東京都心区部における下水処理水の広域活用に関する調査研究

A STUDY ON WIDE AREA UTILIZATION OF THE TREATED WATER FROM SEWAGE DISPOSAL PLANT IN THE INNER CITY DISTRICT OF TOKYO

増田 幸宏*
Yukihiro MASUDA

We have large quantity of treated water from sewage disposal plant. It is valuable water source in the city. I pointed it out that we can utilize the treated water in the buildings, that already have facilities for wastewater reclamation and waterworks for miscellaneous use in the inner city district of Tokyo. I examined distribution and concentration of such kind of buildings. After the survey I found comparatively high concentration in the area around Tokyo station and there is a possibility that we can utilize the treated water from sewage disposal plant effectively in that area.

Keywords : *Waterworks for miscellaneous use , Water for miscellaneous use, treated water from sewage disposal plant ,*
雑用水道, 雑用水, 下水処理水

1. 研究目的・研究概要

都市において、下水処理水は都市内の需要地に近く、かつ量的に安定した水源であると考えられる。下水処理水の活用は都市の水に対する自立性、自律性を確立するための有効な一方策である。東京都の計画においても、今後下水処理水を利用した広域循環を拡大し雑用水利用を促進するとある¹⁾。

水資源としての下水処理水の有効な活用方法としては、既成市街地の業務集積地における雑用水*1としての利用が考えられる。しかし下水処理水の広域循環は通常新規の広域の再開発等で導入されるため、既成市街地においては、雑用水道の方式として個別・地区循環方式の施設が集積しつつある。図1に示すのは雑用水利用施設数の推移である²⁾。後述の通り、個別・地区循環方式の雑用水利用は建物毎にプラントを設置する形式のため普及が容易であるが、雑用水需要を賄う雑用水を確保できない場合がある。

個別・地区循環方式の建物は雑用水系統と上水系統の二系統配管を既に有するため、下水処理水の供給を受けてすぐに雑用水として利用することが可能である。そのため、個別・地区循環方式の建物がある程度集積し、一定規模以上のまとまった雑用水需要がある地域に対しては、雑用水需要を賄うために下水処理水を供給することが考えられる。

そこで本報においては、個別・地区循環方式の建物による雑用水需要を下水処理水の供給対象として捉え、下水処理水の広域活用に資する資料とするため、東京都区部における個別・地区循環方式で雑用水利用を行う施設を対象とし、その集積状況と雑用水需要量について調査を行う。

2. 雑用水需要と下水処理水の現況

2.1 下水処理水の現況

再生水としては主として下水高度処理水*2が利用されている。平成12年度で区部における処理水全体(約476万m³/day)の約10.3%程度(49万m³/day)が高度処理されている³⁾。将来的には、総処理量の100%を目標としながら、平成27年に向けて総処理水量の60%を目標に高度処理の導入をはかるとしている¹⁾。広域循環による雑用水利用、清流復活事業用の環境用水等に用いられている処理水は平成12年度で処理水全体の約1.5%程度(約6万m³/day)、下水処理場内での利用も含めると約9%程度である³⁾。表1に示すのは、東京都区部の下水処理場における高級処理水と高度処理水の放流量である³⁾。

2.2 東京都区部における雑用水需要の現況

表2に示すのは、東京都区部の各区における個別循環、地区循

* 早稲田大学大学院理工学研究科 博士後期課程・工修

Doctoral Course, Graduate School, Waseda Univ., M. Eng.

