

人口減少地域における水道水の末端放流が送配水の滞留改善に及ぼす影響

大阪工業大学大学院 工学研究科 学生会員 ○原口 大輝
大阪工業大学 工学部 正会員 笠原 伸介

1. はじめに

人口減少地域では、滞留時間の長期化や管内流速の低下による水質悪化を回避するため、しばしば水道水が末端放流される。しかし多くの場合それらは経験的に行われ、データに基づく客観的な分析が行われた事例は少ない。そこで本研究では、山間部に位置し、配水施設数が多い大阪府 K 市を対象に、送配水流量と管内流速を調査分析し、市内全域における末端放流による滞留改善効果の検討および山間部における末端放流量と管内流速の将来予測を行った。

2. 評価手順

図 1 に K 市の管路図を示す。K 市では北部の市街地から市内 65 か所の配水区を経由して南部の山間部に向けて給水されており、本研究では地形、配水系統、土地利用等に基づいて 8 地区（①：旧市街地、②～④：郊外住宅地、⑤～⑧：山間部）に分類した。市内全域を対象とした末端放流による滞留改善効果の検討では、配水区毎に水量収支を集計し、配水管と配水池容積より各施設内滞留時間を、現状と末端放流を行わない場合（仮定）の 2 条件で推計した。また、山間部を対象とした末端放流量と管内流速の将来予測では、地区⑦における 2000～2015 年の国勢調査より年平均増減率法で将来人口を予測し、原単位は今後も不変と仮定して 2020～2040 年における 5 年ごとの使用水量を推計した。推計結果を管網解析ソフト（PIPE-mini、(株) 管総研社製）に入力して配水経路の起点（A）から末端（ア～オ）までの到達時間および管内流速を算出し、2015 年と同等の到達時間を確保するために必要な末端放流量およびその状況で推定される全管路の最大流速をそれぞれ推定した。

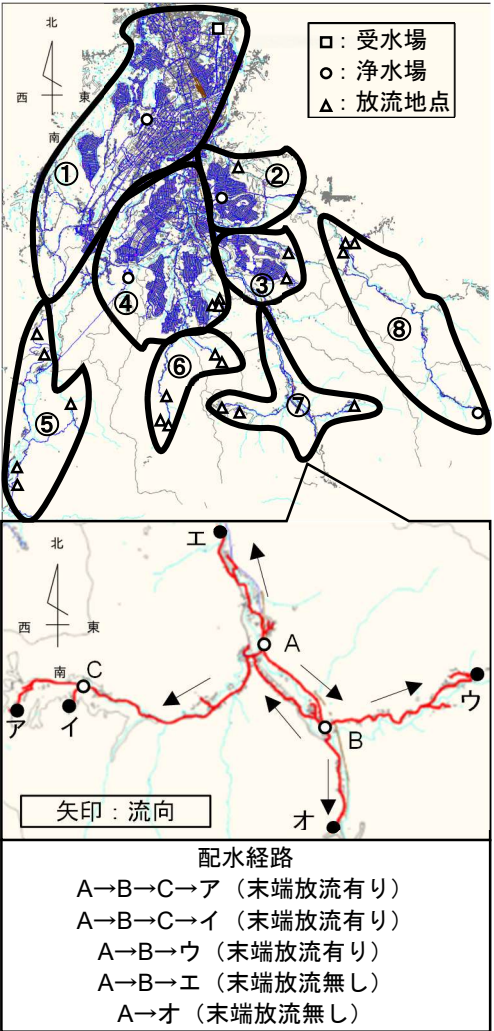


図 1 K 市配水経路図

3. K 市の施設概要

表 1 地区別人口、水量および施設情報

地区	人口 (人)	使用水量 (m ³ /日)	配水池 容積 (m ³)	管路延長 (km)	一人当たりの 配水池容積 (m ³ /人)	一人当たりの 管路延長 (km/人)	使用水量 原単位 (L/人・日)
①	59,414	18,880	29,834	241	0.5	4	318
②	10,226	3,285	3,716	51	0.4	5	321
③	14,088	4,065	8,289	68	0.6	5	289
④	22,131	6,157	15,169	107	0.7	5	278
⑤	220	126	1,260	12	5.7	56	570
⑥	49	10	30	1	0.6	23	213
⑦	546	142	456	13	0.8	23	261
⑧	313	77	284	11	0.9	35	247

な違いは見られなかったが、管路延長では山間部が市街地の 6～7 倍に達し、山間部における管路布設効率の低さがうかがえる。また、使用水量原単位については山間部が市街地に比べて約 2 割低く、山間部では使用水量に対して生活用水比率が高いことや沢水など水道水以外の水源が利用されている可能性が示唆された。

キーワード：人口減少、上水道、送配水、滞留時間、管内流速、末端放流

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL 06-6954-4165

4. 結果と考察

4-1 市内全域における末端放流による滞留改善効果の検討

図2に配水管と配水池の滞留時間（現状）を示す。滞留時間を配水管と配水池で比較すると、後者が前者より約5倍長かった。また、滞留時間を市街地と山間部で比較すると、後者が前者より約2倍長く、山間部の配水池では、末端放流を行っても滞留時間が2日程度に達することが確認された。ここで、図3に示した末端放流を行わない場合の滞留時間と比較すると、市街地では配水管および配水池ともに末端放流による滞留時間の短縮効果は見られなかったのに対し、山間部では配水管で約5h、配水池では約55hもの短縮効果が見られ、末端放流はとりわけ気相から多量の残留塩素が消失すると考えられる山間部における配水池の空間速度確保に大きく寄与することが示された。

