

気温の影響を考慮した都市の水需要構造に関する考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正○奥野 茂
 鳥取大学工学部 正 細井由彦
 徳島大学工業短期大学部 正 村上仁士
 徳島大学工業短期大学部 正 伊藤禎彦

1. まえがき 地球温暖化による気候変化が及ぼす影響は各方面で検討されている。上水道分野においても気候による影響は無視しがたいものがある。このような問題に対応するために、気候に依存した現況の水需要構造を把握し、水需給の長期見通しをたてる必要がある。そこで本稿では気温と水需要量に注目し、気温変化が水需要量に及ぼす現状の水需要構造について考察した。

2. 解析データ 日給水量と気温、天候などの気象データを21都市について収集、整理した。大部分の都市の日給水量と気象データの期間は1981年～1990年の10年間である。

3. 結果および考察 日最高、日平均、日最低気温の3気温と一人当たりの日給水量との相関関係を調べた結果、一人当たりの日給水量と最も相関が高かった気温は日最高気温であった。次に天候の影響も考察したが、現時点ではあまり影響しないことがわかった。これらの結果より、一人当たりの日給水量(Q)は日最高気温(T_{max})に対し3本の直線近似(図-1)が成立すると仮定し、次式で求めた。

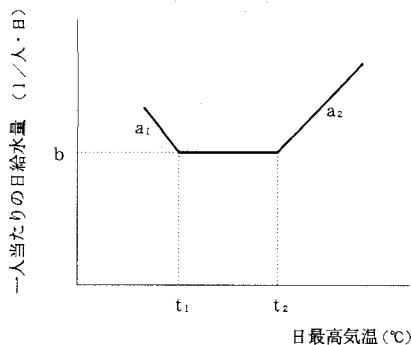


図-1 日最高気温と一人当たりの日給水量との関係を表す近似直線

$$Q = a_1 (T_{max} - t_1) + b \quad ; \quad T_{max} < t_1 \quad (1)$$

$$Q = b \quad ; \quad t_1 \leq T_{max} < t_2 \quad (2)$$

$$Q = a_2 (T_{max} - t_2) + b \quad ; \quad t_2 \leq T_{max} \quad (3)$$

ここで、

Q : 一人当たりの日給水量

a_1, a_2 : 気温変化に影響される係数

b : 気温変化に影響されない定数項

t_1, t_2 : 気温変曲点

T_{max} : 日最高気温

式(1)で表される直線は豪雪地域に属する都市のみにみられ温暖地域に属する都市にはみられなかった。そこで降雪量と一人当たりの日給水量との関係を21都市において検討した結果、この直線は凍結防止や融雪のための水使用増加によるものと認められた。気候の変化が始まり気温が上昇するとこの傾向はみられなくなると考えられる。

式(2), (3)の右辺の係数 a_2 は1℃気温上昇による水使用増加量を表し、定数項bは気温の変化に影響を受けない水量を表している。また、 t_2 は気温上昇により水使用増加が起こる最初の気温であることから、

気温上昇による水使用増加を抑制することができる限界気温であるといえる。このことから t_2 を気温変曲点と名付けた。 a_2 、 b および t_2 は Q を表す重要な値である。そこでこれらに影響を及ぼす要因の検討し、重回帰モデル式を求めた。その結果を次式に示す。なお、 a_2 、 b および t_2 に及ぼす要因を表-1に示す。

$$t_2 = 14.8 + 1.31 X1$$

相関係数: 0.624 (4)

平均気温15℃以上の都市

$$a_2 = 3.05 + 1.10 X1 - 1.22 X3$$

重相関係数:0.595 (5)

$$b = 208 + 107 X2$$

重相関係数:0.634 (6)

平均気温15℃以下の都市

$$a_2 = 5.43 + 0.07 X1 - 2.86 X3 + 0.32 X4$$

重相関係数:0.917 (7)

$$b = 116 + 30.1 X1 + 15.6 X2 + 12.1 X4$$

重相関係数:0.996 (8)

t_2 は家庭用電気機器の販売額が大きいほど高くなる傾向があり、その他の要因には影響されないことがわかった。 a_2 と b は平均気温15℃以上の都市とそれ以下の都市とでは重回帰モデル式が異なる。前者に属する都市において a_2 は家庭用電気機器の販売額が高く、水道料金が安価であるほど大きくなり、 b は単位人口当たりの商店数が多くなるほど大きくなる傾向にある。また、後者に属する都市においては前者の要因に加えて a_2 、 b とともに平均気温の影響があるという結果を得た。さらに、 a_2 は規準化した水道料金が抑制要因として働くが、 b はその傾向がないことがわかった。家庭用電気機器の販売額は生活の近代化を表す指標であり、単位人口当たりの商店数は都市の産業活動の程度を表す指標であると考えられ、また平均気温はその都市の気候を表す指標であると考えられる。これより水需要量の気温変化に影響されない部分は都市活動用水および生活に最低限度必要な用水であり、水道料金が低いからといって、現時点では、節水する傾向はみられない。気温変化に影響される部分は水道料金などの抑制要因にも影響されることがわかった。さらに、15℃以下の都市においては気候による影響が大きいことが認められた。次に、全データにおいて日最高気温がそのまま一定温度だけ上昇したとして、一人当たりの日給水量の将来予測値を求めた。図-2にその一部である5℃上昇した場合の一人当たりの日給水量の将来予測値を示す。なお、 t_2 は変化しないと考えた。

表-1 a_2 、 b および t_2 に及ぼす要因

X1	家庭用電気機器の年間販売額
X2	単位人口当たりの商店数
X3	規準化した水道料金
X4	平均気温

図中のA～GとKの8都市は平均気温15℃以下の都市であり、その他の13都市は平均気温15℃以上の都市である。これよりE、F、GおよびKの4都市において一人当たりの日給水量が500(1/人日)を越し、非常に水使用が大きくなると推定された。

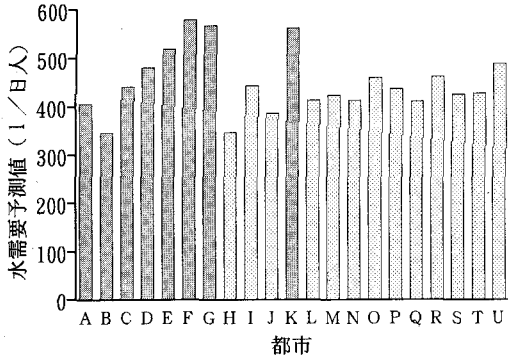


図-2 5℃上昇した場合の一人当たりの日給水量の将来予測値

4. あとがき 気温は水需要量のみならず水需要影響要因にも影響を及ぼすと考えられる。この要因間の相互作用の解明が今後の課題である。