

渇水事象を用いた都市の水供給の安定性に関する研究

東京大学工学系研究科都市工学専攻 学生会員 高村比呂典

同上 正会員 大瀧雅寛

同上 正会員 大垣眞一郎

1. 研究の目的

ある地域において都市化が進展することにより、その地域での水の需給のバランスに変化が起こる場合があり、その結果水供給の安定性が損なわれる場合がある。1994年には日本南西部で大規模な時間給水が行われている。この研究では降雨と給水状況を調査することによって都市における水供給のシステムを研究することを目的とした。

2. 研究方法

都市における水供給システムは、基本的には集水域における降雨を集め、それを給水するというものである。都市によっては取水から給水までは様々な自然的、社会的要因が関わってくるが、降雨を都市の水供給の基本と考えることは差し支えないと思われる。

降雨と都市の水貯留量の関係についての手法にマスカーブ法がある^{1) 2)}。これはある河川においてある時点からの河川における流出量と水供給量を累積し、その差の最大値を必要貯留量とする方法である。この手法により、渇水年の降雨量などを確率的に解析することにより、計画利水安全度に対する必要貯留量を求めることが出来る。

2-1 渇水に関する指標の開発

マスカーブ法においてはある時点から時間軸の順方向に沿って雨量、河川流量などと取水量を累積するが、本研究では時間給水が始まった時点から時間の逆方向に集水面積における降雨量と水供給量のそれぞれを累積した量を考案することにより新しい指標の開発を試みた。

ある都市において、時間給水が行われたとする。その時間給水を開始した日を T_0 として、その日からさかのぼって降雨量を累積する。この場合における降雨量はその都市の集水面積に降雨を乗じて求めるものとする。 T_0 から i 日さかのぼった日の雨量を R_i とすれば $(T_0 - i)$ 日の逆累積降雨量 CR_i は次のような式で表される。

$$CR_i = \sum_{k=T_0-i}^{T_0} R_k$$

同様に水使用量についても累積を行った。 T_0 から i 日さかのぼった日の水使用量を W_i とすると、 $(T_0 - i)$ 日の逆累積水使用量 CW_i は以下のような式で表される。

$$CW_i = \sum_{k=T_0-i}^{T_0} W_k$$

以上で定義した逆累積雨量と逆累積水使用量を一つのグラフに表したものが図1である。これを逆累積図と呼ぶことにする。ただし、ここでは流出係数を1.0として計算を行った。

キーワード 渇水、逆累積雨量、逆累積水使用量

連絡先 文京区本郷 7-3-1 TEL 03-3812-2111

図1において示されている様にTcという累積降雨量と累積水使用量が累積を始めた時点から初めに交わった時点を表す指標を以下のように定義し、時間給水に関する現象の考察を行った。

Tcは時間給水が行われるまでの降雨量の水使用量に対する相対量を示すものと考えられる。また、Tcは水使用量が大きくなるほど、降雨量が少ないほど、大きくなる傾向があると思われる。

また、雨量が少なく、取水制限等が行われていても、時間給水が行われるまでは水使用量はほとんど減少しないため、図1における逆累積水使用量を示す線は直線になっている。

2-2 指標の計算例

この研究では平成6年度に四国において時間給水を行った都市をその対象とし、以上において定義した指標Tcについて計算を行った。Tcについて一人あたり集水面積とTcの値を示したグラフが図2である。

このグラフにおいてTcが0以下になっている点があるが、これは時間給水が行われる直前に降雨があったため、図1のように逆累積雨量が逆累積水使用量に下から交わらなかったため、Tcの値を負の数として扱ったものである。

Tcが0以下の点を除けば、給水人口一人当たりの集水面積は300から2000程度であり、Tcは0から30程度になっている。このグラフに示されている地域は愛媛県、徳島県、香川県であり、Tcの平均はおおよそ17、給水人口一人あたり集水面積の平均はおおよそ1200 m²/人であり、これを他の地域の値と比較することにより上水供給の安定度に関する地域特性などを考察することができるとと思われる。

3. 結論

本研究では1994年の渇水で四国の各都市において行われた時間給水の開始時点の一つの基準として上水道給水の安定度を考察した。

一つの試みとして逆累積雨量、逆累積水使用量なる概念を考案し、Tcなる指標を開発し、Tcの有する意味について考察した。また、その指標に関して四国の都市について実際の指標の計算を行った。

今回の研究では用いた雨量データなどが似通ったものとなっているため、他の時期、地域についても調査を行う必要がある。

謝辞

（社）日本水道協会に研究にあたりご協力を頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会：水利公式集（昭和60年版）、p p 182-183、1985
- 2) 内藤幸穂、藤田賢二：上水道工学演習、p p 87-88、学献社、1974

