

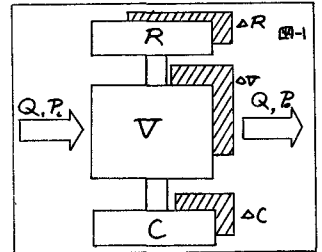
浄水施設の限界効用の研究

京都大学工学部 正会員 工博 末石富太郎
京都大学工学部 学生員 ○和田安考

1. はじめに

水処理施設の設計の合理化にあたっては、従来、建設費、維持管理費（処理費用）の相対比較が行なわれるのが一般的であるが、処理施設の経済性は、施設の目的である処理能力（浄化効率）に対する各種費用、経費の大小の比較によって始めて正當に評価される。単に建設費、維持費が安くても、それに適して処理能力が低いと必ずしも経済的なものとはいえない。ここでは浄水施設の処理効果の経済的評価について、限界効果の概念をとり入れて考察してみたい。

2. 水処理施設の経済性、図-1に示すごとく、水質 P 、水量 Q の処理において、 C なる費用（建設費、維持費）を費し、規模 V の施設により、 P_0 の水質に処理する場合、すなわち、 $R = P_0 - P$ の浄化を行なう場合について考えてみる。先述のように経済性は本来 C と R との比較検討が必要である。ある規模 V において、 C が R にいかにか影響しているかは、限界費用概念によってその状態から微少量 ΔV の変化に伴う処理費と処理能力（浄化効率）の変化量 ΔC 、 ΔR によって評価できる。いま



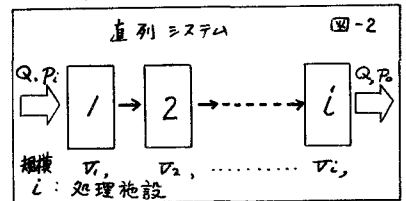
$R = f(V)$, $C = g(V)$ — (1) なる関係があれば
 $dR = \frac{\partial f(V)}{\partial V} dV$, $dC = \frac{\partial g(V)}{\partial V} dV$ — (2) となり、 $V = V$,
($C = C$) における処理施設は、次のような限界処理効率をもってゐるものと考へられる

$$dR/dC = \frac{\partial f}{\partial g} = F(V) \text{ — (3)}$$

(3)式のかわりに、平均的な、 $R/C = G(V)$ による検討も可能であるが、(3)式の特徴は、平均的評価ではなく、任意の施設レベルでの効用をあらわす点にある。

3. システム構成の経済性

3-1, 直列システム、処理施設は各単位施設の組合せにより1つのシステムを構成するが、各単位施設の規模 V の決定に上記の考へ方を用いてみる。図-2のごとく一連のシステムがあるとき、一般に



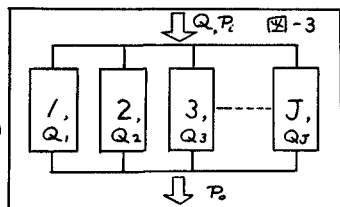
$$\left. \begin{aligned} R &= f(V_1, V_2, \dots, V_i) \\ C &= g(V_1, V_2, \dots, V_i) \end{aligned} \right\} \text{ — (4) とかくことが出来る}$$

ここで、一定の経費($C = \text{一定}$)で、処理能力 R を最大にするには、 $dC = 0$ $dR = 0$ であればよい。これより次式が得られる。

$$\frac{\partial f}{\partial V_1} / \frac{\partial g}{\partial V_1} = \frac{\partial f}{\partial V_2} / \frac{\partial g}{\partial V_2} = \dots = \frac{\partial f}{\partial V_i} / \frac{\partial g}{\partial V_i} = n_i = N \text{ — (5)}$$

(5)式が成立するように各規模 V_i を決定すればよい。

03-2, 並列システム, 図-3のごとく並列システムを構成する場合は, R, C は次のように各 V の影響を互いに独立して表現しうる。 $R = f_1(V_1) + f_2(V_2) + \dots + f_J(V_J)$ } — (6)
 $C = g_1(V_1) + g_2(V_2) + \dots + g_J(V_J)$



$f_1, f_2, \dots, f_J$ は当然流量配分割合を含んだ関数で, システム化に伴う制限として, $Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_J$ (6)' が存在する。(5)式と同様に

$$\frac{\partial f_1}{\partial V_1} / \frac{\partial g_1}{\partial V_1} = \frac{\partial f_2}{\partial V_2} / \frac{\partial g_2}{\partial V_2} = \dots = \frac{\partial f_J}{\partial V_J} / \frac{\partial g_J}{\partial V_J} = m_J = M \quad (7)$$

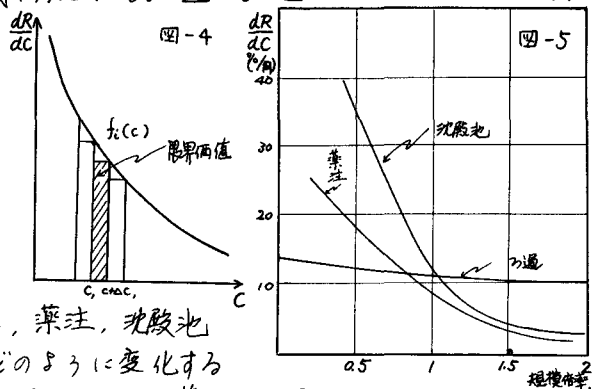
の成立する V によって, 各処理式の選取および規模決定を行うことが出来る。又 $V_1 = V_2 = \dots = V_J$ のときの各 m_i の値によっても相対的に比較可能である。

4, 限界効用

図-4のごとく横軸に費用, 縦軸に限界効用 (dR/dc) をとれば, 各施設の限界効用の総和は次式で表わされる。 $R = \sum_{i=1}^n \int_0^c (dR/dc)_i dc = \int f_1(c) dc + \int f_2(c) dc + \dots + \int f_J(c) dc$ — (8)

ここで全体の費用と各施設配分費用は次式で示される。 $\sum C_i \leq C$ — (9)

(9)式のもとで(8)式を最大にする各施設の規模(配分額)を決定すればよい。水処理施設では, 直列システムと並列システムがあり, 浄水施設では直列システムがとられてゐるが, 内部的には並列システムを構成してゐると思われる部分もありうる。



5, 適用例 1例として浄水施設のうち, 薬注, 沈殿池, ろ過池をとり上げ, これらの限界面値がどのように変化するかと比較検討した。結果は図-5に示すごとく, 沈殿池, 薬注の限界面値の勾配が大きく, ろ過池はそれほどでないことがわかる。すなわち, 規模倍率において, 最初の施設(薬注, 沈殿池)による限界面値が大きいことがわかる。これより, よりつめた設計では, 前処理に重点をおき, 余裕の大きくする場合には, ろ過に重点をおくべきことが推奨できる。沈殿池とろ過池としては, これより現在の基準とされてゐる規模より5%くらい大きくすれば限界効用が著しくなる。

6, おわりに, 以上考察および例と示したが, 従来, R と V との関係の研究データが少なゝので, 今後この点の調査研究が必要とされる。なお本研究は, 浄排水系統の動的設計に関する総合的研究の一部である。

参考文献: 上水道統計, 日本水道協会

: 水処理効果の経年的評価について, 佐友恒 土木学会年次学術講演集(昭和42年)