

今年度の検討方針について

平成24年7月

H24年度 気候変動による水資源への影響検討概要

＜検討対象流域：利根川、筑後川、吉野川＞

1. 流域の渇水発生要因等の分析

- (1) ダムからの補給量と基準地点流量の分析
- (2) 検討対象流域における既往渇水時の降雨特性分析
- (3) 既往渇水の発生要因・傾向分析

2. 気候変動モデルによる将来の渇水について

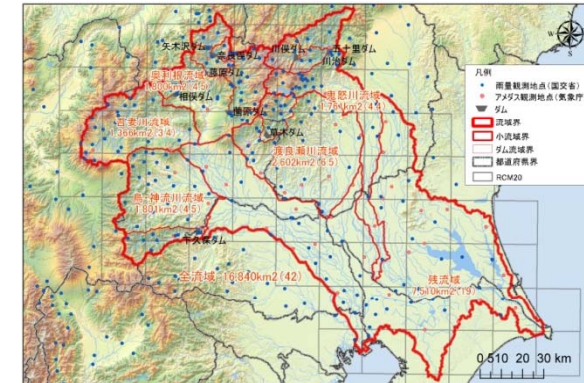
- (1) 吉野川における予測降水量等の設定及び試算
- (2) 検討対象流域における将来の渇水要因の分析と水利用への影響

