

第4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25年11月18日

資料構成(目次)

1. 今年度の検討内容について	P.2-P.3	4. 既往渇水の分析	P.22-P.35
1-1 平成24年度の検討概要		4-1 台風等による渇水解消状況の整理	
1-2 平成25年度の検討内容		4-2 渇水指標	
1-3 平成25年度の検討にあたって		4-3 過去の記録的渇水	
1-4 検討にあたっての留意点			
2. 流出モデルの検証	P.4-P.8	5. 渇水による影響と適応策	P.36-P.41
2-1 モデル構築の考え方		5-1 過去の渇水による影響	
2-2 流出モデルの検証		5-2 渇水による社会活動への影響	
		5-3 気候変動による農業分野への影響	
		5-4 水資源管理にかかる適応策	
3. 気候モデルによる降水量	P.9-P.21	6. 海外における異常気象(干ばつ)	P.42
3-1 バイアス補正の内容(流域分割ごとの値、比率方式)			
3-2 バイアス補正前と後のハイトグラフ		7. 海外における気候変動リスクへの対応	P.43-P.48
3-3 バイアス補正の妥当性			
3-4 バイアス補正した降水量から計算した流出量			

1. 今年度の検討内容について

1-1 平成24年度の検討概要

1. 流域の渇水発生要因等の分析
 - 渇水指標の検討(利根川、筑後川、吉野川)
 - 渇水発生要因の分析(利根川、筑後川、吉野川)
2. 気候モデルによる将来の渇水の分析
 - 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(利根川、筑後川、吉野川)
 - 将来の渇水と渇水指標の評価(利根川)
 - 将来の渇水特性分析(利根川)
3. 気候変動による水資源への影響検討

1-2 平成25年度の検討内容

1. 気候モデルによる降雨予測
 - ・バイアス補正
 - ・将来の降雨予測について
2. 気候変動による流況への影響
 - ・流出モデルの構築
 - ・気候モデルによる降雨値を使った流況評価
3. 渇水の分析
 - ・既往の渇水による渇水指標の整理
 - ・過去の渇水
 - ・将来の渇水状況の評価
4. 渇水による影響
 - ・渇水による影響について
 - ・将来の渇水による社会経済への影響
5. 渇水への適応策
 - ・渇水への適応策の考え方
 - ・将来の渇水に対する適応策の検討

(赤字:第4回検討)

1. 今年度の検討内容について

1-3 平成25年度の検討にあたって

- 気候変動による将来の流量変化、渇水の状態を検討するため、これまでは全国的に渇水が発生した平成6年に着目して流出計算モデルを構築してきたが、渇水が発生が前年度の気象条件や流量に左右されるため、さらに長期間にわたり整合性のとれた流出モデルの再構築を実施する。

1-4 検討にあたっての留意点

- 渇水影響評価は、全球的な気候モデルによる予測降水量を用い、流出計算により流量を算定し、将来の渇水規模・頻度の状態を検討するものである。流出モデルにより算定される結果には、以下に示す不確実性が内在することから、その結果は将来の傾向を示しつつも幅のあるものとして理解する必要がある。

《気候モデルによる予測降雨の不確実性》

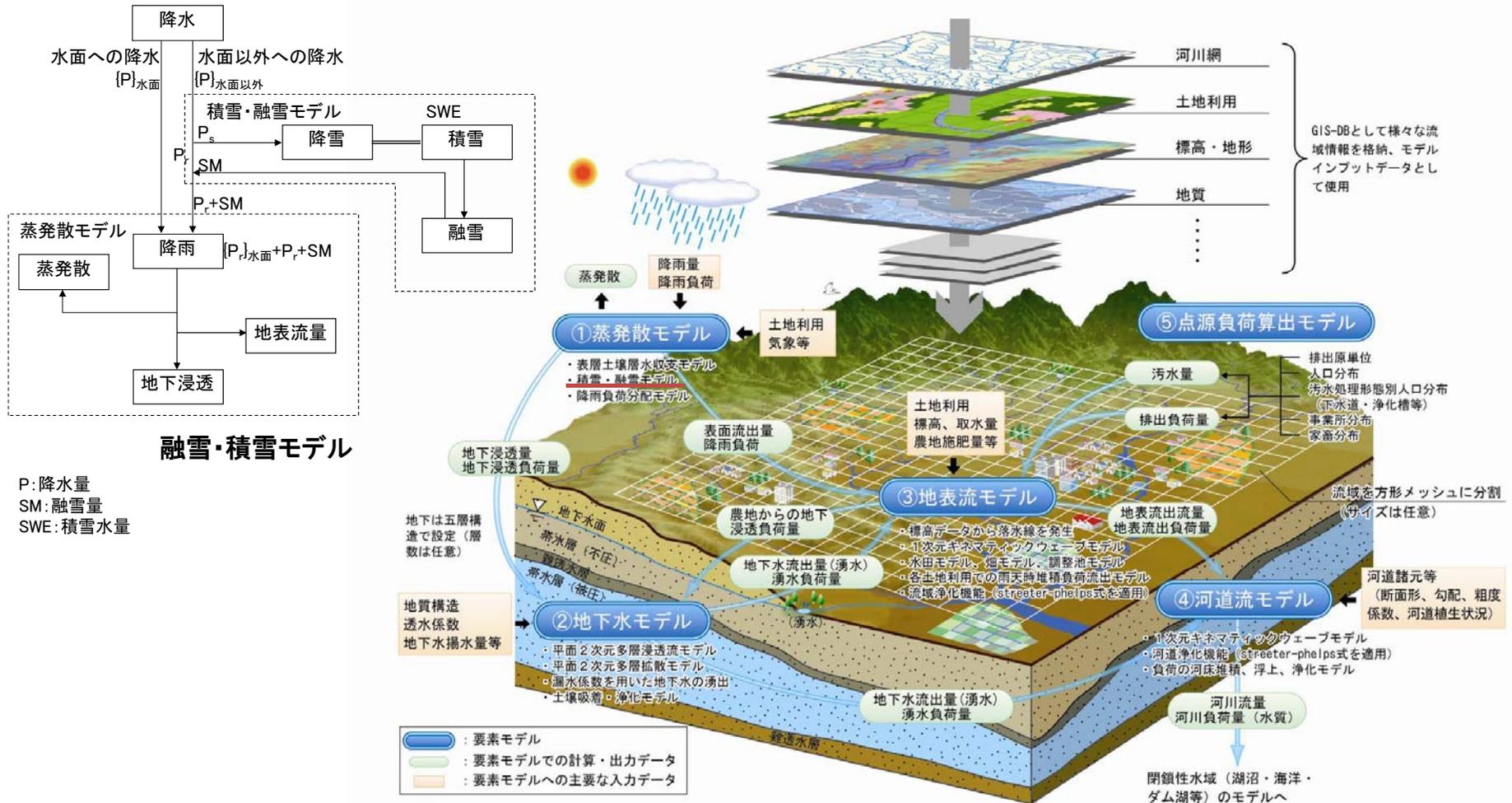
気候モデルによる検討は、将来の降雨の予測計算を複数のモデルで行い総合的に評価するものである。なお、各々のモデルの違いや将来条件の設定における不確実性等から、予測計算で将来の特定の時点の値を一意的に求められるものではなく、検討では予測値を通して将来の傾向(現在と将来の相対的な比較)を把握することを目的とする。

2. 流出モデルの検証

2-1 モデル構築の考え方

■ 流出モデル

- ・流出計算は分布型流出計算モデルを用いた。モデルのメッシュサイズは1km×1kmとした。
- ・日平均気温、日降水量等を入力データとして与え、蒸発散や積雪・融雪現象、地下浸透・湧出・表面流出現象等を解析する。
- ・20kmメッシュの気候モデル値に対し、モデルの各1kmメッシュにおいて気温の高度補正を行った。



分布型流出計算モデル

2. 流出モデルの検証

モデル構築のポイント

利根川は融雪が流出量に影響するため以下について調整した。

■①: 積雪区域の降水量実測値の精度(検証計算における入力降水量): 検証地点は矢木沢ダム地点

課題: 観測地点の降水量とダム流域の降水量に差がある。

対応: 降水を降雨と降雪に分離して標高補正を行うことにより降水の実態に近い入力値を与えることとした。

■②: 融雪出水の再現性向上

課題: 矢木沢ダム地点で、融雪による流入量が適切に再現出来ていない。

対応: 降雪の際の標高補正により、矢木沢ダム地点の自然流量を実測値に合わせた。

■③: 月別平均誤差率(計算値/実測値)のずれに対する調整

課題: 積雪の溶ける時期を調整するため、12月・1月頃の融雪量を多くし、6月より前に流出するようにして、6月の計算値を実測値に合わせる。

対応: 日射や気温による融雪の係数を調整。

その他 下記について調整した。

■④: 流量低減時期の再現性向上

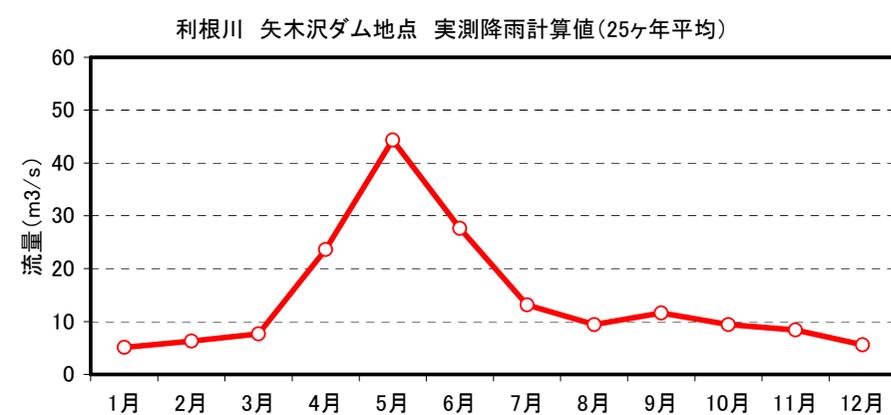
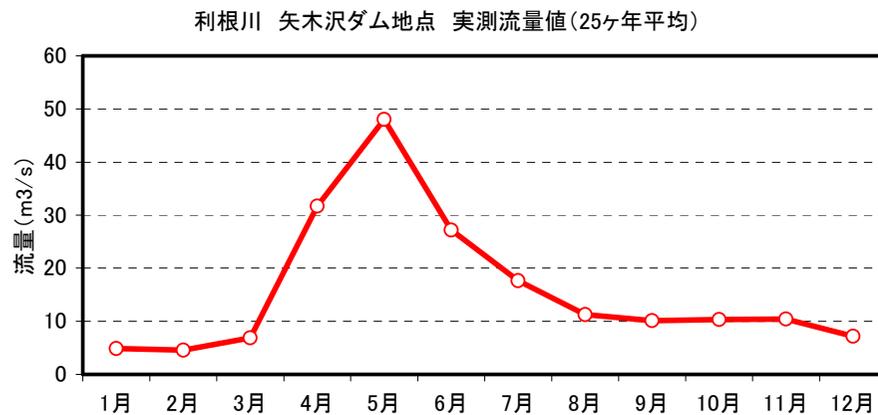
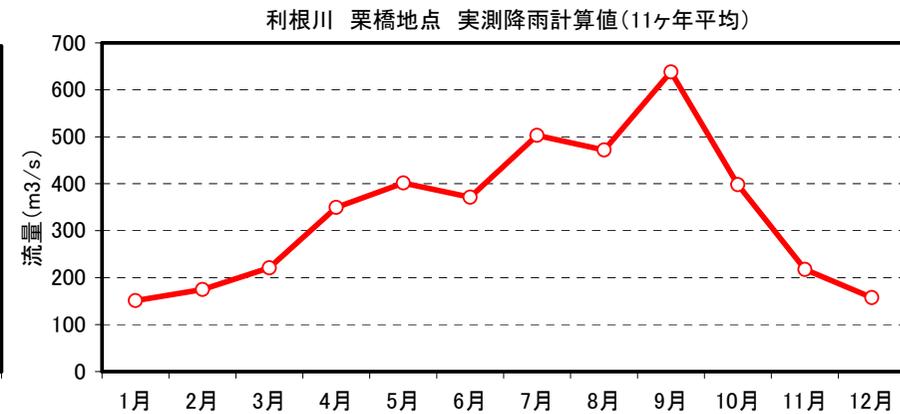
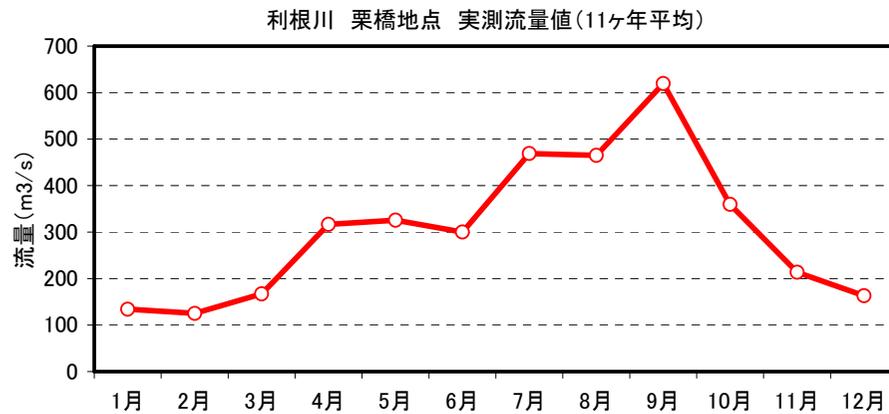
課題: 夏～秋の流量低減で、計算値が実測値に比べて低減が大きくなる。

対応: 地下水からの湧出係数(湧き出しやすさを設定する係数)を変えて、実測値に合わせた。

2. 流出モデルの検証(利根川)

2-2 流出モデルの検証

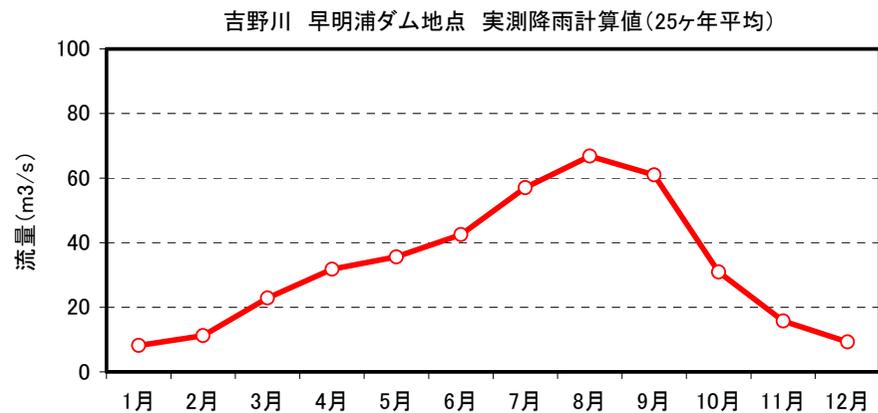
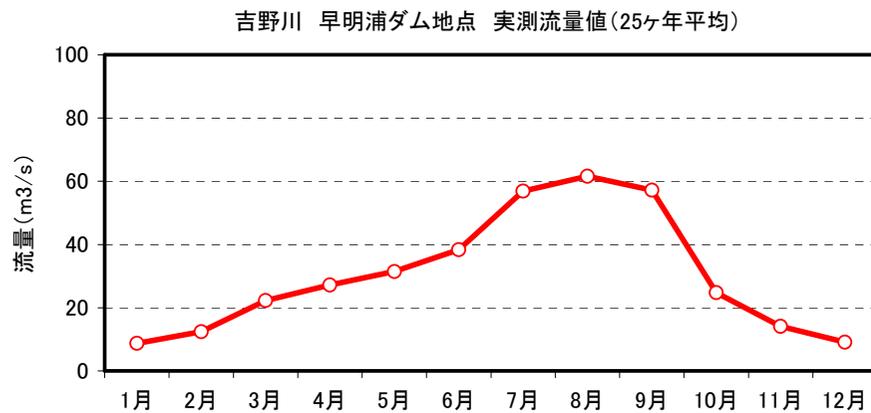
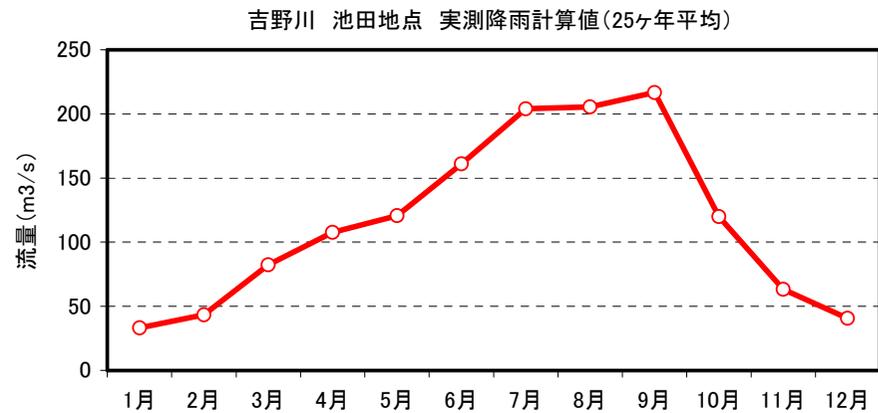
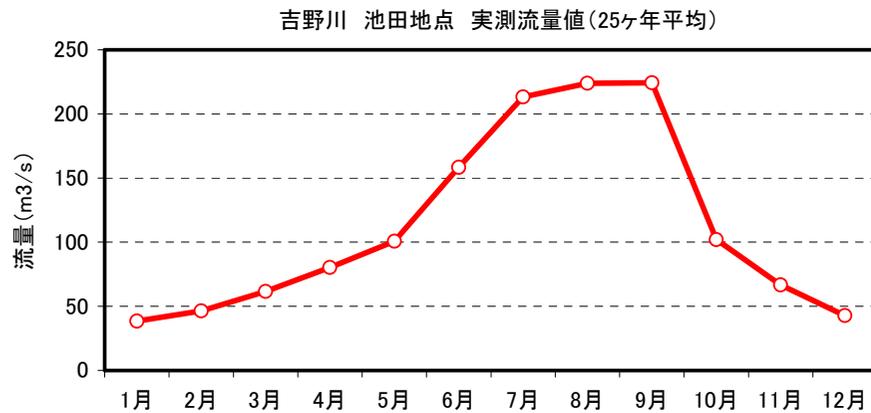
■ 利根川での再現性



実測降雨計算値: 実測降雨から計算した流量

2. 流出モデルの検証(吉野川)

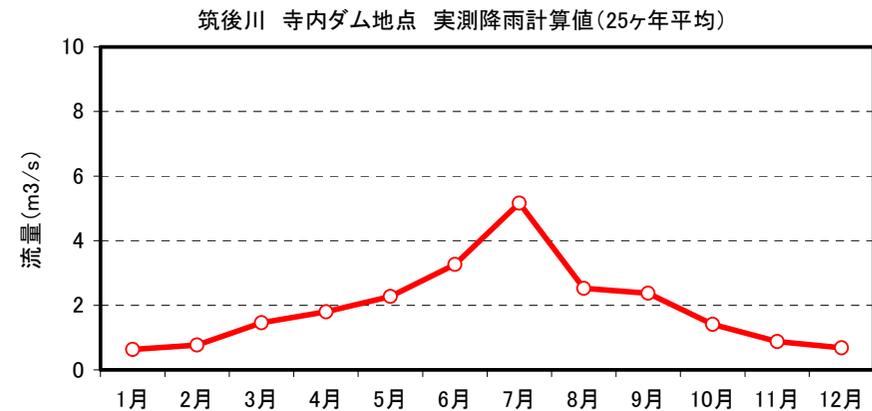
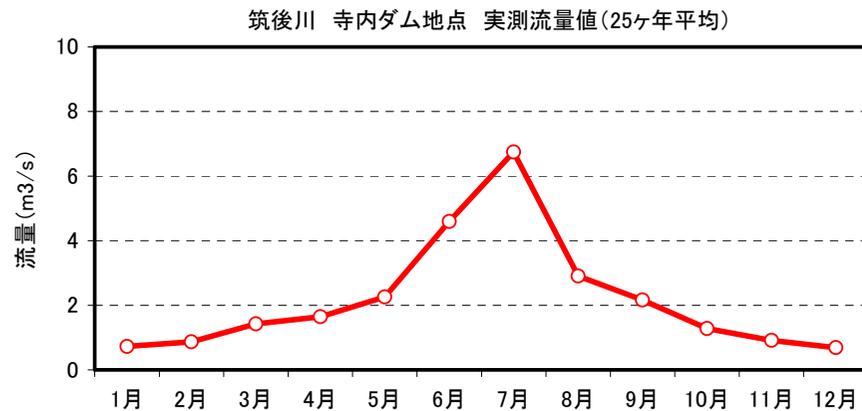
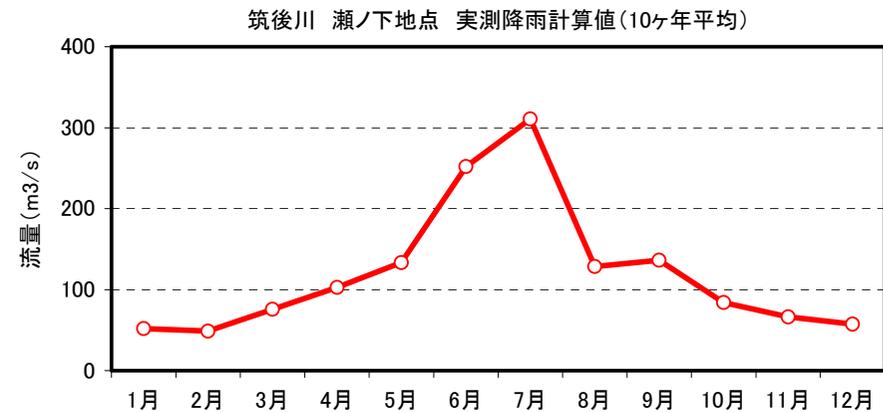
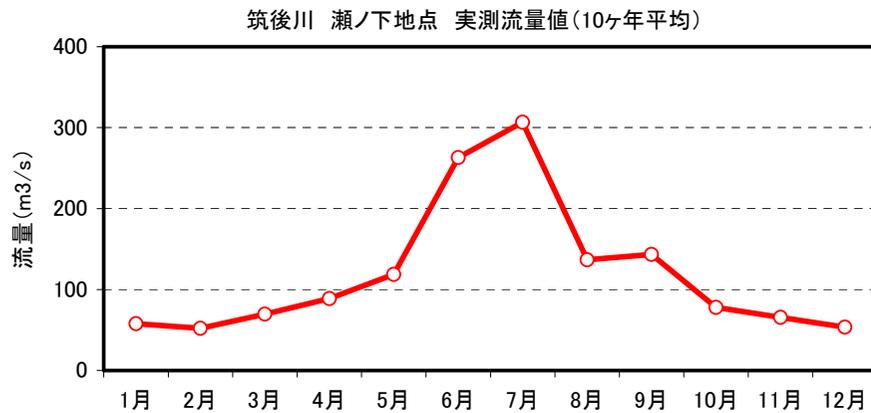
■ 吉野川での再現性



