

気候値による日給水量の変動機構と予測

Estimation of daily water use as a function of temperature and rainfall

山 田 啓 一

by Keiichi YAMADA

A simple model of daily water use as a function of temperature and rainfall is derived. A non linear heat function relating water use to daily maximum temperature during rainless periods is employed to estimate potential water use. The residuals are correlated with daily rainfall amount. The model is applied to daily data from 7 cities in Japan from 1982-1984. Estimations of daily water use are made with high correlation.

1 はじめに

給水システムの統合運用・広域化にともなって、日給水量の正確な予測が求められている。給水量の短期変動は、気候条件や曜日・休日などの社会条件に支配される。また水使用機器や生活パターンにも影響を受けこれらを反映した短期変動の地域性が認められるところである。従来短期変動は、浄水排水し切規模の決定に関連し、負荷率に関する検討がなされてきた。給水りいおうの短期予測は箇々の現場の経験に基づいてなされることが多く、包括的な検討は不十分であった。また、水使用に関する社会的・地域的条件の把握という観点からも、短期変動解析は重要である。本研究は、日最高気温と日降水量に注目し、日給水量の変動機構を解明し、パラメータの地域特性を検討した。

2. 気候条件による日給水量の予測

日本における一般的な都市では、家庭用水が60—80%を占め、また、家庭用水の短期変動は他用途に比べ大きい。家庭用水の主要用途は、洗濯、風呂、炊事、トイレで、特に前二者はその日の気温や降水量、日照時間、湿度などと深く関係すると考えられる。

D.R.Maidment¹⁾らは米国中西部において日給水量を予測するためにいくつかの周期成分に分け、週平均気温が週給水に関係するとしている。同地区の場合、用途のかんりの部分が散水用であり、蒸発散に支配されるからである。日本においては上記の用途を考えると、当該日の最高気温に第一に支配され、次に降水条件に関係すると考え、単純なモデルとして次式を示す。

$$Q = Q_T - Q_R + \varepsilon \quad \dots (1)$$

ここに、 Q ；日給水量（ l /人・日）

Q_T ；無降雨給水量

*正会員 法政大学教授 工学部土木工学科
(〒184 小金井市梶野町3-7-2)

QR; 降水量による減少量

ε ; 他の誤差

QTは、無降雨日に日給水量と日最高気温Tに対し、4本の直線近似(図-1)が成立すると仮定し、次式で求める。

$$\begin{aligned} QT &= C_0 (T - T_0) + QC & T < T_0 \\ QT &= QC & T_0 \leq T < T_1 \\ QT &= C_1 (T - T_1) + QC & T_1 \leq T < T_2 \\ QT &= C_2 (T - T_2) + QC & T_2 \leq T \\ &\dots (2) \end{aligned}$$

また、QRはQ-QTと日降雨量Rとの関係から次式を得る。

$$QR = \alpha R + \beta \quad \dots (3)$$

3. 7都市における日給水量の変動特性

人口30万人程度の各種気候区から表-1に示す7都市について、1982-84年の3年間の日給水量と日最高気温、日降雨量の資料を用いた。

日最高気温に対する無降雨日の給水量平均値から、 T_0 , T_1 , T_2 , C_0 , C_1 , C_2 を求めると表-1のようである。各直線の相関係数は0.8以上でよい適合性を示している。

C_0 直線は凍結防止や融雪のための使用水量増と考えられるが、暖候地には存在しない。 T_0 , T_1 , T_2 は地域によらずほぼ一定している。 C_1 , C_2 は平均気温が高いほど大きくなる傾向を示している。とくに C_2 は地域差が大きい。

Q-QTとQRの関係から α , β を求めると表-1のようである。最高気温が同じであっても降雨日は無降雨日よりかなり給水量は減少しているが、バラツキは大きい。

4. 日給水量の予測

最高気温と降水量の実績値を与えて給水量を推定し、実績給水量時系列と重ね、図-2に示す。6, 7月はかなりよく推定していることが判る。8月に入るとやや過大に推定している。夏期休暇による人口移動と「暑さ慣れ」による相対的な給水量増の鈍化傾向が加わったものと考えられる。

参考文献

- 1) D.R.Maidment; Transfer Function Models of Daily Urban Water Use, W.R.R.21-4, pp.425-432, 1985.

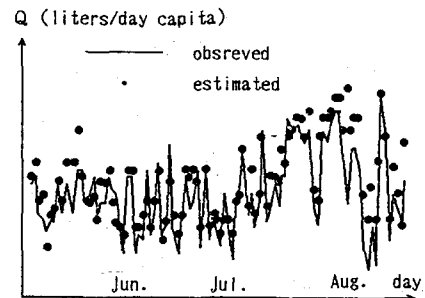


Fig.2 Estimated and Observed Daily Water Use at Hachioji

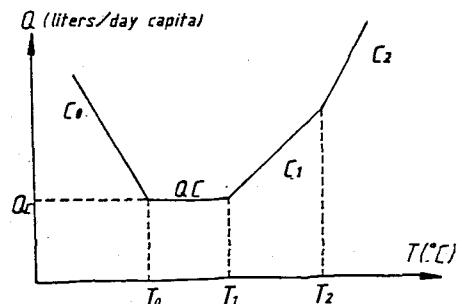


Fig.1 Potential Water Use Function

Table-1 Summary of Results

CITY	T_0	T_1	T_2	QC	C_0	C_1	C_2	α	β	corr	Q^*	T^*
Miyazaki		14	23	359		4.3	8.7	0.15	6.6	0.91	399	21.3
Nara	5	11	28	341	-5.1	3.6	8.3	0.17	10.3	0.88	372	18.4
Takatuki		12	24	297		2.2	4.7	0.18	7.3	0.90	322	20.2
Toyohashi		15	24	298		3.7	8.0	0.13	3.6	0.91	323	18.3
Hachioji	7	12	23	309	-3.9	1.9	5.0	0.12	9.6	0.86	322	18.1
Kawagoe	9	12	24	304	-3.4	2.2	4.9	0.16	12.9	0.84	318	18.8
Koriyama	7	13	23	323	-1.9	2.9	5.7	0.14	7.5	0.79	339	15.0

Q^* ; Mean Daily Water Use (liters/day·capita)

T^* ; Mean Daily Maximum Temperature (°C)