

資 料

第3回 検討会

今年度の検討状況について

平成25年2月1日

## 第3回検討会 検討項目

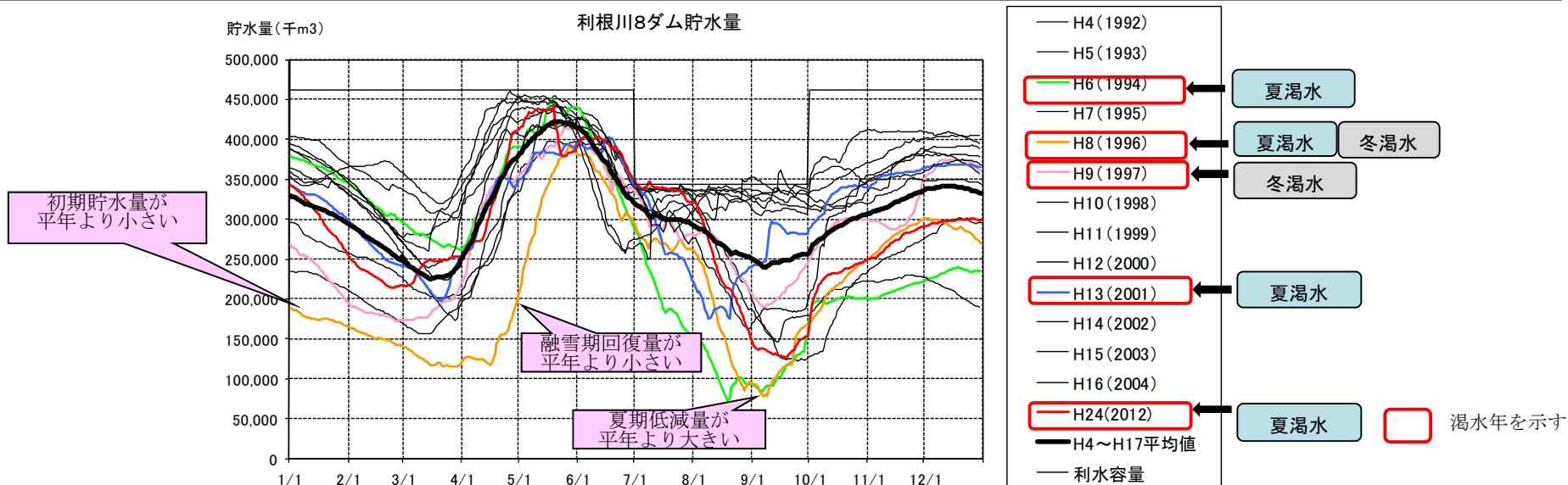
1. 流域の渇水発生要因等の分析
  - 1.1 利根川における渇水発生要因
    - (1) 渇水指標の検討
    - (2) 渇水発生要因の分析
  - 1.2 筑後川における渇水発生要因
    - (1) 渇水指標の検討
    - (2) 渇水発生要因の分析
  - 1.3 吉野川における渇水発生要因
    - (1) 渇水指標の検討
    - (2) 渇水発生要因の分析
2. 気候モデルによる将来の渇水の分析
  - 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(利根川、筑後川、吉野川)
  - 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価(利根川)
  - 2.3 将来の渇水特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

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(利根川)

## 1.1 利根川における渇水発生要因等の分析

### (1) 渇水指標の検討

既往渇水の実績をもとに、3つの渇水要因に対し、7つの渇水指標を設定し、事象としての冬渇水、夏渇水への適用性について分析



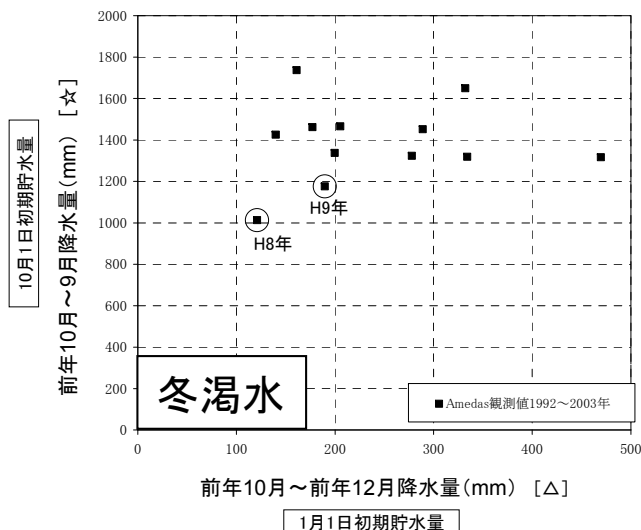
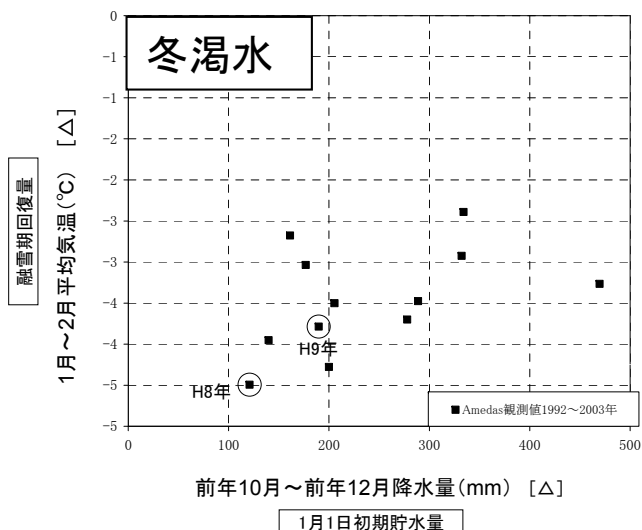
渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由	渇水の事象
1月1日初期貯水量	前年10月～前年12月降水量	前年秋からの降水量の多少が関係するため	冬渇水
	前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)	10月1日の貯水量が影響するため	夏渇水・冬渇水
融雪期回復量	年間降雪量(日変化積雪深合計)	降雪量の多少が関係するため	夏渇水
	前年12月～3月降水量	冬期の降水量の多少が関係するため	夏渇水
	1月～2月平均気温※1	1月～2月の気温が積雪量に關係するため	夏渇水・冬渇水
夏期低減量	8月～9月の80日間降水量の平年差最小値	貯水量の低減期間における前80日間の降水量が關係するため	夏渇水
	6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

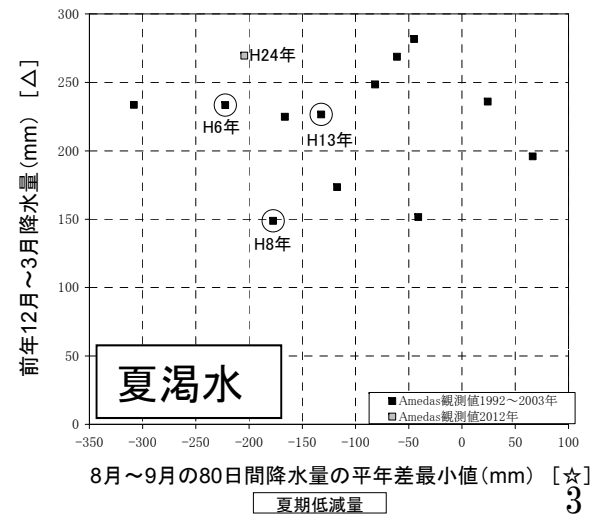
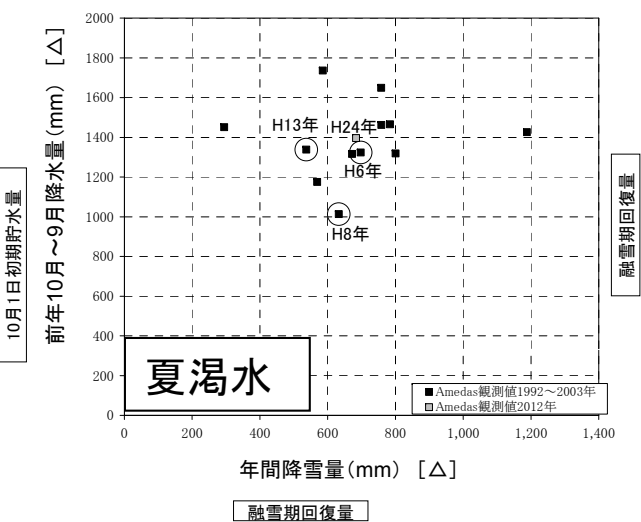
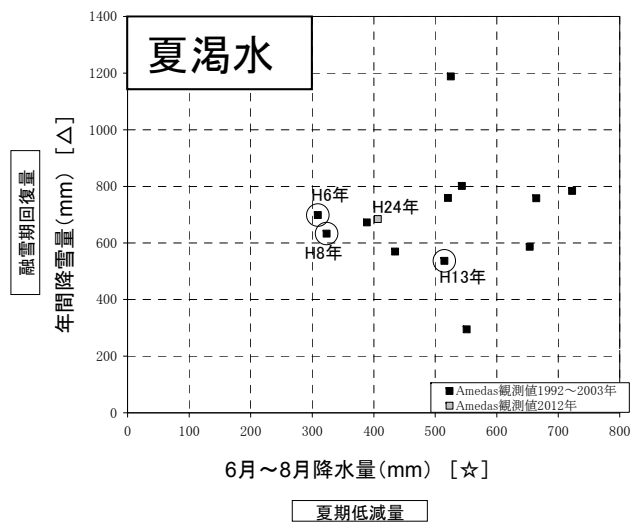
# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(利根川)

## (2) 渇水発生要因の分析

既往渇水を含む約10年間(H4~H15年)の気象データによる散布図で分析  
 選定した渇水指標は、既往の渇水年を概ね表現している  
 (参考として、H24年も記載)

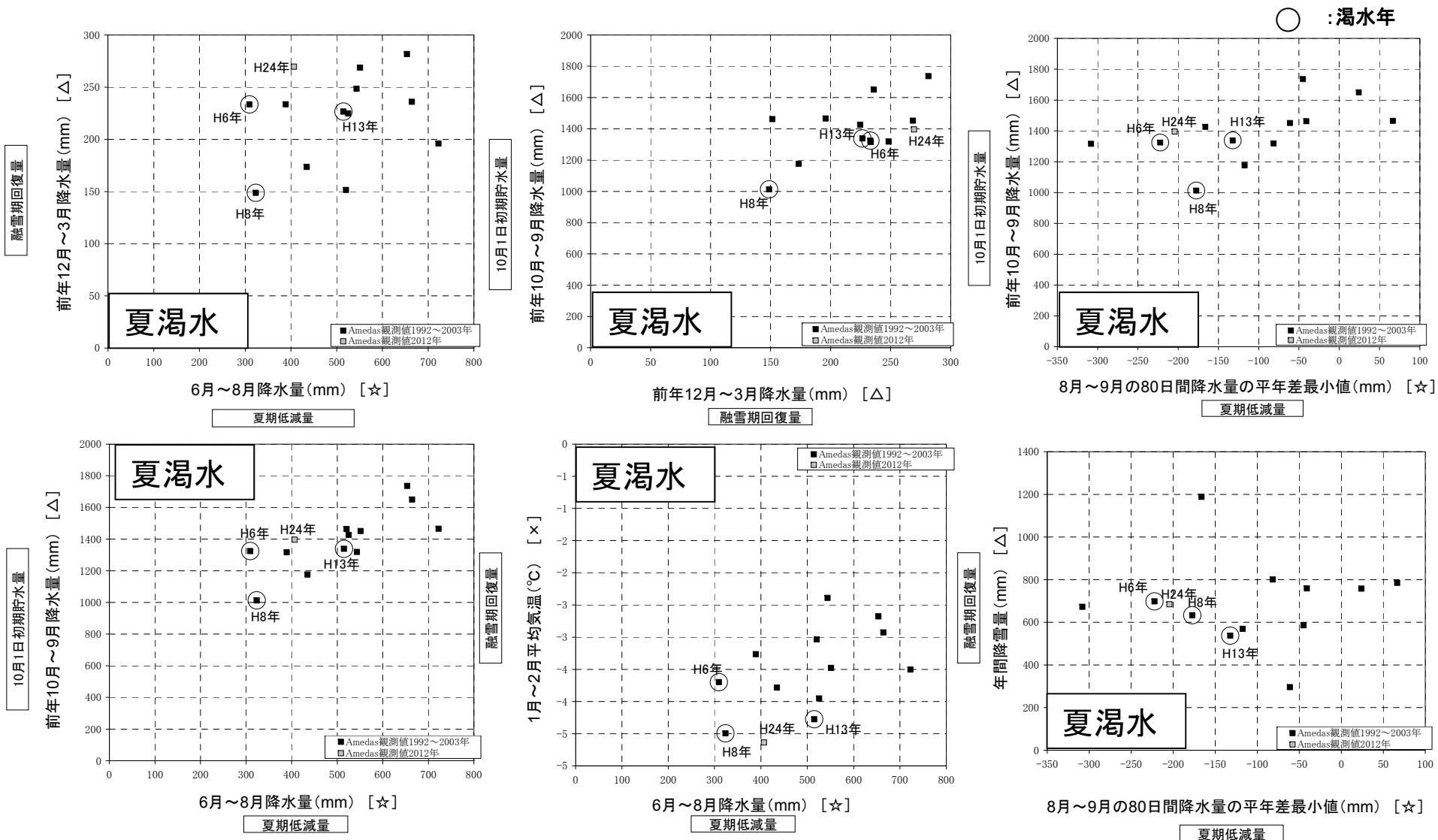


○ : 渇水年



# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(利根川)

## (2) 渇水発生要因の分析 — 続き —



# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(利根川)

## (2) 渇水指標の適用性評価

○既往渇水年との適用の割合は、

冬渇水の指標が4割～10割以上。

夏渇水の指標のうち、「夏期低減量」が2つとも6割と高く、(参考:H24年も該当)

「融雪期回復量」は2つが4割強

※適用性の低い指標は1つ

○全ての指標となる要因は、既往渇水年には表れ、不一致(見逃し)は無い

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	H24年 (2012年)※3	
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	△	0/2	☆	-	
冬渇水		前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)				○	○							2/2	☆	0/2	☆	-	
夏渇水		前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)	○		○	○	○				○	○		3/6	△	0/3	☆		
夏渇水	融雪期回復量	年間降雪量(日変化積雪深合計)	○		○	○	○	○			○		○	3/7	△	0/3	☆	○	
夏渇水		前年12月～3月降水量			○	○	○	○		○	○			3/7	△	0/3	☆		
冬渇水		1月～2月平均気温				○	○	○				○			2/4	△	0/2	☆	-
夏渇水		1月～2月平均気温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		3/12	×	0/3	☆	
夏渇水	夏期低減量	8月～9月の80日間降水量の平年差最小値	○		○	○	○				○			3/5	☆	0/3	☆	○	
夏渇水		6月～8月降水量	○		○		○	○				○			3/5	☆	0/3	☆	○

※1: 既往渇水年数/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: 夏渇水の指標について記載した

- : 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。

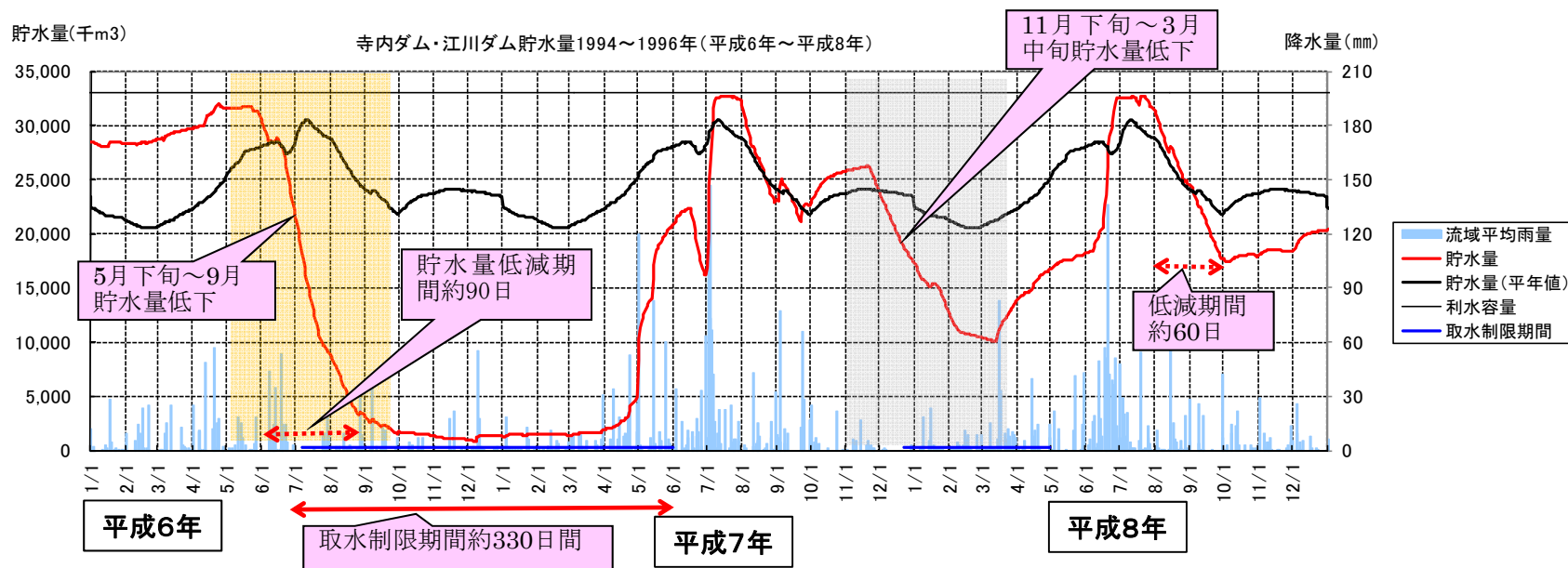
適用の割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×  
見逃し率 4割以下 ☆ 4～6割 △ 6割超 ×

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(筑後川)

## 1.2 筑後川における渇水発生要因等の分析

### (1) 渇水指標の検討

既往渇水の実績をもとに、4つの渇水要因に対し、7つの渇水指標を設定し、分析

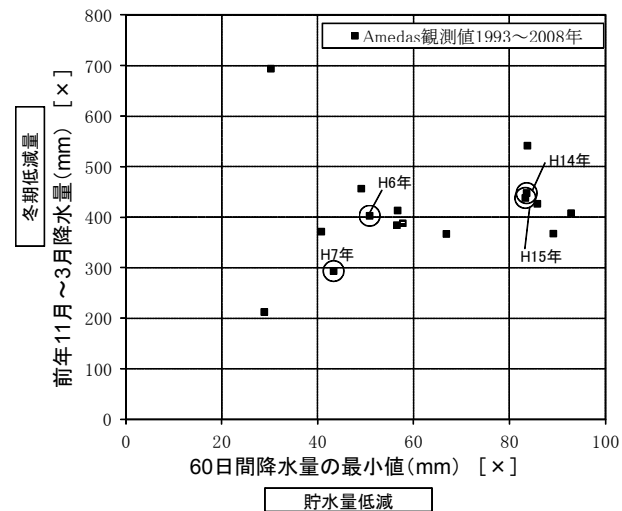
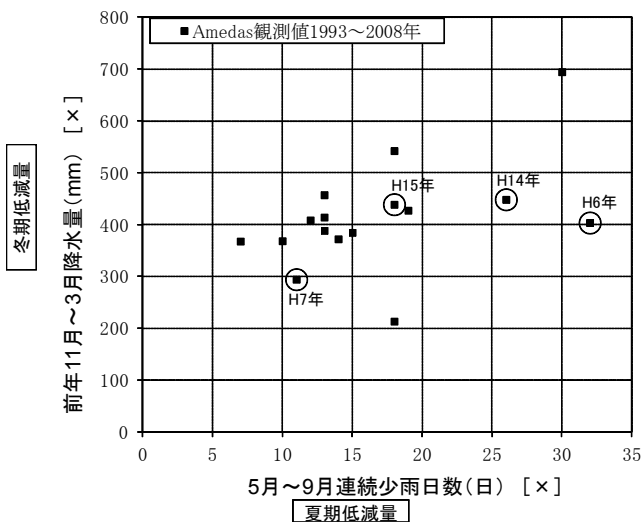
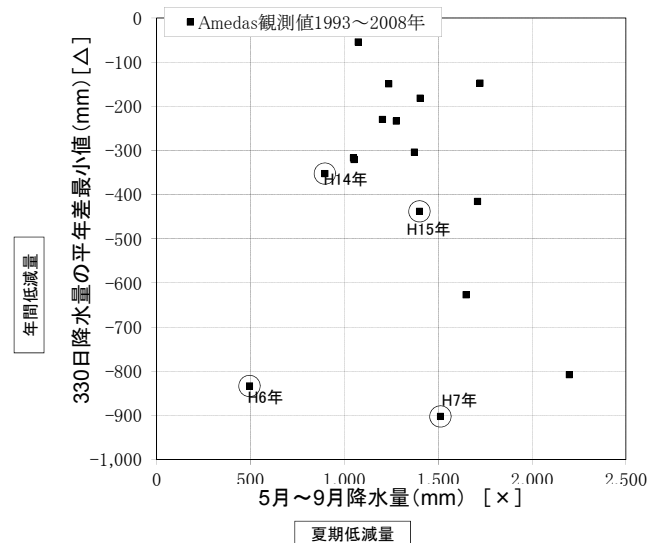
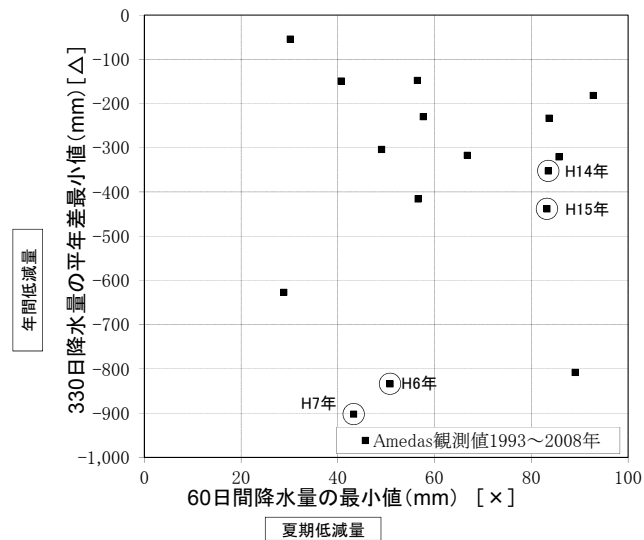


渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由
夏期貯水量低減	5月～9月降水量	夏期低減期間における降水量及び連続少雨日数が関係するため
	5月～9月連続少雨日数	
	6月～8月の90日間降水量の平年差最小値	特にダム貯水量の低減の厳しい期間の降水量が関係するため
冬期貯水量低減	前年11月～3月降水量	冬期低減期間における降水量及び連続少雨日数が関係するため
	前年11月～3月連続少雨日数	
年間貯水量低減	330日降水量の平年差最小値	通年の貯水量低減が長期降水量に関係するため
貯水量低減	60日間降水量最小値	通年での特にダム貯水量の低減の厳しい期間の降水量が関係するため

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(筑後川)

## (2) 渇水発生要因の分析

既往渇水を含む約15年間(H5~H20年)の気象データによる散布図で分析  
 選定した渇水指標は、既往の渇水年を概ね表現している



○ : 渇水年  
 渇水年は、取水制限期間が長く、最大取水制限率の大きかった年を選定している。



# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(筑後川)

## (2) 渇水発生要因の分析

○ 既往渇水年との適用性の割合は、  
年間低減量の指標が約6割と良い  
その他の指標は4割未満で適用性が低い。

→ 今後、期間及び日数の設定見直しにより、適用性の向上を図る

○ 全ての指標となる要因は、既往渇水年には表れ、不一致(見逃し)は無い

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
夏期低減量	5月～9月降水量		○	○	○		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	4/12	×	0/4	☆
	5月～9月連続少雨日数		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	4/14	×	0/4	☆
	6月～8月90日降水量の 年間差最小値		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4/15	×	0/4	☆
冬期低減量	前年11月～3月降水量	○	○	○	○	○		○	○		○	○		○	○	○	○	4/13	×	0/4	☆
	前年11月～3月連続少雨日数	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	4/15	×	0/4	☆
年間低減量	330日降水量の年間差最小値	○	○	○							○	○			○			4/7	△	0/4	☆
貯水量低減	60日降水量最小値		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○	○		4/12	×	0/4	☆

※1: 既往渇水年数/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

○ : 渇水指標より見出した渇水年  
 □ : 既往渇水からの渇水年

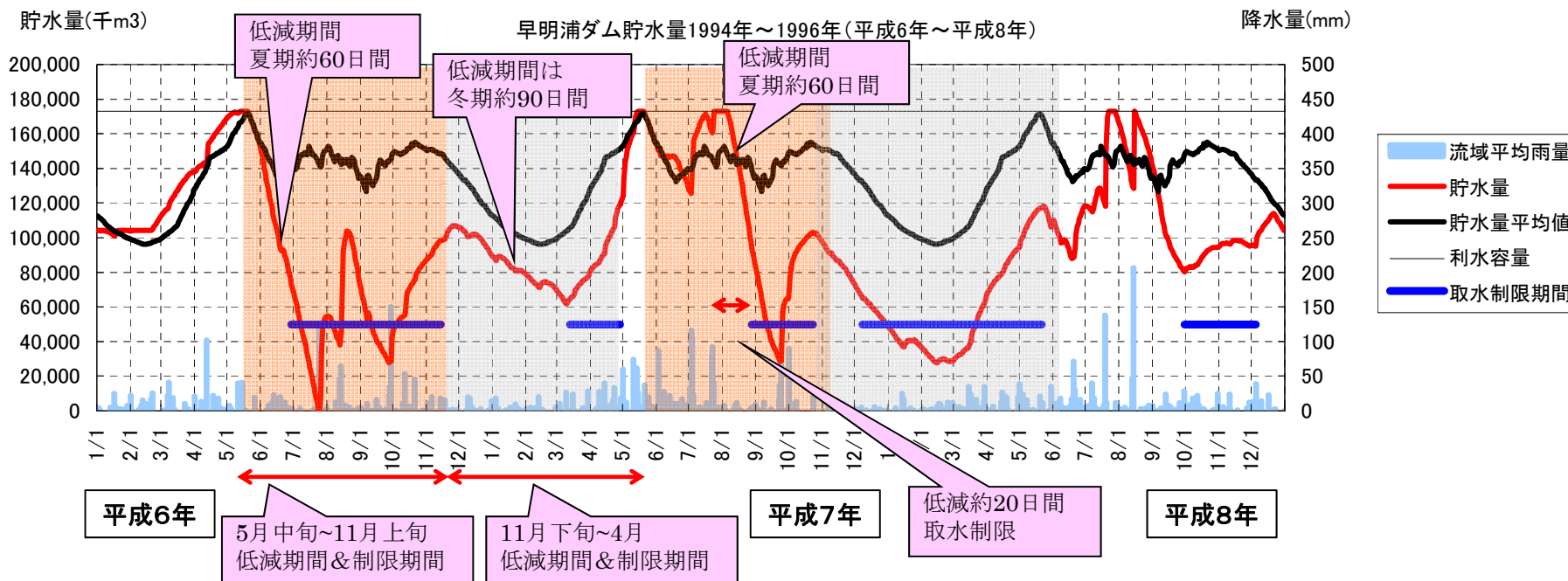
渇水指標の適用性を以下の視点で評価した。  
 適用の割合 6割以上 ☆ 4～6割 △ 4割未満 ×  
 見逃し率 4割以下 ☆ 4～6割 △ 6割超 ×

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(吉野川)

## 1.3 吉野川における渇水発生要因等の分析

### (1) 渇水指標の検討

既往渇水の実績をもとに、3つの渇水要因に対し、4つの渇水指標を設定し分析

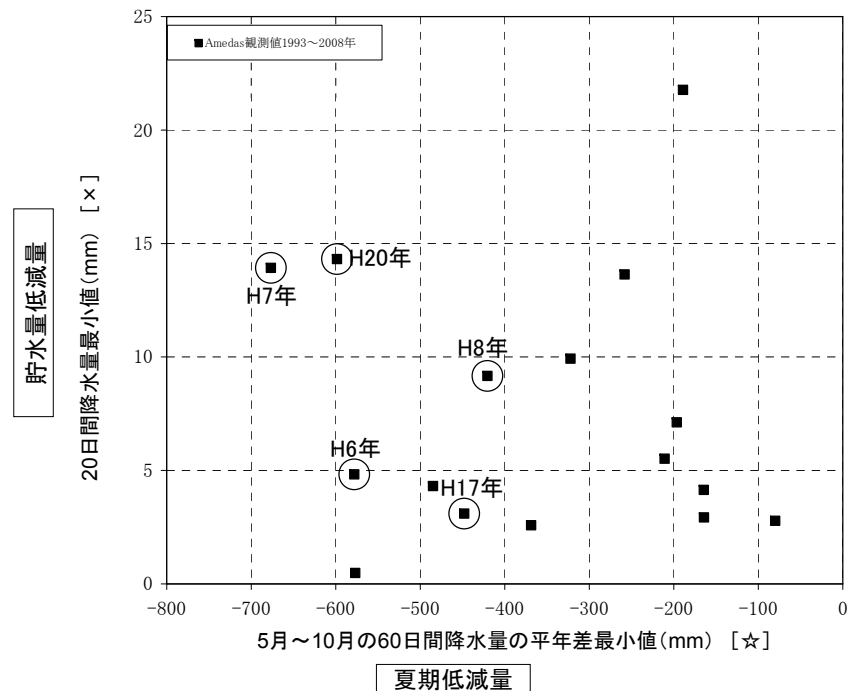
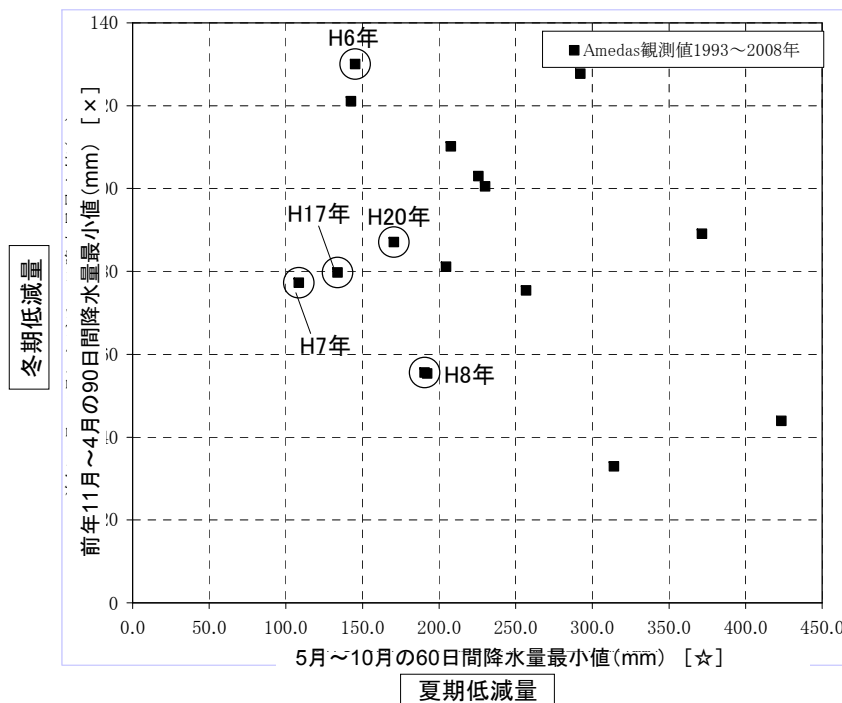


渇水要因	渇水指標	渇水指標選定理由
夏期(5月～10月)低減量	5月～10月の60日間降水量最小値	設定した夏期の低減期間の前60日間降水量がダム貯水量の変動に関係するため
	5月～10月の60日間降水量の平年差最小値	
冬期(前年11月～4月)低減量	前年11月～4月における90日間降水量最小値	設定した冬期の低減期間の前90日間降水量がダム貯水量の変動に関係するため
貯水量低減	20日間降水量最小値 (期間を限定しない)	通年での前20日間降水量がダム貯水量の変動に関係するため

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(吉野川)

## (2) 渇水発生要因の分析

既往渇水を含む約15年間(H5~H20年)の気象データによる散布図で分析  
 選定した渇水指標は、既往の渇水年を概ね表現している



○ : 渇水年  
 渇水年は、取水制限期間が長く、最大取水制限率の大きかった年を選定している。

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析(吉野川)

## (2) 渇水発生要因の分析

○既往渇水年との適用の割合は、  
夏渇水の指標が約6割と高い  
その他の指標は4割未満で適用性が低い

→今後、期間及び日数の設定見直しにより、適用性の向上を図る。

○全ての指標となる要因は、既往渇水年には表れ、不一致(見逃し)は無い

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
夏期低減量	5月～10月における60日降水量最小値		○	○	○					○				○				5/6	☆	0/5	☆
	5月～10月における60日降水量の平年差最小値		○	○	○		○			○				○				5/7	☆	0/5	☆
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	☆
貯水量低減	20日降水量最小値	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	5/15	×	0/5	☆

※1: 既往渇水年数/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

○ : 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 ×

# 1. 流域の渇水発生要因等の分析

## < 既往渇水に基づく指標の適応性 >

### 1.1 利根川における渇水発生要因

- 夏渇水で2、冬渇水で1、既往渇水との適用性の高い指標がある
- 適用性の低い指標を含めて、不一致(見逃し)は無い

### 1.2 筑後川における渇水発生要因

- 年間を通じた渇水(年間低減量)で既往渇水との適用性の良い指標がある  
(夏渇水、冬渇水との適用性の高い指標は抽出されない)
- 適用性の低い指標を含めて、不一致(見逃し)は無い

### 1.3 吉野川における渇水発生要因

- 夏渇水で2、既往渇水との適用性の高い指標がある  
(冬渇水、時期を問わない貯水量低減との適用性の高い指標は抽出されない)
- 適用性の低い指標を含めて、不一致(見逃し)は無い

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

### 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(利根川)

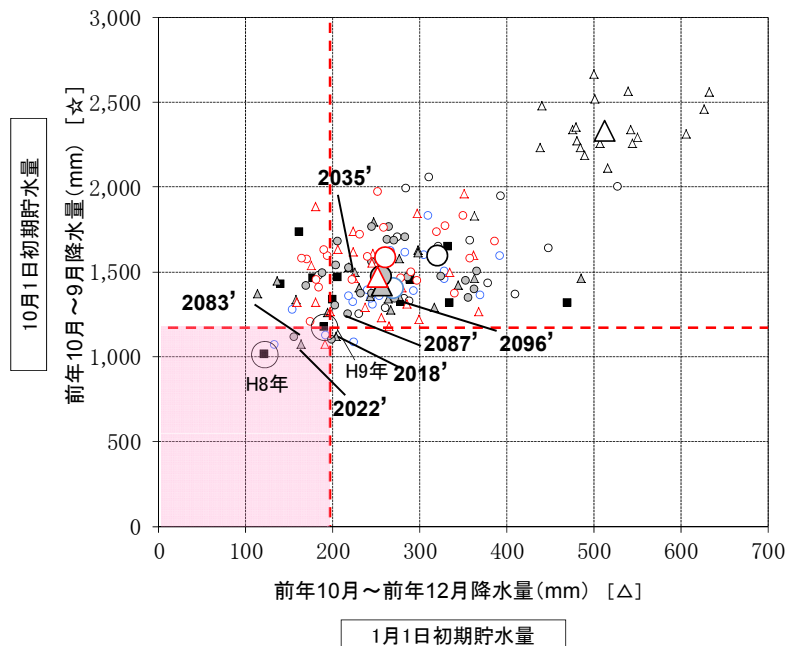
#### (1) 1月1日初期貯水量と融雪期回復量

冬渇水 ①: 前年10月～12月降水量、前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)

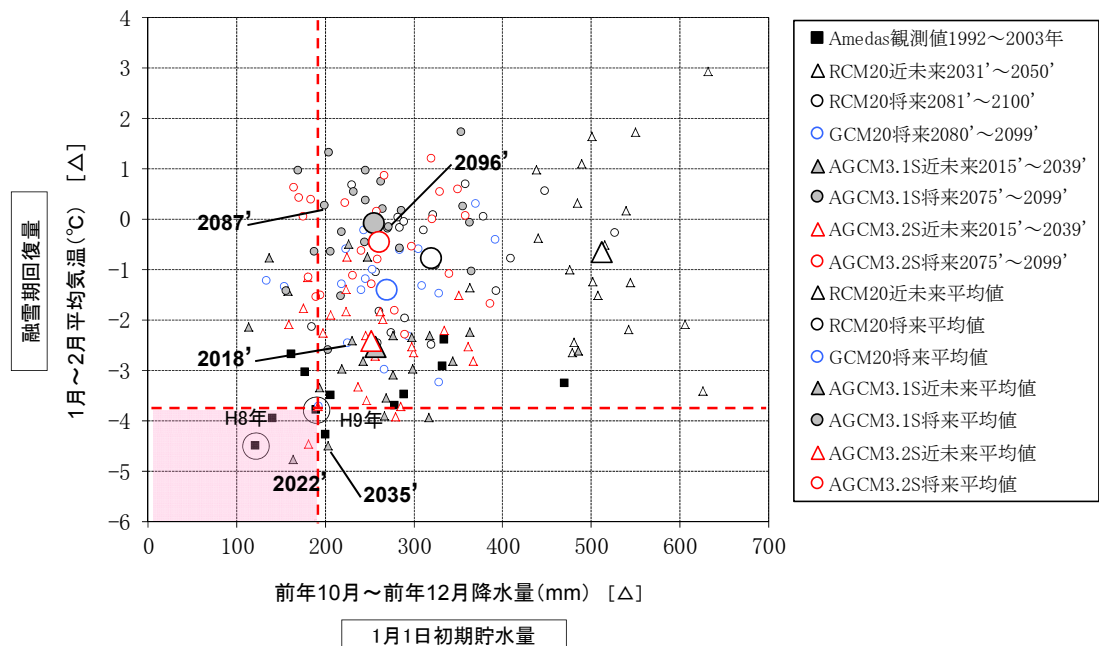
冬渇水 ②: 前年10月～12月降水量、1月～2月平均気温

既往渇水同様、渇水となりやすい範囲に「近未来」、「将来」とも複数年が該当

冬渇水 ①



冬渇水 ②



: 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
 注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

### 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(利根川)

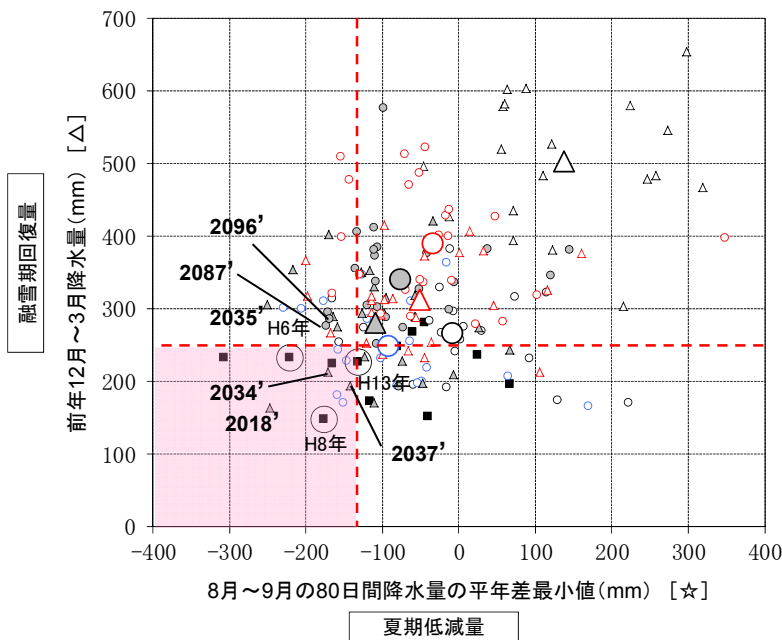
#### (2) 夏期低減量と融雪期回復量

夏渇水 ①: 8月～9月の80日間降水量の平年差最小値、前年12月～3月降水量

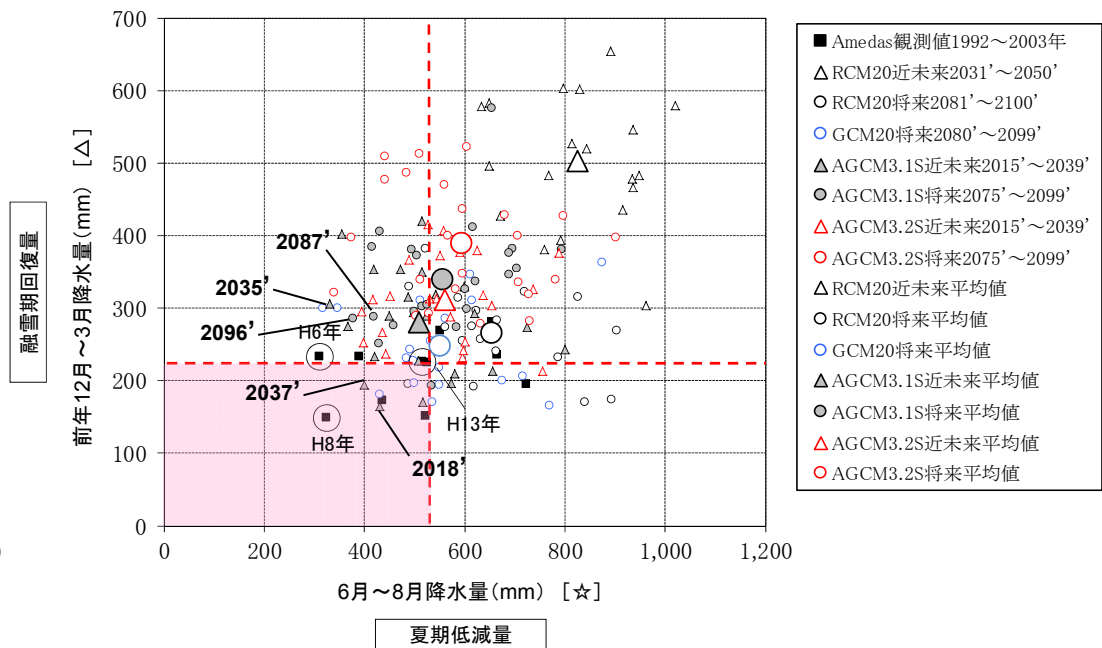
夏渇水 ②: 6月～8月降水量、前年12月～3月降水量

既往渇水同様、渇水となりやすい範囲に、「近未来」、「将来」とも複数年が該当

夏渇水 ①



夏渇水 ②



■ : 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
 注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

