

下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書
再生水利用の社会的意義と利用促進に向けたあり方について
(案)

平成21年 月

目次

はじめに	2
1. 再生水利用の状況	4
1. 1 わが国における再生水利用の状況	4
1. 2 海外の再生水利用の状況	5
2. 再生水利用の社会的意義・効果	7
2. 1 地球温暖化対策への貢献	7
2. 2 公共用水域の水質改善等への寄与	10
2. 3 うるおいのあるまちづくりへの貢献	11
2. 4 災害に強いまちづくりへの貢献	12
3. 再生水の利用促進のための課題の整理と対応の考え方	13
3. 1 再生水の利用促進のための課題の整理	13
3. 2 再生水の利用促進に向けた主要課題への対応の考え方	14
4. 再生水利用に関する施策の今後の方向性について	21
おわりに	25

はじめに

○懇談会の趣旨、目的

下水道は都市の下に網目のようにはりめぐらされ、膨大な量の水を扱っている。下水処理水の再利用は、これまでも都市部において喪失したうるおいを回復するための環境用水や、渇水に悩む地域において雑用水の供給という形で行われてきた。せせらぎの復活など都市のうるおいづくりへのニーズは依然高く、また、渇水リスクについては、地球温暖化によって更に高まると懸念されている。さらに近年では、地震等の災害時の防火・防災用水や復旧・復興を支えるための水、地球温暖化防止に寄与する地域冷暖房や打ち水のための温冷熱エネルギーを有する水としての期待も高まっている。併せて、膜処理等の水処理技術の進歩が、下水処理水の再利用の可能性を更に高め、下水道管から下水を取り出してサテライト処理¹により再利用することも可能となりつつある。

このような背景の中、下水処理水の再利用が進むことが、公益の増進、社会貢献に繋がるとの認識の下で、再生水²利用者や水供給主体、市民、下水道事業者などの各主体の視点に立って、課題、方策を検討し、下水処理水の再利用が如何にあるべきかについて整理するため、下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会を設置した。

¹ サテライト処理とは、下水処理場に至る前の下水道から下水を取り込む水処理施設を設置し、再生水として利用できるように処理することである。

² 本稿では、下水処理水を再利用する目的で処理した水を「再生水」と表現する。従って、「下水処理水の再利用」と「再生水の利用」は同義とする。

下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会 委員名簿
※五十音順、敬称略

青柳昌佳 電源開発株式会社環境エネルギー事業部営業企画グループリーダー

井上 潔 東京都下水道局計画調整部副参事（カーボンマイナス推進担当）

○黒川和美 法政大学大学院政策創造研究科教授

篠田好司 福岡市道路下水道局施設調整課長

田中宏明 京都大学大学院工学研究科教授

藤木 修 国土技術政策総合研究所下水道研究部長

野口基一 日本ヘルス工業株式会社執行役員

○：座長

*：役職は平成20年9月時点

旧委員

川田博見 福岡市下水道局管理部管理課長

小団扇浩 東京都下水道局計画調整部副参事（緊急重点雨水対策事業担当）

*：役職は平成20年2月時点

1. 再生水利用の状況

再生水利用の状況について、わが国と海外の概要を示す。ただし、ここで示す再生水利用のデータについては、何らかの用途への利用を目的として処理場から直接送水され利用されている水量を把握しているものであり、河川への放流後に河川水とともに取水している場合や、処理場から近隣の河川等に放流された下水処理水が結果として河川流量の確保に寄与している場合などは含まれていない。

1. 1 わが国における再生水利用の状況

日本の再生水利用量は平成 18 年度で約 2 億 m³であり、下水処理水の再利用率は約 1.4%である。利用量のうち、62%が修景用水や親水用水、河川維持用水等の環境用水として利用されている特徴がある（表 1、図 1 参照）。なお、わが国の再生水利用における、高度な水処理技術を用いた都市用水（雑用水）利用等の進展について、海外からの関心が高い³。