実測降雨計算値: 実測降雨から計算した流量

2. 流出モデルの検証(筑後川)

■ 筑後川での再現性



実測降雨計算値: 実測降雨から計算した流量

3. 気候モデルによる降水量

3-1 バイアス補正の内容(流域分割ごとの値、比率方式)

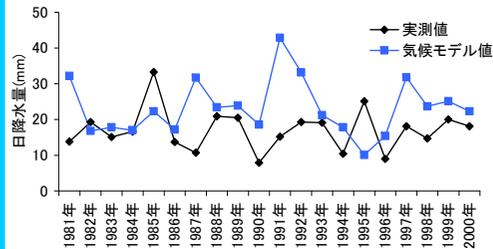
■バイアス補正方法

- ・日降水量は、日単位の順位誤差一定手法(誤差率)で補正することとした(月単位の補正では、無降水日数の補正が不可能)。
- ・日平均気温は、月単位の差手法で補正することとした(年間変動傾向が一定のため月平均での補正が妥当)。

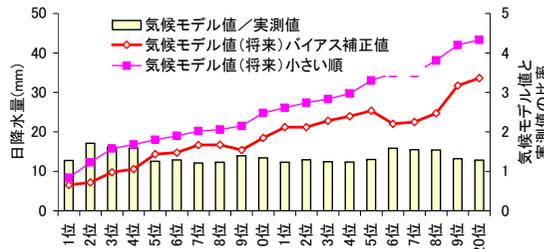
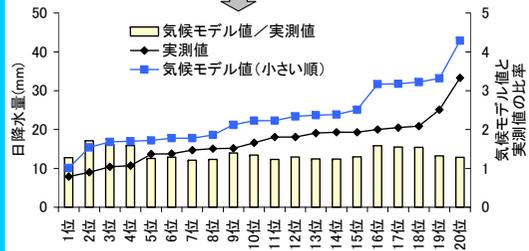
■分割流域平均降水量に対するバイアス補正

日降水量のバイアス補正手順は以下のとおりである。

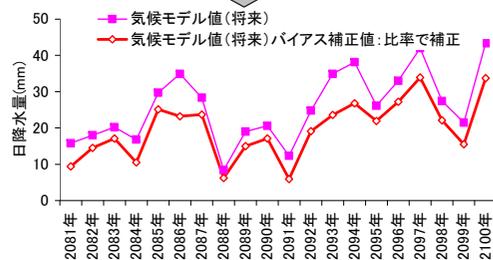
【日降水量】日単位の順位誤差一定手法(誤差率)により補正



データを昇順に並べ替える

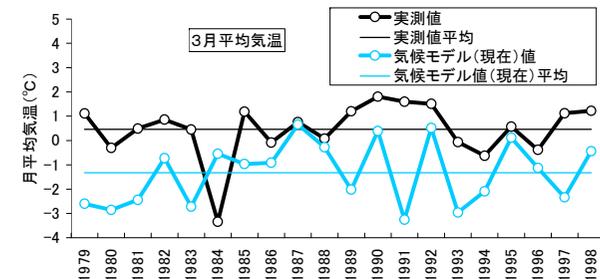


年代順に並び替え

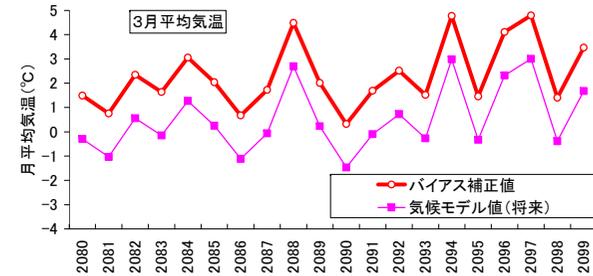


現在の同じ期間の実測値と気候モデル値を昇順に並べ替え、同順位の誤差率(気候モデル値/実測値)を算定し、この誤差率で同じく昇順に並べ替えた将来の気候モデル値を割って、時系列を戻す。

【日平均気温】月単位の差手法で補正



「実測値の20年平均値-気候モデル値の20年平均値」を将来の気候モデル値に足す



注) 上図には月平均気温を示すが、実際には各日の気候モデル値(将来)に、現在期間で求めた差(実測値-気候モデル値)を足す。

3. 気候モデルによる降水量(利根川)

3-2 バイアス補正前と後のハイレトグラフ

●月降水量の年変化(奥利根流域)

バイアス補正によりモデルの特性(月別変化)は損なわれていない

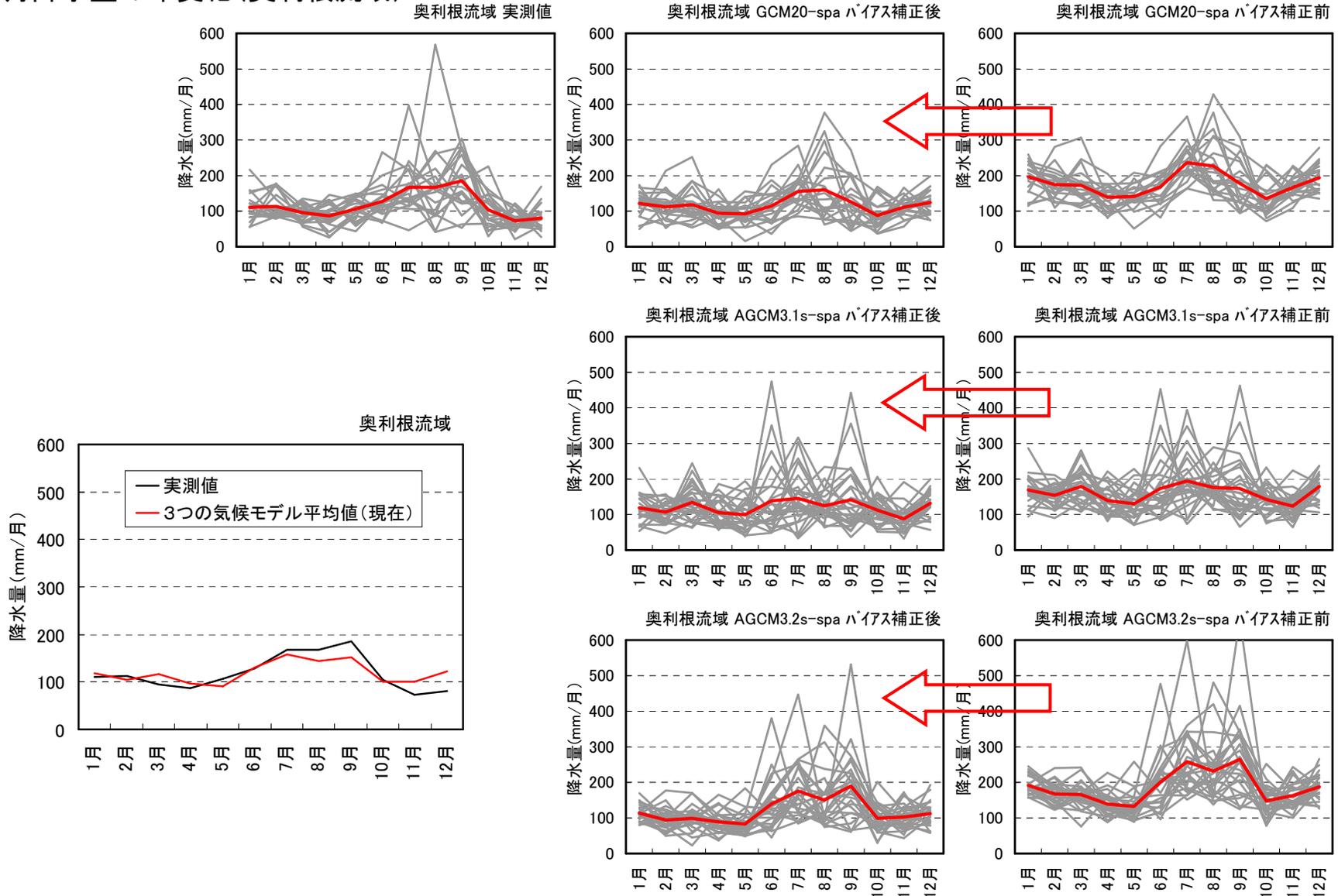


図 月降水量の年変化(利根川 奥利根流域) 現在期間

3. 気候モデルによる降水量(利根川)

● 月降水量の年変化(栗橋上流域)

バイアス補正によりモデルの特性(月別変化)は損なわれていない

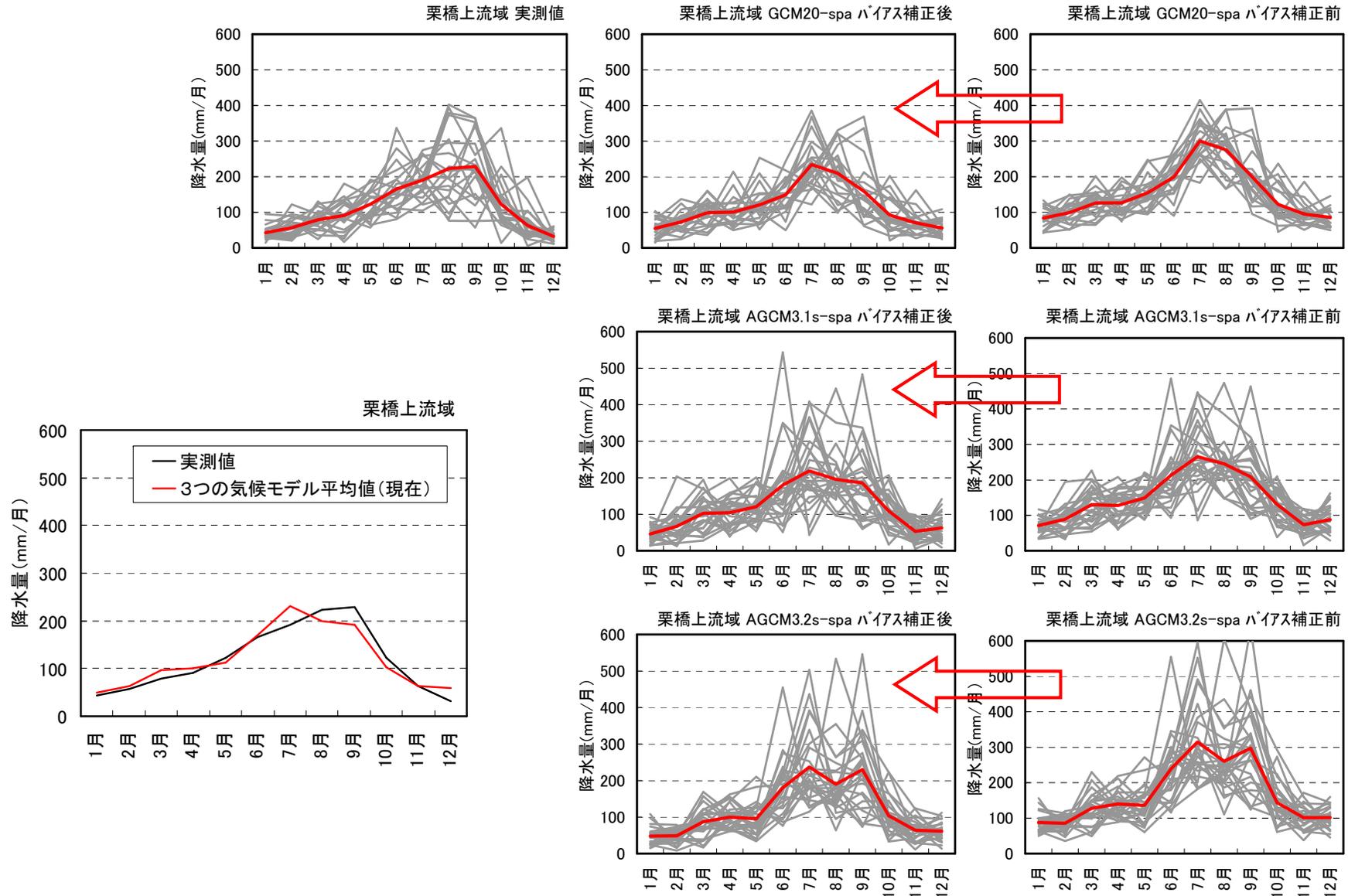


図 月降水量の年変化(利根川 栗橋上流域) 現在期間

3. 気候モデルによる降水量(吉野川)

●月降水量の年変化(吉野川全流域)

バイアス補正によりモデルの特性(月別変化)は損なわれていない

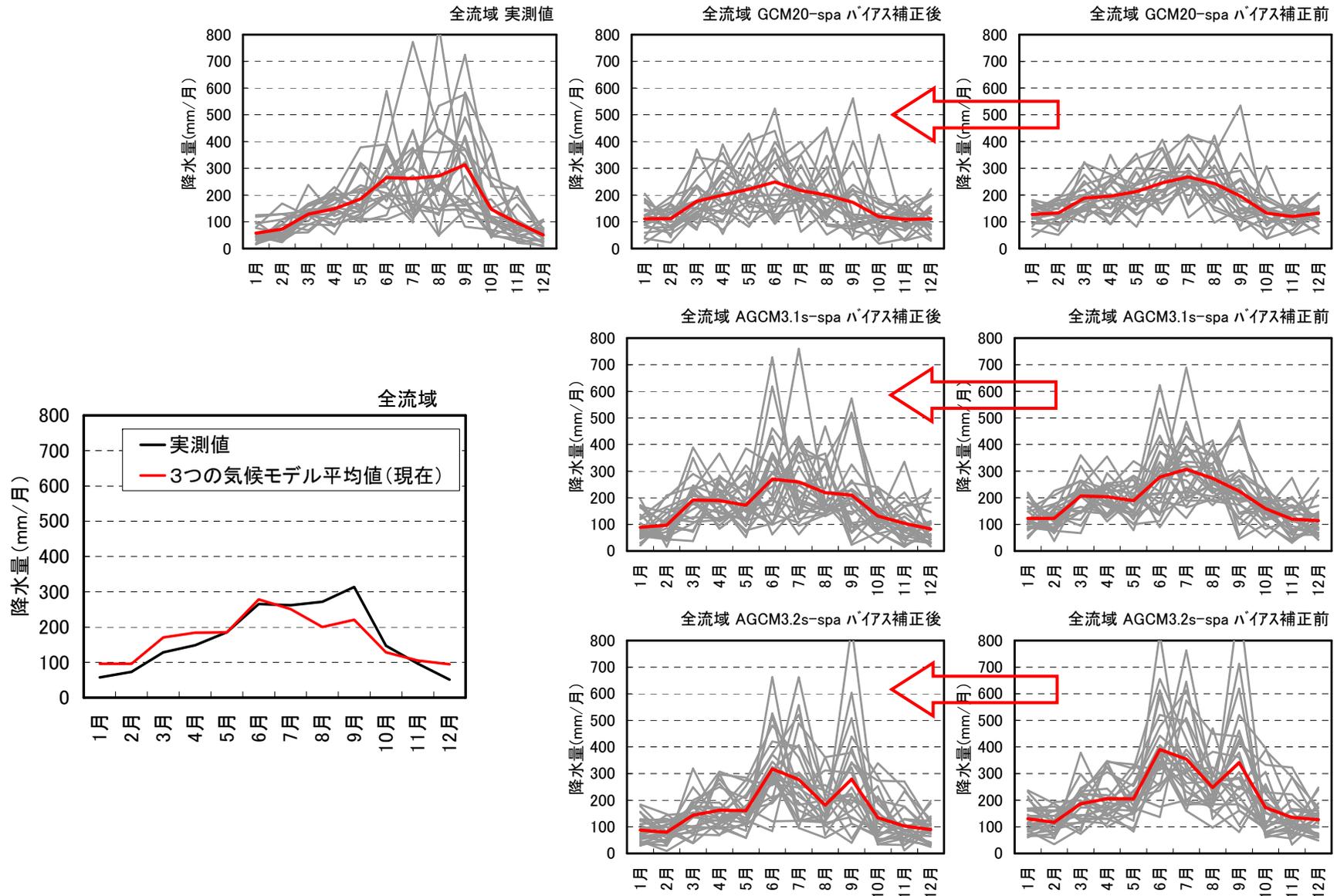


図 月降水量の年変化(吉野川 全流域) 現在期間

3. 気候モデルによる降水量(筑後川)

●月降水量の年変化(筑後川全流域)

バイアス補正によりモデルの特性(月別変化)は損なわれていない

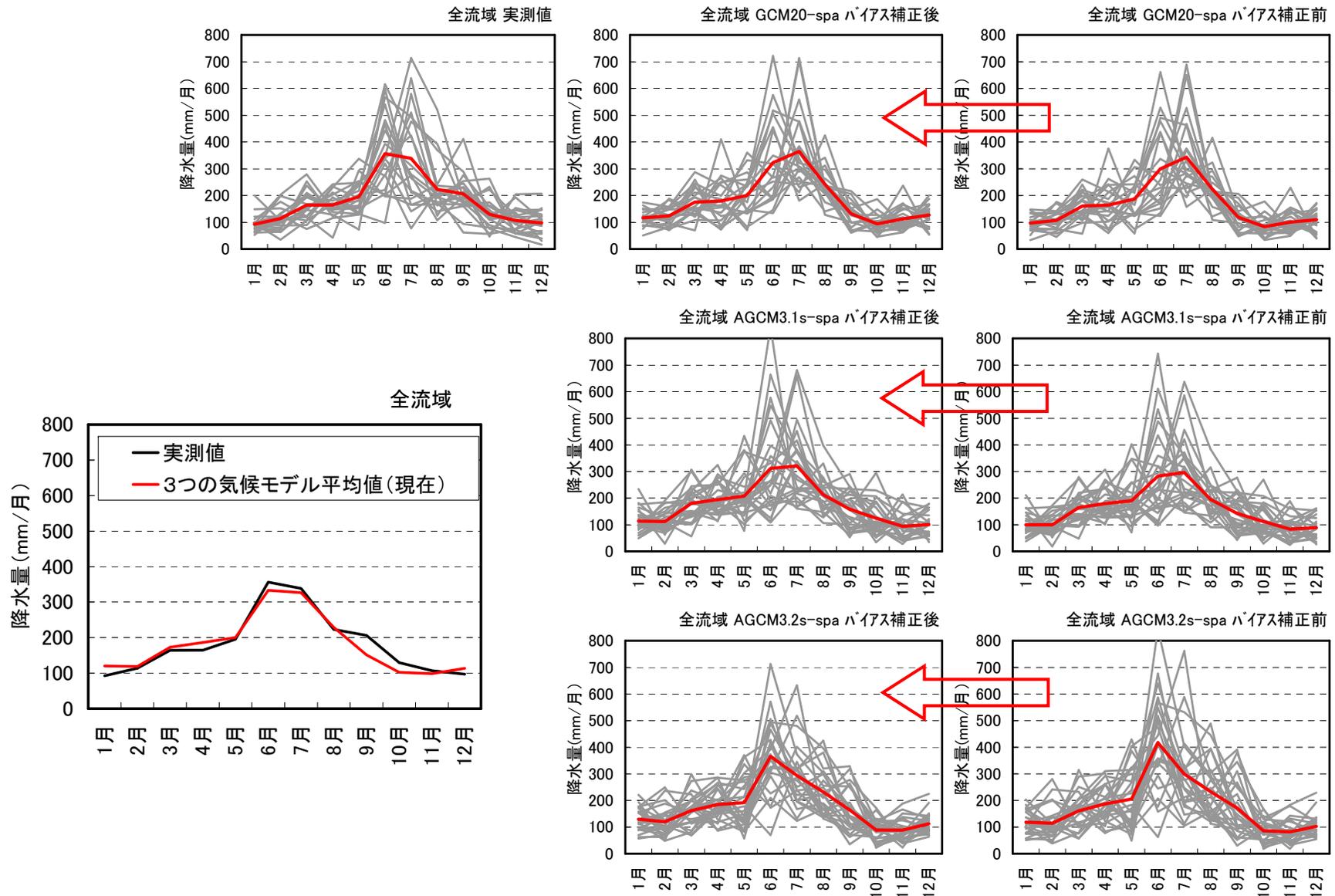


図 月降水量の年変化(筑後川 全流域) 現在期間

3. 気候モデルによる降水量

3-3 バイアス補正の妥当性

日降水量順位誤差一定手法(誤差率)によるバイアス補正の妥当性を確認するため、利根川奥利根流量を例として分析を行った。なお、他の流域においても傾向は同様であるため、奥利根流域での分析事例のみ示す。

- ・奥利根流域では、実測値に対しバイアス補正値は7-9月に少なく、3-4月、11-12月に大きくなる(右図参照)が、この傾向は気候モデル値の傾向である。
 - ・順位誤差一定手法によるバイアス補正では、概ね同じ季節の実測値と気候モデル値の間で気候モデル値が補正されている(異なる季節の値の誤差により気候モデル値を補正するといった矛盾の影響度は小さい)。
- ※下図に、現在期間における順位誤差率(気候モデル値/実測値)と順位誤差率算定に用いた値の発生月を示す。降順位日数100日以内で誤差率は1.1以上となっているが、誤差率算定に用いた値と気候モデル値の生起月に大きな差はない。

降順位日数100日以内での実測値と気候モデル値の発生月が3ヶ月以内の割合 82%(82/100)

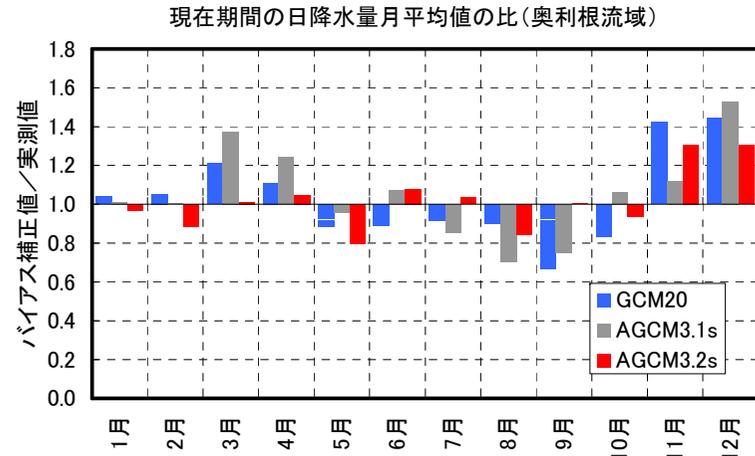


図 日降水量の月平均値の比(奥利根流域)

