

渇水に関する想定最大外力設定の手引き（初版）の概要

平成31年3月

国土交通省 水資源部

目次

- 1 渇水に関する想定最大外力設定の条件
- 2 危機的な渇水の状況設定の手法の選択
- 3 危機的な渇水の状況設定（設定手法①）
- 4 危機的な渇水の状況設定（設定手法②）
- 5 危機的な渇水の状況設定（設定手法③）
- 6 危機的な渇水の状況設定（設定手法④）
- 7 危機的な渇水の状況設定（設定手法⑤）

1. 渇水に関する想定最大外力設定の条件

(1) 基本事項

- 危機的な渇水の外力設定は、過去の水理・水文、気象データ等を活用して、蓋然性を確認した上で、最も厳しい降水量・河川流況等を設定することを基本。
- 渇水の大きさ（深刻度）については、ダム貯水量の最小値（ダム等枯渇後については、ダム等からの補給不足量）等で評価
- 利水補給（不特定用水を含む、農業用水、水道用水、工業用水）を目的としたダム等が存在しない水系や、水運用計算（簡易なもので可）が出来ない水系においては、河川流量を一定の割合で削減し、正常流量等との比較により危機的な渇水の状況を設定する

(2) 設定条件

- 設定では、渇水の発生が、各水系における流域の水需要量に対して、それを安定的に確保するための水資源開発施設（以下「ダム等」という）の能力が追いつかなかった時に生起することから、渇水に関する想定最大外力の設定を検討する条件としては、以下のとおり。
- ① 流域に位置するダム等については、社会・経済発展に伴う水需要の増大等に対応するため、整備が進められ、現在に至っていることから、現在のダム等の設置状況とする。
 - ② 流域の水需要量（取水地点、取水量、及び取水期間）については、流水の正常な機能の維持のための流量の設定、流域の発展等による水需要量の増加等により変化してきていることから、現在の水需要量とする。
 - ③ ダム貯水量の算定にあたっては、取水制限による水需要量の削減は考慮しない。
 - ④ 流域の設定については、渇水対応タイムラインを作成する流域に合わせて水系を支川等小流域に適切に設定する。

2. 危機的な渇水の状況設定の手法の選択

(1) 基本事項等

- 渇水に関する想定最大外力については、次の①～③の設定手法の中から、下記の設定手法選択フローにより手法を設定することを基本。
- なお、水系・地域の特性により、「既往最大渇水」や「近年の記憶に新しい渇水」等をもとに設定することも考えられる。
- ダムが無い、あるいは水運用計算が出来ない水系は設定手法③とする。
- 上記以外の水系では、基本的に設定手法①とするが、1ダム（あるいは1群）・1基準点のような簡易な構成の水系では設定手法②による設定も可能とする。その場合でも設定手法①による検討も併せて実施することを推奨する。
- 設定手法①及び②による検討を行っても、ダムが枯渇する危機的な渇水が設定出来ない場合は、設定手法③により設定する。
- なお、水系・地域の特性により、本手引きに記載されていない方法で適切なものにより設定し、渇水対応タイムラインを作成する等、柔軟に対応することが望ましい。

(2) 設定手法

- 設定手法①：降水量の組合せ（複数ケース）から河川流量を算定して水運用計算を行い、最も貯水量が厳しくなる状況から設定する方法
- 設定手法②：水運用計算からダム貯水量の組合せにより設定する方法
- 設定手法③：河川流量を低減（マイナス引き伸ばし）して設定する方法
- 設定手法④：ダム容量を最大限活用できるとした場合の供給可能量を算出し、供給可能量が最小となった年を既往最大渇水年とし、その年の流況（利水計画上の本来の水需要量を用いたダム調整後の流況）を想定最大外力として設定する方法
- 設定手法⑤：近年の記憶に新しい渇水（社会的影響が大きく、渇水の調整や対応が厳しかった記憶のある渇水）時の最低容量となった時点以降も無降雨が継続する状況を想定最大外力として設定する方法

