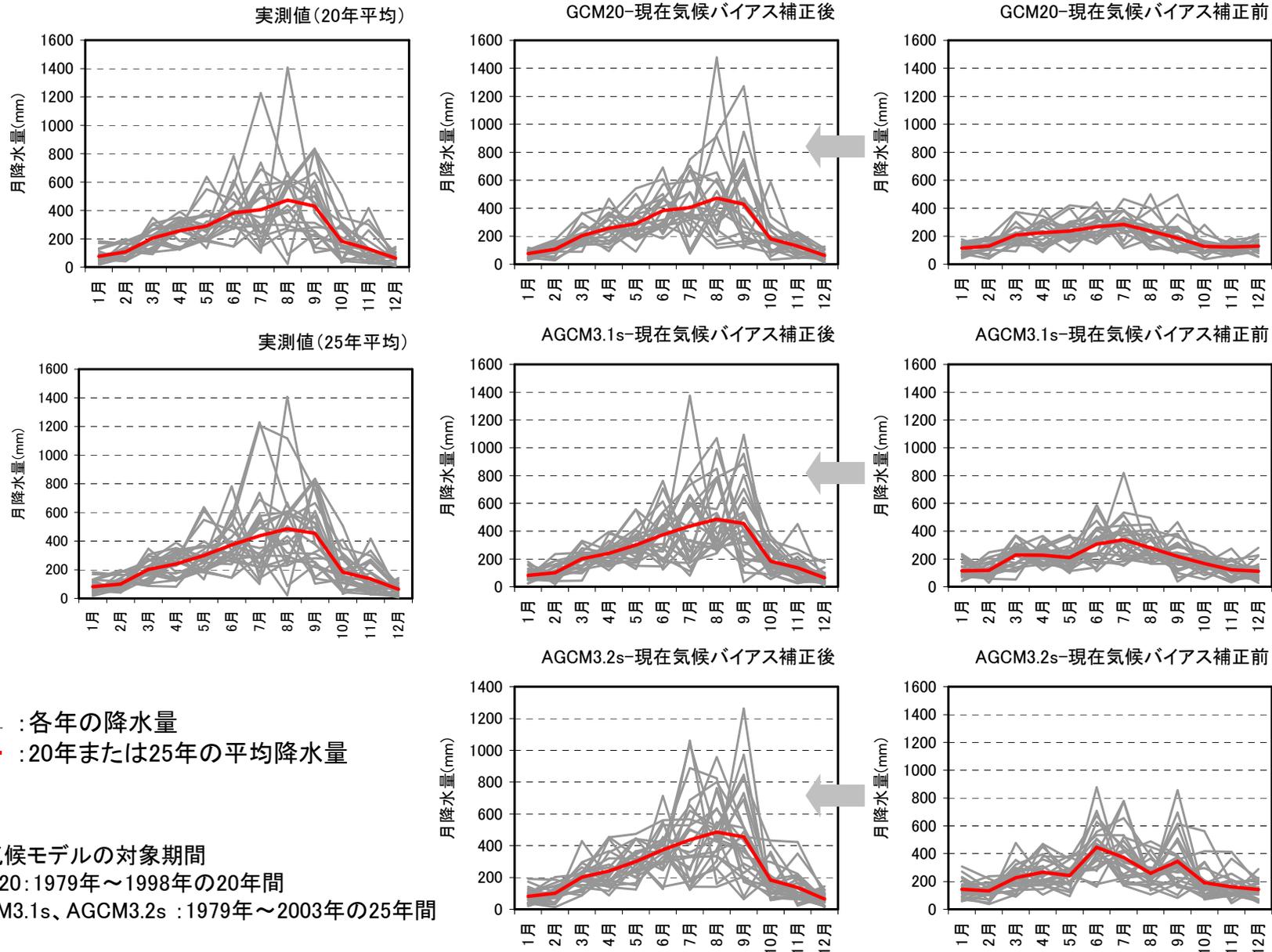
3. 気候モデルによる予測評価

3-2 バイアス補正前と後のハイトグラフ(吉野川)



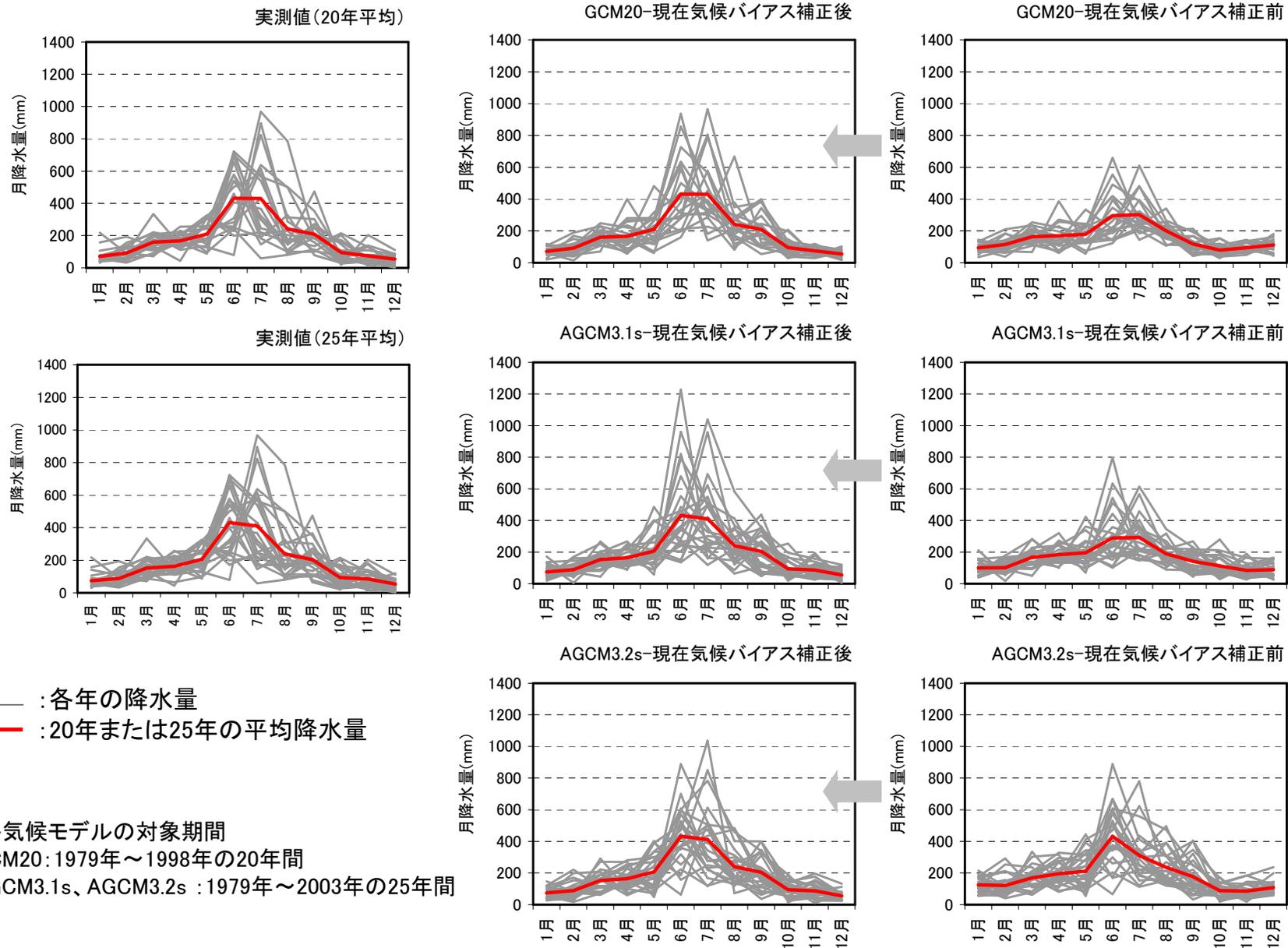
吉野川 池田地点上流域を包含する20kmメッシュ平均降水量

3.気候モデルによる予測評価



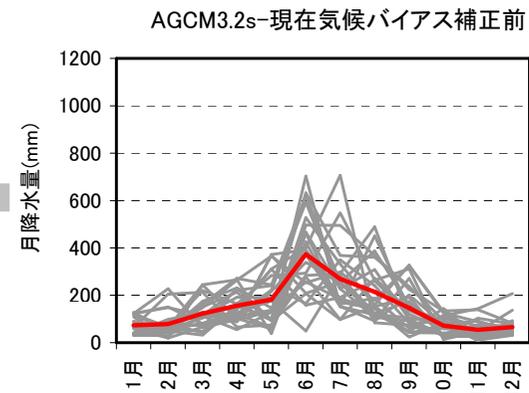
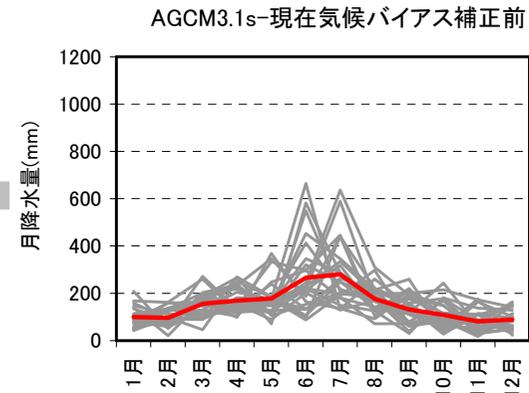
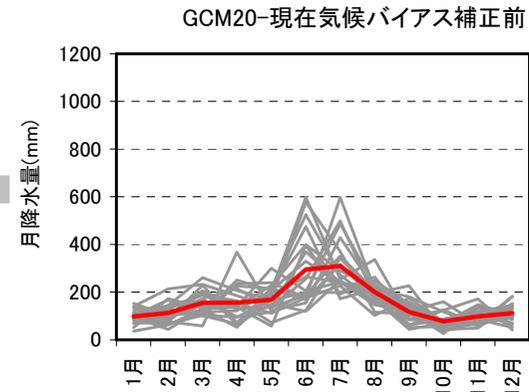
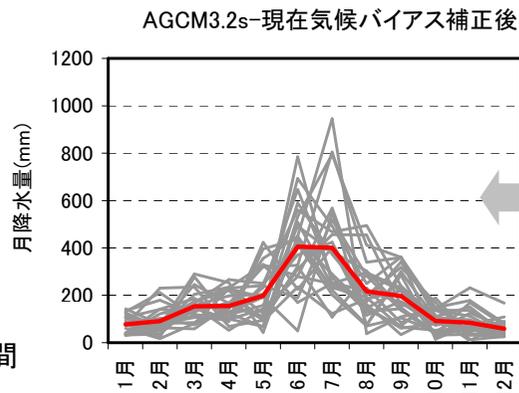
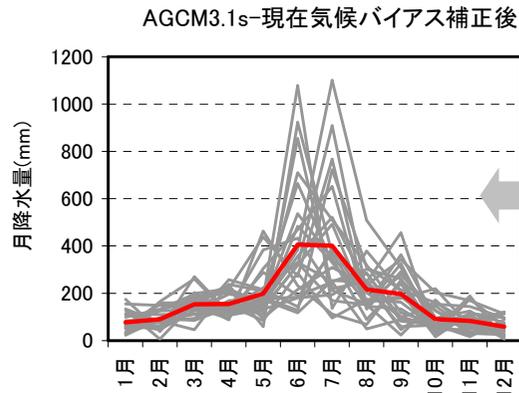
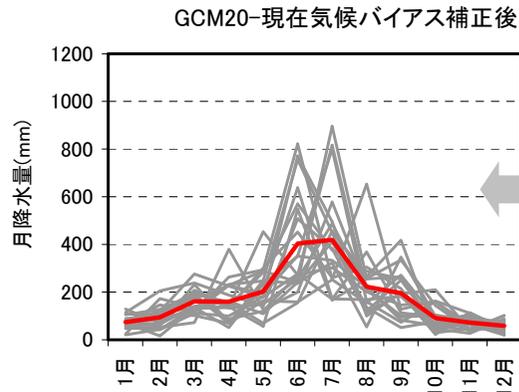
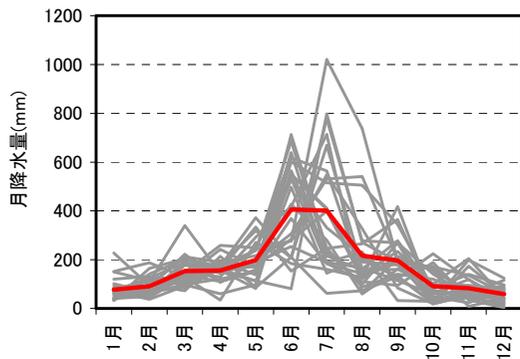
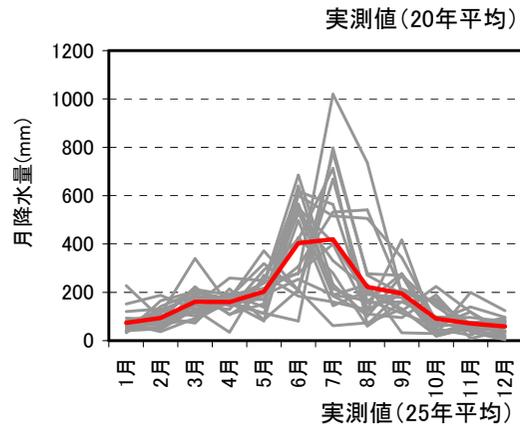
3. 気候モデルによる予測評価

3-2 バイアス補正前と後のハイトグラフ(筑後川)



筑後川 瀬ノ下地点上流域を包含する20kmメッシュ平均降水量

3. 気候モデルによる予測評価



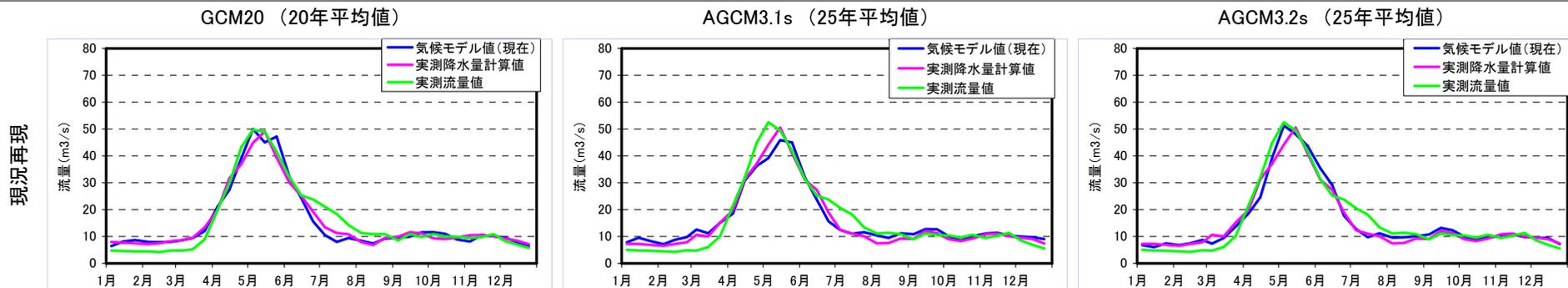
— : 各年の降水量
 — : 20年または25年の平均降水量

※各気候モデルの対象期間
 GCM20: 1979年～1998年の20年間
 AGCM3.1s、AGCM3.2s : 1979年～2003年の25年間

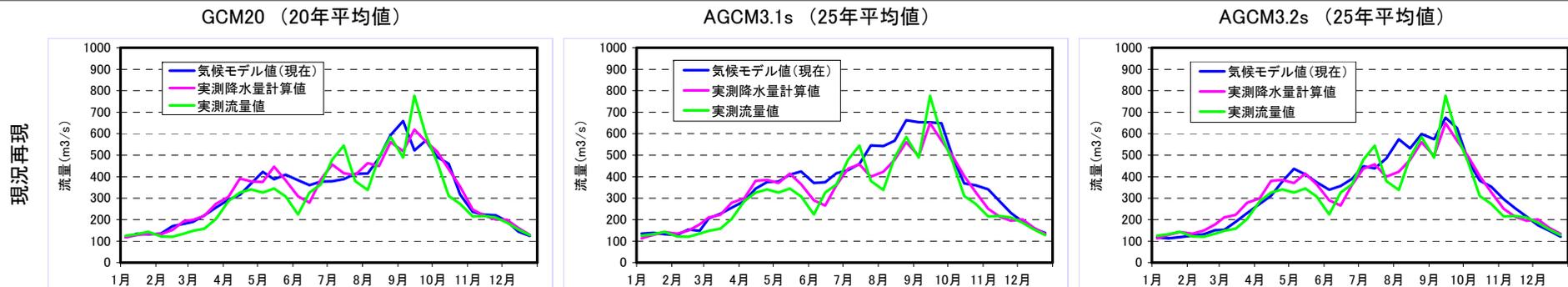
3. 気候モデルによる予測評価

3-3 バイアス補正した降水量から計算した流出量(利根川)

利根川 矢木沢ダム地点



利根川 栗橋地点



※各気候モデルの対象期間

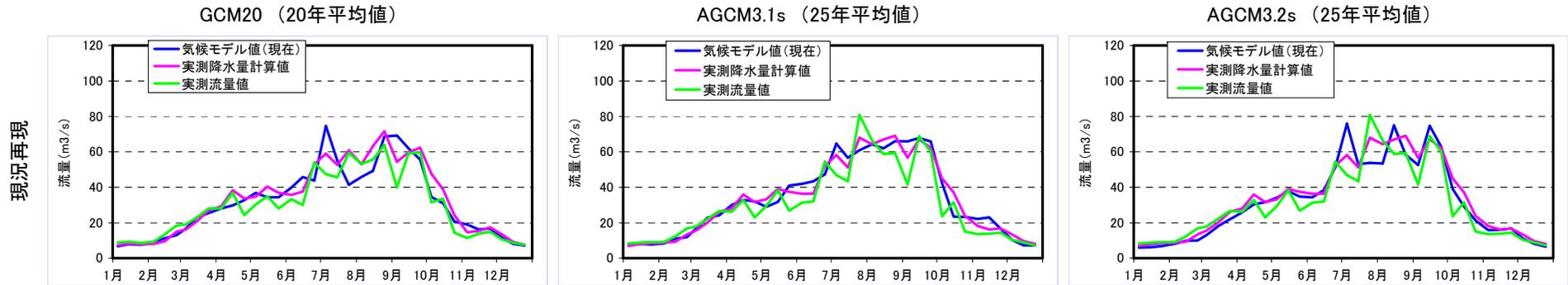
GCM20: 1979年～1998年の20年間

AGCM3.1s、AGCM3.2s: 1979年～2003年の25年間

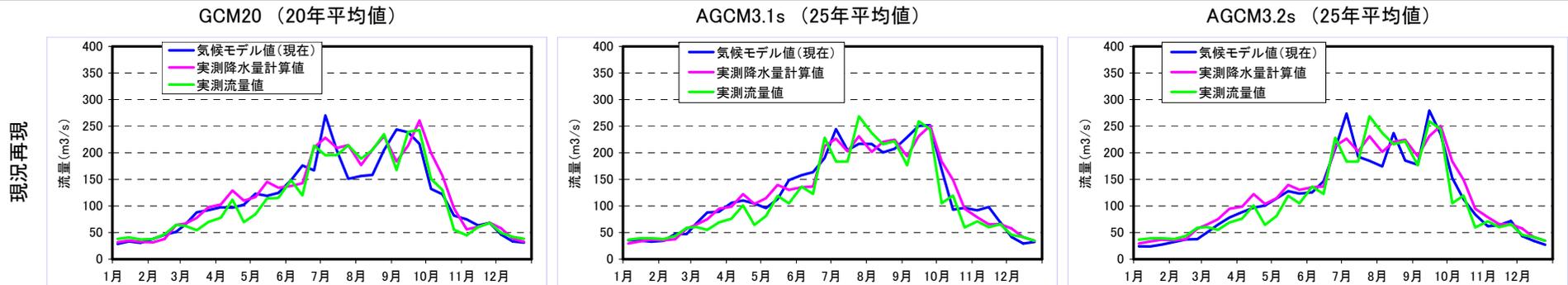
3.気候モデルによる予測評価

3-3 バイアス補正した降水量から計算した流出量(吉野川)

吉野川 早明浦ダム地点



吉野川 池田地点



※各気候モデルの対象期間

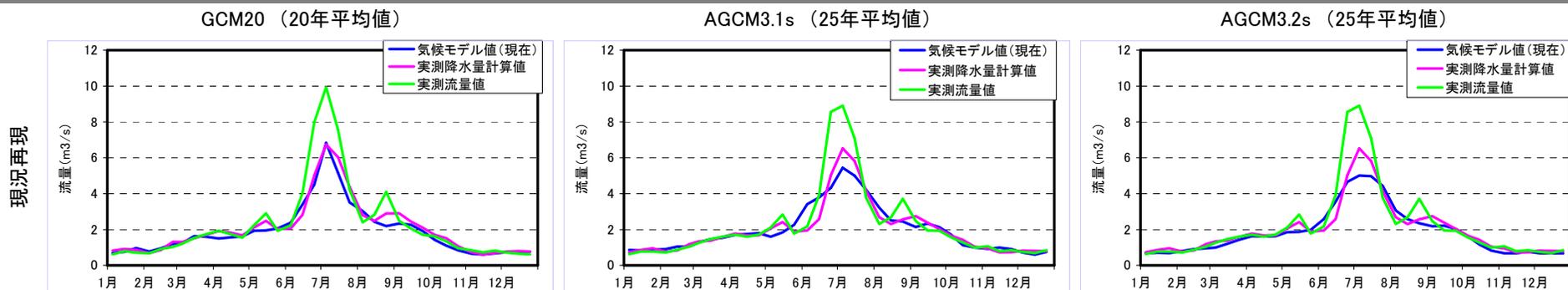
GCM20: 1979年～1998年の20年間

AGCM3.1s、AGCM3.2s: 1979年～2003年の25年間

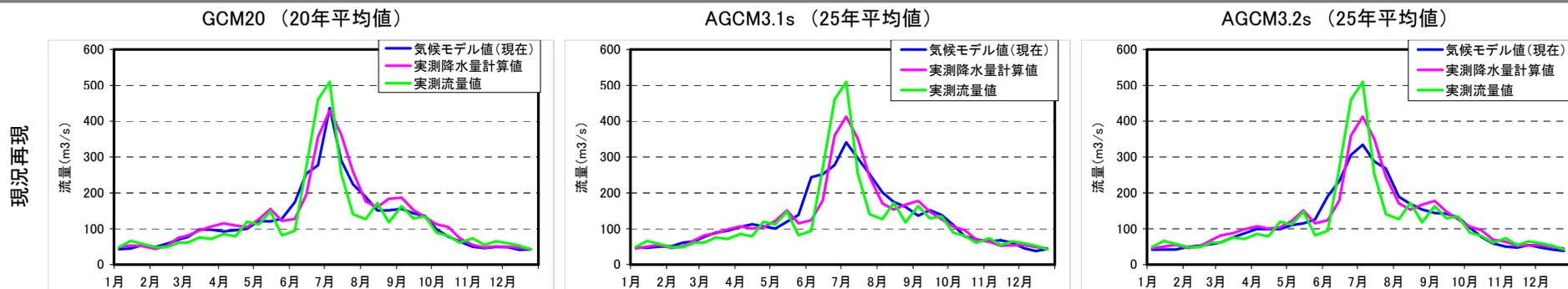
3.気候モデルによる予測評価

3-3 バイアス補正した降水量から計算した流出量(筑後川)

筑後川 寺内ダム地点



筑後川 瀬ノ下地点



※各気候モデルの対象期間

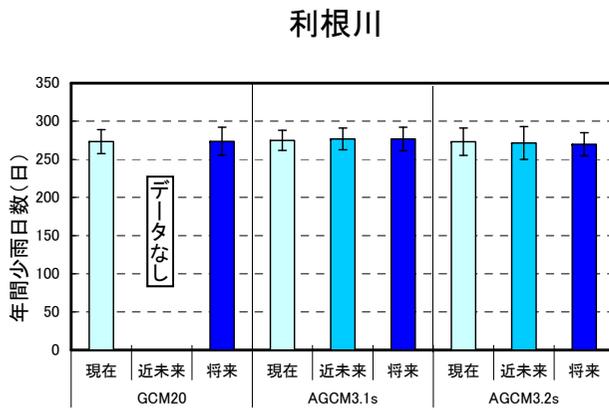
GCM20: 1979年～1998年の20年間

AGCM3.1s、AGCM3.2s: 1979年～2003年の25年間

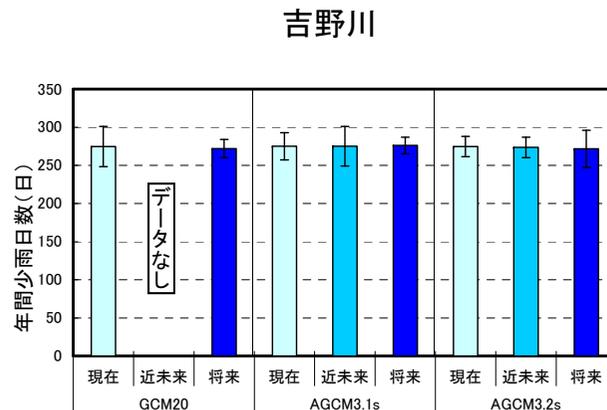
3.気候モデルによる予測評価

3-4 降雨状況

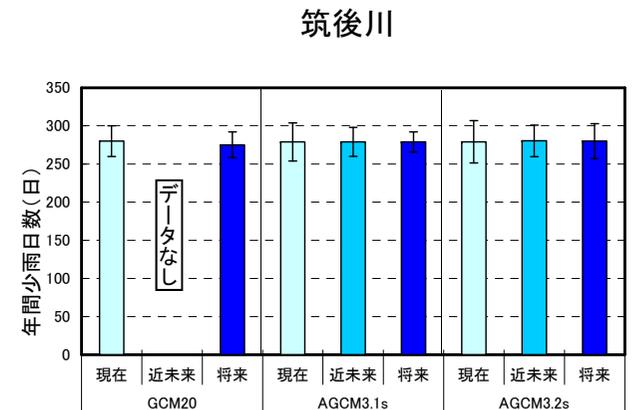
①年間少雨日数(日):平均値



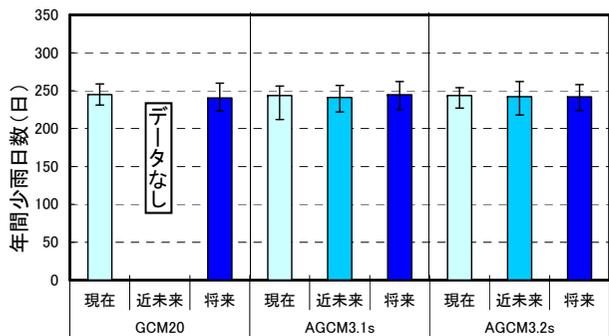
気候モデル別の栗橋地点上流域における年間少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)



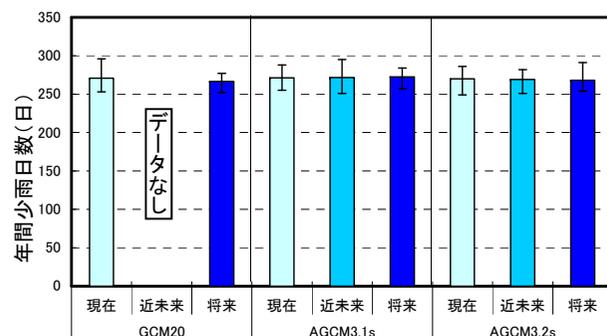
気候モデル別の池田地点上流域における年間少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)



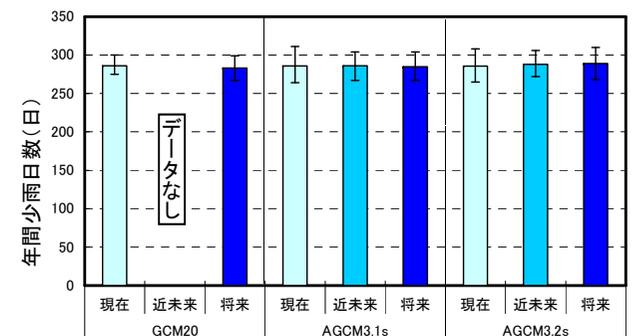
気候モデル別の瀬ノ下地点上流域における年間少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)



気候モデル別の矢木沢ダム上流域における年間少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)



気候モデル別の早明浦ダム上流域における年間少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)



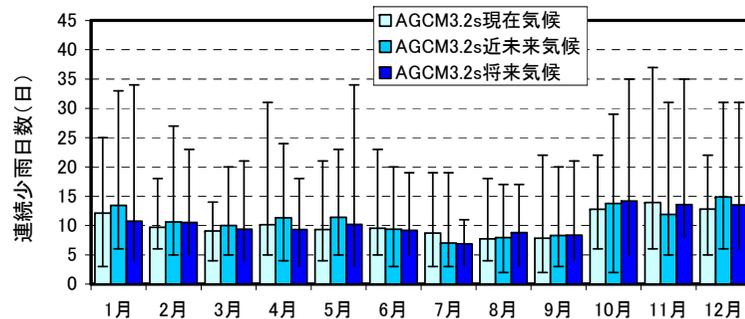
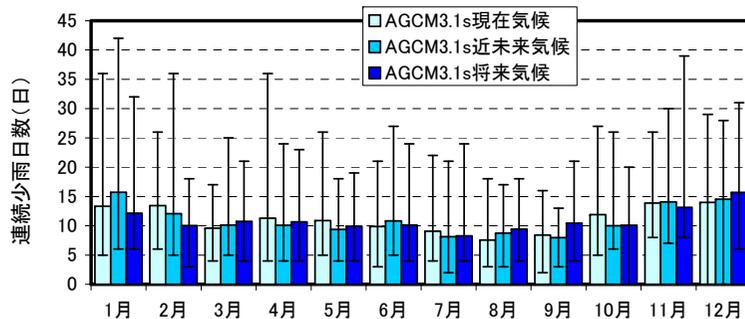
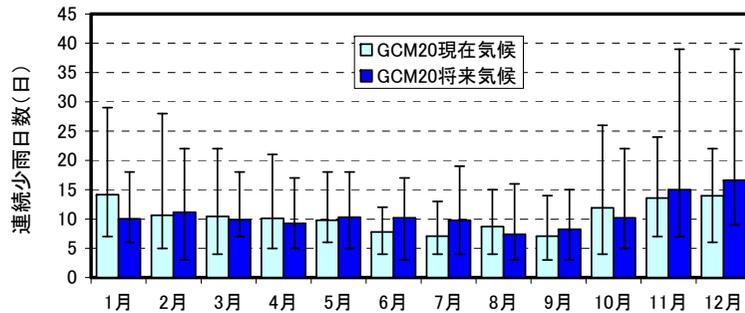
気候モデル別の寺内ダム上流域における年間少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)