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) 気候変動による水資源への影響要因の分析

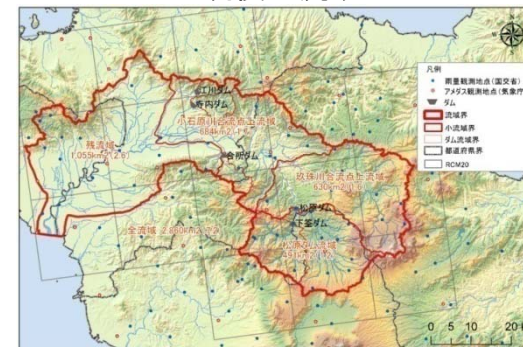
流域分割図

●利根川流域

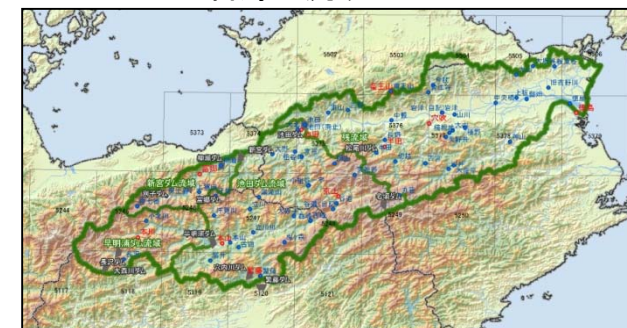


()内の値は20kmメッシュ何個分の

●筑後川流域の広さに相当するかを示す値



●吉野川流域



1. 流域の渇水発生要因等の分析

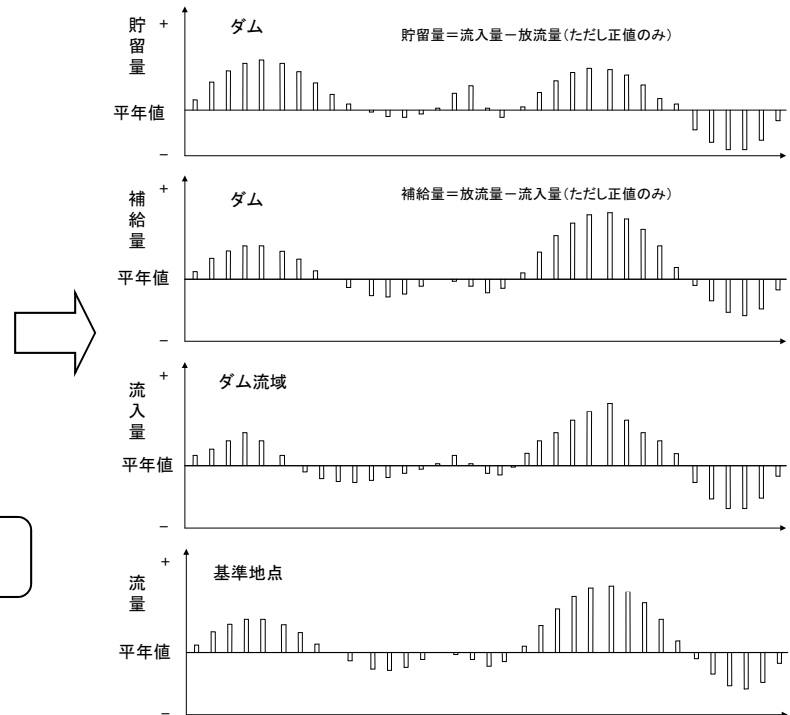
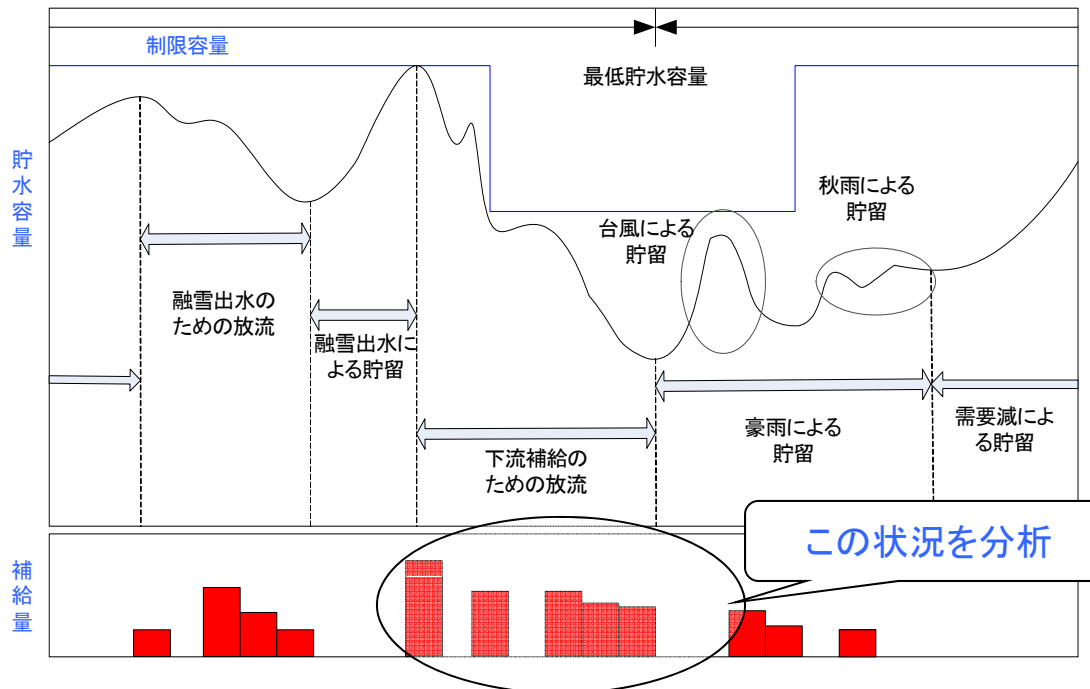
(1) ダムからの補給量と基準地点流量の分析

- ① ダムからの補給量の分析
- ② 基準地点流量の分析

① ダムからの補給量の分析

- ・ダムの流入量、放流量から、ダムの補給量、貯留量を整理する。
- ・渇水時の運用状況の比較により、貯水量が低下した理由を整理し、この要因（流入量の低減、融雪による貯水量回復の減少、初期貯水量の低下、下流河川流量の低下等）を推測する。

ダム運用実績

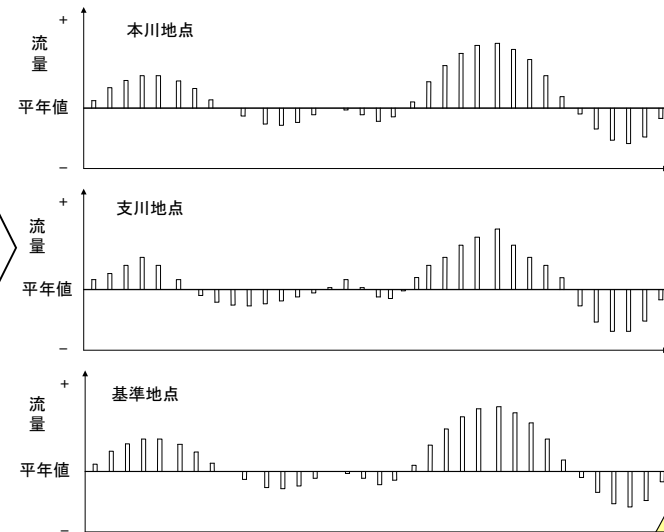
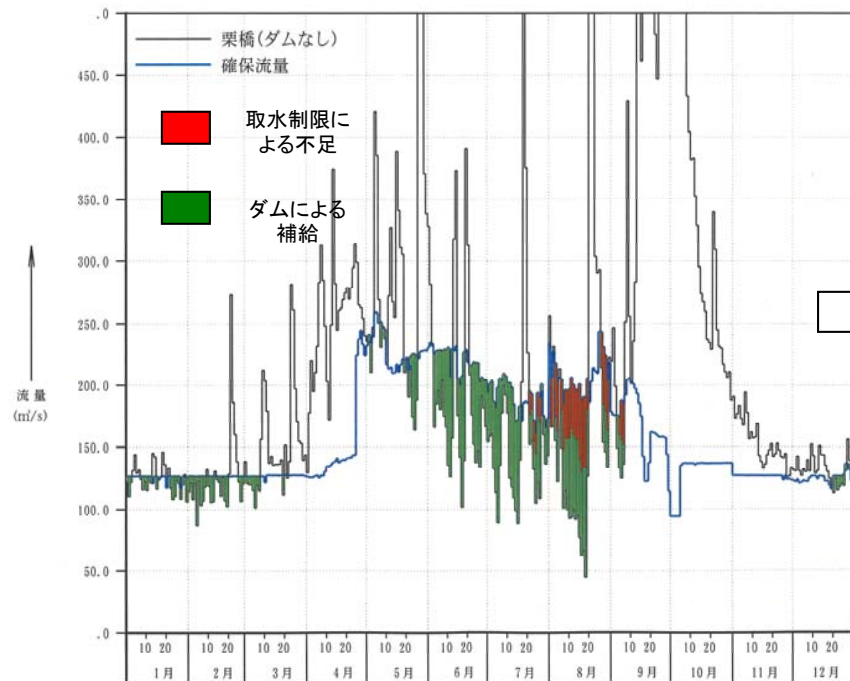


