

日給水量と気温の関係に関する考察

鳥取大学工学部 正 細井山彦
徳島大学工業短期大学部 正 村上仁士
徳島大学大学院 学○奥野 茂
富士通 正 赤木 渉

- 1 まえがき 地球温暖化は気温の上昇にともない降雨降雪の量やパターンの変化などの気象変動を起こす。これらは、水道の需要供給に多大な影響を及ぼすことが考えられる。本稿では、気温の上昇にともない給水量がどのような影響を受けるか気候条件の異なる都市を取り挙げ比較検討した。
- 2 解析データ 日給水量と気温、天候などの気象の記録を12都市について収集、整理した。日給水量は年数が進むにつれて増加、減少する線形のトレンドがみられたのでこれを除去した。
- 3 結果および考察

日平均気温とトレンド除去後の日給水量の関係の例を図-1に示す。全体的な傾向として、ある気温までは日給水量は一定であるが、その気温を越えると気温の上昇にともない日給水量も増加する傾向がみられた。これに加えて、日本海式気候に属するH市などは気温が低くなると日給水量のばらつきが大きくなる傾向がみられた。この原因として凍結防止や融雪のための水使用量の増加と考えられる。

次に気温をパラメータにとり、その気温以上の日の給水量と気温との相関係数を求めた。晴天日のみ抽出したものについても同様のことを行った。これらを図-2、図-3に示す。これより日給水量は日最高気温との間に最も相関が強いことがわかる。この傾向は12都市共通であった。晴天日のみ抽出したデータと全データの最高気温と日給水量の相関を比較すると、前者が後者よりも相関が高いことがわかった。この結果、水使用活動には天候による影響があるといえる。

そこで、日最高気温を取り上げ、いずれの都市においてもかなりの相関がみられた17℃以上の日々について回帰式を示す。

$$Q = a (T_{max} - 17) + b \quad T_{max} \geq 17 \quad (1)$$

Q：一人当たりの日給水量

上式において係数aは気温の変化による影響を表し、定数項bは気温の変化に影響されない水量を表している。各都市の回帰式の係数aと定数項bの結果と相関係数を表-1に示す。

係数aに着目してみると、日本海式気候に属するG市、H市、I市のそれは、5.6、7.4、6.7と他の都市に比べて高い値を示した。日本海式気候は、夏期冬期の気温差が激しい地域であるため、水使用量が気温の変化に敏感に反応すると考えられる。この中でも、特に水道料金が安いH市やI市ではその傾向が顕著であった。

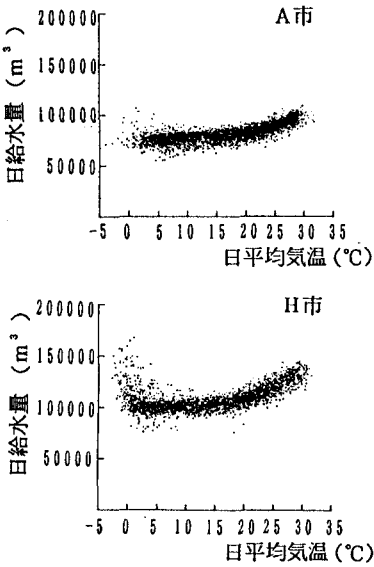


図-1 平均気温と日給水量の関係

表-1 各都市の気温と一人一日の水使用量との回帰の結果

	気温による影響を要す定数項(a)	気温に影響されない定数項(b)	相関係数
A市	5.4	312	0.81
B市	4.5	327	0.81
C市	3.8	300	0.77
D市	4.9	352	0.81
E市	3.3	280	0.75
F市	4.6	366	0.57
G市	5.6	341	0.77
H市	7.4	398	0.84
I市	6.7	387	0.83
J市	5.6	400	0.81
K市	4.9	360	0.76
L市	3.4	354	0.61