※1 少雨:5mm/d未満
 ※2 GCM20の対象期間は、現在:1979年~1998年、将来:2080年~2099年
 ※3 AGCM3.1s、AGCM3.2sの対象期間は、現在:1979年~2003年、近未来:2015年~2039年、将来:2075年~2099年
 ※4 GCM20は20カ年平均値、AGCM3.1s、AGCM3.2sは25カ年平均値
 ※5 エラーバーは、最大値と最小値を示す。

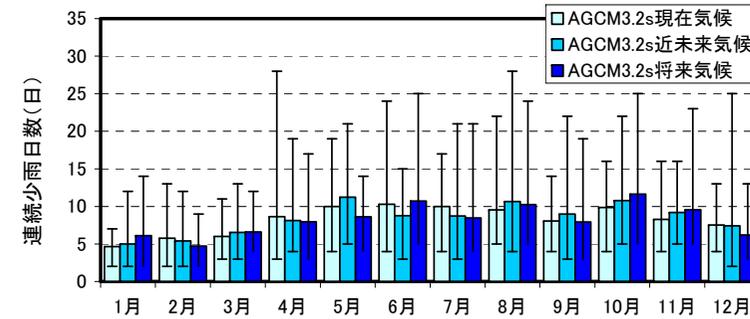
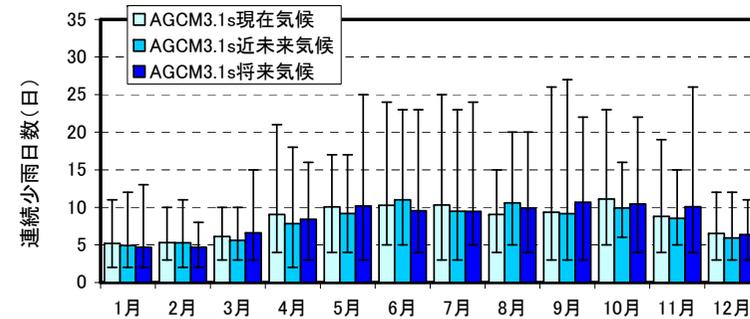
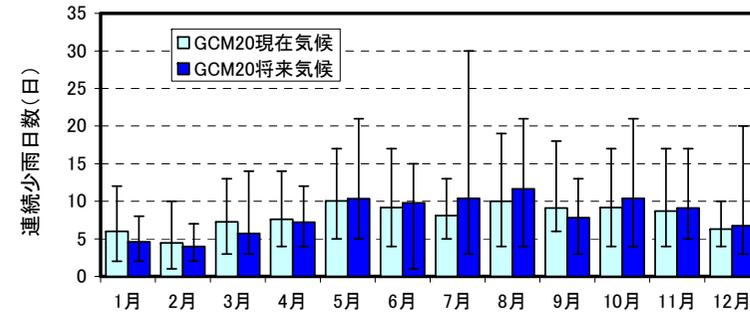
3.気候モデルによる予測評価

3-4 降雨状況

②連続少雨日数(日):月最大値の平均値(利根川)



気候モデル別の栗橋地点上流域における連続少雨日数の変化
(現在気候、近未来気候、将来気候)



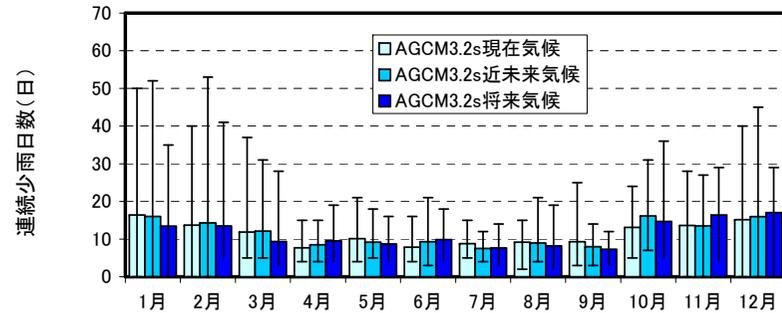
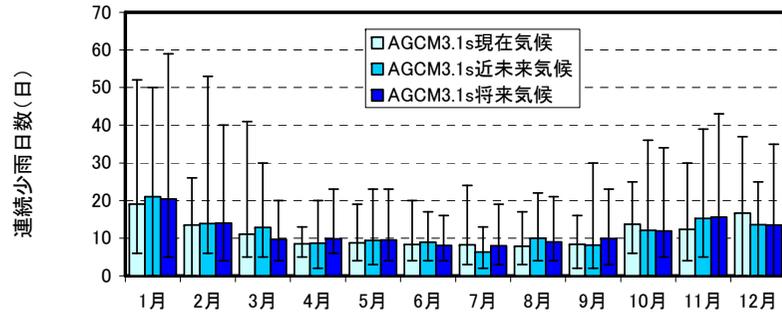
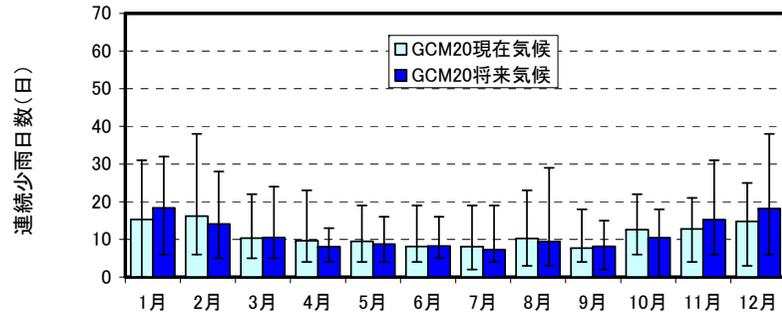
気候モデル別の矢木沢ダム上流域における連続少雨日数の変化
(現在気候、近未来気候、将来気候)

- ※1 少雨:5mm/d未満
- ※2 GCM20の対象期間は、現在:1979年~1998年、将来:2080年~2099年
- ※3 AGCM3.1s、AGCM3.2sの対象期間は、現在:1979年~2003年、近未来:2015年~2039年、将来:2075年~2099年
- ※4 GCM20は20カ年平均値、AGCM3.1s、AGCM3.2sは25カ年平均値
- ※5 エラーバーは、最大値と最小値を示す。
- ※6 月をまたぐ場合は最終日の月として整理する。

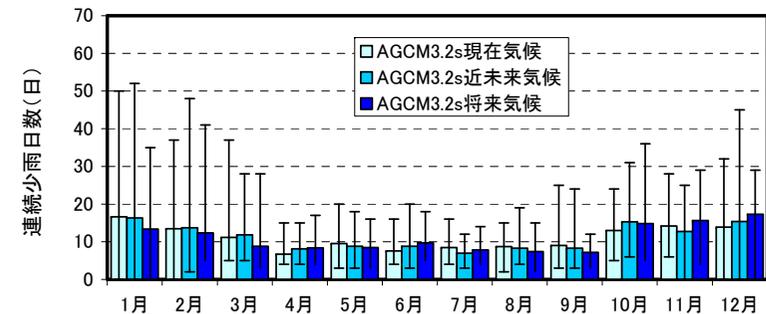
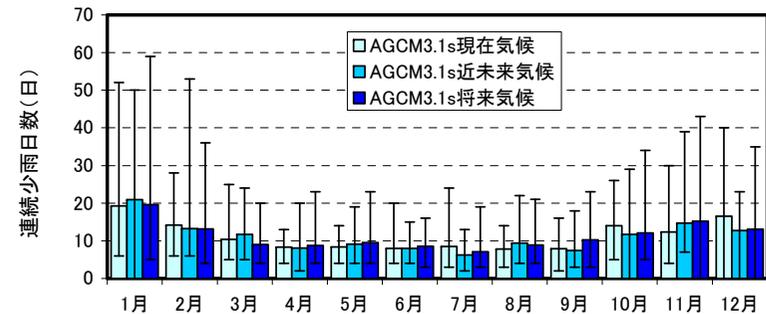
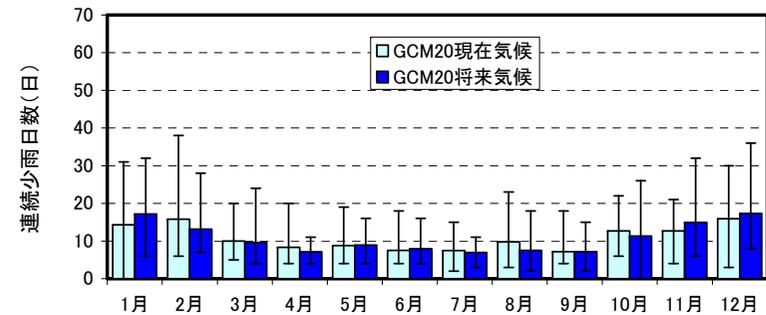
3.気候モデルによる予測評価

3-4 降雨状況

②連続少雨日数(日):月最大値の平均値(吉野川)



気候モデル別の池田地点上流域における連続少雨日数の変化
(現在気候、近未来気候、将来気候)



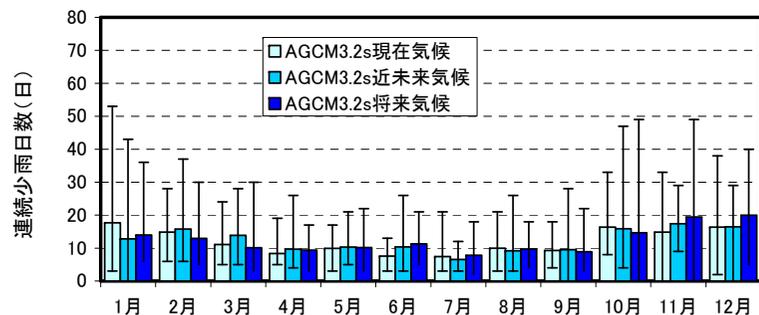
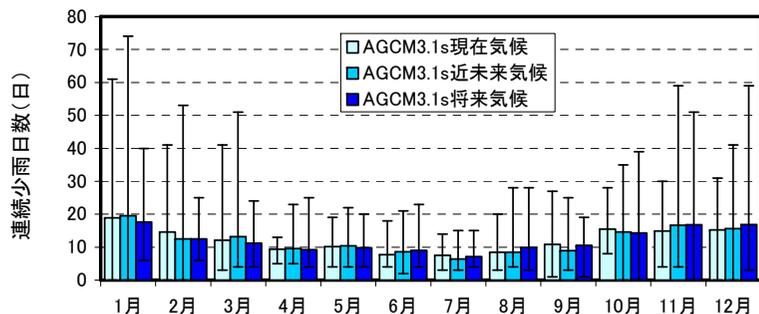
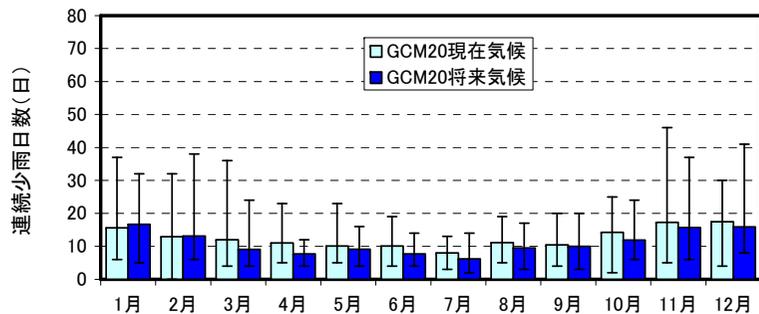
気候モデル別の早明浦ダム上流域における連続少雨日数の変化
(現在気候、近未来気候、将来気候)

- ※1 少雨:5mm/d未満
- ※2 GCM20の対象期間は、現在:1979年~1998年、将来:2080年~2099年
- ※3 AGCM3.1s、AGCM3.2sの対象期間は、現在:1979年~2003年、近未来:2015年~2039年、将来:2075年~2099年
- ※4 GCM20は20カ年平均値、AGCM3.1s、AGCM3.2sは25カ年平均値
- ※5 エラーバーは、最大値と最小値を示す。
- ※6 月をまたぐ場合は最終日の月として整理する。

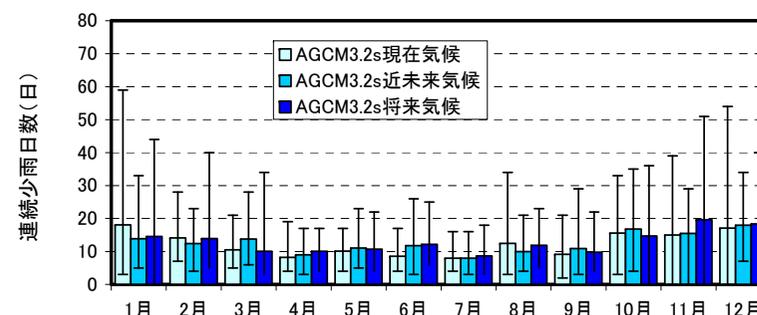
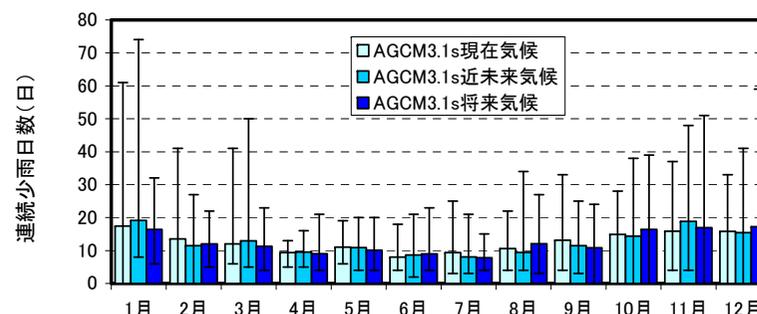
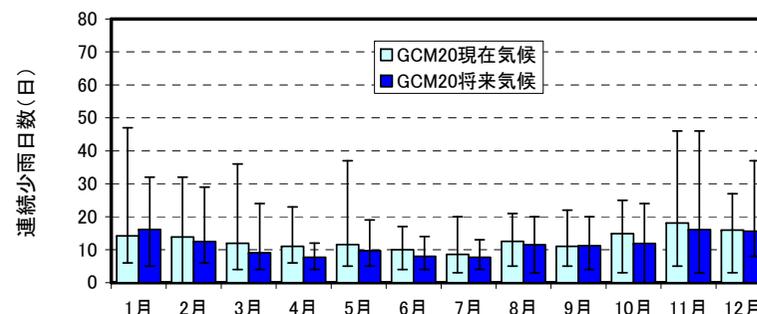
3.気候モデルによる予測評価

3-4 降雨状況

②連続少雨日数(日):月最大値の平均値(筑後川)



気候モデル別の瀬ノ下地点上流域における連続少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)

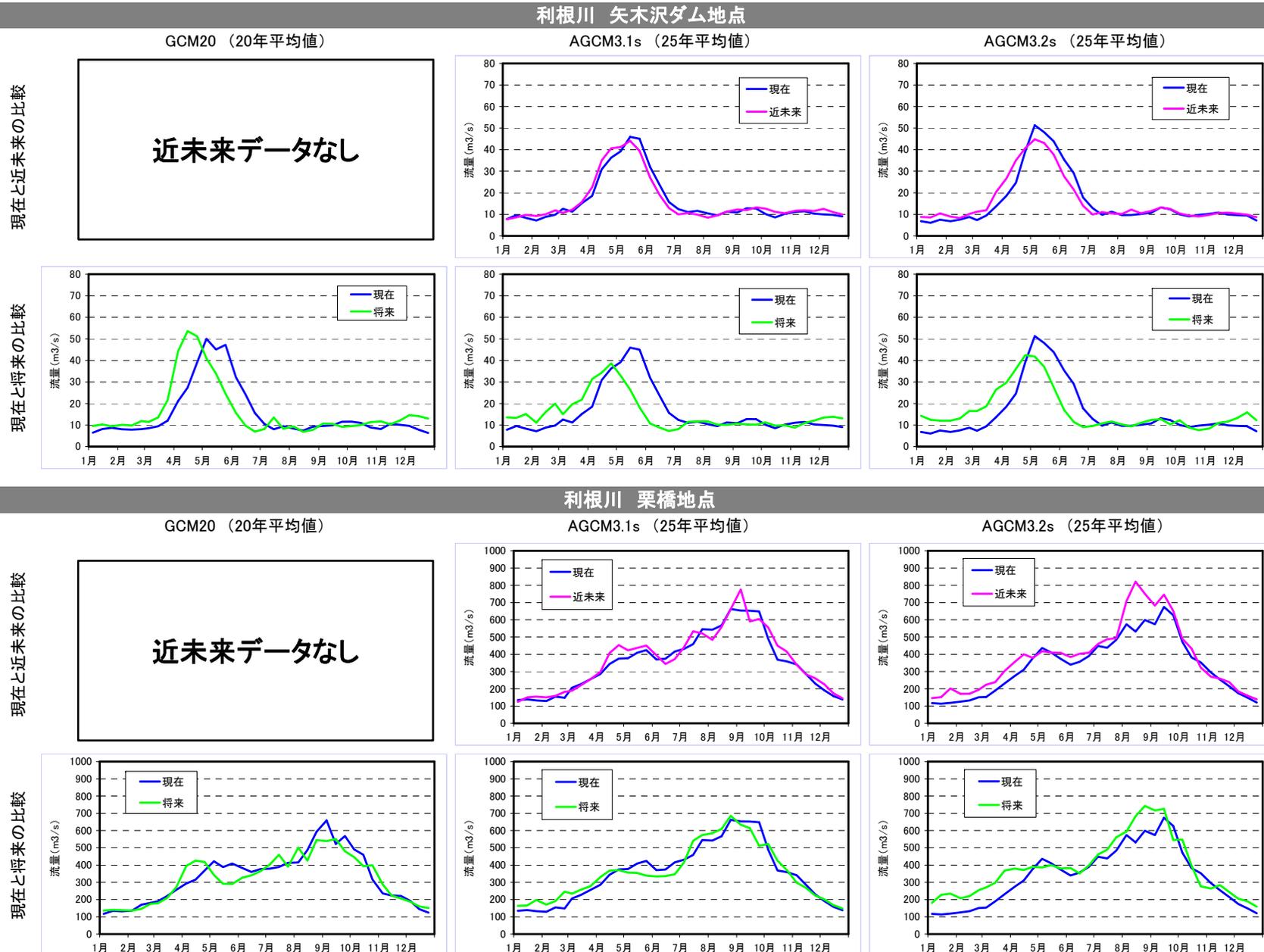


気候モデル別の寺内ダム上流域における連続少雨日数の変化 (現在気候、近未来気候、将来気候)

- ※1 少雨:5mm/d未満
- ※2 GCM20の対象期間は、現在:1979年~1998年、将来:2080年~2099年
- ※3 AGCM3.1s、AGCM3.2sの対象期間は、現在:1979年~2003年、近未来:2015年~2039年、将来:2075年~2099年
- ※4 GCM20は20カ年平均値、AGCM3.1s、AGCM3.2sは25カ年平均値
- ※5 エラーバーは、最大値と最小値を示す。
- ※6 月をまたぐ場合は最終日の月として整理する。

3.気候モデルによる予測評価

3-5 ハイδροグラフ(利根川)



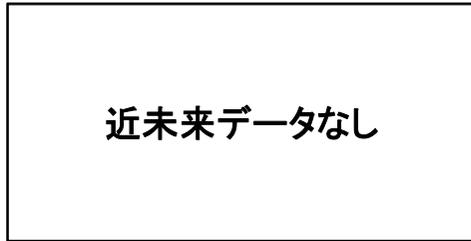
3. 気候モデルによる予測評価

3-5 ハイδροグラフ(吉野川)

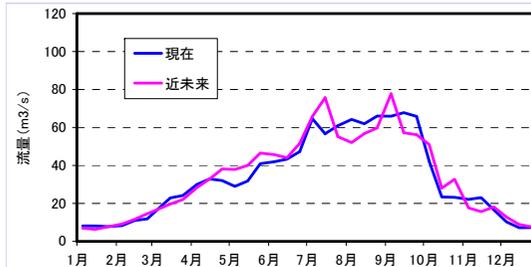
吉野川 早明浦ダム地点

現在と近未来の比較

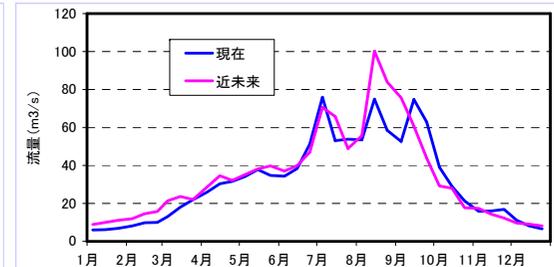
GCM20 (20年平均値)



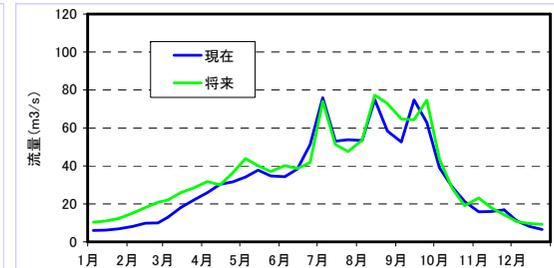
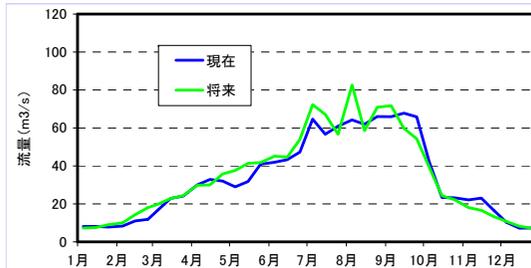
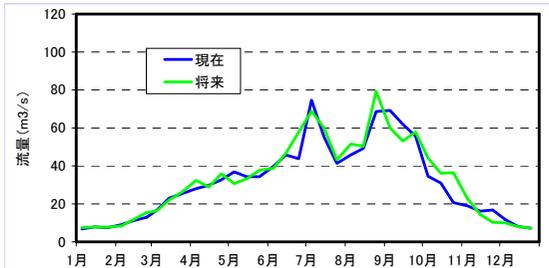
AGCM3.1s (25年平均値)



AGCM3.2s (25年平均値)



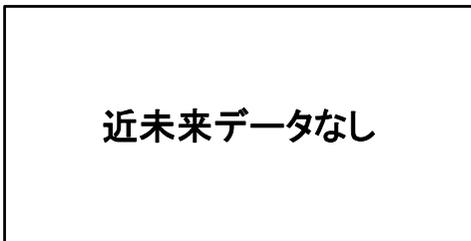
現在と将来の比較



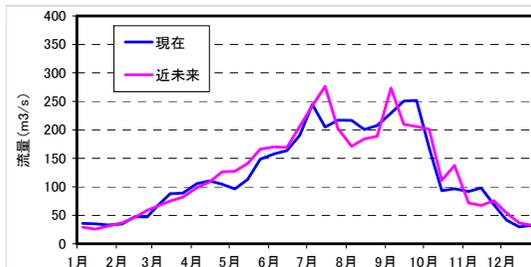
吉野川 池田地点

現在と近未来の比較

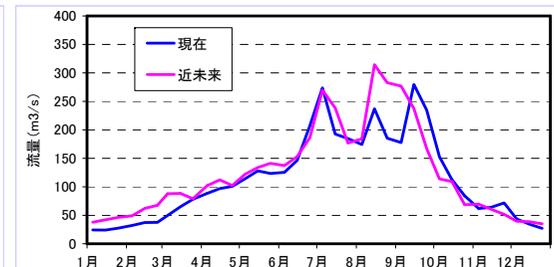
GCM20 (20年平均値)



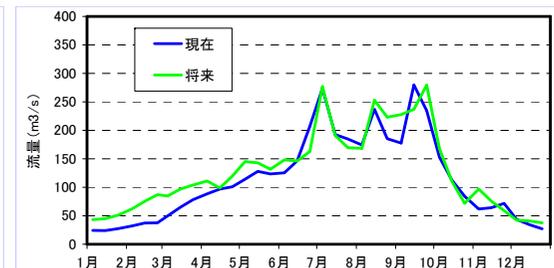
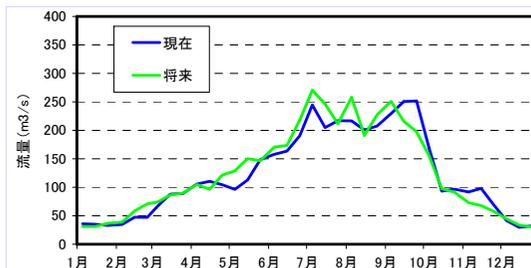
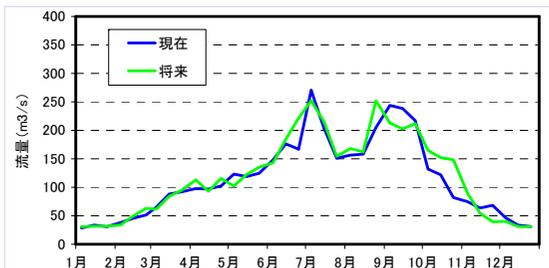
AGCM3.1s (25年平均値)



AGCM3.2s (25年平均値)

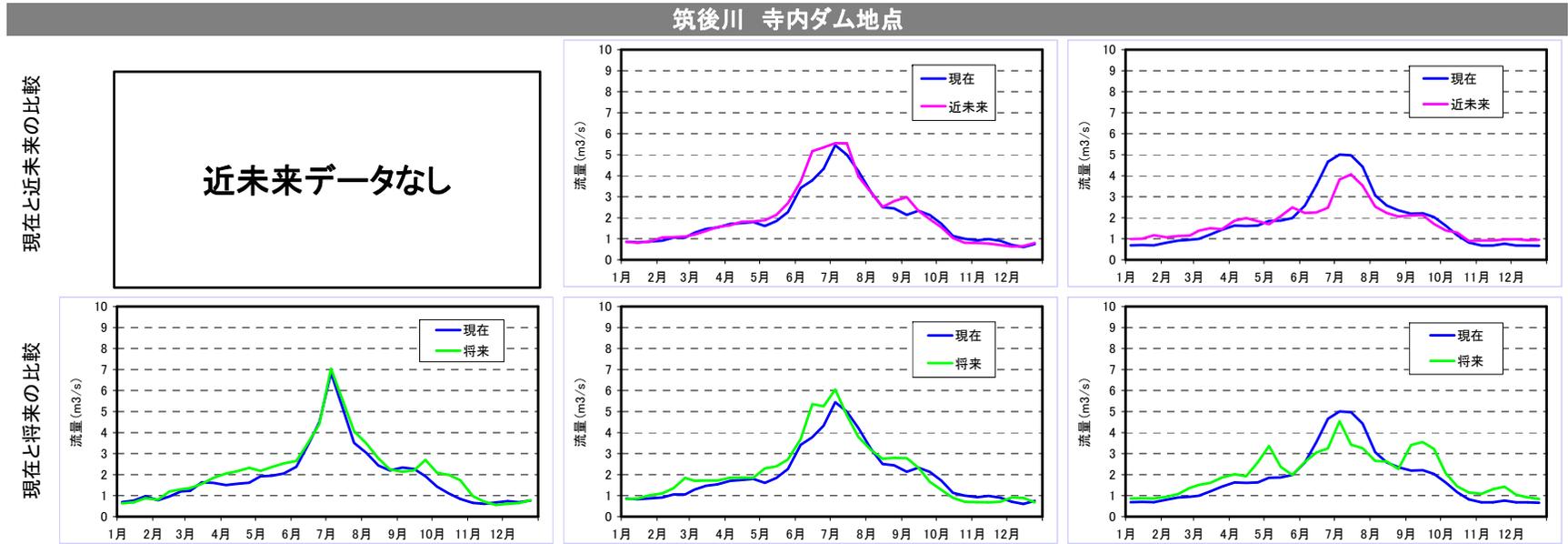


現在と将来の比較



3. 気候モデルによる予測評価

3-5 ハイδροグラフ(筑後川)



4. 既存渇水の分析

4-1 渇水と大雨の関係について

これまで、渇水が発生しても大雨によって渇水が解消されることがあり、各流域での大雨の発生状況(利根川3日雨量、吉野川2日雨量、筑後川2日雨量)と渇水との関係を6月～9月の期間で整理した。

■大雨の定義

・流域面積に応じ流域平均降水量と生起頻度の関係が異なるため、流域に応じた大雨判定目安となる降水量を設定した。

利根川は3日雨量、吉野川、筑後川は2日雨量で評価。

・大雨判定の目安を生起頻度0.5%(25年間で45日)とすると大雨判定目安となる降水量は以下のとおりとなる。

利根川 奥利根流域80mm/3d

吉野川 早明浦ダム流域280mm/2d

筑後川 江川・寺内ダム流域150mm/2d

■渇水の定義

6月から9月に取水制限を実施した年とした。

■対象期間

利根川 奈良俣ダム完成後の1991年以降

吉野川 早明浦ダム完成後の1976年以降

筑後川 寺内ダム完成後の1979年以降

4. 既往渇水の分析(利根川)