1. 流域の渇水発生要因等の分析

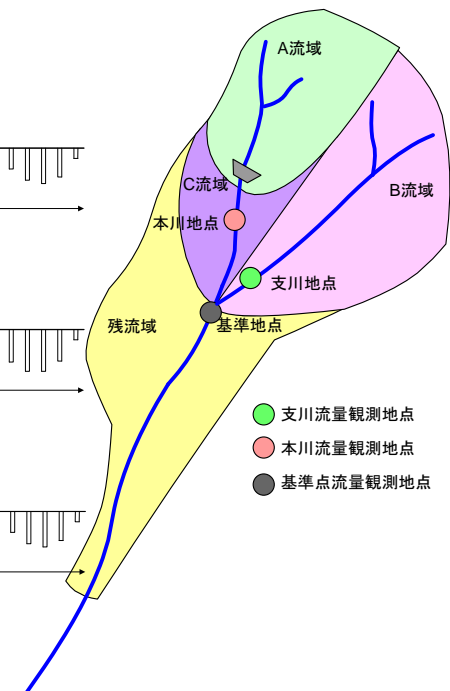
② 基準地点流量の分析

- 基準地点の流量、取水量・維持流量、上流ダム補給量および取水制限状況を整理し、基準地点の自然状態の流量を推定する。
- 平水年と渇水年の自然流量を比較し、渇水時の流量低減状況を把握する。
- 基準地点流量を構成している本川地点流量と支川地点流量、ダム流域流入量とダム下流残流域流入量の状況を、平水年と渇水年で比較し、渇水時の基準地点流量の減少の原因を分析する。

