

## II-120 渇水持続曲線によるダムの低水管理

北海道開発局開発土木研究所 正 員 ○許士 達広  
 北海道開発局開発土木研究所 正 員 渡辺 和好  
 北海道開発局旭川開発建設部 正 員 平野 道夫  
 建設技術研究所 正 員 下田 明

## 1. はじめに

ダムの利水運用については竹内ら<sup>1)</sup>による渇水持続曲線（DDCルールカーブ）の有効性が確認されているが、以下の様な問題が残されている。

①ダムの利水容量が定められた場合の最適DDCルールカーブの描き方を定める必要がある。

②貯水池が満水に近く結果的に渇水に程遠い場合でも、確保容量をわれれば、節水してしまう。（節水の空振り）

③節水運用時以外にも、無効放流を減少させるなどの低水全体の効果的な運用ルールが必要である。

本論文ではこれらの解消のための基礎的検討を行う。

## 2. 渇水確率と渇水指標

図-1は石狩川水系豊平川の2ダムを1体とし、38ヶ年のデータを用いて1/38確率年の渇水持続曲線を描き、さらに各々の確率年について、38ヶ年の流況に対する利水安全度指標を計算して合計値を比較したものである。豊平川の2ダムの規模は5/38渇水確率年にほぼ

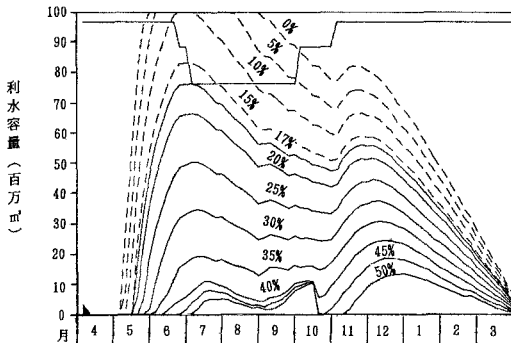


図-2 クロスラインを持つ渇水持続曲線 (1/38)

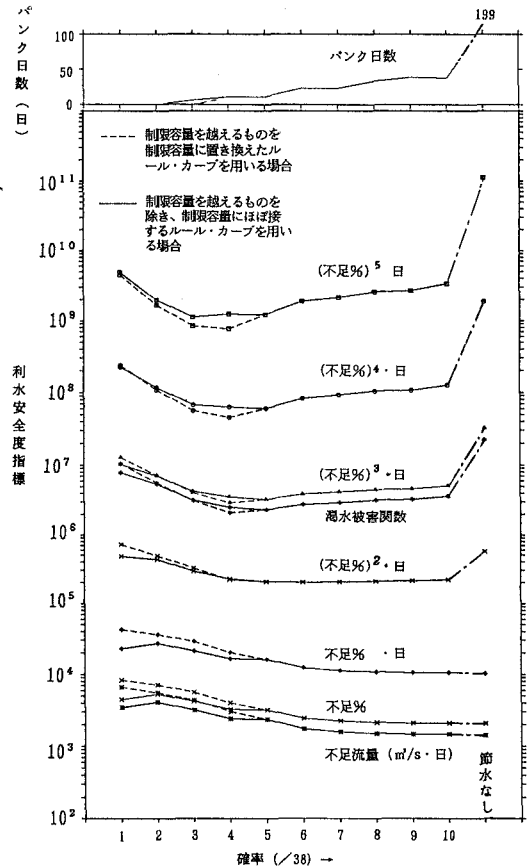


図-1 渇水指標と最適渇水年(確率1/38~10/38)

等しく、1/38確率年などの小さい確率では、節水率が小さい線は図の破線のように、ダムの利水の最高水位とクロスする。クロスした点の左側の曲線は確率的意味を持たず、また実運用上でもダム規模の確保容量（例えば図-3の5/38確率年）を上回る水位では節水をかけにくい。このためクロスラインを除いた場合（図-2の実線）について指標の計算を行う。図-1の実線はクロスラインを除いた場合、破線が残した場合の利水安全度指標であり、クロスラインのない5/38確率年以上は一致する。利水安全度指標のうち、(%) day は節水しない方が小さく効果的であり、これは節水量も不足量とみなせば、1つの渇水の不足量を節水で減らすことができないことから理解される。(%)² day は確率年によりあまり明瞭な差が生じず、(%)³ day、(%)² day・不足量（渇水被害関数）、(%)⁴ dayなどはダム計画規模の5/38確率年が最小となる。(%)⁵ dayは3/38確率年で最小となり、利水安全度指標により最適渇水年が変化する状況が分かる。また、節水なしの場合と比較すると、節水により(%)の高次モーメントを持つ利水安全度指標が大幅に減少するのがよみとれる。