■利根川の大雨と渇水の関係

台風、台風+前線、前線がそれぞれ30~40%で発生している。
大雨による渇水解消は1例。 それ以外にも台風の雨による渇水解消が2例。

■大雨と渇水の関連性(利根川 奥利根流域)

大雨あり : 5-9月に80mm/3d以上の降水発生

渇水あり : 6-9月に取水制限を実施した年

年	大雨あり	渇水あり	渇水期間	渇水解消要因	大雨の発生状況等(各年最大の大雨を記載)
1991	○				8/22 142.7mm/3d (台風12号)
1992					
1993					
1994		○	7/22~9/19		
1995	○				9/17 122.8mm/3d (台風12号+前線)
1996		○	8/16~9/25		
1997					
1998	○				9/17 157mm/3d (台風4号+前線)
1999	○				8/14 119.9mm/3d (熱帯低気圧)
2000	○				9/12 150.7mm/3d (前線)
2001	○	○	8/10~8/22	大雨により渇水解消	8/23 135mm/3d (台風11号)
2002	○				7/11 201.5mm/3d (台風6号+梅雨前線)
2003					
2004					
2005	○				9/6 93.8mm/3d (前線)
2006	○				7/19 162.7mm/3d (梅雨前線)
2007	○				
2008	○				8/30 109.5mm/3d (前線)
2009					
2010	○				
2011	○				7/30 222.8mm/3d (梅雨前線)
2012	○	○	9/11~10/3	10/2 63mm/3dの雨(台風17号)で渇水解消	7/8 106.7mm/3d (梅雨前線) 7/8の梅雨前線による大雨は渇水発生前、その後の少雨により渇水発生
2013	○	○	7/24~9/5	9/5 47mm/3dの雨(台風17号+前線)で渇水解消	9/16 120.3mm/3d (台風18号+前線) 9/16の台風18号+前線による大雨は渇水解消後

4. 既往渇水の分析(吉野川)

■吉野川の大雨と渇水の関係

全ての大雨が7～9月に発生した台風(台風+前線によるものを含む)によるものである。
大雨による渇水解消は7例。それ以外にも台風等の雨による渇水解消が4例。

- 大雨と渇水の関連性(吉野川 早明浦ダム上流域)
大雨あり : 5-9月に280mm/2d以上の降水発生
渇水あり : 6-9月に取水制限を実施した年

年	大雨あり	渇水あり	渇水期間	渇水解消要因	大雨の発生状況等(各年最大の大雨を記載)
1976	○				9/12 1026.1mm/2d (台風17号)
1977	○	○	8/10～9/7	大雨により渇水解消	9/10 321.7mm/2d (台風9号+前線)
1978	○				8/2 306.7mm/2d (台風8号)
1979					
1980	○				9/10 304.3mm/2d (台風13号)
1981					
1982	○	○	7/3～7/23	7/24 136mm/2dの雨で渇水解消	8/27 435.3mm/2d (台風13号) 8/27の台風13号による大雨は渇水解消後
1983	○	○	8/1～9/28	大雨により渇水解消	9/28 390.4mm/2d (台風10号)
1984	○				8/21 302mm/2d (台風10号)
1985					
1986		○	8/22～8/29		
1987	○				7/16 359.4mm/2d (台風5号)
1988		○	8/12～8/27		
1989					
1990	○	○	8/3～8/24	大雨により渇水解消	8/22 412mm/2d (台風14号)
1991	○				7/29 287.1mm/2d (台風9号)
1992	○	○	7/30～8/7	8/8 262mm/2dの雨(台風10号)で渇水解消	8/18 384.9mm/2d (台風11号) 8/18の台風11号による大雨は渇水解消後
1993	○				7/27 631.6mm/2d (台風5号)
1994	○	○	6/29～11/14		7/26 282.8mm/2d (台風7号) 渇水期間中に台風7号による大雨があったが渇水規模が大きく渇水解消に至らず
1995		○	8/28～10/23		
1996	○				8/14 357.2mm/2d (台風12号)
1997	○				9/16 413.4mm/2d (台風19号)
1998		○	8/30～9/21		
1999	○				7/28 764.8mm/2d (台風16号)
2000	○	○	7/24～7/31	大雨により渇水解消	7/31 377.5mm/2d (台風6号+梅雨前線)
2001		○	6/17～9/11		
2002	○	○	6/21～7/7	7/6 199mm/2dの雨(台風5号)で渇水解消	9/1 438.4mm/2d (台風16号) 9/1の台風16号による大雨は渇水解消後
2003					
2004	○				8/1 616.2mm/2d (台風10号)
2005	○	○	6/15～9/6	大雨により渇水解消	9/6 707.7mm/2d (台風14号)
2006	○				8/19 363.9mm/2d (台風10号)
2007	○	○	5/24～7/14	大雨により渇水解消	7/14 469.7mm/2d (台風4号+梅雨前線)
2008		○	7/25～11/25		
2009		○	6/3～8/10 9/12～11/18		
2010					
2011	○				7/19 289mm/2d (台風15号)
2012	○	○	6/14～6/19	6/19 183mm/2dの雨(台風4号+前線)で渇水解消	9/17 437.5mm/2d (台風16号+前線) 9/17の台風4号による大雨は渇水解消後
2013	○	○	8/2～9/4	大雨により渇水解消	9/4 395.2mm/2d (台風17号+前線)

4. 既往渇水の分析(筑後川)

■筑後川の大雨と渇水の関係

大雨の約9割が6～8月に発生した前線(梅雨前線)によるものである。大雨により渇水解消は1例。

■大雨と渇水の関連性(筑後川 江川・寺内ダム上流域)

大雨あり : 5-9月に150mm/2d以上の降水発生

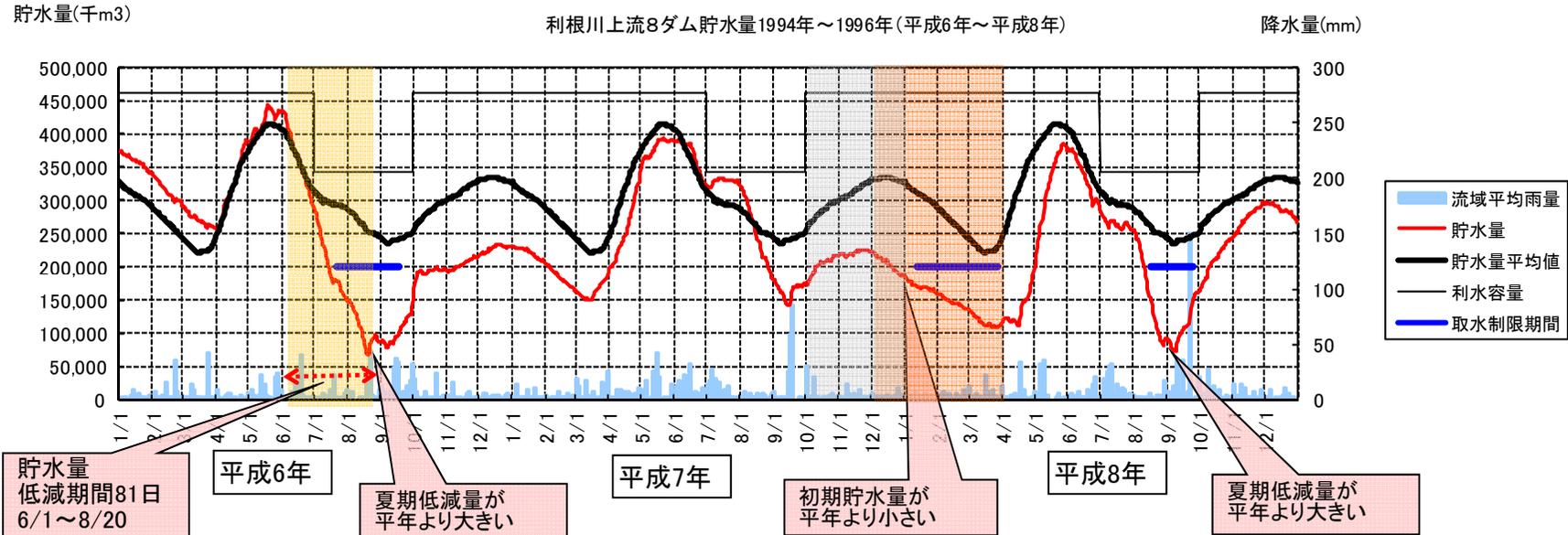
渇水あり : 6-9月に取水制限を実施した年

年	大雨あり	渇水あり	渇水期間	渇水解消要因	大雨の発生状況等(各年最大の大雨を記載)
1979	○				6/30 238.5mm/2d (梅雨前線)
1980	○				8/30 265mm/2d (台風12号)
1981	○				6/26 158.3mm/2d (梅雨前線)
1982	○	○	7/10~7/13	大雨により渇水解消	7/24 197mm/2d (梅雨前線)
1983	○				7/16 208.6mm/2d (梅雨前線)
1984		○	8/13~9/30		
1985	○	○	8/17~10/10		6/26 227.1mm/2d (梅雨前線) 梅雨前線による大雨は渇水発生前 その後の少雨により渇水発生
1986	○	○	8/20~10/8		7/10 175.5mm/2d (梅雨前線) 梅雨前線による大雨は渇水発生前 その後の少雨により渇水発生
1987	○				7/19 161.9mm/2d (梅雨前線)
1988	○				6/24 165mm/2d (梅雨前線)
1989		○	7/13~9/28		
1990	○	○	8/10~8/30		6/16 249.2mm/2d (梅雨前線) 6/16の梅雨前線による大雨は渇水発生前 その後の少雨により渇水発生
1991	○				7/5 157.2mm/2d (梅雨前線)
1992					
1993	○				8/19 168.7mm/2d (梅雨前線)
1994		○	7/8~5/31		
1995	○				7/3 273.8mm/2d (梅雨前線)
1996	○				6/20 191.5mm/2d (梅雨前線)
1997	○				7/8 209.9mm/2d (梅雨前線)
1998					
1999	○				6/7 168mm/2d (梅雨前線)
2000					
2001	○				6/20 180.4mm/2d (梅雨前線)
2002		○	8/10~5/1		
2003					
2004	○				9/7 160.3mm/2d (台風18号+前線)
2005	○				7/10 186.4mm/2d (梅雨前線)
2006	○				6/23 239.2mm/2d (梅雨前線)
2007	○				8/3 293.8mm/2d (台風5号)
2008					
2009	○				7/1 244.5mm/2d (梅雨前線)
2010	○				7/14 236.8mm/2d (梅雨前線)
2011					
2012	○				7/4 168mm/2d (梅雨前線)
2013	○				8/31 170.4mm/2d (前線)

4. 既往渇水の分析(利根川)

4-2 渇水指標 (1)渇水要因の把握と各渇水要因に対する渇水指標候補の設定

➤ 利根川では近年H6、H8、H9、H13、H24、H25年に渇水が発生しており、H4年～H25年までの降水量を対象として渇水指標を検討した。



渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由	渇水の事象
1月1日初期貯水量	前年10月～前年12月降水量	前年秋からの降水量の多少が関係するため	冬渇水
	前々年10月～前年9月降水量(10月1日貯水量)	10月1日の貯水量が影響するため	冬渇水
融雪期回復量	1月～2月平均気温※1	1月～2月の気温が積雪量に relationship するため	冬渇水

渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由	渇水の事象
1月1日初期貯水量	前々年10月～前年9月降水量(10月1日貯水量)	10月1日の貯水量が影響するため	夏渇水
融雪期回復量	年間降雪量(日変化積雪深合計)	降雪量の多少が関係するため	夏渇水
	前年12月～3月降水量	冬期の降水量の多少が関係するため	夏渇水
	1月～2月平均気温※1	1月～2月の気温が積雪量に relationship するため	夏渇水
夏期低減量	8月～9月の80日間降水量の 平成差最低値	貯水量の低減期間における前80日間の降水量が relationship するため	夏渇水
	6月～8月降水量	貯水量の低減期間の降水量が relationship するため	夏渇水

※1 藤原地点 (冬渇水の要因として1～2月の気温が低ければ雪は融雪期まで保持され、ダムの流入量が期待できない一方、夏渇水の要因としては1～2月の気温が高ければ雪は積雪期に流出し、融雪期回復量が期待できない。)

4. 既往渇水の分析(利根川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

■スレットスコアによる評価の考え方

➤ スレットスコアによる評価

渇水指標により渇水として予測した結果の適合性の評価は、下表に示したスレットスコアにより実施した。

➤ 渇水指標閾値設定の考え方

渇水指標に適用する閾値は、以下の点から評価Bが発生しないよう設定する。

- 評価B: 渇水なしと予測しながら実際には渇水が発生することのないよう、指標の閾値の設定は、既往の全ての渇水を包含するものとする。

■スレットスコア評価表

スレットスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

4. 既往渇水の分析(利根川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

1)第4回検討会での適合性の評価結果

- 第4回検討会ではH4～H15を対象として取水制限を実施した渇水を対象に適合性の評価を行っており、単体指標では以下の結果が得られている。
- 今回の検討ではH25年まで対象期間を延伸し、再整理を実施。

■スレットスコア評価表

スレットスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水指標の適合性は以下で評価した。
一致割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×

■第4回検討会提示時(評価期間:H4～H15)

	渇水要因	渇水指標	H4 1992	H5 1993	H6 1994	H7 1995	H8 1996	H9 1997	H10 1998	H11 1999	H12 2000	H13 2001	H14 2002	H15 2003	渇水指標に 対する一致 割合※1	評価	スレット スコア ※2	
冬渇水	1月1日初期 貯水量	前年10月～ 前年12月降水量				○	○	○	○		○				2 / 5	△	0.40	
		前年10月～9月降水 量(10月1日貯水量)					○	○								2 / 2	☆	1.00
	融雪期 回復量	1月～2月 平均気温(藤原地 点)				○	○	○					○			2 / 4	△	0.50
夏渇水	1月1日初期 貯水量	前年10月～9月降水 量(10月1日貯水量)	○		○		○	○				○	○		3 / 6	△	0.50	
	融雪期 回復量	年間降雪量(日変化 積雪深合計)	○		○		○	○	○			○		○	3 / 7	△	0.43	
		前年12月～3月降水 量			○	○	○	○			○	○	○			3 / 7	△	0.43
		1月～2月 平均気温(藤原地 点)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		3 / 12	×	0.25
	夏期 低減量	8月～9月の80日間 降水量の年差最 小値	○		○	○	○						○			3 / 5	☆	0.60
		6月～8月降水量	○		○		○	○					○			3 / 5	☆	0.60

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))

○ : 既往渇水(取水制限実施)
 ○ : 渇水指標から見出した渇水

4. 既往渇水の分析(利根川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

2)第4回検討会での対象年延伸による渇水と適合性の評価結果

- 対象年:奈良俣ダム完成後を対象(H4年~H25年を対象)
- 対象渇水:第4回と同様に取水制限を実施した年を渇水年として適合性を評価
- 渇水指標:第4回と同様
- 評価結果:単体指標でのスレットスコアは最大で0.56(S5)であることから、次項で渇水指標の組み合わせにより適合性の向上を実施(単体の適合性は低いが、融雪期の回復としてS3も含め以下の指標で組み合わせを実施)

冬渇水:W1、W2、W3

夏渇水:S1、S3、S5、S6

■スレットスコア評価表

スレットスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水指標の適合性は以下で評価した。
一致割合 6割以上 ☆ 4~6割 △ 4割未満 ×

■今回提示時(評価期間:H4~H25) データ見直し結果

	渇水要因	渇水指標		H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	渇水指標に対する一致割合※1	評価	スレットスコア※2
				1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
冬渇水	1月1日初期貯水量	前年10月~前年12月降水量	W1	D	D	D	C	A	A	C	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	2 / 5	△	0.40
		前前年10月~前年9月降水量(10月1日貯水量)	W2	D	D	D	C	A	A	C	D	D	D	D	D	C	D	D	D	D	C	D	D	D	D	D	2 / 6	×
	融雪期回復量	1月~2月平均気温(藤原地点)	W3	D	D	D	C	A	A	D	D	D	C	D	D	D	C	D	D	C	D	C	C	C	C	2 / 9	×	0.22
夏渇水	1月1日初期貯水量	前前年10月~前年9月降水量(10月1日貯水量)	S1	D	C	A	C	A	C	C	D	C	A	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	A	A	5 / 19	×	0.26
		年間降雪量(日変化積雪深合計)	S2	C	C	A	C	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	A	A	5 / 21	×
	融雪期回復量	前年12月~3月降水量	S3	C	C	A	C	A	C	D	C	C	A	C	D	C	D	C	D	D	C	A	A	A	A	5 / 16	×	0.31
		1月~2月平均気温(藤原地点)	S4	C	C	A	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	5 / 22	×	0.23
	夏期低減量	8月~9月の80日間降水量の年平均差最小値	S5	C	D	A	C	A	D	D	D	D	A	D	D	C	D	D	D	D	C	D	D	A	A	5 / 9	△	0.56
		6月~8月降水量	S6	C	D	A	D	A	C	D	D	D	A	D	D	C	D	D	C	D	C	C	D	A	A	5 / 11	△	0.45

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))

■: 既往渇水年

4. 既往渇水の分析(利根川)

(3)渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

- 単一の渇水指標では適合性が低い場合でも渇水指標を組み合わせる(渇水の発生する要因を2つとする)ことで、適合性を向上する。
- 渇水指標の組み合わせケースとして以下を設定。
 - 冬渇水組み合わせケース
 - ・1月1初期貯水量(W1、W2) × 融雪期回復量(W3) : $W1 \times W3$ 、 $W2 \times W3$
 - 夏渇水組み合わせケース
 - ・1月1初期貯水量(S1) × 融雪期回復量(S3) : $S1 \times S3$
 - ・1月1初期貯水量(S1) × 夏期低減量(S5、S6) : $S1 \times S5$ 、 $S1 \times S6$
 - ・融雪期回復量(S3) × 夏期低減量(S5、S6) : $S3 \times S5$ 、 $S3 \times S6$

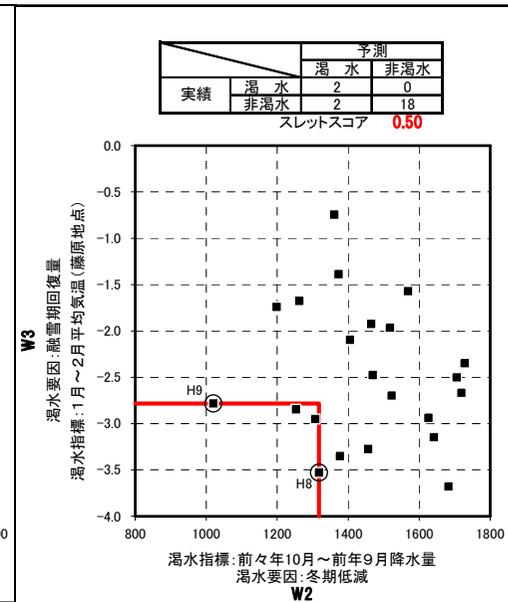
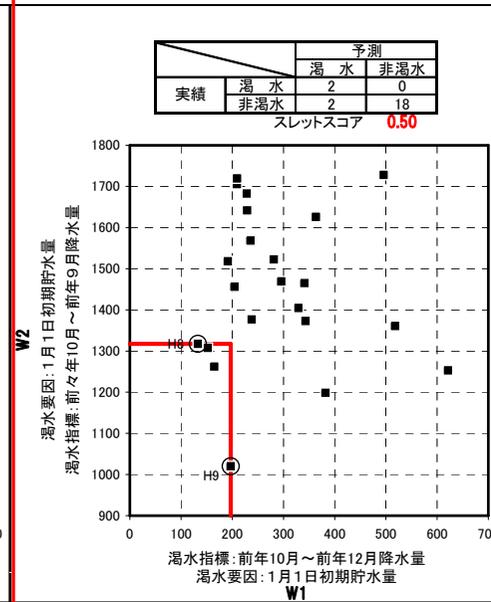
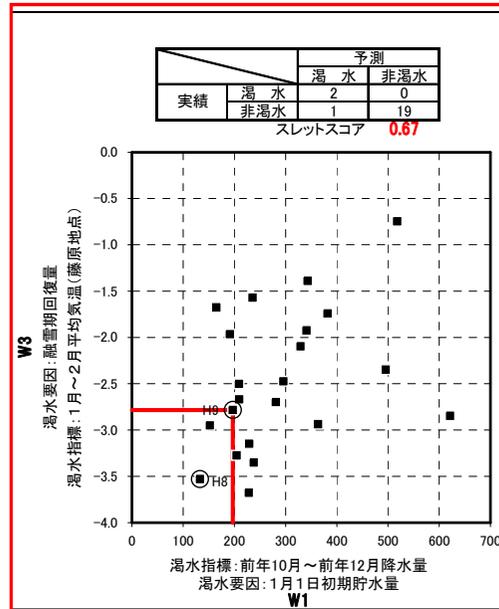
4. 既往渇水の分析(利根川)

(3) 渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

1) 冬渇水

以下の組み合わせケースのうち、W1×W3がスレットスコア0.67と最も高い。

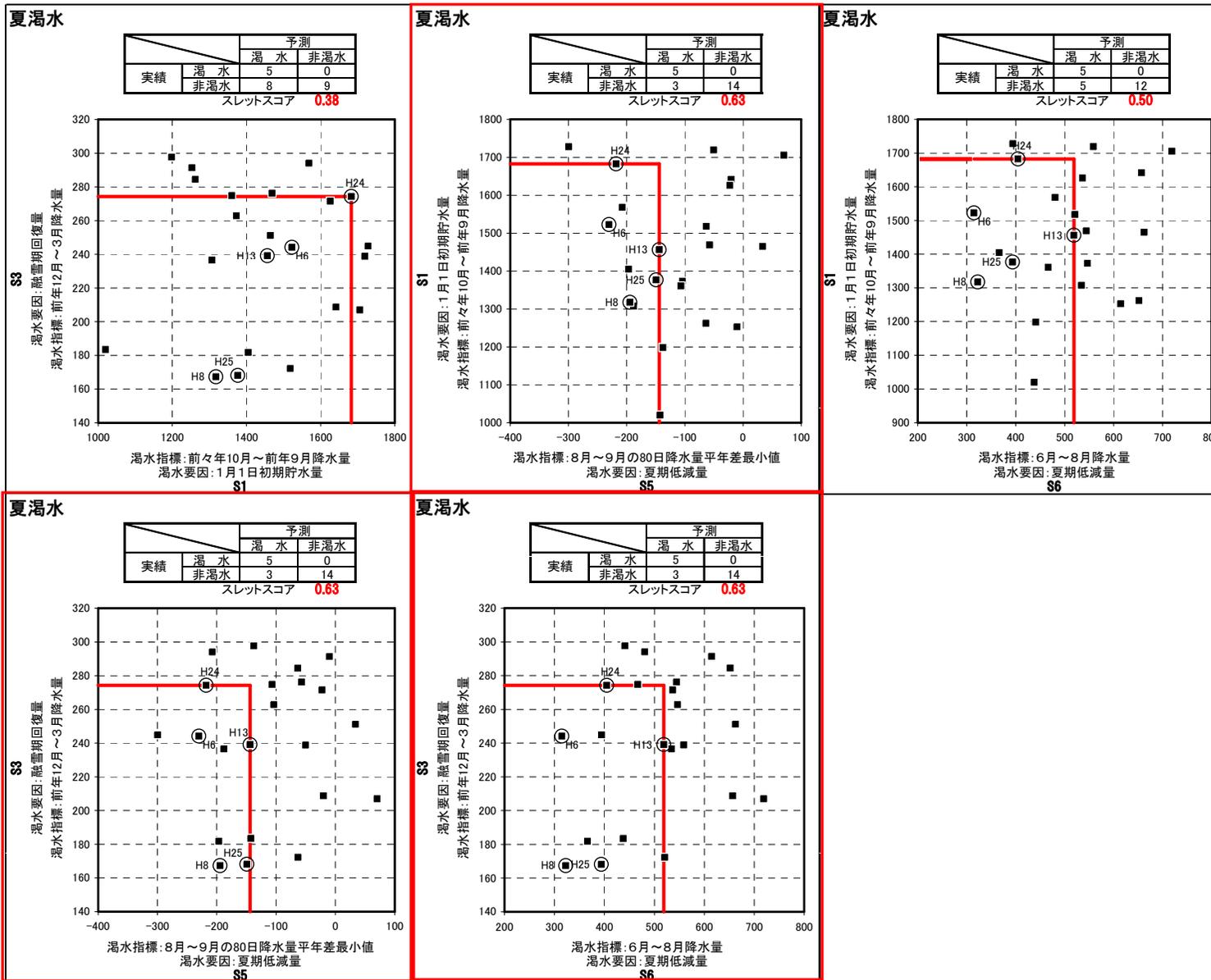
・1月1日初期貯水量(W1、W2)×融雪期回復量(W3) : W1×W3、W2×W3 + 第4回提示(W1×W2)



4. 既往渇水の分析(利根川)

2)夏渇水

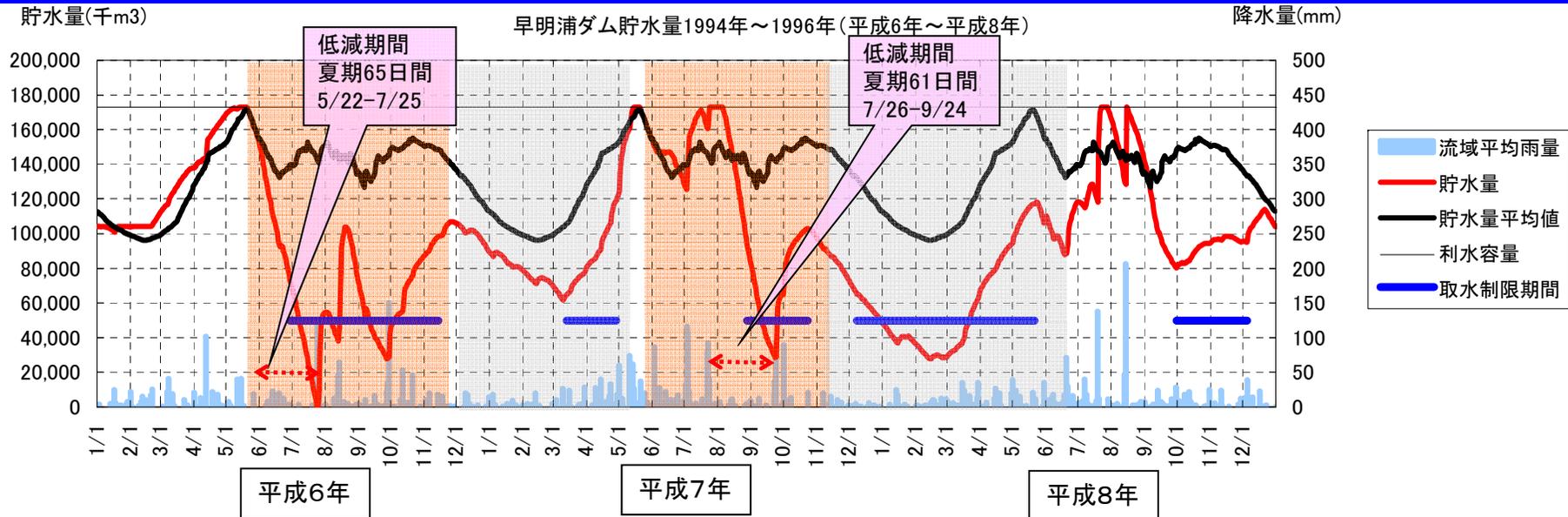
以下の組み合わせケースの内、S1×S5、S3×S5、S3×S6がスレットスコア0.63と最も高い。



4. 既往渇水の分析(吉野川)

(1) 渇水要因の把握と各渇水要因に対する渇水指標候補の設定

- 吉野川では近年H6、H7、H8、H13、H17、H20年に渇水が発生しており、H4年～H25年までの降水量を対象として渇水指標を検討した。
- 渇水発生要因、渇水指標の検討方針: 吉野川では6-9月の期間に貯水量が低減する(利根川のように貯水量低減時期が一定していない)。このため、夏期の渇水では、30~90日程度の期間における少雨の影響を比較分析する。具体的には、6-9月における30,60,90日降水量(または移動平均降水量、降水量平年差)について渇水指標としての適合性を比較した。



渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由
夏期(5月～10月)低減量	5月～10月の60日間降水量最小値	設定した夏期の低減期間の前60日間降水量がダム貯水量の変動に関係するため
	5月～10月の60日間降水量の平年差最低値	
冬期(前年11月～4月)低減量	前年11月～4月における90日間降水量最小値	設定した冬期の低減期間の前90日間降水量がダム貯水量の変動に関係するため
貯水量低減	20日間降水量最小値 (期間を限定しない)	通年での前20日間降水量がダム貯水量の変動に関係するため