表 1 わが国における再生水利用実績（平成 18 年度）

平成18年度	処理場数	(万m ³ /年)	(%)
水洗トイレ用水	53	676	3.5%
修景用水	100	5,215	26.9%
親水用水	25	520	2.7%
河川維持用水	9	6,295	32.5%
融雪用水	40	3,480	18.0%
植樹帯散水	85	29	0.1%
道路・街路・工事現場の清掃・散水	66	20	0.1%
農業用水	29	1,143	5.9%
工業用水道への供給	2	279	1.4%
事業場・工場への直接供給	48	1,694	8.8%
合計	286	19,351	

³ Report on Integrated Water Use, aquarec, EUROPEAN COMMISSION AQUAREC: Water Reuse System Management Manual, EUROPEAN COMMISSION、カリフォルニア大学浅野孝名誉教授報告資料、浅野孝・清瀬一浩他「河川」2008年12月より引用。

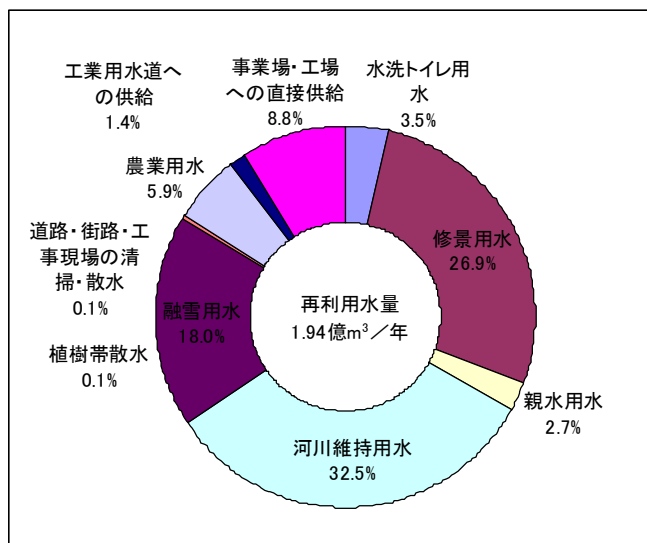


図 1 再生水の利用用途の内訳

1. 2 海外の再生水利用の状況

海外における再生水の利用について、利用量、利用の目的や契機を整理した。

(1) 海外における再生水の利用量

海外で、再生水利用量が多い地域や、下水処理水の再利用率が高い地域は、一般に降水量の少ない地域である（表 2 参照）。

表 2 主要国の下水処理水の再利用率および再利用量

国	下水処理水再利用率	下水処理水再利用量/年
米国	約 6%	約 365,000万 m ³
イスラエル	約 83%	約 28,000万 m ³
スペイン	約 12%	約 35,000万 m ³
イタリア	約 7%	約 23,000万 m ³
日本	約 1.4%	約 20,000万 m ³
オーストラリア	—	約 16,600万 m ³

(出典) Report on Integrated Water Use, aquarec, EUROPEAN COMMISSION AQUAREC: Water Reuse System Management Manual, EUROPEAN COMMISSION、カリフォルニア大学浅野孝名誉教授報告資料

(2) 再生水利用の目的・契機

海外における再生水利用については、用水の枯渇・不足を契機とするものだけではなく、公共用水域の水質規制への対応策として再生水を利用している事例や、地球温暖化対策の一つとして導入している事例、環境モデル都市の構築に資するメニューの一つとして導入している事例がある（図2参照）。【参考資料1、2参照】

