前橋市における生活用水の水需要構造の把握

前橋工科大学　学生会員　○平井　空
前橋工科大学　正会員　平川　隆一
前橋工科大学大学院　学生会員　伊東　孝広

１．背景および目的

水は，飲料水等の生活用水，稲作等の農業用水など，様々な用途で活用されており，必要不可欠なものである．これらの多くは河川水や地下水を水源としている．

そのような状況の中，度々全国各地の河川において渇水が発生している．渇水による被害をいかに軽減させるかが効率的な水資源利用における課題の一つである．

渇水対策の一つとして，ダムや堰等の水資源の効率的な運用がある．ダムは治水の他，生活用水等の利水としての役割も持ち，多くの水道事業体がダムの貯留水を利用している．既往研究では，大西ら [1]は水資源賦存量(降水量－蒸発量)の将来値を推計した結果，今後は今以上の渇水発生の可能性が増加することを示した．また，津田ら [2]は，渇水時の被害の軽減方策として，節水機器導入による水需要抑制の有効性を示している．水資源の効率的な運用を行うには，水需要構造を明らかにする必要がある．本研究は，住民の生活に直結する生活用水に焦点を絞り，水需要と水道料金等の関係性を明らかにするものである．

２．研究方法

データ収集の対象は情報収集が可能である上水道事業体のみとし，図 1 に示す群馬県内にある 21 の上水道事業体とする．対象期間は情報収集が可能な 1978～2014 年度までとし，水道統計 [3]から給水人口・世帯数・有収水量・水質データ，水道料金表 [4]から水道料金をそれぞれ調査する．水道料金については，消費者物価指数 [5]を用いてデフレータ補正を行う．

収集した対象データを用いて，有収水量とそれ以外の対象データの比較，有収水量と料金の増減の関係性を表す価格弾力性の算出，対象地域の水質データとおいしい水研究会 [6]にて定義された水質項目及び数値の相関性も調べることとする．

３．結果と考察

3.1　給水人口と有収水量の関係

水需要構造の分析として，21 事業体平均の給水人口及び世帯数と有収水量，1 人 1 日有収水量の推移を図 2，図 3 に示す．給水人口は 2002 年度以降減少傾向であるがほぼ横ばいであり，世帯数は核家族世帯や 1 人世帯の増加により増加傾向にある．それらに対して有収水量は，2000 年度をピークに減少傾向にあり，図 3 に示す 1 人 1

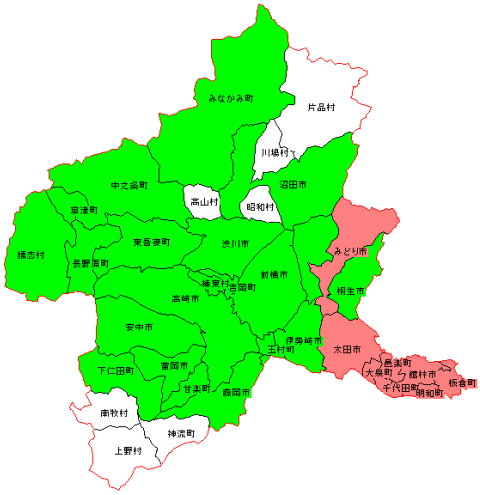

図 1　データ収集対象の事業体(着色部分)

