

GIS を用いた都市の排水・雨水再利用施設導入の評価に関する研究

開発情報工学研究室 田村 渉

1. はじめに

現在、都市域を中心に、生産活動の増大、人口の増加、わが国の気象や地形などの要因に伴い、水の需給がひっ迫してきている。したがって、新宿副都心や福岡市のように大規模な水需要が発生する地域や、渇水が頻繁に起こる地域を中心に、建物からの排水の再利用の評価を行う研究が進められているが、既存の地理情報を利用する手法ではないため、評価は当該地域だけに留まっており、評価が行えず全国で広く活用されているとは言えない。

本研究ではどの都市でも存在するような既存の地理情報を有効に活用し、各都市において検討が可能な排水再利用施設導入の方法論の提案を行うことを目的とする。

2. 雨水・排水再利用評価の理論

(1) 雨水再利用の評価

雨水の再利用は建築物ごとに雨水を収集、処理して再利用する個別循環方式を前提として考えた。降りをはじめから 2mm の降水量は汚濁が進んでいるため、この分を差し引いて雨水再利用量を推定する。

$$RA_{jk} = (R_k - 2) \times C_j \quad (R_k \geq 2 \text{ の時})$$

また雨水再利用の事業コストについては再利用水の 1 日使用量の 15 日分に相当する容量を確保して、再利用水需要量から推定する。

$$CS_j = -0.00014RD_j^2 + 2.127RD_j + 106.51$$

RA_{jk} : 建物別・日雨水再利用可能水量
 R_k : 日降水量 ($k = 1, 2, \dots, 365$)
 C_j : 建物 j の屋根面積

CS_j : 建物 j の雨水再利用施設の建設費用

RD_j : 建物 j の年間再利用水需要水量

(2) 排水再利用の評価

排水再利用評価については、建物からの排水を大規模に処理して再利用を行う広域循環方式を前提として考えた。下水幹線上に排水再利用施設を建設するとして、供給者側の条件式は

$$C_r \times D \times I \geq TC_{\text{supply}}$$

の条件式は $(C_h - C_r) \times R_{Dj} \times I > TC_{\text{receive}}$ である。

これらを満たす所の全てが処理施設建設候補地となる。

D : 事業主体者の償却期間 I 年の再利用水需要水量 TC : 事業の総費用

C_h : 上水道の料金 Q : 再利用水需要水量

L : 管渠の距離 C_r : 再利用水の料金

このとき排水再利用施設建設・維持管理費用は

$$TC = f(Q, L, C_r) \text{ によって決定される。}$$

3. GIS による雨水・排水再利用施設導入評価に必要な諸量の推定

(1) GIS データベースの構築

前節で示した方法がある地域全体に適用しようとすると、多くのデータが実際には測られていないという問題に直面する。そこで既存の入手可能なデータから、それらを推定していく必要があり、GIS はこれらの作業において非常に有効である。本研究では、ゼンリン住宅地図より「建物敷地」、鳥取市都市計画総括図より「用途地域」、鳥取市公共下水道計画一般図よ

り「下水道幹線」と「処理分区」について GIS を用いてデータベース化した。

(2) 再利用水需要水量の算定

既存研究^{1, 2)}の「水質レベル別需要水量の推定方法」を引用し、水質別の需要水量を推定した。これより、用途地域別の建物敷地面積当たり原単位を推定し、再利用水需要水量の推定を行った。図1に需要水量の評価結果を示す。

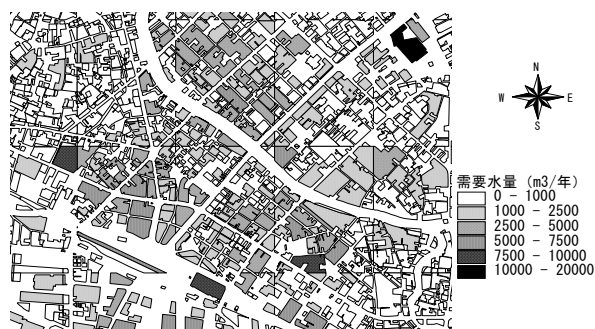


図1 鳥取市中心部の再利用水需要分布

(3) 雨水供給可能量の算定

住宅地図のデジタル化によって入手した建物の敷地面積から用途地域別の平均建蔽率³⁾を掛け屋根面積を推定し、鳥取市における雨水再利用評価を行った。用途地域の商業地域における雨水利用可能量の91年の年間推移を計算した結果を図2に示す。住居地域では常に需要を満たす貯留が可能であったが、商業/工業地域では雨水が不足している時期が見られた。

(4) 排水再利用供給可能量の算定

各下水道幹線の下水流量、及び管路の敷設距離を推定する必要があるため、各建物で使用される水量が全て下水に排出されると仮定し、水道使用量データより下水道幹線に流れる排水量を推定する。下水道幹線に沿ってノードごとに領域を区分し、下水管に流入する水量をノードごとに求めることによって、集水可能排水量を推定した。そして各ノードにおける排水再利用施設建設コストを推定した。鳥取市の適応結果として、最大再利用水需要地域の水量が700000m³程度であり償却期間50年を満たすことはできない。したがって鳥取市での広域循

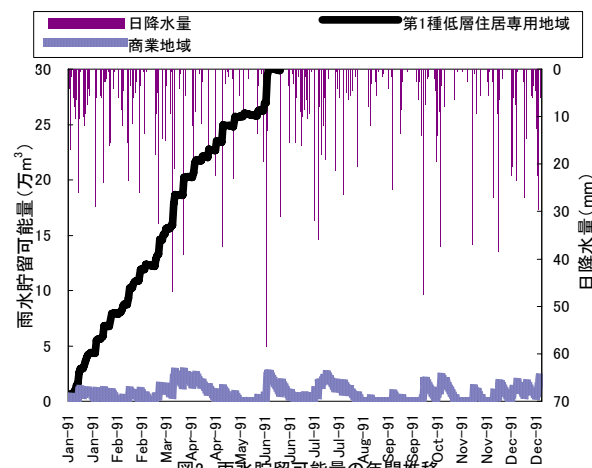


図2 雨水貯留可能量の年間推移 (第1種低層住居専用地域と商業地域)

環システムの導入は、都市の水道料金が300円程度まで値上がりしなければ不可能であるという結論を得た。

4. 結論と今後の課題

本研究では、水道使用量、降水量といった都市にも存在するデータと用途地域図、下水道計画図、小字の地図、建物敷地などのGISのデータベースを用いて、都市の再利用水需要水量を推定し、雨水と排水の再利用施設導入評価の方法を述べた。これによってさまざまな都市で評価できることが可能となった。

しかし建物と住所の位置関係が不完全であるように、建物別のデータを用いることができればデータの精度だけでなく評価システムにも改良の余地がある。

また、排水再利用施設の建設候補地の決定については、需要水量と配水管の距離のみによって建設費用が決定されていたが、その土地の用途や費用、傾斜、割引率、残存価格率なども考慮しなければならないと思われる。

謝辞

本研究の実施に際し、鳥取市水道局よりデータ提供の便宜を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 井上 (1997) 鳥取大学工学部卒業論文
- 2) 秦 (1998) 鳥取大学工学部卒業論文
- 3) 倉田 (2001) 鳥取大学工学部修士論文