3. 危機的な渇水の状況設定（設定手法①）

設定手法① 降雨状況を設定し、流出計算を経てダム貯水量の推移を算定する方法

（手順1）過去の降雨量データ等を活用して、

- 当該水系・地域において過去最も厳しい渇水時の降雨量を採用（ケース0、1）
- 季節毎・月毎・年毎で最も厳しい実績の降雨量を組み合わせて利用（ケース2、3）
- 過去の渇水時に台風による貯水量の回復がなされなかった場合を想定（ケース4）

等の方法により、危機的な渇水となる降雨状況を設定。

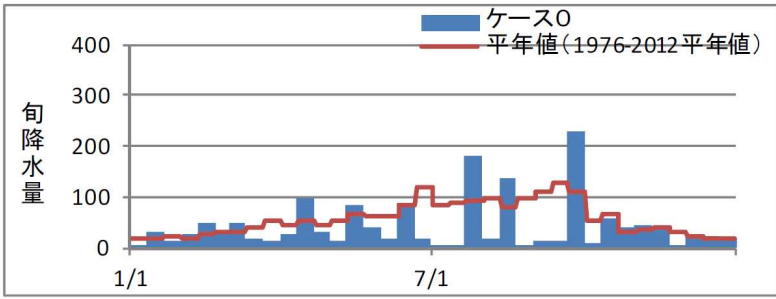
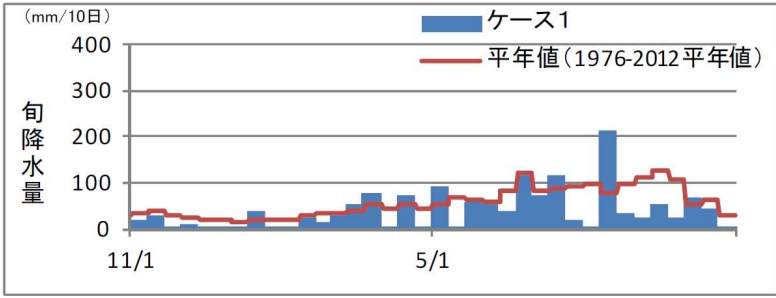
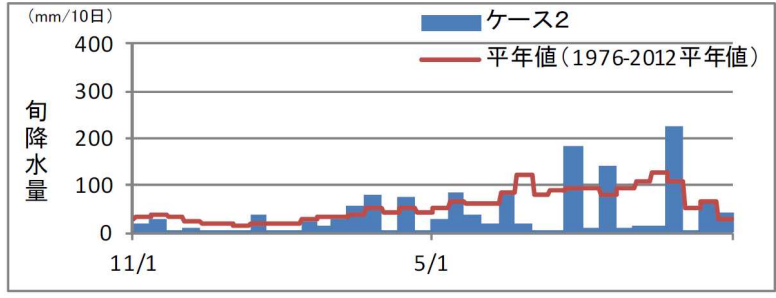
- 時期の異なる実績の降雨量を組み合わせる場合には、現時点で発生が想定しうること（蓋然性があること）については、気象庁等の専門家の助言を得ることを想定。

（手順2）設定した降雨状況（渇水に関する想定最大外力）を用いた流出計算を実施し、ダムの運用条件や取水条件を踏まえて貯水量の推移を算定。

- 検討の前提となる水系・地域の水需要量については、過去の渇水時等と比較して変化していることが考えられるため、現在の水需要量を前提として検討。
- 複数の降雨状況のケースを設定した場合は、貯水量の推移の算定結果などにより、最も厳しいケースを採用するなど想定最大外力としての降雨状況を決定。

※想定最大外力の設定方法の詳細については、別添資料「渇水に関する想定最大外力の設定の手引き」を参照

3. 危機的な渇水の状況設定(設定手法①)

設定		ハイトグラフ	対象年と降水量(例)
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ヶ月降雨量が1番少ない期間を対象とする。		<ul style="list-style-type: none"> ■ 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
ケース2	冬期の最小降雨量と夏期最小降雨量を連続させる。		<ul style="list-style-type: none"> ■ 冬期: 前年11月1日から当年4月30日までの間の90日間降水量最小値で評価する。 ■ 夏期: 5月1日から10月30日までの間の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る。 (例) 前年11月1日～10月31日の降水量 105mm