順位誤差算定に用いた実測値と気候モデル値の発生月(奥利根流域 AGCM3.2s)
降順位日数1~100日

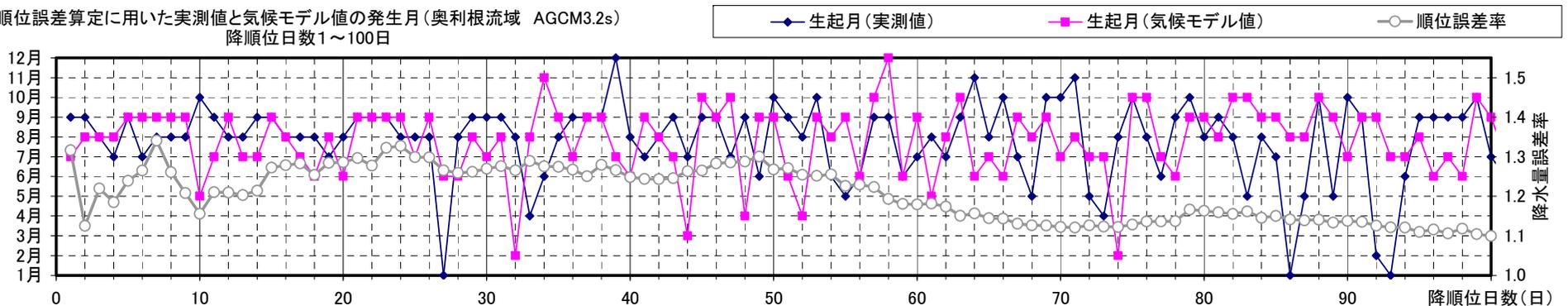


図 順位誤差率算定に用いた実測値と気候モデル値の発生月 (利根川 奥利根流域 AGCM3.2s)

3. 気候モデルによる降水量(利根川)

■ バイアス補正した降水量(利根川 栗橋上流域平均降水量)

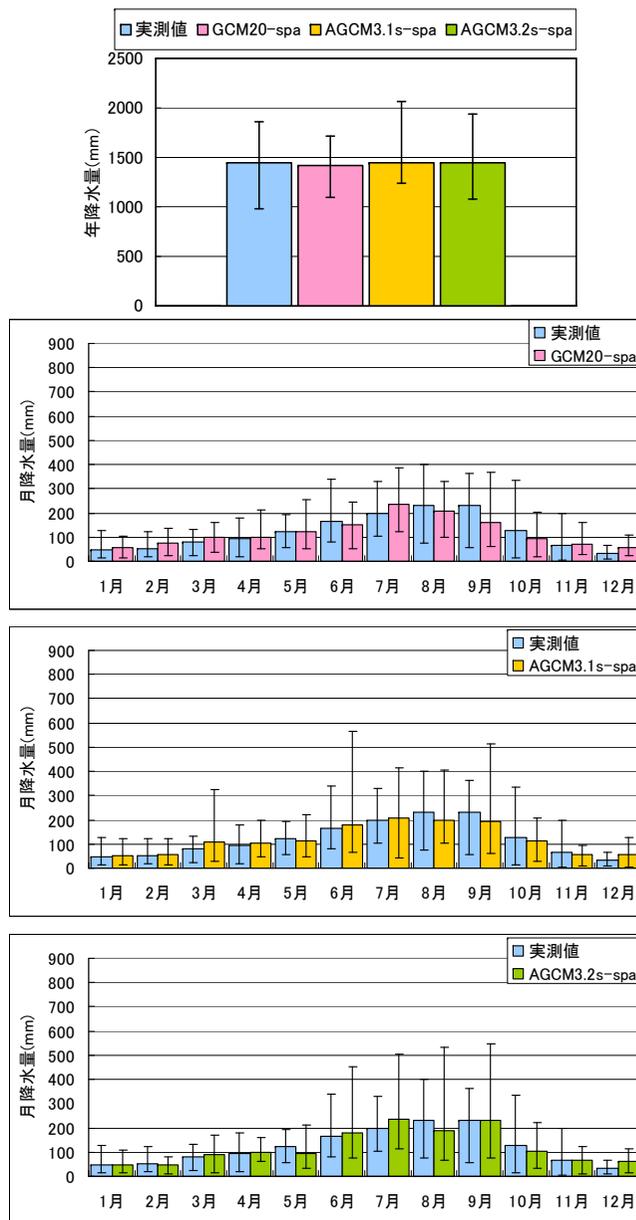


図 降水量の現況再現性

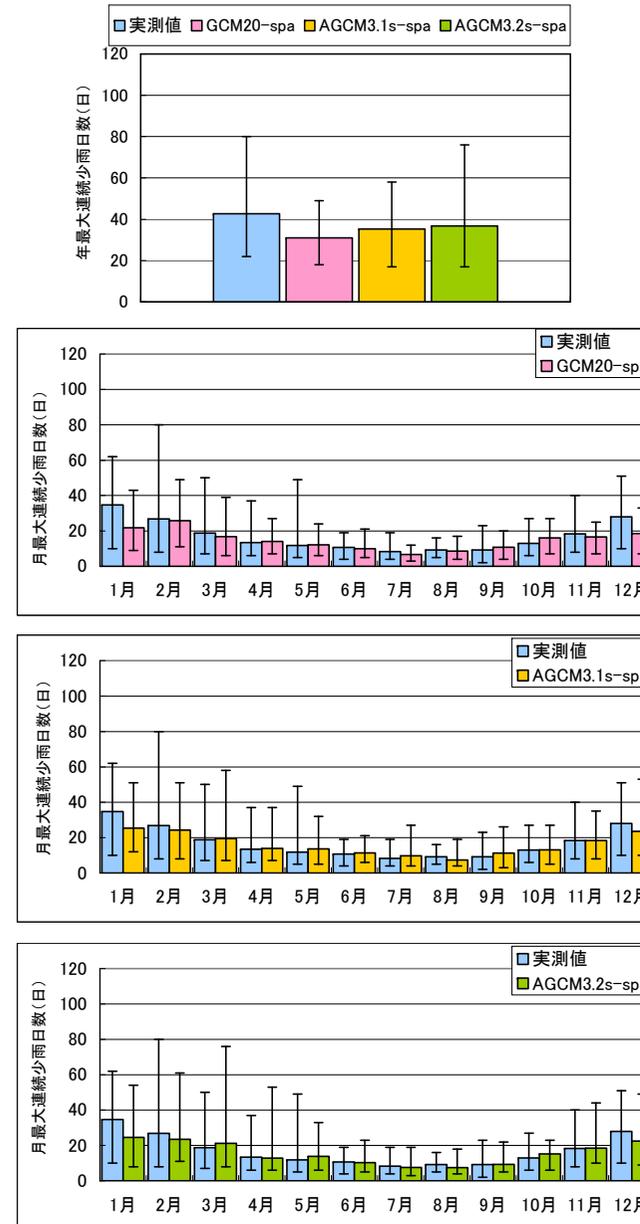


図 最大連続少雨日数の現況再現性

3. 気候モデルによる降水量(利根川)

■ バイアス補正した降水量(利根川 奥利根流域平均降水量)

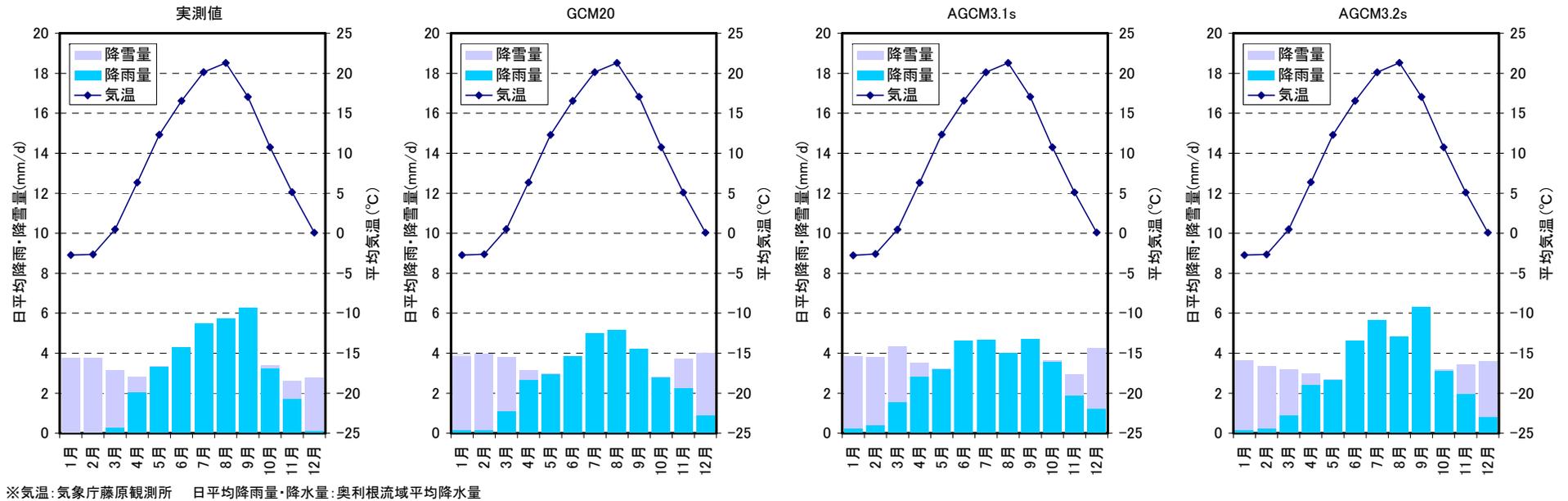


図 気温、月平均降雨量・降雪量の現況再現性(利根川 奥利根流域)

3. 気候モデルによる降水量(吉野川)

■ バイアス補正した降水量(吉野川 全流域平均降水量)

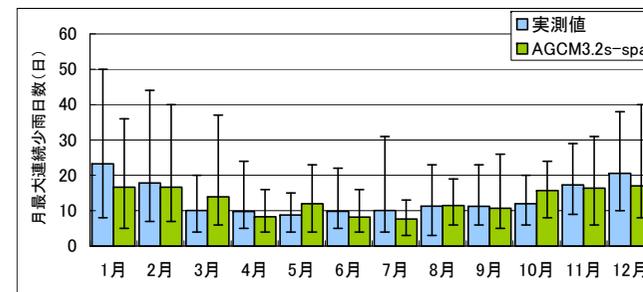
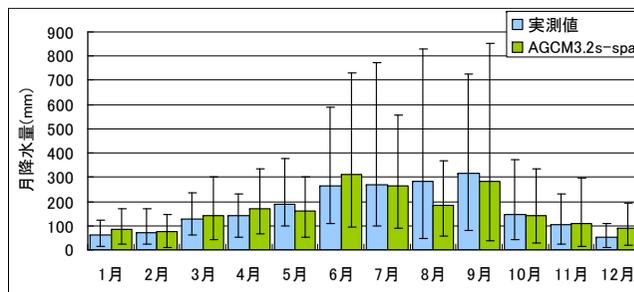
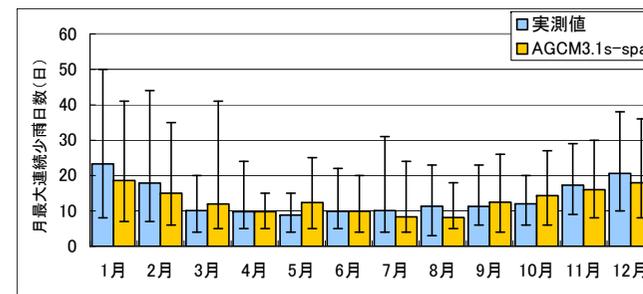
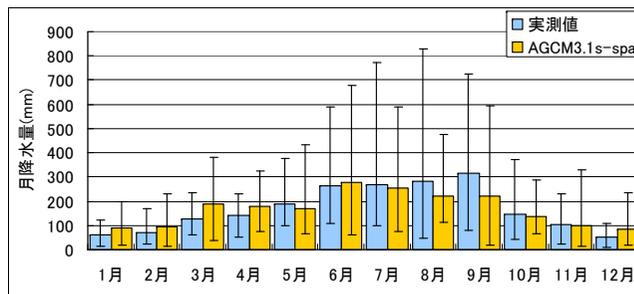
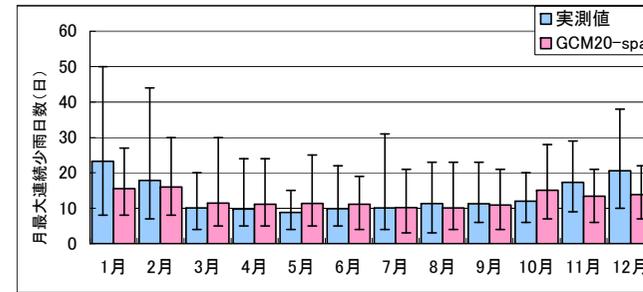
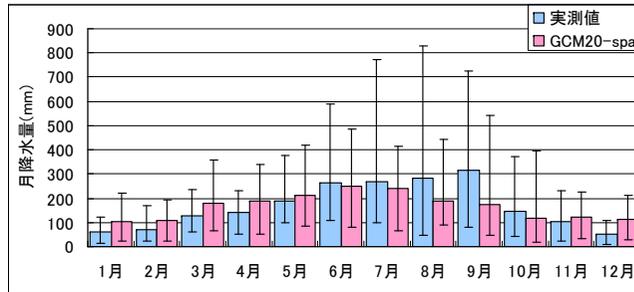
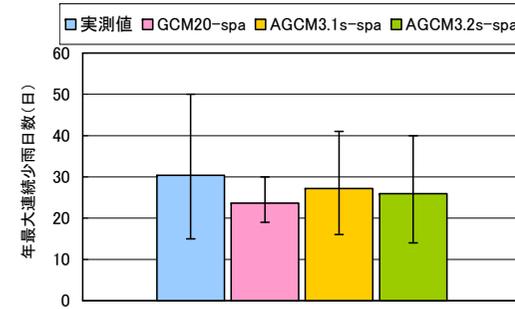
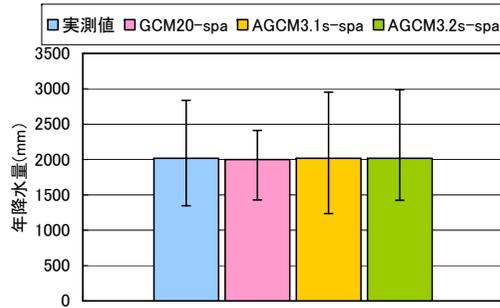


図 降水量の現況再現性

図 最大連続少雨日数の現況再現性

3. 気候モデルによる降水量(筑後川)

■ バイアス補正した降水量(筑後川 全流域平均降水量)

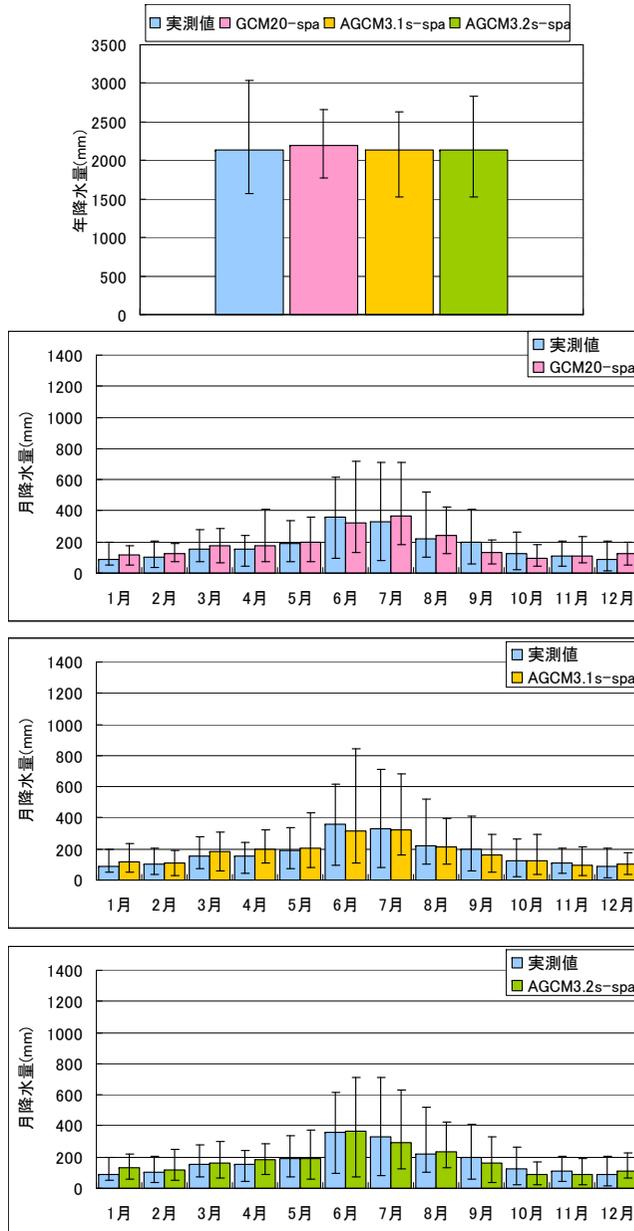


図 降水量の現況再現性

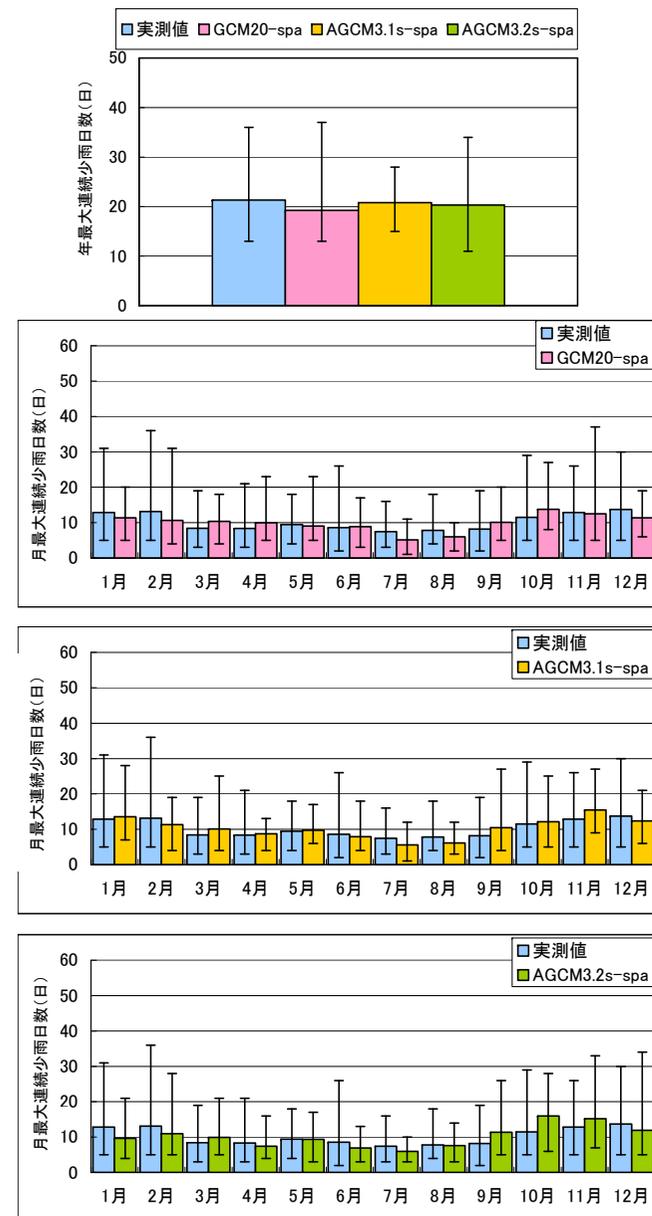
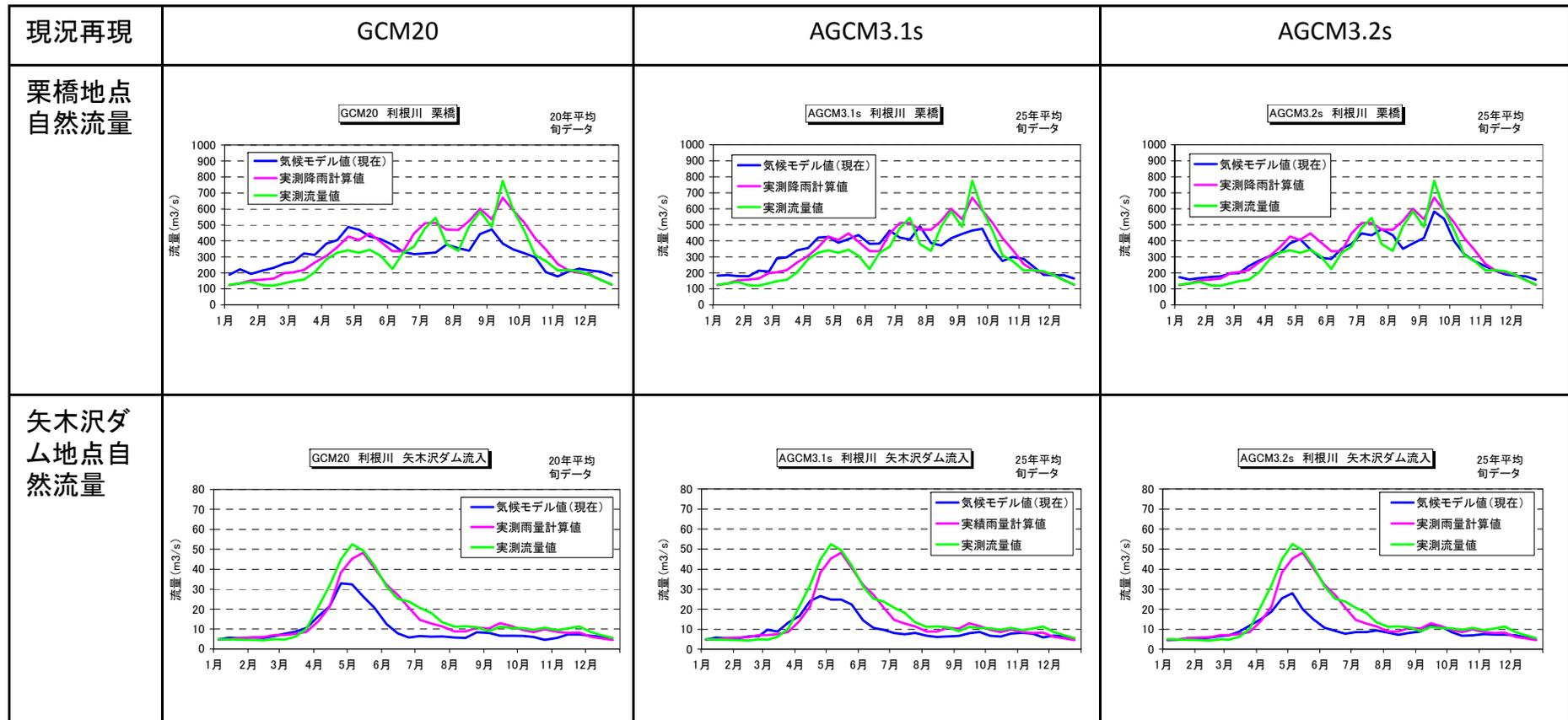


