

千代田区周辺地域における水収支に関する調査研究 (その2)

正会員 ○篠田友博*1 正会員 高橋信之*3
正会員 増田幸宏*2 名誉会員 尾島俊雄*4

人工系水収支 水資源 トイレ洗浄水代替

1. はじめに

前報では、地域における水の有効利用のために水収支を把握することが重要であることを述べた上で、地域の水収支モデルを作成し、水資源として利用可能な自然系水収支についての調査を行い考察した。

引き続き本報では、人工系水収支についての調査を行い、対象地域の水収支の特性を明らかにするとともに、トイレ洗浄水として代替した場合の代替率を以て地域における水資源の賦存量を評価することを目的とする。

2. 千代田区周辺地域における人工系水収支調査

水消費量を原単位法により求めた。使用した原単位を表1に示す。

水消費量調査結果 (W)

各エリアの年間水消費量を図2に示す。次章にてエリアごとの水収支特性の分析をする際に、水資源の需要元として消費割合の高いトイレ洗浄水への代替率によって水資源量の評価を行うこととする。

循環利用水量調査結果 (C1)、

下水再生水調査結果 (C2)

現在、建築に導入されている雑用水道には3つの方式がある。個別循環方式、地域循環方式、広域循環方式である。

表1 建物用途別水消費量*1

	庁舎	大学	文化施設	総合病院	一般オフィス	デパート	シティホテル	娯楽施設	集合住宅
年間水消費原単位 (m ³ /年)	1,557	6,089	1,438	4,182	2,074	3,253	8,941	4,253	4,387
手洗い	15%	15%	15%	5%	15%	7%	5%	7%	8%
風呂	0%	0%	0%	28%	0%	0%	28%	0%	21%
洗濯	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	24%
厨房	27%	27%	27%	24%	27%	44%	25%	44%	26%
その他	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	4%	0%
トイレ	30%	30%	30%	20%	30%	40%	20%	40%	21%
散水	3%	3%	3%	1%	3%	1%	1%	1%	0%
空調	25%	25%	25%	18%	25%	4%	18%	4%	0%

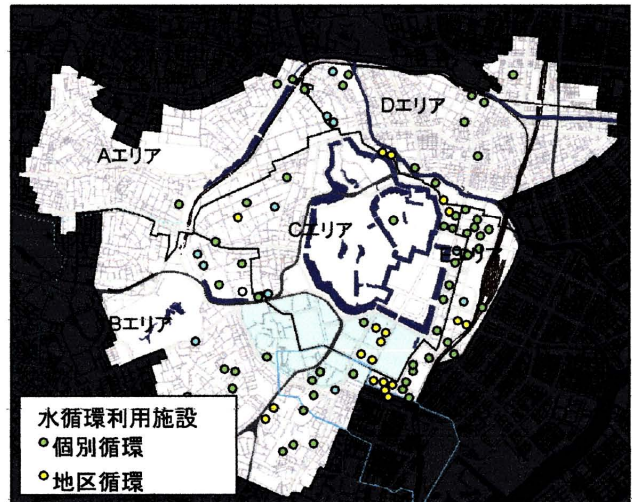


図1 循環施設の分布及び下水再生水供給範囲

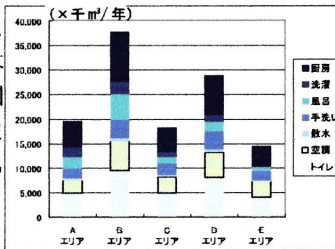


図2 水消費量 (W)

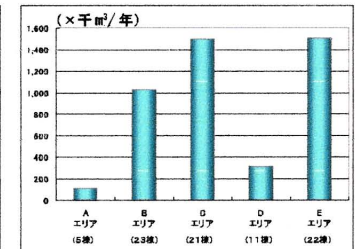


図3 循環利用水量 (C1)

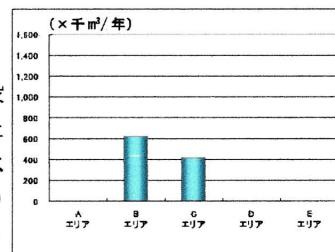


図4 下水再生水量 (C2)

