

システム合理性を有する都市水循環システムに関する基礎的研究

九州大学工学部 学生会員 ○亀岡真人

九州大学大学院 学生会員 嚴 斗鎔

九州大学工学部 正会員 楠田哲也

1. 緒言

水道水は、飲料水として人の生命の維持に欠かせないだけでなく、日常の炊事、風呂、水洗便所、清掃、散水などの家庭用水として使用されるほか、学校、官公署、事務所、宿泊施設などの都市活動用水として使用されている。

現在、北部九州において水道水の需要は年平均約3.3%の伸びで増加している。これは人口の増加に加えて水道普及率の向上、さらに核家族化の進行のほか便所の水洗化やシャワーなどの水使用機器の普及が、水の需要を増加させてきたためである。言い換えれば、都市化の進展により水需要は増加し、その大部分は飲料水以外の増加となっている。

このように水需要が増加する一方で、北部九州の1人当たりの水資源賦存量は全国平均の約6割と小さいこと、また都市用水の水源は河川水の依存度が78.7%と全国の割合に比べて高いことに加えて、近年の小雨傾向と年単位の降水量変動の増大を考えると水不足が思わぬところで突然表面化する可能性は大きい。

福岡市を含む博多湾流域の抱えている都市型水問題を水量・水質の面からそれぞれ列挙すると、水量の面では①過去の2度の大渇水に代表されるような水不足の事態が起こりやすい地理的位置、気象傾向にあること、②流域内で必要な水を基本的にまかなうことができず、域外の筑後川より補っていること、③小雨傾向により域内のダムには計画時の70%程度しか貯留が期待できず、その結果水不足は2年に1度生じると統計的に予想されていること、次いで、水質の面では①使用後の水が周辺生活環境や閉鎖性水域である博多湾の水質汚濁を引き起こしていること、②受水域の博多湾は福岡市のみの行政区域内にあり、そこで環境基準を全て満足することが困難な状況にあることなどがある。

このような水問題打開のためには変化しつつある水に関わる自然および社会環境の変化を理解することにより、水の価値を再認識、再発見することが重要である。水との共存の基本は水の本性である水循環を理解し、それをいかに計画的に使用していくにかかっている。特に二度の異常渇水を契機に、渇水対策の一環として、節水意識の高揚が図られ、節水型水使用機器の普及、大型ビルにおける雑用水道の導入による節水型水使用などへの取り組みが進みつつあるが、さらに水供給の安全度を向上させていく必要がある。

水資源は量の多寡やその質によってのみその価値が定まるのではなく、必要なときに必要な場所にあることに価値があるのであり、適時適所で利用の便、需要点までの輸送エネルギー等の評価が加味されるべきである。このように考える意義は上下水道の維持管理費の50%以上は電力コスト、及び薬品、部品などの消耗品・材料コストであり、水の再利用によりこれらのうちの水輸送コストが不要になるところにある。

以上のように、流域内の水の動きを人間活動とその位置、水の質と量から見ることは前述のような水需要特性を踏まえることになる。したがってその把握を急ぐ必要がある。

本研究は、博多湾流域におけるシステムに関わる要素をメッシュ単位で整理し、地域の水資源必要量を水質別に把握し、都市の複雑な水循環システムを詳細に表現し、かつ地域の水循環使用の可能性を把握することを目的としている。

2. データ作成

まず、対象地域内の水収支特性を可能な範囲で把握する必要があるが、都市水循環システムを考えると、そこには水使用者、上下水道管理者が、そして、その境界には河川管理者や環境管理者等が関与しており、すなわち、多主体性を有していることに注目しなければならない。現況では、これらの主体が一元的に行動することは

難しく、主体間の評価が異なることを前提とした多主体間調整問題として循環利用を評価する必要がある。また、主体者らに関する情報は各種統計書、調査書、年鑑などから得ることが可能である。しかしそれらは様々な形式で存在しているため、細分化したメッシュに情報を盛り込むことのできる統一した形にしなければならない。これらを考慮し主体者に関するデータの作成を行った。水使用者は家庭用水使用者(対象地域内自治体別平成2年度夜間人口分布)と、都市活動用水使用者(表-1)とに分けそれぞれについて用途別使用水量・水質などの水使用に関するデータを整備した。管理者については、給水量、給水区域、排水基準などのデータを整備した。

表-1 対象建築物数

建築用途	学校施設	事務所	店舗施設	医療施設	宿泊施設	集会施設	娯楽施設	工場	その他
対象数	702	445	184	143	145	57	44	721	144

1) 対象の個々は基本的にメッシュ番号、建築物用途、建て床面積、階数の情報を持つ。(補足のため学校施設データに生徒および教職員数、医療施設には病床数を加えた。)、2) 対象は流域内14の各自治体が発行する縮尺1/25000の地図上の、建て床面積1/9メッシュ(1メッシュ=100m*100m)以上の建築物

3. データ解析

水の循環利用の源となる都市排水量の変動は、河川水量などに比べて小さいことから、両者を組み合わせた総合的な分析をおこなったうえで、循環利用の規模を決定する必要がある。河川水量の変動や都市排水量の変動は地域により異なることから、地域特性に応じた循環利用の規模や方式を議論しなければならない。

現在、整備したデータを用いて解析を実施中である。ここに出力事項のひとつとして、対象とする建築物に雑用水利用導入を仮定した場合のその使用水量(表-2)とその分布(図-1)を示す。



図1 対象建築物分布

表-2.1 雑用水使用可能量計算結果

建築用途	学校施設						事務所		店舗施設
	幼稚園	小学校	中学校	高等学校	大学	その他	官公署	事務所ビル	各種店舗
使用量(t/日)	271.9	1596.8	950.4	670.3	845.9	564.2	783.5	3128.4	1130.6
建築用途	医療施設	宿泊施設	集会施設			娯楽施設		その他	
	各種病院	ホテル等	公民館	研修施設	図書館等	運動施設等	寺院・教会	空港・駅等	
使用量(t/日)	1573.2	2896.7	114.5	37.1	150.4	102.5	91.8	1201.2	

1) 雑用水使用量の算定には、建築用途別雑用水使用量原単位を使用、2) 平成2年時で延べ床面積5,000㎡以上の商用及びサービス業用建築物の全建築物に占める割合は9.4%

表-2.2 雑用水使用可能量計算結果(大分類)

建築用途	学校施設	事務所	店舗	医療施設	宿泊施設	集会施設	娯楽施設	その他	合計
使用量(t/日)	4899.5	3911.9	1130.6	1573.2	2896.6	302.0	102.5	1293.0	16109.3
比率(%)	30.4	24.3	7.0	9.8	18.0	1.9	0.6	8.0	100

4. 考察および課題

雑用水使用計算結果から、学校施設、事務所の合計が54.7%と、都市活動用水使用者の雑用水使用量の半分以上を占め、この2施設は大規模施設としての建築物数の多さを含めた意味で再利用ポテンシャルが高いものと予測できる。家庭用水使用者データの解析による流域内での水使用の再現と予測、各自治体の特性をデータとして整備すること、管理者を加えた多主体性を考慮した議論などが課題である。

【参考文献】

- 1) 平成元年度 第三次北部九州水資源開発構想、2) 平成七年度 「日本の水資源」 国土庁長官官房水資源部編
- 3) NSC 研究年報 VOL.21 NO.1 特定研究(14) (株)日水コン、4) 平成二年度 「雑用推進検討調査業務委託 報告書」 福岡市総務局