環、広域循環の各方式における雑用水需要（利用計画水量）の現状である。個別・地区循環利用施設では、雑用水需要量で比較すると値の大きなものから千代田区、港区、品川区、新宿区、中央区の順であり、雑用水需要密度で比較すると千代田区、港区、中央区、渋谷区、文京区の順となっている。

2.3 東京都区部における下水放流量と雑用水需要の比較

表1、表2より、東京都区部における下水放流量と雑用水需要量の比較を行ったものが図2である。下水放流量約440万（ m^3/day ）に対して、個別循環、地区循環方式における雑用水需要量（利用計画水量）はその0.92%にあたる約4万（ m^3/day ）となっている。

3. 雑用水道方式の変更に係る検討

3.1 雑用水道利用の方式^{*3}

現在、建築物に導入される雑用水道には3通りの方式がある。個々の建物で循環利用水造成プラントを設置する個別循環方式、地区レベルで循環利用水造成プラントを設置し、複数の建物に循環利用水を供給する地区循環方式、循環利用水造成プラントを設置せず下水処理場から再生水の供給を受ける広域循環方式の3種類である^{*4}。現在東京都の「雑用水利用に係る指導指針」においては、延べ床面積3万 m^2 以上、あるいは雑用水量（計画可能水量）100（ m^3/day ）以上の建築物の建築主及び雑用水利用管理者に対して雑用水利用実施の指導を行っている。雑用水道の方式の選択に関しては、個別・地区循環方式に加えて、下水処理場からの再生水の供給が可能な区域においては広域循環方式も検討することとなっている。広域循環方式の実現にあたっては、下水処理場から需要地までの再生水供給管の敷設に要するコストを賄う需要が必要等の制約があり、新規の広域の再開発等限られた地域でしか実現していない。

3.2 循環利用水造成プラントを設置する場合の問題点

広域循環方式と比較して循環利用水造成プラントを設置する場合の主な特徴をまとめると、長所としては普及・促進が容易であること、下水の排出量が減少することが挙げられ、短所としては個別の建物に

おいてプラントの設置、維持管理、汚泥処理等が必要でコストがかかること、各建物毎にプラントの構成と規模を設計することになるが建物によっては雑用水の需給バランスが取りにくいこと、また設計時点での計画通りの需要量、供給量とならない場合があることが挙げられる。

図1 導入年度別雑用水利用施設数

表1 下水処理場の放流量

処理場名	高級処理水放流量 (m^3/day)	高度処理水放流量 (m^3/day)	放流量合計(m^3/day)
芝浦	661,622	0	661,622
三河島・東尾久	249,703	138,262	387,965
蔵前	-	0	-
中川	168,929	0	168,929
小台	244,636	0	244,636
有明	-	7,252	7,252
小菅	159,152	0	159,152
葛西	313,443	0	313,443
落合	13,813	261,531	275,344
中野	27,139	0	27,139
新河岸	551,186	0	551,186
砂町	426,194	0	426,194
森ヶ崎	1,168,568	0	1,168,568
計	3,984,385	407,045	4,391,429

(注) 東京都下水道事業年報（平成12年度）をもとに作成

表2 東京都区部における個別循環、地区循環、広域循環の各方式における雑用水需要の現状

区名	個別循環 循環利用水量 (m^3/day)	地区循環 循環利用水量 (m^3/day)	広域循環 循環利用水量 (m^3/day)	各区面積 (Km^2)	総計(個別・地区) 循環利用水量 (m^3/day)	総計(合計) 循環利用水量 (m^3/day)	雑用水需要密度(個別・地区) ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$)
	(m^3/day)	(m^3/day)	(m^3/day)		(m^3/day)	(m^3/day)	
千代田区	5145	4406	-	11.64	9551	9551	0.000821
港区	6906	1614	2064	20.34	8520	10584	0.000419
中央区	2423	591	-	10.15	3014	3014	0.000297
渋谷区	2296	416	-	15.11	2712	2712	0.000179
文京区	1642	382	-	11.31	2024	2024	0.000179
新宿区	791	2284	6601	18.23	3075	9676	0.000169
品川区	1798	1623	69	22.69	3421	3490	0.000151
豊島区	516	1240	-	13.01	1756	1756	0.000135
目黒区	176	1332	-	14.7	1508	1508	0.000103
大田区	2544	-	-	59.46	2544	2544	0.000043
台東区	352	-	-	10.08	352	352	0.000035
世田谷区	118	373	-	58.08	491	491	0.000008
北区	155	-	-	20.59	155	155	0.000008
中野区	-	113	555	15.59	113	668	0.000007
墨田区	93	-	-	13.75	93	93	0.000007
足立区	358	-	-	53.2	358	358	0.000007
江東区	263	-	3862	39.44	263	4125	0.000007
練馬区	310	-	-	48.16	310	310	0.000006
杉並区	101	-	-	34.02	101	101	0.000003
板橋区	60	-	-	32.17	60	60	0.000002
荒川区	-	-	-	10.2	0	0	0.000000
葛飾区	-	-	-	34.84	0	0	0.000000
江戸川区	-	-	-	49.86	0	0	0.000000
計	26047	14374	13151	616.62	40421	53572	0.000066

