

# 利水者の契約行動に着目した水融通契約の 導入に伴う渇水軽減効果の分析

システム計画学研究室 森田 浩和

## 1. はじめに

大規模な水資源開発の実施が困難となる今後においては、利水者間の水利調整が重要な渇水対策となる。現河川法は渇水が発生した際の調整を認めているものの、当事者間の円滑な合意形成の観点からは、事前の取り決めが有効と考えられる。そこで本研究では、水融通に関する契約制度を設計するとともに、その制度の下での主体の意思決定を支援するためのモデルを動的計画法とゲーム理論を用いて開発する。また、そのモデルを用いて渇水軽減効果の評価を行う。

## 2. 水融通契約

本研究では、融通の手段を持つ二人の主体間での水融通契約を想定する。各主体はそれぞれダムにおいて貯水量を確保している。渇水による被害発生前に、水融通契約を行う。満期に融通する主体  $j$  から主体  $i$  が融通される水量は、 $i$  の渇水被害が回避できかつ  $j$  に渇水被害が生じない範囲であるとする。主体は契約時に融通するか融通を受けるかの意思表明を行い、互いの意思が一致した場合に契約料の交渉を行う。  $t$  期に契約が締結された場合、その契約の満期は  $t+1$  期であるとする。

## 3. 主体の契約に関する意思決定モデル

水融通契約を導入した場合、ある期に締結された契約は以後の双方の主体の貯水量に影響を与える。このため、主体は満期以降の将来の状態も考慮して契約の締結を検討しなければならない。また、貯水量は不確実性を有して変動している。本研究では、このような状況下での決定過程を動的計画法を用いて定式化する。費用の構成要素として、その期の渇水被害  $D_i(v_i(t))$ 、水の融通を受ける主体  $i$  が主体  $j$  に支払う契約料  $x_i$  がある。ここに  $v_i(t)$  は  $t$  期における主体  $i$  の貯水量である。主体による意思表明及び交渉の結果によって次期以降の被害等も変化することを考慮した上で各結果に対する総期待割引費用  $V_i$  を以下のように定式化することができる。ただし  $\beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) は割引因子であり、 $V_i$  の上付きのサフィックスは

契約の結果を表している。契約料  $x_i$  は交渉ゲームの結果として与えられる。

- (1) 融通を受ける契約ができた場合  
(この結果を  $b$  で表す)

$$V_i(v_i(t), v_j(t), t) = x_i + D_i(v_i(t)) + \beta E[V_i^b(v_i(t+1), v_j(t+1), t+1)]$$

- (2) 融通する契約ができた場合 (s)

$$V_i(v_i(t), v_j(t), t) = -x_j + D_i(v_i(t)) + \beta E[V_i^s(v_i(t+1), v_j(t+1), t+1)]$$

- (3) 契約しなかった場合 (d)

$$V_i(v_i(t), v_j(t), t) = D_i(v_i(t)) + \beta E[V_i^d(v_i(t+1), v_j(t+1), t+1)]$$

主体の交渉の結果、 $V_i$  は(1)~(3)に示す三つの右辺の最小値、つまり最も効率的な費用で与えられることが理論的に証明された。

## 4. シミュレーション分析

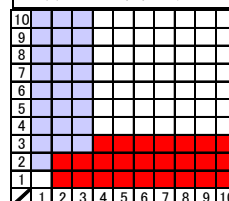
以上のモデルを用いて、水融通契約を導入することによる効果を仮想的な数値例を用いて検討した(表.1 参照)。各主体の貯水量の変動に正の相関、相関がない、負の相関がある場合をそれぞれ数値例 1, 2, 3 とした。() 内には水融通契約を導入しない場合における渇水発生回数を示している。また、ある期を例に主体が表明すべき意思を図.1 に示す意思決定マップとして整理した。

## 5. おわりに

今後は、三主体以上の契約場面について検討する。

表.1 渇水発生回数の比較

数値例	1	2	3
水融通契約を導入した場合の主体1の渇水発生回数	29 (64)	16 (48)	0 (71)
水融通契約を導入した場合の主体2の渇水発生回数	25 (54)	12 (75)	4 (48)



■: 主体2が融通する契約  
■: 主体1が融通する契約  
□: 契約しない  
縦軸: 主体1の貯水量の状態  
横軸: 主体2の貯水量の状態  
状態1→10は貯水量が  
小→大であることに対応

図.1 意思決定マップの例