図 最大連続少雨日数の現況再現性

3. 気候モデルによる降水量(利根川)

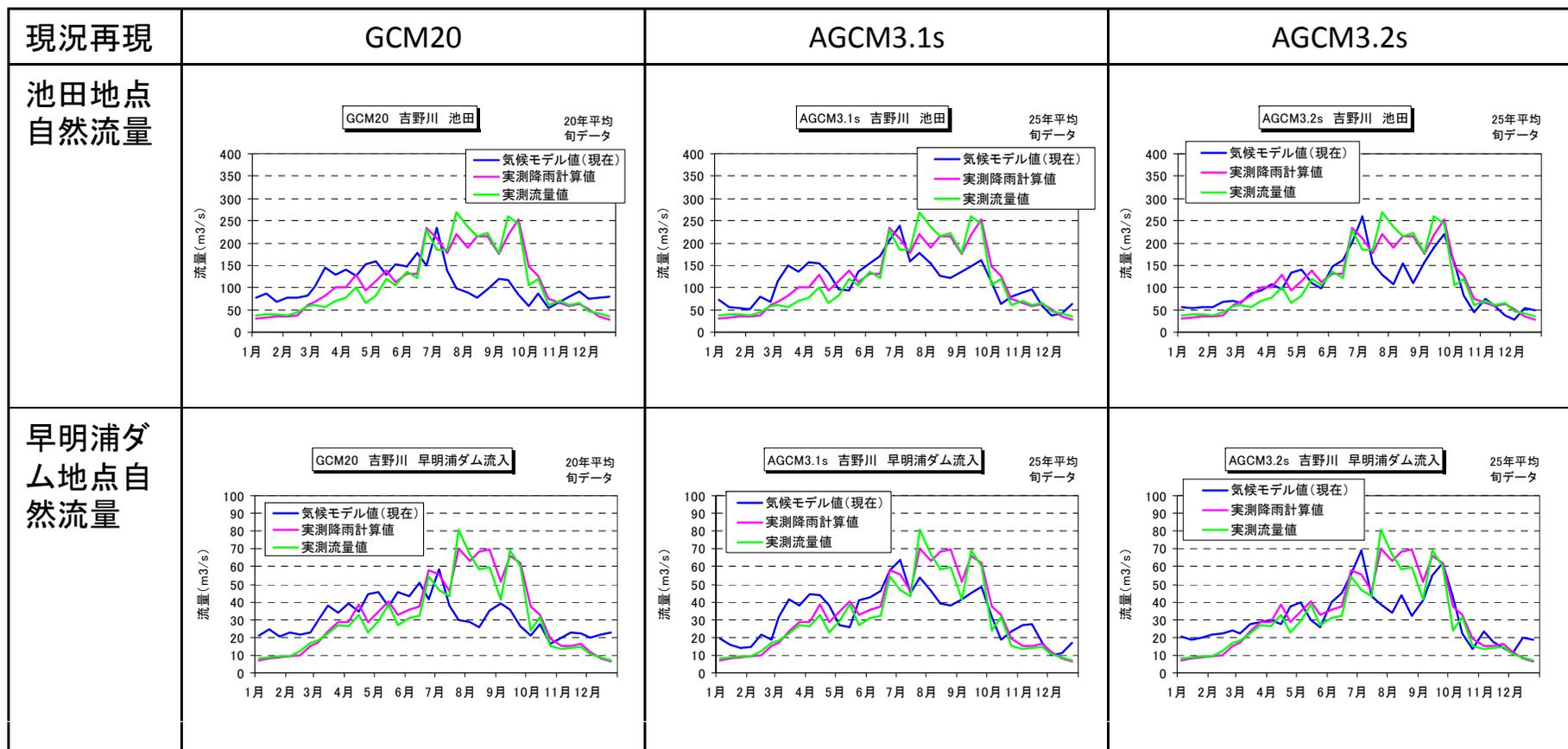
3-4 バイアス補正した降水量から計算した流出量



気候モデル値: 気候モデルでの降水量を用いた計算値
 実測降雨計算値: 実測降雨から計算した値

3. 気候モデルによる降水量(吉野川)

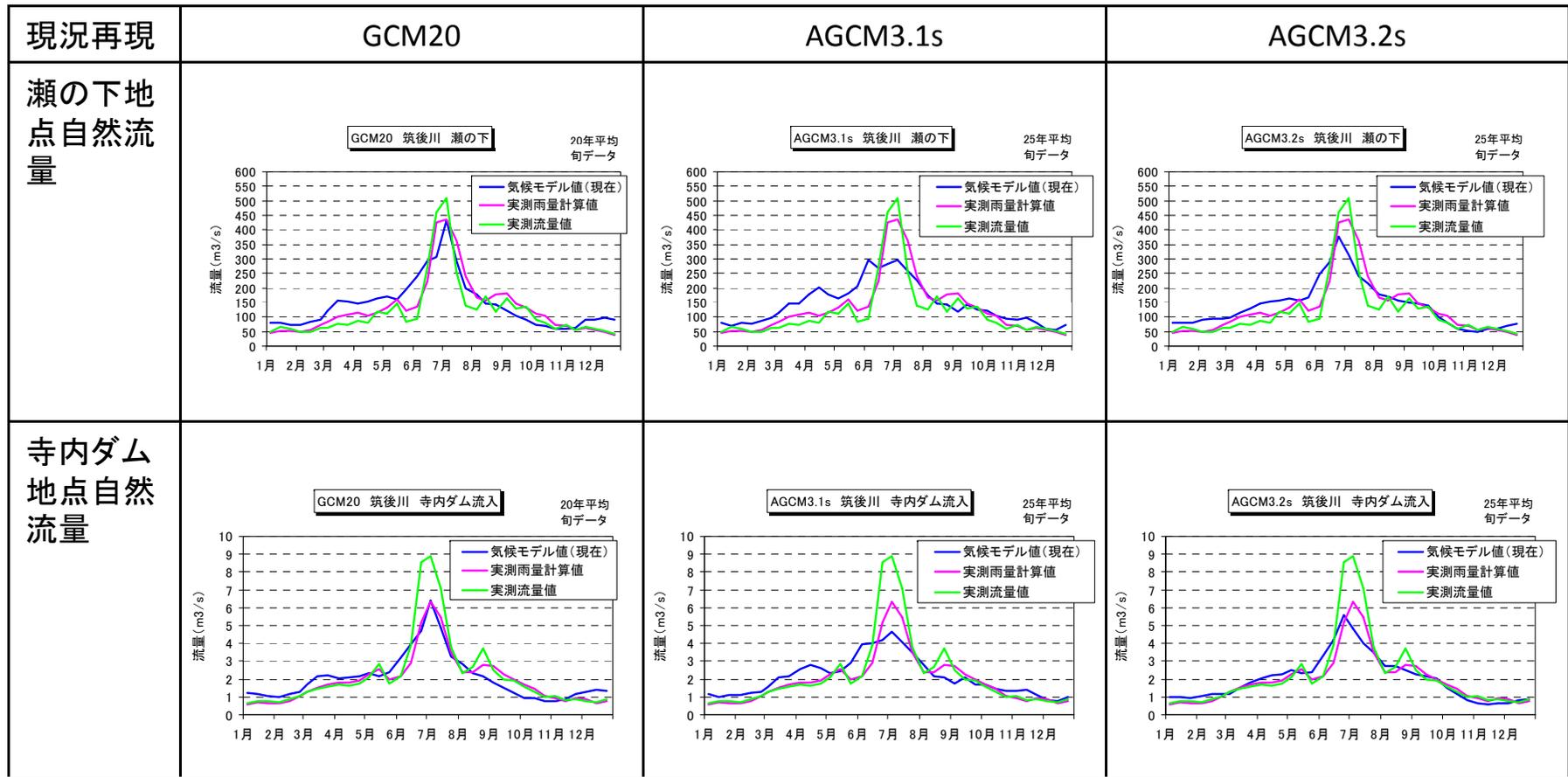
3-4 バイアス補正した降水量から計算した流出量



気候モデル値: 気候モデルでの降水量を用いた計算値
 実測降雨計算値: 実測降雨から計算した値

3. 気候モデルによる降水量(筑後川)

3-4 バイアス補正した降水量から計算した流出量



気候モデル値: 気候モデルでの降水量を用いた計算値
 実測降雨計算値: 実測降雨から計算した値

4. 既往渇水の分析

4-1 台風等による渇水解消状況の整理

これまで、台風等による大雨で渇水が解消されており、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)と渇水との関係を整理。

■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日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

■大雨と渇水の関連性(利根川 奥利根流域)

※大雨あり:6-9月に80mm/3d以上の降雨があった

※渇水あり:6-9月に取水制限が実施された年

年	大雨あり	渇水あり	適合性	備考
1991	○		○	
1992				ノーカウント
1993				ノーカウント
1994		○	○	
1995	○		○	
1996		○	○	
1997				ノーカウント
1998	○		○	
1999	○		○	
2000	○		○	
2001	○	○		渇水の規模が小
2002	○		○	
2003				ノーカウント
2004				ノーカウント
2005	○		○	
2006	○		○	
2007	○		○	
2008	○		○	

適合年数 12
対象年数 13

■大雨と渇水の関連性(吉野川 早明浦ダム流域)

※大雨あり:6-9月に280mm/2d以上の降雨があった

※渇水あり:6-9月に取水制限が実施された年

年	大雨あり	渇水あり	適合性	備考
1976	○		○	
1977	○	○	○	大雨により渇水終了●
1978	○		○	
1979				ノーカウント
1980	○		○	
1981				ノーカウント
1982	○	○		大雨と渇水時期のズレ
1983	○	○		大雨により渇水終了●
1984	○		○	
1985				ノーカウント
1986		○	○	
1987	○		○	
1988		○	○	
1989				ノーカウント
1990	○	○		大雨により渇水終了●
1991	○		○	
1992	○	○		大雨と渇水時期のズレ
1993	○		○	
1994	○	○		大雨の効果不足
1995		○	○	
1996	○		○	
1997	○		○	
1998		○	○	
1999	○		○	
2000	○	○		渇水の規模が小
2001		○	○	
2002	○	○		大雨と渇水時期のズレ
2003				ノーカウント
2004	○		○	
2005	○	○		大雨により渇水終了●
2006	○		○	
2007	○	○		大雨により渇水終了●
2008		○	○	
2009		○	○	
2010				ノーカウント

適合年数 19
対象年数 29

●:適合性は×だが大雨による渇水解消効果あり

■大雨と渇水の関連性(筑後川 江川・寺内ダム流域)

※大雨あり:6-9月に150mm/2d以上の降雨があった

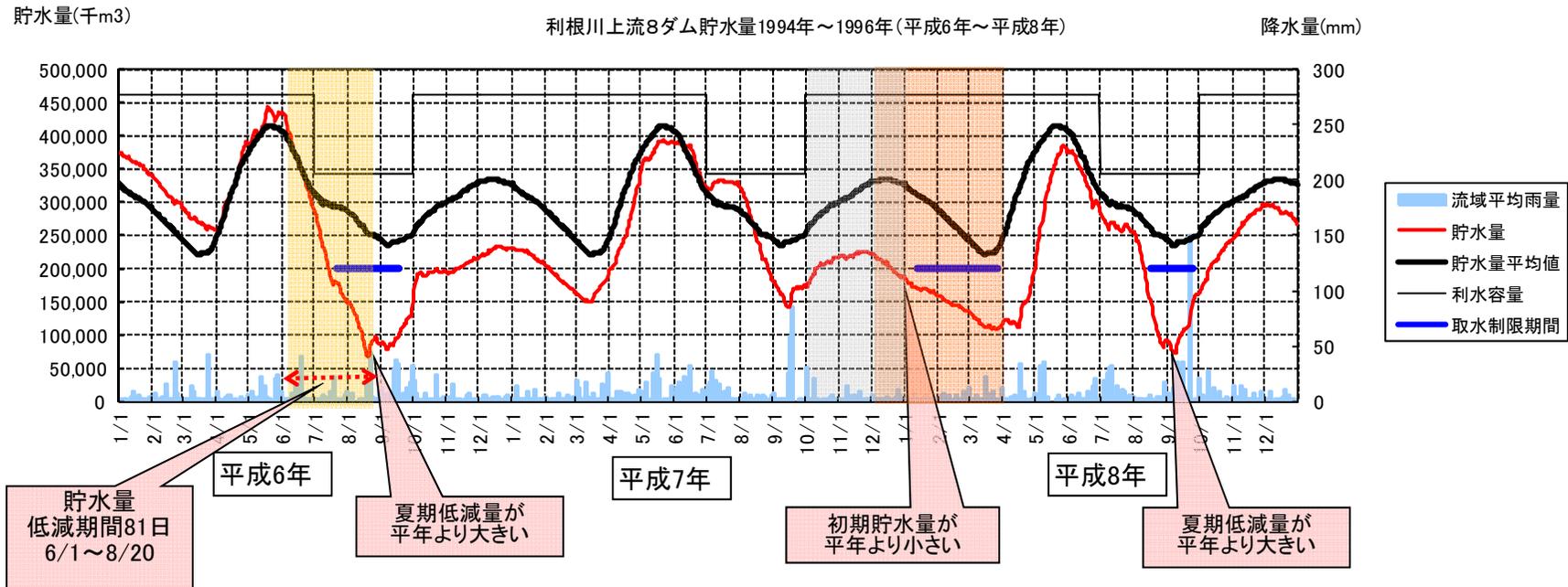
※渇水あり:6-9月に取水制限が実施された年

年	大雨あり	渇水あり	適合性	備考
1979	○		○	
1980	○		○	
1981	○		○	
1982	○	○		渇水の規模が小
1983	○		○	
1984		○	○	
1985	○	○		大雨と渇水時期のズレ
1986	○	○		大雨と渇水時期のズレ
1987	○		○	
1988	○		○	
1989		○	○	
1990	○	○		大雨と渇水時期のズレ
1991	○		○	
1992				ノーカウント
1993	○		○	
1994		○	○	
1995	○		○	
1996	○		○	
1997	○		○	
1998				ノーカウント
1999	○		○	
2000				ノーカウント
2001	○		○	
2002		○	○	
2003				ノーカウント
2004	○		○	
2005	○		○	
2006	○		○	
2007	○		○	
2008				ノーカウント

適合年数 21
対象年数 25

4. 既往渇水の分析(利根川)

4-2 渇水指標



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
	前年10月～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・冬渇水
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關係するため	夏渇水・冬渇水
夏期低減量	8月～9月の80日間降水量の平成差最小値	貯水量の低減期間における前80日間の降水量が関係するため	夏渇水
	6月～8月降水量	貯水量の低減期間の降水量が関係するため	夏渇水

※1 矢木沢ダム地点での標高補正した数値。
 (冬渇水の要因としては、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。)
 (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)

■ 渇水指標の適用性評価

○スレットスコアによる評価

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	H4年 (1992年)	H5年 (1993年)	H6年 (1994年)	H7年 (1995年)	H8年 (1996年)	H9年 (1997年)	H10年 (1998年)	H11年 (1999年)	H12年 (2000年)	H13年 (2001年)	H14年 (2002年)	H15年 (2003年)	渇水指標に対する 一致割合※1	評価	渇水年に対する 不一致割合※2	評価	空振り 率※3	スレット スコア ※4	H24年 (2012年)※ 5
W1	冬渇水	1月1日初期貯水量				○	○	○	○		○				2/5	△	0/2	☆	3/5	0.40	-
W2	冬渇水						○	○							2/2	☆	0/2	☆	0/2	1.00	-
S1	夏渇水	融雪期回復量	○		○		○	○				○	○		3/6	△	0/3	☆	3/6	0.50	
S2	夏渇水		年間降雪量(日変化積雪深合計)	○		○		○	○	○			○		○	3/7	△	0/3	☆	4/7	0.43
S3	夏渇水	前年12月～3月降水量			○		○	○		○	○	○			3/7	△	0/3	☆	4/7	0.43	
W3	冬渇水	1月～2月平均気温				○	○	○				○			2/4	△	0/2	☆	2/4	0.50	-
S4	夏渇水	1月～2月平均気温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3/12	×	0/3	☆	9/12	0.25	
S5	夏渇水	夏期低減量	○		○	○	○	○				○			3/5	☆	0/3	☆	2/5	0.60	○
S6	夏渇水		6月～8月降水量	○		○		○	○				○			3/5	☆	0/3	☆	2/5	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
 ※2: 渇水指標から見出せなかった渇水年数/既往渇水年数
 ※3: 渇水指標から渇水としたが、既往渇水でなかった年数/渇水指標から見出した渇水年数
 ※4: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数
 ※5: 夏渇水の指標についてのみ記載した

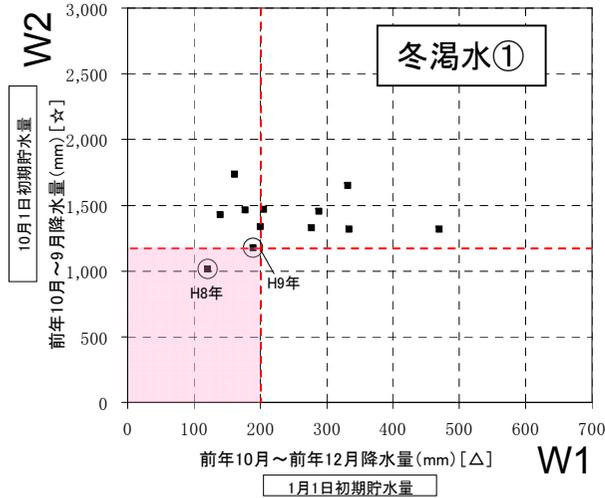
渇水指標の適用性を以下の視点で評価した。

適用の割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×
 見逃し率 4割以下 ☆ 4～6割 △ 6割超 ×

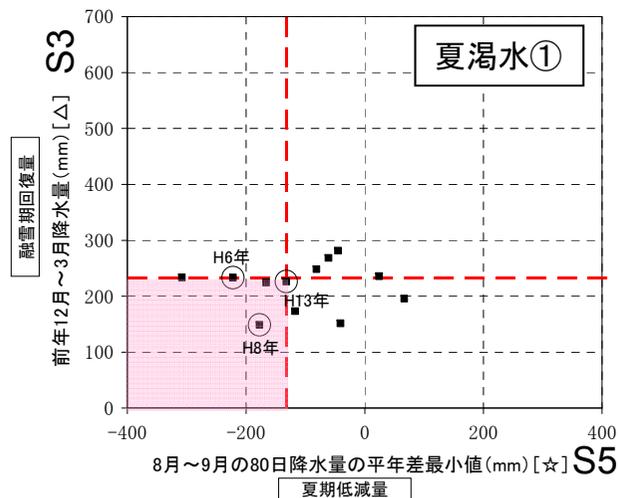
○ : 渇水指標より見出した渇水年 ■ : 既往渇水からの渇水年

4. 既往渇水の分析(利根川)

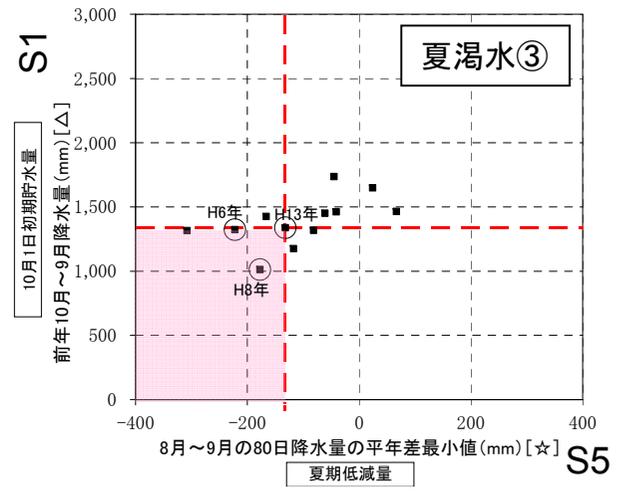
■ 渇水指標の組合せ



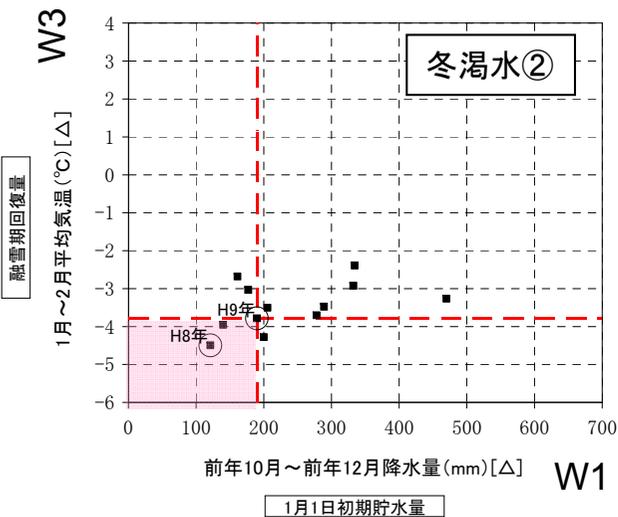
事実	判定	渇水	非渇水
渇水		2	0
非渇水		0	10
		スレットスコア 1.00	



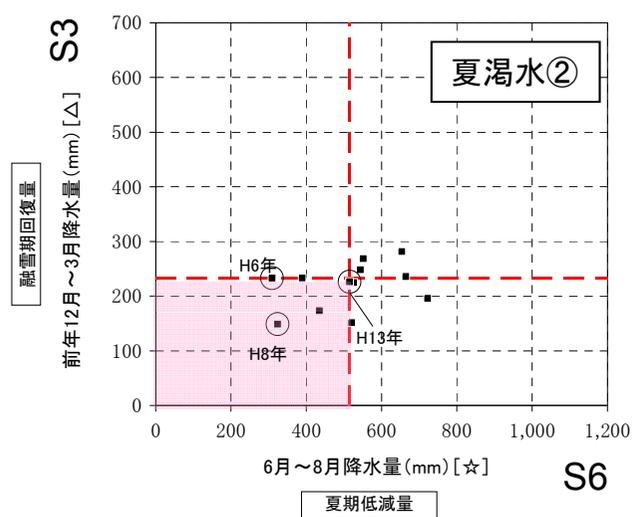
事実	判定	渇水	非渇水
渇水		3	0
非渇水		1	8
		スレットスコア 0.75	