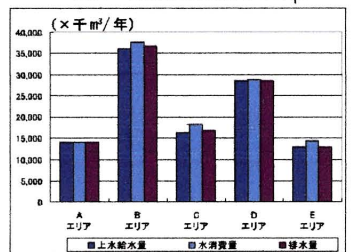


図5 人工系水収支結果

人工系水収支のまとめ

以上の結果から、エリアごとの上水給水量、排水量を以下の式により算定した。(図5)

【上水給水量 = W - C1 - C2】 【排水量 = W - C1】

この場合の上水給水量及び排水量は既存の雑用水施設を最大限に活用した際の値である。水消費量に対する上水給水量の差は1,900~300 (千m³/年)であった。水消費量に対する排水量の差は1,500~300 (千m³/年)であった。表2に水消費量のうちの上水の占める割合として上水給水率を示した。以下に算定式を示す。

【上水給水率 = 上水給水量 / W】

循環利用水、下水再生水を最大限に利用することで、C、Eエリアにおいて水消費量に対する給水量をおよそ

表2 水消費のうちの上水の占める割合

	A エリア	B エリア	C エリア	D エリア	E エリア
上水給水率	99%	96%	90%	99%	89%

90%まで削減することが可能であることが分かった。

3. 水収支特性の分析

千代田区周辺地域における水収支調査結果

水収支調査結果を表3に示す。自然系水収支の値は前報での調査結果を用いた。

水収支特性の評価

地域の水収支評価を行うため、水資源の水量を把握する。そこで、エリアごとの水資源量を水資源賦存量として把握する。

水資源賦存量とは、水の有効利用の観点から見たときに重要となる要因のうちその水量や容量を合計した量とする。エリア内にある水資源と考えられるものを表4に示す。自然系の水資源としては表面流出水、トンネル湧水排水を挙げる。表面流出水、トンネル湧水排水に関しては河川流出すべき水、現状河川に導水している水もあるが本研究ではそれらも含めて水資源賦存量とする。人工系の水資源としては循環利用水、下水再生水を挙げる。

水資源賦存量による評価

図6にエリア別の水資源賦存量を示す。

水資源賦存量はB、C、D、Eエリアにおいて、5,000(千m³/年)前後の値であった。一方Aエリアでは、人工系の水資源が少量であること、トンネル湧水排水が1地点しか確認されていないことから3,000(千m³/年)であった。

水資源の構成を見ると、Eエリアではトンネル湧水が多くを占めているなど、エリアごとの違いが見られる。

水資源のトイレ洗浄水代替率による評価

地域内の水資源のポテンシャルを計るため、トイレ洗浄水との割合を示すことでエリアの特徴を把握した。トイレ洗浄水の水量は前章で算出した結果を用いる。

【トイレ洗浄水代替率(%) = 水資源量(m³/年) / トイレ洗浄用水量(m³/年)】

エリア別の水資源とトイレ洗浄水との代替率を図7に示す。C、Eエリアにおいて全ての水資源量をトイレ洗浄水として代替できたとすると、その代替率は100%を上回る値となった。また、A、B、Dエリアにおいても全ての水資源をトイレ洗浄水として代替できたとするとおよそ60%のトイレ洗浄水を削減できる事が分かった。

4. まとめ

本報では、千代田区周辺地域を分水嶺により分割した5つのエリアを対象に人工系の水収支の調査を行い、前報の自然系水収支の調査結果と併せて各エリアの水収支の特性の違いを明らかにした。その結果以下の知見を得た。

・既存の雑用水利用施設を活用することでC、Eエリアにおいて、水消費量に対する上水給水量をおよそ90%まで削減することが可能であることが分かった。一方で、A、Dエリアではその削減割合はおよそ1%であった。