### 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(利根川)

#### (3) 夏期低減量と初期貯水量(冬渇水指標)及び融雪期回復量(冬期平均気温)

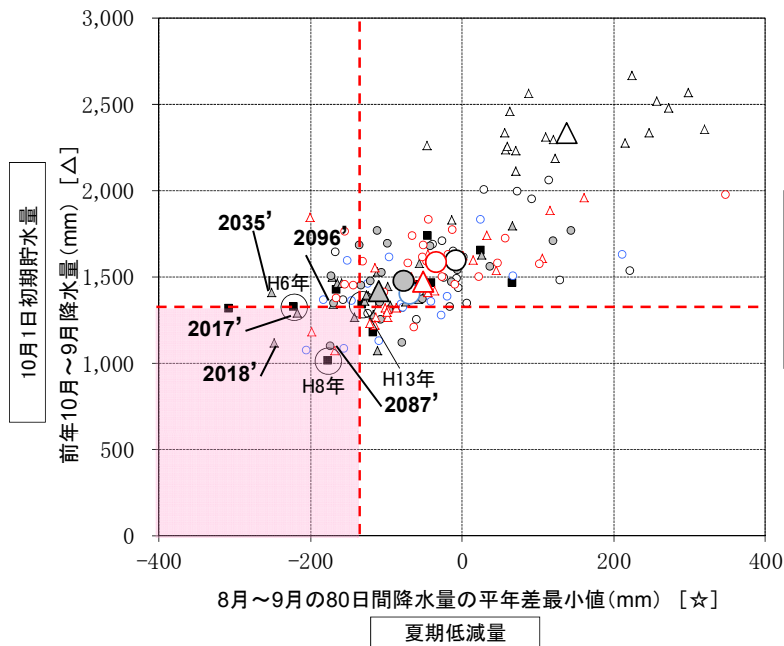
夏渇水 ③: 8月～9月の80日間降水量、前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)

10月1日貯水量は夏渇水の指標として、「近未来」、「将来」とも複数年該当

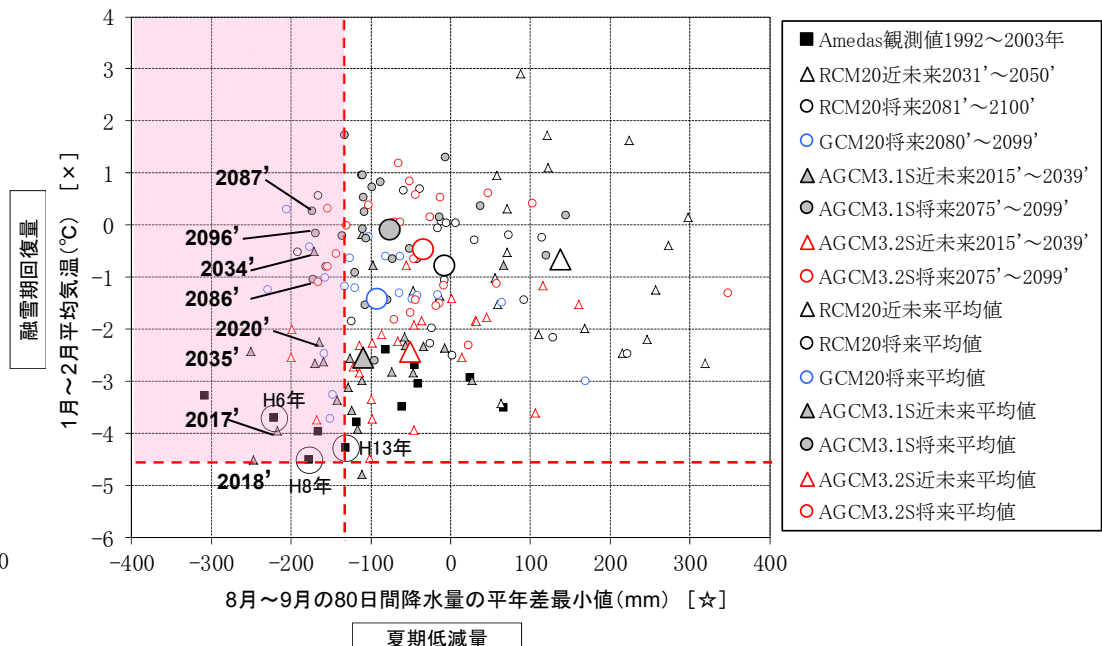
夏渇水 ④: 8月～9月の80日間降水量と1月～2月平均気温

「近未来」、「将来」とも気温が上昇することで、既往渇水年より多くの年が該当

夏渇水 ③



夏渇水 ④



: 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦



## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(筑後川)

### 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(筑後川)

#### (1) 夏期低減量と年間低減量

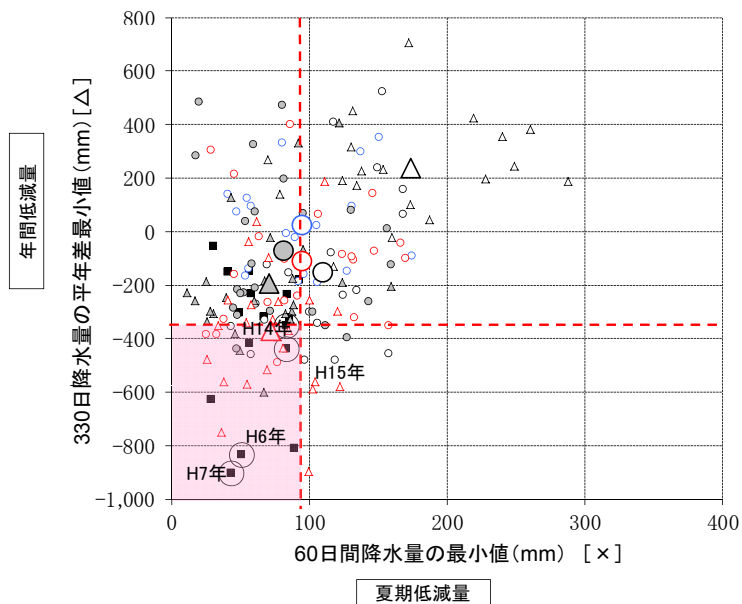
渇水 ①: 60日降水量の最小値と330日降水量の年間差最小値

※渇水となりやすい範囲に、「近未来」、「将来」とも複数年出現すると推定。

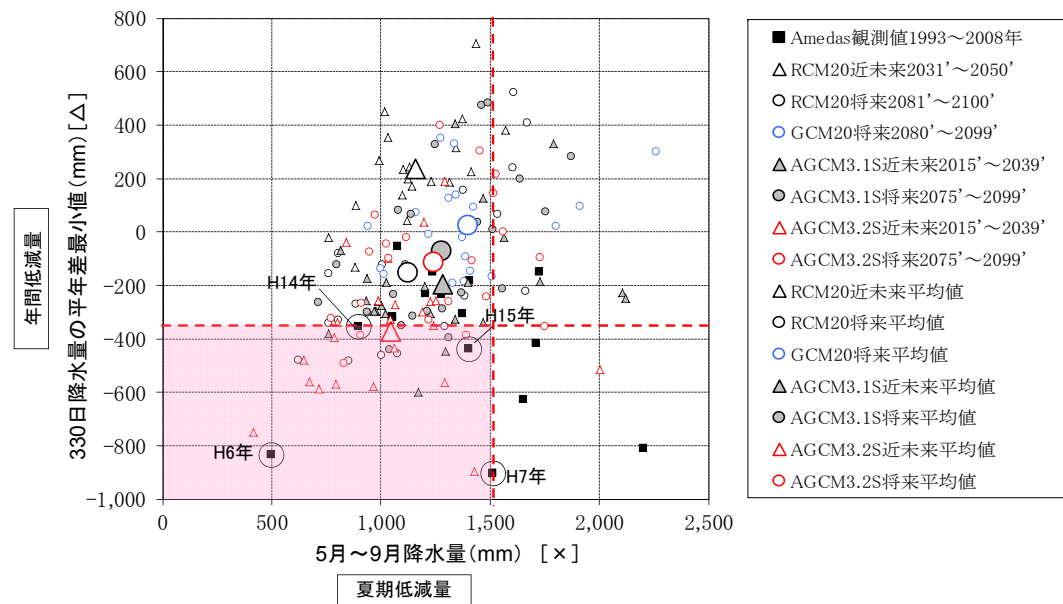
渇水 ②: 5月～9月降水量と330日降水量の年間差最小値

※渇水となりやすい範囲に、「近未来」及び「将来」とも複数年出現すると推定。

渇水 ①



渇水 ②



: 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲  
 既往渇水年は、取水制限期間が長く、最大取水制限率の大きかった年を選定している。

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
 注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(筑後川)

### 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(筑後川)

#### (2) 夏期低減量と冬期低減量

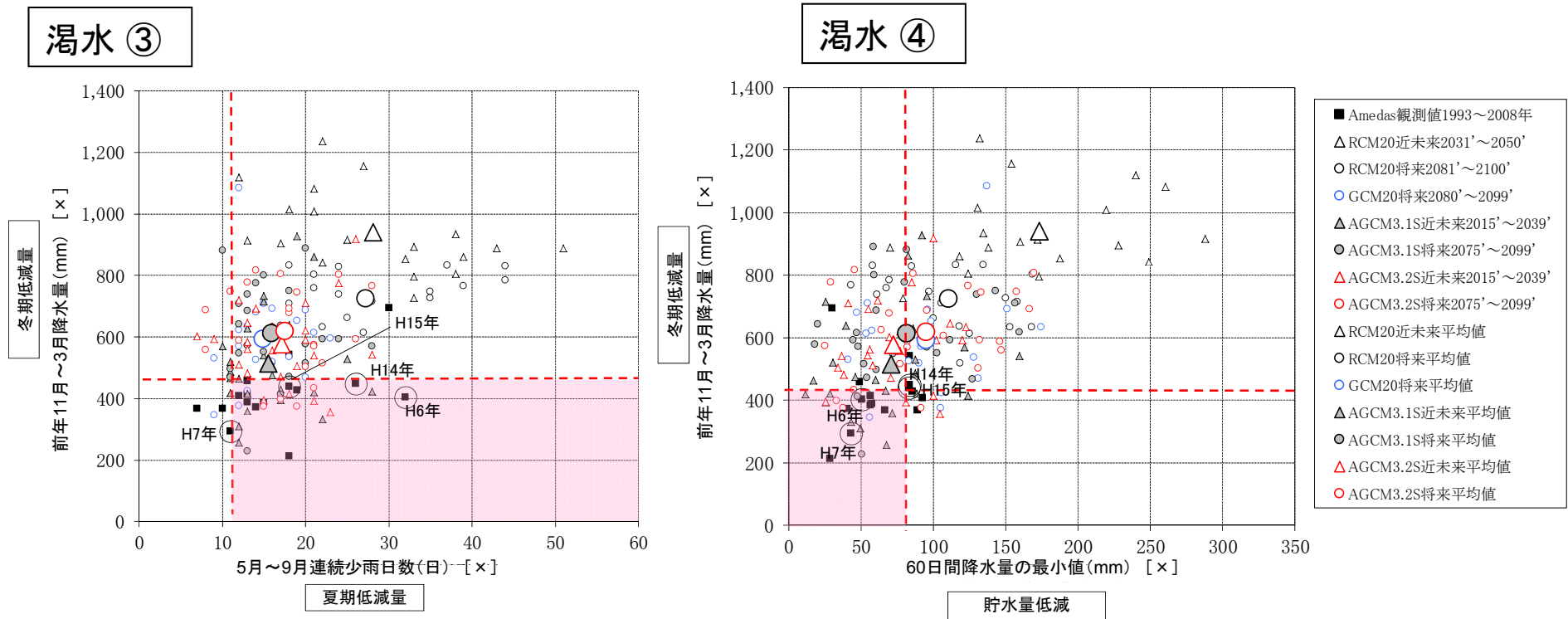
渇水 ③: 5月～9月の連続少雨日数と前年11月～3月降水量

※渇水となりやすい範囲に、「近未来」及び「将来」とも複数年出現すると推定。

#### (3) 貯水量低減量と冬期低減量

渇水 ④: 60日間降水量最小値と前年11月～3月降水量

※渇水となりやすい範囲に、「近未来」及び「将来」とも複数年出現すると推定。



■ : 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲  
既往渇水年は、取水制限期間が長く、最大取水制限率の大きかった年を選定している。

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(吉野川)

### 2.1 代表的渇水指標と将来の予測降雨量との分析(吉野川)

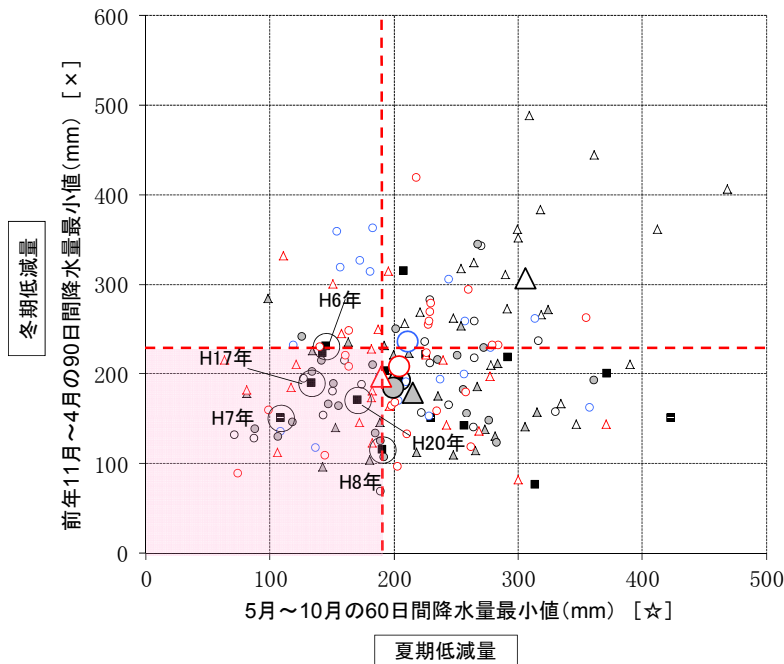
#### (1) 夏期低減量と冬期低減量

渇水 ①: 5月～10月の60日間降水量最小値、前年11月～4月の90日間降水量最小値  
 ※渇水となりやすい範囲に、「近未来」、「将来」とも複数年が該当

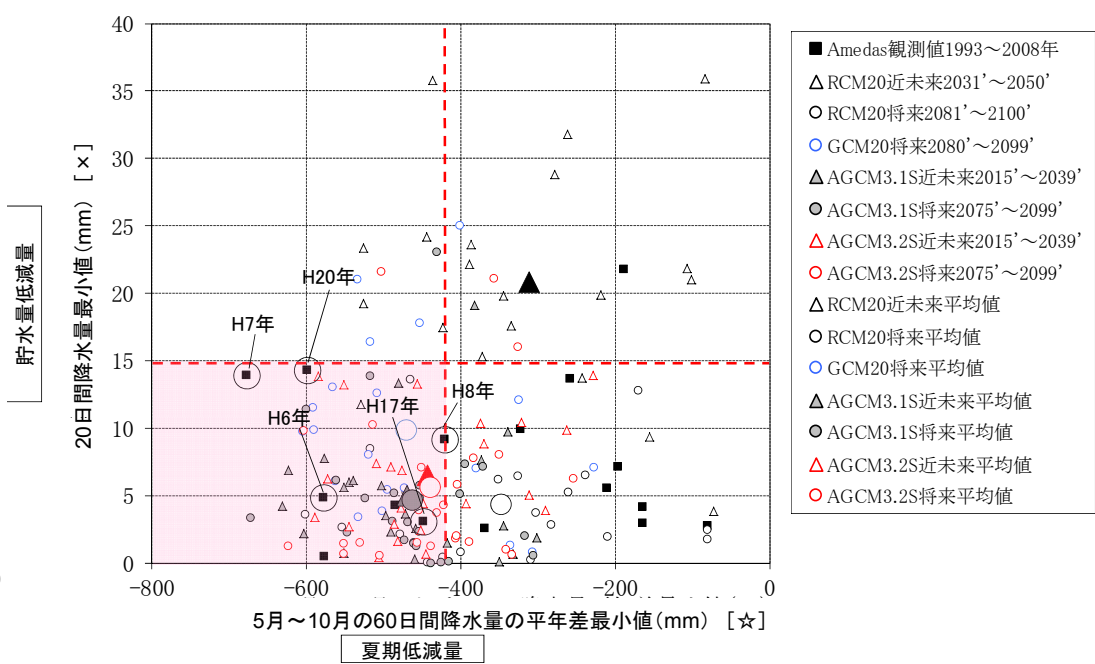
#### (2) 夏期低減量と貯水量低減量

渇水 ②: 5月～10月の60日間降水量の平年差最小値と20日間降水量最小値  
 ※渇水となりやすい範囲に、「近未来」、「将来」とも複数年が該当

渇水 ①



渇水 ②

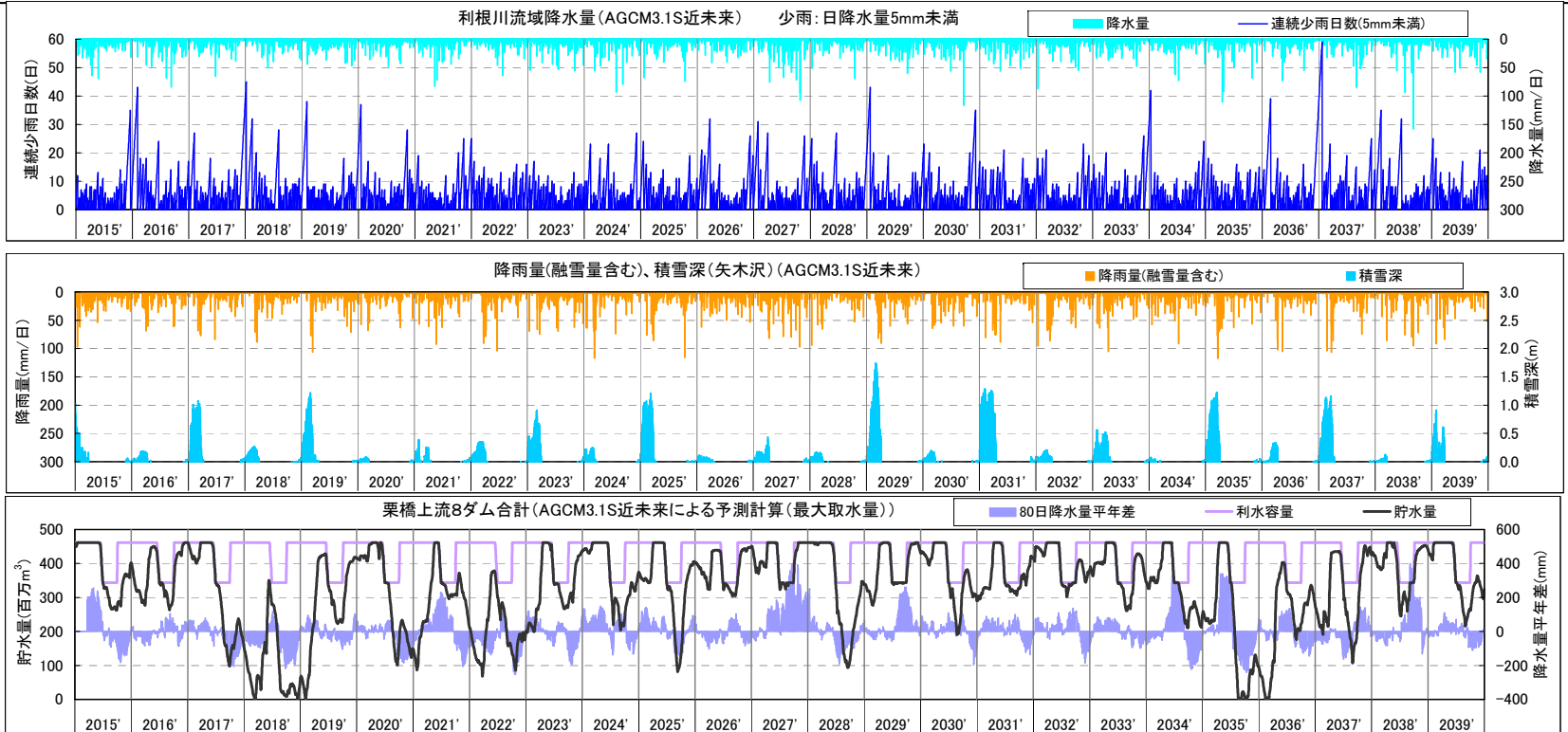


■ : 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲  
 既往渇水年は、取水制限期間が長く、最大取水制限率の大きかった年を選定している。

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
 注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

# 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

## 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価(モデルの「近未来」での適用性)



渇水要因		渇水指標	2015'	2016'	2017'	2018'	2019'	2020'	2021'	2022'	2023'	2024'	2025'	2026'	2027'	2028'	2029'	2030'	2031'	2032'	2033'	2034'	2035'	2036'	2037'	2038'	2039'	渇水指標に対する一致割合※1	渇水年に対する不一致割合※2
冬渇水	前年10月～前年12月降水量		-							○	○																	2/4	3/5
冬渇水	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)	-			○	○			○																		2/2	3/5
夏渇水	前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)		-		○	○	○			○													○			○		4/6	4/8
夏渇水	年間降雪量(日変化積雪深合計)		-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8/24	0/8
夏渇水	融雪期回復量	前年12月～3月降水量	-	○		○	○			○													○			○		3/7	5/8
冬渇水	1月～2月平均気温				○	○	○			○																		3/4	2/5
夏渇水	1月～2月平均気温		○	○												○	○								○	○	○	6/23	2/8
夏渇水	夏期低減量	8月～9月の80日間降水量の年平均最小値			○	○		○								○	○						○		○	○	○	7/8	1/8
夏渇水		6月～8月降水量	○	○	○	○	○	○								○							○	○	○	○	○	6/15	1/8

※1: 流況計算による 渇水年数/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/流況分析における渇水年数