※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。

3. 危機的な渇水の状況設定(設定手法①)

設定		ハイトグラフ	対象年と降水量(例)
ケース3	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。		<ul style="list-style-type: none"> ■ 前年11月～当年10月の1年間の年間降水量の最小値と2番目に降水量が少ない年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) 2532mm/2年
ケース4	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		<ul style="list-style-type: none"> ■ 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について、台風が来なかった場合を想定し評価する。 (例)対象年:2005年1646mm 台風による降水量471mm 大雨(台風)がなかった場合の年間降水量175mm

※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。

3. 危機的な渇水の状況設定（設定手法①）

（参考）時期の異なる実績の降雨量を組み合わせる場合には、現時点で生起する可能性があること（蓋然性があること）の判断の目安として、例えば下記の手法が示されている。

【評価手順】

- ① 異なる年の冬期と夏期の接続可能性について、接続期間におけるエルニーニョ/ラニーニャ現象の発生状況を確認することで蓋然性を評価する。
- ② 蓋然性の評価は、エルニーニョ監視海域（NINO.3）、西太平洋熱帯域（NINO.WEST）、インド洋熱帯域（IOBW）各海域の海面水温値、基準値との差、および南方振動指数（※）について、各監視海域の過去30年間の統計値（標準偏差、差分の最大値）と、想定した降雨状況の接続する年の関係について、月の値または3ヶ月平均値で比較する。
- ③ 月の値、3ヶ月平均値差分は、海面水温、基準値との差、南方振動指数の過去30年間の差分の最大値以下となっていることを確認することで、蓋然性が担保できる評価とする。



※ 気象庁では、エルニーニョ現象と関わりの深い太平洋赤道域の海洋や大気の様子を指数化して監視している。

※ 南方振動指数はタヒチとダーウィン(TAHITI とDARWIN)の地上気圧の差を指数化したもので、貿易風の強さの目安の1つであり、正（負）の値は貿易風が強い（弱い）ことを表している。

※ なお気象庁では「ある場所・ある時季において30年に1回以下（30年に1回よりまれ）の頻度で発生する現象」を異常気象としている。

（出典・データ）

気象庁HP <http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/data/elnino/index/dattab.html>

米国海洋大気庁HP <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/>

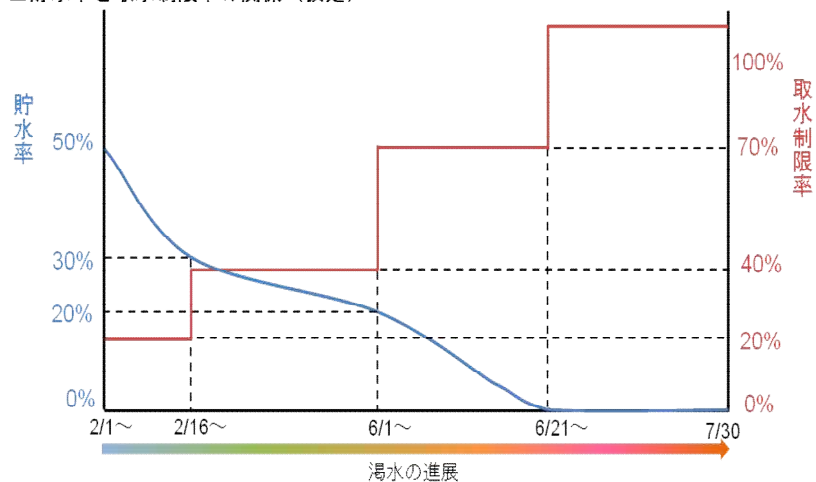
3. 危機的な渇水の状況設定（設定手法①）

（手順3）取水制限率を時系列的に設定することなどにより、渇水状況を設定。

- 取水制限率の変化の設定については、対象とする水系の過去の渇水時における実績を参考に、「ダム貯水率（ダム貯水量）」－「取水制限率」の対応関係として整理。
- 取水制限の目的は、ダムの貯水量の減少を緩和することによって、水道用水等では給水制限などの厳しい段階へ移行するタイミングをできるだけ遅らせる、いわば、予防的措置によって渇水被害の軽減と最小化を図るものであるが、水の用途に応じた需要量と時期や手順4の給水制限の内容に応じて総合的に検討した上で設定。
- ダムが存在しない水系においては、基準点における河川流量が正常流量以下となった時点で渇水が発生するものとし、その後の河川流量や不足量等を指標として水系・地域の実情に応じて取水制限率を設定。