表3 水収支調査結果

	A エリア	B エリア	C エリア	D エリア	E エリア
自然系水収支					
降水量	4,987	7,162	6,640	5,209	1,391
蒸発散量	1,216	1,863	2,324	804	213
表面流出量	3,141	4,346	3,441	3,852	1,019
地下浸透量	629	953	875	554	158
トンネル湧水量	32	98	388	960	2,555
排水量	3,173	4,444	3,829	4,812	3,574
人工系水収支					
上水給水量	13,895	36,024	16,297	28,416	12,822
下水再生水量	0	613	409	0	0
水消費合計	14,002	37,660	18,200	28,727	14,328
上水消費量	7,184	21,537	9,568	14,798	6,798
雑用水消費量	6,818	16,123	8,632	13,928	7,530
循環利用水量	107	1,023	1,494	311	1,506
排水量	13,895	36,637	16,705	28,416	12,822

(×千m³/年)

表4 水資源の分類

自然	表面流出水 トンネル湧水排水
人工	下水再生水 循環利用水

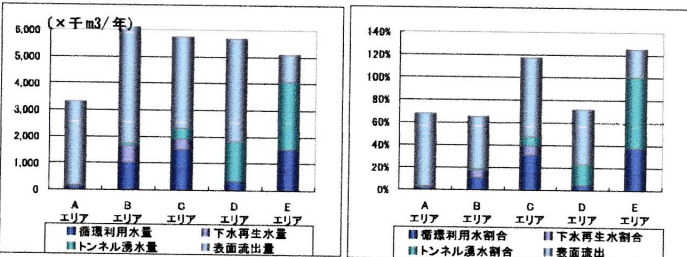


図6 水資源賦存量

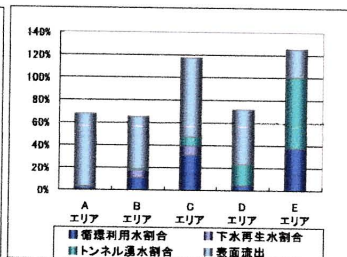


図7 トイレ洗浄水代替率

・表面流出水などの水資源を全てトイレ洗浄水として代替できたとすると、C、Eエリアでは全てのトイレ洗浄水需要に対応できることが分かった。

謝辞

本研究では千代田区、トンネル湧水調査に関するアンケートにご協力いただいた各トンネル管理者の皆様へ御協力を頂きました。ここに記し、深く感謝の意を表します。また、本検討の一部は、科学研究費補助金【基盤研究(B)、課題番号18360277、研究代表者 高橋信之】の一環として取り組んだものである。この場を借りて御礼申し上げます。
[注]

- *1) 本研究では1) に習い都市計画上の施設分類に従って九つに建物を分類し地域の水消費量及び消費割合を算出した。原単位は1)から引用した。年間建物用途別水消費割合は2)から数値を引用した。
- *2) 循環利用水量調査については施設規模が日量値(日/m³)で得られたため、その値に365(日)を乗じて年間の循環水量(年/m³)とした。施設規模は3)を用いて把握し、東京都へのヒアリングによって得られたデータも反映して把握した。
- *3) ト水再生水の配水量については4)及び5)に掲載されている値を用いた。日量値であるため、循環水量と同様に年間値へ換算を行った。

参考文献

- 1) 尾島俊雄研究室: 建築の光熱水原単位 [東京版], 早稲田大学出版部, 1995
- 2) 空気調査衛生工学会: 雨水利用システム設計実務, p. 38, 丸善, 1997
- 3) 工業新報社: 中水道システム建設実績・計画リスト2006
- 4) 東京都下水道局: 下水道事業年報, 2005
- 5) 東京都下水道局: 再生水利用事業実施要綱, 2006

*早稲田大学大学院理工学研究科
*早稲田大学理工学総合研究センター
*早稲田大学理工学総合研究センター
*早稲田大学 建築科

修士課程
講師 博士(工学)
教授 T博
教授 工博

1*Graduate School, Waseda Univ.
2*Lecturer, Rise, Waseda Univ., Ph.D
3*Prof., Rise, Waseda Univ., Dr.Eng.
4*Prof., Waseda Univ., Dr.Eng