

(VII-26) 上水道の配水量に及ぼす気象的要因に関する検討

山梨大学工学部 正会員 平山公明
山梨大学工学部 正会員 平山けい子
山梨大学工学部 斎藤美嘉

1. はじめに 市民に上水を供給する際に、配水量の変化をとらえておくことは上水道システムを管理運営する上で重要である。変化をとらえる最も単純な方法は1年間の総配水量を年度ごとのグラフにすることである。上水使用量は多くの要因が複雑に絡まって変化していると思われるが、気温ないしは気象とも密接な関係がある。一般的には気温が高くなると水使用量は多くなる傾向がある。涼しい夏の年ではその年度の総配水量は普通の年度より少なくなるであろう。構造的な配水量の変化を的確に捕えるには、このような配水量の気温や気象要因への依存性を考慮に入れた上でその変化を検討する必要がある。

そこで、甲府市水道局の毎日の配水量を用いて、配水量と気温との関係を検討した。

2. 検討方法 配水量は、1990年1月1日から1994年12月31日までの5年間の値を用いた。1日の配水量を給水人口で割って1人1日あたりとして求めた。気象的要因として気温に注目した。気温は、「山梨県気象月報」の甲府地方气象台での値を用いた。経済指標は「都道府県別経済統計」の山梨県の値を用いた。

3. 配水量の傾向の概要 図1に1985年から1994年の1人1日配水量の年平均値と年平均気温の変化を示す。配水量は1990年をピークに1994年にかけてはやや減少傾向にある。この10年間は気温はほぼ一定か幾分上昇傾向にある。図2には山梨県の経済指標と配水量の関係を示す。経済指標は1991ないし1992年をピークにその後小さくなる傾向にある。

図3に曜日別の平均の1人1日配水量を示す。図3は1人1日の配水量の年平均値を100%としてプロットしている。月曜日から土曜日までは大きな差がないが、日曜日祝日は他の曜日に比べると3~4%配水量が少ない。以下ではこの差は小さいものと考え、日曜日祝日と他の曜日を区別せずに検討を行った。

4. 1人1日配水量と気温との関係 図4に見られるように配水量は、横軸に毎日の平均気温をとると、20℃を超えるあたりから傾きが大きくなっている。最高気温で25℃、最低気温だと15℃でも同様の傾きの変化が見られた。したがって、気温と配水量を1次式の関係で結び付けることは必ずしも適切ではない。2本の直線で回帰させることも考えられるが、本研究では、配水量と気温との間を指数関数的な関係で

$(y = a + b \exp(cx))$ y : 1人1日配水量, x : 毎日の気

キーワード: 配水量, 気温, 気温上昇効果, 指数関数回帰, 経年変化。

連絡先: 400-8511 甲府市武田4-3-11 山梨大学工学部, TEL 055-220-8596, FAX 055-220-8770

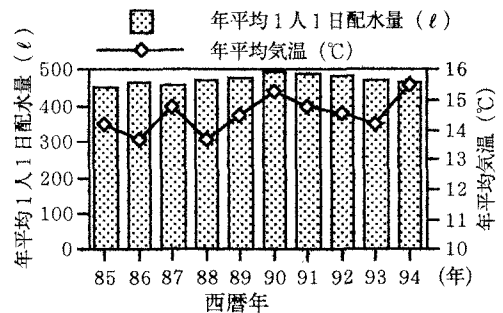


図1 1985-1994の配水量と気温の関係

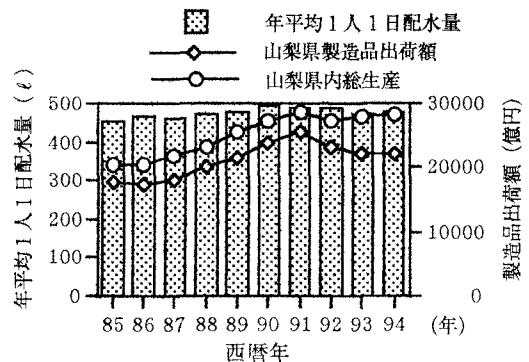


図2 経済指標と配水量の関係

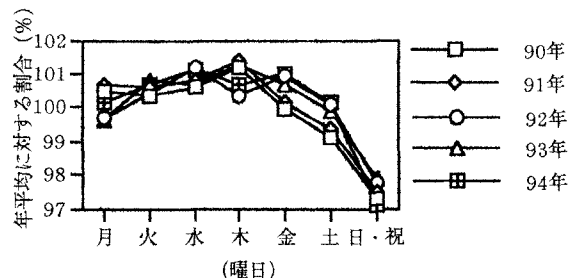


図3 曜日別の配水量の比較

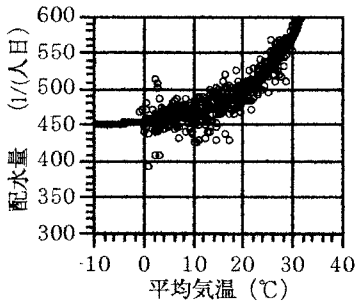


図4 配水量と気温の関係
(1990年)