※3: 値がないことを示す



: 渇水指標と同様に渇水となりやすい年



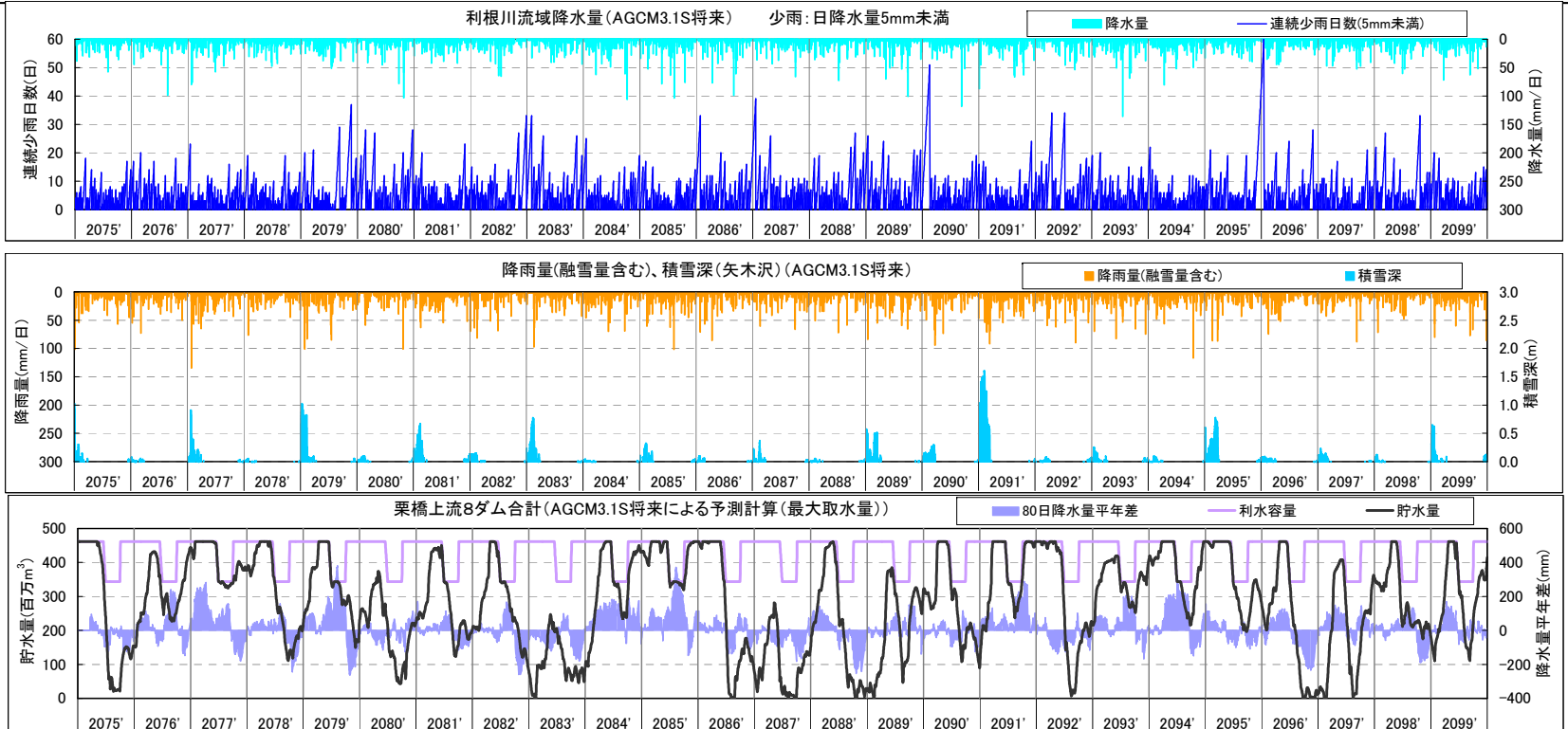
: 流況計算からの渇水年(渇水年の判断は、100百万㎡以下となった年とする)

注) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

夏渇水の指標として8月～9月80日降水量の年平均差がの適用性が高い

# 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

## 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価(モデルの「将来」での適用性)



渇水要因		渇水指標	2075'	2076'	2077'	2078'	2079'	2080'	2081'	2082'	2083'	2084'	2085'	2086'	2087'	2088'	2089'	2090'	2091'	2092'	2093'	2094'	2095'	2096'	2097'	2098'	2099'	渇水指標 に対する不 一致割合※1	渇水年 に対する不 一致割合 ※2
冬渇水	前年10月～前年12月降水量		-								○						○										○	2/3	2/4
冬渇水	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)	-								○				○													2/2	2/4
夏渇水	前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)		-					○			○				○				○									3/4	3/9
夏渇水	年間降雪量(日変化積雪深合計)		-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9/24	0/9
夏渇水	融雪期回復量	前年12月～3月降水量	-								○																	1/1	8/9
冬渇水	1月～2月平均気温																											0/0	4/4
夏渇水	1月～2月平均気温		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10/23	0/10
夏渇水	夏期低減量	8月～9月の80日間降水量の年平均差最小値																										4/5	6/10
夏渇水	夏期低減量	6月～8月降水量	○																									7/10	3/10

※1: 流況計算による渇水年数/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/流況分析における渇水年数  
 ※3: -は値がないことを示す

○: 渇水指標と同様に渇水となりやすい □: 流況計算からの渇水年(渇水年の判断は、100百万㎡以下となった年とする)

夏渇水の指標として6月～8月降水量の適用性が高い

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

### 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価

○気候モデルを用いた計算では、近未来、将来の適用性の高い渇水指標は

モデルの「近未来」: 冬渇水...1月～2月平均気温、前年10月～9月降水量

夏渇水...8月～9月の80日間降水量の平年差最小値

モデルの「将来」: 冬渇水...前年10月～前年12月降水量、前年10月～9月降水量

夏渇水... 8月～9月の80日間降水量の平年差最小値、6月～8月降水量

※渇水と想定される年での不一致(見逃し)が高いものも見られる。

○既往渇水年実績とモデルの近未来・将来との適用性の比較

・適用性の高い指標は、冬渇水の前年10月～9月降水量、夏渇水の8月～9月の80日間降水量の平年差最小値

・実績、近未来、将来で適用性が変わるものもあり、冬渇水指標の1月～2月平均気温は将来出現しない。

渇水要因		渇水指標	実績	モデルの近未来 に対する指標の評価				モデルの将来 に対する指標の評価			
				評価	適用 割合	評価	見逃 し率	評価	適用 割合	評価	見逃 し率
冬渇水	1月1日 初期貯 水量	前年10月～前年12月降水量	△	5割	△	6割	△	6.7割	☆	5割	△
冬渇水		前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)	☆	10割	☆	6割	△	10割	☆	5割	△
夏渇水		前年10月～9月降水量(10月1日貯水量)	△	6.7割	☆	5割	△	7.5割	☆	3.3割	☆
夏渇水	融雪期 回復量	年間降雪量(日変化積雪深合計)	△	3.3割	×	0割	—	3.8割	×	0割	—
夏渇水		前年12月～3月降水量	△	4.3割	△	6.3割	×	10割	☆	8.9割	×
冬渇水		1月～2月平均気温	△	7.5割	☆	4割	☆	0割	—	10割	×
夏渇水		1月～2月平均気温	×	2.6割	×	2.5割	☆	4.3割	△	0割	—
夏渇水	夏期低 減量	8月～9月の80日間降水量の平年差最小値	☆	8.8割	☆	1.3割	☆	8割	☆	6割	△
夏渇水		6月～8月降水量	☆	4割	△	1.3割	☆	7割	☆	3割	☆

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	×

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

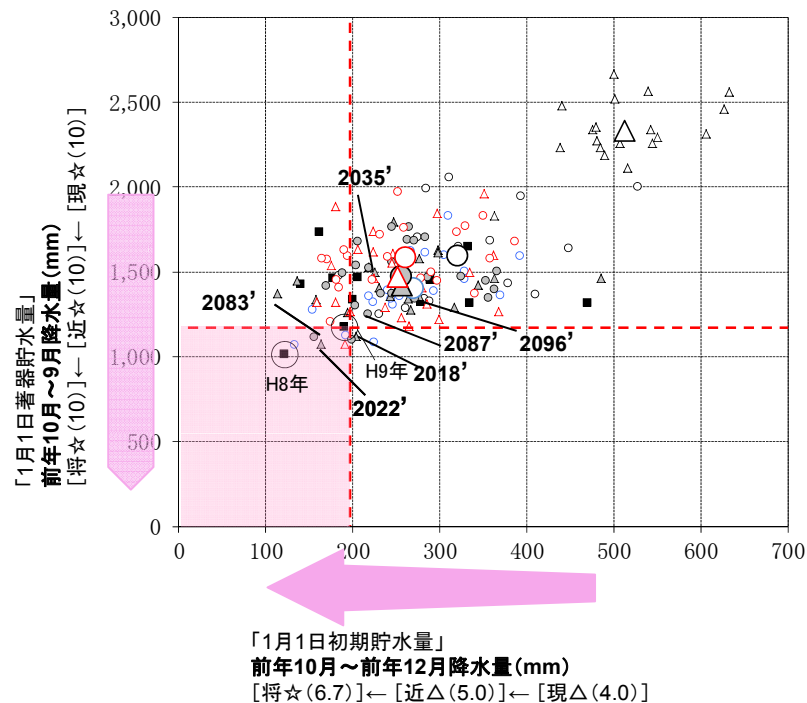
### 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価(利根川)

○ 既往渇水年実績とモデルの近未来・将来との適用性の分析(実績→近未来→将来)

冬渇水 ① 横軸: 前年10月～12月降水量は将来に向けて高まる  
縦軸: 前年10月～9月降水量(10月1日貯水量) は高いままで推移

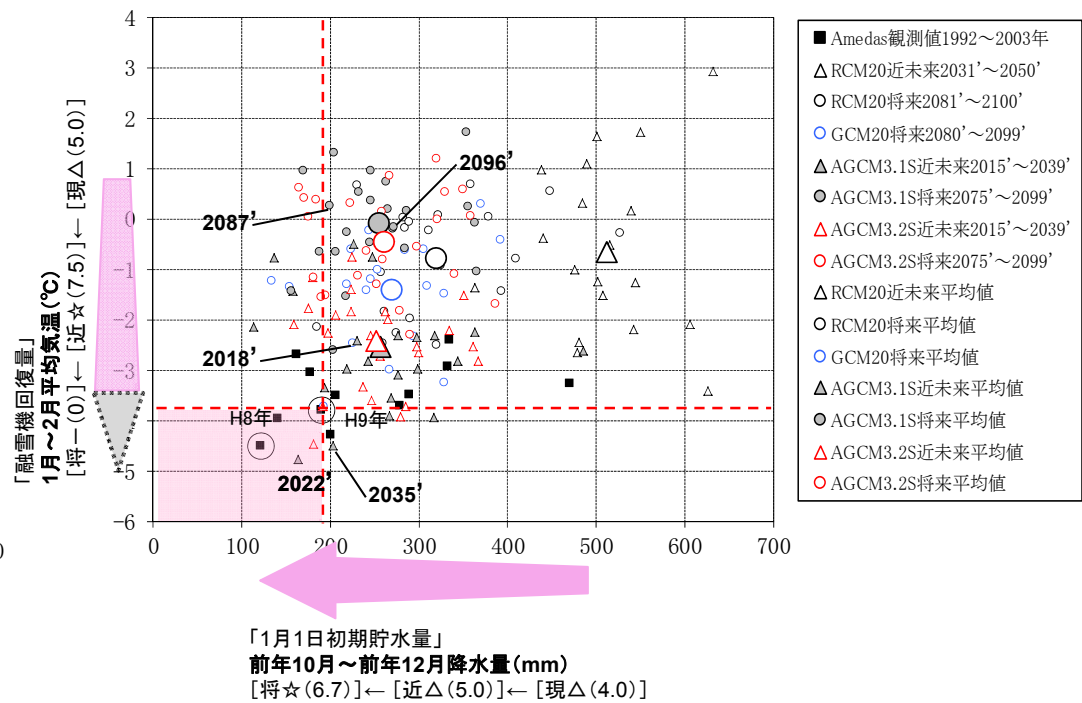
冬渇水 ② 横軸: 前年10月～12月降水量は将来に向けて高まる  
縦軸: 1月～2月平均気温は、近未来までは高まるが、将来は無くなる

冬渇水 ①



■ : 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲

冬渇水 ②



注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

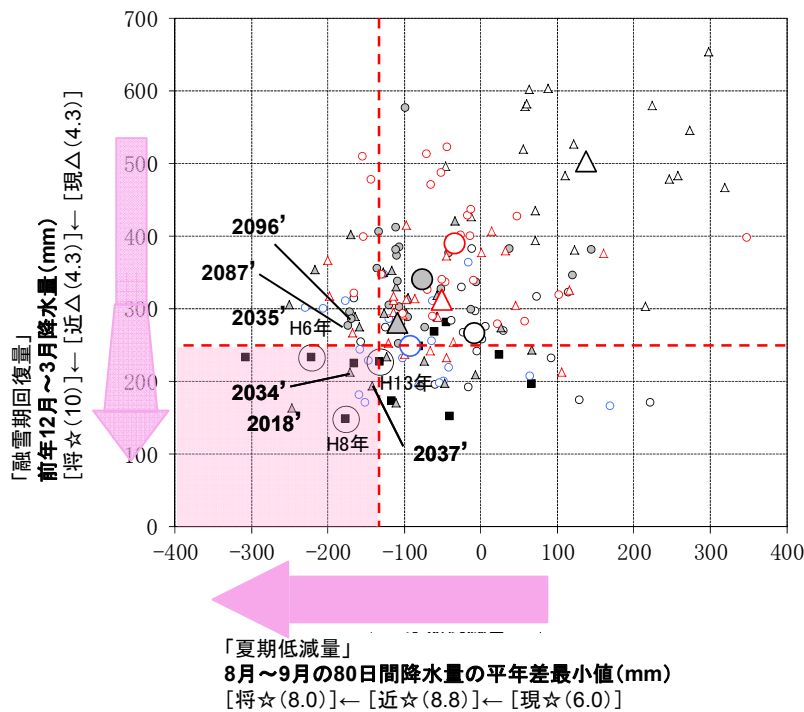
### 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価(利根川)

○既往渇水年実績とモデルの近未来・将来との適用性の分析(実績→近未来→将来)

夏渇水 ① 横軸:8月～9月の80日間降水量平年差最小値は高いままで推移  
縦軸:前年12月～3月降水量は、近未来まで良く、将来は高くなる

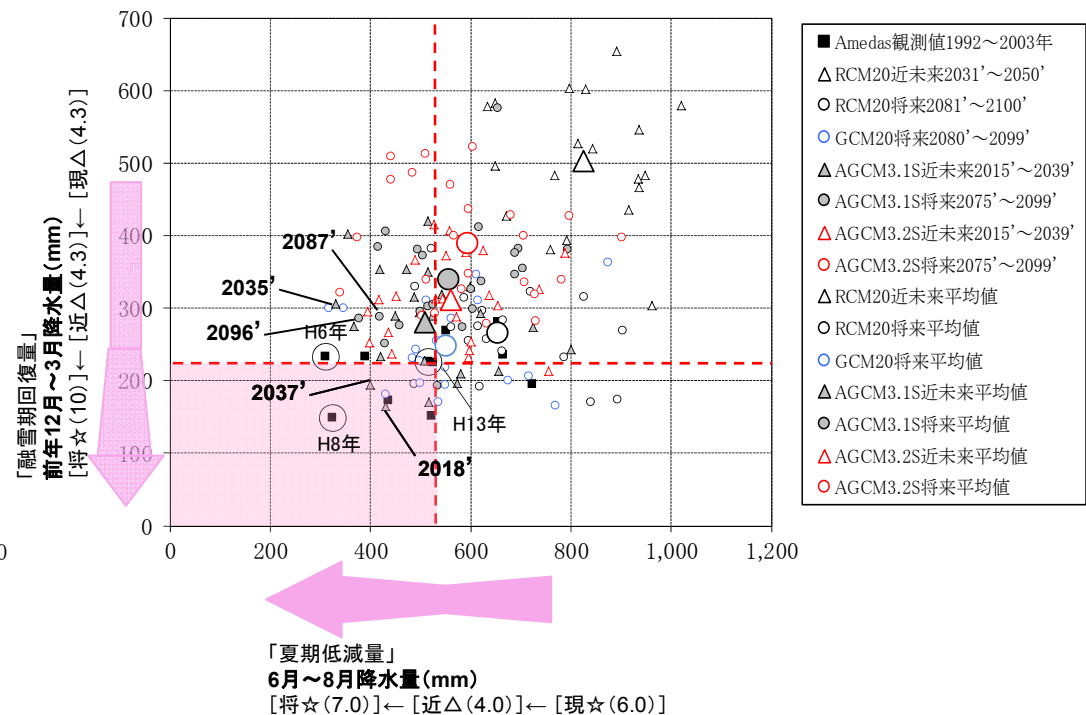
夏渇水 ② 横軸:6月～8月降水量は、近未来で少し下がるが、将来は高くなる  
縦軸:前年12月～3月降水量は、近未来まで良く、将来は高くなる

夏渇水 ①



■ :既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲

夏渇水 ②



注1)気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2)「西暦」:モデルシミュレーション中における便宜的な西暦



## 2. 気候モデルによる将来の渇水分析(利根川)

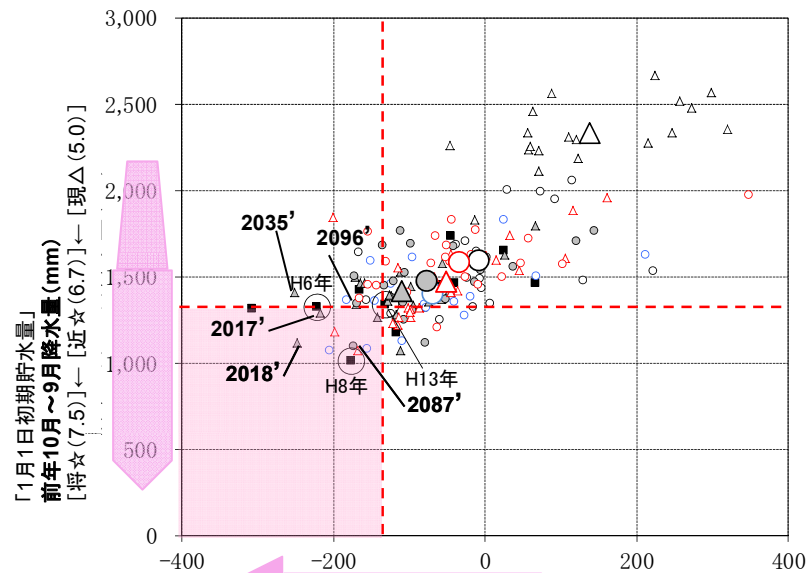
### 2.2 将来の渇水と渇水指標の評価(利根川)

○ 既往渇水年実績とモデルの近未来・将来との適用性の分析(実績→近未来→将来)

夏渇水 ③ 横軸: 8月～9月の80日間降水量平年差最小値は高いままで推移  
縦軸: 前年10月～9月降水量は、近未来で高くなり、将来も高いまま推移

夏渇水 ④ 横軸: 8月～9月の80日間降水量平年差最小値は高いままで推移  
縦軸: 1月～2月平均気は、近未来まで低いが、将来は良くなる

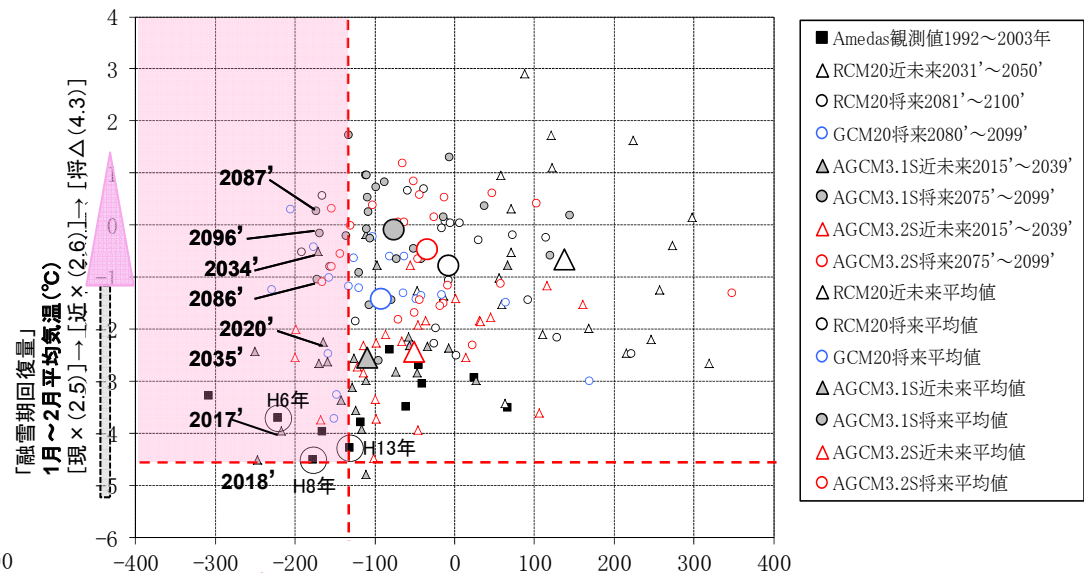
夏渇水 ③



「夏期低減量」  
8月～9月の80日間降水量の平年差最小値 (mm)  
[将☆(8.0)]←[近☆(8.8)]←[現☆(6.0)]

■ : 既往渇水と同様に渇水となりやすい範囲

夏渇水 ④



「夏期低減量」  
8月～9月の80日間降水量の平年差最小値 (mm)  
[将☆(8.0)]←[近☆(8.8)]←[現☆(6.0)]

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

- Amedas観測値1992～2003年
- △ RCM20近未来2031'～2050'
- RCM20将来2081'～2100'
- GCM20将来2080'～2099'
- △ AGCM3.1S近未来2015'～2039'
- AGCM3.1S将来2075'～2099'
- △ AGCM3.2S近未来2015'～2039'
- AGCM3.2S将来2075'～2099'
- △ RCM20近未来平均値
- RCM20将来平均値
- GCM20将来平均値
- △ AGCM3.1S近未来平均値
- AGCM3.1S将来平均値
- △ AGCM3.2S近未来平均値
- AGCM3.2S将来平均値