基準地点の補給状況の分析



流量確認位置



1. 流域の渇水発生要因等の分析

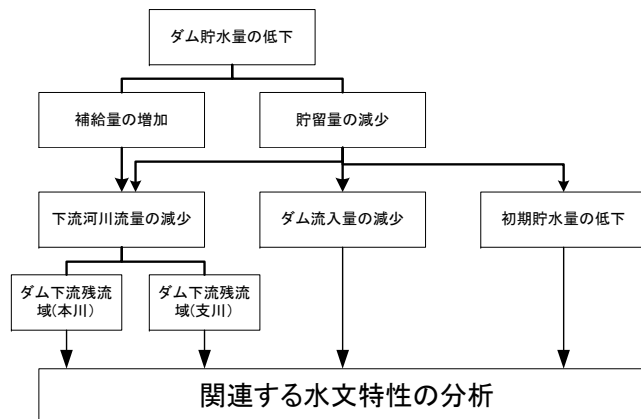
(2) モデル流域における既往渇水時の降雨特性の分析

① 渇水発生要因に関連する水文特性の分析

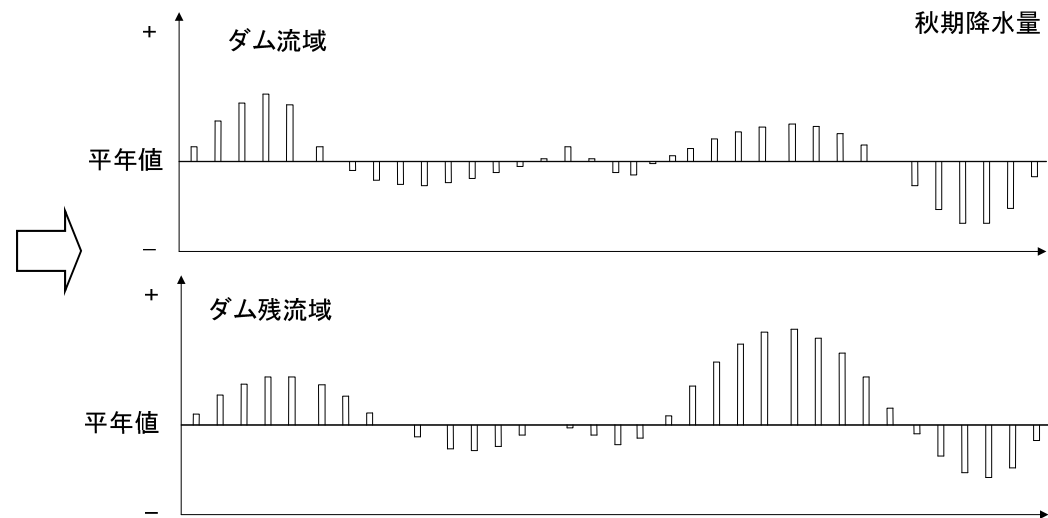
① 渇水発生要因に関連する水文特性の分析

- ・渇水発生要因について、関連する水文特性を分析する。
(分析に際してはその地域性(ダム流域、ダム下流残流域、本川・支川 等)を考慮する。)
- ・渇水発生要因に関連する水文特性は、以下の視点で推定する。
 - 基準地点の流量低減:ダム流域、下流残流域の降水量の低減、無降雨日数の増加 等
 - 初期貯水容量の低下:ダム貯留期間降水量の減少、秋期降水量・冬期降水量の減少 等
 - 融雪期回復量の減少:ダム流域冬期(12-翌2月)降雪量の減少、2月最大積雪量の減少、冬期平均気温(利根川のみ)の増加 等

- ・水文特性の関連性は、平水年と渇水年を比較し、渇水年に大きく変化しているかどうかで判断する。



渇水発生要因抽出から分析までの流れ



降雨の平年値との差分(例)

1. 流域の渇水発生要因等の分析

(3) 既往渇水の発生要因・傾向分析

① 渇水発生要因の抽出および傾向分析

① 渇水発生要因の抽出および傾向分析

- 整理した要因から渇水時に最も多く発生している要因を渇水発生要因と設定する。
- 渇水発生要因について時系列分析によりその傾向を分析する。
- 渇水発生要因は、年によって要因が異なるため、渇水毎に要因分析を行う。

渇水発生の要因となる水文特性

水文特性	小流域	(〇〇流域)							流域総合評価	項目総合評価
		S〇年 渇水	S〇年 渇水	S〇年 渇水	H〇年 渇水	H〇年 渇水	H〇年 渇水	H〇年 渇水		
長期降水量	A流域	○	-	×	○	-	○	○	4/5	8/15
	B流域	×	×	-	-	○	×	×	1/5	
	C流域	○	○	-	×	○	-	×	3/5	
	...									
無降雨日数	A流域	○	-	×	○	-	○	○	4/5	9/15
	B流域	○	×	-	-	○	×	×	2/5	
	C流域	○	○	-	×	○	-	×	3/5	
	...									
ダム流域貯水 期間降水量	A流域	○	-	×	○	-	○	○	4/5	11/15
	B流域	×	○	-	-	○	○	○	4/5	
	C流域	○	○	-	×	○	-	×	3/5	
	...									
秋期降水量	A流域	○	-	×	○	-	○	○	4/5	7/15
	B流域	×	×	-	-	×	×	×	0/5	
	C流域	○	○	-	×	○	-	×	3/5	
	...									
冬期降水量	A流域	○	-	×	○	-	○	×	3/5	8/15
	B流域	×	×	-	-	○	×	×	1/5	
	C流域	○	○	-	○	○	-	×	4/5	
	...									
ダム流域冬期 降雪量	A流域	○	-	×	○	-	○	○	4/5	7/15
	B流域	×	×	-	-	○	×	×	1/5	
	C流域	○	×	-	×	○	-	×	2/5	
	...									
2月最大積雪 深	A流域	○	-	×	○	-	○	○	4/5	9/15
	B流域	×	×	-	-	○	×	×	1/5	
	C流域	○	○	-	×	○	-	○	4/5	
	...									
冬期平均気温	A流域	×	-	×	×	-	○	×	1/5	4/15
	B流域	×	×	-	-	○	×	×	1/5	
	C流域	×	○	-	×	○	-	×	2/5	
	...									
									62/120	

2. 気候変動モデルによる将来の渇水について

(1) 吉野川における予測降水量等の設定及び試算

- ① 気候変動モデルによる予測降水量の設定
- ② 将来の渇水現象の試算

① 気候変動モデルによる予測降水量の設定

- 吉野川における将来の渇水の再現に用いる気象モデルは、複数モデルによる不確実性を評価し、総合的な検討を行う観点から、利根川水系、筑後川水系での検討と同様に4モデルを採用する。
 - 1) RCM20
 - 2) MRI-GCM20 (人・自然・地球共生プロジェクト)
 - 3) MRI-AGCM3.1S (革新プログラム)
 - 4) MRI-AGCM3.2S (革新プログラム)
- 吉野川の予測降雨のバイアス補正については、右表にあげる手法を用いて、補正後の誤差率(絶対誤差平均)が最も低い手法を用いる。
- バイアス補正は、吉野川流域を早明浦ダム流域、銅山川流域、池田ダム上流残流域、吉野川下流残流域の4流域に分割し各流域毎に実施する。
- 流出モデルに使用する降水量、気温等の設定を行う。