(注) 都市基盤整備公団の調査資料をもとに作成

図1に示すように雑用水利用施設の設置数が増加している一方で、維持管理の問題等から利用を停止した施設も見られ、個別循環方式では維持管理費の負担が大きいこと、水量が不足していること、原水の水量・水質が不安定であること等が課題として報告されている⁷⁾。

3.3 再生水を供給する場合の有効性

個別・地区循環方式で雑用水利用を行う建物に再生水の供給が可能になった場合、以下の4点の有効性が挙げられる。

- ①一定の水質の再生水を需要に応じて安定して供給可能である。
- ②雑用水需要に対して排水量が少ない建物でも雑用水利用が可能となる。
- ③雑用水需要が少なく、利用コストの点からプラントを設置しての雑用水利用が困難である建物でも雑用水利用が可能となる。
- ④必要な水量が常時確保できるため、全雑用水系用途へ雑用水利用を拡大することが可能である。

④に関しては、再生水を供給することにより需要に応じた雑用水利用が可能になる。現在は「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(以後、ビル管理法)^{*5}により散水や空調用水源に再生水を使用することが難しいが、水質管理に関しての技術的な対応により将来的には利用可能であると考え、表3を用いれば、雑用水系統として最終的に最大で水消費量の58%程度まで雑用水の需要が増加する可能性が考えられる^{12) 13)}。

3.4 雑用水道方式の変更に関する技術的検討

個別・地区循環方式で雑用水利用を行う建物に再生水の供給を行う場合、雑用水道方式の変更に要する技術的な検討を行う必要がある。個別循環方式で循環利用水を利用している建物が雑用水利用を全量再生水に変更するとした場合、循環利用水造成プラントの一部を工事することで再生水の供給を受けることが可能となる。その際図3に示すようなシステム変更が考えられる。

図2 東京都区部における下水放流量と個別循環、地区循環方式における雑用水需要量の比較

表3 オフィスビルにおける用途別使用水量割合¹²⁾ (%)

雑用水系用途(58%)			上水系用途(42%)	
トイレ洗浄水	散水	空調	手洗い・洗面	厨房
30	3	25	15	27

(注) 文献12の用途別使用水量割合をもとに、雑用水系用途と上水系用途の分類を加えて表示

図3 雑用水道システムの変更

図4 東京都心区部における雑用水利用施設の分布

基本的には、

- ・排水貯留槽、再生処理施設の除去
- ・外部からの再生水供給管の雑用水貯留槽への接続

という2段階の工事でシステムの変更が可能であり、個別・地区循環方式で雑用水利用を行う建物は、再生水の供給先として現実的な対象であると考えることができる。

4. 東京都区部における再生水利用の検討

4.1 検討対象地区の抽出

2.2で述べた東京都区部の各区における個別循環、地区循環方式における雑用水需要量(利用計画水量)に関して、雑用水利用を行う施設の集積状況と雑用水需要量のより詳細な把握を行うため、以下の作業を行った。