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析(利根川)

### 2.3 将来の渇水特性分析

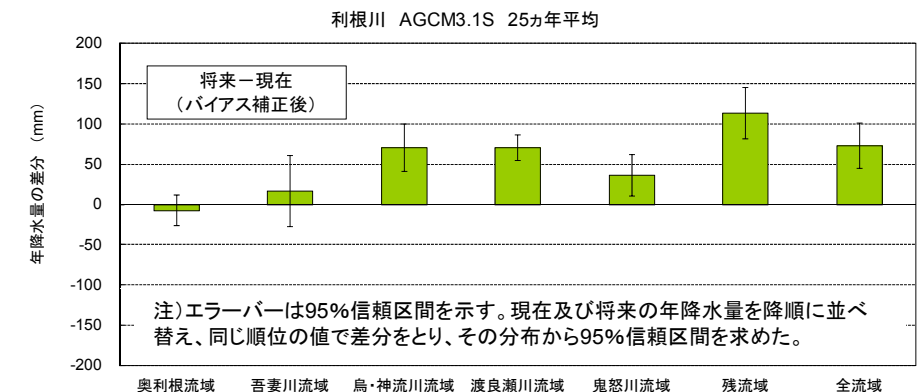
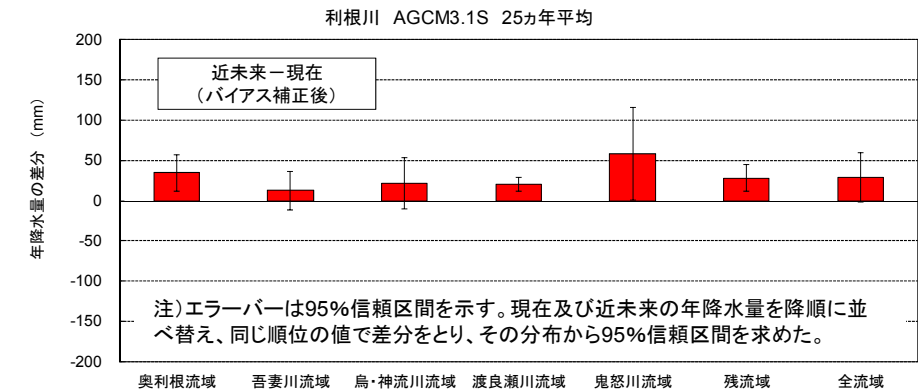
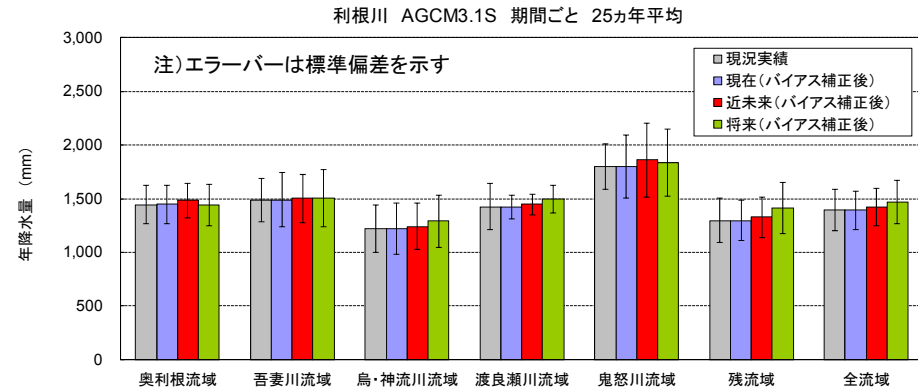
#### (1) 予測降雨量の空間分布の分析

#### ○ 予測降雨量の空間分布

将来の予測降雨量と実績について、利根川流域の地域別での空間分布を分析

予測期間の年降水量平均値は、流域の多くの地域では、「近未来」、「将来」になるにつれて降水量が多い傾向

上流域の一部における「将来」の降水量は「現在」とあまり変わらない



## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析(利根川)

( AGCM3.1S )

### ○予測降水量の空間分布 (モデルの「近未来」の渇水年)

上流域の一部流域において降水量が少ない場合がある。

### ○8月～9月降水量

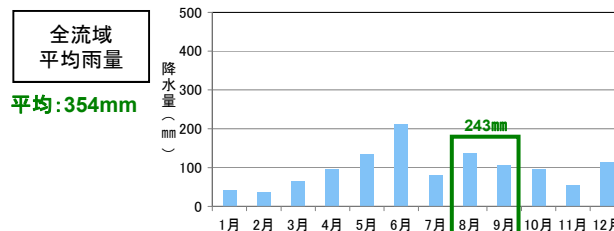
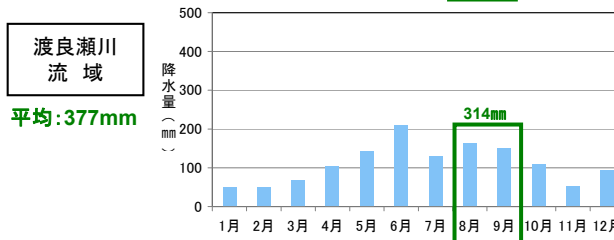
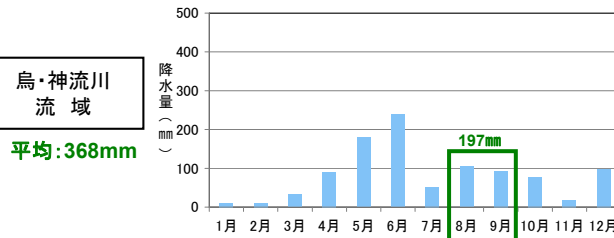
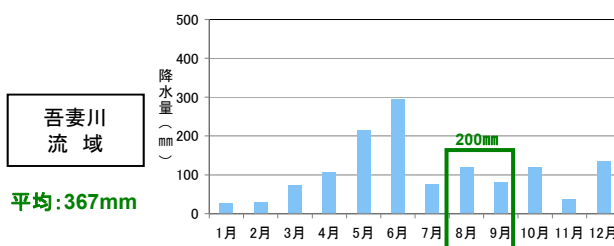
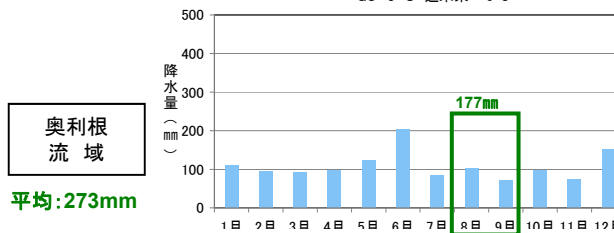
奥利根流域の流域面積は、  
全体の11%  
流域面積を考慮した奥利根  
流域の降水量は、  
全体の約8～9%

↓  
奥利根流域の降水量は  
7～8割程度に減少

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

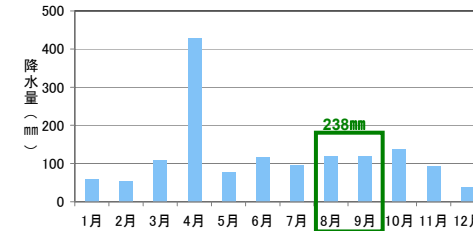
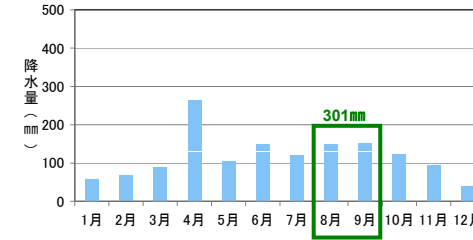
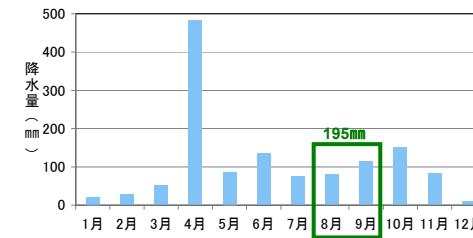
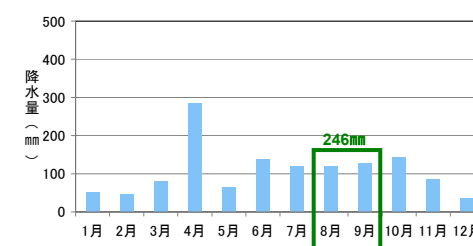
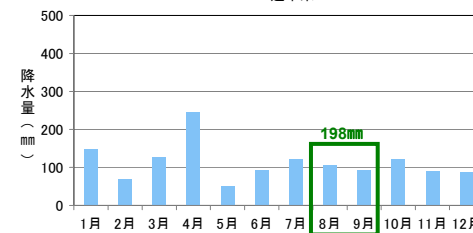
「近-A」

AGCM3.1S 近未来 2018'



「近-B」

AGCM3.1S 近未来 2035'



## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析(利根川)

( AGCM3.1S )

### ○予測降水量の空間分布 (モデルの「将来」の渇水年)

上流域の一部流域において  
の降水量が少ない場合があ  
る。

### ○8月～9月降水量

オリ根流域の流域面積は、  
全体の11%  
流域面積を考慮したオリ根流  
域の降水量は、  
全体の約5～7%



オリ根流域の降水量は  
5～6割程度に減少

将来の予測降雨量において、  
全流域の中で上流域の一部  
で降水量は少なくなる傾向。

オリ根  
流域  
平均:238mm

吾妻川  
流域  
平均:330mm

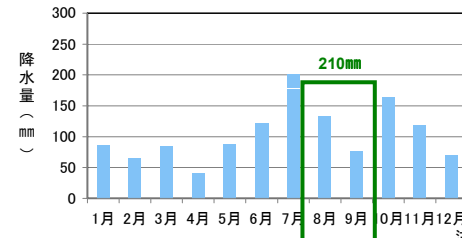
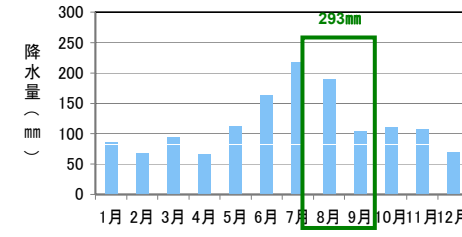
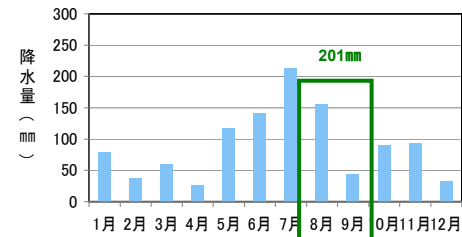
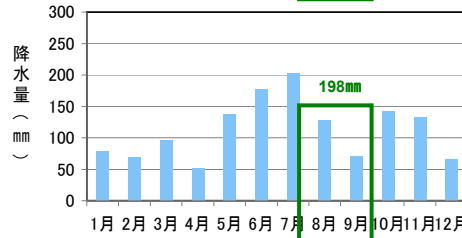
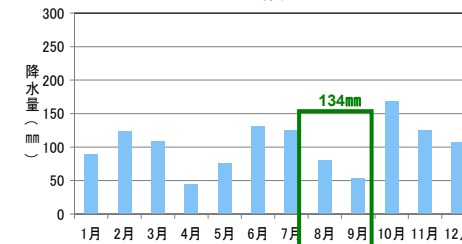
烏・神流川  
流域  
平均:375mm

渡良瀬川  
流域  
平均:380mm

全流域  
平均雨量  
平均:356mm

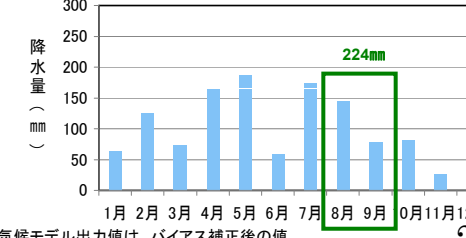
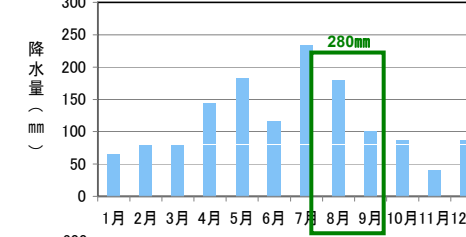
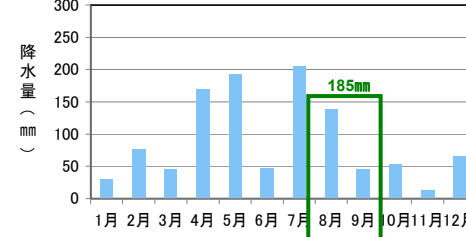
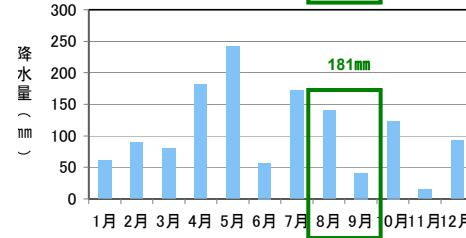
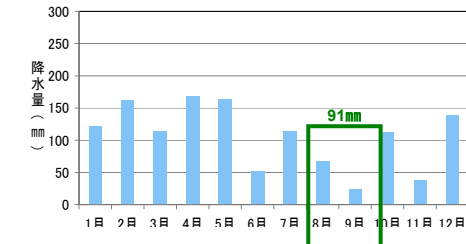
### 「将-A」

AGCM3.1S 将来 2087



### 「将-B」

AGCM3.1S 将来 2096



注1)気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2)「西暦」:モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

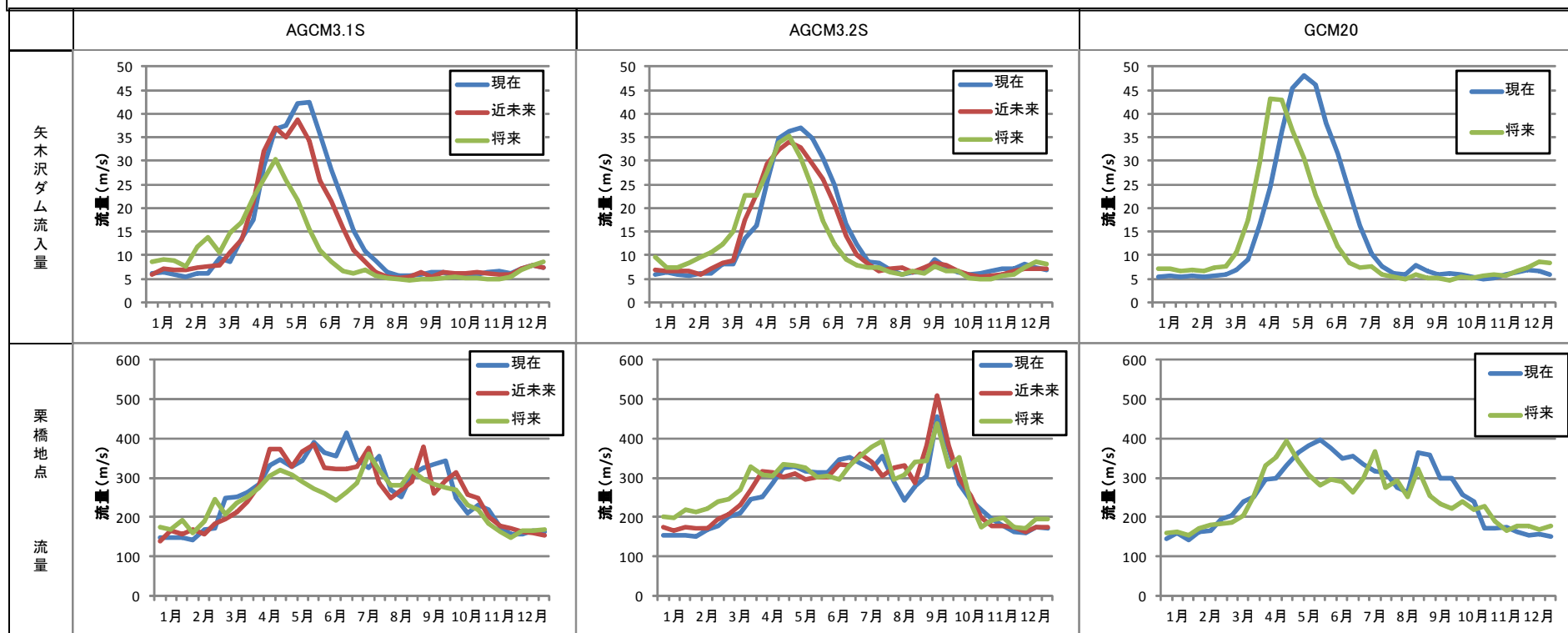
## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析(利根川)

### 2.3 将来の渇水特性分析

#### (2) 流出量の変化

○ダム流入量を、モデルの現在、近未来、将来の変化で見ると、融雪期の流出ピークが近未来、将来になるにつれて早まるとともに、ピーク流量が低下する傾向が出現。**AGCM3.1S**はその傾向が顕著。

○下流地点の流量では、矢木沢ダム流入量のように顕著ではないが、融雪期の流出ピークが近未来、将来になるにつれて早まる傾向が出現。



注1) 流量は旬(10日)の予測期間平均値。

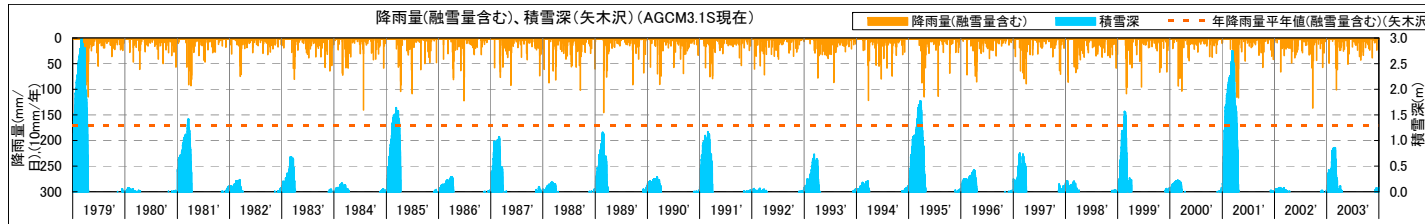
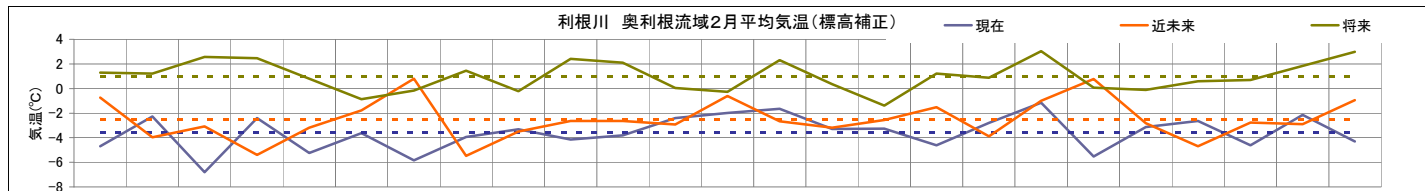
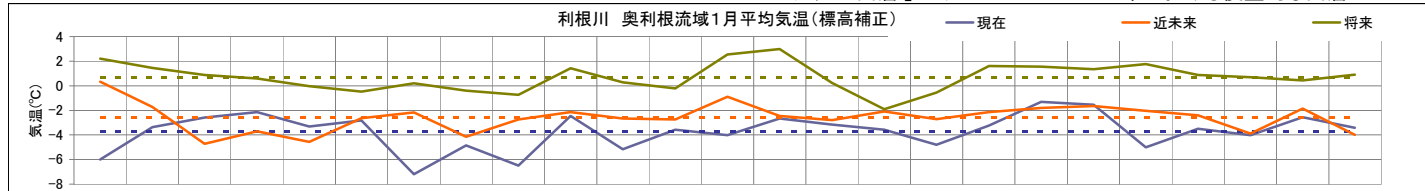
注2) 矢木沢ダム流入量は、積雪・融雪モデルにより積雪量の標高補正を行い、融雪量を考慮した値。

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析(利根川)

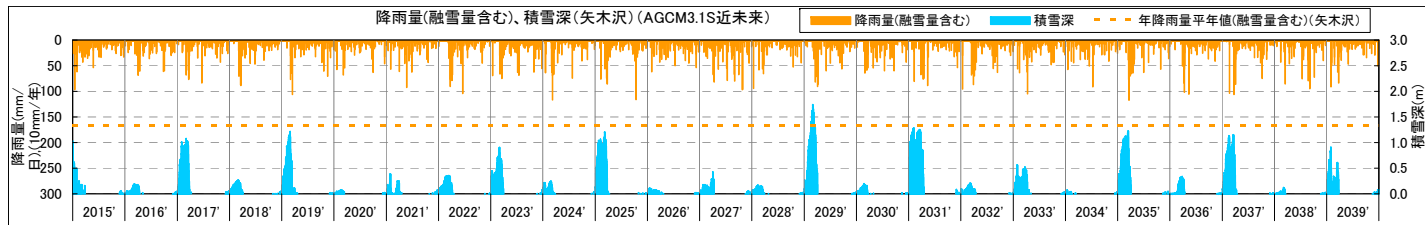
### (3) 積雪量の変化 (AGCM3.1S)