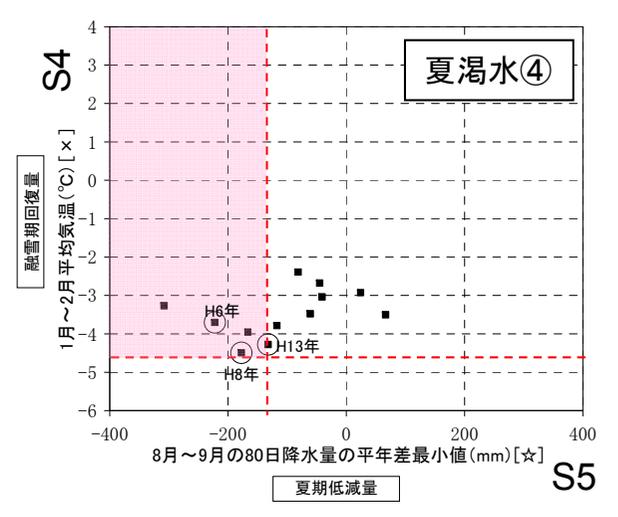
事実	判定	渇水	非渇水
渇水		3	0
非渇水		1	8
		スレットスコア 0.75	



事実	判定	渇水	非渇水
渇水		2	0
非渇水		1	9
		スレットスコア 0.67	

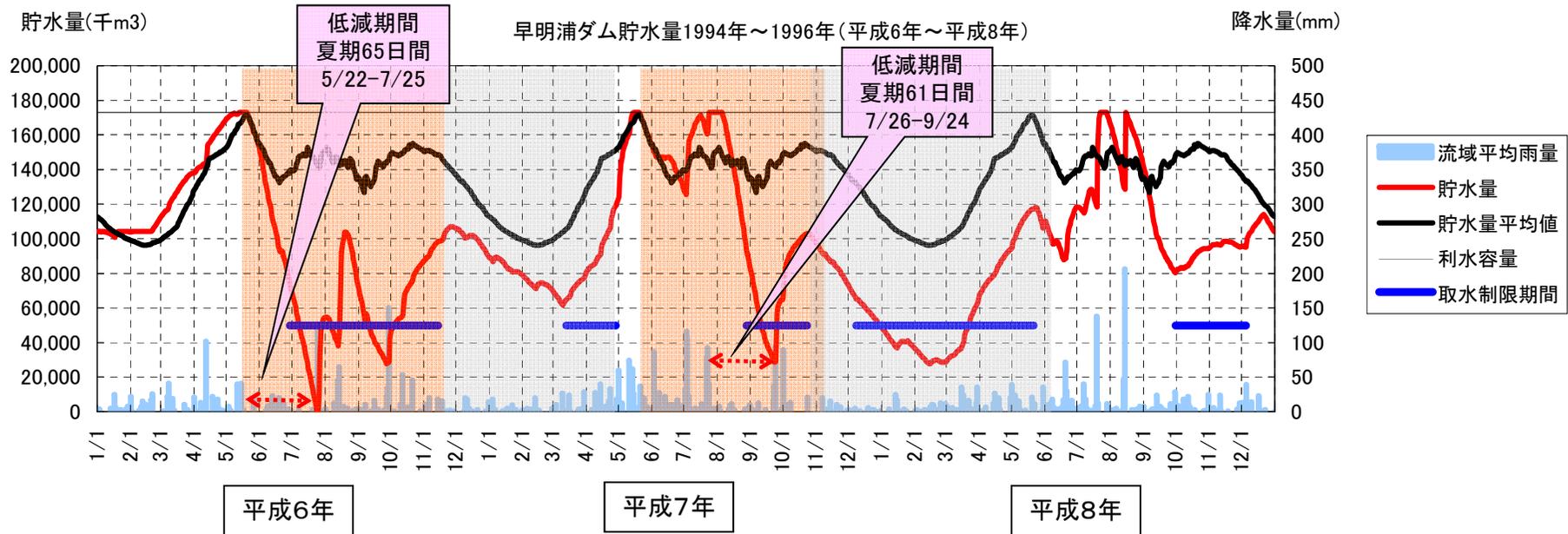


事実	判定	渇水	非渇水
渇水		3	0
非渇水		1	8
		スレットスコア 0.75	



事実	判定	渇水	非渇水
渇水		3	0
非渇水		2	7
		スレットスコア 0.60	

4. 既往渇水の分析(吉野川)



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小値	
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)

■ 渇水指標の適用性評価

○スレットスコアによる評価

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	渇水年に対する不一致割合 ※2	評価	空振り率※3	スレットスコア※4
D1	夏期低減量 5月～10月における60日降水量最小値		○	○	○					○			○				○	5/6	☆	0/4	☆	1/6	0.83
D2	5月～10月における60日降水量の平年差最小値		○	○	○		○			○			○				○	5/7	☆	0/4	☆	2/7	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	×	0/5	☆	10/15	0.33
D4	貯水量低減 20日降水量最小値	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	5/15	×	0/5	☆	10/15	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

※2: 渇水指標から見出せなかった渇水年数/既往渇水年数

※3: 渇水指標から渇水としたが、既往渇水でなかった年数/渇水指標から見出した渇水年数

※4: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数

○ : 渇水指標より見出した渇水年

□ : 既往渇水からの渇水年

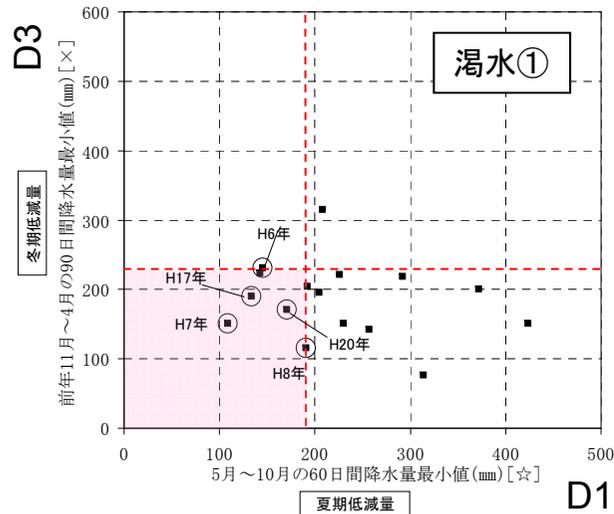
渇水指標の適用性を以下の視点で評価した。

適用の割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×

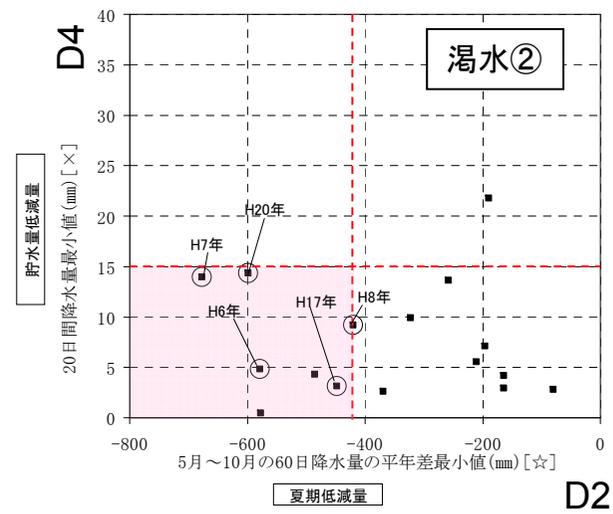
見逃し率 4割以下 ☆ 4～6割 △ 6割超 ×

4. 既往渇水の分析(吉野川)

■ 渇水指標の組合せ

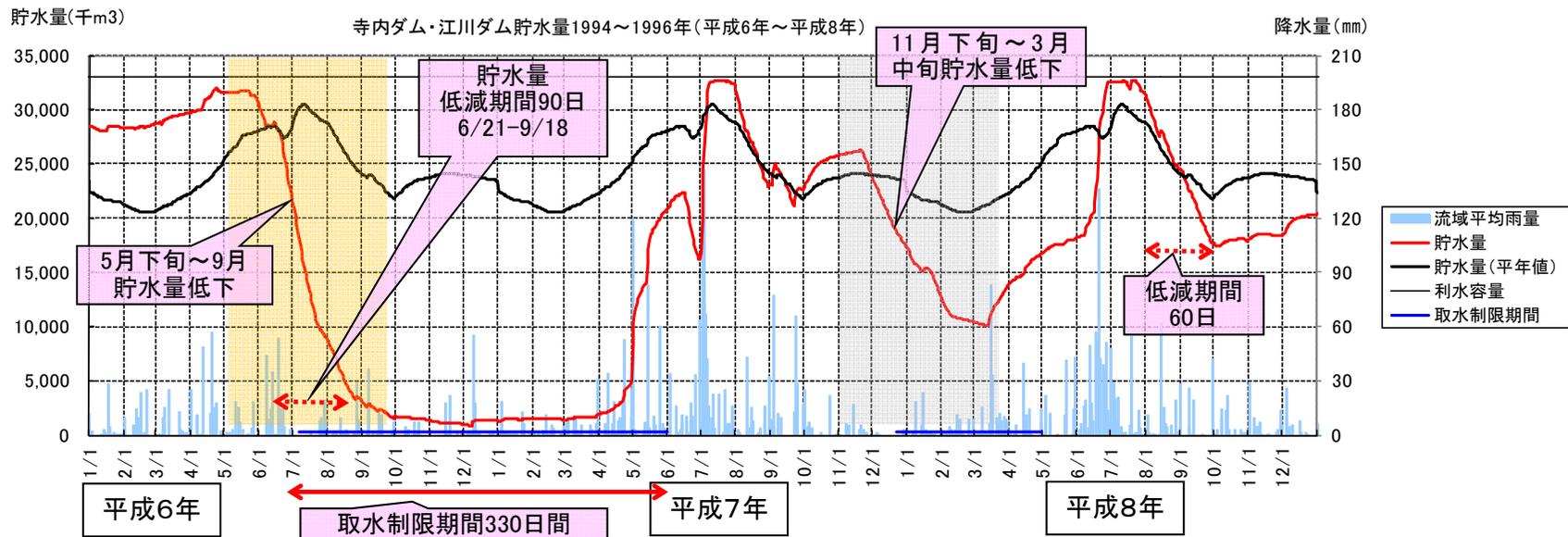


事実	判定	渇水	非渇水
渇水		5	0
非渇水		1	10
スレットスコア		0.83	



事実	判定	渇水	非渇水
渇水		5	0
非渇水		2	9
スレットスコア		0.71	

4. 既往渇水の分析(筑後川)



渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由	
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	
	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小値		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
	6月降水量		平成6年のダム貯水量の低減が6月～9月で急激であるため
	7月降水量		
	8月降水量		
9月降水量			
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11月～3月連続少雨日数		
年間貯水量低減	330日降水量の平年差最小値	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	

4. 既往渇水の分析(筑後川)

■ 渇水指標の適用性評価

○スレットスコアによる評価

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	渇水年に対する不一致割合 ※2	評価	空振り率※3	スレットスコア※4
D1	5月～9月降水量		○								○							2/2	☆	0/2	☆	0/2	1.00
D2	5月～9月連続無降雨日数		○				○				○							2/3	☆	0/2	☆	1/3	0.67
D3	6月～8月90日降水量の平年差最小値		○								○							2/2	☆	0/2	☆	0/2	1.00
D4	夏期低減量 6月降水量		○			○					○			○		○		2/5	△	0/2	☆	3/5	0.40
D5	7月降水量		○		○		○	○	○		○		○			○		2/8	×	0/2	☆	6/8	0.25
D6	8月降水量		○				○				○			○				2/4	△	0/2	☆	2/4	0.50
D7	9月降水量		○								○	○				○		2/4	△	0/2	☆	2/4	0.50
D8	冬期低減量 前年11月～3月降水量	○	○	○	○	○					○	○		○	○	○	○	2/13	×	0/2	☆	11/13	0.15
D9	前年11月～3月連続無降雨日数	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	2/15	×	0/2	☆	13/15	0.13
D10	年間低減量 330日降水量の平年差最小値	○	○	○				○			○	○			○			2/7	×	0/2	☆	5/7	0.29
D11	貯水量低減 60日降水量最小値		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○	○		2/12	×	0/2	☆	10/12	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
 ※2: 渇水指標から見出せなかった渇水年数/既往渇水年数
 ※3: 渇水指標から渇水としたが、既往渇水でなかった年数/渇水指標から見出した渇水年数
 ※4: 発生頻度の小さい現象に対する予測精度の評価指数

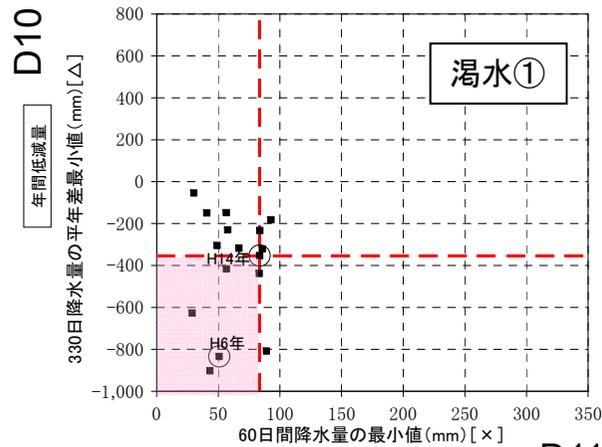
○ : 渇水指標より見出した渇水年
 ◻ : 既往渇水からの渇水年(H6年、H14年)

渇水指標の適用性を以下の視点で評価した。

適用の割合	6割以上	☆	4～6割	△	4割未満	×
見逃し率	4割以下	☆	4～6割	△	6割超	×

4. 既往渇水の分析(筑後川)

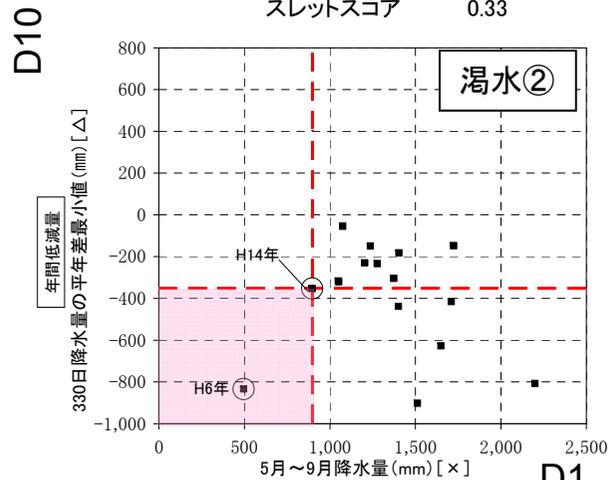
■ 渇水指標の組合せ



渇水① 夏期低減量

事実 \ 判定	渇水	非渇水
渇水	2	0
非渇水	4	10

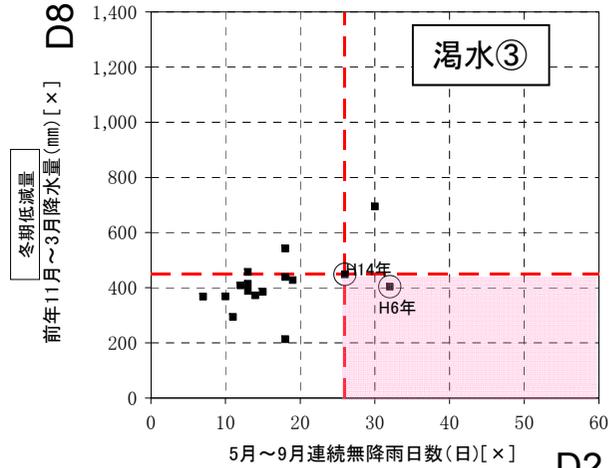
スレットスコア 0.33



渇水② 夏期低減量

事実 \ 判定	渇水	非渇水
渇水	2	0
非渇水	0	14

スレットスコア 1.00

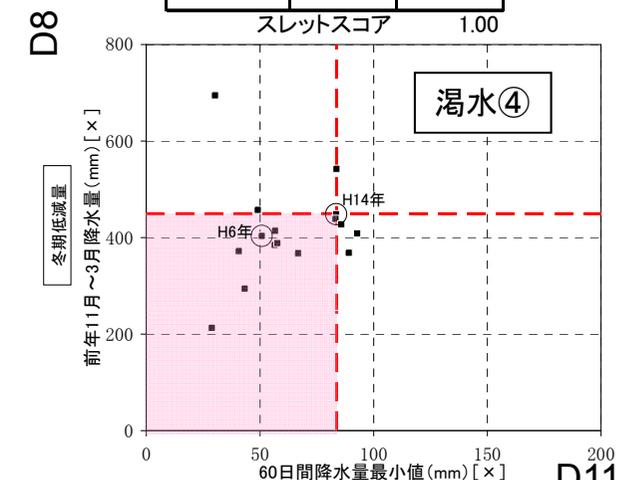


渇水③ 夏期低減量

事実 \ 判定	渇水	非渇水
渇水	2	0
非渇水	0	14

スレットスコア 1.00

注)無降雨日は日降水量5mm/d未満の日



渇水④ 貯水量低減

事実 \ 判定	渇水	非渇水
渇水	2	0
非渇水	8	6

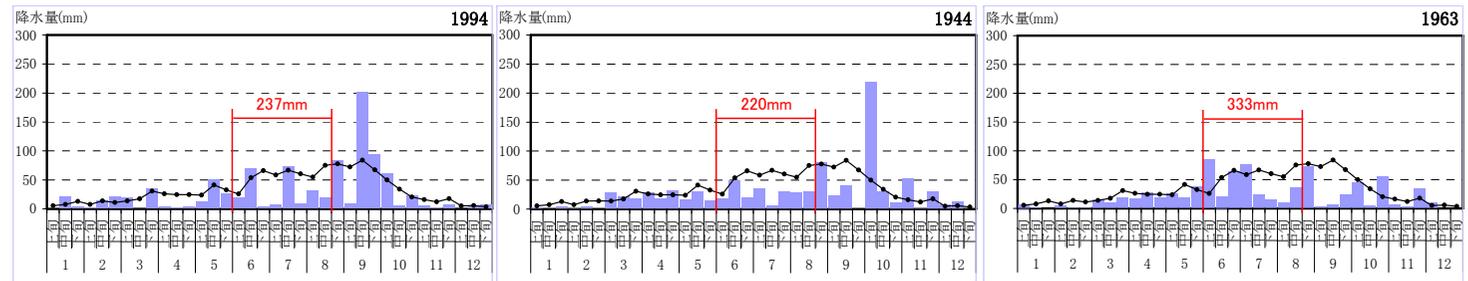
スレットスコア 0.20

4. 既往渇水の分析(利根川)

4-3 過去の記録的渇水

■連続少雨時期の抽出

過去少雨が連続している期間を渇水発生の一つの目安とするため、利根川での近年最大の渇水である平成6年の降雨状況より厳しい期間を過去の降雨資料から整理する。具体的にはダムの貯水量が低減する6/1～8/20(81日間)の降水量を目安とし、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。



※図中の折れ線は1979-2003年の平年値

○ 少雨は冬期に多く発生するが、夏期に発生した場合に着目し、8月～10月に少雨期間が発生した年を抽出

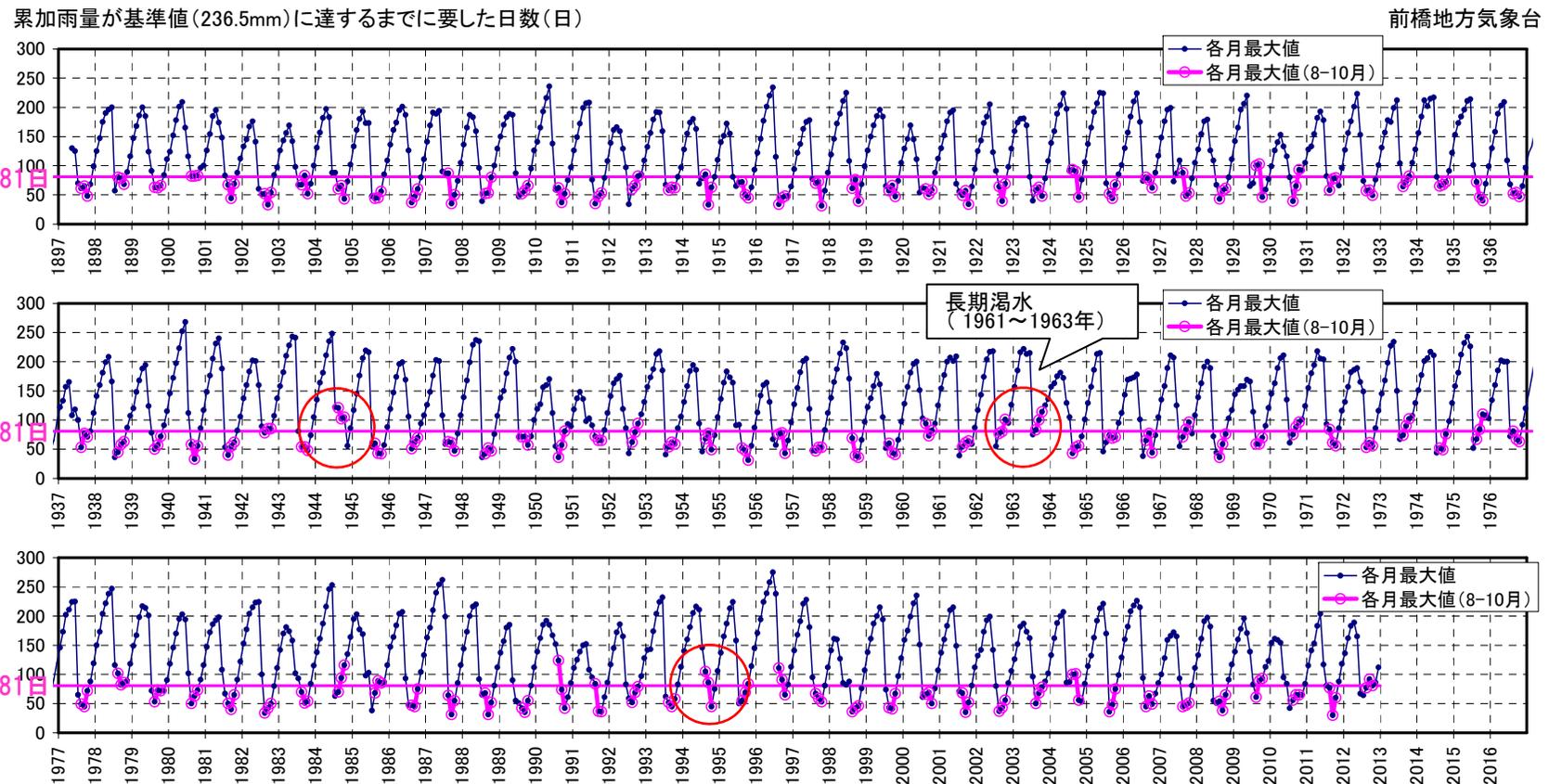
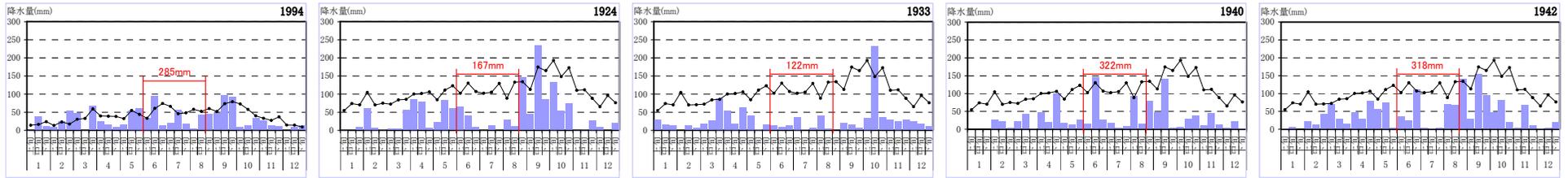


