

渇水期における給配水オペレーション問題に関する一考察

京都大学工学部 正 員 吉川和広

京都大学工学部 正 員 岡田寛夫

京都大学工学部 学生員 若川徳義

1. はじめに

本研究では、渇水期における給配水施設の所定で構成されたいる配水系統を取りあげ、配水オペレーション問題をとりあげて分析

と行なう。すなわち、本問題を以下モデルとして定式化するとともに、京都市の給配水問題に適用して合理的な給配水オペレーション方法に関する定量的な分析を行なう。その場合、予め渇水時の給水制限処置に対する水使用者の意識について統計的な分析を行なう。この結果をモデルの評価関数と設定する際に基礎的な資料として用いる。

2. モデルにおける仮定

①配水区域の水需要量は、ある確率分布に従う変数として与える。

②治水規模を示していると考えられる、給水制限時期中の取水可能量と外生的に与える。

③治水場から配水池への送水による時間的遅れを無視するものとする。

④需要が供給を上回る、とき、配水池における貯水量はすべて給水されるものとする。

⑤種々の給配水方法は、給水制限による生活への被害を表わす指標（パナルティ）を用いて評価する。

⑥給水制限による被害の程度を表わす指標として、その給水制限が実施された場合に、もはや水利用上許容できないと判断する水利用者の数を代表とする。

⑦給水制限時期、という、ある期間に月単位に分割して与えるとき、各期間内のオペレーション方法は、西川年計画に一定であると仮定する。

3. モデル化

治水場、配水池、配水区域がそれぞれに

所定で構成されたいる配水系統を取りあげ、渇水期における給配水オペレーション問題の定式化を行なう。

(記号の説明)

x_{k-1} : 第 k 期の直前の貯水量, y_k : 第 k 期の取水可能量, z_k : 第 k 期の取水可能量, g_k : 第 k 期の給水量, d_k : 第 k 期の水需要量, $P(d_k)$: d_k の確率分布, x_c : 配水池の最大容量

(制約条件の定式化)

$$(1) \quad y_k = x_{k-1} + z_k, \quad z_k \leq d_k, \quad x_k = y_k - d_k \quad (d_k < y_k)$$

$$(2) \quad y_k = x_{k-1} + z_k, \quad z_k = d_k, \quad x_k = 0 \quad (d_k \geq y_k)$$

$$(3) \quad x_{k-1} \leq y_k \leq \min(x_{k-1} + z_k, x_c)$$

$$(k=1, 2, \dots, n)$$

(評価関数の定式化)

給配水方法に関する評価関数は、給水制限時期中の配水池のパナルティの期待値で表わされる

わけであるが、パナルティ関数の設定は次のように行なう。すなわち、ここがその給水

制限方法が実施された場合について、もはや水利用上許容できないと判断する水使用者の

数を代表させる。ところが、給水制限率と住民の取水可能量の度合いを関係式 $1 - \alpha$ として

表わす給水制限率の増加に伴って、その制限

率以上の制限に耐えることのできない人の割合が、一次式に増大していくことがわかって

いる。したがって、ここがパナルティ関数を給水制限率の一次式の関数として、

$$P(x) = \alpha x + \beta$$

のように設定する。ただし、ここが α はパナルティ関数の内生的な変化を示すパラメータであり、これは治水規模を表わす定数である。

以上述べたことより、評価関数を次のように

定式化する。

$f_{in}(x_0)$: 配水池の貯水量 x_0 から出発し、最

適政策をとったときにおける期間経

過のバリエーションの期待値

$$f_{in}(x_0) = \text{Min} \left(\sum_{j=1}^n \left(\frac{g_j - g_0}{g_j - g_0} \right) \left[\frac{g_j - g_0}{g_j - g_0} \right] p(g_j | g_0) \right)$$

ここに $(g_j - g_0)/g_j (= w_j)$ は給水制限率、 g_j は第 j 期の必要水量の上限度である。またこの j 期間に対する評価関数 f_{in} 。ブルマの最適性原理を適用することにより、本問題をDP手法により解くことが可能となる。

4. 分析結果と考察

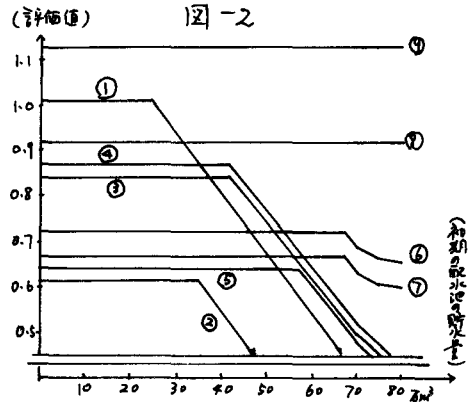
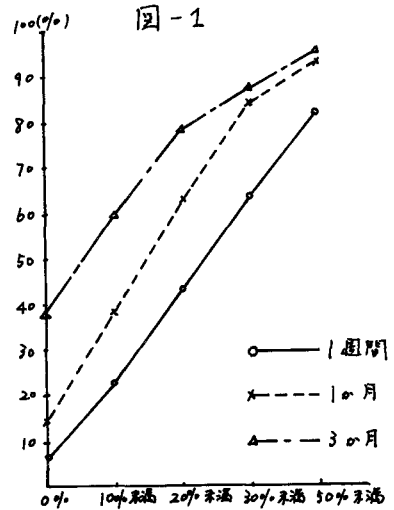
河川端、配水池、配水池域がそれぞれ10期に分けて構成されている配水系統と想定し、本モデルを京都市の給水カーブと並列して適用した結果を示す。ただし、本研究では、河川端での取水量のコントロールが可能と仮定し、制限期間中に最低限確保できると予想される取水パターンとして、給水制限程度が「初期に厳しめ、後半徐々に緩和する」「1F頃に一番厳しめする」「終頃に一番厳しめする」「終期に向う程度にゆるむ」という主に4つの配水方法について比較・検討を行った。

◇制限期間 1.8~7月、制限率 20% (図1)

給水制限と実施する前の配水池の貯水量に依存して、初期に比較的制限を厳しめし、後半に入ると制限を緩和するオロレシエ方法が有効である。ただし、この場合、給水制限率の変化と関連がある方法がある、と不利になる。また、期間中、給水制限率を一定にする、この方法も比較可能であるといえる。

以上の分析結果の概要を、詳細について、講演時に説明する。また、その際のモデル化の基礎資料として、以下の表のデータが

任意の分析結果について言及すること



<取水パターン> 合計 172.8 万 m³ (単位 万 m³)

方法	7月期	8月期	9月期	⑤	57.6	57.6	57.6	制限率 (20%)
①	24.7	49.4	98.7	⑥	67.1	67.1	34.6	
②	34.6	69.1	67.1	⑦	67.1	34.6	67.1	
③	43.2	86.4	43.2	⑧	86.4	43.2	43.2	
④	43.2	43.2	86.4	⑨	98.7	49.4	24.7	