循環利用水造成プラントを設置している既存の建物の集積の状況を把握するためには、循環利用水造成プラント設置施設の分布が重要になってくる。図4は、雨水のみを利用している施設も含めた雑用水利用施設の分布を示すものである*6。分布図の作成にあたり、東京の都区部の中でも多くの事務所ビルが存在する業務集積地である新宿、大手町、六本木の3地域を対象とした。予備調査において、当該地域の利用施設の分布は各々凡そ半径3kmの範囲となっているため、その範囲で調査を行った結果を図4に示している。尚、下水処理場と現在広域循環方式を導入している地区に隣接するほど、再生水供給管敷設の点で再生水の供給が容易となるため、図4にそれらをあわせて図示している。

図4より、東京駅周辺地域の雑用水利用施設は比較的多くの集積が見られるため、検討対象として取り上げさらに詳細な検討を行った。

図5 東京駅周辺地区における雑用水利用施設

4.2 東京駅周辺地域における検討

(1) 東京駅周辺地域を拡大したものを図5に示す。図5には、既存の雑用水利用施設に加え、地域の動向として今後の再開発や建物の更新に関して調査を行った結果も示している*7。その結果、雑用水利用施設の集積の見られる図5に示すエリアを検討エリアとして設定し、雑用水需要量の検討を行った。(以後検討エリアとする。) 検討エリアには延べ床面積500㎡以上の建物は約120棟あり*8、その内既に37棟の建物で雑用水利用が行われている。検討エリア内の雑用水利用施設の内訳は、個別循環方式28棟、地区循環方式2件(建

物計7棟)、雨水のみ利用の施設2棟である。これらの循環利用水を利用する建物に関して、個別循環方式28棟の内8棟、地区循環方式の7棟の内6棟の雑用水利用実態調査の結果を表4に示す*9。調査対象となっている10件中8件で雑用水の不足から雑用水系統への上水補給がされており、その8件の上水補給割合(上水補給量÷雑用水系統使用量)の平均は29.7%である。この結果より、検討エリア内においては、再生水の供給により雑用水使用量は増加すると推測される。尚、調査対象の8件の建物における雑用水使用量の増加分は、上水補給量の合計である480(m³/day)となると考えられる。

(2) 検討エリアにおいて、現在個別循環、地区循環方式で雑用水利用を行っている35件の建物は、雑用水需要量(計画可能水量)7,450(m³/day)の規模である。今後の再開発(11件、延べ床面積合計157万m²)において見込まれる雑用水需要量は、ビル管理法に基づきトイレ洗浄水の用途を想定すると3,594(m³/day)の規模である*10。その結果、表5に示すように検討エリアにおける雑用水

表4 循環利用水利用施設の実態調査結果

建物名	上水使用量P (m ³ /day)	雑用水系統使用量Q (m ³ /day)	循環利用水道水量 S(m ³ /day)	雑用水系統使用割合 R=Q/(P+S)(%)	上水補給量T=Q-S (m ³ /day)	上水補給割合 U=T/Q(%)
A	206.2	112.3	62.9	41.9	49.4	44.0
B	180.8	137.3	100.7	48.8	36.6	26.7
C	324.1	87.6	65.9	22.5	21.7	24.8
D	42.2	28.8	26.7	38.9	0.1	0.4
E	603.8	228.9	-	-	-	-
F	241.9	165.2	125.9	44.9	39.9	23.8
G	166.9	107.4	84.3	42.8	23.1	21.5
H	474.4	338.8	132.7	55.8	206.1	80.8
I	447.2	289.7	185.6	45.8	104.1	35.9
J	-	374.2	374.2	-	0	0.0

(注)

・AからHまでは個別循環方式の建物であり、I、Jは地区循環地区内の建物の合計値である(Iは2棟、Jは4棟)。

・表内で数値の入っていない箇所はデータの無いものである。

表5 検討エリア(東京駅周辺地域)における再生水需要量

東京駅周辺地区(検討エリア)・計画面積 1430000(m ²)	計画供給量 (m ³ /day)	雑用水需要密度 (m ³ /m ² ・day)
既存雑用水道設置施設における雑用水需要量	7,450	0.0052
今後の再開発による再生水需要量	3,594	0.0025
再生水需要量 合計	11,044	0.0077