### 3. 水位による安全度の考慮

渇水持続曲線は既往流量データから、貯水池が渇渇する確率が各時点で等しくなるように節水率毎の確保容量を結んだものである。一方節水をかけずに必要放流量を流して一定水位まで下がった後の渇渇の回数をとると、図-3の( )で示した頻度となり、水位が低い方が渇渇の割合が高く、節水した場合の空振りの割合が小さい。また渇水持続曲線の確保容量が無い時期（4月など）は、曲線の確率以上の渇水に対し節水機能を持たないため、貯水池が渇渇する頻度が多くなり、安全度を上げることが望まれる。

図-3は貯水池の容量百万 $m^3$ 毎に流量確率を変えて渇水持続曲線を描き、容量の境目につなぎの線を入れたものである。これを段階渇水持続曲線と仮称し、ダム渇渇の頻度を下げる場合に用いる。

表-1はこの場合の流量確率の組み合わせによる利水安全度指標の比較であり、5/38確率年に比して渇渇回数が減少し、無くなっている。一方渇水被害関数など高次モーメントの利水安全度指標は増大の傾向にあり、どの指標に着目するかが今後の問題である。

### 4. 節水時以外の運用

確保容量を上回る水位の時の操作ルールのため、図-4に示すようなラインを描いておくこと運用上有効である。

- 利水最高水位以上の水位上昇と無効放流の発生を防ぐ。
- 確保水位のピーク時に利水最高水位（常時満水位・制限水位）との間を通りぬける。
- 必要な水位まで安全に貯留できるような目標を設ける。
- 確保水位以上の時のダム渇渇に対する可能放流量を知る。
- 各ダムの利水確保容量にずれがある時の運用調整を行う。

これらは各々或る時点から逆のぼって流入量と放流量の差を累加して算出していく。図-4②の線、⑤の上側の線は大きい確率流量（豊水）に対応し、無効放流を減少させるための必要な空容量を示す。⑤の下側の線や③、④の線は渇水を対象とした確保容量曲線であり、③は確保容量と制限水位の接点でダムが満水するための確率を示す。④は複数のダムの場合に用いられ、確保容量線と合わせて複数のダムの水収支バランスが最適になるように設定される。

### 5. おわりに

渇水持続曲線を用いた低水運用について幾つかの検討を行った。実用上の課題である節水空振りの問題については段階渇水持続曲線を用いる方向で検討し、無効放流を減少させるためには逆に空容量の確率値のラインを描く方法を考えている。DDCルールカーブの最適確率年については利水安全度指標により判断されるが、主として水需要構造により決定されるものであり、今後さらに検討が必要となる。

### 参考文献

- 1) 竹内邦良 吉川秀夫；渇水持続曲線とマスカープ法 土木学会論文報告案第 303号（1980）
- 2) 竹内邦良 富田茂 伊藤幸哉；給水貯水池のためのDDCルールカーブ 第28回水理講演会（1984）
- 3) 渡辺和好 星清；渇水持続曲線の改良 開発土木研究所月報 NO. 24（1988）

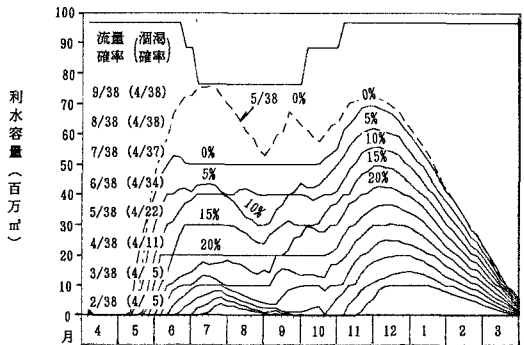


図-3 段階渇水持続曲線 (2/38~9/38)

表-1 段階渇水持続曲線の効果

| 確率年       | 渇渇日数 | 不足 $\Sigma day$    | (不足 $\Sigma$ ) $^2 day$ | 渇水被害関数             |
|-----------|------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 1/38~8/38 | 0    | $14.5 \times 10^3$ | $249 \times 10^3$       | $3483 \times 10^3$ |
| 2/38~9/38 | 0    | $12.9 \times 10^3$ | $222 \times 10^3$       | $3077 \times 10^3$ |
| 2/38~5/38 | 0    | $18.5 \times 10^3$ | $235 \times 10^3$       | $2554 \times 10^3$ |
| 5/38      | 11   | $16.2 \times 10^3$ | $206 \times 10^3$       | $2341 \times 10^3$ |

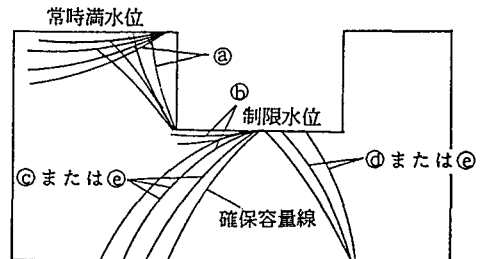


図-4 節水以外の運用ライン