図 累加雨量が少雨の基準値に達するまでに要した日数(利根川 前橋地方気象台降水量)

4. 既往渇水の分析(利根川)

■連続少雨時期の抽出



※図中の折れ線は1979-2003年の平均値

○ 少雨は冬期に多く発生するが、夏期に発生した場合に着目し、8月～10月に少雨期間が発生した年を抽出

累加雨量が基準値(285mm)に達するまでに要した日数(日)

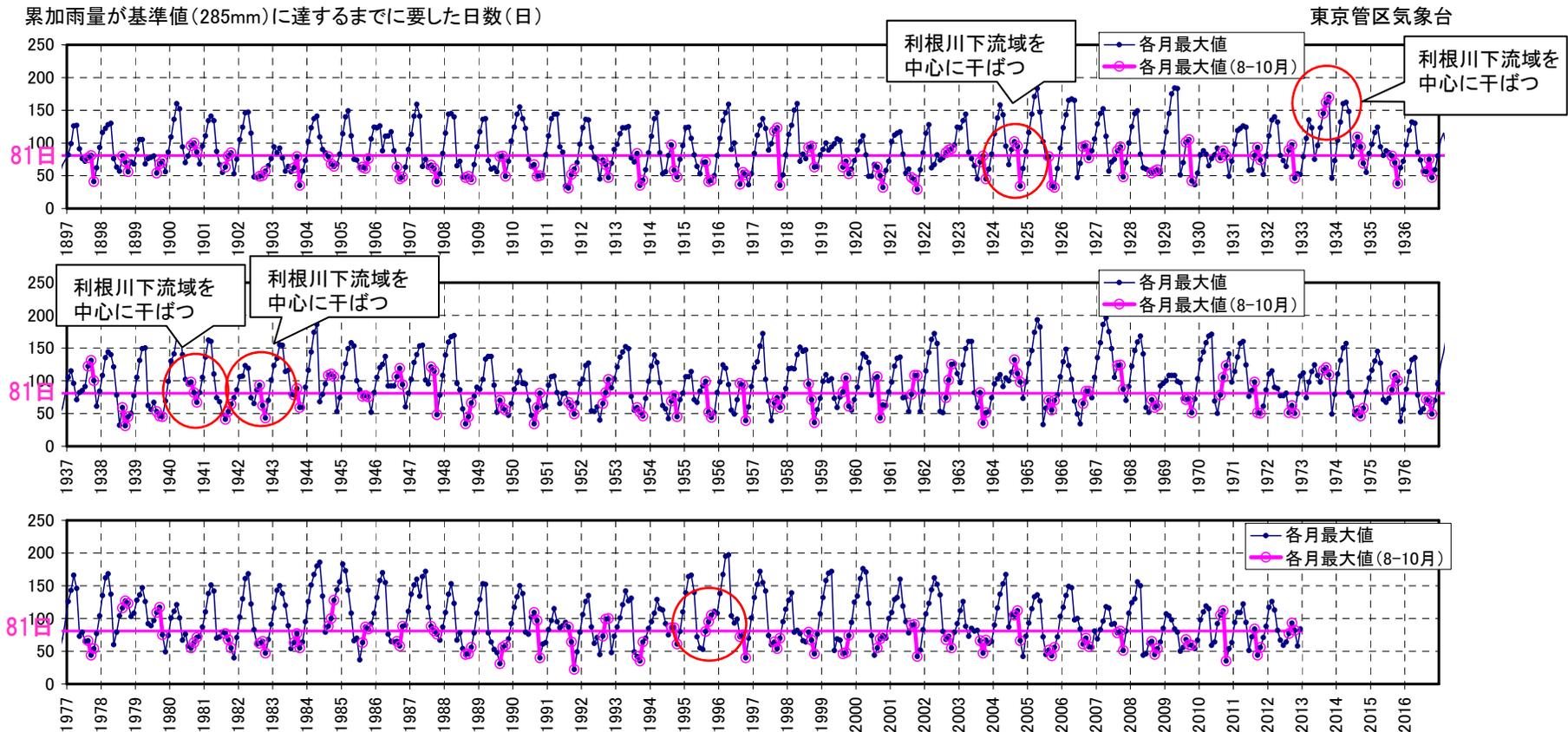
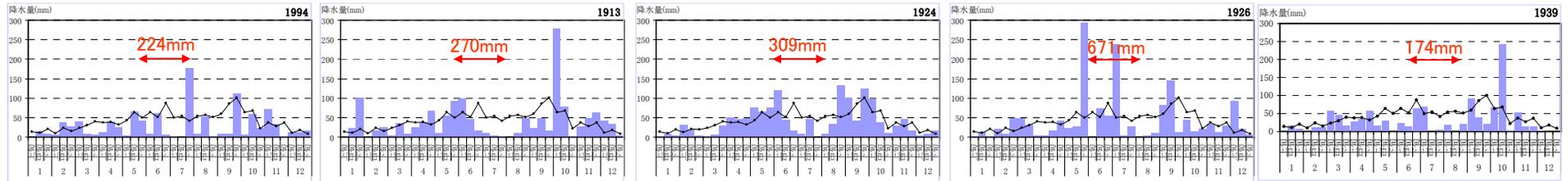


図 累加雨量が少雨の基準値に達するまでに要した日数(利根川 東京管区気象台降水量)

4. 既往渇水の分析(吉野川)

■連続少雨時期の抽出 過去に少雨が連続した期間を渇水発生の一つの目安とするため、吉野川での近年最大の渇水である平成6年の降雨状況より厳しい期間を過去の降雨資料から整理する。具体的にはダムの貯水量が低減する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。



※図中の折れ線は1979-2003年の平均値

○ 少雨は冬期に多く発生するが、夏期に発生した場合に着目し、8月～10月に少雨期間が発生した年を抽出

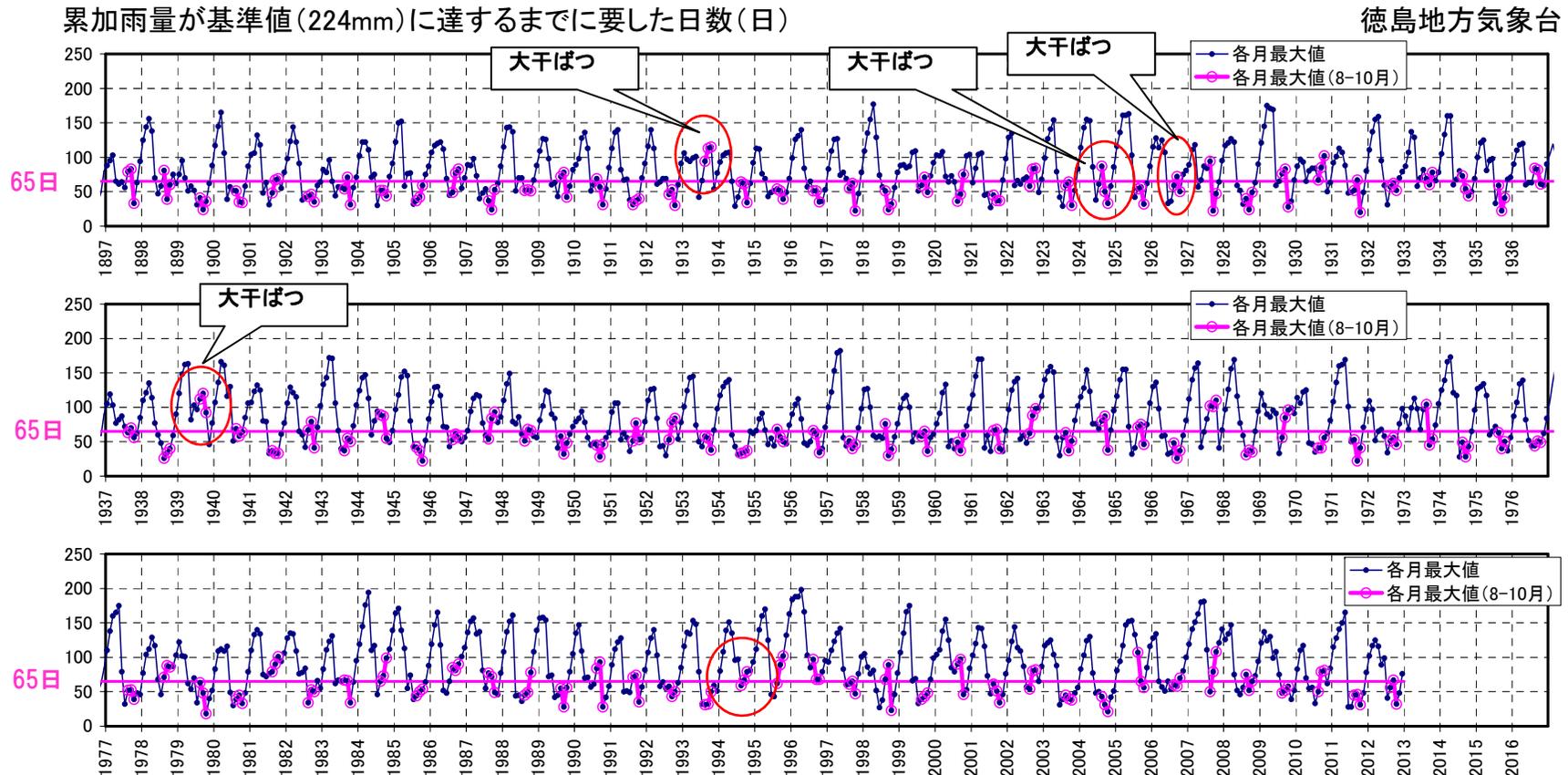
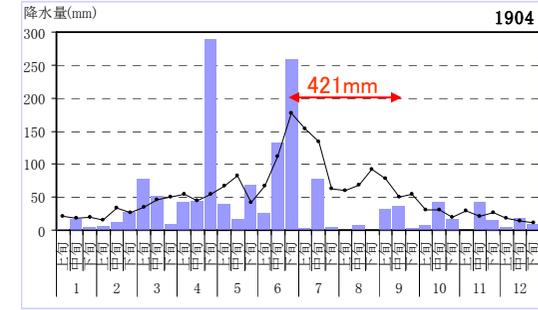
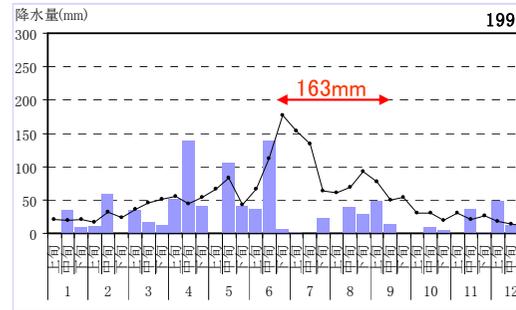


図 累加雨量が少雨の基準値に達するまでに要した日数(吉野川 徳島地方気象台降水量)

4. 既往渇水の分析(筑後川)

■連続少雨時期の抽出

過去に少雨が連続した期間を渇水発生の一つの目安とするため、筑後川での近年最大の渇水である平成6年の降雨状況より厳しい期間を過去の降雨資料から整理する。具体的にはダムの貯水量が低減する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。



※図中の折れ線は1979-2003年の平年値

○ 少雨は冬期に多く発生するが、夏期に発生した場合に着目し、8月~10月に少雨期間が発生した年を抽出

累加雨量が基準値(163mm)に達するまでに要した日数(日)

佐賀地方気象台

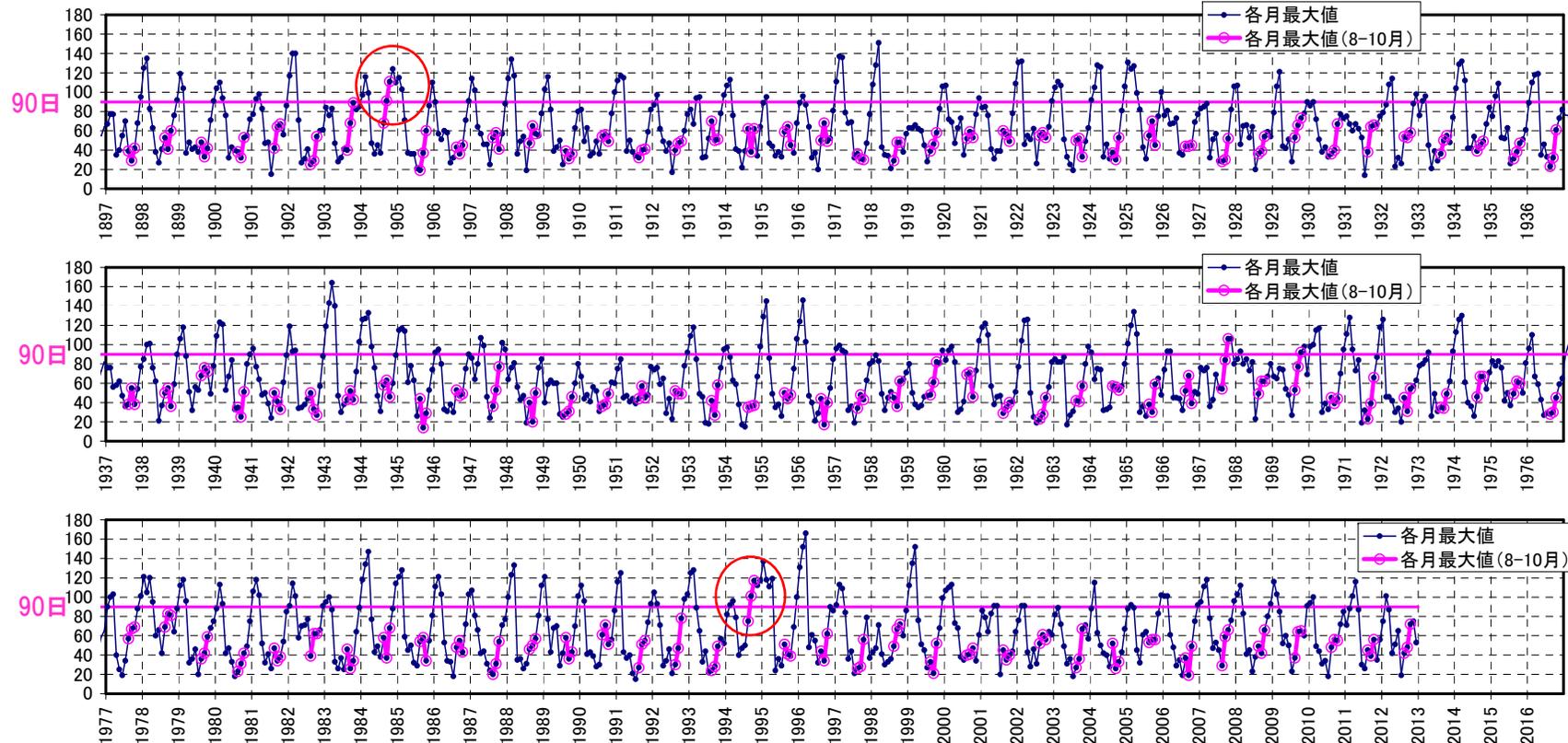
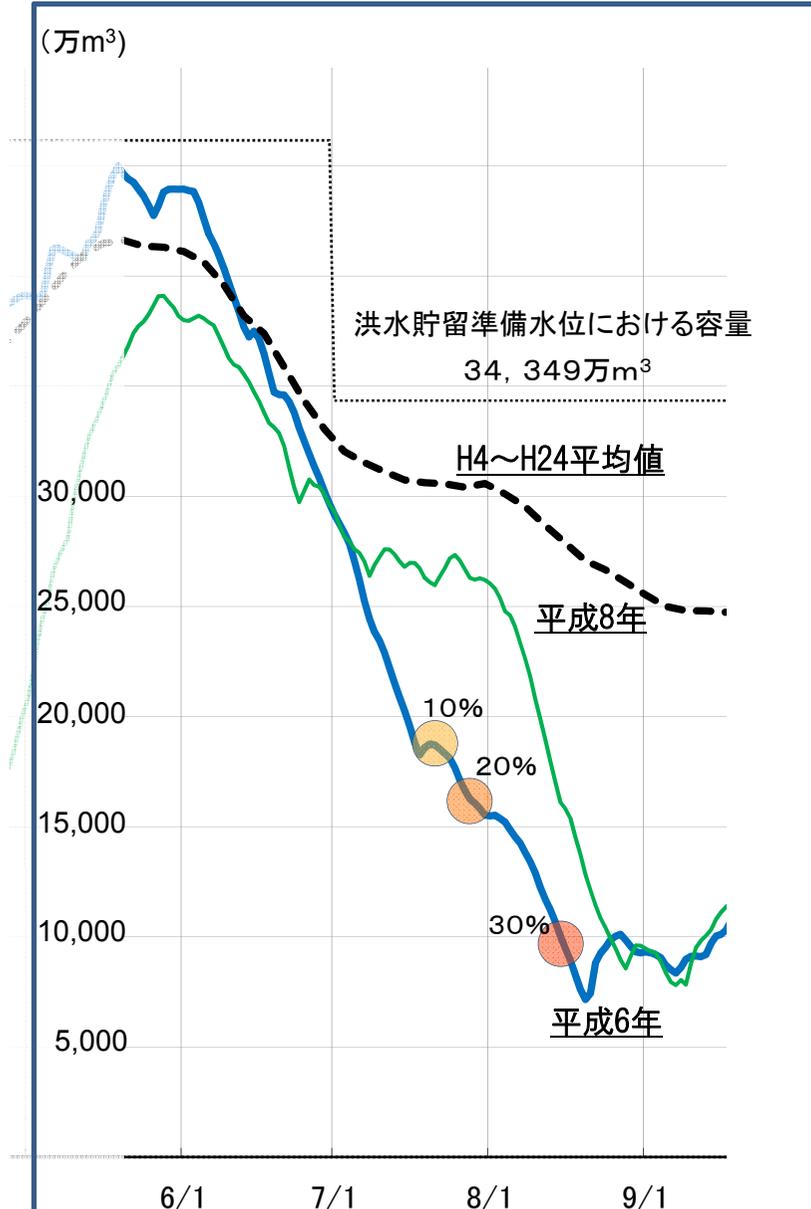


図 累加雨量が少雨の基準値に達するまでに要した日数(筑後川 佐賀地方気象台降水量)

5. 渇水による影響と適応策(利根川)

5-1 過去の渇水による影響

○利根川上流8ダム貯水量



○平成6年・平成8年の利根川水系における状況

10%取水制限時

- 東京都で一部多摩川水系から補給(H6)【上水】
- 配水圧の調整、給水バルブ調整【上水】
- 農業用水ポンプの時間運転、ゲート操作による調整【農水】



20%取水制限時

10%取水制限時の対策に加え以下の対策を実施。

- 公園の水道停止【上水】
 - 番水の実施【農水】
- 等



30%取水制限時

20%取水制限時の対策に加え以下の対策を実施。

- 小中学校等プール中止【上水】
 - 生産ラインの制限【工水】
- 等



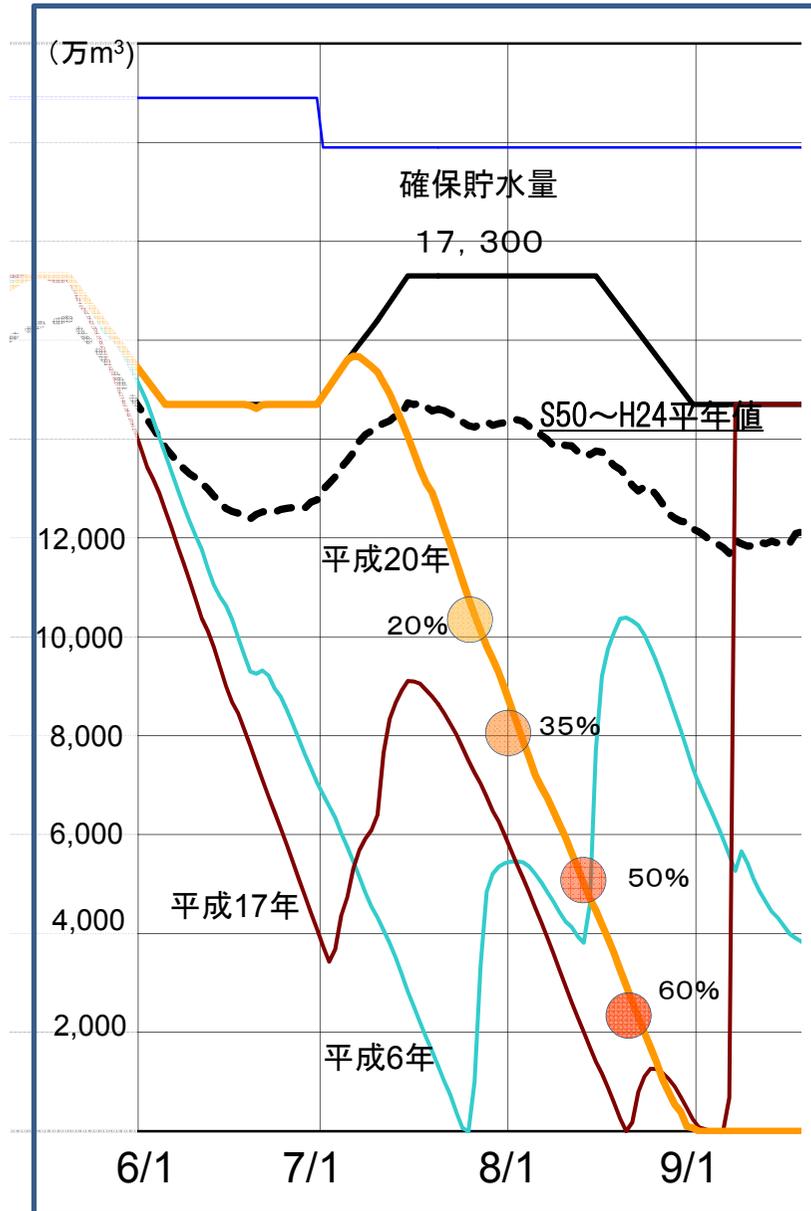
30%取水制限時の影響例(平成6年)

上水	埼玉県の一部地区で断水 千葉県の一部で減水(影響戸数:約39万戸、影響人口:約102万人) 茨城県でプールの使用中止(61校) 公園への給水停止(35施設)
工水	千葉県で製品及び設備への影響(製品3事業所、設備4事業所)・操業短縮(3事業所)

