

多目標の評価を考慮した広域的・多角的な水配分問題に関するシステム分析(2)

京都大学工学部 正員 吉川和広
京都大学工学部 正員 岡田憲夫
京都大学大学院 学生員 桜井久生

はじめに 本研究では多水系からなる広域地域を対象とした水配分問題をとり上げたが、その際水供給方式として、①ダム群建設と水系間導水による水源開発方式および②水質改善と再利用を目的とした三次処理水の再利用方式、の双方をとり上げるとともに、その合理的な組み合わせの方法を検討することになる。物際何らかの評価基準が必要であるが関連する事項が多様であり、種々の評価事項がとりうるが競合関係が存在することが多く、同時に満足な状態にあることは不可能である。よって本研究では、この場合最も重要な目標として供給水量、河川の水質、および費用の3つの事項をとり上げ、これらの目標の達成がバランスよく得られる解を求める問題をモデル化する。このように考えたとき本モデルはL字型効用関数を用いた目標計画法によりモデル化できることが示される。

2モデル化の仮定

- ① 各水系流域をいくつかのゾーンに分割し各ゾーンの取水は各ゾーン内の当該河川から行なうものとする。
- ② 各ゾーンにおいて本川に流入する流量および、その水質を考慮し、ゾーンの下流地点において本川の水質があらかじめ設定した水質基準を満たすことを要件とする。水質の指標にはBOD値だけを採用する。
- ③ 本モデルにおいては生活用水と工業用水の新規需要量を対象とし生活用水と高質な水質が要求される工業用水は上水道により供給され他は工業用水道により供給されるものとする。
- ④ 各水系の上流部にダム群を建設する。
- ⑤ 廃水はすべて下水処理後当該河川に放流されるが一部は三次処理後放流するものとする。
- ⑥ 三次処理水の再利用は工業用水のみ考える。三次処理の方式は高級三次処理とし工業用水の需要のすべてをかなうことも可能と考える。
- ⑦ 評価の対象となる目標として、(i)建設費の償還額と維持管理費の総和の最小化と(ii)各ゾーンでの上水と工業用水の供給量の最大化をとり上げる。さらに(iii)水質(BOD値)も目標として加えた場合について計算を行なう。

3モデルの定式化

(変数・定数の定義) X_{1i} : iゾーンでの上水道の浄水場の浄水量, X_{2i} : 同工業用水道の浄水場の浄水量, X_{3ij} : iゾーンからjゾーンへ送水される上水の量, X_{4ij} : 同工業用水の量, X_{5ij} : 同河川水の量, X_{7i} : iゾーンでの三次処理量, X_{8i} : 同再利用される三次処理水の量, Q_i : 同取水地点における河川流量, B_i : 同取水地点における河川水のBOD値, D_i : 同上水の供給量, d_i : 同工業用水の供給量, T_i : 同下水処理量, H_n : n地点でのダムの建設規模, (以上変数), A_i : iゾーン取水地点における維持用水量, a_i : 同取水地点からjの下流ゾーンの取水地点までの間に本川に流入する自然水の流量, b_i : a_i のBOD値, \bar{b}_i : 下水処理水のBOD値, \bar{b}_i : 三次処理水のBOD値, B_i : iゾーンの取水地点での水質基準値, t_i : iゾーンにおける従来の水使用量, C_n : n地点におけるダムの最大建設規模 (以上定数)

制約条件の定式化

ダムの建設規模 H_n との最大建設規模 C_n について

$$H_n \leq C_n \quad (1)$$

が成立する。各ゾーンでの取水可能量と河川流量 Q_i 、維持流量 A_i との関係は次式で表わされる。

$$Q_i - A_i \geq X_{1i} + X_{2i} + \sum_{j \in G_i} X_{3ij} - \sum_{j \in G_i} X_{6ji} \quad (2)$$

上水供給量 D_i 、工業用水供給量 d_i と各施設の供給量との間に

$$D_i \leq X_{1i} - \sum_{j \in G_i} X_{3ij} + \sum_{j \in G_i} X_{6ji} \quad (3)$$

$$d_i \leq X_{2i} - \sum_{j \in G_i} X_{4ij} + \sum_{j \in G_i} X_{5ji} + X_{8i} \quad (4)$$

が成立する。また下水処理量 T_i について

$$T_i \geq D_i + d_i + t_i \quad (5)$$

が成立し、下水処理量 T_i と三次処理量 X_{7i} について

$$T_i \geq X_{7i} \quad (6)$$

が成立する。三次処理量 X_{7i} と再利用量 X_{8i} について

$$X_{7i} \geq X_{8i} \quad (7)$$

が成立する。一方河川流量 Q_i は次式で表わされる。

$$Q_i = \sum_{l \in F_i} Q_l + \sum_{l \in F_i} T_l + \sum_{k \in P_k} H_k - \sum_{l \in F_i} (X_{1l} + X_{2l} + X_{3l} + \sum_{j \in G_i} X_{6jl} - \sum_{j \in G_i} X_{3ij}) \quad (8)$$