【危機的な渇水シナリオを設定するために、取水制限率を時系列的に設定した事例】

■ 貯水率と取水制限率の関係（仮定）



※渇水対応タイムラインは、危機的な渇水までを対象とするが、過去にゼロ水に至るような渇水を経験している水系は限られていることから、他水系における危機的な渇水の状況なども参考にして暫定的な設定を検討。

※取水制限率の設定については、影響の度合いによって取水制限率を変えるなど、優先度を考慮する場合もあることから、渇水関係機関で検討・協議の上、水系・地域の実情に応じて設定。

貯水率	50%～30%	30%～20%	20%～0%	0%
取水制限率(水道)	0%	0%	0%	0%
取水制限率(工業)	0%	0%	0%	0%
取水制限率(農業)	0%	0%	0%	0%
制限日数	0日	0日	0日	0日

3. 危機的な渇水の状況設定（設定手法①）

（手順4）設定した渇水状況に対応した、給水制限等の渇水による影響の状況設定。

- 給水制限による対応を行う水道用水や工業用水については、手順4について検討する。
- 給水制限の設定は、過去に生じた渇水による取水制限率の増大に応じた給水制限の状況や、現時点での給水可能量等に基づき、渇水時の給水制限（もしくは断水時間）の度合いと進行状況を設定する。
- 給水制限の内容は、取水制限のほかにも、他水系を水源とする水道用水供給事業からの受水の有無、地下水等の代替水源の有無、広域連携等の給水ネットワーク、及び応急給水体制など水道事業者の対策状況によって決定する。
- したがって、現実的な渇水の影響・被害状況を想定した渇水対応タイムラインとするため、水系内の各水道事業の実情に応じた給水制限の回避対策を前提として検討する。
- 水系によっては、自主節水から取水制限に移行することがルール化されているなど、水系によって独自のルールが設定されている場合もあり、こうした地域の実情を踏まえながら設定する。

【取水制限との対比で給水制限及び対応を整理した例】

取水制限	給水制限(率)	給水制限(対応)	備考
20%	10%	減圧給水	—
30%	10～20%	減圧給水	高台では水が出にくい可能性有り
50%	20～30%	4時間(夜間)断水	優先給水拠点では断水無し