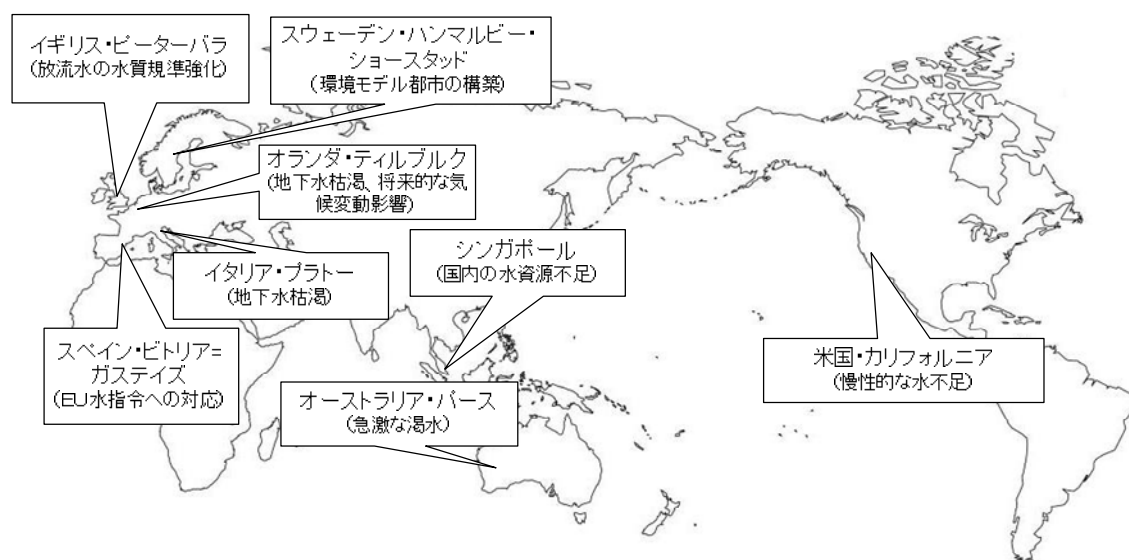


図 2 海外における再生水利用の目的・契機（例）

2. 再生水利用の社会的意義・効果

平成 18 年度末現在で、下水道普及率は 70%を超えており、下水道の普及に伴って下水道に流入する水量も膨大なものとなっている。併せて、水処理技術、特に膜処理を中心とした技術の開発と普及により、一度使用された水（排水・下水）を、利用用途に応じた水質に再生して利用することも可能となってきており、都市内に豊富に存在し、かつ、身近に存在する水資源として下水処理水の価値が高まりつつある⁴。また、都市の熱環境改善や省エネルギーの観点から熱源としての下水、下水処理水の価値も同様に高まりつつある。再生水の利用には、地球温暖化対策や、公共用水域の水質改善、うるおいのあるまちづくり、災害に強いまちづくりなどへの貢献が期待できる。

2. 1 地球温暖化対策への貢献

平成 19 年に公表された「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）の第 4 次評価報告書は、気候システムの温暖化には疑う余地がないことを示した。我が国においても、今後、雨の降り方の変化や少雪化等によって渇水が頻発するなど、水資源に大きな影響が出るおそれがある。現代社会では水が使えることを前提として社会経済活動が成り立っており、ひとたび大渇水が発生した際の国民生活や経済活動への影響は甚大なものとなる⁵。

（1）地球温暖化の適応策としての効果

再生水利用は、渇水リスクを軽減する効果が期待され、地球温暖化の適応策としても有望である。香川県多度津町の事例では、慢性的渇水に対する安全度を向上するために、農業用水への供給だけではなく、地下水位低下の解消を目的として地下浸透させ、水源涵養に利用している。

再生水利用による渇水リスクの軽減効果を評価する方法としては、渇水時に断水される上水量のうち、再生水で確保できる量を上水の給水原価で評価する方法や、給水車で賄う費用で評価する方法などがある。

（2）地球温暖化の緩和策としての効果

再生水利用によって、①再生水が有する熱利用、②効率的な水利用、③ヒートア

⁴ Metcalf & Eddy, Inc. an AECOM Company , Takashi Asano, Franklin L. Burton, Harold L. Leverenz , Ryujiro Tsuchihashi, George Tchobanoglous, “ Water Reuse”, Mcgraw-Hill ,2007 では、「全体としての目標はもっと小さな地域規模に水文循環系を閉ざすことであり、文字どおり“地域社会のすぐそばにある” 価値ある資源になる。」との記述がある。

⁵ 国土審議会水資源開発分科会調査企画部会『総合水資源管理について（中間とりまとめ）』平成 20 年 10 月

イランド対策としての散水、などによる温室効果ガスの削減が見込まれる。

①再生水が有する熱利用

スウェーデン・ストックホルムのハンマルビー・ショースタッド地区では、2015年までに、1990年代前半の住宅地区と比較して、排出物質による環境負荷を50%低下させる目標を掲げ、公共輸送手段の利用推進、節水などとともに、下水処理水からヒートポンプにより熱を回収し、住宅施設の冷暖房に使用している。