5. 渇水による影響と適応策(吉野川)

○早明浦ダム貯水量

平成6年、平成17年、平成20年は早明浦ダムで利水貯水量がゼロとなった。



○平成20年度の吉野川水系における状況(香川県内の状況)

20%取水制限時

- 減圧給水(1市)

35%取水制限時

- 減圧給水強化(1市)
- 新たな減圧給水(2市、2町)

50%取水制限時

- 減圧給水強化(1市、1町)
- 新たな減圧給水(2市)
- 用途間調整(工水、農水→上水)

60%取水制限時

- 減圧給水強化(3市、1町)
- 新たな減圧給水(1市、1町)
- 番水の実施
- 洗車場、公営プール、公園の噴水など中止
- 給食の紙皿使用



節水ポスター

利水貯水量ゼロ

- 減圧給水強化(1市)
- 新たな減圧給水(1市)
- 発電専用容量による緊急放流



利水貯水量ゼロ
の早明浦ダム

5. 渇水による影響と適応策

5-2 渇水による社会活動への影響

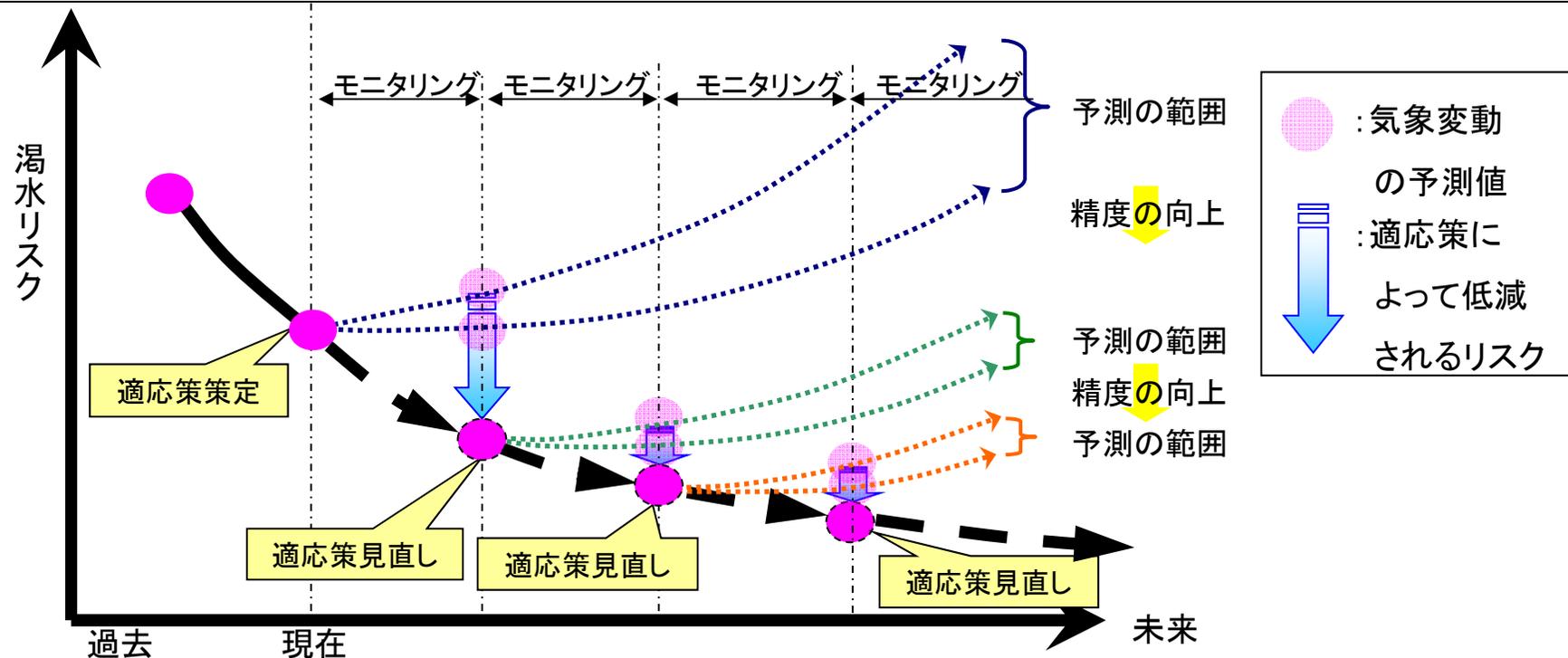
■ 渇水リスクを評価する上での課題

【渇水リスク評価の課題】

- ・ 気象条件、社会条件ともに超長期の予測には、不確実性が高い。
- ・ 社会条件の変化により水需要は大きく異なる。
- ・ 渇水時に行われる水の調整は予測するのが難しい。

【渇水リスク評価の基本スタンス】

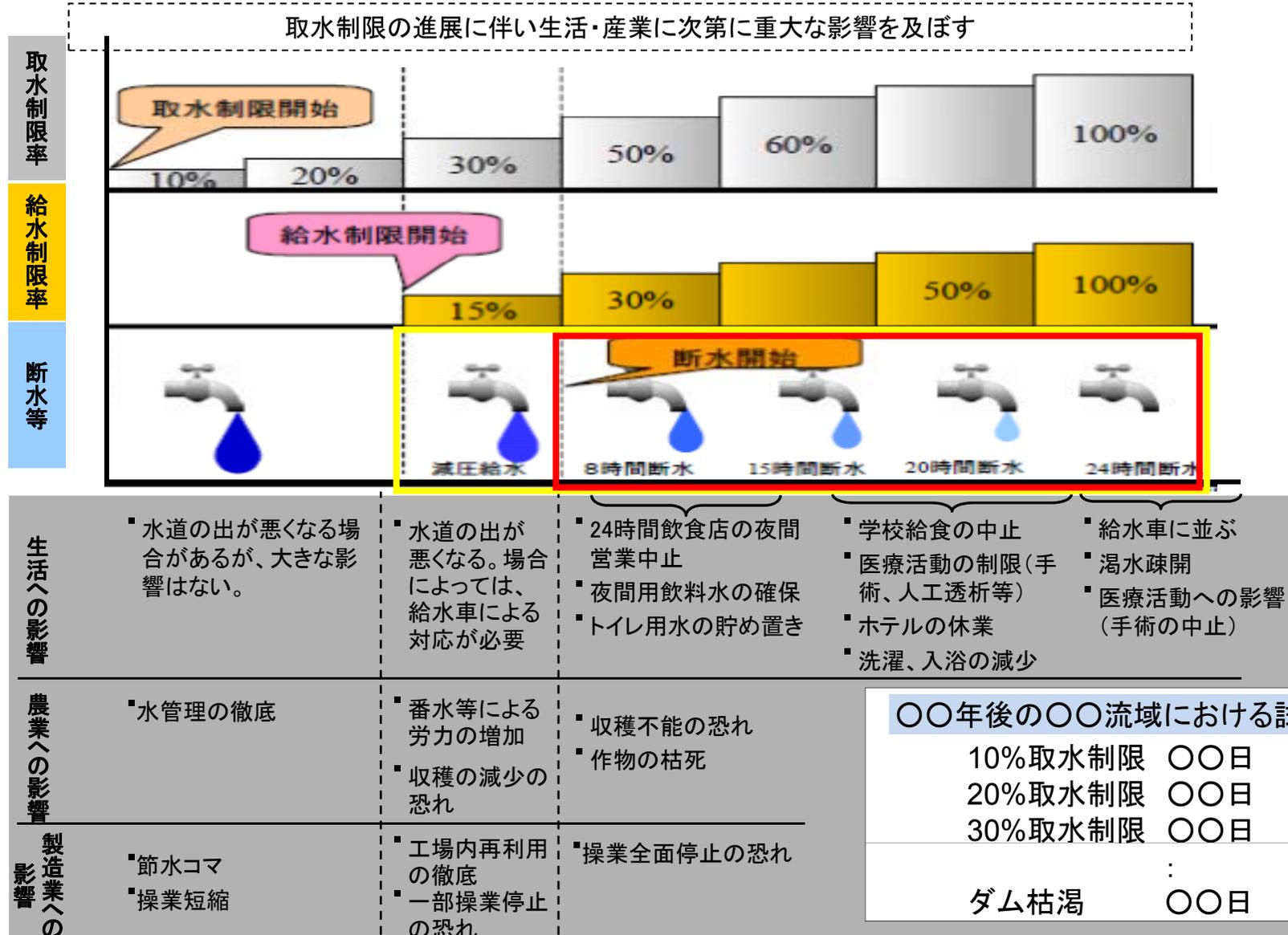
- ・ 現時点においては、気候変動の予測に基づく降水量の変化、それにもなう河川流量の変化をシミュレーションすることにより将来の渇水による影響を大まかに把握することを目標とする。
- ・ 長期的（100年スケール）な将来予測を行いながら、現時点での課題解決にも貢献する中期的視点からの具体的な適応策を検討・実施し、その後の気候変動及び社会情勢の変化等を踏まえ、モニタリングを行い、改めて適応策を見直しを行う、順応的なアプローチを基本とする。



5. 渇水による影響と適応策

■社会への影響の観点からの渇水評価の例

社会への影響を検討する指標として、取水制限度合い、日数等を総合的に評価することが可能ではないか。



(注) 第4回わかりやすい洪水・渇水の表現検討会参考資料、第3回水マネジメント懇談会資料、渇水になると私たちの生活はどうなるのでしょうか(国土交通省関東地方整備局)をもとに国土交通省水資源部作成
 (出典) 国土審議会 水資源開発分科会 調査企画部会(第2回)及び社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適應した治水対策検討小委員会(第6回) 合同会議 資料4

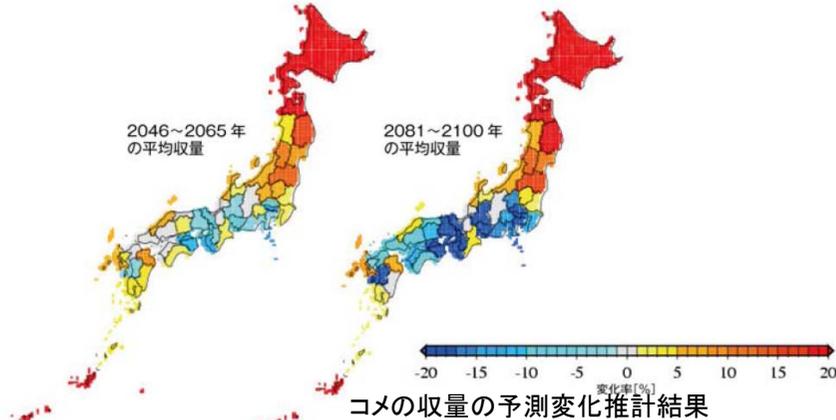
5. 渇水による影響と適応策

5-3 気候変動による農業分野への影響

- ・温暖化によって将来のコメ収量に変化。田植期の水資源賦存量が不足。
- ・2010年は、水稻生育期間における高温化傾向が顕著になっており、このことが白未熟粒などの多発をもたらし、コメの品質を大きく低下させる原因となった(高温障害)。

■将来のコメ収量の変化

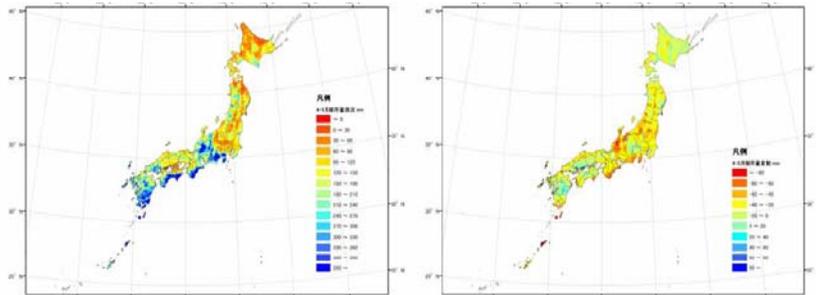
- ・北日本では収量が増加するが、気候変動の進行に伴い、コメ収量が減少する地域が中国・九州地方にまで拡大する。



出典: 温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響』2009年10月(文部科学省 気象庁 環境省)

■田植期の水資源賦存量の不足

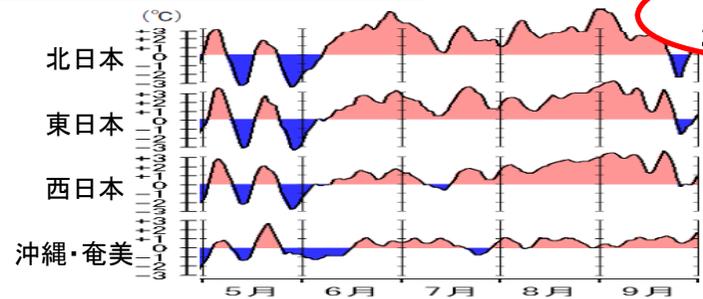
- ・農業用水の需要量が多い代かき、田植期(4~5月)の水資源賦存量は、ほとんどの地域で減少。



田植え期の水資源賦存量の現況(1971~2000)と変動(2081~2100)

出典: 農林水産省地球温暖化対策総合戦略(参考資料)((独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所)

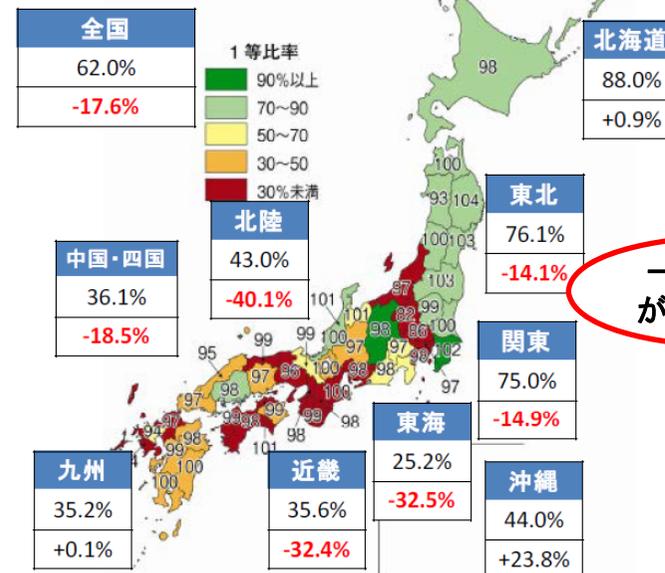
■2010年夏 平均気温(平年差)



平年比で
2~3℃高い

出典: 気象庁

■2010年産水稻の作況、品質の状況



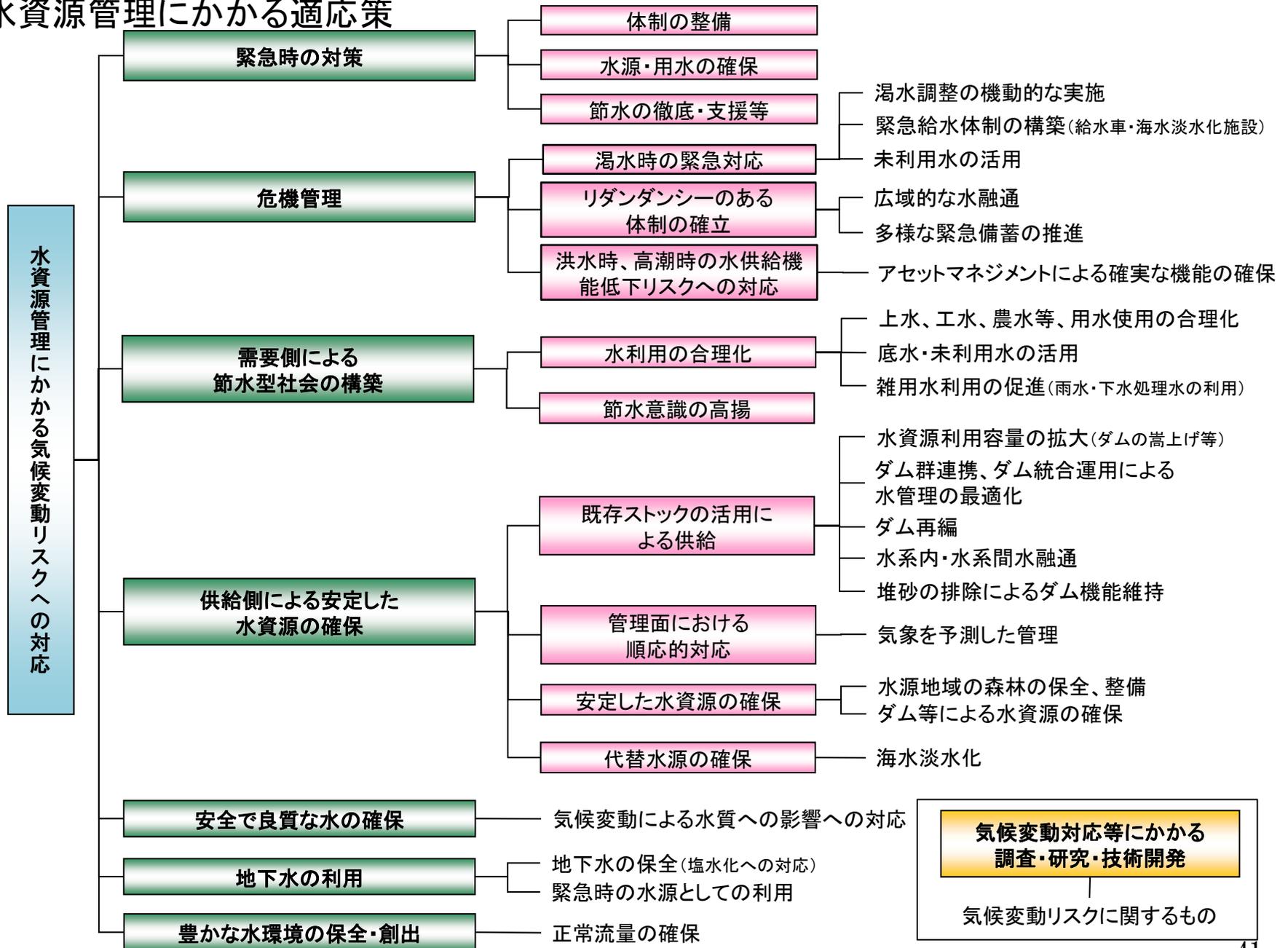
一等米比率
が大きく減少

日本地図は県別水稻作況指数(地図内の県別の数値)、一等米比率(県別の色)。各地域の枠内の数値は2010年の一等米比率(上段)と過去5年間平均値からの偏差(下段)。農林水産省資料より作図

出典: 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響』(2012年度版) 2013年3月(文部科学省・気象庁・環境省)

5. 渇水による影響と適応策

5-4 水資源管理にかかる適応策



(注)国土審議会 水資源開発分科会 調査企画部会(第2回)及び社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会(第6回) 合同会議 資料4をもとに作成

6. 海外における異常気象(干ばつ)

●近年、異常気象により、世界的に干ばつが頻発

2012 ヨーロッパ
 春期に異常な乾燥状態となり、極端な干ばつを引き起こし、農作物、水供給、人々の健康に影響を与えた。また、乾燥は重大な森林火災を引き起こした。



(EU Joint Research Centre ホームページより)

2009 中国
 過去50年間で最悪の干ばつに見舞われ、400万人に影響を及ぼした(2月)

2012 中国
 雲南省及び四川省南西部では、冬期から春期の間、厳しい干ばつに見舞われた。960万人が影響を受けるとともに、100万ヘクタールの農地に被害が出た。

2010 アメリカ(アラスカ)
 1918年に統計を取り始めて以降、1月としては3番目に乾燥した1ヶ月となった。

2011 アメリカ(アラスカ)
 1918年に統計を取り始めて以来、5月としては1974年と並び最も乾燥した1ヶ月となった。

2012 アメリカ
 9月の終わりまでの年間の約3分の2の期間、干ばつが続いた。6月、本土の55%が干ばつ状態となり、1956年12月以来、最悪となった。2012干ばつは、数十億ドル規模の農業被害をもたらした。



アメリカ・アイオワ州の干ばつ被害 (2012年9月) (平成25年版日本の水資源より)



干ばつの影響(ケニア) (JICAホームページより)

2009 アフリカ東部
 干ばつによる大規模な食料不足が発生。ケニアでは、15万を超える家畜を損失するとともにトウモロコシの収穫量が40%落ち込んだ。全体で2300万人に影響を及ぼした(9月)。

2011 アフリカ東部
 「アフリカの角」において壊滅的な干ばつが年間のほとんどの期間続いた。2シーズン連続で少雨が続き、1950-51以来の乾燥した年となった。いくつかの場所では史上最も乾燥した1年となった。

2009 インド
 雨期の降雨量が平均雨量の23%以下となり、1972年以来最も雨の少ない雨期となった。

2012 インド
 雨期前の降水量は1901年以来最も少ない記録となった。

2009 メキシコ
 特に厳しい干ばつに見舞われた。(9月)

2010 バングラディッシュ
 1994年以降最も乾燥した雨期となった。

2012 オーストラリア
 オーストラリア西部では4月から10月にかけて、史上3番目の乾燥状態となった。

2011 キューバ
 深刻な乾燥状態は過去50年間で最悪の干ばつとなった。

2010 ブラジル
 アマゾン川流域北部及び西部では過去40年間で最悪の干ばつに見舞われた。リオ・ネグロの水位は、1902年からの観測以来、最も低い13.6mまで低下した。

2012 ブラジル
 北西部では過去50年間で最も深刻な干ばつに見舞われ、1100を超える町に影響を及ぼした。

注) National Climatic Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administrationの資料をもとに作成