表6 東京都における広域循環方式の導入地区の比較

	計画面積(m ²)	計画最大供給量(m ³ /day)	雑用水需要密度(m ³ /m ² ・day)
新宿・中野坂上	800,000	8,000	0.0100
臨海副都心	6,180,000	30,000	0.0049
品川	830,000	6,000	0.0072
大崎	670,000	7,000	0.0104
汐留	310,000	4,000	0.0129
八潮・東品川	570,000	4,000	0.0070

需要量(計画可能水量)は11,044(m³/day)となる。

(3) 検討エリアへは最寄りの処理場である芝浦処理場から再生水を供給することを想定した場合、表1に示すように芝浦処理場では約66万(m³/day)の放流量(高級処理水)があり、検討エリアへ十分供給可能な処理水量が確保できる。

(4) 検討エリアにおける再生水の供給が、事業を行う供給者側からみて現実的なものであるかどうかを評価するため、東京都における他の広域循環方式導入地域と、雑用水需要密度と単位配管あたりの再生水供給量で比較した。再生水供給管は、下水処理場から敷設せず、最も近い広域循環方式導入地区から供給管を延長することでの対応も可能であり、順次広域循環方式導入地区がネットワーク化されていくことにより再生水の供給がより容易となる。検討エリアへ再生水供給管を敷設する場合、芝浦処理場から敷設する場合約6km、隣接する広域循環方式導入地区(汐留地区)から敷設する場合約3km程度となる。

検討エリアの雑用水需要密度に関しては、表6に示すように、東京都における他の広域循環方式導入地区と同等規模の雑用水需要密度である。また表7に示すように、単位配管あたりの再生水供給量は他の供給地域と比較して多いことが分かる。

(5) 次に、将来見込まれる雑用水需要の増加分を計算した。検討エリアでは現在雑用水量の97%がトイレ洗浄水として使われている。3.3での検討の通り、将来的に散水や空調用水源に再生水を使用することが可能になると考え、既存の雑用水利用施設と今後の再開発地域で、最大で水消費量の58%まで雑用水需要が増加することを想定すると表8に示すように雑用水量は21,138(m³/day)となる。

(6) 更に、将来的に地域の再開発や建物更新、設備更新の際、東京都の指導対象となる建物の雑用水需要を計算すると、少なくとも現在の延べ床面積が維持されるものとして、延べ床面積3万m²以上

表7 単位配管あたりの再生水供給量

処理場	供給エリア	計画供給量 (m ³ /day)	配管総延長(km)	単位配管あたりの再生水供給量(m ³ /day・km)
落合処理場	新宿・中野坂上	8,000	11.8	678.0
芝浦処理場	品川、大崎、汐留	17,000	18.6	914.0
有明処理場	臨海副都心	30,000	26.1	1149.4
芝浦処理場	東京駅周辺地域(検討エリア)	11,044	3.0(汐留地区から供給管を延長) 8.0(芝浦処理場から供給管敷設)	3681.3 1840.7

表8 検討エリア(東京駅周辺地域)における将来的な再生水需要量

東京駅周辺地区(検討エリア)・計画面積 1430000(m ²)	計画需要量 (m ³ /day)	雑用水需要密度 (m ³ /m ² ・day)
用途の拡大による再生水需要量	21,138	0.0148
今後の雑用水利用施設の増加による再生水需要量	14,848	0.0104
検討エリアにおける再生水需要量 合計	35,986	0.0252

の建物は50棟(総延べ床面積320万㎡)あり^{*8}、全雑用系統に利用した場合雑用水需要量は計14,848 (m³/day)となる。

5. 結論

本研究では、個別・地区循環方式の建物による雑用水需要を下水処理水の供給対象として捉え、下水処理水の広域活用に資する資料とするため、東京都区部における個別・地区循環方式で雑用水利用を行う施設を対象とし、その集積状況と雑用水需要量について調査を行った。その成果と知見を以下の5点にまとめる。