○ 奥利根流域では、近未来、将来の積雪期(1月~2月)気温の上昇にともない積雪深は減少する傾向

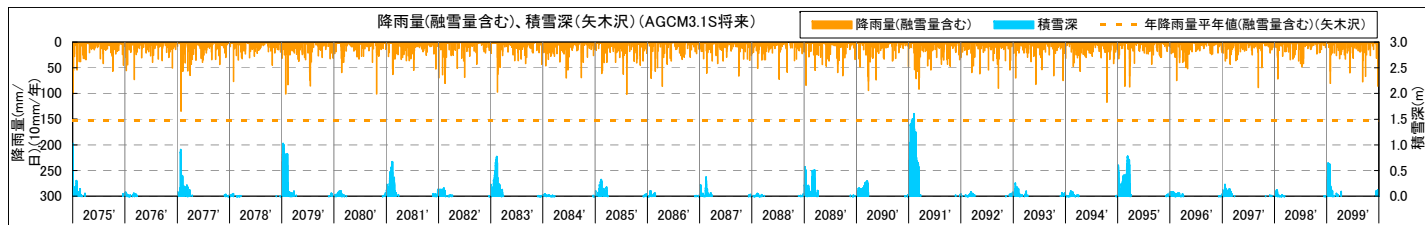
注) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦



年降水量平均値  
1706mm/年



年降水量平均値  
1668mm/年

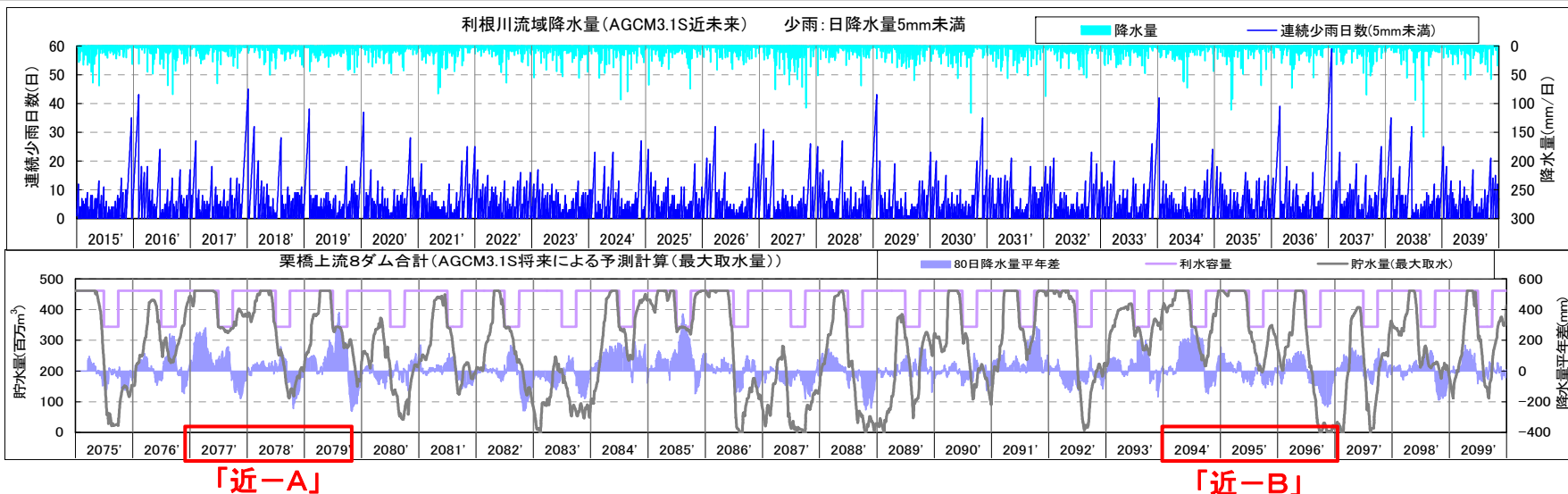


年降水量平均値  
1523mm/年

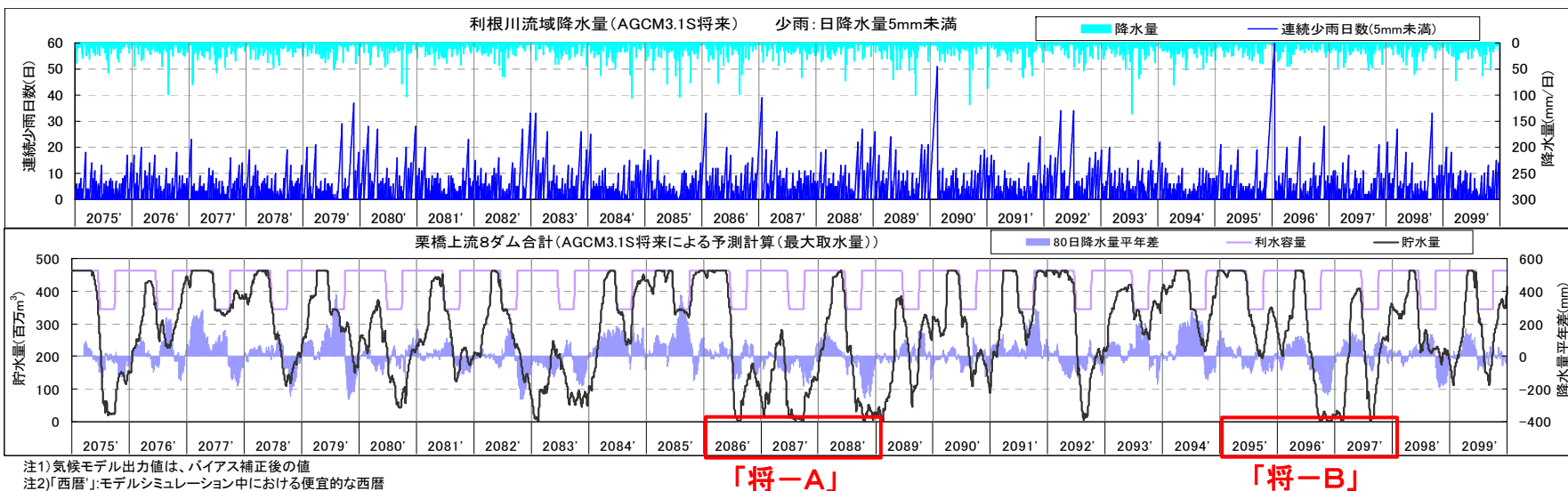
## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

### (4) 将来の渇水の分析

#### AGCM3.1Sモデル(近未来)の渇水年として、2例を抽出



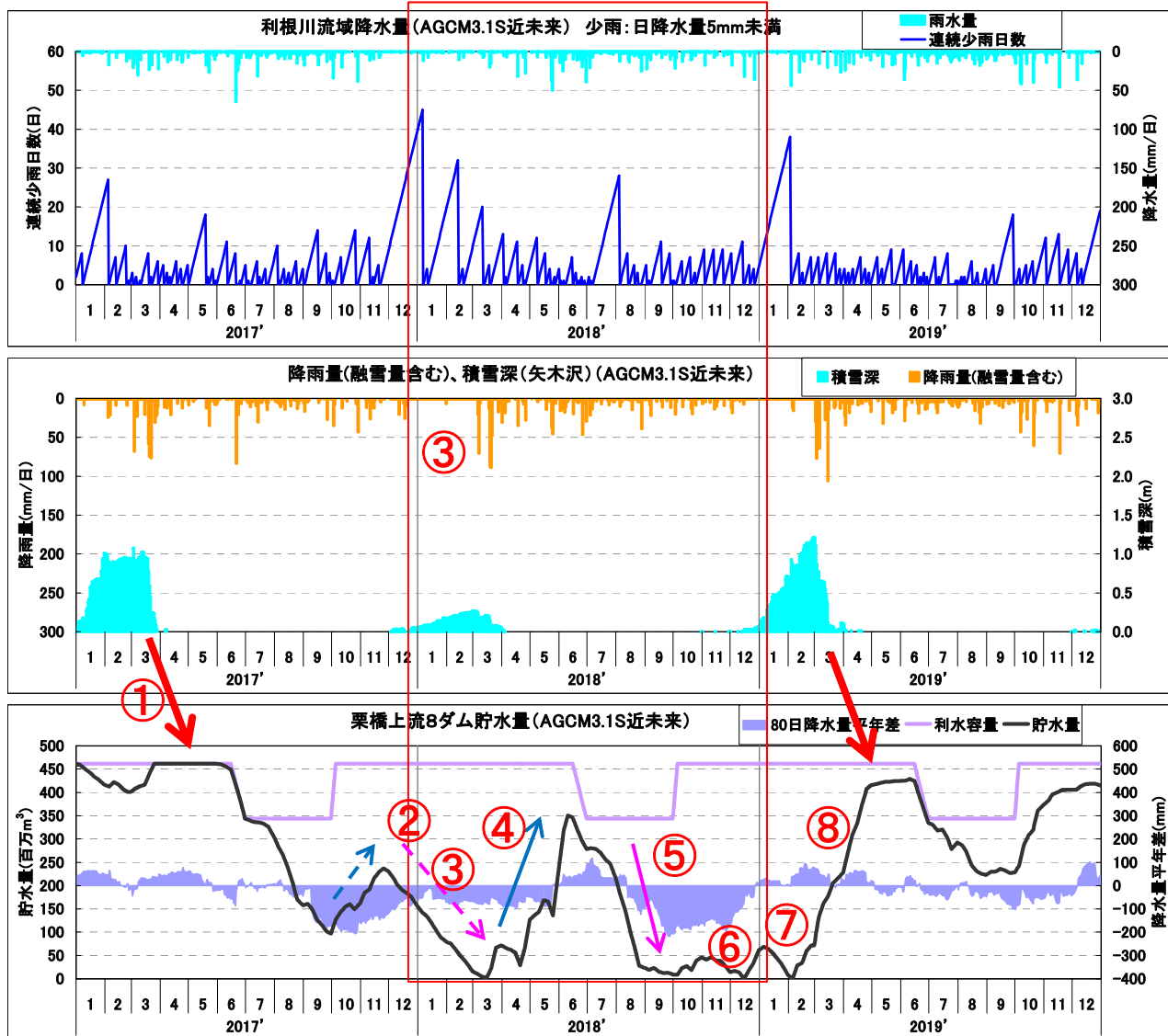
#### AGCM3.1Sモデル(将来)の渇水年として、2例を抽出



注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
 注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

### モデル「近未来」の渇水 「近-A」(AGCM3.1S)



#### ①融雪期回復量

積雪量が多く、降水量も平年程度で貯水量は回復

#### ②初期貯水量

前年秋からの降水量が平年以下で少雨期間が長く貯水量は半分以下

#### ③冬場回復期(12月~3月)

冬期の降水量が平年以下でかつ雪となり、補給の継続より貯水量は低下

#### ④融雪期回復量

積雪量が少ないため融雪量は少なく、降水量も平年以下のため、満水まで回復しない。

#### ⑤夏期低減量

夏期から平年より少ない降水量が継続するため、貯水量は低減し、ほぼ最低で推移

#### ⑥秋期回復期→初期貯水量

平年を下回る降水量が継続し、貯水量は底付きの状況

#### ⑦冬場回復期(1月~2月)

降水は雪となり、貯水量は回復しない

#### ⑧融雪期回復量

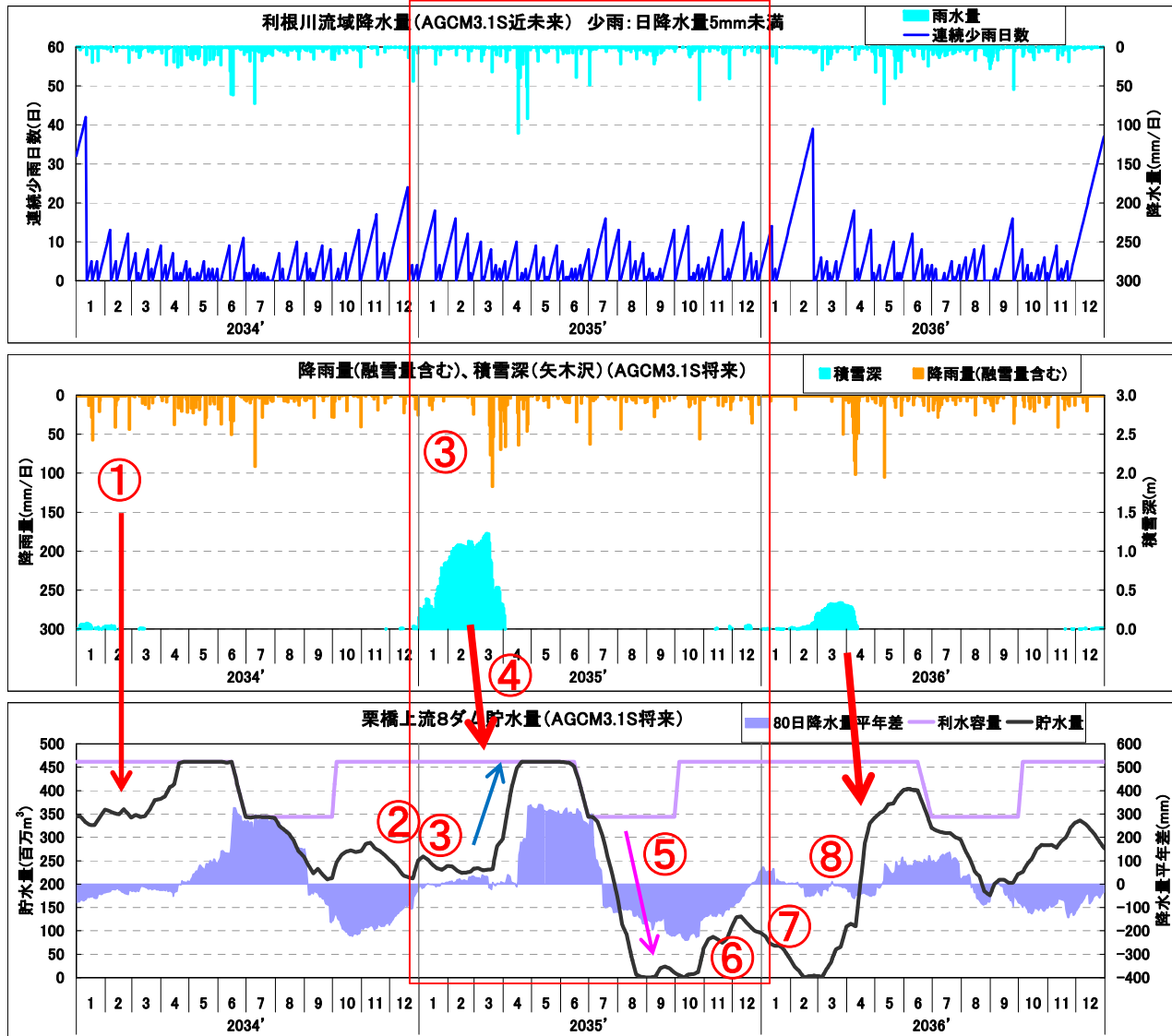
積雪量が豊富で降水量も平年以上で貯水量は回復

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦



## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

### モデル「近未来」の渇水 「近-B」(AGCM3.1S)



#### ① 冬場回復期

量は少ないが降雨と雪が連続し貯水量は低下しない

#### ② 初期貯水量

前年からの降水量が平年以下で少雨が連続し貯水量は半分程度

#### ③ 冬場回復期(12月~3月)

冬期の平年並みの降水量は積雪となり貯水量は回復しない

#### ④ 融雪期回復量

積雪量が多く融雪により満水まで回復

#### ⑤ 夏期低減量

夏期から平年より少ない降水量が継続するため、貯水量は低減し、ほぼ最低で推移

#### ⑥ 秋期回復期→初期貯水量

平年を下回る降水期間が継続し、貯水量の回復量は少なく、初期貯水量低い状況

#### ⑦ 冬場回復期(1月~3月)

1月から少雨が連続し、平年以下の降水は雪となり、補給の継続により貯水量は低下

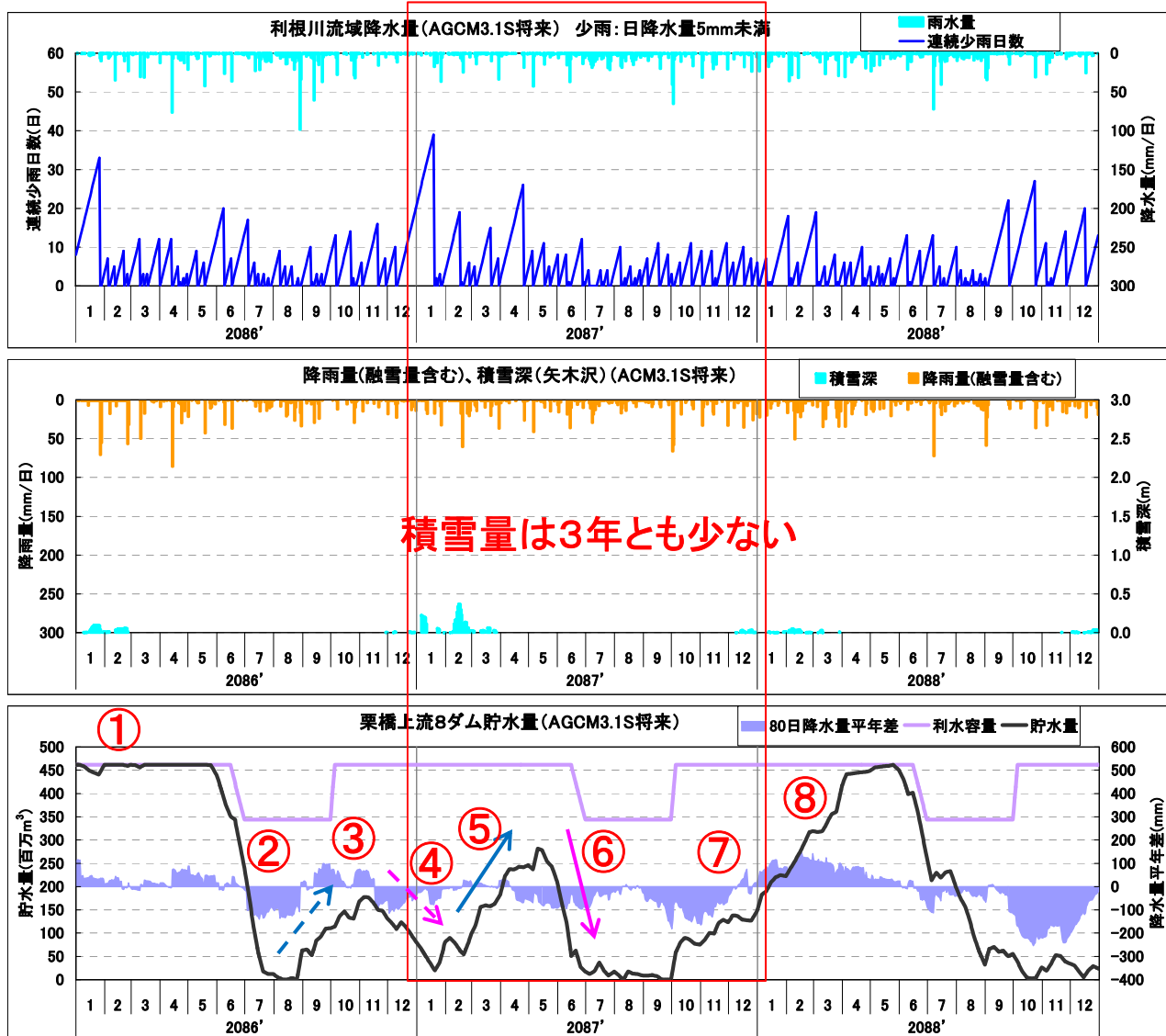
#### ⑧ 融雪期回復量

融雪及び梅雨の降水量も平年以上で貯水量は回復

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

### モデル「将来」の渇水 「将-A」(AGCM3.1S)

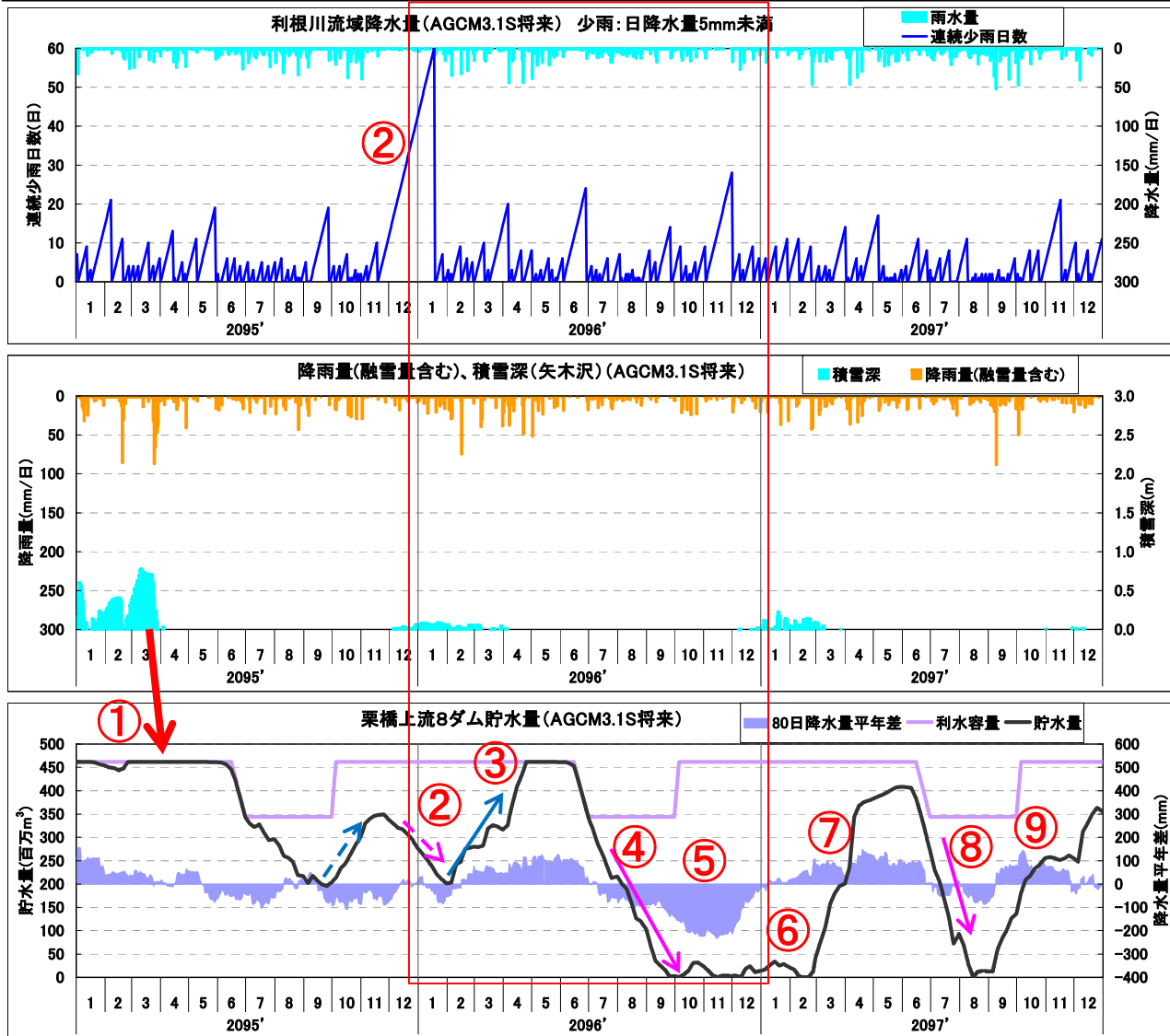


注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
 注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