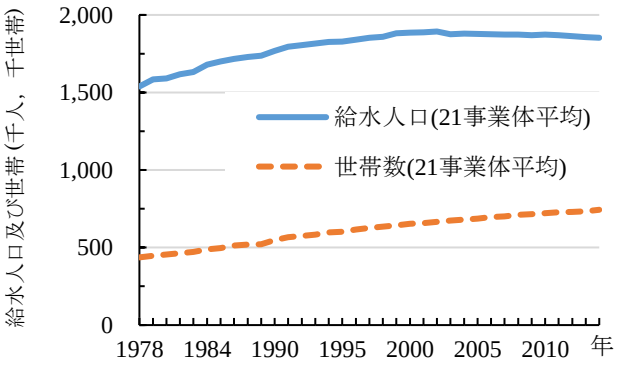

図 2　21 事業体平均の給水人口と世帯数の推移

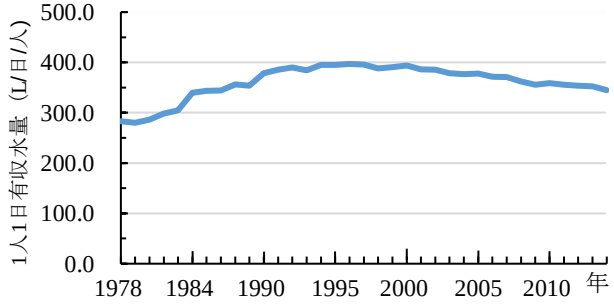

図 3　21 事業体平均の 1 人 1 日有収水量の推移

キーワード　生活用水，給水人口，有収水量，価格弾力性
連絡先　〒371-0816　群馬県前橋市上佐鳥町 460-1　前橋工科大学　TEL.027-265-7355　E-mail：hirakawa @maebashi-it.ac.jp

表 1　前橋市の価格弾力性の推移

前橋市　　価格弾力性 1 未満：黒字　　価格弾力性 1 以上：青字

年	価格弾力性	年	価格弾力性	年	価格弾力性
1986	0.21	1997	0.33	2007	**2.54**
1987	**2.08**	1998	0.20	2008	**6.58**
1988	0.16	1999	0.06	2009	**2.56**
1990	0.14	2000	0.20	2010	**1.41**
1991	0.59	2001	**1.11**	2011	-
1992	0.57	2002	**2.96**	2012	**1.03**
1993	0.07	2003	**3.33**	2013	0.14
1994	0.38	2004	**12.88**	2014	0.66
1995	0.06	2005	**10.76**		
1996	0.01	2006	**2.93**	平均	**2.00**

表 2　高崎市の価格弾力性の推移

高崎市　　価格弾力性 1 未満：黒字　　価格弾力性 1 以上：青字

年	価格弾力性	年	価格弾力性	年	価格弾力性
1986	0.28	1997	0.20	2007	**2.81**
1987	**1.77**	1998	0.46	2008	**5.81**
1988	0.01	1999	**1.07**	2009	**1.25**
1990	**1.49**	2000	0.40	2010	**2.16**
1991	0.34	2001	0.27	2011	-
1992	0.55	2002	**3.92**	2012	**3.17**
1993	0.79	2003	**5.07**	2013	0.21
1994	0.16	2004	**1.70**	2014	**8.18**
1995	**2.39**	2005	0.49		
1996	0.24	2006	**5.93**	平均	**1.89**

日有収水量の推移を見ると，人口減少関係なく，1 人あたりの需要量が減少し続けているため，群馬県においては，人口減少以外の事柄が水需要の減少に起因していると考えられる．ここで，群馬県において人口 30 万超であり中核市である前橋市と高崎市の 2 市に焦点をあてて，研究を行うこととする．

3.2　水道料金と有収水量の関係

前橋市及び高崎市の水道料金については，水道料金表において家事用料金として記載されている口径 13mm 及び 10m^{3}/月の金額を使用する．

それぞれ算出した両市の水道料金について，消費者物価指数を使用し，デフレータ補正を行い，料金と有収水量の増減の関係性を表す価格弾力性を算出した．その結果について，前橋市を表 1，高崎市を表 2 にそれぞれ示す．価格弾力性が 1 以上の場合は価格が変わると需要が大きく変化すると言われるが，両市ともに 1986～2014 年度の価格弾力性の平均が 1 以上であり，また，2000 年以降は多くの年で 1 以上となっているため，近年において水道料金の増減が水需要量に影響を与えていることが分かる．なお，2011 年については，デフレータ補正を行った水道料金が前年度と同額であったため，価格弾力性は算出できなかった．

3.3　水質と有収水量の関係

おいしい水研究会において定義された水質項目である，蒸発残留物，硬度，遊離炭酸，過マンガン酸カリウム消費量，臭気強度，残留塩素，水温の各基準値と，情報収集が可能な 2000～2014 年度の前橋市の A 浄水場及び高崎市の B 浄水場における上記項目の数値を比較した結果について，前橋市を表 3，高崎市を表 4 にそれぞれ示す．その結果，前橋市においては蒸発残留物及び硬度が殆どの年で，高崎市においては遊離炭酸が全ての年，過マンガン酸カリウム消費量や残留塩素が一部の年で水質要件の範囲外となっている．前橋市と高崎市の 1 人 1 日有収水量はいずれも減少傾向にあるため，水質は両市の水需要に対して少なからず影響を与えている事が分かる．