バイアス補正手法	補正の考え方・方法	特徴
差・比手法 出典:①,②	「現況再現値と観測値の平均値の差・比が、予測値と“将来の真値”の平均値の差・比に等しい」と仮定して、予測値から現況再現値と観測値の平均値の差・比を考慮して“将来の真値”(補正值)を求める方法。	これまで最も多く用いられている補正手法であるが、ばらつき、順位などを考慮した補正方法ではない。
正規分布手法 出典:①,②,③	20年間の気候値が正規分布を示すと仮定した上で、「現況再現値と観測値の平均値の差・標準偏差の比が、予測値と“将来の真値”の平均値の差・標準偏差の比に等しい」と仮定し、『気候値と平均値の差」と標準偏差の比が、予測値と“将来の真値”で等しい』と考へ、“将来の真値”(補正值)を求める方法。	正規分布が成り立つと仮定している方法であるため、正規分布との適合が良くない場合は適切な分布を与えることにならない場合もある。
線形回帰手法 出典:①	「現況再現値から観測値を求める線形回帰式が、予測値から“将来の真値”を求める際にも適用できる」と仮定し、予測値から上記の線形回帰式により“将来の真値”(補正值)を求める方法。	暦年・月の観測値と現在気候値を相関させて良いか、現在気候値の意味合いから課題がある。小さい順に並び替えた値から線形回帰式を設定する方法もある。
順位誤差一定手法 出典:①,②,④,⑤	「同順位の現況再現値と観測値の誤差が、同順位の予測値と“将来の真値”の誤差に等しい」と仮定し、予測値から現況再現値と観測値の同順位の誤差を除いて“将来の真値”(補正值)を求める方法。	平均値や全体的なばらつきだけでなく、頻度に応じた事象の予測値との違いを補正する方法である。順位のかわりに非超過確率、頻度分布マッピングなどで評価する方法もある。

① 渡部, 沖, 鼎: 気候変動下での全球水資源評価に向けた気候モデル出力値補正手法の開発と検証, 第54回水工学講演会論文集, 2010.3

② 洪尾, 鼎: 大雨に着目した気候モデル日降水量出力のバイアス補正手法比較, 水工学論文集, 2010.2

③ 石原幸司: MRI-RCM20による温暖化予測結果に基づく不確実性の評価について, 日本気象学会大会講演予稿集, 2010

④ 猪俣, 竹内, 深見: GCM降水量データの統計的バイアス補正手法に関する一考察, 第53回水工学論文集, 2009.2

⑤ 藤原, 大出, 湖尻, 友杉, 入江: 地球温暖化が利根川上流域の水資源に及ぼす影響評価, 田尾50回水工学論文集, 2006.2

2. 気候変動モデルによる将来の渇水について

② 将来の渇水現象の試算

1) 分布型流出モデル

流出計算には降雨に基づく流域の様々な水の挙動を解析するため、分布型物理モデルを使用する。

モデル名: WEPモデル (Water and Energy transfer Process)

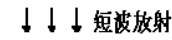
開発者: (独) 土木研究所

プログラムは実行ファイル形式で公開されている

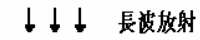
入力データ: 日平均気温(高度補正後)