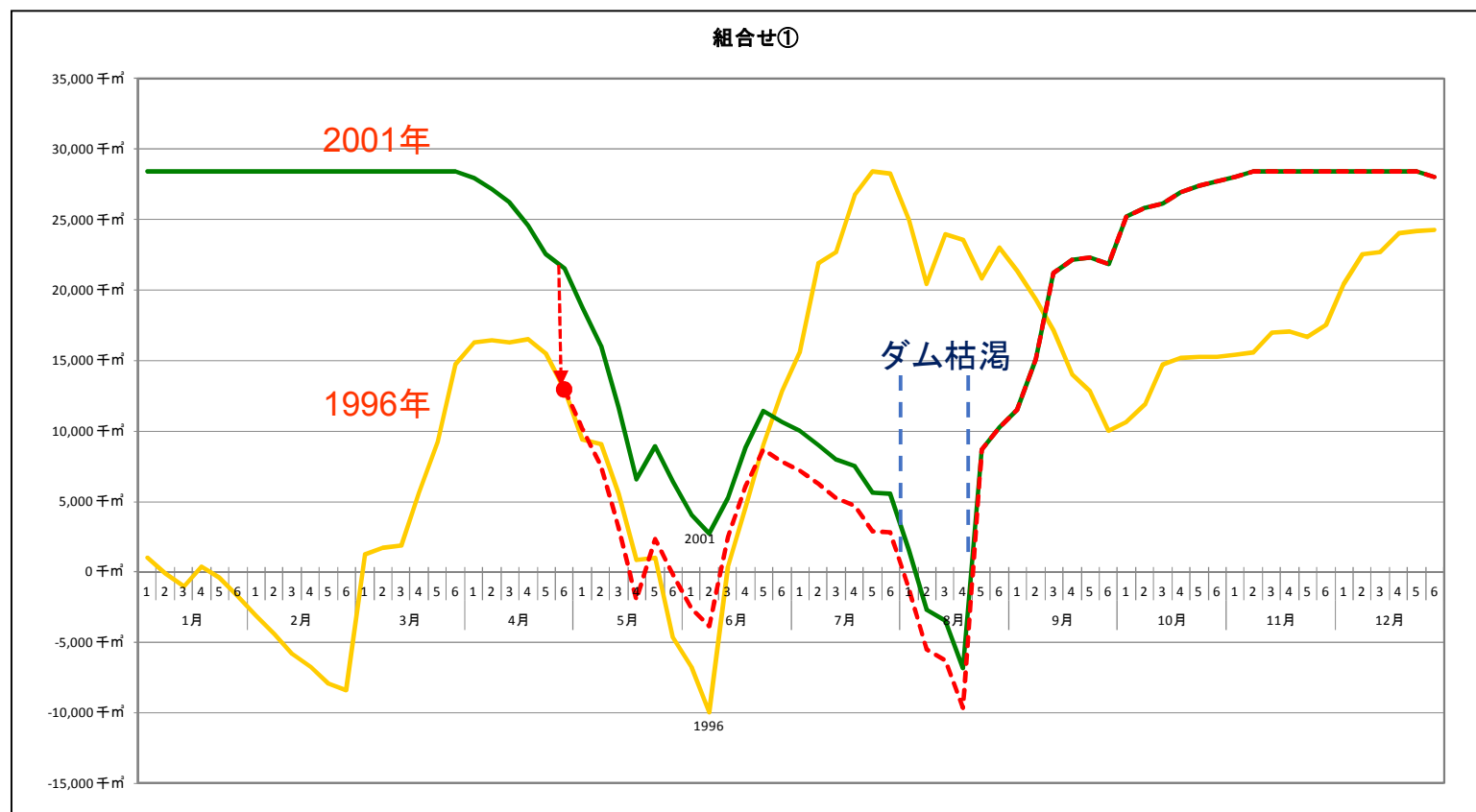
4. 危機的な渇水の状況設定（設定手法②）

設定手法② 降雨条件を設定せず、既往渇水時のダム貯水量の推移を組み合わせる方法

- 水系に既設のダムがあり、かつ、これまでの水理・水文、気象データが十分に整備されている場合には、必ずしも流出計算を経ずとも、実際の流量から算定したダム貯水量の推移を組み合わせるなどの方法で貯水量の推移を想定し、取水制限率を時系列的に設定することも考えられ、効率的な手法を検討。
- この場合においても、現時点で生起する可能性があること（蓋然性があること）については、気象庁等の専門家の助言を得ることを想定。