表 3　おいしい水の水質要件と前橋市の比較

前橋市（A浄水場）　　要件範囲内：黒字　　要件範囲外：赤字

	蒸発残留物	硬度	遊離炭酸	過マンガン酸カリウム消費量	臭気強度	残留塩素	水温
水質要件	30～200mg/L	10～100mg/L	3～30mg/L	3mg/L以下	3以下	0.4mg/L以下	20℃以下
2000	**219.0**	**109.0**	–	0.7	–	0.30	15.9
2001	**226.0**	**108.0**	–	0.7	–	0.30	15.7
2002	**211.0**	**108.0**	–	0.7	–	0.30	15.8
2003	**228.0**	**106.0**	–	0.8	–	0.30	16.6
2004	195.0	**106.0**	–	0.6	–	0.30	16.3
2005	**219.0**	**106.0**	–	–	–	0.30	15.9
2006	**235.0**	**106.0**	–	–	–	0.30	15.8
2007	**229.0**	**107.0**	–	–	–	0.30	15.2
2008	**221.0**	**109.0**	9.1	1.4	1.0	0.30	15.9
2009	**225.0**	**110.0**	9.7	–	–	0.30	15.8
2010	**223.0**	**111.0**	8.9	0.3	1.0	0.30	15.8
2011	**221.0**	**112.0**	8.9	–	–	0.30	15.9
2012	**225.0**	**110.0**	11.5	–	–	0.30	16.2
2013	**220.0**	**109.0**	9.3	0.5	1.0	0.30	16.2
2014	**206.0**	**109.0**	10.6	–	–	0.40	16.2

表 4　おいしい水の水質要件と高崎市の比較

高崎市（B浄水場）　　要件範囲内：黒字　　要件範囲外：赤字

	蒸発残留物	硬度	遊離炭酸	過マンガン酸カリウム消費量	臭気強度	残留塩素	水温
水質要件	30～200mg/L	10～100mg/L	3～30mg/L	3mg/L以下	3以下	0.4mg/L以下	20℃以下
2000	39.0	49.0	**1.8**	2.0	1.0	0.30	16.8
2001	53.0	38.0	**2.6**	2.6	1.0	0.40	15.7
2002	49.0	33.0	**2.0**	**3.4**	1.0	**0.50**	16.0
2003	49.0	33.0	**2.0**	**3.4**	1.0	**0.50**	16.0
2004	42.0	27.0	**1.7**	1.6	1.0	**0.50**	16.4
2005	63.0	20.0	**2.6**	0.9	1.0	0.40	15.1
2006	95.0	28.0	**2.0**	0.8	1.0	0.20	17.8
2007	98.0	33.0	**2.5**	0.9	1.0	0.30	17.7
2008	65.0	24.0	–	–	–	–	–
2009	71.0	27.0	–	–	–	0.40	–
2010	73.0	26.0	–	–	–	0.40	15.1
2011	62.0	22.0	–	–	–	0.40	14.4
2012	79.0	27.0	–	–	–	0.40	14.9
2013	53.0	22.0	–	–	–	0.30	14.5
2014	58.0	27.0	–	–	–	0.30	14.4

4．結論

本研究では，前橋市と高崎市の上水道における生活用水の水需要構造について分析を行った．その結果，以下のことが分かった．

・水道料金の増減が有収水量に影響を及ぼしている．
・両市の水質は，おいしい水の水質要件範囲から外れている部分が多く，有収水量に及ぼす影響は小さくない．

これらのことから，前橋市及び高崎市における生活用水の水需要は，水道料金の増減や水質による少なからず影響を受けており，今後の水需要は水道料金の増減及び水質に影響を受けると考える．

参考文献

1) 大西暁生，佐藤嘉展，佐尾博志：全国都道府県別における将来水需給ギャップの把握，土木学会論文集 G(環境), Vol.71, No.5，I_369-I_382，2015.
2) 津田守正，西田修三，入江政安：水道の需要抑制による渇水被害軽減効果の定量解析，土木学会論文集 B1(水工学), Vol.68，No.4，I_1441-I_1446，2012.
3) 日本水道協会：水道統計，1978～2014.
4) 日本水道協会：水道料金体系，1985～2014.
5) 総務省統計局：消費者物価指数，2016.
6) 日本水道協会：水道協会雑誌，第 54 巻，第 5 号，1985.