

低密度地域における下水道システム の効率性について

山口大学工学部 ○正員 浮田正夫、徳本弘幸
正員 中西 弘、城田久岳

1. はじめに

下水道の普及率は平成2年度末で44%となり、人口100万人以上の大都市では90%と高い普及率を示しているが、人口10万人以下の都市では16%である。今後は、人口低密度地域における普及が必要になっている。ここでは、下水道統計と地方公営企業年鑑を用いて、下水処理システムの効率性の推移について考察する。

2. 解析方法

(1) 経年変化の解析 昭和33年度から平成1年度まで、下水道統計に記載されている、各年度の管渠建設費 C_p (億円)、処理場建設費 C_t (億円)、維持管理費 M (億円)、処理区域面積 A (ha)、処理区域人口 P (人) のデータを用い、以下のような手順で雨水分を除く汚水分の費用の推定を行う。

① 管渠建設費(汚水分) C_{p1} 下水道統計(財政編)(昭和59～平成1)を参照し、管渠建設費のうち汚水の占める割合を推定すると、管渠建設費の約55%が汚水分であった。この割合を一律に用い、昭和36年から平成元年度までの管渠建設費(汚水分) C_{p1} を推定する。 $C_{p1} = C_p \times 0.55$ …(1)

② 処理場建設費(汚水分) C_{t1} 下水処理場は100%汚水処理のための施設とみて、 $C_{t1} = C_t$ ……(2)

③ 維持管理費(汚水分) $M1$ 下水道統計(財政編)の維持管理費の内訳より、雨水費を除いた部分は昭和59～平成元年度について平均値を取ると、全維持管理費中約79%を占めるので、 $M1 = M \times 0.79$ ……(3)

④ 資本費(汚水分) $S1$ 処理場、管渠等の土木建設物の耐用年数を30年とした毎年同一額払の定額法で減価償却と利息を計算する。耐用年数30年、利子7%のときの資本回収係数は0.0805であるから、

$$Sp1 = 0.0805 \times C_{p1} \quad (\text{管渠分}) \quad \dots\dots(4) \quad St1 = 0.0805 \times C_{t1} \quad (\text{処理場分}) \quad \dots\dots(5)$$

昭和36年からその年まで、各過年度の建設費に対する減価償却及び利息の累積値を資本費 $S1$ とした。

⑤ 処理費用(汚水分) C $C = S1 + M1$ ……(6) ⑥ 一人当たり汚水処理費用 UC

$$UC = C/P \quad \dots\dots(7) \quad \text{⑦ 一人当たり資本費管渠汚水分 } USp1 \quad USp1 = \sum Sp1/P \quad \dots\dots(8)$$

⑧ 一人当たり管渠汚水分維持管理費 $UMp1$ 下水道統計(財政編昭和59～平成1)から推定して、維持管理費の汚水管渠分は、維持管理費(汚水分)の約2.5%となり、 $UMp1 = 0.025 \times M1/P$ ……(9) とした。

(2) 地方公営企業年鑑による解析 地方公営企業年鑑(昭和54年～平成元年度版)を用いて、汚水処理に係る費用、人口密度と管渠延長の関係などの経年変化を整理した。さらに平成元年度における都市規模別の下水処理施設に関する現状を、人口密度を考慮しながら整理した。

3. 解析結果

(1) 経年変化 図1に処理区域内人口密度の経年変化を示す。処理区域内の人口密度は昭和36年の約240人/haから、平成元年では、約80人/haまでに減少し、徐々に人口密度の低密度な地域へと移行している。

図2には、一人当たりの汚水処理費用の経年変化を示す。平成元年を基準として物価補正し、管渠分と管渠以外に振り分けている。処理費用は経年的に大きくなってきており、とくに管きょ分の増加の影響が大きい。図3は処理人口密度と処理費用の関係に置き換えたものであるが、処理区域内人口密度が小さくなるにつれ、一人当たり処理費用が大きくなることを示している。

(2) 都市規模別の比較 平成元年度における都市規模ごとの処理区域内人口密度、1m³当りの処理費用、年間1人当りの処理費用および1人当たり管きょ長の比較を表1に示した。これを見ると人口30万程度の都市と人口1万人未満の都市では、1m³当たりの処理費用で3倍程度の開きがあり、年間1人当りの処理費用で、3万円の開きが見られる。図4は平成2年度における都市規模別の処理人口密度と管きょ密度の比較を示す。