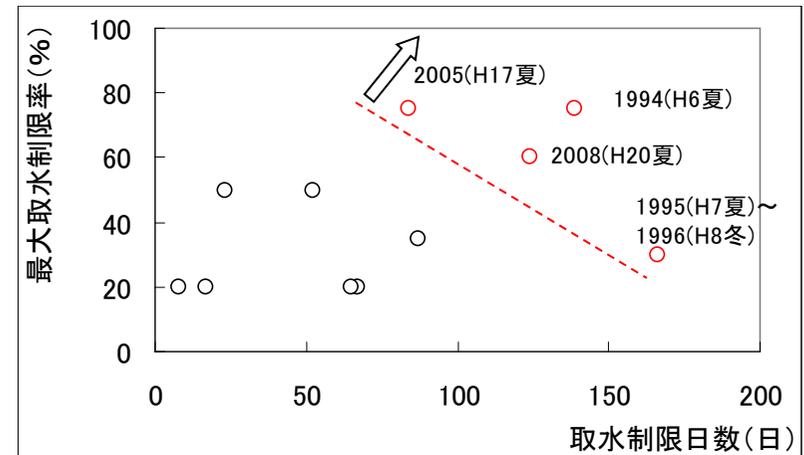
4. 既往渇水の分析(吉野川)

(2)各渇水指標に対するスレツトスコアによる適合性の評価

1)第4回検討会での適合性評価結果

➤ 第4回検討会において吉野川では、大規模の渇水として最大取水制限率や取水制限日数、ダムの枯渇状況を勘案し、対象渇水を右図のように選定した。

■対象渇水の選定



渇水要因	渇水指標	平成5年(1993年)	平成6年(1994年)	平成7年(1995年)	平成8年(1996年)	平成9年(1997年)	平成10年(1998年)	平成11年(1999年)	平成12年(2000年)	平成13年(2001年)	平成14年(2002年)	平成15年(2003年)	平成16年(2004年)	平成17年(2005年)	平成18年(2006年)	平成19年(2007年)	平成20年(2008年)	渇水指標に対する一致割合※1	評価	スレツトスコア※2
D1	夏期低減量 5月～10月における60日降水量最小値		○	○	○					○				○			○	5/6	☆	0.83
D2	夏期低減量 5月～10月における60日降水量の平年差最小値		○	○	○		○			○				○			○	5/7	☆	0.71
D3	冬期低減量 前年11月～4月における90日降水量最小値	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5/15	×	0.33
D4	貯水量低減 20日降水量最小値	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5/15	×	0.33

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))

■スレツトスコア評価表

○ : 渇水指標より見出した渇水年
 ◻ : 既往渇水年

スレツトスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水指標の適合性は以下で評価した。
 一致割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×

4. 既往渇水の分析(吉野川)

(2)各渇水指標に対するスレツトスコアによる適合性の評価

2)本検討での対象渇水と適合性の評価結果

- 対象渇水: 渇水頻度のリスク評価のため、取水制限を実施した全ての年を対象。
- 渇水指標: 対象渇水の拡大に際し、渇水指標も夏期低減と冬期低減に分離して再設定(D4の夏渇水用の評価としてDR9を追加)。
- どの指標も6割以上の一致割合であることから単独指標として適合性は良いが、二つの渇水指標を組み合わせた場合の更なる向上効果についても次項で整理。
- 組合せケースは以下に対して実施

○夏渇水

- ・夏期低減(DR1、DR2、DR3、DR4、DR6) × 貯水量低減(DR9)
- (参考としてDR8での組み合わせも実施)
- ・夏期低減同士での最小値と平年差最低との組み合わせ(DR4 × DR1、DR3、DR5)

○冬渇水 ・冬期低減(DR7) × 貯水量低減(DR8)

■スレツトスコア評価表

スレツトスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水指標の適合性は以下で評価した。
一致割合 6割以上 ☆ 4~6割 △ 4割未満 ×

データ見直し結果

■夏渇水

第4回 検討会 の番号	渇水要因	渇水指標	S2 1977	S3 1978	S4 1979	S5 1980	S6 1981	S7 1982	S8 1983	S9 1984	S60 1985	S61 1986	S62 1987	S63 1988	H1 1989	H2 1990	H3 1991	H4 1992	H5 1993	H6 1994	H7 1995	H8 1996	H9 1997	H10 1998	H11 1999	H12 2000	H13 2001	H14 2002	H15 2003	H16 2004	H17 2005	H18 2006	H19 2007	H20 2008	H21 2009	H22 2010	H23 2011	H24 2012	H25 2013	渇水指標に 対する一致 割合※1	評価	スレツト スコア ※2	
-	夏期低減量	30日降水量 最小値 5/1-10/31	DR1	A	C	C	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	D	A	D	A	A	A	C	A	C	A	A	A	D	C	A	C	A	A	A	C	D	A	A	20 / 33	☆	0.61
-		30日降水量平年差 最低値 5/1-10/31	DR2	A	C	C	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	D	A	D	A	A	A	D	A	C	A	A	A	D	C	A	C	A	A	A	C	C	A	A	20 / 33	☆	0.61
D1		60日降水量 最小値 5/1-10/31	DR3	A	C	C	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	D	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	C	D	A	D	A	A	A	C	C	A	A	20 / 34	△	0.59
D2		60日降水量平年差 最低値 5/1-10/31	DR4	A	C	D	D	C	A	A	C	C	A	C	A	D	A	D	A	D	A	A	A	D	A	D	A	A	A	C	D	A	D	A	A	A	C	D	A	A	20 / 27	☆	0.74
-		90日降水量 最小値 5/1-10/31	DR5	A	C	C	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	D	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	C	C	A	D	A	A	A	C	C	A	A	20 / 35	△	0.57
-		90日降水量平年差 最低値 5/1-10/31	DR6	A	C	C	D	C	A	A	C	C	A	C	A	D	A	C	A	C	A	A	A	D	A	D	A	A	A	D	D	A	C	A	A	A	C	D	A	A	20 / 30	☆	0.67
D4'		20日降水量 最小値 1/1-10/31	DR9	A	C	D	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	D	C	A	C	A	A	A	C	C	A	A	20 / 35	△	0.57

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))
 ※D4'(DR9): D4(DR8)は過年評価の為、夏渇水用として期間を10/31に短縮した指標を追加

■: 既往渇水年

■冬渇水

第4回 検討会 の番号	渇水要因	渇水指標	S2 1977	S3 1978	S4 1979	S5 1980	S6 1981	S7 1982	S8 1983	S9 1984	S60 1985	S61 1986	S62 1987	S63 1988	H1 1989	H2 1990	H3 1991	H4 1992	H5 1993	H6 1994	H7 1995	H8 1996	H9 1997	H10 1998	H11 1999	H12 2000	H13 2001	H14 2002	H15 2003	H16 2004	H17 2005	H18 2006	H19 2007	H20 2008	H21 2009	H22 2010	H23 2011	H24 2012	H24 2012	渇水指標に 対する一致 割合※1	評価	スレツト スコア ※2	
D3	冬期低減量	90日降水量 最小値 前年1/1-4/30	DR7	C	D	D	D	D	C	C	A	C	D	A	A	D	D	D	D	D	A	A	C	D	A	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	6 / 12	△	0.50
D4	貯水量低減	20日降水量 最小値 1/1-12/31	DR8	C	D	C	C	C	C	C	A	C	C	A	A	D	D	D	C	C	A	A	C	C	A	C	C	C	D	C	C	C	C	D	D	D	C	C	D	6 / 28	×	0.21	

※DR8はスレツトスコア上の適合率が低い、組み合わせとして採用

4. 既往渇水の分析(吉野川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

2)本検討での対象渇水と適合性の評価結果

■対象渇水の整理

- ▶ 対象渇水:対象渇水は取水制限を実施した全ての年を対象(下表は過去の取水制限が発生した時期を整理)
- ▶ 表中5~10月を夏渇水、11~4月を冬渇水として分類

	冬渇水として判断				夏渇水として判断						翌年冬渇水として評価		渇水判断	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	夏	冬
1977													○	
1978														
1979														
1980														
1981														
1982													○	
1983													○	
1984														
1985														○
1986													○	
1987														
1988													○	○
1989														○
1990													○	
1991														
1992													○	
1993														
1994													○	
1995													○	○
1996													○	○
1997														
1998													○	
1999														○
2000													○	
2001													○	
2002													○	
2003														
2004														
2005													○	
2006														
2007													○	
2008													○	
2009													○	
2010														
2011														
2012													○	

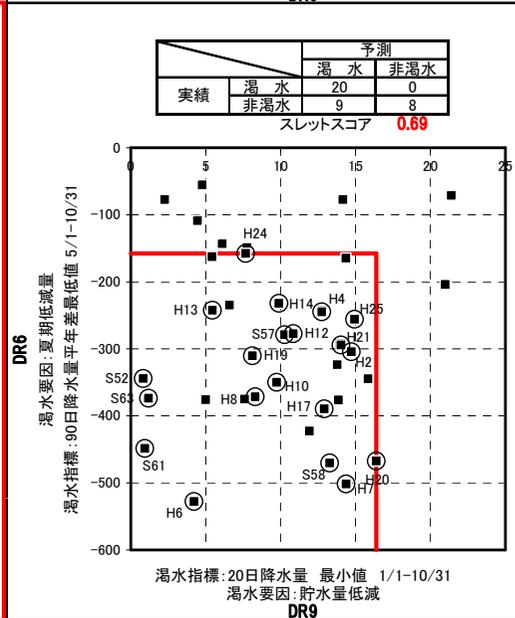
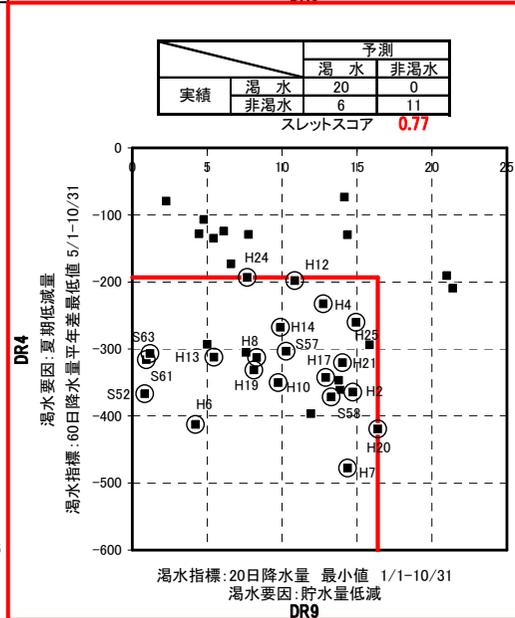
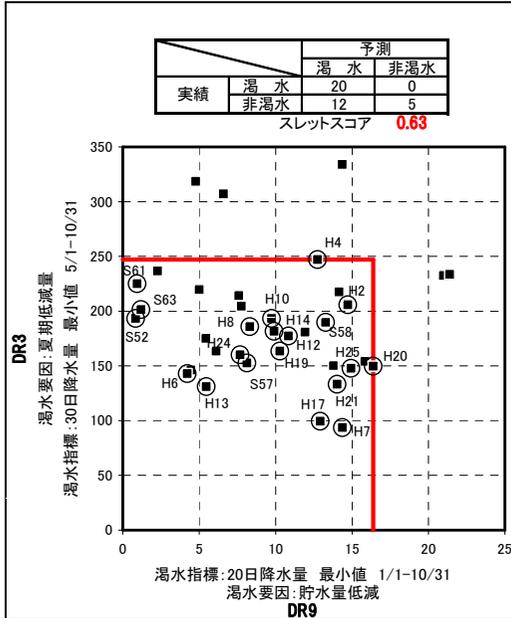
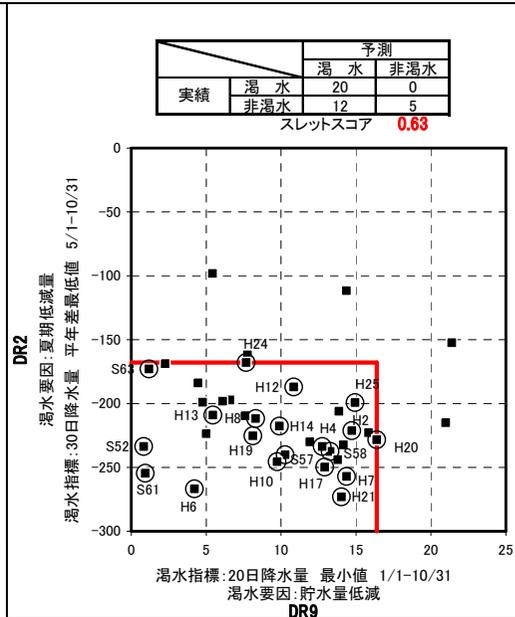
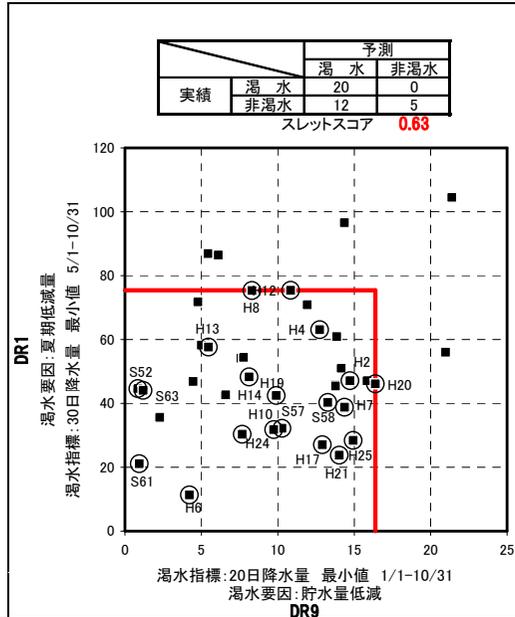
※上表は概略の取水制限状況を示すため、取水制限の開始、解除日は、10日間隔で四捨五入して記載した。

4. 既往渇水の分析(吉野川)

(3) 渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

■ 夏渇水

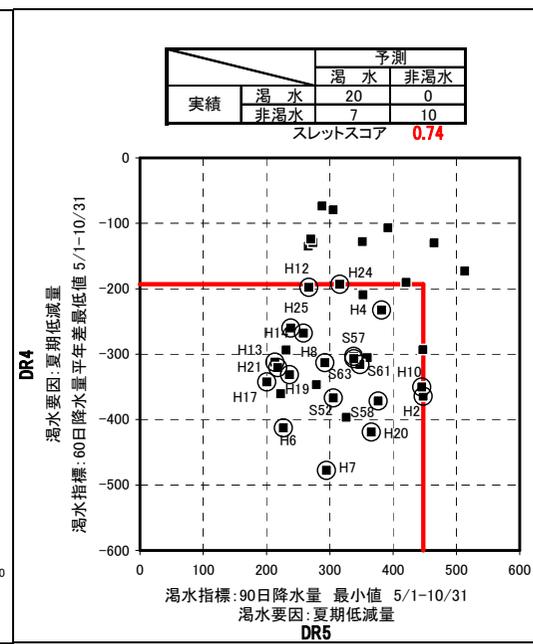
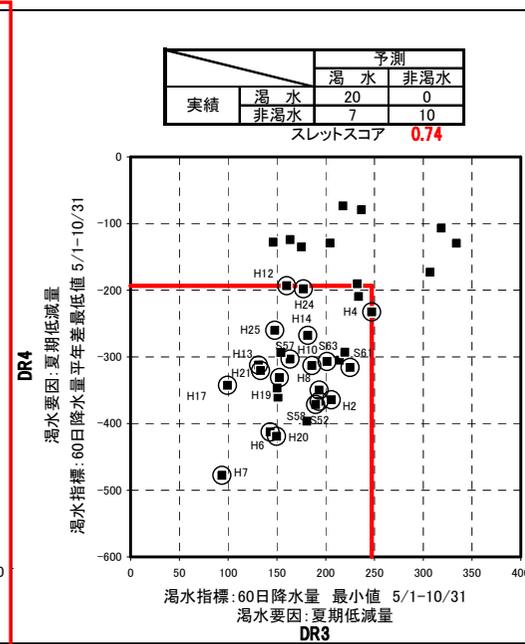
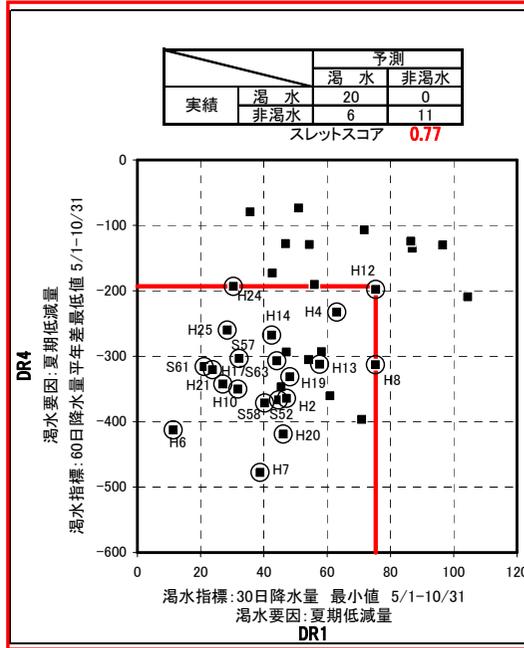
DR4 × DR9、DR4 × DR1の組み合わせがスレツスコア0.77と最も高い。



4. 既往渇水の分析(吉野川)

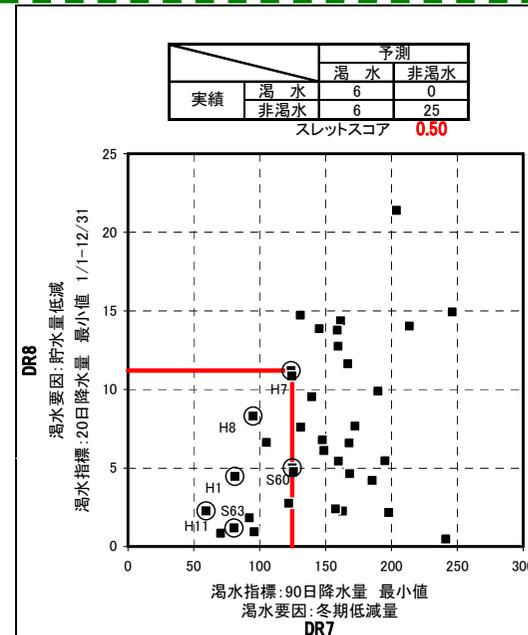
(3) 渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

■ 夏渇水



■ 冬渇水

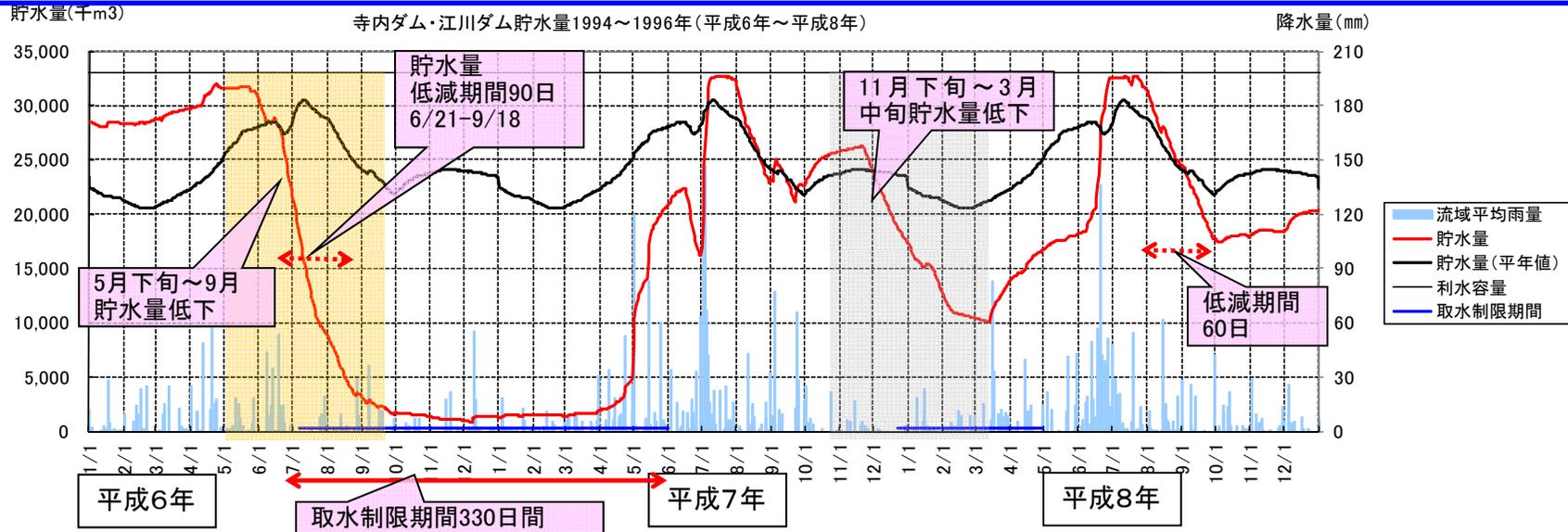
DR7×DR8の組み合わせでスレットスコア0.50となった。



4. 既往渇水の分析（筑後川）

(1) 渇水要因の把握と各渇水要因に対する渇水指標候補の設定

- 筑後川では近年H6、H14年に渇水が発生しており、H4年～H25年までの降水量を対象として渇水指標を検討した。
- 渇水発生要因、渇水指標の検討方針：筑後川は冬渇水から連続して夏渇水へ移行する長期的な渇水が発生する場合もあることから、今回、夏渇水と冬渇水に区分して渇水指標を検討した。



渇水要因		渇水指標	渇水指標選定理由		
夏渇水	夏期貯水量低減	5月～9月降水量	夏期低減期間における降水量及び連続少雨日数が関係するため		
		7月～8月降水量(第4回から追加)			
		5月～9月連続少雨日数			
		6月～8月の90日間降水量の平年差最低値			
	各月降水量	6月	7月	8月	9月
冬期降水量 (第4回から追加)	前年10月～2月降水量	夏渇水では冬渇水の影響を受けて継続的に発生する場合があるため			
	前年10月～3月降水量				
	前年10月～4月降水量				
共通	年間貯水量低減	330日降水量の平年差最低値	通年の貯水量低減が長期降水量に関係するため		
	貯水量低減	60日間降水量最小値	通年での特にダム貯水量の低減の厳しい期間の降水量が関係するため		
冬渇水	冬期貯水量低減	前年11月～3月降水量	冬期低減期間における降水量及び連続少雨日数が関係するため		
		前年10月～2月降水量(第4回から追加)			
		前年12月～2月降水量(第4回から追加)			
		前年11月～3月連続少雨日数			

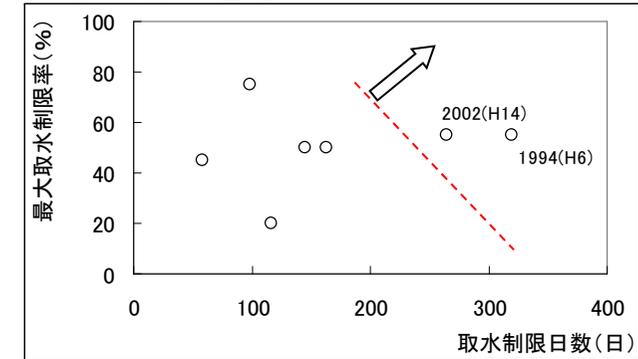
4. 既往渇水の分析(筑後川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

1)第4回検討会での適合性評価結果

➤ 第4回検討会において筑後川での対象渇水は、大規模な渇水として最大取水制限率と取水制限日数を考慮して選定した。

■対象渇水の選定



■スレットスコア評価表

スレットスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水要因	渇水指標	平成5年 (1993年)	平成6年 (1994年)	平成7年 (1995年)	平成8年 (1996年)	平成9年 (1997年)	平成10年 (1998年)	平成11年 (1999年)	平成12年 (2000年)	平成13年 (2001年)	平成14年 (2002年)	平成15年 (2003年)	平成16年 (2004年)	平成17年 (2005年)	平成18年 (2006年)	平成19年 (2007年)	平成20年 (2008年)	渇水指標に対 する一致割合 ※1	評価	スレ ット スコ ア※2
D1	5月～9月降水量		○								○							2/2	☆	1.00
D2	5月～9月連続 少雨日数		○				○				○							2/3	☆	0.67
D3	6月～8月90日 降水量の平年差 最小値		○								○							2/2	☆	1.00
D4	夏期低減量 6月降水量		○			○					○			○		○		2/5	△	0.40
D5	7月降水量		○		○		○	○	○		○		○			○		2/8	×	0.25
D6	8月降水量		○				○				○			○				2/4	△	0.50
D7	9月降水量		○								○	○				○		2/4	△	0.50
D8	冬期低減量 前年11月～3月 降水量	○	○	○	○	○					○	○		○	○	○	○	2/13	×	0.15
D9	前年11月～3月 連続少雨日数	○	○	○	○	○					○	○		○	○	○	○	2/15	×	0.13
D10	年間低減量 330日降水量の 平年差最小値	○	○	○							○	○						2/7	×	0.29
D11	貯水量低減 60日降水量最 小値		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○	○		2/12	×	0.17

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))

○ : 渇水指標より見出した渇水年
 ◻ : 既往渇水からの渇水年(H6年、H14年)

渇水指標の適合性は以下で評価した。
 一致割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×

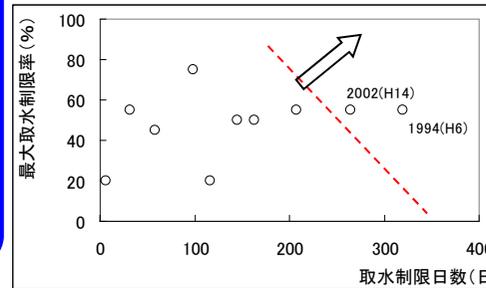
4. 既往渇水の分析(筑後川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

2)第4回検討会での対象年延伸による渇水と適合性の評価結果

- 対象年: S53年の寺内ダム完成後を対象(S54年~H25年を対象)
- 対象渇水: 第4回と同様で、大規模の渇水として最大取水制限と取水制限日数を勘案して選定。
- 評価結果: 適合性はDR1~3は第4回と同様で良いが、その他は適合性が悪くなることから、対象渇水の考え方を次項で見直す。

■対象洪水の選定



■スレットスコア評価表

スレットスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水指標の適合性は以下で評価した。
一致割合 6割以上 ☆ 4~6割 △ 4割未満 ×

データ見直し結果

第4回検討会の番号	渇水要因	渇水指標	年																									渇水指標に対する一致割合※1	渇水指標に対する一致割合※1	評価	スレットスコア※2									
			S54 1979	S55 1980	S56 1981	S57 1982	S58 1983	S59 1984	S60 1985	S61 1986	S62 1987	S63 1988	H1 1989	H2 1990	H3 1991	H4 1992	H5 1993	H6 1994	H7 1995	H8 1996	H9 1997	H10 1998	H11 1999	H12 2000	H13 2001	H14 2002	H15 2003					H16 2004	H17 2005	H18 2006	H19 2007	H20 2008	H21 2009	H22 2010	H23 2011	H24 2012
D1	夏期低減量	降水量合計値 5/1-9/30	DR1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	2 / 2	1.00	☆	1.00	
D2		連続少雨日数※3 最大値 5/1-9/30	DR2	D	D	D	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	C	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	C	D	D	C	2 / 6	0.33	×	0.33	
D3		90日降水量年差最低値 6/1-8/31	DR3	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	2 / 3	0.67	☆	0.67
D4		降水量合計値 6/1-6/30	DR4	D	D	D	C	D	D	D	D	D	C	D	D	D	A	C	D	C	D	D	D	D	A	D	D	C	D	C	D	D	D	D	D	2 / 8	0.25	×	0.25	
D5		降水量合計値 7/1-7/31	DR5	D	D	D	D	D	C	D	D	D	D	C	D	D	C	D	C	D	C	C	C	D	A	D	C	D	D	D	C	D	D	D	C	2 / 12	0.17	×	0.17	
D6		降水量合計値 8/1-8/31	DR6	D	D	D	D	D	D	C	C	D	D	C	D	D	A	D	D	D	C	D	D	D	A	D	D	C	D	D	D	D	C	D	D	2 / 8	0.25	×	0.25	
D7		降水量合計値 9/1-9/30	DR7	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D	A	D	C	D	C	D	D	D	A	C	D	D	D	D	C	D	D	D	D	2 / 7	0.29	×	0.29	
D8	冬期低減量	降水量合計値 前年11/1-3/31	DR8	C	C	C	C	D	C	C	C	C	D	C	D	C	C	C	C	D	C	C	D	A	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	2 / 24	0.08	×	0.08	
D9		連続少雨日数 前年11/1-3/31	DR9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	2 / 35	0.06	×	0.06	
D10	年間低減量 330日降水量年差最低値 1/1-12/31	DR10	C	D	D	C	D	C	D	D	D	D	D	D	D	C	A	C	D	D	D	C	D	D	A	C	D	C	D	D	D	D	D	D	D	2 / 10	0.20	×	0.20	
D11	貯水量低減 60日降水量最小値 1/1-12/31	DR11	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	A	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	D	C	C	D	2 / 32	0.06	×	0.06		

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))
 ※3: 少雨: 5mm/d未満

■: 既往渇水年

4. 既往渇水の分析(筑後川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

2)本検討での対象渇水と適合性の評価結果

■対象渇水の整理

- 対象渇水:対象渇水は取水制限を実施した全ての年を対象(下表は過去の取水制限が発生した時期を整理)
- 夏表中5~10月を夏渇水、11~4月を冬渇水として分類

	冬渇水として判断				夏渇水として判断						翌年冬渇水として評価		渇水判断	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	夏	冬
1979													○	○
1980														
1981														
1982														
1983													○	
1984													○	
1985														
1986														
1987														
1988														
1989														
1990														
1991														
1992														
1993														○
1994													○	
1995														○
1996														○
1997														
1998														
1999													○	○
2000														
2001														
2002													○	
2003														○
2004														○
2005													○	
2006														○
2007														
2008														○
2009														
2010														○
2011													○	○
2012														

※上表は概略の取水制限状況を示すため、取水制限の開始、解除日は、10日間隔で四捨五入して記載した。

4. 既往渇水の分析(筑後川)

