

愛媛大学工学部 正 員 西村 文武
大豊建設株式会社 ○新山 源樹

1. はじめに

松山市は、平成 6 年に異常渇水に見舞われ、住民生活や経済社会活動が多大な影響を受けた。しかし、新たな水資源確保のための開発は難しいのが現状である。一過式の水利用体系を見直し、都市用水の循環利用の可能性を検討する時期にきているといえる。本研究では、松山市での水循環の空間的分布を明らかにし都市用水の循環利用の可能性を検討することを目的とした。

2. 松山市域での水利用状況と下水の挙動

循環利用を考える上で、現在の水利用状況を把握することが重要となる。また、下水を一つの水源と位置づけるので、下水道の挙動についても解析する。

まず、都市用水の使用水量と汚濁発生量の地域的分布を知るために、用途別推計法ならびに地区別分布を地区別の用途別基準値と用途別原単位を用いて算定する。上水道による都市用水の水需給量の地域的分布を分析した。図 2-1 に松山城周辺の等高線地図を図 2-2 に松山市の単位面積あたり使用水量を示す。松山城の南側に単位面積あたり使用水量の多い地区が集中していることが分かる。また、道後温泉周辺に単位面積あたり使用水量の多いところがある。しかし、松山市の上水道の約 75 % は、生活用水として供給されているために、上記のような特徴的地域を除いては、均一的な分布となっている。

また、汚濁発生量分布も同様に分析した。図 2-3 に松山市の単位面積あたり BOD 汚濁発生量を示す。全体の分布は、水需要分布と同様の傾向にある。これは、使用水量の多いところは必然的に汚濁発生量が多いためである。また、営業用水は生活用水より原単位が高いために、営業用水の利用の多い地区は汚濁発生量が他の地域より高くなる。水需要が集中していることに加え、営業用水利用の多い、松山城の南側に位置する繁華街、大街道および銀天街周辺における発生汚濁発生量の値は高くなっている。道後温泉の周辺も同様に単位面積あたり汚濁発生量の高い地区がある。その他の地区は、生活排水による汚濁発生により均一的な分布となっている。COD, SS, T-N, T-P についてもそれぞれの発生量分布の傾向は類似していた。

地区別の発生排水の水質に関しては、BOD 218～268 mg/L、SS 145～173 mg/L、T-N 54 mg/L、T-P 5 mg/L となっている。これは、様々な水質の排水が発生するものの地区によって平均されているためである。

さらに、下水管網によってどのくらいの流量の下水が集められ、都市のどの辺りに存在しているか解析した。図 2-4 に松山市の下水管網の概略図を図 2-5 に各系統による下水の累積状況を示す。松山城の北部から排水を回収してくる 1 系から 3 系は合計で約 30,000 m³/日が見込まれる。松山城の南側から石手川以北は、4 系から 7 系によって回収され合計で約 20,000 m³/日が見込まれる。石手川以南の 8 系と 9 系によって

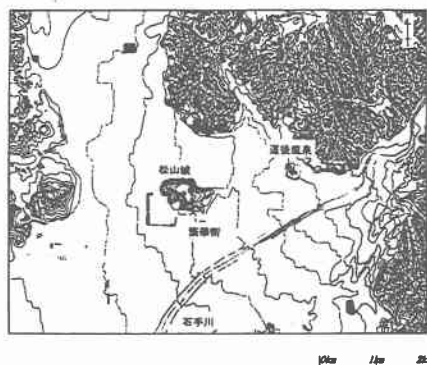


図 2-1 松山城周辺の等高線地図

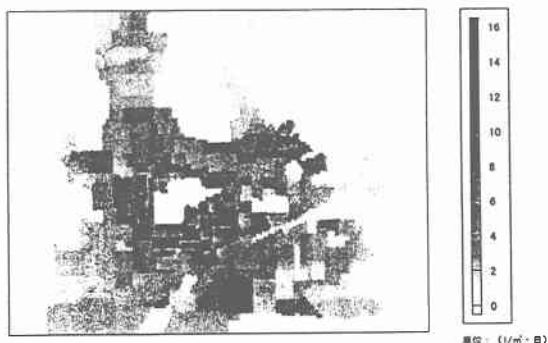


図2-2 松山市の単位面積あたり使用水量



図2-3 松山市の単位面積あたりBOD汚濁発生量

は、4系から7系によって回収され合計で約 20,000 m³/日が見込まれる。石手川以南の8系と9系によって約 10,000 m³/日の回収が見込まれる。

3. 都市用水の循環利用

まず、地区循環方式による利用として、区域的に単位面積あたり使用水量の多い松山城の南側にあたる繁華街について考える。松山市の大街道および銀天街を中心に営業用水の使用量の多い地区を図 3-1 に示す。特に集中の高い黒で示す地区を対象に営業用水の全てを循環利用で賄う場合には松山市で約 3.6 %の循環率が得られ、トイレ用水などの雑用水を循環利用する場合には約 2.4 %の循環率が得られる。また、周辺地区まで考えると営業用水の全てを循環利用で賄う場合には松山市で約 6.4 %の循環率が得られ、雑用水を循環利用すると約 4.2 %の循環率が得られる。この試算によると、この地区は約 3,200~8,700 m³/日の需要がある。この循環利用の水源として下水の集中を考えると十分な水量が得られる。また、水質については、周辺より集められた下水の方がこの地区で発生する下水より水質がよいことが見込まれる。