※手順3, 4については設定手法2に同じ

【異なる年の貯水量の推移を組み合わせた事例】



5. 危機的な渇水の状況設定（設定手法③）

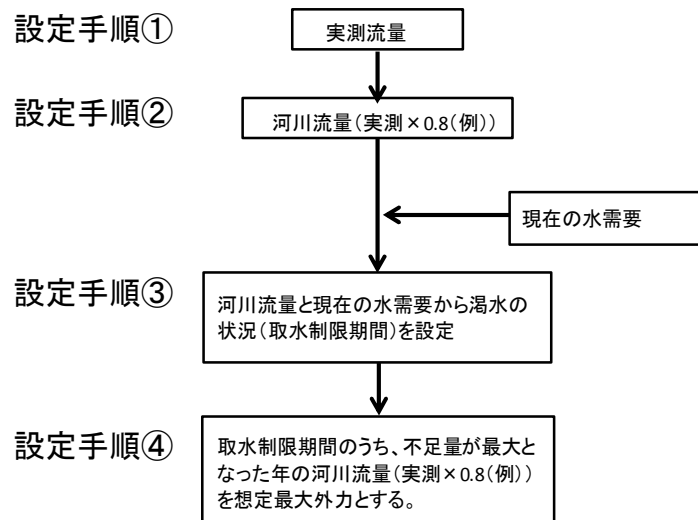
設定手法③ 河川流量を低減（マイナス引き伸ばし）して設定する方法

- 水系内に利水補給（不特定用水を含む、農業用水、水道用水、工業用水）を目的としたダムが存在しない水系とそのようなダムが存在しても水運用計算が出来ない水系に適用。
- また、これまで渇水が発生したことが無い水系や、設定手法①及び設定手法②による検討を実施しても危機的な渇水が設定出来ない水系に適用。

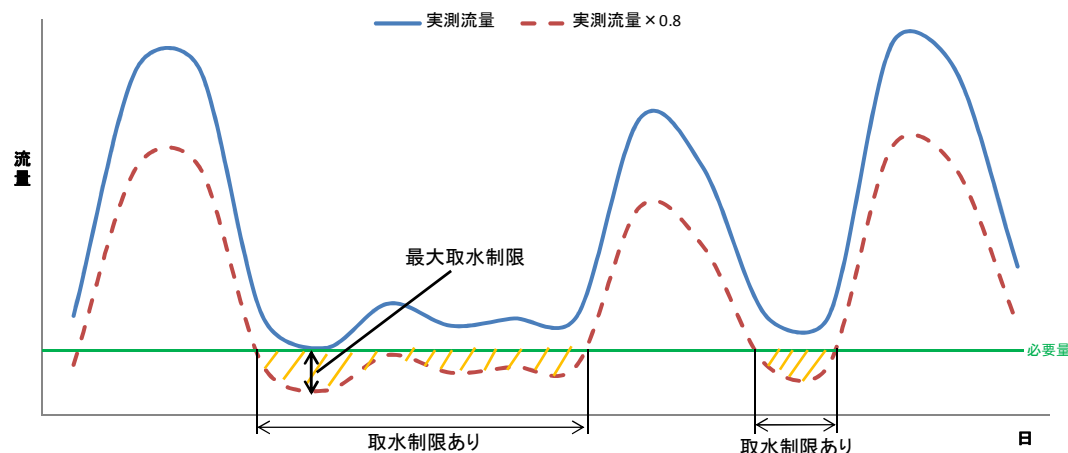
（手順）

- ① 基準点における実測流量を複数年（20年程度）抽出する。
- ② 抽出した基準点の実測流量を一定の割合（下記フローでは事例として8割に設定）で削減する。
- ③ ②で算定した基準点流量と正常流量を比較して不足する期間（取水制限期間）を算出する。（水系の実情に応じて1～2ヶ月／年程度の不足期間が複数回発生するように削減率を調整する。）
- ④ ③で算定した不足する期間における不足量を算定し、不足量が最大となる期間の状況を危機的な渇水とし、その渇水が発生した年の実測流量に削減率を掛けた流量を想定最大外力とする。なお、不足量の算定の際には、正常流量の値が期別で異なる場合があることに留意する必要がある。