(2)各渇水指標に対するスレットスコアによる適合性の評価

2)本検討での対象渇水と適合性の評価結果

- 対象渇水: 渇水頻度のリスク評価のため、取水制限を実施した全ての年を対象
- 渇水指標: 対象渇水の拡大に際し、渇水指標も夏期低減と冬期低減に分離して再設定(渇水の冬期降水量の影響などを確認するためにDR12、13、14、16を追加した他、夏期降水量についてもDR20を追加)
- どの指標も4割未満の一致割合であり、単独指標としては適合性が低いため、二つの指標を組み合わせた場合の更なる向上効果について次項で確認
- 組合せケースは、単体での適合性が良い以下の渇水指標に対して実施
 - 夏渇水: 夏期低減量(DR5、DR20) × 年間低減量(DR10)
 - 夏期低減量(DR5、DR20) × 貯水量低減(DR11)
 - 夏期低減量(DR5、DR20) × 冬期降水量(DR12、13、14)
 - 冬渇水: 冬期低減量(DR8、DR12、DR16) × 年間低減量(DR10)
 - 冬期低減量(DR8、DR12、DR16) × 貯水量低減: DR11

4. 既往渇水の分析(筑後川)

(2)各渇水指標に対するスレトスコアによる適合性の評価

2)本検討での対象渇水と適合性の評価結果

■スレトスコア評価表

スレトスコア: A/(A+B+C)		予 測	
		渇水あり	渇水なし
実 績	渇水あり	A	B
	渇水なし	C	D

渇水指標の適合性は以下で評価した。
一致割合 6割以上 ☆ 4~6割 △ 4割未満 ×

■夏渇水

第4回 検討会 の番号	渇水要因	渇水指標	S54 1979	S55 1980	S56 1981	S57 1982	S58 1983	S59 1984	S60 1985	S61 1986	S62 1987	S63 1988	H1 1989	H2 1990	H3 1991	H4 1992	H5 1993	H6 1994	H7 1995	H8 1996	H9 1997	H10 1998	H11 1999	H12 2000	H13 2001	H14 2002	H15 2003	H16 2004	H17 2005	H18 2006	H19 2007	H20 2008	H21 2009	H22 2010	H23 2011	H24 2012	H25 2013	渇水指標に 対する一致 割合※1	渇水指標に 対する一致割合 ※1	評価	スレト スコア ※2
D1	夏期 低減量	降水量 合計値 5/1-9/30	DR1	A	D	C	C	A	A	C	C	D	C	C	D	C	D	A	C	C	D	C	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	8 / 30	0.27	×	0.27	
D2		連続少雨日数※3 最大値 5/1-9/30	DR2	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	8 / 35	0.23	×	0.23	
D3		90日降水量年差最 低値 6/1-8/31	DR3	A	C	C	C	A	A	D	D	C	C	C	D	C	D	A	D	C	C	C	A	C	C	A	D	C	A	D	C	C	C	A	C	C	8 / 28	0.29	×	0.29	
D4		降水量 合計値 6/1-6/30	DR4	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	D	A	C	C	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	8 / 34	0.24	×	0.24	
D5		降水量 合計値 7/1-7/31	DR5	A	D	C	D	A	A	C	D	D	C	C	C	C	D	A	D	C	D	C	A	C	C	A	D	C	A	D	D	C	D	C	A	D	C	8 / 23	0.35	×	0.35
D6		降水量 合計値 8/1-8/31	DR6	A	D	C	C	A	A	C	C	D	C	C	C	C	D	A	C	C	C	C	A	C	C	A	D	C	A	D	C	D	C	C	A	C	D	8 / 27	0.30	×	0.30
D7		降水量 合計値 9/1-9/30	DR7	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	D	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	C	D	A	C	C	C	C	C	A	C	C	8 / 33	0.24	×	0.24
-		降水量 合計値 7/1-8/31	DR20	A	D	C	D	A	A	C	D	D	C	C	D	C	D	A	D	C	D	C	A	C	C	A	D	C	A	D	D	C	D	C	A	D	D	8 / 21	0.38	×	0.38
D10	年間 低減量	330日降水量年差 最低値 1/1-12/31	DR10	A	D	C	C	A	A	C	C	D	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	8 / 33	0.24	×	0.24	
D11	貯水量 低減	60日降水量 最小値 1/1-12/31	DR11	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	D	A	C	C	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	D	C	A	C	D	8 / 32	0.25	×	0.25
-	冬期 降水量	降水量 合計値 前年10/1-2/28	DR12	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	D	A	C	D	A	C	C	A	C	C	C	C	C	C	A	D	C	8 / 32	0.25	×	0.25
-		降水量 合計値 前年10/1-3/31	DR13	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	D	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	C	D	A	D	C	8 / 32	0.25	×	0.25
-		降水量 合計値 前年10/1-4/30	DR14	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	D	C	A	C	C	C	D	A	C	C	A	C	C	A	C	C	C	C	D	A	D	C	8 / 31	0.26	×	0.26

※1: 既往渇水年であった年数/渇水指標から見出した渇水年数(A+C)
 ※2: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数(A/(A+B+C))
 ※3: 少雨: 5mm/d未満

■冬渇水

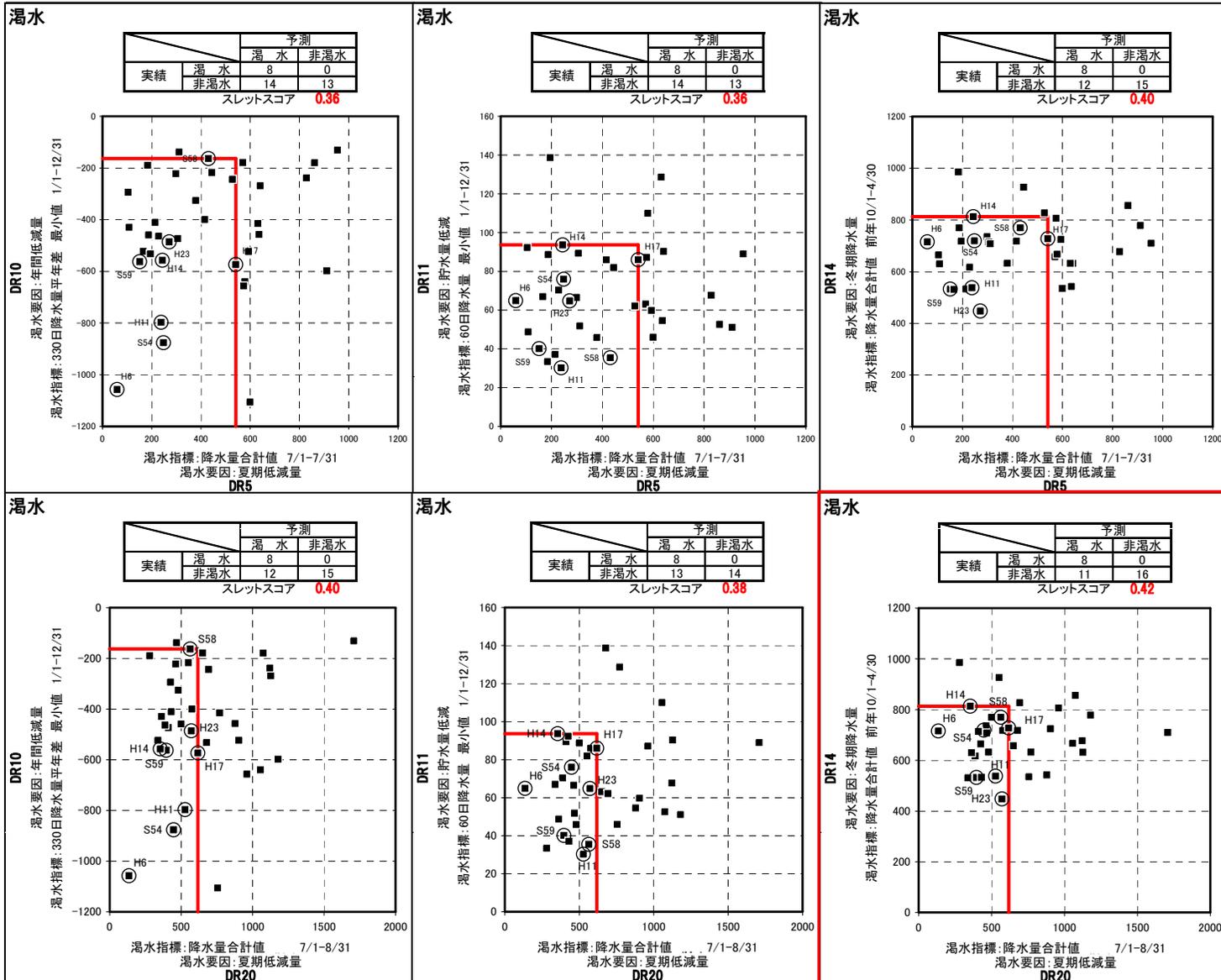
第4回 検討会 の番号	渇水要因	渇水指標	S54 1979	S55 1980	S56 1981	S57 1982	S58 1983	S59 1984	S60 1985	S61 1986	S62 1987	S63 1988	H1 1989	H2 1990	H3 1991	H4 1992	H5 1993	H6 1994	H7 1995	H8 1996	H9 1997	H10 1998	H11 1999	H12 2000	H13 2001	H14 2002	H15 2003	H16 2004	H17 2005	H18 2006	H19 2007	H20 2008	H21 2009	H22 2010	H23 2011	H24 2012	H25 2013	渇水指標に 対する一致 割合※1	渇水指標に 対する一致割合 ※1	評価	スレト スコア ※2	
D8	冬期 低減量	降水量 合計値 前年11/1-3/31	DR8	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	A	C	A	A	C	D	A	C	C	C	A	A	C	A	C	A	C	A	A	D	C	11 / 32	0.34	×	0.34		
-		降水量 合計値 前年10/1-2/28	DR12	A	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	D	A	C	D	D	A	A	D	A	C	A	C	A	A	D	C	11 / 29	0.38	×	0.38	
-		降水量 合計値 前年12/1-2/28	DR16	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	C	C	A	C	A	A	C	D	A	C	D	C	A	A	D	A	C	A	D	A	A	C	D	11 / 28	0.39	×	0.39
D9		連続少雨日数※3 最大値 前年11/1-3/31	DR9	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	C	A	C	C	C	A	A	C	A	C	A	C	A	A	C	C	11 / 35	0.31	×	0.31
D10	年間 低減量	330日降水量年差 最低値 1/1-12/31	DR10	A	D	C	C	D	C	D	C	D	C	C	C	C	A	C	A	A	C	D	A	C	C	C	A	A	C	A	C	A	C	A	A	D	C	11 / 29	0.38	×	0.38	
D11	貯水量 低減	60日降水量 最小値 1/1-12/31	DR11	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	C	A	C	C	C	A	A	C	A	C	A	D	A	A	C	D	11 / 33	0.33	×	0.33	

4. 既往渇水の分析(筑後川)

(3) 渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

▶ 単体指標で適合性の良いDR14 (スレットスコア0.27)とDR20(スレットスコア0.38)の組み合わせがスレットスコア0.42と最も高い。

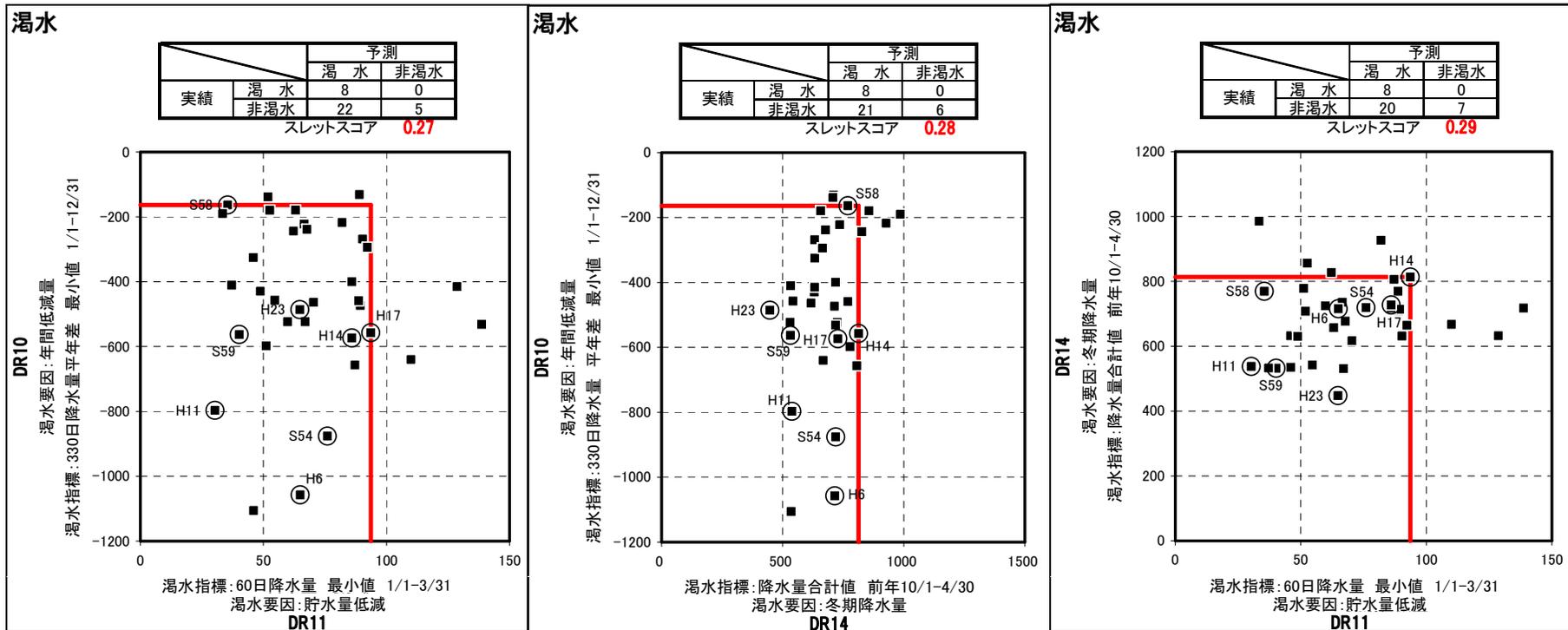
■ 夏渇水



4. 既往渇水の分析(筑後川)

(3) 渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

■ 夏渇水

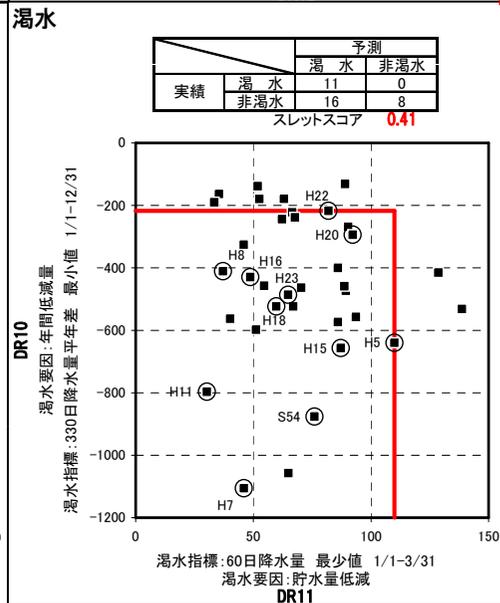
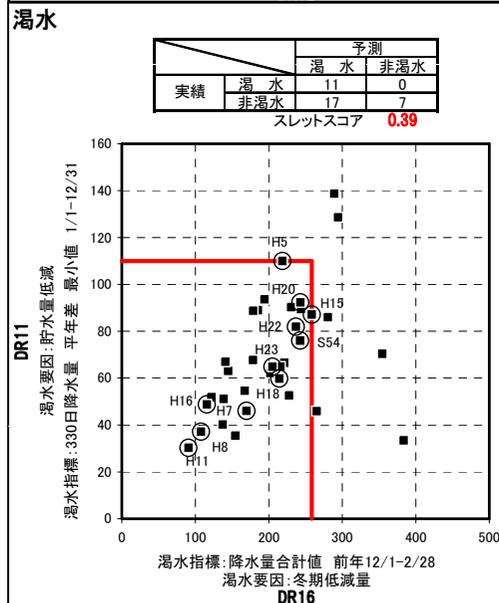
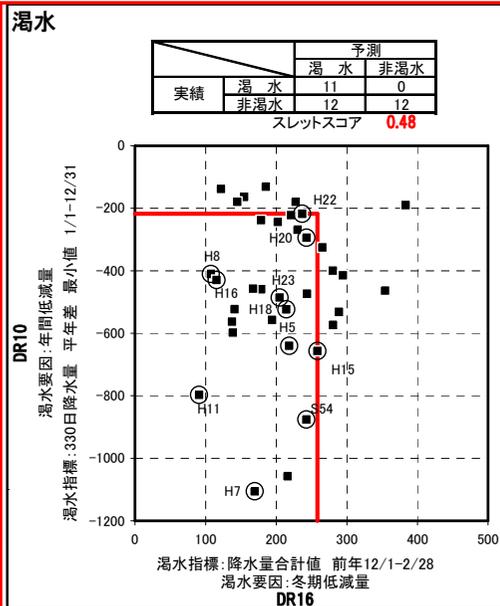
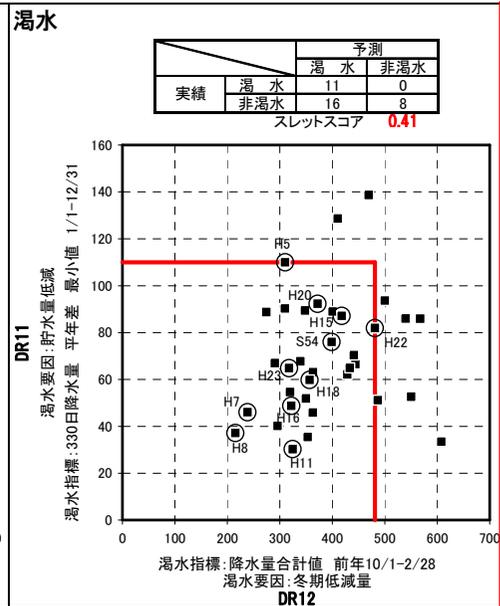
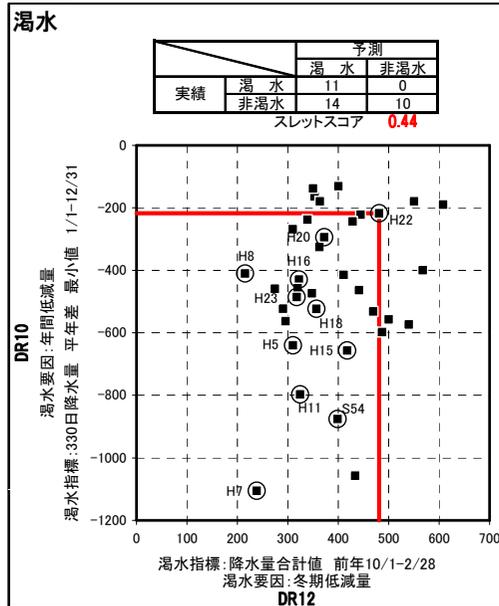


4. 既往渇水の分析(筑後川)

(3) 渇水指標の組み合わせによる適合性の向上

■ 冬渇水

▶ 単体指標で適合性の良いDR12 (スレットスコア0.26)とDR16(スレットスコア0.39)の組み合わせがスレットスコア0.48と最も高い。



4. 既住渇水の分析

4-3 過去の渇水の発生状況

●利根川、吉野川、筑後川の各水系について、近年最大の渇水(H6列島渇水)時に補給し続けた期間および、その間の降水量を基準に、これに到達するまでの期間が基準を超過した年が渇水に相当するか整理する。

利根川水系を例とした渇水リスク整理の考え方

- 平成6年で、6月1日から8月20日までの81日間(基準期間)で貯水量が減少し貯水率が最低レベルとなった。
- この81日間の総降水量は、236.5mm(前橋)。
- この総降水量を目安となる基準降水量とし、基準降水量に到達するのに81日間以上を要する降水パターンは、平成6年と同等かそれ以上の渇水リスクの可能性があり、これを目安として今回整理した。

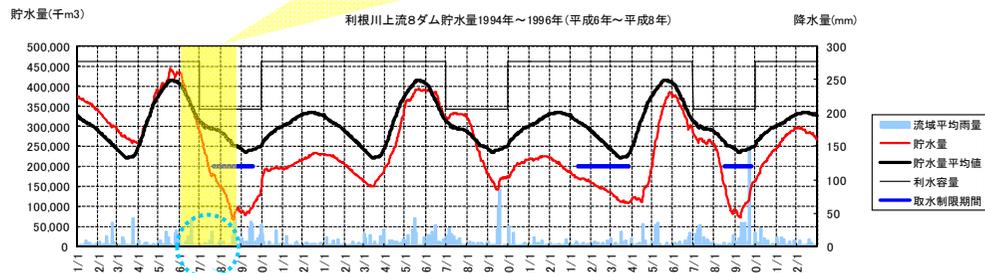
日降水量による集計

- 各水系の4観測地点(前橋、東京、徳島、佐賀)の全ての日降水量データが存在する1897年以降2013年までの間、全ての日において「基準降水量に到達するまでに要した日数」を求める(右図参照)。

各年の8-10月について整理

- 平成6年渇水パターンを考慮し、8月から10月の間で基準降水量に到達するのに要した日数を集計。(遡り集計であるため、5月中旬以降の降水量を集計することとなる)

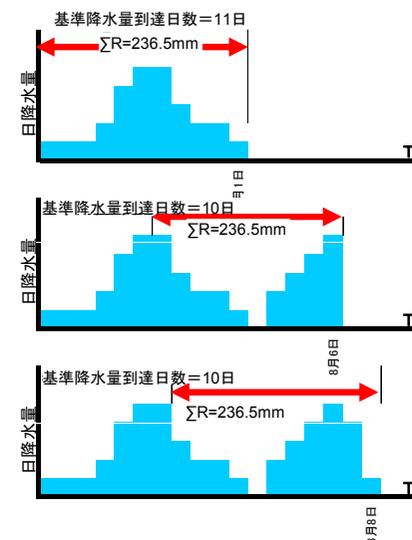
貯水量は、6/1~8/20までの81日間減少し続け、貯水率が最低レベルに落ち込んだ。



6/1~8/20(81日間)の間の降水量は、236.5mm(基準降水量)であり、この基準降水量に到達する日数が81日間を超える降水パターンの場合、H6列島渇水以上の渇水リスクと判断する。

基準降水量到達日数のイメージ

- 基準降水量に到達するのに降水の仕方次第で到達に要する日数は変動



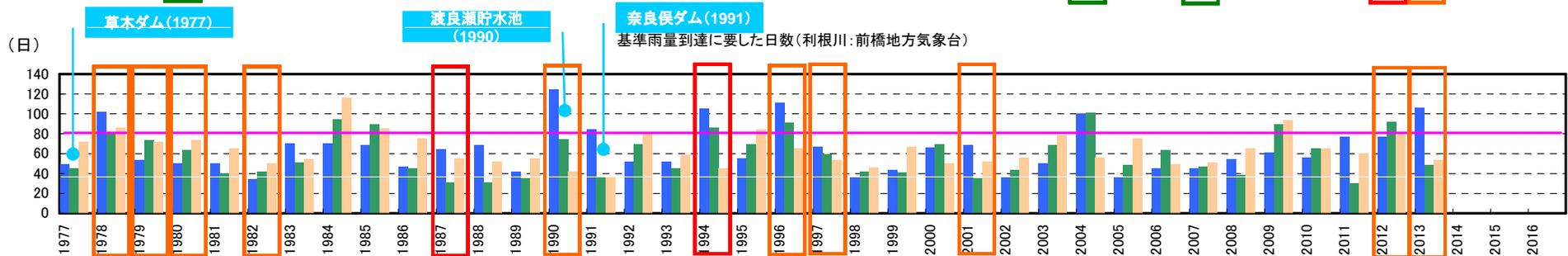
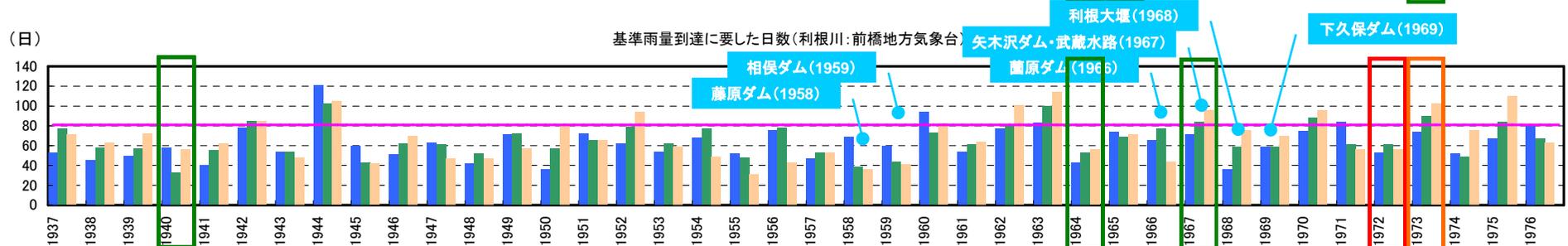
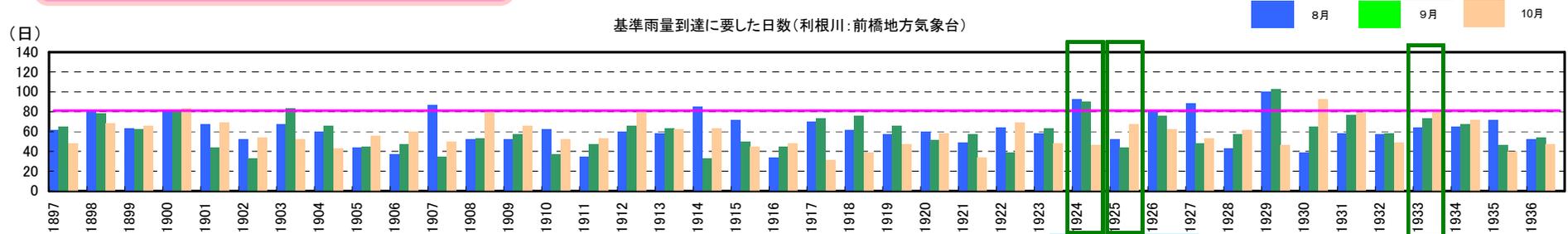
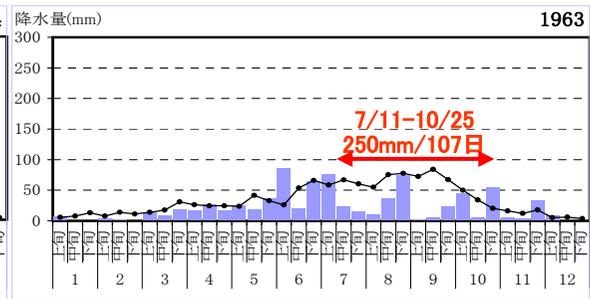
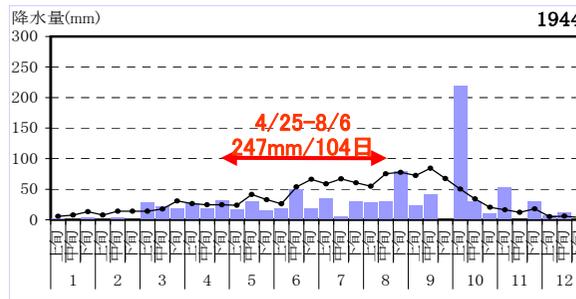
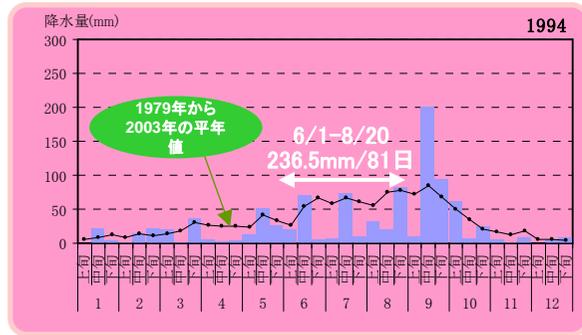
各年の8~10月の全ての日について、基準降水量に到達するのに要した日数をカウントする。

左図で、基準降水量を236.5mmとすると、8月6日、8月8日は10日間であるが、8月1日は11日間要している。これを各日ごとに計算し、最大となる日数を、当月の基準降水量到達日数とする。

4. 既往渇水の分析(利根川)

■既往渇水の分析(利根川・前橋地方気象台)

累積降水量が基準降水量に到達するのに要した日数が上位の年について、最大の日数を要した期間を矢印とともに表記した。基準とした平成6年(列島渇水)よりも累積降水量到達期間が長くなる年もあり実際に渇水となっている。

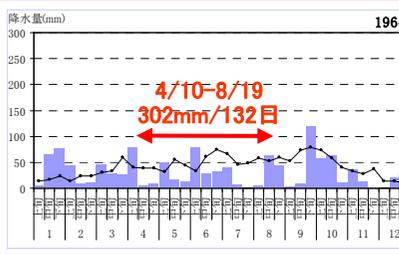
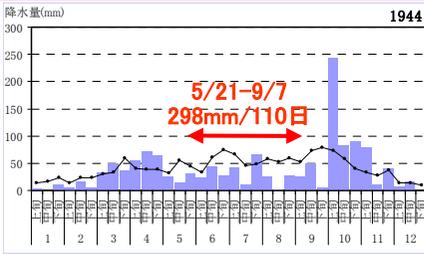
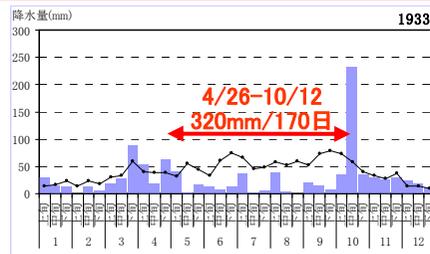
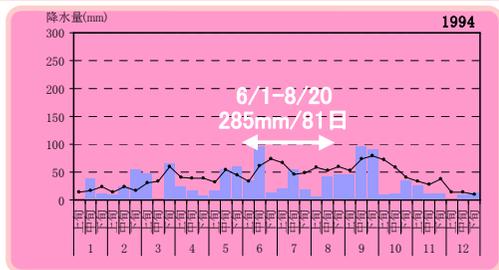