4-2 山間部における末端放流量と管内流速の将来予測

図4に末端放流を行っている地点ア～ウにおける流量の内訳を示す。これによると、流量に占める末端放流量の割合は2015年ではいずれの地点においても約50%であるが、2040年には地点ウで約55%、地点アおよびイでは約80%に達し、人口一人当たりの末端放流量で見ると1,033L/人・日、すなわち使用水量原単位の4倍量に相当する放流が必要となることが示唆された。また、図5に示した配水起点Aから無放流地点エおよびオまでの到達時間によると、両地点とも2015年から2040年にかけて到達時間は30～45h長くなる（増加率として1.3～3倍程度）と推定され、これらの地点でも水質劣化対策が必要となる可能性が示唆された。さらに、管内最大流速別の管路延長割合を示した図6によると、自己洗浄性を持たず、濁質が堆積しやすいとされる最大流速0.20m/s以下¹⁾の管路延長割合は2015年の65%から2025年以降には71%まで上昇すると推定され、管内清浄度の悪化に対しては十分な対策が必要と考えられる。

5. おわりに

本研究により、現状の末端放流は山間部における配水池内の滞留改善に寄与するものの、現在の運用を継続しても山間部における水供給効率の低下、無放流管路内の滞留時間の長期化および管内流速の低下を回避することはきわめて困難であることを明らかにした。最後に、本研究にご協力頂いたK市上下水道部の方々とデータ分析にご協力頂いた本学卒業生の瀧本均樹君に感謝の意を表します。

<参考文献>

1) 伊藤他, 管路再構築における管路の自己洗浄性と耐震性の機能確保に関する検討, 土木学会論文集G(環境), Vol.70, No.6, pp.309-317,

2014

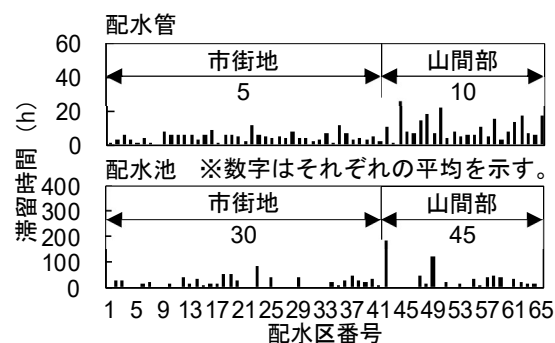


図2 配水池と配水管の滞留時間（現状）

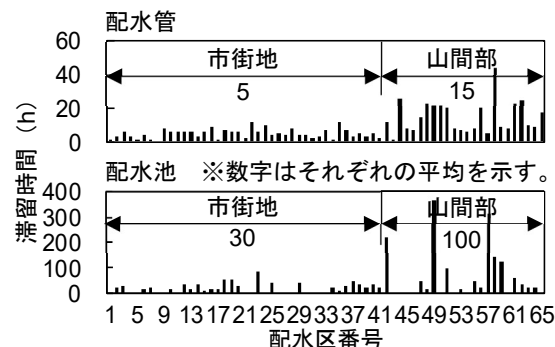


図3 配水池と配水管の滞留時間（末端放流を行わない場合）

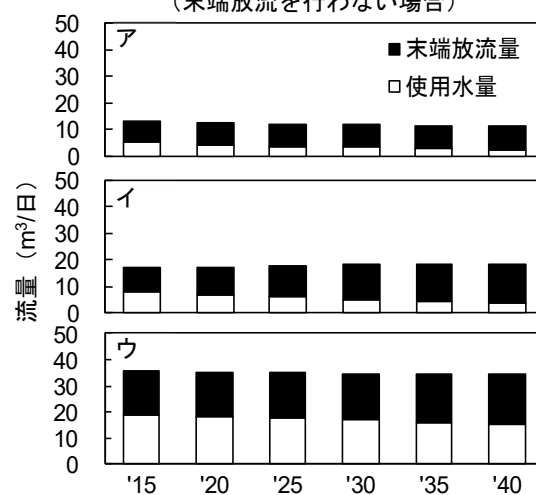


図4 地点ア～ウにおける流量の内訳

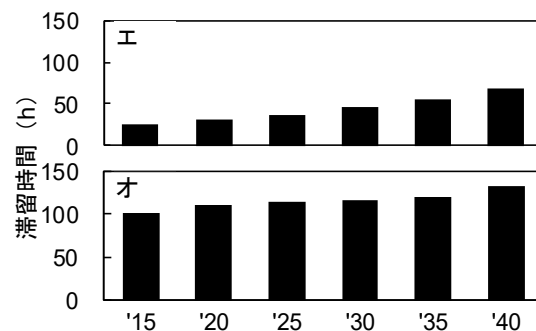


図5 配水起点Aから無放流地点までの到達時間

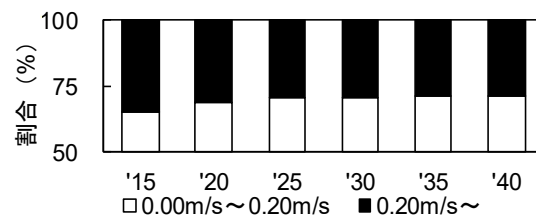


図6 管内最大流速別の管路延長割合