各都市の水道料金をその都市の所得で割り基準化した値と係数 a および定数項 b の関係を図-4、図-5に示す。係数 a と定数項 b はともに減少傾向にあり、特に係数 a はその傾向が顕著であった。つまり、基準化した水道料金は気温の上昇にともなう日給水量の増加にたいして、負の要因として作用すると考えられる。

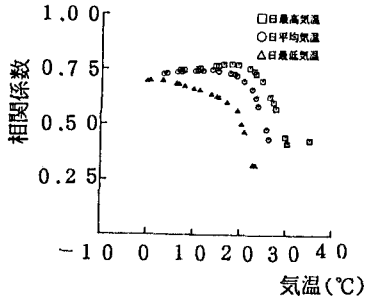


図-2 全日数における気温と日給水量との相関の例 (A市)

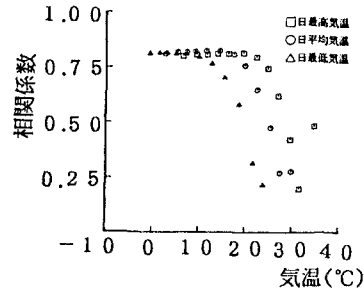


図-3 晴天日における気温と日給水量との相関の例 (A市)

さらに、水道料金を含めた各都市の需要構造から重回帰分析による検討を行う。各種の要因を表すパラメータとして、湿度、用途別の割合、水道料金、人口構成比、工場製品出荷額、小売業販売額、1人当たりの所得、事業者数、全日数に対する17℃以上における晴天日の割合、家庭用水の割合を取り上げ、水使用量との関係を検討してみた。

説明変数には、多くの説明変数のうち有為な要因と思われるものだけを取り出した。上で求めた回帰式の係数 a を目的変数として回帰分析を行って次式のような結果を得た。

$$a = -25.14X_1 + 0.0320X_2 + 7.342 \quad (2)$$

(重相関係数: $R=0.7238$)

X_1 : 水道料金/1人当たりの所得

X_2 : 全日数に対する17℃以上における晴天日の割合

定数項 b を目的変数として回帰分析を行って次式のような結果を得た。

$$b = 1189X_3 + 10.02X_4 - 259.3X_1 + 309.883 \quad (3)$$

(重相関係数: $R=0.6728$)

X_3 : 事業者数/給水人口

X_4 : 工場製品出荷額/給水人口

式(2)、(3)より、都市の水需要において気温による影響は、全日数に対する17℃以上における晴天日の割合が高いと大きくなり、水道料金が低いと小さくなる。気温に影響しない部分は、事業者数が多いほどまた、工場製品出荷額が高いほど大きくなり、水道料金が低いと小さくなる傾向がみられる。ここで、全日数に対する17℃以上における晴天日の割合が特に影響していると考えられる項目は、家庭用水の一部である洗濯、風呂による需要であると考えられる。一方、事業者数や工場製品出荷額は、産業活動を表す指標であり、これらの都市活動用水は、気温の上昇にそれほど敏感に反応しないものと考えられる。

4 あとがき

ここでは12都市を取り上げ検討を行った。しかしながらまだデータ数が十分とはいえず気候の異なる地域での検討をさらに加えることも必要がある。また今回得たデータでは家庭用水の割合が直接気温の上昇に影響しなかった。今後、家庭用水の割合が高い地域のデータを収集し、気温の上昇が家庭用水量にどの程度影響を及ぼしているか検討していく。

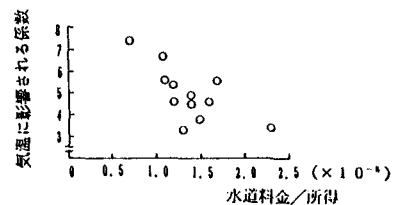


図-4 所得で基準化した水道料金と係数 a との関係

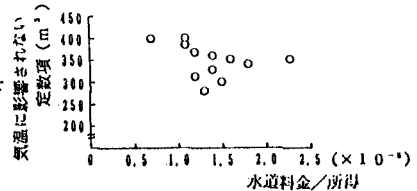


図-5 所得で基準化した水道料金と定数項 b との関係