(1) 東京都区部における下水放流量と雑用水需要の比較を行った。個別・地区循環利用施設では、雑用水需要量で比較すると値の大きなものから千代田区、港区、品川区、新宿区、中央区の順であり、雑用水需要密度で比較すると千代田区、港区、中央区、渋谷区、文京区の順となっている。

下水放流量約440万(m³/day)に対して、個別循環、地区循環方式における雑用水需要量(利用計画水量)はその0.92%にあたる約4万(m³/day)となっている。

(2) 個別・地区循環方式で雑用水利用を行う建物に再生水の供給が可能になった場合の有効性に関して整理した。

(3) 循環利用水造成プラントを設置している建物の分布図を作成し、その集積状況を把握した。

(4) 雑用水利用施設の集積が見られる東京駅周辺地域を対象として取り上げ詳細な検討を行った。その結果、検討エリアは雑用水量(計画可能水量)11,044 (m³/day)の需要規模となる。東京の他の広域循環方式導入地域と、同等規模の雑用水需要密度であり、単位配管あたりの再生水供給量は他の供給地域と比較して多くなることが分かった。

また再生水の供給元を芝浦処理場とする場合、約66万(m³/day)の放流量(高級処理水)があり、検討エリアへ十分供給可能な処理水量が確保できる。

(5) 検討エリア内で今後全雑用系統へ再生水利用を行う場合、全体で21,138 (m³/day)の雑用水需要が見込まれる。さらに、将来的に地域の再開発や建物更新、設備更新の際、東京都の指導対象となる延べ床面積3万㎡以上の建物の雑用水需要を計算すると、少なくとも現在の延べ床面積が維持されるものとして、全雑用系統に利用した場合計14,848 (m³/day) 雑用水需要が見込まれる。

以上より、既設の二系統配管を有する、東京都区部における個別・地区循環方式で雑用水利用を行う施設は、下水処理水の供給対象として検討の価値があることが分かった。

6. 今後の展望

本報においては東京駅周辺地域を取り上げて検討を行ったが、港区周辺地域においても雑用水利用施設の集積が見られることから、今後詳細な検討を行う予定である。特に本研究において雑用水利用施設の分布調査を行った地域は、都市再生緊急整備地域に指定されている地域と重なる部分が多く、今後多くの再開発等が見込まれている地域であり、研究の意義は大きいと考える。

謝辞

本研究において御指導頂きました早稲田大学尾島俊雄教授、高橋信之教授、御協力頂きました関係者の皆様に深く感謝致します。なお、本研究の一部は科学研究費(A)一般(課題番号:14205090、研究課題名:東京23区における大深度地下インフラ・トンネルのルート設定に関する実証的調査研究、研究代表者:尾島俊雄)の助成を受けて実施した。ここに記し、感謝の意を表します。

注

- *1) 本報においては、人の飲用その他これに類する用途以外で低水質でもよい用途(雑用系用途)に供される水を雑用水と呼ぶ^{5) 8)}。雑用水の水源としては排水、雨水を利用するものとし、雑用水のうち個別・地区循環方式において利用する雑用水を循環利用水、広域循環方式で雑用水として利用する下水処理場からの再生処理水を再生水と定義する。
- *2) 高度処理とは、通常の高級処理による処理水の品質をさらに向上させるために行う処理である。通常の高級処理の除去物質であるBOD、SS等の除去効率の向上のほか、高級処理では充分除去できない物質(窒素、リン等)の除去効率の向上を目的とする²⁰⁾。
- *3) 雑用水道に関しては、雑用水利用施設の実態を調査した報告^{2) 4)}や、紀谷^{5) 11)}、和田¹³⁾、井上・中島¹⁴⁾らの文献、杉本・松尾¹⁷⁾、須賀・佐土原¹⁸⁾、和田・村上¹⁹⁾らの研究報告がある。
- *4) 雑用水利用の方式に関して文献22の分類方法を参照した。本論文ではさらに東京都の資料²³⁾等行政の資料と同様個別循環方式のうち水源として雨水のみを処理して利用している施設に関しては雨水単独型・非循環として分けて分類している。また広域循環方式に関して工業用水道の供給が可能な区域においては工業用水道利用方式として分類している。
- *5) 改正されたビル管理法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)に基づく施行規則(平成15年4月1日施行)では、
  - ・冷却塔及び加湿装置に供給する水は、雨水や下水処理水ではなく水道水質基準を満たす水を用いること
  - ・雑用水を散水、修景、清掃に使用する場合は、し尿を含む水を原水として用いないこととされている²¹⁾。
- *6) 主として文献8とヒアリング調査により作成
- *7) 主として文献9とヒアリング調査による
- *8) 東京都都市計画局 東京都都市計画地理情報システムを用いた。
- *9) 各建物の年報等の資料を閲覧し、日量平均に換算して表示
- *10) 文献10より、事務所ビルにおける延べ床面積あたりの給水量を8(l/m²・day)とした。また再開発計画の中で具体的に雑用水利用計画量が定められているものに関してはその値を使用した。