降雨



短波放射



長波放射

日降水量

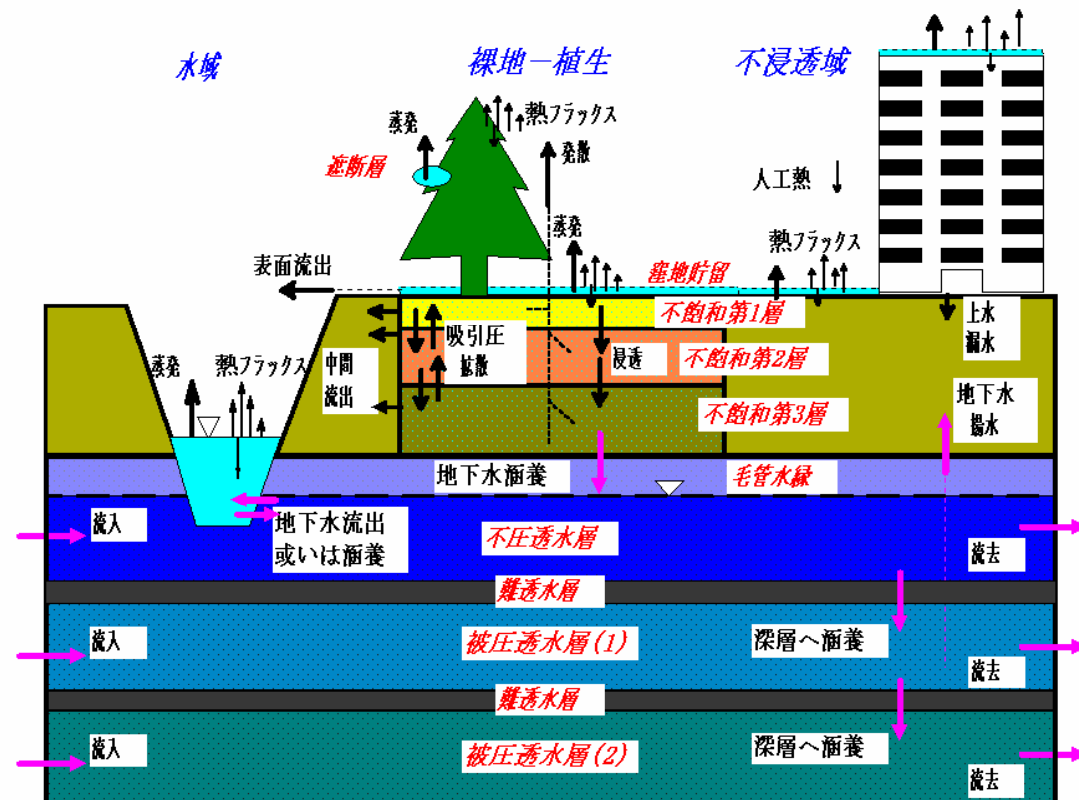
出力データ: 河川流量

計算項目:

- 降雨遮断(樹冠遮断)
- 融雪
- 蒸発散
- 地表面流
- 降下浸透
- 側方浸透
- 河道流

条件設定

- 各メッシュの土地利用、表層土壌、透水層と難透水層の厚さ、透水係数、標高、流下方向等
- 土壌透水係数等のパラメータ
- 各河道区間の長さ、幅、縦断勾配等



モデルイメージ

2. 気候変動モデルによる将来の渇水について

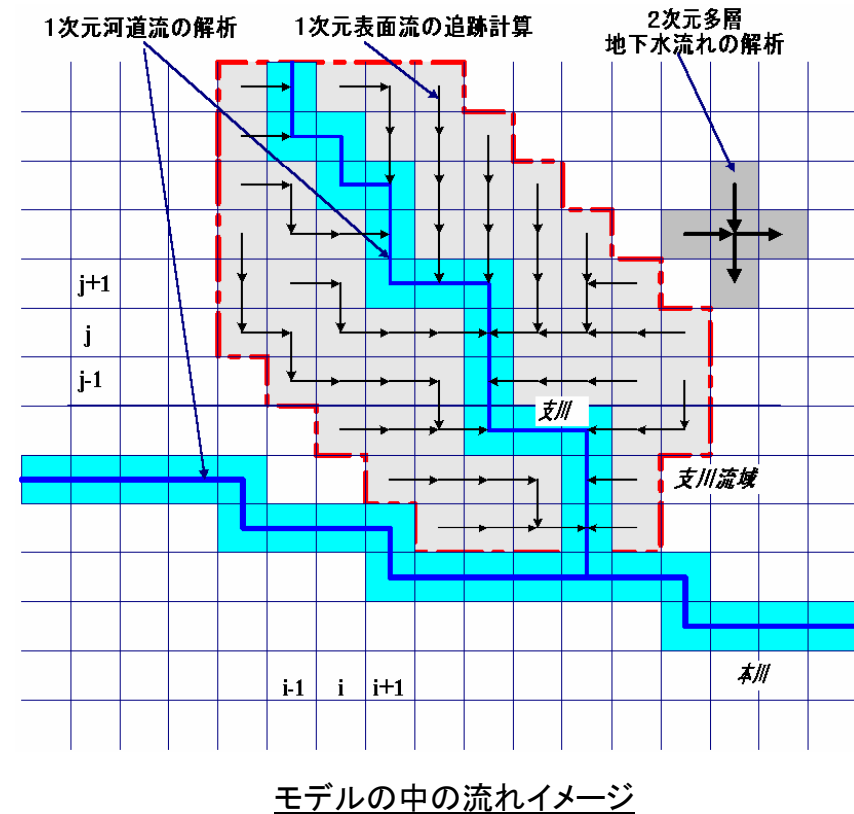
2) 入力データ

WEPモデルの平面構造

- メッシュサイズは1km四方
- 表面流出は、メッシュごとに落水線を設定
- 地下水の流れは、二次元多層モデル

ダウンスケーリング

- 降水量は気候変動モデル出力値(20kmメッシュ)を流出モデルの1kmメッシュにそのまま与える
- 気温は気候変動モデル出力値(20kmメッシュ)を流出モデルの1kmメッシュに与え、1kmメッシュごとに高度補正を行う
- モデルの構造、ダウンスケーリング及び計算項目は、H23年度に使用したモデルと同様とする。



3) 渇水現象の試算と結果の分類

- 気候変動4モデルによる降水量・気温等の結果から、渇水と思われる時期を抽出する。
- 抽出された時期を対象に分布型流出モデルを用いた試算を行い、将来の各年の不足量、不足日数を整理し、不足量を指標として渇水レベル进行分类する。