注) 赤色:給水制限実施、オレンジ色:取水制限実施、水色:自主取水制限実施、緑色:文献等で干ばつ等の発生が確認された年。

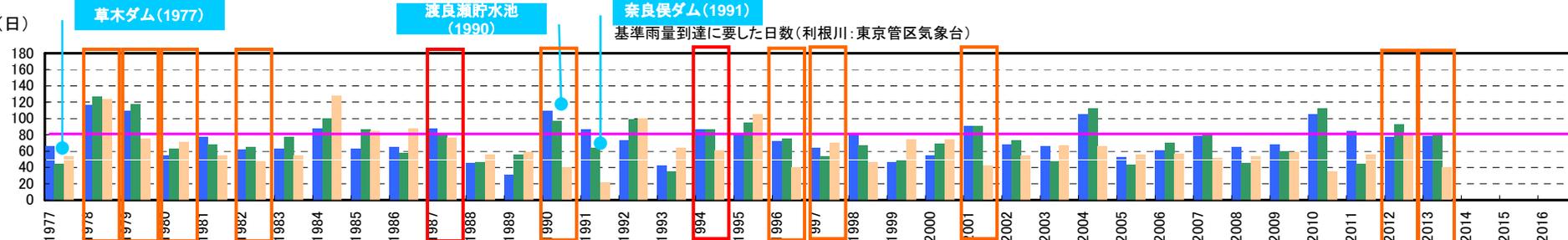
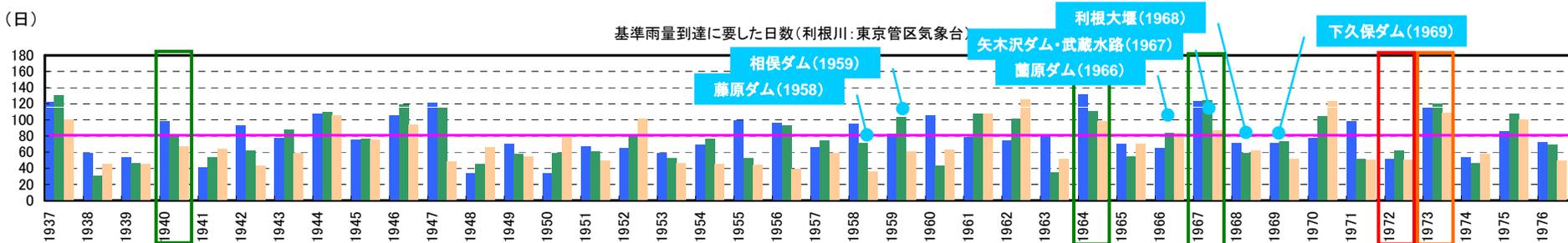
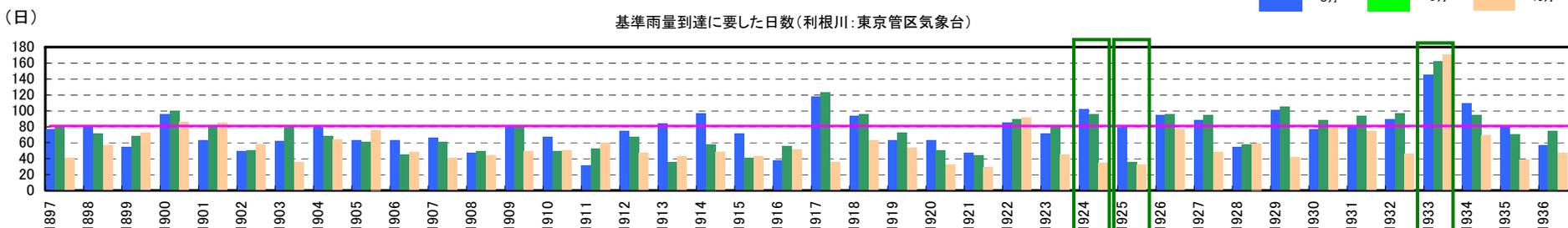
4. 既往渇水の分析(利根川)

■既往渇水の分析(利根川・東京管区気象台)

●平成6年にダム貯水量が低減した6/1から8/20(81日間)の降水量(285mm/81d)を目安とし、この降水量に達するのに81日間以上かかった時期を少雨期間とする。



8月 9月 10月



注) 赤色:給水制限実施、オレンジ色:取水制限実施、水色:自主取水制限実施、緑色:文献等で干ばつ等の発生が確認された年。

4. 既住渇水の分析(利根川)

■利根川の干ばつ等の状況

西暦	和暦	トピック	出典
1924	T13	利根下流域を襲う大干ばつ(6月下旬から8月上旬まで干天)が干渴地区、大利根地区に深刻な被害を与えた。	利根川河口堰定期報告書(H24.12) 疎水名鑑ホームページ
1925	T14	匠瑛郡内(千葉県)の耕地の5割以上が被害を受ける干害に襲われた。	利根川河口堰定期報告書(H24.12) 匠瑛市「広報そうき No.093 平成25年10月1日」
1933	S8	九十九里平野は、これまでに経験したことのないような大干ばつに見舞われた。	利根川河口堰定期報告書(H24.12) 関東農政局HP
1940	S15	多摩川でも大渇水となり東京水道で時間給水を実施。	利根川河口堰定期報告書(H24.12) 関東農政局HP
1964	S39	利根川水系において取水制限等が行われた。また、多摩川で渇水となった。	利根川上流河川事務所 HP 利根川における主要渇水一覧
1967	S42	5月中旬から東北地方以南の地方では雨が殆ど降らず、利根川も大渇水となり、田植え期と重なった東日本では水不足から田植えのできない地方が続出した。	同上 気象庁 災害をもたらした気象事例
1972	S47	東京都では、給水制限15%が実施された。影響の範囲は、1都2県に及んでいる。	利根川ダム統合管理事務所HP
1973	S48	影響の範囲は、1都2県に及んでいる。	利根川ダム統合管理事務所HP 影響の範囲は「利根川水系上下流交流ホームページ」
1978	S53	影響の範囲は、1都4県に及んでいる。	同上
1979	S54	影響の範囲は、1都4県に及んでいる。	同上
1980	S55	影響の範囲は、1都4県に及んでいる。	同上
1982	S57	影響の範囲は、1都4県に及んでいる。	同上
1987	S62	首都圏渇水。利根川で初めての30%取水制限。東京都では、給水制限15%が実施された。影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	同上
1990	H2	影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	同上
1994	H6	東京都では、給水制限15%が実施された。影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	同上
1996	H8	影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	利根川上流河川事務所 HP 利根川における主要渇水一覧 影響の範囲は「利根川水系上下流交流ホームページ」
1996	H8	影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	利根川ダム統合管理事務所HP 影響の範囲は「利根川水系上下流交流ホームページ」
1997	H9	影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	同上
2001	H13	影響の範囲は、1都5県に及んでいる。	同上
2012	H24	11年ぶりに10%の取水制限が実施される事となった。	同上
2013	H25	利根川上流8ダム貯水量は7月23日0時現在、貯水量50%で、8ダムとして管理開始した平成4年以降、この時期では最も少ない貯水量を記録。	国土交通省 渇水情報総合ポータル 全国の渇水情報 関東地方整備局 災害情報一覧 渇水対策本部

■利根川の取水制限の状況

西暦	和暦	最大取水制限率(%)	取水制限日数(日)	制限開始日	制限終了日
1972	S47	15	40	1972/6/6	1972/7/15
1973	S48	20	22	1973/8/16	1973/9/6
1978	S53	20	58	1978/8/10	1978/10/6
1979	S54	10	41	1979/7/9	1979/8/18
1980	S55	10	40	1980/7/5	1980/8/13
1982	S57	10	22	1982/7/20	1982/8/25
1987	S62	30	71	1987/6/16	1987/8/25
1990	H2	20	45	1990/7/23	1990/9/5
1994	H6	30	60	1994/7/22	1994/9/19
1996	H8	10	76	1996/1/12	1996/3/27
1996	H8	30	41	1996/8/16	1996/9/25
1997	H9	10	53	1997/2/1	1997/3/25
2001	H13	10	18	2001/8/10	2001/8/27
2012	H24	10	23	2012/9/11	2012/10/3
2013	H25	10	56	2013/7/24	2013/9/18

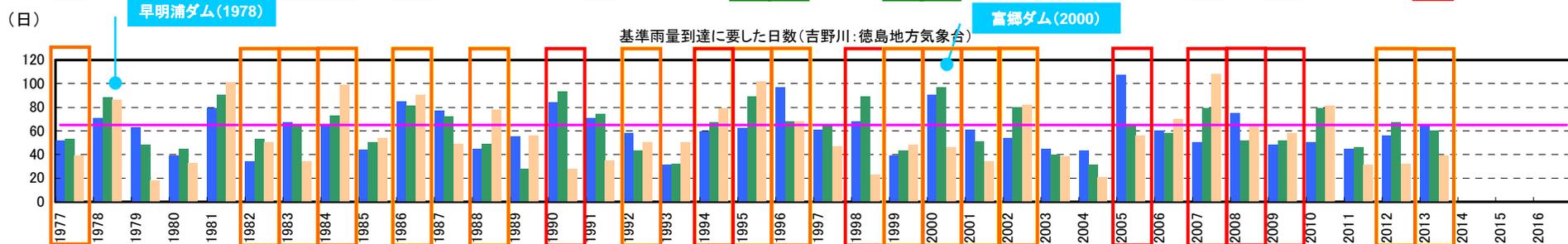
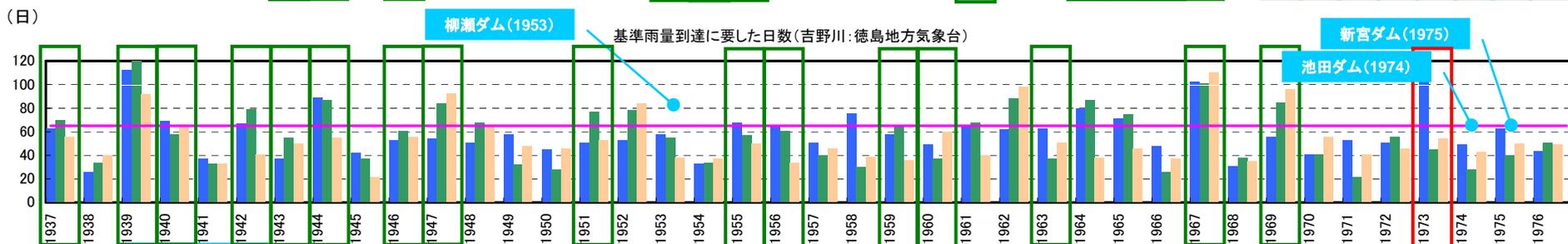
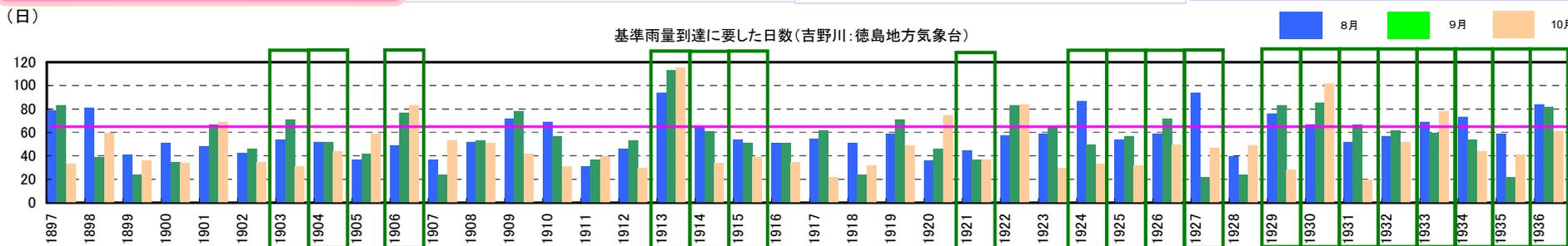
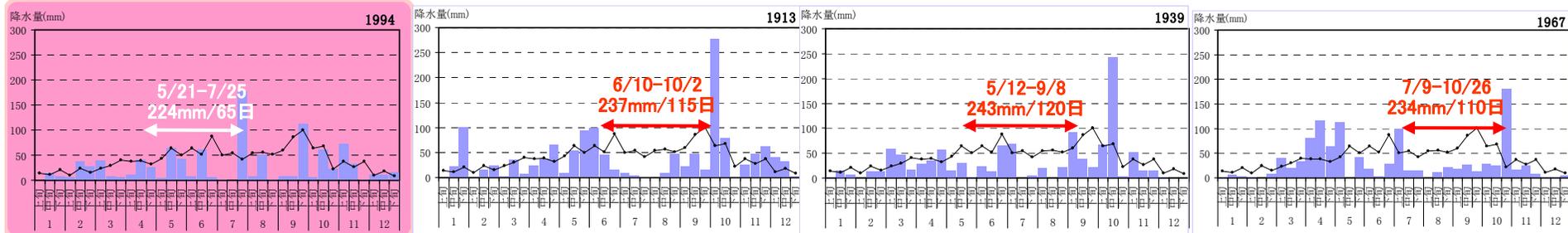
(注)1972(S47)～2012(H24)：利根川ダム統合管理事務所ホームページ掲載情報。その他は、利根川河口堰定期報告書(H24.12)および、水土の礎 (社)農業農村整備情報総合センター、利根川上流河川事務所の各ホームページ各掲載情報等により、記録として記述を確認できた渇水を赤字で示した。ダム完成年月は、利根川ダム統合管理事務所 業務のあらましによる。

(注)トピックについては、出典資料の他、影響の範囲は「利根川水系上下流交流ホームページ」、利根川ダム統合管理事務所HPによる。

4. 既往渇水の分析(吉野川)

■既往渇水の分析(吉野川・徳島地方気象台)

●平成6年にダム貯水量が低減した5/21～7/25(65日間)の降水量(224mm/65d)を目安とし、この降水量に達するのに65日間以上かかった時期を少雨期間とする。



注) 赤色:給水制限実施、オレンジ色:取水制限実施、水色:自主取水制限実施、緑色:文献等で干ばつ等の発生が確認された年。

4. 既往渇水の分析(吉野川)

日降水量記録を整理した1897(M30)年以降、吉野川ダム統管理事務所が早明浦・池田ダムを管理開始(1974年)するまでの災害記録情報を整理し、1975(S50)年の管理開始以降の取水制限記録に基づき整理した。

■吉野川の干ばつ等の状況

西暦	和暦	トピック	出典
1903	M36	7月末から9月上旬にかけて晴天が続き、この間の降雨量は9.3ミリで、住民は旱害に苦しんだ。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「吉野川百年史」1993
1904	M37	大干ばつが発生した。これが契機になり、井内恭太郎らの尽力により、麻名用水が明治45年(1912)に完成した。	国土交通省四国地方整備局・国土交通省国土地理院編「川と人の歴史ものがたり」
1906	M39	8月、干ばつ。徳島の8月降水量は21.2ミリで、少雨として第4位である。9月に時々雨が降り、水稲の収穫は並となった。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「吉野川百年史」1993
1913	T2	大干害により植え付けできず、作物も枯れ大凶作。(新聞記事による)	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「吉野川百年史」1993
1914	T3	7月、干天。8月、大干ばつ。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「徳島工事五十年史」(1997)
1915	T4	7月、干ばつ。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「徳島工事五十年史」(1997)
1921	T10	7月～8月、干ばつ。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「徳島工事五十年史」(1997)
1924	T13	6月～8月、干ばつにより被害。(徳島気象台の記録による)	徳島県史編さん委員会編「徳島県災異誌」(徳島県史編さん委員会、1962年)、43頁
1925	T14	水害、旱害。(吉野川治水年表による)	建設省徳島工事事務所編「写真集 吉野川百年史 資料編」(1991)
1926	T15	8月、干ばつ。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「徳島工事五十年史」(1997)
1927	S2	6月～7月、干ばつ。	建設省四国地方建設局徳島工事事務所編「徳島工事五十年史」(1997)
1929	S4	1月雨量は10ミリ程度、2月も28日の大量降雨を除けば20ミリ前後で、2ヶ月少雨が続いたため水不足になったところも出た。	徳島地方気象台編「徳島県自然災害誌」(徳島県、1997年)、70頁
1929	S4	7月～8月、干ばつにより農作物被害多。(徳島気象台の記録による)	市場町史編纂委員会編「市場町史」(市場町、1996年)、71頁
1930	S5	7月中旬まで降雨なし、田植えできず。「(大西知平日誌)」による	三加茂町史編纂委員会編「三加茂町史 復刻版」(三加茂町、2006年)、1048頁
1931	S6	7月、干害と低温により農作物不作。(徳島気象台の記録による)	市場町史編纂委員会編「市場町史」(市場町、1996年)、71頁
1932	S7	7月、干ばつにより被害大。(徳島気象台の記録による)	市場町史編纂委員会編「市場町史」(市場町、1996年)、71頁
1933	S8	6月29日～8月2日まで、35日間干ばつ。	阿波町史編纂委員会編「阿波町史」(阿波町、1979年)、80頁
1934	S9	6月～8月、干ばつにより農作物に被害。(徳島気象台の記録による)	市場町史編纂委員会編「市場町史」(市場町、1996年)、71頁
1935	S10	7月6日～8月4日まで、30日間干ばつ。	阿波町史編纂委員会編「阿波町史」(阿波町、1979年)、80頁
1936	S11	7月23日～8月15日まで、24日間干ばつ。	阿波町史編纂委員会編「阿波町史」(阿波町、1979年)、80頁
1937	S12	7月20日～8月21日まで、23日間干ばつ。	阿波町史編纂委員会編「阿波町史」(阿波町、1979年)、80頁
1939	S14	大旱害により村に一粒の米もなし。	大俣村誌編纂委員会編「大俣村誌」(大俣村、1955年)、442頁
1940	S15	年間を通して少雨となった。平年よりも多いのはわずかに6月のみであった。／雨乞い数回。「(木頭村誌)」による	徳島地方気象台編「徳島県自然災害誌」(徳島県、1997年)、90頁
1942	S17	梅雨は7月3日で終わり、俄雨のほかまとまって降雨がなく8月4日に及んだ。	徳島地方気象台編「徳島県自然災害誌」(徳島県、1997年)、94頁
1943	S18	5月11日、干ばつにより被害大。(徳島気象台の記録による)	市場町史編纂委員会編「市場町史」(市場町、1996年)、71頁
1944	S19	田植期から8月初旬まで降雨がなく、大干ばつ。県下で植え付け不能面積7,000haに及んだ。	古高松郷土誌編纂委員会編「古高松郷土誌」(高松東部農業協同組合古高松支所、1977年)、574頁
1946	S21	6月、干ばつにより麦作不作。(徳島気象台の記録による)	市場町史編纂委員会編「市場町史」(市場町、1996年)、71頁
1947	S22	7月下旬から9月上旬にかけて少雨のため、特に干ばつとなった。	徳島地方気象台編「徳島県自然災害誌」(徳島県、1997年)、107-108頁
1951	S26	7月下旬から8月中旬まで連日晴天が続いた。このため、炎熱、干ばつに苦しみ、農作物に被害を出した。	栗林郷土誌編纂委員会編「栗林郷土誌」(栗林地区地域おこし事業推進委員会、1996年)、35頁
1955	S30	7月24日から8月21日まで、干天は28日間連続した。8月21日の前線性降雨は農家や発電関係に喜ばれた。	徳島県史編さん委員会編「徳島県災異誌」(徳島県史編さん委員会、1962年)、72頁
1956	S31	県下全般的に阿波、麻植、美馬郡等、水利の不便な地域で干天被害が起こり始めた。	徳島県史編さん委員会編「徳島県災異誌」(徳島県史編さん委員会、1962年)、73頁
1959	S34	6月、空梅雨となり、田植えができず稲作をあきらめて転作した農家もある。	脇町史編纂委員会編「脇町史 下巻」(脇町、2005年)、682頁
1960	S35	2月、高温少雨のため、県下の野菜・果樹は多くの被害が出た。	徳島県史編さん委員会編「徳島県災異誌」(徳島県史編さん委員会、1962年)、78頁
1963	S37	9月～10月、台風の影響が全くなく、阿波郡を中心とする吉野川北岸地区は農作物の干害が続出した。	徳島県編「徳島県災異誌(続編)」(徳島県、1981年)、4頁
1967	S42	7月中旬から10月下旬にかけて、徳島県内では鳴門市内の簡易水道が断水するなど農作物、果樹に被害が出た。	徳島地方気象台編「徳島県自然災害誌」(徳島県、1997年)、195頁
1969	S44	8月に入って雨が降らず、県西部の山間地帯に旱害が出た。	脇町史編纂委員会編「脇町史 下巻」(脇町、2005年)、683頁

西暦	和暦	取水制限等	出典
1973	S48	7月13日から給水制限。市内6ブロック各3時間給水、途中自衛隊の応援を受け9月14日に全面解除まで63日間継続。	高松市水道パンフレット「高松の水道」、昭和48年夏渇水概要(高松市域) S49.1 四国地方建設局

注)昭和48年までは四国災害アーカイブス(<http://www.shikoku-saigai.com/>)によって徳島県、香川県での渇水事例を確認し原典名称を引用した。

注)昭和50年以降は、国土交通省吉野川ダム統管理事務所によって早明浦・池田ダムが管理されており、渇水状況を参考とした。

注)平成24,25年は国土交通省渇水情報、四国地方整備局管理情報によった。

4. 既存渇水の分析(吉野川)

■吉野川の取水制限の状況

西暦	和暦	最大節水率(%)		節水日数 (日)	制限 開始日	制限 終了日
		徳島用水	香川用水			
1977	S52	29	13	29	1977/8/10	1977/9/7
1982	S57	21	26	21	1982/7/3	1982/7/23
1983	S58	32	40	55	1983/8/5	1983/9/28
1984	S59	21	30	133	1984/10/30	1985/3/11
1986	S61	19	25	8	1986/8/22	1986/8/29
1988	S63	16	20	42	1988/2/27	1988/4/8
1988	S63	19	25	16	1988/8/12	1988/8/27
1988	S63	24	30	92	1988/11/20	1989/2/19
1990	H2	21	60	22	1990/8/3	1990/8/24
1992	H4	18	30	9	1992/7/30	1992/8/7
1994	H6	26	75	139	1994/6/29	1994/11/14
1995	H7	23.2	10	47	1995/3/13	1995/4/28
1995	H7	26	50	57	1995/8/28	1995/10/23
1995	H7	22	30	166	1995/12/8	1996/5/21
1996	H8	20	20	67	1996/9/30	1996/12/5
1998	H10	25	50	23	1998/8/30	1998/9/21
1999	H11	20	20	65	1999/2/7	1999/4/12
2000	H12	16	20	8	2000/7/24	2000/7/31
2001	H13	18	35	87	2001/6/17	2001/9/11
2002	H14	15	20	17	2002/6/21	2002/7/7
2005	H17	22	75	84	2005/6/15	2005/9/6
2007	H19	31	50	52	2007/5/24	2007/7/14
2008	H20	29	60	124	2008/7/25	2008/11/25
2009	H21	19	50	69	2009/6/3	2009/8/10
2009	H21	24	35	68	2009/9/12	2009/11/18
2012	H24	14	20	5	2012/6/15	2012/6/19
2013	H25	19	50	34	2013/8/2	2013/9/4

注) 昭和48年までは四国災害アーカイブス(<http://www.shikoku-saigai.com/>)によって徳島県、香川県での渇水事例を確認し原典名称を引用した。

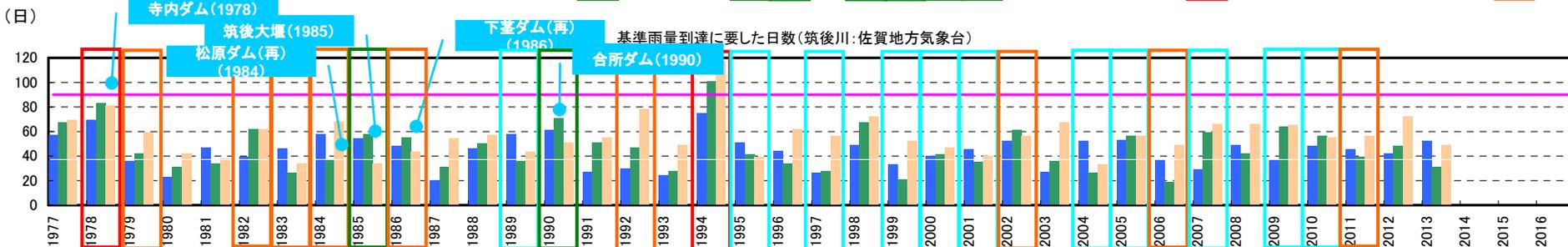
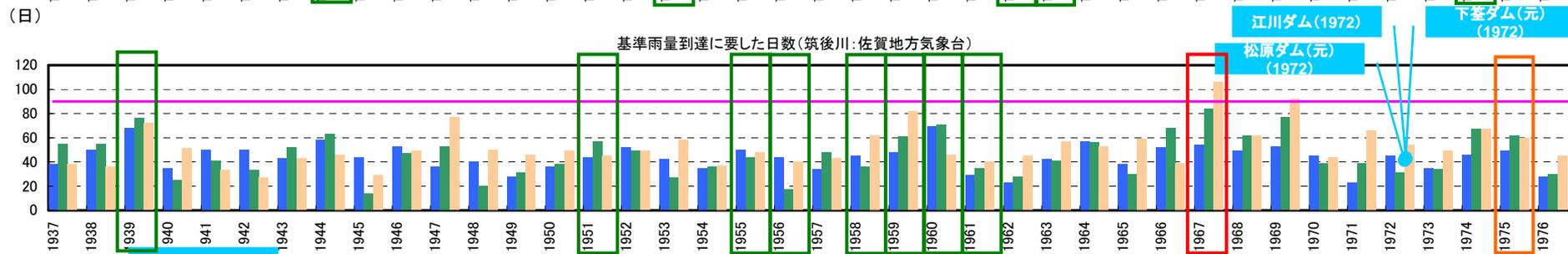
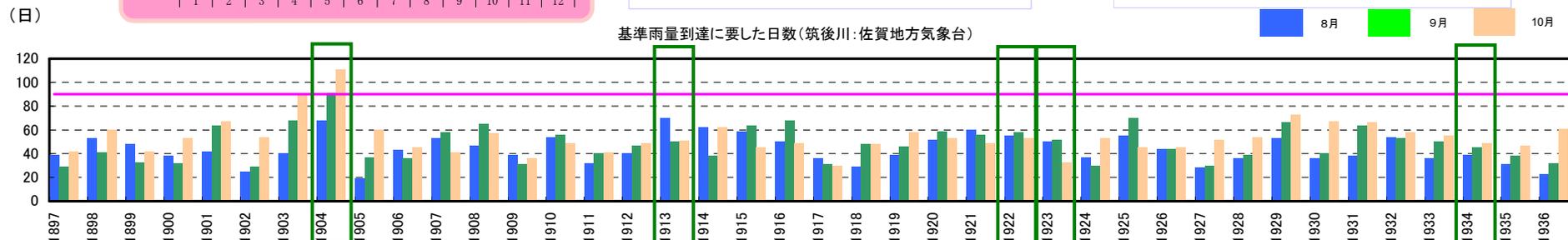
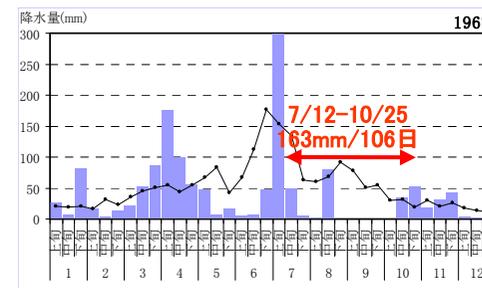
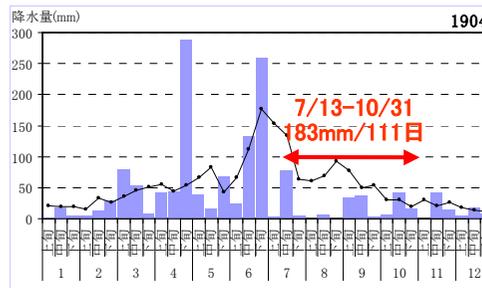
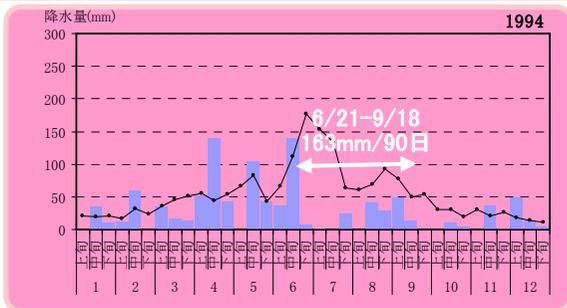
注) 昭和50年以降は、国土交通省吉野川ダム統合管理事務所によって早明浦・池田ダムが管理されており、渇水状況を参考とした。

注) 平成24,25年は国土交通省渇水情報、四国地方整備局管理情報によった。平成6, 17, 20年はダム貯水容量がゼロとなった。

4. 既往渇水の分析(筑後川)

■既往渇水の分析(筑後川・佐賀地方気象台)