【選定フロー】



【想定最大外力の設定イメージ】



6. 危機的な渇水の状況設定（設定手法④）

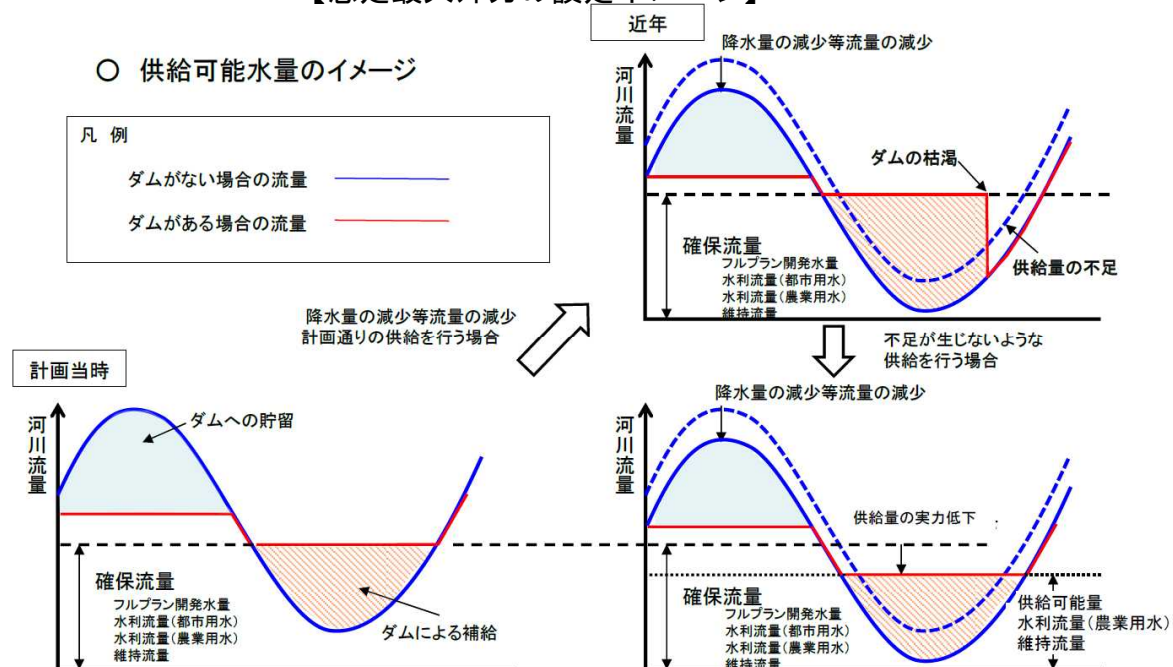
設定手法④ 既往最大渇水

- ダム容量を最大限活用できるとした場合の供給可能量が最少となった年を既往最大渇水として、その年のダム貯水量を想定最大外力として設定することにより、タイムラインを作成検討する場合に適用。
- 設定手法は、水資源開発計画を検討する際の利水計算と同じ手法

（手順）

- ① 始めに水利流量、維持流量、開発水量を合計した確保流量を基準に、自然流量（下図ではダムがない場合の流量）が不足する水量をダム利水容量が枯渇するまで、年間を通じてダム補給を実施する。抽出した基準点の実測流量を一定の割合（下記フローでは事例として8割に設定）で削減する。
- ② ダム利水容量が枯渇した場合は、利水確保流量を調整し、上記①と同じ計算を、年間を通じて利水確保流量が不足しなくなるまで繰り返し実施する。
- ③ その結果、年間を通じて利水確保流量が確保できた年のダム貯水量を想定最大外力として設定する。

【想定最大外力の設定イメージ】



7. 危機的な渇水の状況設定（設定手法⑤）

設定手法⑤ 無降雨継続法（実測流量から自然流量に戻し、ダム補給を再設定して、ダム貯水量（率）で管理する手法）

- 社会的影響が大きく、渇水調整や対応が厳しかった記憶のある渇水（例えば、平成6年列島渇水）時のダムの最低貯水量の状態をスタートとして、その後、無降雨が継続した状況を渇水に関する想定最大外力を設定することにより、タイムラインを作成検討する場合に適用。
- 設定手法は、無降雨の継続した状況を想定最大外力とする設定手法

（手順）

- ① 社会的影響が大きく、渇水調整や対応が厳しかった記憶のある渇水時でのダム貯水量が最低となった以降の降雨による回復が無く、かつ、その後も無降雨が継続する状況を設定する。
- ② 基準地点の自然流量については、最大取水制限時の自然流量を継続して設定する。その結果、年間を通じて利水確保流量が確保できた年のダム貯水量を想定最大外力として設定する。

【想定最大外力の設定イメージ】