(3) 人口密度と処理費用の関係 図5は平成2年度における、人口密度と一人当りの管渠長の関係の関係を表したものである。図6は平成2年度における、人口密度と一人当たり污水处理費用の関係を表したものである。人口密度の低い地域ほど一人当りの管渠長が大きく、污水处理に係る費用が大きくなっている。日本下水道協会：下水道統計(昭和35～平成元年度版)、地方財務協会：地方公営企業年鑑総括編(第27～38集)

表1 都市規模別の公共下水道の処理費用等比較

	指定都市	30万～	10～30万	5～10万	3～5万	1～3万	～1万	排水区のみ	合計
処理区域人口密度 人/ha		112.3	107.6	81.8	74.9	56.8	55.0	32.9	85.5
污水处理単価 円/m ³		98	85	107	128	169	215	125	117
1人当処理費用 千円/人/年		18.3	14.0	17.4	19.7	22.7	31.2	46.6	177.4
1人当管きょ長 m/人		3.43		3.77	2.84		5.42	7.32	31.23
									4.04

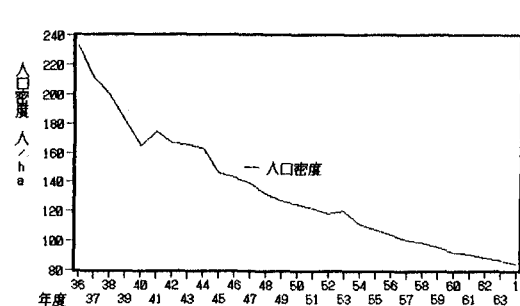


図1 処理区域内人口密度の経年変化

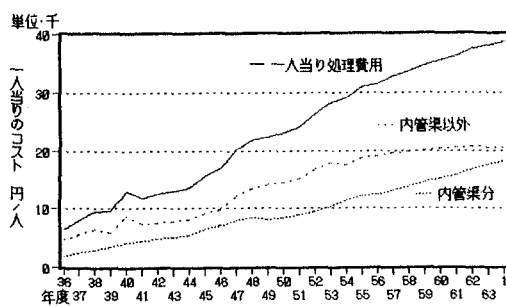


図2 1人当たり処理費用の経年変化

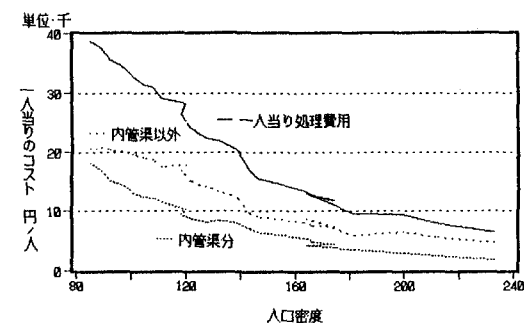


図3 処理区域内人口密度と処理費用の関係

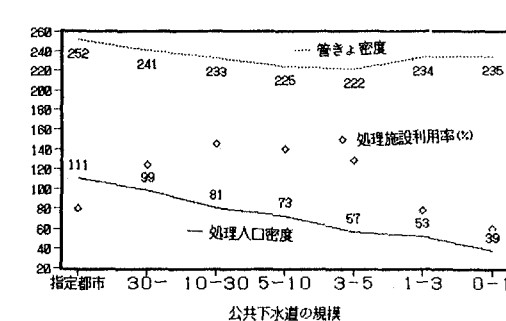


図4 公共下水道の規模と処理区域人口、管きょ密度の関係

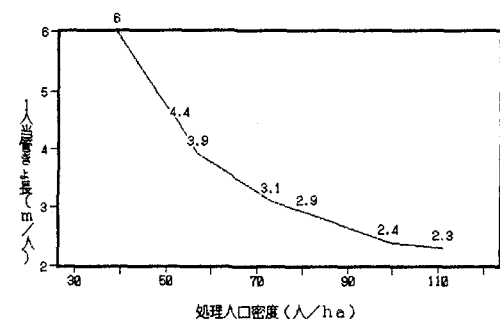


図5 処理区域内人口密度と1人当たり管きょ延長の関係

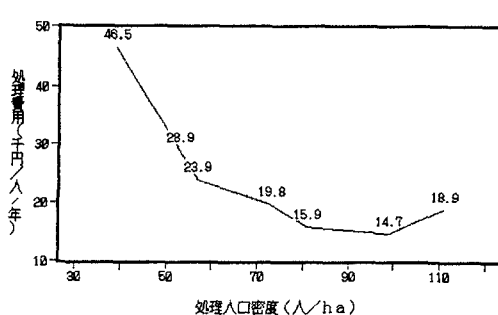


図6 処理区域内人口密度と処理費用の関係