●平成6年にダム貯水量が低減した6/21～9/18(90日間)の降水量(163mm/90d)を目安とし、この降水量に達するのに90日間以上かかった時期を少雨期間とする。



注) 赤色:給水制限実施、オレンジ色:取水制限実施、水色:自主取水制限実施、緑色:文献等で干ばつ等の発生が確認された年。

4. 既往渇水の分析(筑後川)

■筑後川の干ばつ等の状況

西暦	和暦	トピック	出典
1904	M37	7月下旬から9月にかけて雨少なく、7月23日より連晴の有様。(福岡測候所月報第55号)	九州農業試験場研究資料
1913	T2	6月18日～7月末日まで36.9mm、8月48mm、85日間86mm、県下全般に灌漑水欠乏。(福岡測候所月報第164号)	九州農業試験場研究資料
1922	T11	筑後川の知きは未曾有の減水を見るに至りたり。(福岡測候所月報第270号)	九州農業試験場研究資料
1923	T12	福岡は旱魃、異常高温。	九州農業試験場研究資料
1934	S9	旱魃と酷暑。	新考三潁郡誌
1939	S14	旱害。福岡測候所創設(明治23)以来最も酷烈なものの一つであった。7月31日現在、植付不能水田830ha、枯死田1,400ha。	新考三潁郡誌、九州農業試験場研究資料
1951	S26	7月下旬から8月中旬までの降水量は平均の3割。干ばつに加え、伝染病や交通事故が異常発生。(西日本新聞S26.8.14)	福岡県災異誌(第2編)(1951年)
1955	S30	7月中旬から8月下旬に福岡県下全般が中程度の干ばつ・猛暑となった。	福岡県災異誌(第2編)(1951年)
1956	S31	7月中旬から8月上旬に福岡市周辺で干ばつ。福岡市内の水田は干ばつの危機に見舞われ、福岡市は曲淵水源地から異例の放水を実施した。	福岡県災異誌(第2編)(1951年)
1958	S33	(福岡県下全般)各地で灌漑水の不足、工場の操短、水道の時間給水。1939年以降の被害。	九州農業試験場研究資料
1959	S34	上水道関係では福岡市全域で1日8時間～6時間給水。(福岡異常報昭和34年)	九州農業試験場研究資料
1960	S35	福岡県では福岡市周辺、北九州、防波堤沿岸などの旱魃常習地帯で上水道、灌漑用水、工業用水が不足。(福岡異常報昭和35年)	九州農業試験場研究資料
1961	S36	福岡県田川市では6月25日から時間給水に。北部で水不足が甚だしく、田植の用水不足。灌漑用としてダム緊急放流。(福岡異常気象報1号)	九州農業試験場研究資料
1967	S42	取水制限の実績は、筑紫野市のもの。九州全般で干ばつ。(九州農業試験場研究資料)	国土交通省 川の統計 既往の主な渇水
1975	S50	制限開始・終了日は、国土交通省 川の統計 既往の主な渇水による。	昭和63年版 日本の水資源
1978	S53	1日平均給水制限時間は14時間、給水車出動台数は13,433台に及んだ。(福岡市水道局HP)	国土交通省 川の統計 既往の主な渇水
1979	S54	原典に日、終了の表記はない。	昭和63年版 日本の水資源
1982	S57	福岡市内の農業用水不足が深刻で植付延期面積110ha、灌漑用不足287haなど。(九州農業試験場研究資料)	筑後川流域基礎情報
1983	S58	原典に日、終了の表記はない。	昭和63年版 日本の水資源
1984	S59	福岡県西部及び北東部を中心に水稲、大豆、果樹等に被害の他、福岡市内街路樹等が枯死寸前。(九州農業試験場研究資料)	昭和63年版 日本の水資源
1985	S60		筑後川流域基礎情報
1986	S61		昭和63年版 日本の水資源
1989	H1	農水 自主節水	小石原川ダム検証報告書
1990	H2	8/15～8/27は中断期間。九州全域で農業関係の被害額26.7億円、被害面積14,500ha。(九州農業試験場研究資料)	筑後川水系河川整備計画
1992	H4	水道 自主取水制限、取水制限	小石原川ダム検証報告書
1994	H6	取水制限日数は中断期間を含まず。農水(116日間)、工水 給水制限(329日)。九州全域での農業関係被害404億円。	小石原川ダム検証報告書
1995	H7	水道 自主取水制限	小石原川ダム検証報告書
1997	H9	農水 自主節水	小石原川ダム検証報告書
1999	H11	水道 自主取水制限、農水 自主節水(1日)	小石原川ダム検証報告書
2000	H12	農水 自主節水	小石原川ダム検証報告書
2001	H13	農水 自主節水	小石原川ダム検証報告書
2002	H14	水道 自主取水制限、取水制限 農水 自主節水(98日間)	小石原川ダム検証報告書
2004	H16	水道 自主取水制限	小石原川ダム検証報告書
2004	H16	農水 自主節水	小石原川ダム検証報告書
2005	H17	水道 自主取水制限 取水制限日数は中断期間を含まず。農水 自主節水(11日間)	小石原川ダム検証報告書
2007	H19	水道 自主取水制限	小石原川ダム検証報告書
2009	H21	水道 自主取水制限 農水 自主節水(7日間)	小石原川ダム検証報告書
2010	H22	水道 自主取水制限	小石原川ダム検証報告書

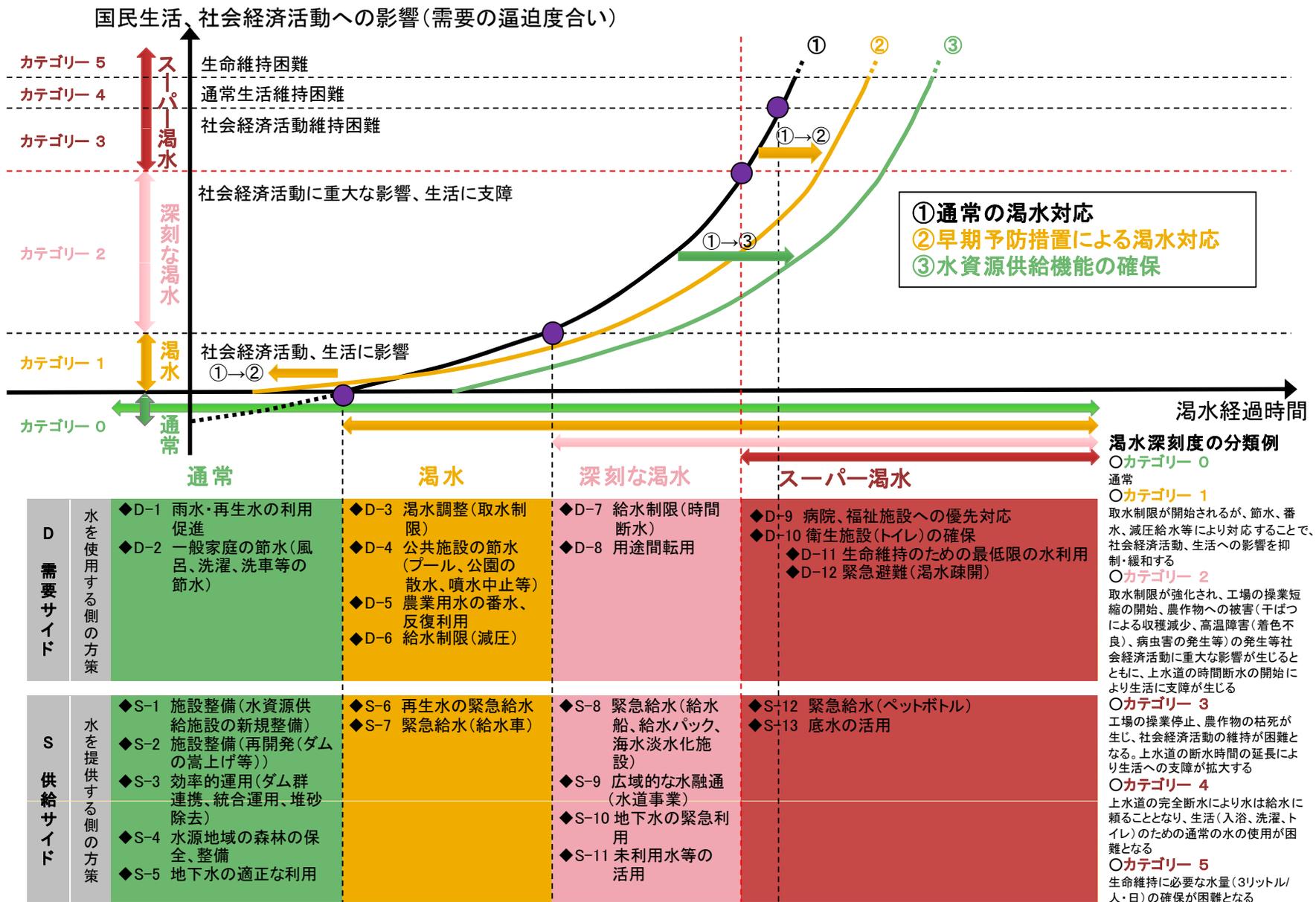
■筑後川の取水制限の状況

西暦	和暦	最大取水制限率(%)			取水制限 日数 (日)	制限開始日	制限終了日
		福岡地区水 道企業団	福岡県南広 域水道企業 団	佐賀東部水 道企業団			
1967	S42	上水:4h給水、工水:-%、農水:-%			22	1967/9/5	1967/10/26
1975	S50	上水:20%、工水:20%、農水:-%			106	1975/10/17	1976/1/30
1978	S53	上水:70%、工水:70%、農水:100%			287	1978/5/20	1979/3/24
1979	S54	上水:30%、工水:30%、農水:-%			—	S54.4	—
1982	S57	最大取水制限率:10%			4	1982/7/10	1982/7/13
1983	S58	上水:30%、工水:30%、農水:-%			—	1983/8/29	—
1984	S59	上水:20%、工水:35%、農水:60%			49	1984/8/13	1984/9/30
1985	S60	—	—	—	56	1985/8/17	1985/10/10
1986	S61	上水:-%、工水:-%、農水:40%			51	1986/8/20	1986/10/9
1989	H1	—	—	—	78	1989/7/13	1989/9/28
1990	H2	—	—	—	21	1990/8/10	1990/8/30
1992	H4	45	20	—	58	1992/12/3	1993/2/21
1994	H6	55	40	40	320	1994/7/8	1995/5/31
1995	H7	50	20	20	145	1995/12/8	1996/4/30
1997	H9	—	—	—	4	1997/6/18	1997/6/21
1999	H11	50	15	—	163	1999/1/14	1999/6/25
2000	H12	—	—	—	1	2000/6/16	2000/6/16
2001	H13	—	—	—	2	2001/6/17	2001/6/18
2002	H14	55	22	22	265	2002/8/10	2003/5/1
2004	H16	75	10	—	98	2004/2/10	2004/5/17
2004	H16	—	—	—	3	2004/6/18	2004/6/20
2005	H17	20	2	—	116	2005/6/23	2006/4/18
2007	H19	—	2	—	115	2007/12/26	2008/4/18
2009	H21	20	—	—	6	2010/1/15	2010/1/20
2010	H22	55	—	5	207	2010/11/26	2011/6/20

(出典)小石原川ダム建設事業に係る検討報告書(H24.10)九州地方整備局、水資源機構、日本の水資源:国土庁編、国土交通省編、筑後川水系河川整備計画(H18.7)九州地方整備局、国土交通省 川の統計 既往の主な渇水、筑後川流域基礎情報:筑後川河川事務所編、九州・沖縄地域における干ばつの農業気象額統計解析(1992.2)農林水産省九州農業試験場、福岡県災異誌(第2編)(1951年)福岡管区気象台、新考三潁郡誌 福岡県三潁郡小学校教育振興会編(1953)

5. スーパー渇水への対応

(1) スーパー渇水への対応(イメージ)



5. スーパー渇水への対応

スーパー渇水への対応案 D 需要サイド(例)

	施策	効果	費用	影響・課題
D-1	雨水・再生水の利用促進	・上水の節約	・利用施設、給水施設等の整備	・水質に応じた利用方法 ・利水者の合意形成
D-2	一般家庭の節水(風呂、洗濯、洗車等の節水)	・各家庭で取り組めば効果は大	・節水型機器の設置	・効果の定量的な把握 ・利水者の合意形成
D-3	渇水調整(取水制限)	・効果が明確	・調整業務(会議開催、情報収集・整理等)	・早いうちから頻繁に取水制限をすると、渇水が頻発するとの風評被害、地域イメージ悪化 ・取水制限が進むと、工場の操業停止や農作物の収穫量減少の恐れ ・経済的損失 ・気象予測の精度向上による効率的運用 ・利水者の合意形成
D-4	公共施設の節水(プール、公園の散水、噴水中止等)	・渇水の宣伝効果は大 ・節水意識の徹底	・広報活動(節水PR等)	・住環境の悪化 ・学校教育等へ支障
D-5	農業用水の番水、反復利用	・取水制限に対応できる	・維持管理(人手)	・手間と経費
D-6	給水制限(減圧)	・効果が明確	・維持管理(バルブ操作等)	・日常生活に不便が生じる ・経済的損失 ・利水者の合意形成
D-7	給水制限(時間断水)	・同上	・同上	・日常生活に不便が生じる(給水時間の制約) ・衛生上の問題の懸念 ・経済的損失 ・利水者の合意形成
D-8	用途間転用	・一定量の確保可能	・調整業務(会議開催、情報収集・整理等)	・転用元のリスクは増加 ・利水者の合意形成
D-9	病院、福祉施設への優先対応	・災害時要援護者への対応ができる	・水運搬	・水が不足すると重大な支障 ・必要水量の算定 ・供給体制の確保
D-10	衛生施設(トイレ)の確保	・最低限の生活環境の維持	・施設設置 ・維持管理	・衛生上の問題の懸念 ・災害時要援護者への対応
D-11	生命維持のための最低限の水利用	・必要量を最低限にする	・水運搬	・社会経済活動停止による経済的損失 ・災害時要援護者への対応
D-12	緊急避難(渇水疎開)	・水の不足は解消	・受け入れ地の整備	・社会経済活動停止による経済的損失 ・受け入れ地の理解・協力 ・日常生活の支援体制

5. スーパー渇水への対応

スーパー渇水への対応案 S 供給サイド(例)

施策		効果	費用	影響・課題
S-1	施設整備(水資源供給施設の新規整備)	•まとまった水量を確保できる	•施設整備 •維持管理	•施設整備にコストと時間がかかる •水源地域の合意形成
S-2	施設整備(再開発(ダムの高上げ等))	•新規施設建設より速やかな対応	•施設整備 •維持管理	•施設整備に一定のコストと時間がかかる •水源地域の合意形成
S-3	効率的運用(ダム群連携、統合運用、堆砂除去)	•水源地域に影響を与えることなく供給できる	•施設整備(ダム群連携の場合) •維持管理 •運用操作	•施設整備に一定のコストと時間がかかる(ダム群連携の場合) •運用の最適化 •気象予測の精度向上 •利水者の合意形成
S-4	水源地域の森林の保全、整備	•長期的には効果大	•維持管理	•効果発揮に時間がかかる
S-5	地下水の適正な利用	•良質な水資源として活用できる	•維持管理 •観測	•観測体制の整備 •地盤沈下の防止 •地下水の量と質の適切な保全
S-6	再生水の緊急給水	•即応性がある	•水運搬	•用途が限定される •運搬手段の確保
S-7	緊急給水(給水車)	•同上	•給水のための資材調達 •水運搬	•水確保の負担大(給水所から家庭等への水運搬) •給水量、時間の制約 •給水車、ポリタンク等の備蓄、整備、連携運用 •災害時要援護者への対応(運搬)
S-8	緊急給水(給水船、給水パック、海水淡水化施設)	•同上	•同上	•水確保の負担大(内陸部の給水所への水運搬) •給水量、時間の制約 •給水車、ポリタンク等の備蓄、整備、連携運用 •災害時要援護者への対応(運搬)
S-9	広域的な水融通(水道事業)	•リスクの分散	•水融通のための導水施設整備	•融通元のリスク増加 •利水者の合意形成
S-10	地下水の緊急利用	•即応性がある	•取水のための機材調達 •水質検査	•非常用井戸の水質の確認 •地下水への塩水混入の可能性 •地盤沈下の可能性
S-11	未利用水等の活用	•一定量の確保可能	•調整業務(会議開催、情報収集・整理等)	•転用元のリスク増加 •利水者の合意形成
S-12	緊急給水(ペットボトル)	•即応性がある	•ペットボトル調達 •運搬	•水確保の負担大(家庭等への運搬) •給水量、時間の制約 •ペットボトルの備蓄 •災害時要援護者への対応(運搬)
S-13	底水の活用	•一定量の確保可能	•取水のための機材調達	•底水水質 •定期的なダムの堆砂除去

5. スーパー渇水への対応

(2) スーパー渇水による影響と対応策の検討

	設定・検討事項
1. 対象とする流域の設定	・A流域
2. 対象とする渇水の設定	・気象条件(降水量・気温のシナリオ)
3. 渇水に対する取水制限の実施	・気象状況及びダム貯留量に応じた取水制限の実施
4. 渇水による社会への影響及び対応	・社会・経済活動 ・福祉・医療 ・公共施設等(役所窓口・銀行・郵便・学校等) ・個人の生活 等
5. 国及び地方自治体の対策	・節水対策 ・水供給対策 ・危機管理対策 等
6. その他	・スーパー渇水対応に向けた施策について

5. スーパー渇水への対応

(3) 気象条件の組み合わせによるスーパー渇水の設定

設定		ハイトグラフ	対象年と降水量
ケース0	既往最大規模の渇水時の降水量を対象とする。		(例) 1994年1月～12月の降水量: 1507mm
ケース1	12ヶ月降水量が1番少ない期間を対象とする。		<p>■前年11月～当年10月の1年間の年間降水量で評価する。 (例) 第1位: 1996年(1995年11月～1996年10月) : 1179mm</p>
ケース2	冬期の最小降水量と夏期の最小降水量を連続させる。		<p>■冬期: 前年11月1日から当年4月30日までの90日間降水量最小値で評価する。 (例) 最小値発生年: 1995年11月～1996年4月 (335mm) ■夏期: 5月1日から10月30日までの60日間降水量最小値で評価する。 (例) 最小値発生年: 1994年5月～10月 (770mm) ■上記の冬期と夏期を連続させて計算 (例) 前年11月1日～10月31日の降水量: 1105mm</p>

※1 各ケースの計算開始は設定した降水の初期日とし、そのときの貯水量は満水とする。

※2 ケース3、ケース4は2ヶ年にまたがるため、枯渇日数は渇水解消時点から遡って1年間に発生した日数とする。

5. スーパー渇水への対応

設定	ハイトグラフ	対象年と降水量
<p>ケース3</p> <p>年間降水量が1番少ない年と2番目に少ない年を連続させる。</p>		<p>■前年11月～当年10月の1年間の年間降水量の最小値と第2位を連続させて評価する。 (例)第1位:1996年(1995年11月～1996年10月):1179mm (例)第2位:2007年(2006年11月～2007年10月):1353mm ■上記の第1位と第2位を連続させる。 (例)1995年11月～1996年10月に続けて2006年11月～2007年10月まで計算: 2532mm/2年</p>
<p>ケース4</p> <p>過去の渇水時に台風による回復が行われなかったものとする。</p>		<p>■過去の渇水記録から、大雨(台風)により渇水が解消された年の内、節水日数が長く、最大節水率が大きい年で評価する。 対象年:2005年 (例)台風による降水量471mm (例)大雨(台風)がなかった場合の降水量1175mm</p>
<p>ケース5</p> <p>各月単位毎の降水量最小値を12ヶ月間組み合わせる。</p>		<p>(例)年間降水量:321mm</p>

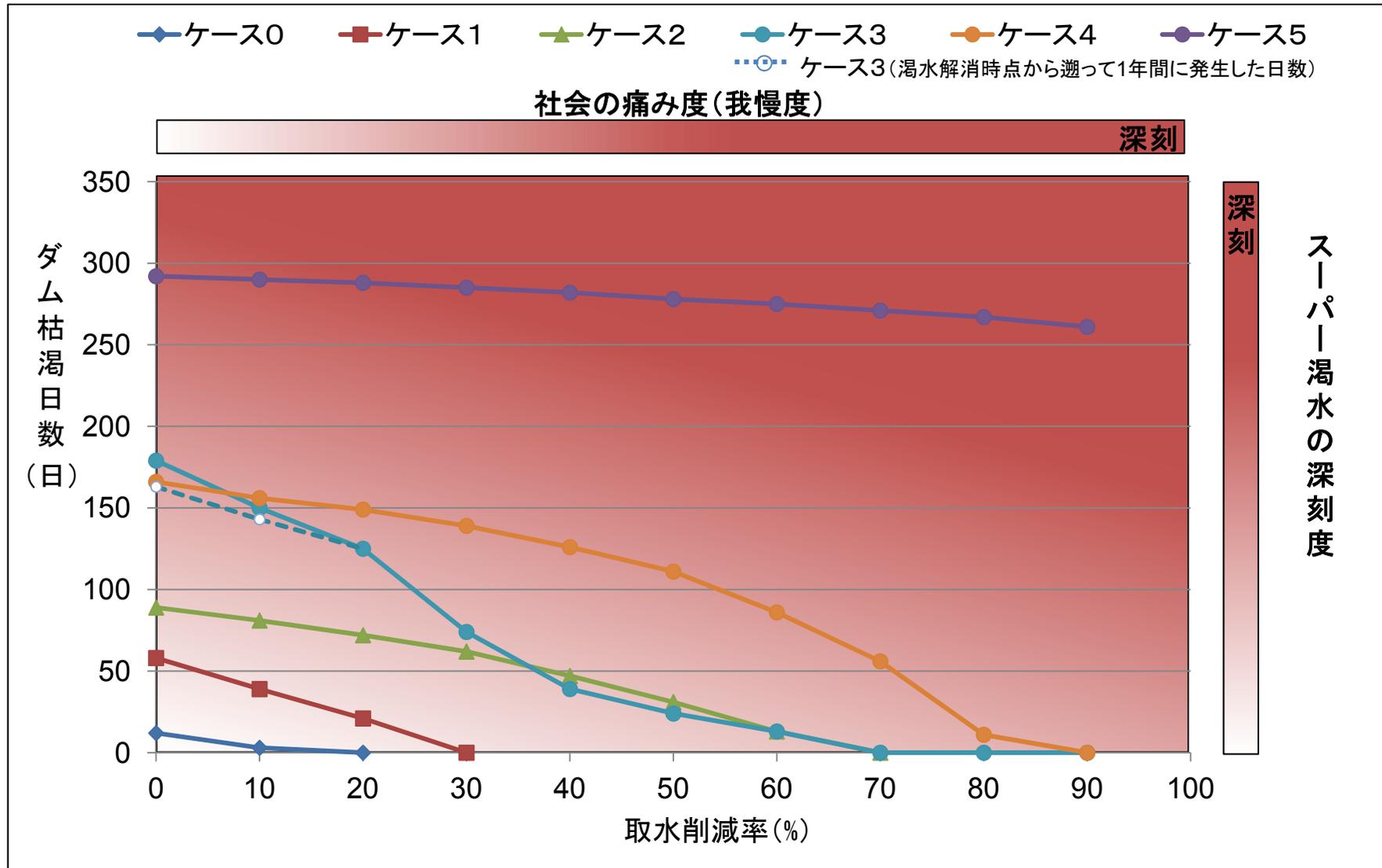
※1 各ケースの計算開始は設定した降水の初期日とし、そのときの貯水量は満水とする。

※2 ケース3、ケース4は2ヶ年にまたがるため、枯渇日数は渇水解消時点から遡って1年間に発生した日数とする。

5. スーパー渇水への対応

ダム枯渇日数が多いほどスーパー渇水の深刻度は大きくなる。

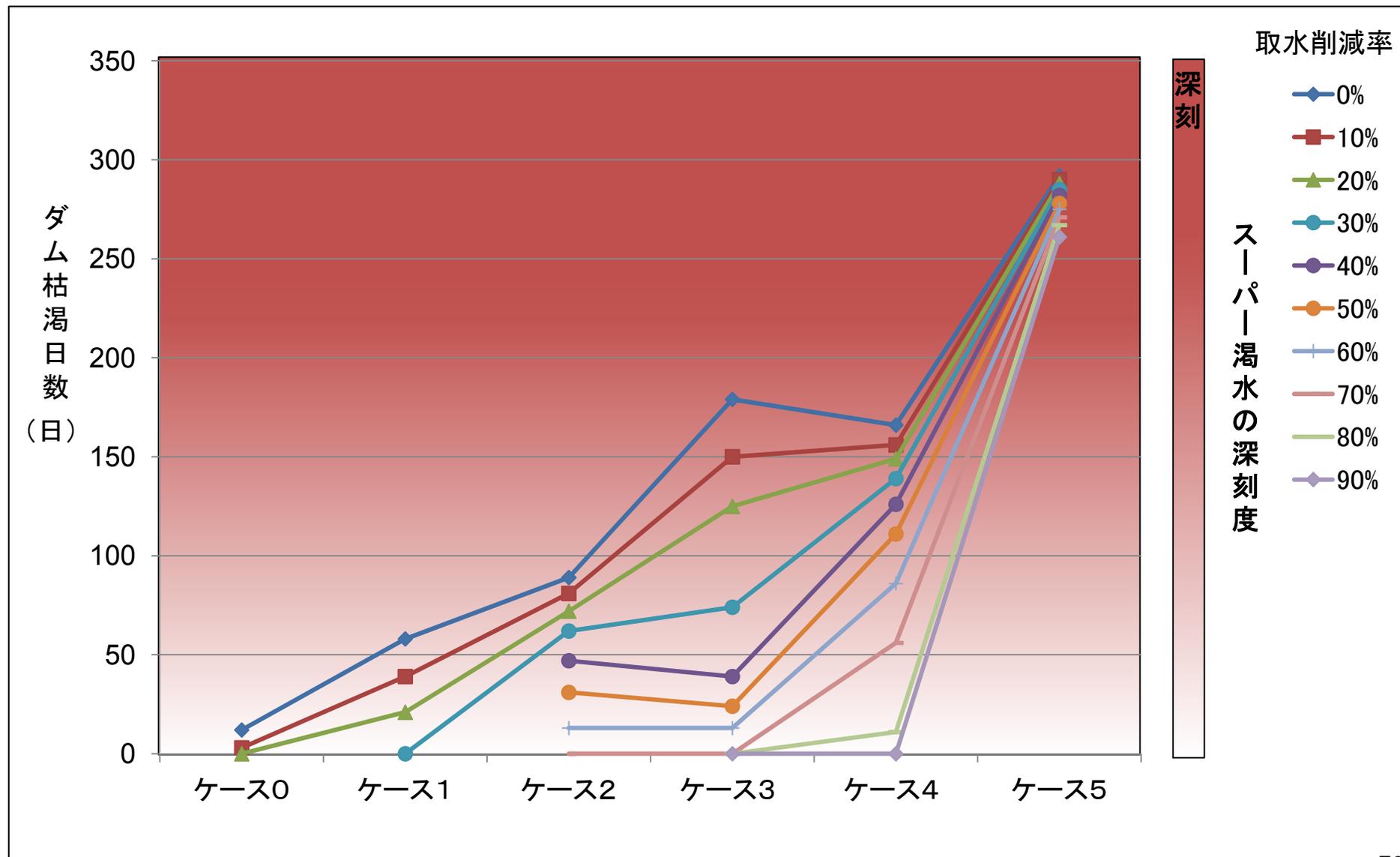
取水量を削減するほどダム枯渇日数は少なくなり深刻度は低くなるが、社会の痛み度(我慢度)は増すことになる。



5. スーパー渇水への対応

ダム枯渇日数が多いほどスーパー渇水の深刻度は大きくなる。

どのケースでも、取水量を削減しないと、ダムは枯渇してしまう。



5. スーパー渇水への対応

(4) スーパー渇水による社会への影響

	影響項目	
1. 社会・経済活動	1-1) 農業(耕作)	①かんがい用水 ②農業機械(洗浄) ③圃場の維持管理 ④収穫物の洗浄
	1-2) 農業(畜産)	①飲み水 ②清掃・洗浄 ③使用機材洗浄(搾乳等)
	2) 工業	①冷却用水 ②洗浄用水 ③製品処理用水 ④空調用水 等
	3) 商業(デパート・スーパー)	①清掃 ②食品加工・調理 ③トイレ ④空調
	4-1) サービス業(ホテル)	①清掃 ②トイレ ③入浴 ④洗濯 ⑤空調
	4-2) サービス業(飲食店)	①調理 ②清掃 ③トイレ ④空調
	5) オフィス	①トイレ ②空調 ③清掃
	6) 基盤社会インフラ(発電)	①水力発電
	7) 建設業	①現場での散水 ②建設機械の洗浄(周辺への迷惑防止)