つぎに個別循環方式による再利用について考慮した。単一施設として使用水量の多い学校施設での個別循環方式による利用では、1.9 %の循環率が見込まれる。また、生活用水の循環利用についても考える。まとまった量が得られ、さらにカスケード方式等での利用が容易である風呂の残り湯は、利用用途として洗濯用水、散水用水およびトイレ用水等考えられる。需要量に対する供給量はほぼ同量あり、松山市の全家庭でこの循環利用が行われると考えると約 15 %の循環率が得られる試算結果となった。

これらの試算概要を表 3-1 に示す。

4. おわりに

松山市は、生活用水系用途による使用が都市用水の約75 %を占めている。松山城周辺と道後温泉周辺に集中が見られる。また、発生汚濁負荷の分布は、水使用量の分布に類似している。下水を水源と考えるとき、都市の中心部にも十分需要を満たす水量が得られる。

地区循環方式による利用では、2.4~6.4 %の利用率が見込まれる。また、各家庭による利用では、15 %の利用率が見込まれることが示された。

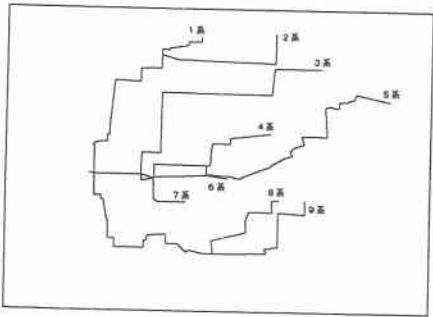


図 2-4 松山市の下水管網の概略図

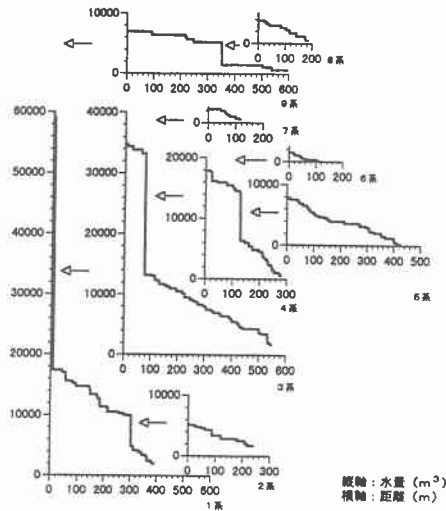


図 2-5 各系統による下水の累積状況

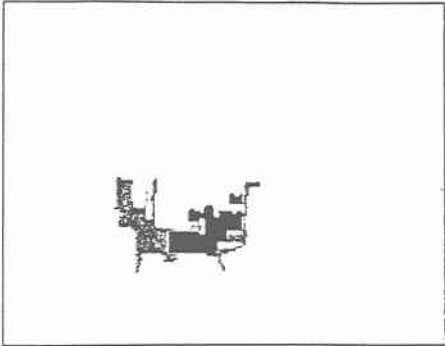


図 3-1 営業用水の使用量集中地区

表 3-1 松山市における循環利用の試算

適用場所	適用法	松山市全体での循環率	計算概要
松山城南部の繁華街	地区循環方式一般用途	3.6%	東京都恵比寿での地区循環利用のケースを参考に試算 この地区での水需要 4,900m ³ /日 このうちのすべてを循環利用で賄う。 4900÷136000=0.036
松山城南部の繁華街	地区循環方式雑用水系用途	2.4%	東京都恵比寿での地区循環利用のケースを参考に試算 この地区での水需要 4,900m ³ /日 このうちの雑用水系用途の水需要は、3,200m ³ /日が見込まれる。 3200÷136000=0.024
松山城南部の繁華街とその周辺	地区循環方式一般用途	6.4%	東京都恵比寿での地区循環利用のケースを参考に試算 この地区での水需要 8,700m ³ /日 このうちのすべてを循環利用で賄う。 8700÷136000=0.064
松山城南部の繁華街とその周辺	地区循環方式雑用水系用途	4.2%	東京都恵比寿での地区循環利用のケースを参考に試算 この地区での水需要 8,700m ³ /日 このうちの雑用水系用途の水需要は、5,700m ³ /日が見込まれる。 5700÷136000=0.042
学校施設	個別循環方式雑用水系用途	2.9%	松山市公営企業局の資料を参考に試算 松山市の学校施設での使用水量の合計 4,000m ³ /日 このうちの雑用水系用途の水需要は、2,600m ³ /日が見込まれる。 2600÷136000=0.029
各家庭	カスケード方式雑用水系用途・トイレ用水・洗濯用水・散水用水	15.0%	松山市公営企業局の資料を参考に試算 風呂用水を水源と考え、カスケード方式でトイレ用水、洗濯用水に転用。 風呂用水の供給量 1801÷3.691=48.71人・日 トイレ用水の需要 331人・日 洗濯用水の需要 61÷0.6=81人・日 散水用水の需要 21÷0.6=3.31人・日 44.3×461000÷136000=0.15