表1 最高気温による指数関数を用いた回帰式

年	式番号	指数関数を用いた回帰式 [x: 最高気温(℃) y: 配水量(ℓ/人/日)]	指数関数 回帰式の R ²	1次式に よる回帰 式のR ²
90年	①	$y = 438 + 8.83 \times \exp(0.0736 x)$	0.813	0.733
91年	②	$y = 454 + 3.79 \times \exp(0.0927 x)$	0.745	0.648
92年	③	$y = 440 + 9.35 \times \exp(0.0710 x)$	0.840	0.770
93年	④	$y = 401 + 36.8 \times \exp(0.0314 x)$	0.488	0.482
94年	⑤	$y = 419 + 15.6 \times \exp(0.0538 x)$	0.812	0.767
90～94	⑥	$y = 436 + 9.57 \times \exp(0.0683 x)$	0.743	0.679

温, a, b, c: 定数) 回帰させて相関係数を求めた。回帰曲線も図4に示す。データの適合性は1次式よりも良好である。

最高, 最低, 平均の3種類の気温の中では最高気温を用いた場合に最も高い相関が得られた。各年の最高気温-配水量の回帰式と相関係数の2乗の値を表1に示す。指数関数を用いると, 相関は1次式の場合よりも大きくなっている。

1990～1994年の指数関数による回帰式を図5に示す。かなりの部分で重なりが見られる。1990～1992までは水需要の変化はほとんどなかったものと思われるが, 1993, 1994年はその前の3年間に比べると回帰曲線が低い値を示しているため, 水消費に何らかの変化が起こっている可能性がある。

5. 気温上昇が配水量に及ぼす影響 1度の気温上昇がどの程度の配水量の増加につながるのかを検討する。まず, 1990年から1994年までの毎日の1人1日あたりの配水量と最高気温から回帰式を求めた。求めた回帰式は以下(表1, ⑥式)のようになった。

$$y = 436 + 9.57 \exp(0.0683x) \dots (1)$$

ここに, y: 1人1日配水量(ℓ/人/日) x: 最高気温(℃)である。

次に, 甲府市の1961年から1990年30年間の毎日の最高気温の値を使い, 1年365日のそれぞれの日の最高気温の30年分の平均値を求め, これを「平年の最高気温」とした。毎日の平年の最高気温と(1)式を用いて得られる配水量を1年分加えて, 平年の一人あたり1年間の配水量, とした。そして, 毎日の平年の最高気温に1度を加えて(1)式より同様に一人あたり1年間の配水量を求めた。平年に比した配水量の増加割合を図6に示す。図6によれば, 年間を通じて最高気温の1度の上昇は0.7%程度の配水量の増加になり, 温度上昇の水使用量への影響はあまり大きくないと考えられる。

6. まとめ 甲府市の1990年から1994年までの5年間の配水量の日データを用いて, 水使用量の構造的変化を把握知する上で重要と思われる, 配水量の気温への依存性について検討した。以下の点が指摘できる。

- (1) 気温が高くなると配水量は多くなる関係にある。最高気温では, 25℃あたりを越えれば, 気温上昇に対する配水量の増加量は大きくなっていた。したがって, 指数関数を用いてその関係を表す方が適切であった。
- (2) 年平均気温の1℃の上昇は, 配水量の0.7%程度の増加をもたらすと推定される。

謝辞

本研究をおこなうにあたりまして甲府市水道局よりデータを提供していただきました。関係した方々に感謝いたします。

文献 1)日本銀行調査統計局, 都道府県別経済統計(1987-1996) 2)細井由彦, 村上仁人, 気温の変化が水使用量に及ぼす影響について, 土木学会第46回年次学術講演会第2部, pp. 262-263, 1991

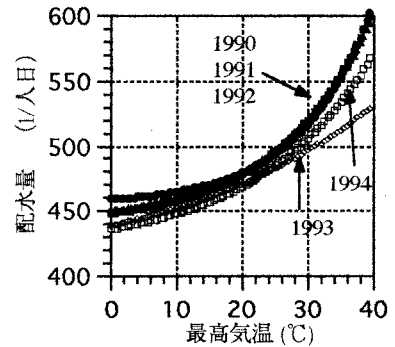


図5 指数関数を用いた回帰曲線

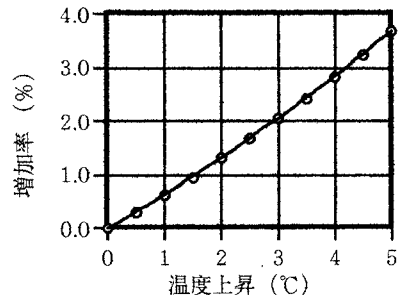


図6 温度上昇に伴う配水量の増加率