5. スーパー渇水への対応

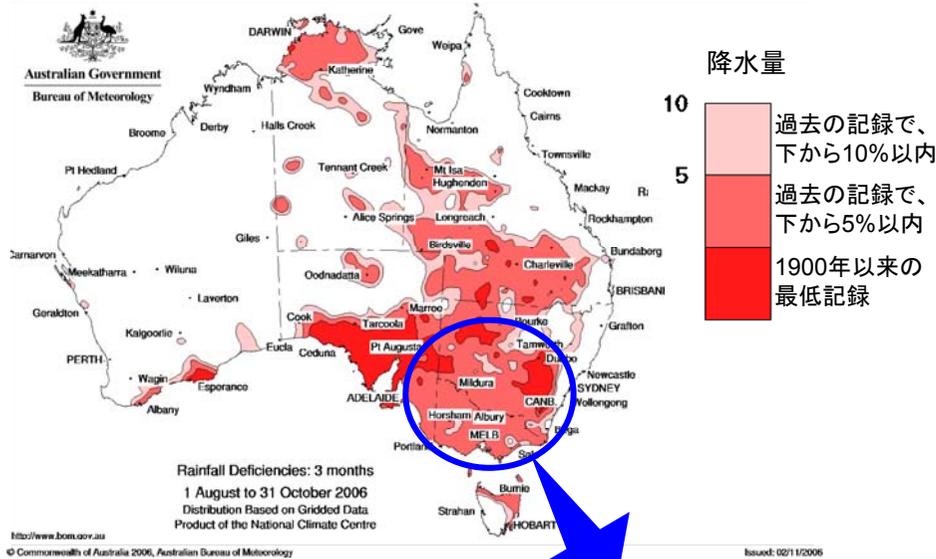
	影響項目	
2. 福祉・医療	1) 病院	①医療業務(治療・手術・人工透析) ②トイレ ③入浴・食事(入院患者)
	2) 老人ホーム・デイケア施設	①トイレ ②入浴 ③食事 ④清掃 ⑤洗濯
	3) 保育所・児童養護施設	①トイレ ②入浴 ③食事 ④清掃 ⑤洗濯
3. 公共施設・サービス等	1) 役所(窓口)	①トイレ ②空調 ③ホストコンピューター
	2) 銀行・郵便・電話	①トイレ ②空調 ③ホストコンピューター
	3) 学校	①トイレ ②給食 ③プール
	4) 飛行機・鉄道・高速道路・長距離バス	①トイレ
	5) 公共施設(公園、焼却場等)	①公園(プール、噴水、公衆トイレ) ②焼却場(冷却水)
	6) 防災	①消火用水
4. 個人生活		①飲料 ②トイレ ③入浴 ④清掃 ⑤洗濯 ⑥調理 ⑦その他(散水等)

6. 海外の大規模な渇水事例

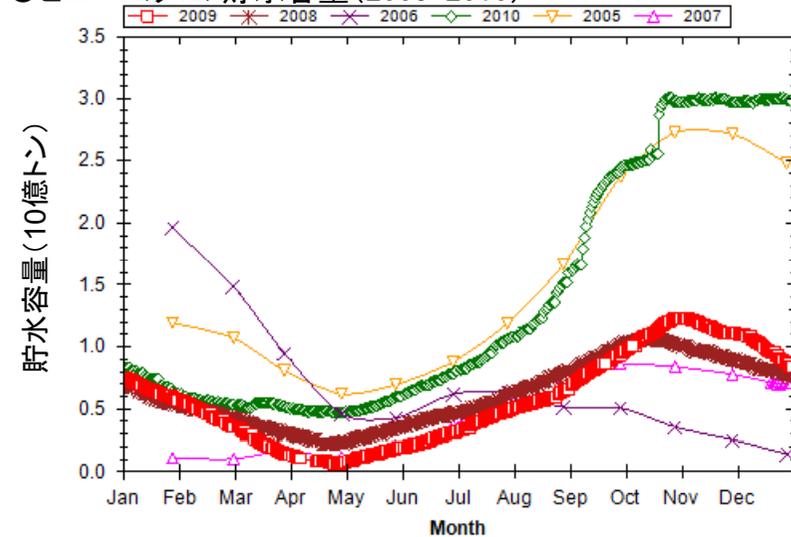
■オーストラリアにおける2006年の渇水

- マレー・ダーリング川流域内では、渇水5年目となる2006年に1900年の観測開始以来最低の降雨状況を記録。2006年後半から2007年前半には川にほとんど水が流れない状態(2006年の川への流入量が過去114年間の最低値の54%)となった。このため、ハワード首相は2007年4月に、今後まとまった雨が降らなければ7月から農業への水供給を停止し、生活用水の供給のみに限定するとした。
- その後、2007年6月~7月にかけての降雨により若干持ち直したが、2008年には再び渇水となり、2008年5月には、オーストラリア全土の平均降水量が5月の記録として過去最低だった1961年の8.27mm(0.32inchs)以下の7.86mm(0.31inchs)を記録。2009年に入ってもマレー・ダーリング川が流れる南部では渇水状態が続いた。

● 降雨の状況(2006年8月1日~10月31日)



● ヒュームダム 貯水容量(2005-2010)



マレー・ダーリング流域における乾いた大地と枯れ木の状況(#1)



- (出典)
- 国土技術政策総合研究所資料 No.426 (2007.11)
 - Global Analysis 2007,2008,2009 (米国NOAA(National Climatic Data Center)国家海洋大気局)
 - Drought Statement-Issued 3rd Nov. 2006 (Bureau of Meteorology, Australian Government)
 - Goulburn-Murray Waterデータベース <http://www.gmwater.com.au/water-resources/storages/murray/humedam>
 - Murray-Darling River Basin Authorityホームページ <http://www.mdba.gov.au/river-data/live-river-data>
 - Environment News Service <http://www.ens-newswire.com/ens/apr2007/2007-04-20-02.asp>

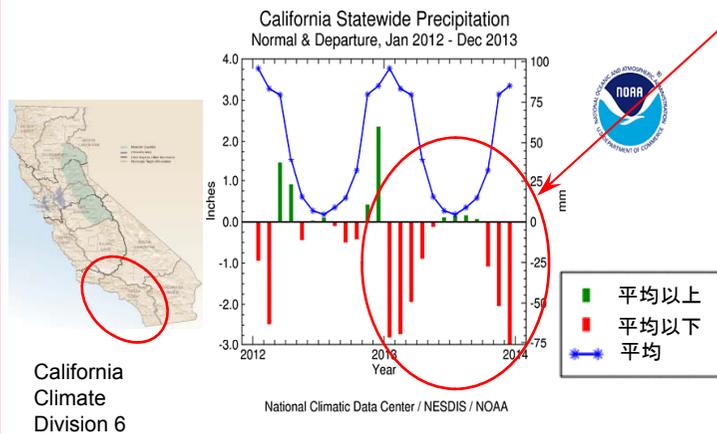
(#1写真: River Murray Urban Users Committee)

6. 海外の大規模な渇水事例

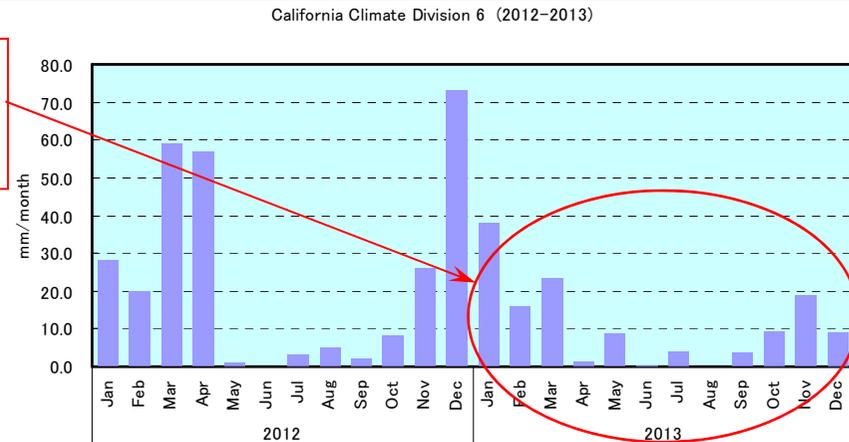
■カリフォルニア州における2012-13年の渇水

- 2012年12月、西部の州の多くで平年より湿潤だったが、2013年に入り乾燥状態に転じた。
- カリフォルニア州では2013年前半の降水量が非常に少なく、年末も降雨が少なかったことで1895年以来最も乾燥した年となった。
- 大きな山火事もいくつか発生(最大の山火事では255,000エーカー(約1,032km²)焼失)。
- アメリカ合衆国農業省は渇水により被害を受けた農家に低利の緊急融資を開始。
- 2014年1月17日州知事は「記録が残るこの100年で最悪の渇水で、多くの地域で住民と財産が極端に危険な状態」として非常事態宣言を発出。

●カリフォルニア州の降水量平年比



2013年以降
の降水量が
平年に比べ
て激減



●非常事態宣言より

- ・積雪量は平年の20%
- ・貯水池の貯水量は、この時期の最低レベルを記録
- ・主要な川系(サクラメントとサンワークン川を含む)での表流水の減少
- ・州全体における地下水位の低下



非常事態宣言に署名するジェリー・ブラウン州知事(州水資源局ホームページより)



ジェリー・ブラウン州知事は、過去と現在の雪の範囲の衛星画像を指さし、記者会見で説明(ガーディアン紙電子版)

(出典) ・米国NOAA国家海洋大気局ホームページ Drought - Annual 2013 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/drought/2013/13>), National Overview - Annual 2013 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/2013/13>), Climate at a glance (<http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/us>)
 ・ガーディアン紙電子版(17 January 2014) "California governor declares drought puts residents in 'extreme peril'"

6. 海外の大規模な渇水事例

■ヨーロッパにおける2011、2012年の渇水

- 2011、2012年は、ヨーロッパ南部、西部、北部の広い範囲で渇水の影響が生じた。
- 2011年は平年比40%の降水量にとどまり、この1世紀で最悪であった。2011、2012年とも春季の降水量が少なく、ヨーロッパの多くの地域で水使用が制限された。
- この30年間(1976-2006)で渇水による影響を受けた地域と人口は20%増加し、被害額は1,000億ユーロ(約14兆円)に達した。

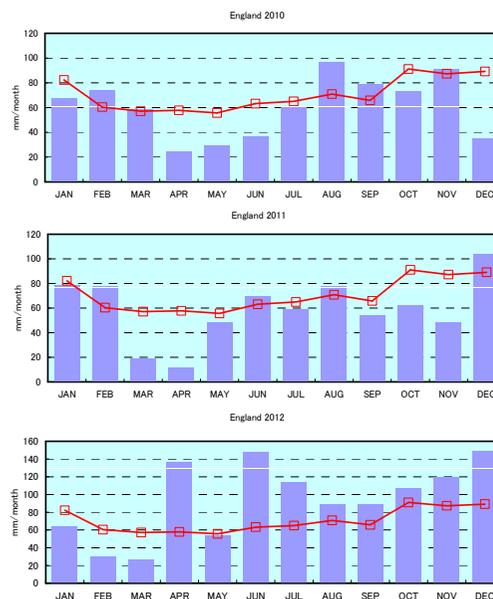


河川水位の低下によりライン川やドナウ川では船を50%~80%空にしての運行となった。

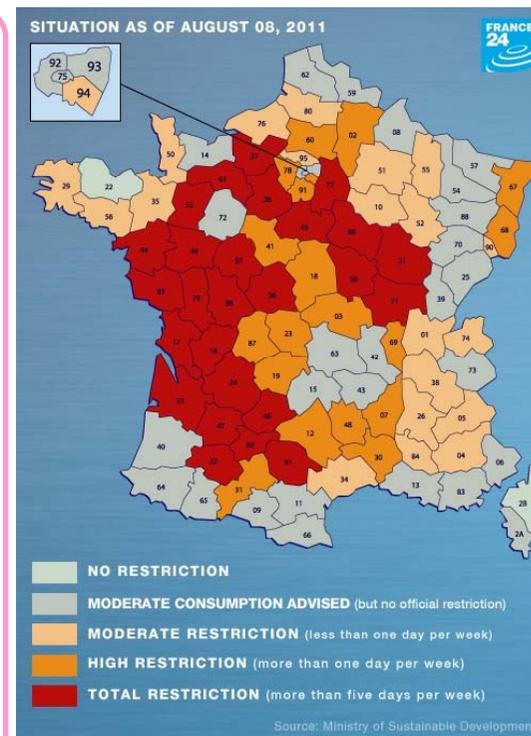
■ヨーロッパ各地での渇水の状況

- ・英国南部、北フランス、ドイツ、スイス、オーストリア及び北部と東部のヨーロッパ諸国の大部分では、2011年2月から3ヶ月間の雨量が平年の25-60%となり、50年以上の間で最も乾燥した状態となった。

●英国南部の2010-12降水状況



- ・英国南部(England)では、2010、2011年の春季降水量が平年(1984-2013)を下回っている。
- ・2012年は当初平年を下回っているが4月に平年を大幅に上回る月降水量を記録した。



- 2011年8月に発出された水使用制限令(フランス全土の96県のうち26県で週5日以上水使用を制限、19県で週1日以上水使用を制限)

(出典) ・ヨーロッパにおける水不足と渇水政策に関する評価報告書(2012.11)ヨーロッパ連合 Report on the Review of the European Water Scarcity and Droughts Policy
 Report on the Review of the European Water Scarcity and Droughts Policy <http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/COM-2012-672final-EN.pdf>
 ・フランス24 <http://www.france24.com/>
 ・ガーディアン紙電子版 Europe's dry spring could lead to power blackouts, governments warn 31 May 2011
 ・英国気象庁 オンラインデータセンターのデータをもとに国土交通省水資源部作成 <http://www.metoffice.gov.uk/climate/uk/summaries/datasets>

7. 海外における気候変動リスクへの対応

- 近年、先進各国は地球温暖化を背景とした適応策検討を開始。
- 渇水への対応能力の向上等を目指し、効率的な水利用、水管理、再生水の活用様々な施策を組み合わせている。

英国

- 国家として適応計画(The National Adaptation Programme)を公表。環境創造、インフラ、健康と回復力あるコミュニティ、農業と森林、自然環境、ビジネス、地方政府について記述。(2013.7)
- 官庁は「渇水時規制緩和」「通常・緊急時渇水指令」の申請、認可に関する情報を公表。(2011.5)
- 民営化された水道会社が、水計画、渇水計画を策定。渇水に対して4段階のレベルを設定。

テムズ・ウォーターの例(2013.8)

- Level 1 集中的なメディアキャンペーン
- Level 2 散水等の禁止
- Level 3 必要不可欠以外使用禁止
- Level 4 給水塔供給遮断等緊急措置

西オーストラリア州

- 東部沿岸に加え、西側でも2012年に大干ばつが発生。国家水委員会(NWC)設置。連邦政府による政策報告(気候変動に関する国連気候変動枠組会議に向けた取り組み(2013))を公表。
- 西オーストラリア州水計画(State Water Plan 2007)では、以下を重要課題として施策を推進。
 - ・賢い水利用・再利用
 - ・資源の持続可能な計画策定と管理
 - ・科学、革新技術、教育への投資
 - ・生態系、水質と水資源の保全
 - ・環境と水利用のための水の安全性の向上
 - ・経済活性化のための水資源開発
 - ・強く健全なコミュニティとするための支援

アメリカ

- 連邦政府は、National Action Plan(2011.10)を策定。2013.3には進捗報告を公表。
- 6つの分野、24の施策が展開。計画策定、情報の特性と提供、脆弱性評価の推進、水利用の効率化拡大、統合水資源管理への支援、対応能力向上支援が主たる柱。

カリフォルニア州

- 全米人口の1割以上が集中するカリフォルニア州では、水資源局が1957年以来5年ごとに水計画を改訂。現在、2013改訂版を策定中(2014.3公表予定)。
- 大都市サンフランシスコ後背に位置するデルタ地域の渇水問題(貯水量減少、地下水枯渇)について、家庭用水、農業用水の節水、新技術、再利用の基準と目標を掲げ、全州での水保全の基盤設立、地形の活用、無駄の削減(20x2020 Water Conservation Plan(2010 .2))。

実行計画にみる13の目標(California Water Plan Update 2009)

- ① 統合地域水管理の拡張
- ② 水利用の効率化と水の保全、再利用の促進
- ③ 表流水と地下水を含めた多様な水供給源の連携管理の拡大
- ④ 表流水、地下水の水質保全
- ⑤ 水環境向上のための管理
- ⑥ 統合洪水管理の実施
- ⑦ 生態系の保全と信頼できる水供給を目指したカリフォルニアデルタ地帯の持続可能な管理
- ⑧ 洪水、渇水、大災害に対する予防、対応、回復策の準備
- ⑨ 水システムと水利用によるエネルギー消費量の削減
- ⑩ 意思決定のためのデータ収集・管理と分析の向上・拡張
- ⑪ 新しい水技術への投資
- ⑫ アメリカ先住民族のための水・天然資源の保全の推進
- ⑬ 便益の公正な分配の保障

7. 海外における気候変動リスクへの対応

(1) 英国における渇水計画

英国では、水道会社が法令に従い渇水計画(DROUGHT PLAN)を策定。渇水管理手法、需要側・供給側の方法、広報について計画。

水に関する行政機関と法制度

- 環境・食料・農村業務省(イングランド及びウェールズ)、スコットランド環境庁、北アイルランド環境庁が水分野を担当。
- 2003年に改正された「水法(Water Act)」において水資源の使用について定めているが、2011年12月に公表された「水白書—生命のための水」に基づき、現在水法の改正作業が行われている。
- 渇水許可と渇水時指令が、2011年5月に環境庁、ウェールズ地方庁、環境・食料・農村業務省(Defra)から公表。

テムズ・ウォーターの渇水計画の例

- FINAL DROUGHT PLAN(AUGUST 2013)
渇水指令(DD2010)によって渇水計画を策定。2013年8月にDefraの承認によって計画が確定。

規制段階	頻度	水使用の規制
レベル1	平均して5年に1度	集中的なメディアキャンペーン
レベル2	平均して10年に1度	スプリンクラー、無人でのホース利用の使用禁止、メディアキャンペーンの強化
レベル3	平均して20年に1度	一時的なホースの利用による水使用の禁止。通常の渇水指令が許可する必要不可欠なもの以外の水使用の禁止
レベル4	かつて無いレベル	計画的な給水制限、給水塔からの給水遮断などの緊急措置を緊急渇水指令の許可に基づき必要に応じて実施

テムズ・ウォーター

- テムズ・ウォーター(Thames Water Utilities Ltd)は、グレーター・ロンドン、テムズ・ヴァレー(Thames Valley)、サリー、グロスタシャー、ウィルトシャー、ケント等の水処理を行う、英国内最大の水供給処理企業。1日2.6百万m³の飲料水を供給している。

- (出典) ・国土交通省ホームページ 世界各国の水関連事情, 国土技術政策総合研究所気候変動適応研究本部「米英欄の水災害・水資源管理計画に係る気候変動適応策に関する事例調査」平成24年6月 から作成。
 ・Drought permits and drought orders Information from the Department of Environment, Food and Rural Affairs, Welsh Assembly Government and the Environment Agency
 ・AUGUST 2013 FINAL DROUGHT PLAN p5 Table A Planned Levels of Service

7. 海外における気候変動リスクへの対応

■ FINAL DROUGHT PLAN (AUGUST 2013)

方法	内容	渇水の状況	水供給会社のサービス	その他・備考
広報／効率的な水利用のキャンペーン	大規模な広報活動、進んで節水に心がけるようにする広報	DEL1 (渇水事象1)	Level1	
効率的な水使用のキャンペーンの強化	活動全般の推進	DEL2 (渇水事象2)	Level2	
漏水削減	漏水削減措置の推進／送水圧調整	DEL1-DEL2	適用外	これらの活動はDEL1及びDEL2全般で行われる。
スプリンクラー及び無人でホースによる水の使用の禁止	スプリンクラー及びホースを使った水の使用の禁止	DEL2	Level2	通常、強化された広報活動／効率的な水利用キャンペーンとして同時に展開される。ピーク時の需要を低減させることになる。
一時的な水使用禁止(以前は、ホースによる水使用の禁止)	11分野でのホースを使った水使用禁止(家庭に拡大)	DEL3 (渇水事象3)	Level3	この方法とスプリンクラー使用禁止を組み合わせによる。ピーク時の需要を低減させることになる。
渇水指令2011による規制(以前は、必須でない水使用の渇水時の禁止)	事業所向けに必須使用でない10分野の水使用禁止について Defra(環境・食糧・農村地域省)への申請	DEL3またはDEL4	Level3 (制定された場合)	
緊急時渇水指令	緊急渇水指令の申請、計画断水、共用栓を含む	DEL4	Level4 (制定された場合)	

レベル3,4の水使用規制は、環境・食糧・農村地域省へ申請することで給水塔からの給水を遮断することで行われる。

事業所向け10分野の水使用禁止
 1.商業施設での植栽への散水、2.家庭用でないプールへの注水、3.池への給水、4.洗濯機の使用、5.自動車、飛行機の洗浄、6.家庭用ではない建物壁面の洗浄、7.民家以外の窓掃除、8.商業植物の洗浄、9.砂塵防止の散水、10.水栓トイレのタンク操作

11分野におけるホース使用による一時的な水使用の禁止は、1991年のWater Industry Act 1991によって規定されている。(保健衛生や安全確保上必要とされるものや点滴灌漑などは規制の除外となる。) 1.庭園への散水、2.洗車、3.植栽への給水、4.レクリエーションボートの清掃、5.プールへの給水、6.レクリエーションへの使用、7.池への給水、8.観賞用のせせらぎへの給水、9.窓掃除、10.園路の清掃、11.屋外施設の清掃

7. 海外における気候変動リスクへの対応

- 水供給の主体である水道会社は、渇水時に環境・食料・農村業務大臣もしくはウェールズ地方庁大臣に申請して「渇水時の許可」「通常の渇水指令」「緊急時渇水指令」による計画を実施する。

	概 要	実施内容
渇水時の許可 (Drought permits)	水供給の主体(水会社)が内務大臣に申請することで、環境庁(EA)が計画を認可して計画を実施する。計画提出後公聴会が開かれる。計画が認可されたのち、内容の公表、補償手続き、さらなる規制緩和の必要性が検討される。	申請によって、通常は利用しない水源からの取水を水会社は許可(これによって渇水が回避)される。
通常の渇水指令 (Ordinary drought orders)	基本的な流れは、渇水時の許可と同様。上水道会社、下水道会社が申請者となる。背景として水環境保全の観点から低水量時に処理水を排出することで環境影響を回避することが目的と考えられる。	渇水指令(DD11)で指定された水源からの取水が可能となる。法律で規定されている水使用の制限を課すことが可能となる。利用用途を限定せずに、水使用を制限できる。
緊急時渇水指令 (emergency drought orders)	基本的には、通常時の渇水指令と同様。ただし、水資源の保全と拡大、需要管理、公告が求められる。また、家庭生活、高齢者等・医療関係機関、学校、公共施設、工場、農業・食料、商業、研究機関、旅行・スポーツ等について対処することとされる。	通常時の渇水計画に加えて、水会社が妥当と考えるあらゆる水使用の制限を課すことができる。給水区域に給水塔や給水タンクの設置を行う。 普通は3ヶ月の計画であるが、2ヶ月延長して実施することもできるとされる。

申請手続きの時間スケール

- 渇水時の許容
環境庁(EA)は、通常12日間以内に申請の是非を判断する。
- 通常及び緊急時の渇水指令
大臣は、通常28日以内に申請の是非を判断する。

7. 海外における気候変動リスクへの対応

(2) 米国カリフォルニア州における渇水対応

- 米国カリフォルニア州で発生した2007年から2009年にわたる渇水に関する報告に基づき、行政の渇水対応について整理した。

非常事態宣言

- 米国カリフォルニア州は、2007年から2009年にわたり、州の8つの観測所で史上12番目の少雨を記録し州知事による非常事態宣言が発出された。
- 同州の水資源史上初めての州全体での非常事態宣言であり、深刻な水不足が農業分野の景気後退と失業率の上昇の背景となったものと推察される。

水資源非常事態対策基準

- 行政主体(The governing body)は、水使用、公衆衛生維持、防火のための水不足が明らか、もしくは確定した場合は非常事態宣言をすることがある。
- 水使用者は、非常事態に対して抗議する機会を公聴会を通じて与えられる。開催は7日前までに、新聞社等報道機関によって公告される。
- 行政主体により水資源の保全と節水が行われ、必要に応じた配分が行われる。

非常事態宣言に伴う指示(2009.2)の一例

- 水資源局の他の関連機関と協力した節水キャンペーンの展開。
- 水資源局による水資源バンクの水移転に係る各種影響調査。
- 水環境・生態系への影響がないことを確認した上で水バンクの運用。
- 即時の節水行動を含み、州関連施設での計画改定を実施。
- 公衆衛生部局は、水道事業間での緊急連絡接続に関して技術支援と継続的な財政援助を展開。
- 地下水状況のモニタリングと関連セクターからの情報収集。
- 2009.3.30までに水資源局は状況報告を更新し改善されていない場合、次の更なる指示を発出予定。
水使用の縮小義務化、配給制度の導入
渇水影響を最小化するための主要貯水池の再運用
- 都市生活者に対する20%節水要請、効果的な農業用水利用奨励、全ての連邦・地方機関における即時節水による水使用量削減。

主要河川であるサクラメント川の4-7月流量は、この100年あまりで減少傾向。

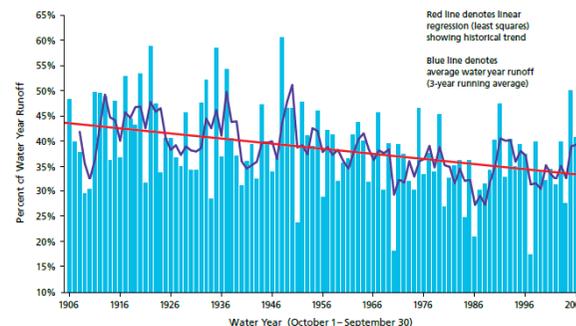
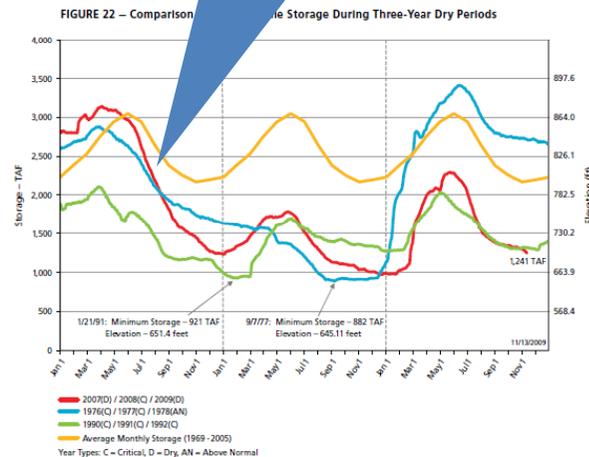


FIGURE 2 – Sacramento River April – July Runoff as Percent of Water Year Runoff

オリビル湖の2007-2009の貯水状況(赤線)。2007年の8ヶ月あまりで貯水量は半減し次の年で回復せず、ピーク時の1/3になり翌年の回復も完全でない。緑線、青線はそれぞれ20世紀中最大級の渇水時期の貯水量を示し、橙線は1965-2005の平均を示す。



(出典) ・California's Drought of 2007-2009 SEPTEMBER 2010 カリフォルニア州, 天然資源庁, 水資源局
<http://www.water.ca.gov/waterconditions/drought/docs/DroughtReport2010.pdf>
 非常事態宣言: P1 (Introduction), 水資源非常事態対策基準: P97~ (California Water Code Emergency Provision)
 サクラメント川流量: P6, オリビル湖貯水量: P32, 非常事態宣言に伴う指示: P87~ (Emergency Proclamation Water Shortage)

7. 海外における気候変動リスクへの対応

(3) 豪州西オーストラリア州での多様な水資源オプション

● 州政府は、水資源管理を戦略的な位置づけとし、気候変動と水不足と増え続ける需要に対して州水資源計画2007を策定した。

計画の方針

- 2001年冬の州南部での深刻な渇水を踏まえた強固な基盤の確立
- 州南部で顕著な気候変動の影響を考慮し水資源、生態系の保全及び影響評価に関する研究を推進
- 表流水と地下水による体系の回復を優先させつつ、環境と公共の水利用のための統合的な水管理を推進
- 水供給と需要の管理 他

重要課題

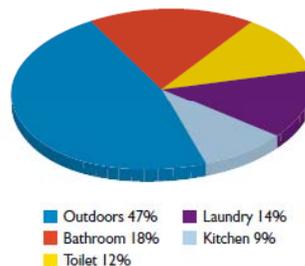
- 賢い水利用・再利用
- 資源の持続可能な計画策定と管理
- 科学、革新技術、教育への投資
- 生態系、水質と水資源の保全
- 環境と水利用のための水の安全性の向上
- 経済活性化のための水資源開発
- 強く健全なコミュニティとするための支援



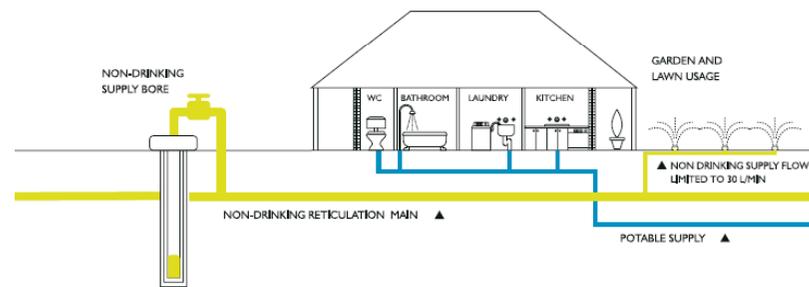
Perth water use per person

賢い水利用・再利用の例

西オーストラリア州の典型的な水使用は、大半が屋外であり、1人あたりの使用量は1941年以降増大傾向であったが、1977年にスプリンクラー使用が禁止された。2005年時点でも410リットル/人日程度あり、これをさらに削減するため、飲用以外での屋外利用では、多様な水資源オプションの導入が進められている。



Typical scheme water use of a household in Western Australia



Courtesy of Satterley Property Group

(出典) ・STATE WATER PLAN 2007 西オーストラリア州政府 <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/74923.pdf>
 計画の方針:P4, 重要課題:P5(PRIORITY ACTIONS 2007-2011), 賢い水利用・再利用の例:P42-45(WATER USE)