7. 海外における気候変動リスクへの対応

- 世界各地で渇水が深刻化するとともに、今後、拡大する可能性
- 先進諸国では国家、地域、流域レベルでの対策に着手

国名	顕在化している渇水事象	将来予測(渇水関連)	主な対策の状況 (水資源管理関連)
アメリカ ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水資源の地域的変動が大きく、特に乾燥地域では、大規模な水資源開発が行われている。ハリケーン等の暴風雨等による被害が多く発生する一方で、<u>2012年は深刻な干ばつにも見舞われている。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>今世紀中の豪雨増加、少雨激化を予測。豪雨(日雨量上位1%)の強度が前世紀中に約20%増加したが、今後も同傾向が90%以上の確率で続くと予測。</u> ✓ <u>流出量は、北東部、中西部で冬春増加、西部(特に南西部)で春夏減少と予測。</u> ✓ <u>水需要については気温の上昇により発電所の冷却水需要が増大し、工業・都市用水需要がわずかに増加すると予測。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>カリフォルニア気候変動センターの影響評価と適応オプションの検討</u> ✓ <u>節水対策の強化と表面貯留、地下水貯留、送水施設などを含む水管理・送水システムの拡張</u>
カナダ ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>干ばつ(2001~2002年)で作物の損失や保険支払いなどのため50~60億ドルの損失が発生</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>冬期の流出増加、夏期の流量減少と水温低下を懸念</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>ブリティッシュコロンビア州等での気候変動問題に対応した広範囲な地方水政策の実施</u> ✓ <u>気候変動に関する国家文書(第5版)2010の公表</u>
オーストラリア ³⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>2006-07年には、2001年以降経年的な少雨が継続し、渇水が深刻化。冬穀物の生産が全体で63%減と大幅に減少し、この減少により、オーストラリアの経済成長率が0.9%押し下げられた。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>2030年の降水量は1990年と比較して、南東部では-4%の減少、南西部で-7%、北部で-1%の減少</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>マレー・ダーリング流域庁が設置され、地下水を含むマレー・ダーリング川流域全体の管理を始めた。</u> ✓ <u>水取引を促進する水利権情報サービスの提供を含む流域計画の策定</u>
ヨーロッパEU ⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>過去30年においていくつかの大きな干ばつを経験</u> ✓ <u>過去100年間の北ヨーロッパの年降水量は10~40%増加、南・東ヨーロッパの年降水量は20%減少</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>北ヨーロッパの年降水量は1~2%/10年増加、夏季降水量減少</u> ✓ <u>南ヨーロッパの年降水量、夏季降水量は減少しより頻繁に過酷な干ばつが予想される</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>EU委員会は、2007年に適応策の重要性を訴える「グリーンペーパー」「EUの水不足と干ばつへの取組」を公表</u>

(出典)

1) 国土交通省水資源部 世界各国の水関連情報

2) Environment Canada. 2006. CANADA'S FOURTH NATIONAL REPORT ON CLIMATE CHANGE Actions to Meet Commitments Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

3) 国土技術政策総合研究所河川研究部水資源研究室 三石真也, オーストラリアにおける水事情, ダム技術 No.285 (2010. 6)

4) Climate change and water adaptation issues; EEA Technical Report, 2007

7. 海外における気候変動リスクへの対応

・世界各国での気候変動適応策の展開

国名	気候変動に係る背景	気候変動適応策の取り組み
アメリカ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ IPCC(国連)「気候変動 2007」: 継続又は加速する全球平均海面上昇を予測 ✓ 気候変動科学プログラム(米国環境保護庁)「統合・評価成果4.1: 海面上昇に係る沿岸部の感受性: 中部大西洋地区を対象として」(2009年): 海水面変化により沿岸・河口部に様々な影響(海岸浸食、沿岸低地の浸水、洪水被害の変化等)を与えると指摘。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 気候変動適応に係る省庁間気候変動適応タスクフォース(The Interagency Climate Change Adaptation Task Force)設置(2009年): 20以上の連邦機関から成るチーム ✓ カリフォルニア州水資源局「カリフォルニア水計画*2009」(2009年): カリフォルニア州の水資源の現況、気候変動影響等について整理するとともに、2050年までの3つの将来シナリオ、水資源管理戦略、地域別戦略を提示 ✓ 国家行動計画(National Action Plan)(2011年10月)六つの勧告(気候変動に対する水資源の脆弱性の評価活動の強化、効率的な水利用、統合水資源管理の支援等) - 2013年3月に進捗レポート作成 ✓ 大統領気候行動計画(The President's Climate Action Plan)(2013年6月)I. より強靱で安全なコミュニティとインフラの整備 II. 経済と自然資源の保護 III. 気候の影響を管理するための適切な科学技術の使用
英国	<ul style="list-style-type: none"> ✓ EU水枠組み指令(2000年)、同共通実施戦略(2001年)、同指針第24号: 気候変動下の河川流域管理(2009年): 加盟国が圧迫・影響の評価、観測計画、対策の評価において気候変動影響予測をどのように考慮したか明示することを求める。 ✓ EU洪水指令(2007年): 洪水発生について生じうる気候変動影響を考慮することを加盟国に明確に求める。 ✓ EU白書「気候変動適応: 行動のための欧州の枠組みに向けて」(2009年): 異なる分野・管理レベル横断の気候変動適応のためのより戦略的な方法を求める。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Making space for Water(2004年): 洪水・海岸浸食リスク管理のための政府戦略更新に向けた同リスクに係る見通しと目標。 ✓ TE2100プロジェクト(2002年~): 気候変動等を考慮した首都ロンドン及びテムズ川河口部の高潮洪水対策(年1/1,000安全率の確保)のための政府の長期計画。今世紀末までの短期・中期・長期別に政府等が行う必要のある行動を推奨。 ✓ 英国の気候変動適応一行動枠組(Adapting to Climate Change in England-A Framework for Action)(2008年7月)気候変動の影響及び行動の必要性について提示 ✓ 気候変動法(2008年11月) ✓ 英国気候変動リスクアセスメント政府報告(UK Climate Risk Assessment: Government Report)(2012年1月)2008年の気候変動法で実施が規定されている気候変動影響評価のレポート ✓ 国家適応プログラム(The National Adaptation Programme)(2013年7月)気候変動法に基づき政府の政策の詳細をまとめたプログラム
フランス		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 「フランス全国気候変動影響適応計画 2011-2015」では自然災害関連として「極端な日雨量については地域により異なる変化が予測される」とし、「洪水リスクの更なる理解、大流域における気候変動の影響評価(主要流域における洪水への気候変動の影響調査を開始)」「洪水対策手法の一覧作成、政策決定支援ツールの開発」を提案している。

7. 海外における気候変動リスクへの対応

・世界各国での気候変動適応策の展開

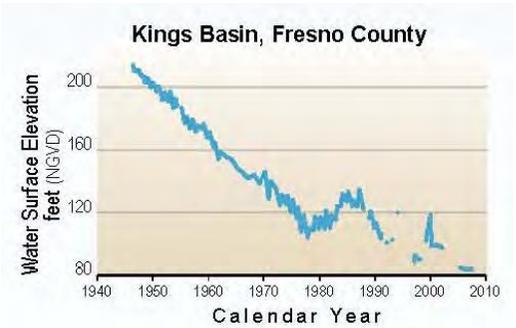
国名	気候変動に係る背景	気候変動適応策の取り組み
オランダ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ オランダ王立気象研究所が2050年までの4つの気候シナリオ及び2100年までの海面上昇・洪水流量増加予測を発表(2006年) 2100年までに1990年比最大85cm海面上昇(地盤沈下除き) ✓ 水法(2009/2010): EU水枠組み指令及び同洪水指令に対応。Room for the Riversプロジェクト(2008~2020年): 21億ユーロ(約2,100億円)(河川空間拡張プロジェクト) ✓ デルタプログラム(2010年~): 今後数十年間にオランダが直面する主要な水の課題に対し持続可能な洪水に対する安全及び淡水供給を達成するためのプログラム(国家水計画(2009年)が同プログラムの最初の具体的発表) ✓ デルタ法発効(2012年1月): デルタプログラムの法的位置づけ等を規定 ✓ デルタプログラム実施のため2011年~2020年に12億ユーロ(約1,200億円)が部局横断的予算から確保。2020~2028年には同プログラム実施のためのデルタ基金に毎年最低10億ユーロ(約1,000億円)確保。
EU		<ul style="list-style-type: none"> ✓ EUにおける気候変動への適応戦略[欧州委員会、2013.4] 加盟国間のより広範な調整や情報共有の促進、関連する全てのEU政策における適応の考慮を保証することによって加盟国の活動を支援。戦略の3つの目標(1. 各加盟国による行動の支援 2. EUレベルでの気候変動がもたらす影響への予防行動(Climate-proofing)の促進 3. 情報に基づくより良い政策決定の推進) ✓ 災害に対する保険に関するグリーンペーパー[欧州委員会、2013.4] 上記の適応戦略と同時に公表されたもの。災害に対する意識を高めるとともに、現状のEUの取組の妥当性やEUで災害保険のために市場改善がなされるべきかどうかを評価することを目的としている。また、知識基盤を拡大し、災害管理のツールとして保険を促進し、災害リスクの防止や緩和が一般化されるようにすることも目指している。 ✓ 影響評価第1部・第2部[欧州委員会、2013.4] 上記の適応戦略と同時に公表されたもの。これまでの関係者間での協議内容、現状の問題や政策事情、EU適応戦略の目的、政策オプション、影響分析、政策オプションの比較、望ましい政策パッケージの特定、モニタリングと評価について触れている

7. 海外における気候変動リスクへの対応

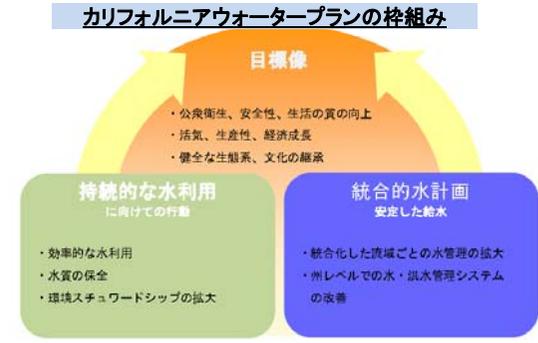
- カリフォルニア州は、排出シナリオに基づく影響評価を実施して、将来に向けて準備
- カリフォルニアウォータープランアップデート2009(5年ごとに更新)では、効率的な水管理による排出ガス削減を目標に、エネルギー政策セクターと共同で適応戦略を検討中

アメリカ
(カリフォルニア州)

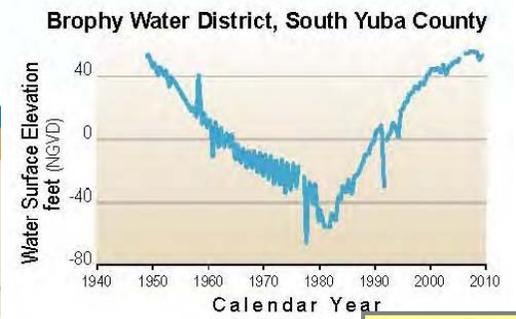
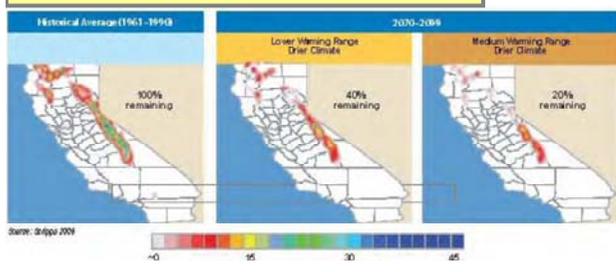
- カリフォルニアの水資源の現状と緊急課題**
- 2009年度までで渇水が3年継続
 - 地下水、表流水ともに水質が劣化
 - 温暖化による生態系への影響
 - 老化する社会基盤施設
 - 取水可能量は20~30%減少
 - 全ての部門での水需要の増加



地下水の使用量は、毎年、平均で25億m³、地下水涵養量を上回っている。地下水の過剰汲み上げは、数年間にわたる地下水位の低下が特徴



シエラネバダ山脈の積雪貯留量の減少。21世紀半ばまでに25~40%(47~74億m³)。



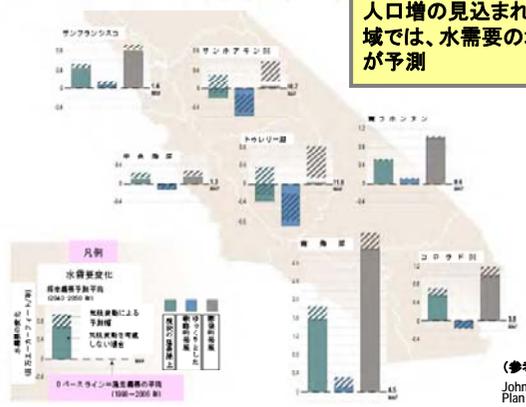
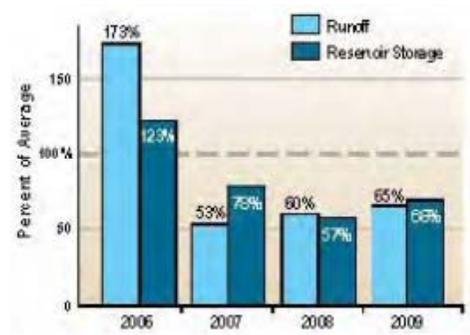
人口増の見込まれる流域では、水需要の増大が予測

エネルギーと水のトレードオフの関係

	海水淡水化	
多	下水再利用	浄水場
	下水処理 細流灌漑	ポンプ
0	ダム撤去	魚スクリーン
	水質保全、節水	街路樹
	農業生産高	気化冷却
少	改良	森林再生
	ソーラー発電による農業	化石燃料製品
		シェール油製品
	少	多
	水使用あるいは環境への影響	

Jay Lund, UCD

2006~2009年における州全体の流出量と貯水量の関係



カリフォルニア州指令S-3-05 州全体のGHGターゲット

- 2010年までに、2000年排出レベルまで低減
- 2020年までに、1990年排出レベルまで低減
- 2050年までに、1990年の80%以下の排出レベルまで低減

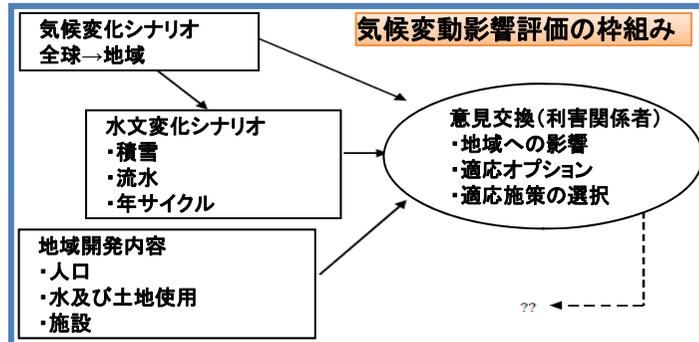
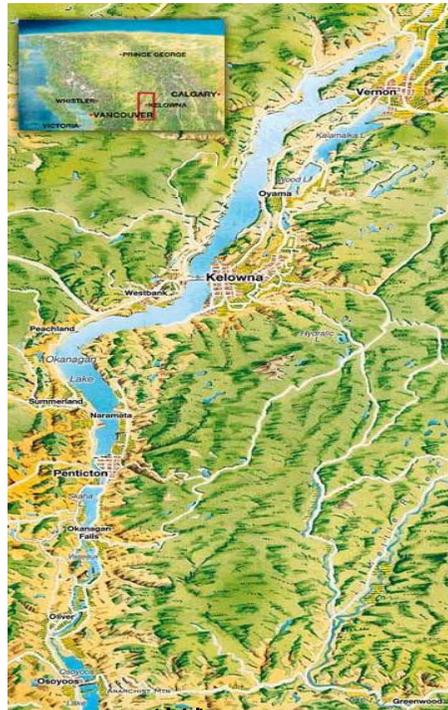
(参考文献) John T. Andrew, Department of Water Resources California Water Plan Update 2009 Advisory Committee. 2007. Climate Change & the California Water Plan Update 2009. California Water Plan 2009 Highlights

7. 海外における気候変動リスクへの対応

- カナダは、温暖化による水供給システムへの影響を懸念。
- ブリティッシュコロンビア州等では気候変動に対応した広範囲な地方水政策を実施
- 特に将来的に気候変動及び人口増加による水不足の可能性があると示唆されるOkanagan流域(ブリティッシュコロンビア州)に重点をおいた研究を実施中

カナダ

(ブリティッシュコロンビア州)



Okanagan流域への影響と適応策(水資源関連)

気候変動による主な影響(水資源関連)

- 作物生育期間の延伸
- 農業用水需要の増加
- 季節的な水不足/欠乏の管理
- 水質の低下
- 魚類生息環境の悪化
- 水使用に伴う紛争の増加

適応策の例(水資源関連)

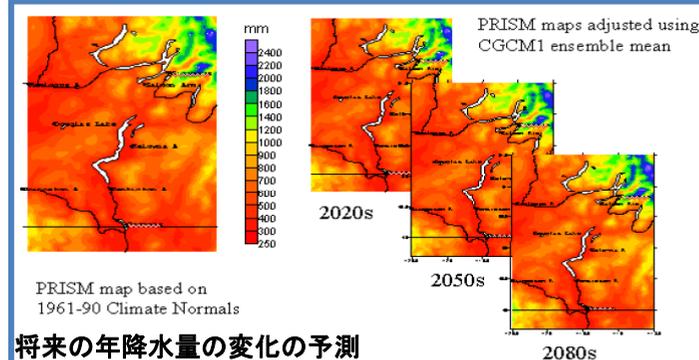
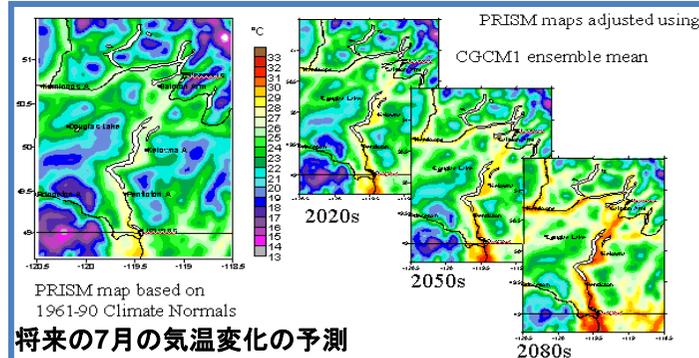
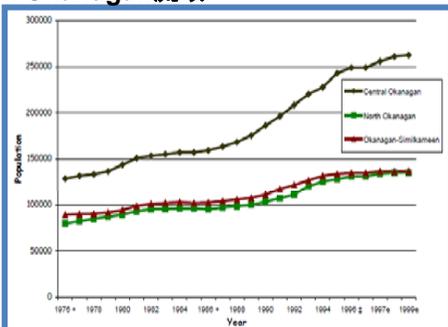
- より効率的な水使用
- 水使用料金
- 開発や人口の制限
- 農業方法の改善
- 計量による正確な量の把握
- 水供給インベントリー、水使用の優先順位付け
- 水ライセンスの発行
- 施行令等の法制度を増やす
- 時期の転換
- 買い上げ(バイアウト)
- 貯水池の開発、他の水源の開発
- ダムを通した流れと侵食の調整
- 造林による適応
- より良い政府機関の統合
- 土地使用決定の際の気候変動影響の考慮
- 資源管理における生態系コストの考慮
- 適応策決定に際しての社会コストの考慮

(参考文献)

Stewart Cohen & Tanuja Kulkarni, Environment Canada & University of British Columbia. Water Management & Climate Change in the Okanagan Basin.

British Columbia. 2004. Weather, Climate and The Future B.C.'s PLAN.

British Columbia. 2004. Water Sustainability Action Plan for British Columbia: Framework for Building Partnerships.



7. 海外における気候変動リスクへの対応

● 気候変動による少雨化が進行する西オーストラリア州では、2005年に「多様性による安全保障」を中心戦略とした「水資源開発計画2005-2050」を策定し、水資源オプションを多様化

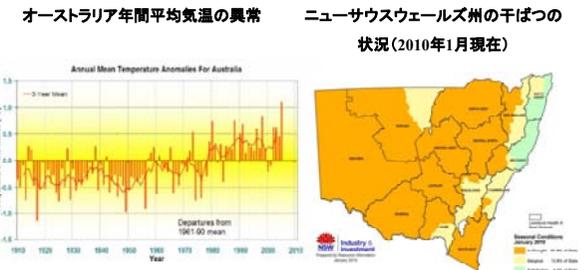
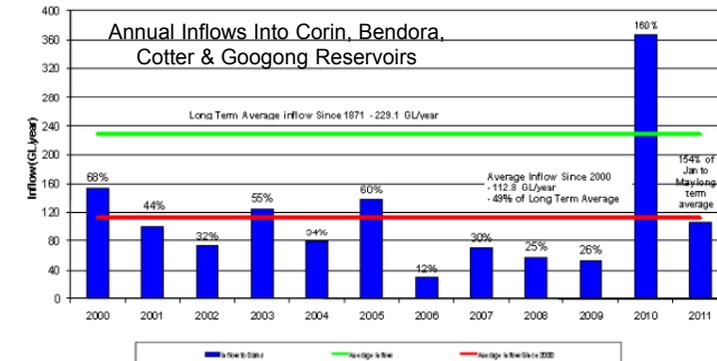
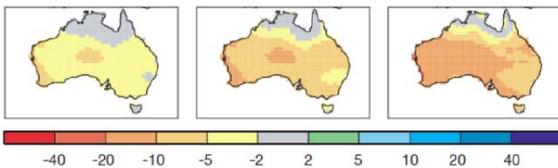
オーストラリア
(西オーストラリア州)

CSIROの気候モデルによる予測では、A1F1シナリオでは州南西部の年平均降水量が、2030年迄に最大20%、2070年迄に最大30%減少(対1990年値)。

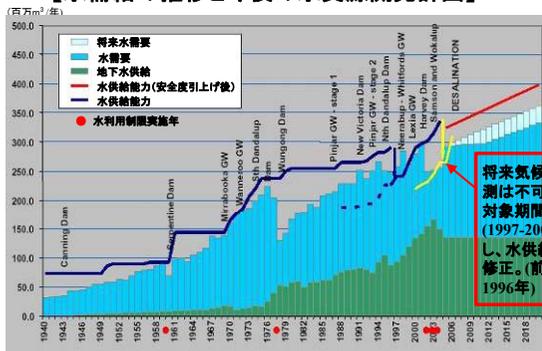
気候変動の影響により、2000年から2011年までのダム流入量は減少

年間平均気温の異常により、干ばつが発生

【最善の予測における将来の降水量変化予測】



【水需給の推移と今後の水資源開発計画】



「多様性による安全保障」戦略は、海水淡水化、下水処理水再利用、水源域管理、水取引等降雨状況に依存しない多様な水資源オプションと計画対象年の見直し等により、将来の水需要増と気候変動への適応を図るもの。2015年頃迄の具体的な実施計画の提言とそれ以後の長期的なオプション(実施については今後更に検討)から成り、将来の気候変動にあわせた柔軟なオプション選択を可能とする。

【パース海水淡水化プラント I 期 45 百万 m³/年】



【Kwinana 下水処理水リサイクルプラント 6 百万 m³/年】



(参考文献)

- "Source Development Plan 2005" (Water Corporation, April 2005)
- "State Water Plan 2007" (Government of Western Australia, 2007)
- "water for future Report 2006" (Water Corporation, 2006)
- "Securing Our Water Future in a Drying Climate" (Dr Jim Gill, Chief Executive, Water Corporation, May 2006)
- "Coping with Climate Change" (Peter Moore, Chief Operating Officer, Water Corporation, 27 June 2007)
- 国土技術政策総合研究所資料 オーストラリアの水資源管理に関する調査(国土交通省 国土技術政策総合研究所 平成19年11月)
- REVIEW OF THINK WATER, ACT WATER The ACT's Long Term Water Strategy ENVIRONMENT and SUSTAINABLE DEVELOPMENT DIRECTORATE February 2012, p.46
- 国土交通省資料



【総合水供給システム(2007年現在)】