参考文献

- 1) 東京都下水道局: 東京都下水道事業概要, pp. 18, 平成11年度
- 2) 国土交通省水資源部: 雑用水利用施設実態調査, pp. 15, 平成12年度
- 3) 東京都下水道局: 東京都下水道事業年報, pp. 170, pp. 375, 平成12年度
- 4) 都市基盤整備公団: 望ましい水環境の形成に資する基盤整備に関する調査報告書, pp. 37, 平成12年3月
- 5) 紀谷文樹他: 都市をめぐる水の話, pp. 64, 井上書院, 1992
- 6) 東京都: 雑用水利用に係る指導指針
- 7) 国土交通省水資源部ホームページ <http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/zatsuyousui/kadai.html>
- 8) 工業新報社: 中水道システム建設実績・計画リスト2003
- 9) 大手町・丸の内・有楽町地区再開発推進協議会: 設立からの概要, 平成14年9月
- 10) 空気調和・衛生工学会: 給排水衛生設備計画設計の実務の知識, pp. 33 オーム社, 平成11年
- 11) 紀谷文樹他: 給排水衛生設備学, TOTO出版, 1989
- 12) 空気調和・衛生工学会: 雨水利用システム設計と実務, pp. 38, 丸善, 1997
- 13) 和田安彦他: 水を活かす循環環境都市づくり, pp. 114, 技報堂出版, 2002
- 14) 井上宇市、中島康孝: 建築設備ポケットブック, 相模書房, 2001
- 15) 空気調和・衛生工学 第53巻 第2号, pp. 1-53

- 16) 高橋裕：都市と水 pp.109 岩波新書 1999
- 17) 杉本留三、荒巻俊也、松尾友矩：雑用水利用の現状分析と課題に関する考察－雑用水利用施設に対するアンケート調査を基にして、土木学会論文集, No.594/VII-7, pp.85-93, 1998.
- 18) 須賀千衣、吉田聡、佐土原聡：東京都区部における再生水・雨水利用の実態調査及びその拡大の可能性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1 分冊, pp.665-666, 2001 年
- 19) 和田隼人、村上公哉：西新宿地区における下水処理水を活用した排水再利用システムに関する調査研究、日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1 分冊, pp.663-664, 2001 年
- 20) 東京都下水道局：東京都下水道事業概要, pp.80, 平成14年度
- 21) 厚生労働省ホームページ：建築物における衛生的環境の確保に関する法律（略称：建築物衛生法）関連政省令の一部改正について
<http://www.mhlw.go.jp/topics/2002/12/tpl218-2.html>
- 22) 高橋裕、武内和彦編：地球システムを支える21世紀型科学技術, pp.109 岩波講座地球環境学 2001
- 23) 水の有効利用施設導入の手引き(東京都 平成15年8月)

(2003年7月10日原稿受理, 2004年4月19日採用決定)