- ① 冬場回復期→融雪期回復量  
積雪量は少ないが平年並みの降水により貯水量は低下しない
- ② 夏期低減量  
夏期から平年より少ない降水量が継続するため、貯水量は最低まで低減
- ③ 秋期回復期→初期貯水量  
平年を上回る降水により貯水量は4割程度まで回復するが、その後降水量は平年以下となり初期貯水量低い状況
- ④ 冬場回復期(12月~3月)  
冬期の少雨の連続と平年以下の降水量により貯水量は低減
- ⑤ 融雪期回復量  
積雪量が少ないため融雪量は少なく、降水量も平年程度で、少雨が連続し回復量は少ない。
- ⑥ 夏期低減量  
梅雨時期から平年より少ない降水量が継続するため、貯水量は低減し、貯水量は最低を推移
- ⑦ 秋期回復期→初期貯水量  
平年を下回る降水期間が継続し、貯水量の回復量は少なく、初期貯水量低い状況
- ⑧ 冬場回復期→融雪期回復量  
1月から平年以上の降水により貯水量は満水まで回復

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

### モデル「将来」の渇水 「将-B」(AGCM3.1S)



- ① 冬場回復期→融雪期回復量  
積雪量及び平年以上の降水により貯水量は満水で推移
- ② 冬場回復期(12月~3月)  
冬期の少雨の連続と平年以下の降水量により貯水量は低減
- ③ 融雪期回復量  
積雪量が少ないが平年以上の降水量により満水まで回復
- ④ 夏期低減量  
夏期から平年より少ない降水量が継続するため、貯水量は最低まで低減
- ⑤ 秋期回復期→初期貯水量  
平年を下回る降水と少雨の連続により貯水量は最低で推移し、初期貯水量もほぼ最低
- ⑥ 冬場回復期(1月~2月)  
平年並みの降水は積雪となり貯水量は回復しない
- ⑦ 融雪期回復量  
春からの平年以上の降水により貯水量は回復するが、満水までには達せず補給に移行
- ⑧ 夏期低減量  
夏期の平年以下の降水量により、貯水量は最低まで低減
- ⑨ 秋期回復期  
平年を上回る降水量により貯水量は回復

注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

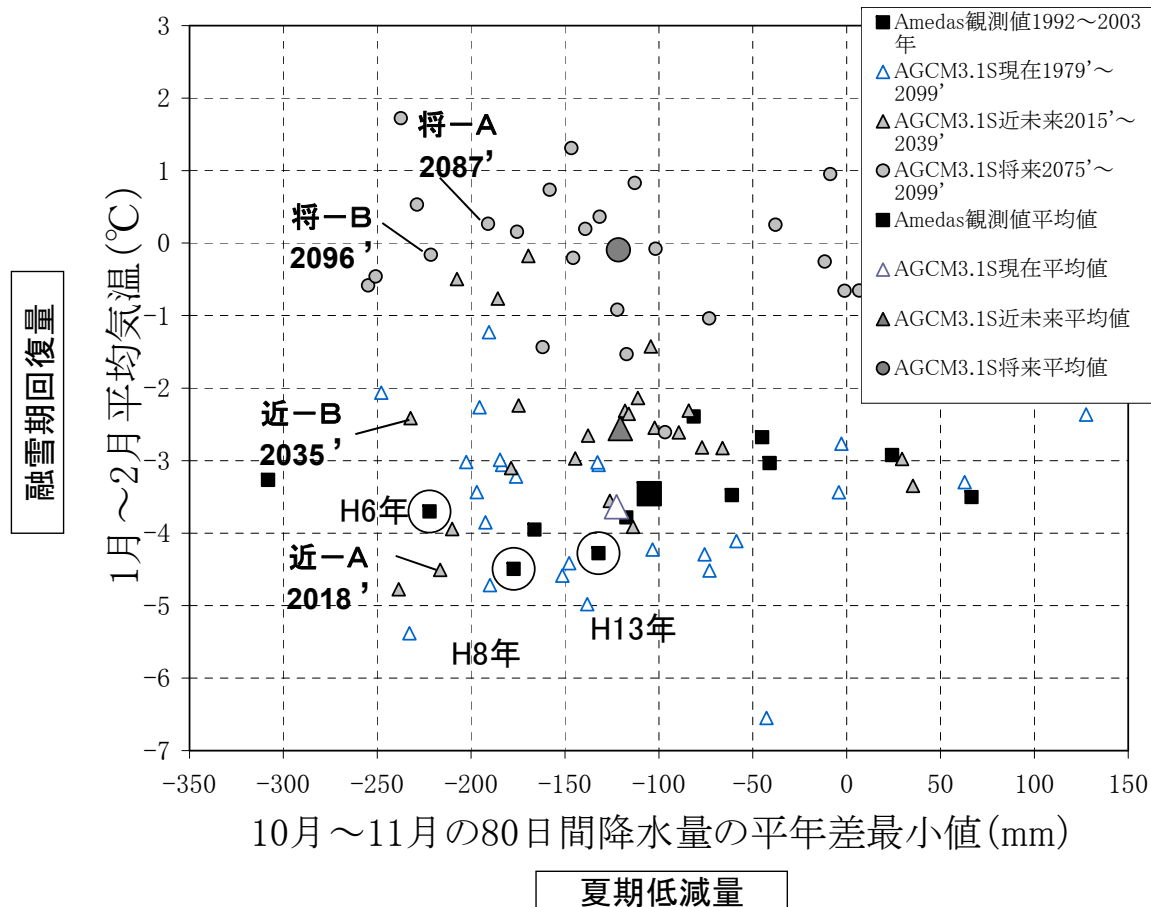
### 2.3 将来の渇水特性分析

(利根川)

#### (5) 渇水指標へのフィードバック

将来の渇水を参考に、渇水指標を「10月～11月の80日間降水量の平年差最小値」とした場合、既往渇水実績と比較すると、気候モデルAGCM3.1Sの近未来、将来で渇水になりやすいと推定

(「10月～11月の少雨」が、将来の指標として適用性は高まる。)



注1) 気候モデル出力値は、バイアス補正後の値  
注2) 「西暦」: モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

## 2. 気候モデルによる将来の渇水の分析

### 将来の渇水特性(利根川)

#### <降雨の空間分布>

- 流域における降雨の平均値については、「近未来」、「将来」とも増加する傾向
- 「近未来」ではほぼ全域で増加する傾向
- 「将来」では上流部の降雨は相対的に少なくなる傾向
- 渇水傾向を示す年の降雨の分布については、その年の雨量の少ない流域やその程度が異なる (AGCM3.1Sの例)

#### <流量の時期的な分布>

- 上流での流出量のピーク時期が将来早まる傾向が上流域でより強く表れ、その原因としては冬期の気温上昇による積雪量の減少と融雪時期の早期化の影響が大きいものと推定

#### <渇水要因の複合的な影響>

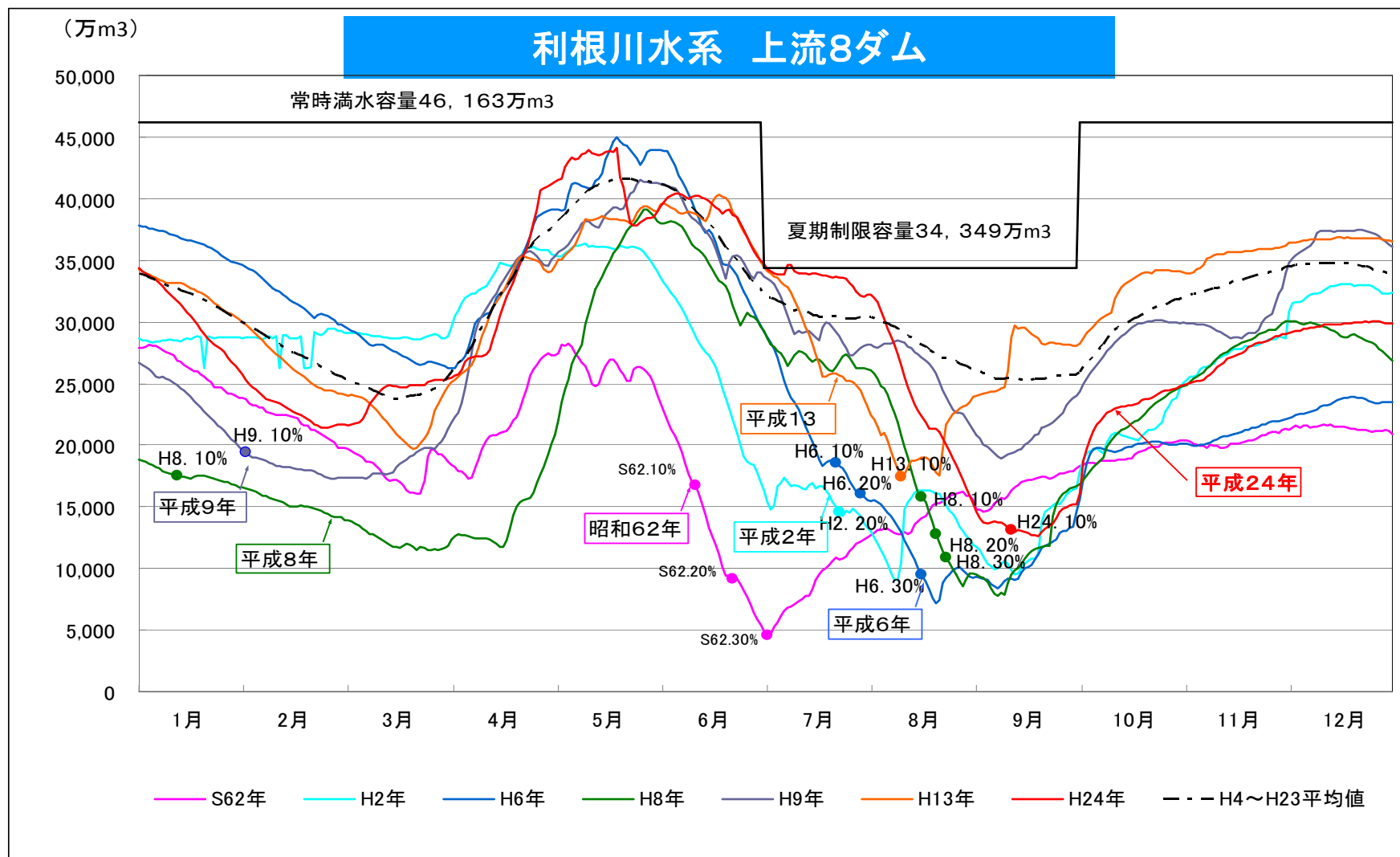
- 顕著な渇水傾向を示す場合は、その原因は渇水を示す時期前後の連続少雨傾向、積雪量と融雪時期、少雨の連続期間等が複合した場合に長期にわたる渇水傾向を示している (AGCM3.1Sの例)

### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定

##### ① 既往渇水時における水利用調整実績の整理(利根川)

○利根川の既往渇水の取水制限実績を見ると、開始される時の貯水量が、夏季に比べて冬季は高め

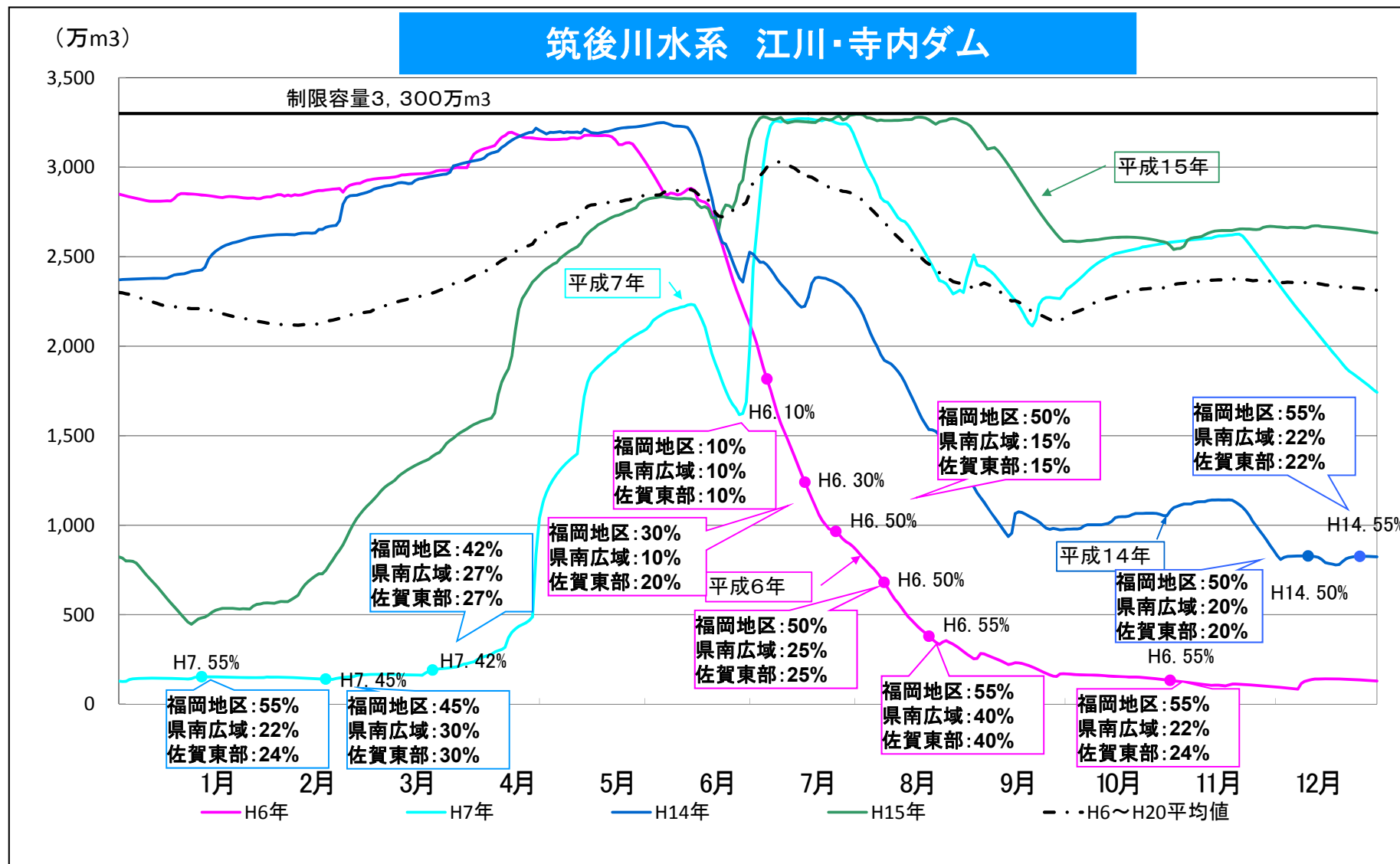


### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定

##### ① 既往渇水時における水利用調整実績の整理(筑後川)

○ 筑後川水系では、ダム貯水量に対する取水制限率が利水者ごとに異なっている

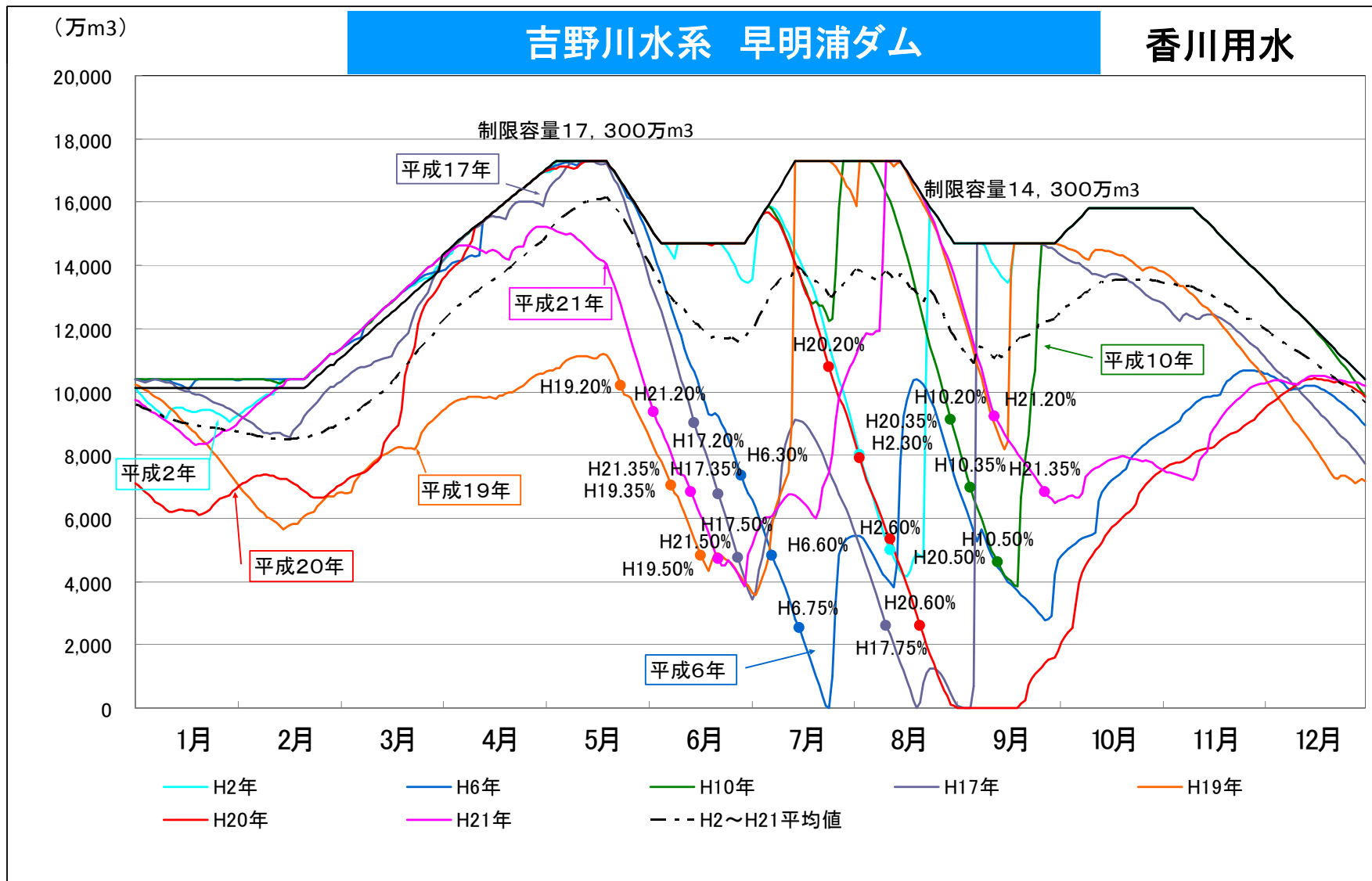


### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定

##### ① 既往渇水時における水利用調整実績の整理(吉野川)

○ 吉野川本川における取水制限は夏季に実施されており、冬季の実績はない





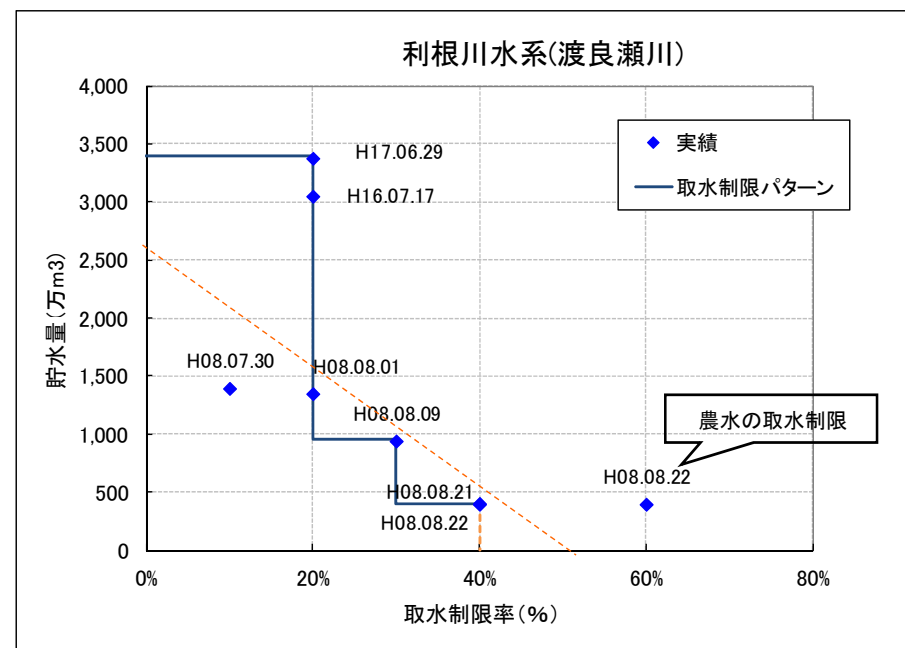
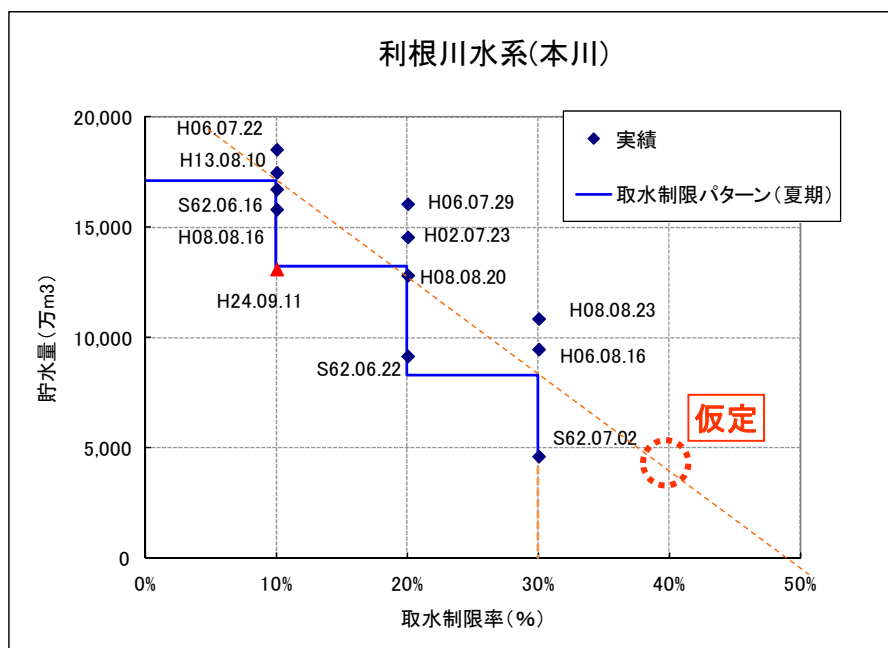
### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定