2. 気候変動モデルによる将来の渇水について

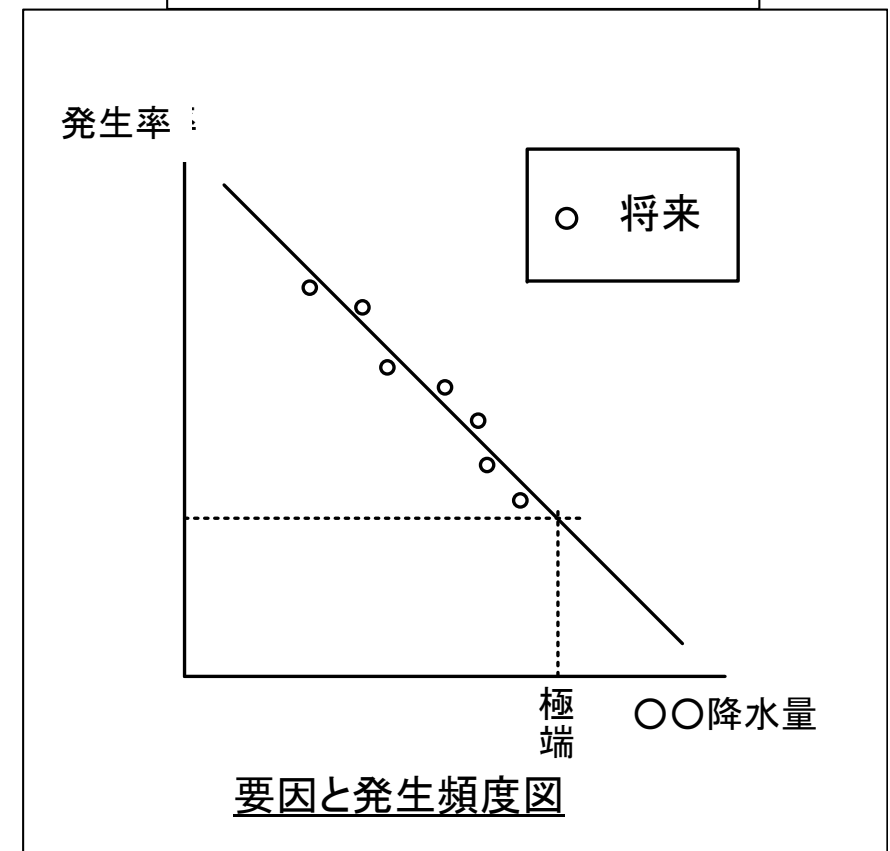
(2) 検討対象流域における将来の渇水要因の分析と水利用への影響

- ① 将来の渇水の発生要因の分析
- ② 水利用への影響についての検討

① 将来の渇水の発生要因の分析

- ・検討対象流域の渇水発生要因となった水文現象を分析する。
渇水時のダム補給量、基準地点流量等の分析を行い、渇水発生の原因を推測し、これに関する水文現象を抽出する。
- ・水文現象の発生頻度を分析する。
分析は、分割流域毎に、渇水時と平水時との降水量を比較して、渇水時に特徴的な降雨等の水文現象を抽出し、将来の試算値をもとに発生頻度による分類が可能かどうか検討を行う。

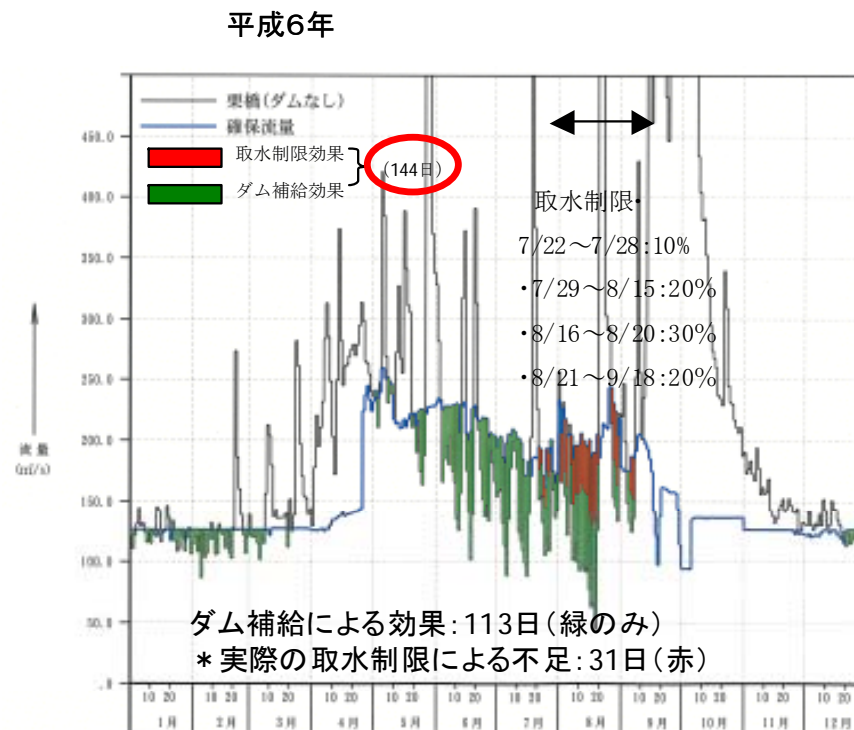
発生頻度の整理のイメージ



2. 気候変動モデルによる将来の渇水について

② 水利用への影響についての検討

- 水利用への影響を表現する指標は、「長さ」、「大きさ」、「厳しさ」等があり、それぞれの需要側と供給側の関係から定量的に評価を行う。
- 将来の渇水による水利用への影響評価のため、以下の項目を例にとりまとめる。
 - a. 「長さ」: 取水制限期間
 - b. 「厳しさ」: 取水制限率、給水制限期間(減圧給水期間・時間断水期間 等)
 - c. 「大きさ」: 総不足量



