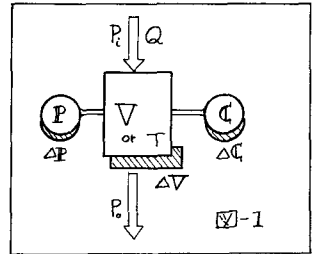


1. はじめに： 上水、下水を問わず、水処理施設の経済性の検討は従来、建設費あるいは維持費（処理費）の相対比較によるのが一般的であったが、各処理施設の経済性は施設の目的とある処理能力（あるいは浄化効率）に対する各種費用、経費の大小などの比較によってはじめて正当に評価されるものである。すなわち、建設費、維持費が単に安くても、処理能力もそれに依りて低いものであれば、これは必ずしも経済的とはいえない。また、ある処理方式も、いかなる単位施設の組合せによって構成するのが経済的であるかも同様に各単位施設の経済性から評価できよう。

以下、このような観点から、各水処理施設の処理効率の経済的評価について検討を加えてみる。

2. 水処理施設の経済性：

右図に示すごとく、水質 P 、水量 Q の処理に対し、 C なる全経費（建設費、維持費など）を費し、規模 V （あるいは滞留時間 T ）の施設によって P_0 の水質に処理するとき、すなわち、 $P = P_0$ の処理をする場合について検討してみる。



先述のごとく、経済性は本来 C と P による比較検討が必要である。

ところで、ある規模 V （あるいは T ）において C が P にいかに関与しているかは、その状態から微少量 ΔV の変化に伴う処理費と処理能力（効率）の変化量 ΔC 、 ΔP によって知ることができる。（限界費用概念の導入を行なう。）

$$\text{いま、} \quad P = f(V) \quad , \quad C = g(V) \quad , \quad \text{--- (1) なる関数関係があれば、}$$

$$dP = \frac{\partial f}{\partial V} \cdot dV \quad , \quad dC = \frac{\partial g}{\partial V} \cdot dV \quad \text{--- (2)}$$

V の代りに T をとリ ΔC と ΔP の関係を求めれば、次に示すごとく、 $T=T$ における処理施設の経済性が次の限界処理費用によって評価される。

$$\frac{dP}{dC} = \frac{\partial f}{\partial T} / \frac{\partial g}{\partial T} = F(T) \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{ただし一般に、} A, B \text{ 定数で、} \quad A \geq T \geq B \geq 0 \quad \text{--- (4)}$$

(3)式は逆数をとっても全く同様である。ところで、水処理施設では、(3)式のかわりに次の(5)式によって平均的に比較することも可能である。

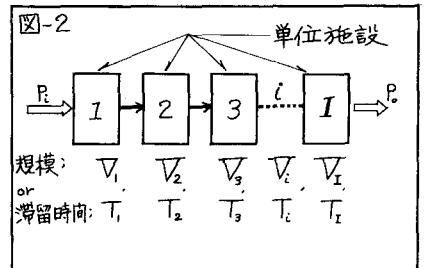
$$P/C = G(T) \quad \text{--- (5)}$$

3. 処理システム構成の経済性：

一般に処理施設は各単位施設の組合せにより一つのシステムを構成するが、各単位施設の規模は経済性をも考慮して決定される必要がある。図-2に示すごとき一連のシステムがあるとき、次式について考えてみる。

$$\left. \begin{aligned} P &= f(V_1, V_2, \dots, V_i) \\ C &= g(V_1, V_2, \dots, V_i) \end{aligned} \right\} \quad \text{--- (6)}$$

上述のごとく、ここで V の代りに T をもとリうることはいうまでもない。ここで、一定の経費（ $C = \text{const.}$ ）で、処理能力 P を最大にするには、 $dC = 0$ にて、 $dP = 0$ 、これより次式をえる。



$$k_i = \frac{\partial f_i}{\partial V_i} / \frac{\partial g_i}{\partial V_i} \quad \text{とすると,} \quad k_1 = k_2 = \dots = k_i = \dots = k_J = K \quad (7)$$

経済性のみからいえば、(7)式が成立するよう各 V_i をきめるべきである。しかるに一般に V_i に制約が加わるので両者を同時に満たさない V_i があるときは、この V_i を除く他の単位施設について(7)式が成立するよう各規模を決定し、その V_i については k_i が K に最も近い制約内の数をとればよい。

4. 各処理方式の経済性に関する相対的比較：

先に記した概念を用いて図-3のごとく、比較のための並列システムを想定すれば、この場合(6)式は互に独立して表現しうる。

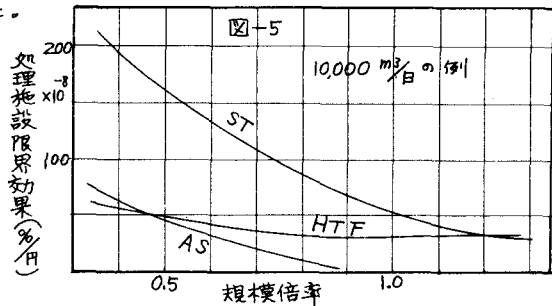
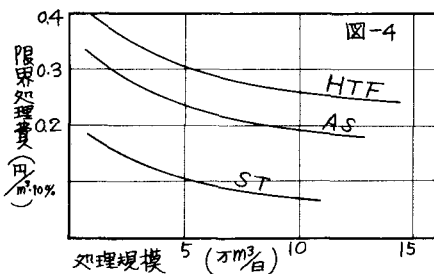
$$\begin{aligned} P &= f_1(V_1) + f_2(V_2) + \dots + f_J(V_J) \\ Q &= g_1(V_1) + g_2(V_2) + \dots + g_J(V_J) \end{aligned} \quad (8)$$

ここの V_j の制約は各独自の制約であり、システム化に伴う制約は考慮する必要がない。(7)式と同様に、

$$m_j = \frac{\partial f_j}{\partial V_j} / \frac{\partial g_j}{\partial V_j} \quad \text{とすると,} \quad m_1 = m_2 = \dots = m_j = \dots = m_J \quad (9)$$

(9)式が成立する V_j から各処理方式の経済性を評価することができる。あるいは、 $V_1 = V_2 = \dots = V_j = \dots = V_J$ のときの各 m_j の値によっても相対的に比較することができる。

5. 適用例：一例として、下水の処理方式をとり上げ、わが国各都市の実績データから活性汚泥法(AS)、高速散布沈床法(HTF)、沈殿放流(ST)の三者の経済性を上記考案で比較してみた。結果は図-4、5に示すごとく、HTFは建設費がASに比べ安価といわれているが、処理能力(BOD除去率%)当り限界値からみれば、ASより高つくこともあることがわかる。また(8)式による図-5から、100%規模では処理効率からみれば一応、ST、HTF、ASの順で経済的であることがわかるが、STでも一般標準的施設より、2~3割程度滞留時間を長く、ゆとりのある施設を設けたりすれば、HTFとほぼ同等のものとなり、ASはほぼ現状より5~6割引きつめた設計が可能になってはじめて処理能力もやや低下するが建設費も低下してHTFと同等になってくることが明らかになった。



6. おわりに：以上、考え方や一例を示したが、上水道施設においても全く同様に検討することはいうまでもなく、また、従来 P と V (あるいは T)との関係に関する研究データが少ないので、今後この点の調査研究の必要性が特に痛感される。なお本研究は合田健教授、末石昌太郎助教授の指導のもとに行われたものであり、ここに感謝の意を表す次第である。

参考文献：日本水道協会、公共下水道統計 21号。