#### ② ダム貯水量と取水制限の関係の仮定(利根川)

利根川の取水制限実績をもとに、夏期と冬期の取水制限率を仮定した

#### 夏期パターン



説明) 取水制限と貯水量の関係

利根川 上流8ダム(矢木沢、奈良俣、藤原、相俣、菌原、下久保、草木、渡良瀬貯水池)を対象とした。  
S62(1987)～H24(2012).10のうち、取水制限を行った7ヵ年。自主節水は含まない。

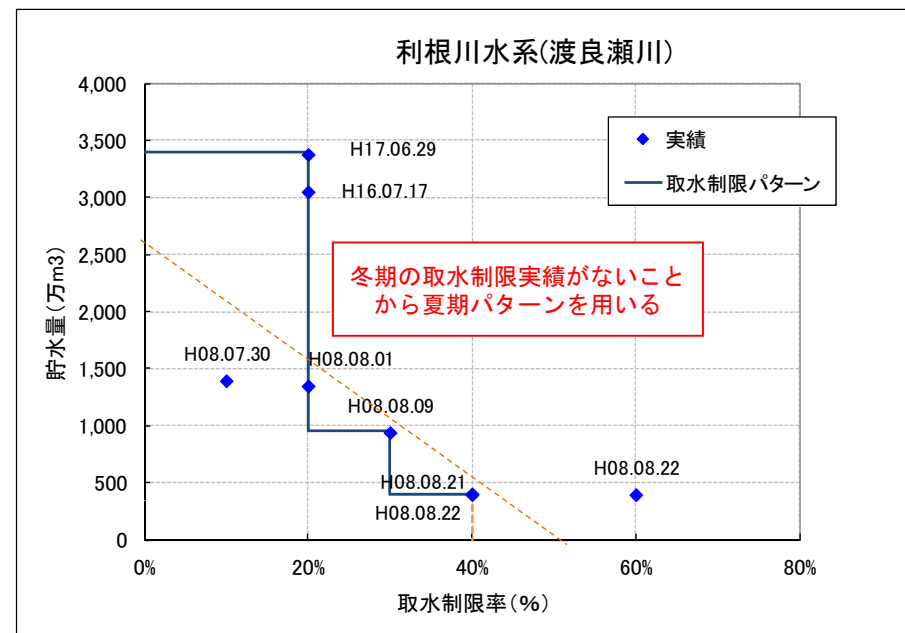
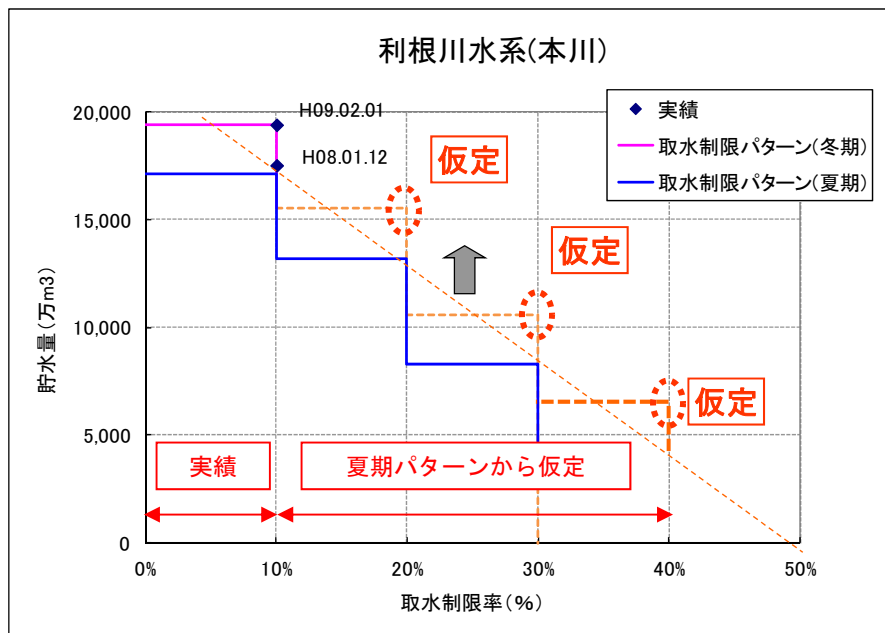
### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定

#### ② ダム貯水量と取水制限の関係の仮定(利根川)

利根川の取水制限実績をもとに、夏期と冬期の取水制限率を仮定した

#### 冬期パターン



説明) 取水制限と貯水量の関係

利根川 上流8ダム(矢木沢、奈良俣、藤原、相俣、菌原、下久保、草木、渡良瀬貯水池)を対象とした。

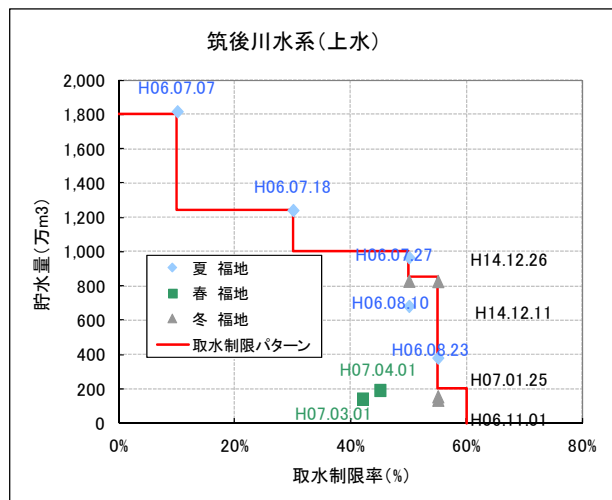
S62(1987)~H24(2012).10のうち、取水制限を行った7ヵ年。自主節水は含まない。

### 3. 気候変動による水資源への影響について

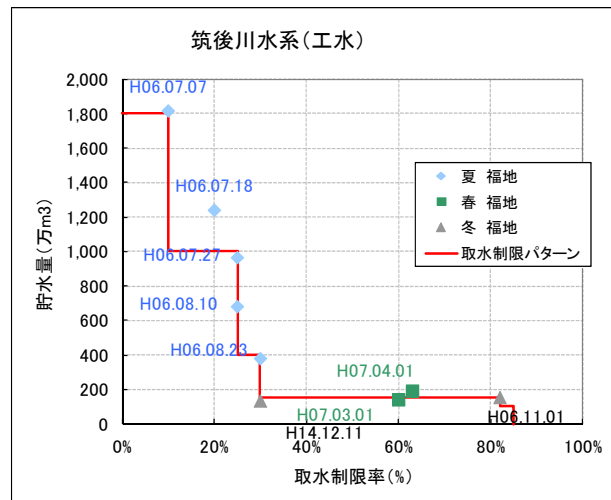
- (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定  
 ② ダム貯水量と取水制限の関係の仮定(筑後川)  
 筑後川水系では、利水者ごとに取水制限率を仮定した

#### 利水者ごとのパターン

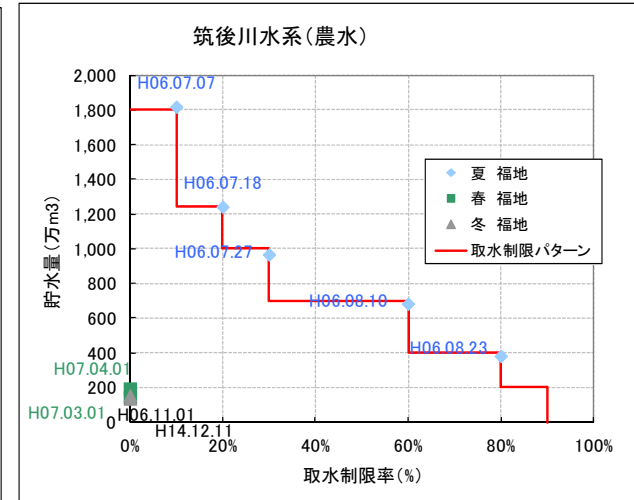
##### 上水



##### 工水



##### 農水



説明) 取水制限と貯水量の関係  
 筑後川 江川・寺内ダムを対象とした。  
 H6(1994)～H20(2008)のうち、取水制限を行った2カ年。自主節水は含まない。

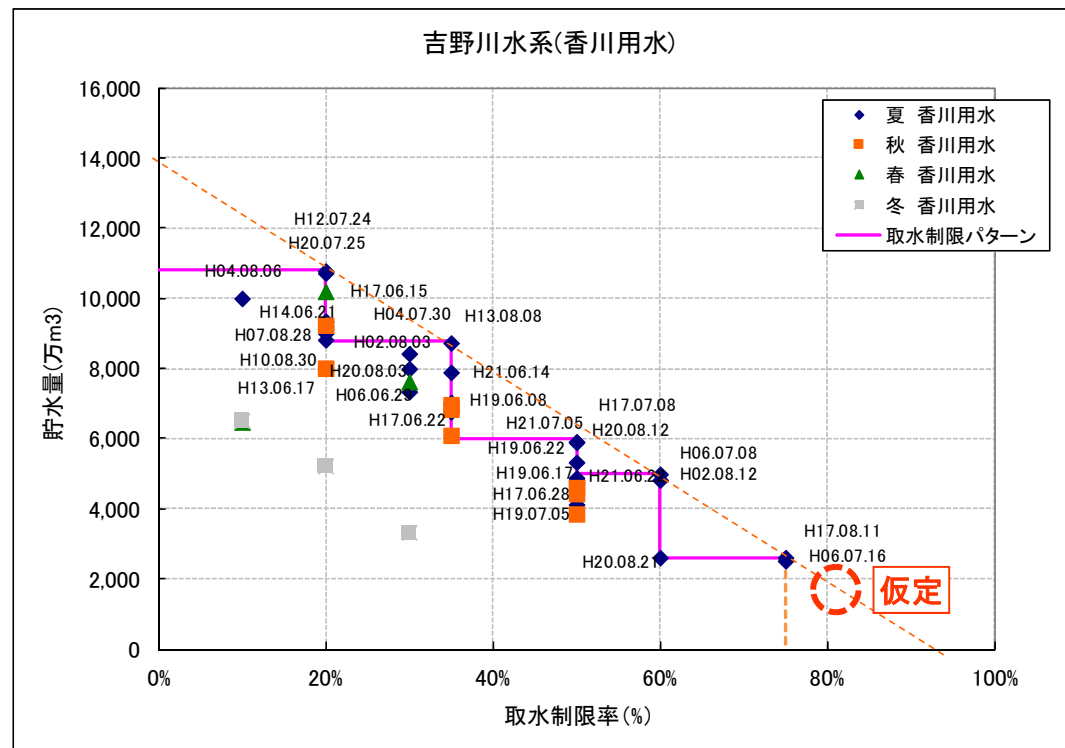
### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (1) 渇水影響の程度を分析するための仮定

#### ④ ダム貯水量と取水制限の関係の仮定(吉野川)

吉野川水系では制限容量は通年一定値であることから、香川用水と徳島用水についてそれぞれ、取水制限率を仮定した。

#### 香川用水



説明) 取水制限と貯水量の関係

吉野川 早明浦ダムを対象とした。

H2(1990)～H21(2009)のうち、取水制限を行った13カ年。自主節水は含まない。

### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### ○不足量、不足日数による渇水の影響評価(利根川)

取水制限がない場合について、取水制限開始時の貯水量(4月～8月:17,100千m<sup>3</sup>、9月～3月:19,400千m<sup>3</sup>)に対する不足日数で評価

— 取水量を最大取水量とした場合 —

※不足量の大きさ、不足期間の長さ、不足の生じる頻度で評価できるよう、不足期間毎に整理

「近未来」における不足日数

気候変動モデル	不足期間	不足日数 (日)	順位(不足量順)	
AGCM3.1S	近未来	2035'.08.01~2036'.04.13	257	1
AGCM3.1S	近未来	2018'.08.07~2019'.03.17	223	2
AGCM3.2S	近未来	2032'.07.26~2033'.03.22	240	3
AGCM3.2S	近未来	2020'.07.18~2021'.03.31	257	4
AGCM3.2S	近未来	2022'.08.25~2023'.04.04	223	5
AGCM3.1S	近未来	2017'.12.14~2018'.05.27	165	6
AGCM3.1S	近未来	2022'.01.11~2022'.04.11	91	7
AGCM3.1S	近未来	2020'.11.18~2021'.02.22	97	8
AGCM3.1S	近未来	2022'.09.01~2022'.12.09	100	9
AGCM3.1S	近未来	2028'.08.15~2028'.10.18	65	10
AGCM3.2S	近未来	2027'.07.25~2027'.09.08	46	11
AGCM3.1S	近未来	2017'.08.25~2017'.11.10	78	12
AGCM3.1S	近未来	2025'.08.25~2025'.10.11	48	13
AGCM3.1S	近未来	2020'.08.28~2020'.10.04	38	14
AGCM3.2S	近未来	2019'.08.31~2019'.10.11	42	15
AGCM3.1S	近未来	2037'.08.21~2037'.09.26	37	16
AGCM3.2S	近未来	2030'.08.27~2030'.09.18	23	17
AGCM3.2S	近未来	2028'.09.01~2028'.09.25	25	18
AGCM3.2S	近未来	2026'.09.04~2026'.09.16	13	19
AGCM3.2S	近未来	2026'.11.08~2026'.11.18	11	20
AGCM3.1S	近未来	2022'.12.17~2022'.12.30	14	21
AGCM3.2S	近未来	2019'.11.05~2019'.11.14	10	22
AGCM3.1S	近未来	2036'.09.01~2036'.09.03	3	23
AGCM3.1S	近未来	2037'.02.19~2037'.02.20	2	24
AGCM3.2S	近未来	2017'.09.01~2017'.09.02	2	25
AGCM3.1S	近未来	2030'.09.01~2030'.09.01	1	26

「将来」における不足日数(51回中上位30位)

気候変動モデル	不足期間	不足日数 (日)	順位(不足量順)	
GCM20	将来	2083'.07.03~2084'.04.06	279	1
GCM20	将来	2085'.07.12~2086'.04.04	267	2
GCM20	将来	2087'.07.26~2088'.04.04	254	3
AGCM3.1S	将来	2088'.08.07~2089'.04.23	260	4
AGCM3.1S	将来	2096'.08.14~2097'.03.24	223	5
GCM20	将来	2088'.09.04~2089'.04.21	230	6
GCM20	将来	2090'.08.17~2091'.04.05	232	7
AGCM3.1S	将来	2087'.06.05~2088'.01.11	221	8
AGCM3.1S	将来	2086'.07.06~2087'.03.31	269	9
AGCM3.2S	将来	2081'.08.19~2082'.02.17	183	10
GCM20	将来	2089'.08.02~2089'.12.24	145	11
AGCM3.1S	将来	2083'.07.19~2084'.02.19	216	12
AGCM3.1S	将来	2082'.10.27~2083'.05.02	188	13
AGCM3.1S	将来	2075'.07.09~2076'.01.18	194	14
AGCM3.1S	将来	2080'.07.06~2080'.11.21	139	15
AGCM3.1S	将来	2092'.07.08~2092'.10.28	113	16
AGCM3.2S	将来	2086'.07.18~2086'.10.02	77	17
GCM20	将来	2091'.10.30~2092'.02.24	118	18
AGCM3.1S	将来	2097'.07.15~2097'.10.07	85	19
AGCM3.2S	将来	2092'.11.04~2093'.03.02	119	20
GCM20	将来	2082'.12.23~2083'.04.04	103	21
GCM20	将来	2086'.12.03~2087'.03.16	104	22
AGCM3.2S	将来	2091'.09.07~2092'.01.19	135	23
AGCM3.2S	将来	2090'.08.23~2090'.12.13	113	24
AGCM3.1S	将来	2078'.09.01~2078'.12.03	94	25
AGCM3.1S	将来	2089'.08.05~2089'.09.28	55	26
AGCM3.2S	将来	2089'.07.12~2089'.08.28	48	27
GCM20	将来	2081'.09.14~2081'.12.22	100	28
AGCM3.1S	将来	2090'.11.16~2091'.01.14	60	29
AGCM3.1S	将来	2090'.08.25~2090'.10.05	42	30

注)「西暦」:モデルシミュレーション中における便宜的な西暦

### 3. 気候変動による水資源への影響について

#### (2) 気候変動による水資源への影響要因の分析

##### ② 水利用への影響についての分析(利根川)

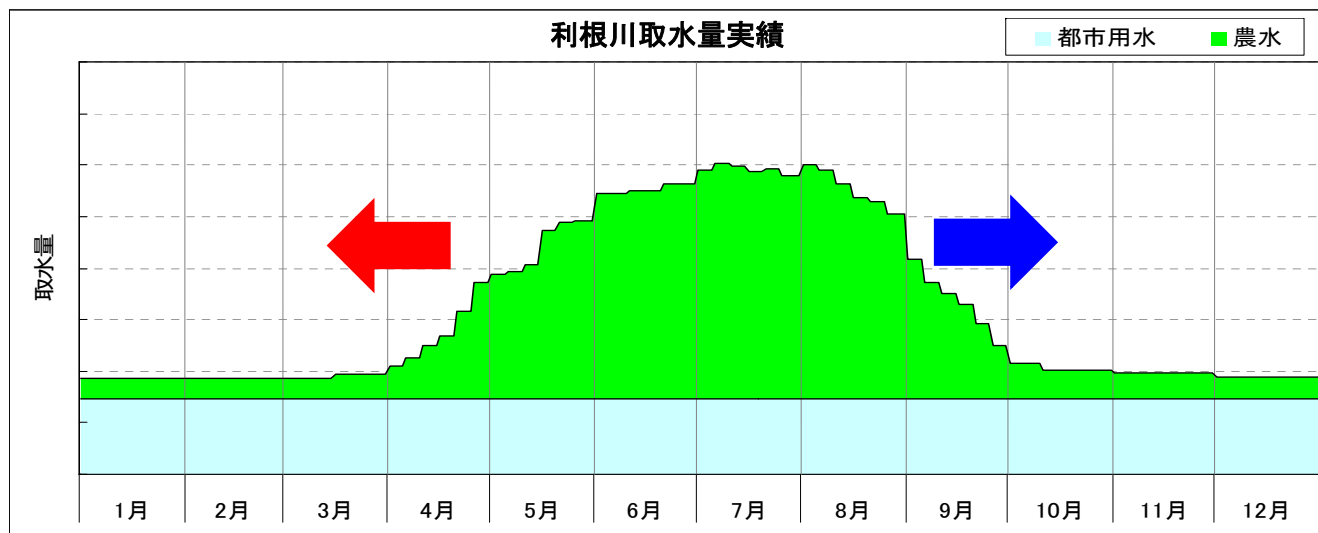
既往実績をもとにした取水制限の仮定による渇水の影響を試算



○ 取水制限の仮定を变化

○ 水利用の影響

・ 将来の気温が上昇することから、農水の取水時期を变化 など



## 4. 今後の検討課題

- 気候モデルによる将来の渇水の分析 <継続>
  - ・将来の渇水と渇水指標の評価、および、渇水特性分析（筑後川、吉野川）
  - ・渇水指標から見た渇水発生要因の影響度、複合的な効果
  
- 気候変動による水資源への影響検討 <継続>
  - ・深刻な渇水時における影響の推定  
（影響範囲や社会経済活動への影響等の推定）
  - ・渇水影響の軽減効果の検討  
（取水制限や需要時期の変更等による影響の軽減）
  - ・気候変動と同時に考慮すべき影響の分析
  - ・気候変動の予測精度の向上等を踏まえた対応の検討
  
- 気候変動による水資源への影響軽減方策検討
  - ・現状における気候モデルを用いた適応方策
  - ・将来に向けた適応策の高度化