平成6年の渇水の状況

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 渇水時における水利用の調整実績の整理
- ② ダム貯水率と取水制限、給水制限の関係の仮定

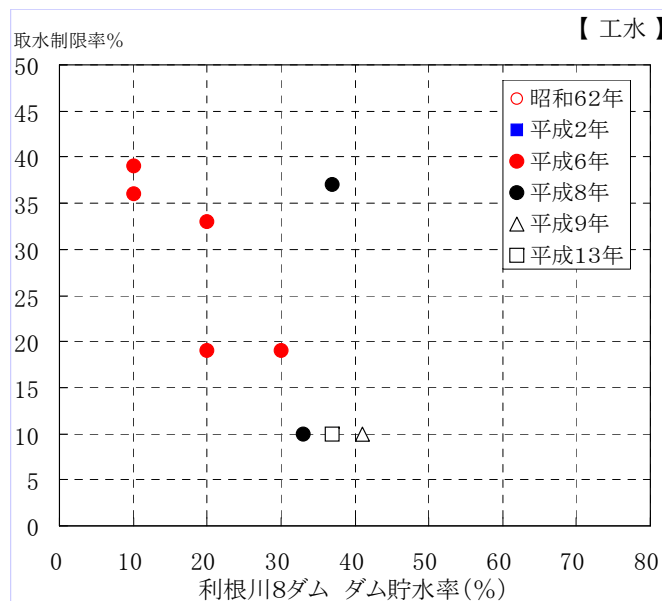
将来の渇水の影響を評価することが困難であることから、影響を推定するために、取水制限や給水制限が実施される条件を、実績を踏まえて仮定する

① 渇水時における水利用の調整実績の整理

水利用の調整については、渇水時の調整実績を参考に、ダム貯水率、取水制限、給水制限について実態を整理する。

② ダム貯水率と取水制限、給水制限の関係

ダム貯水率と取水制限の関係、取水制限と給水制限の関係を仮定する。



利根川における貯水率と取水制限の関係(例)

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

- ① 将来の渇水の分析
- ② 水利用への影響についての分析

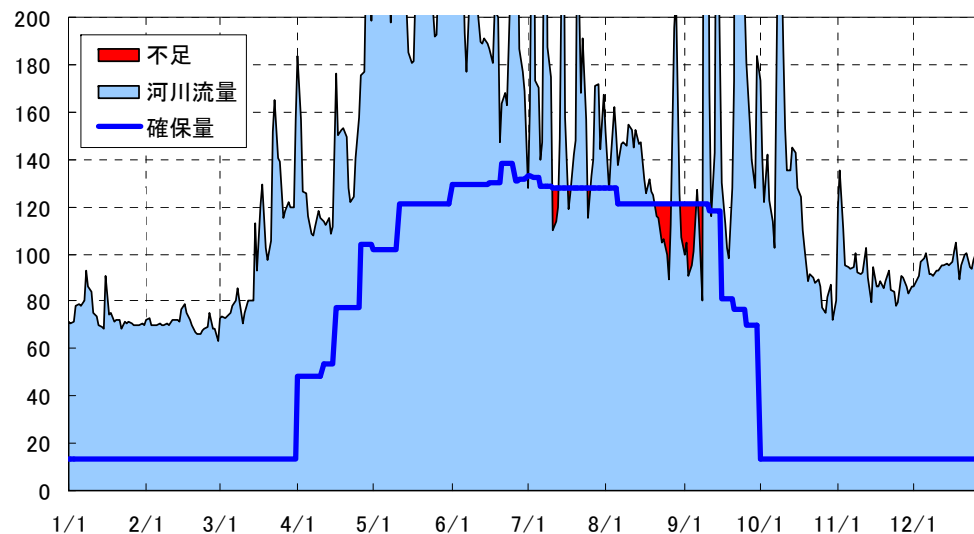
① 将来の渇水の分析

- ・3流域をモデルに将来の渇水の影響を試算する。
- ・各年の不足量、不足日数を整理し、不足量等を指標として渇水規模を評価する。

② 水利用への影響についての分析

将来の抽出した年での水利用への影響を試算し、以下の項目についてとりまとめる。

- a.「長さ」: 取水制限期間
- b.「厳しさ」: 取水制限率、給水制限期間(減圧給水期間・時間断水期間 等)
- c.「大きさ」: 総不足量 図中の不足量の合計値



基準地点での流量
から渇水(不足流量)
の発生状況
(イメージ)