このように、再生水が有する熱利用は、地球温暖化の緩和策として期待されている。

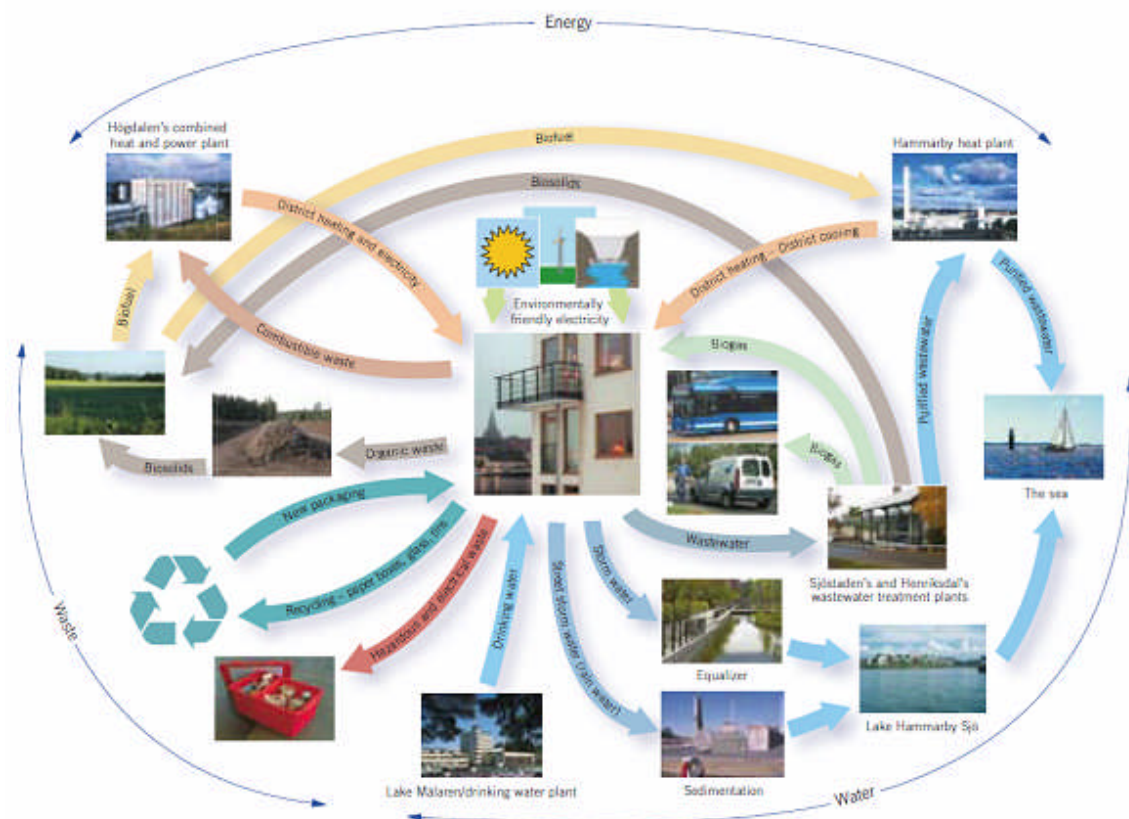


図3 ハンマルビー・ショースタッド地区における取組み一覧
(出典) Hammarby Sjöstad ウェブサイト

②効率的な水利用

下水処理水を再生水として外部供給することにより、上水・工業用水その他水源の利用水量の減少による供給先での温室効果ガスの削減が見込まれる。また、建築物に二重配管を条例等で義務付けられている場合は、再生水の活用により、建築物内の水処理施設が不要となるため、温室効果ガス削減が見込まれる。【参考資料3参照】

③ヒートアイランド対策としての散水

せせらぎなどの水辺空間の再生・創出や、道路等への散水には、ヒートアイランドを緩和する効果が期待できる。ヒートアイランドを緩和することにより、夏季等の冷房時の電力消費量が抑制され、温室効果ガスの削減に寄与する。【参考資料4参照】

2. 2 公共用水域の水質改善等への寄与

再生水を処理区内で利用することは、その地区における上水供給量の抑制や、下水処理場からの排出負荷量を低減する効果がある。また、再生水利用による上水供給量の削減により、河川からの取水量を減少することができ、河川の維持流量を確保する効果も期待できる。【参考資料5、6参照】

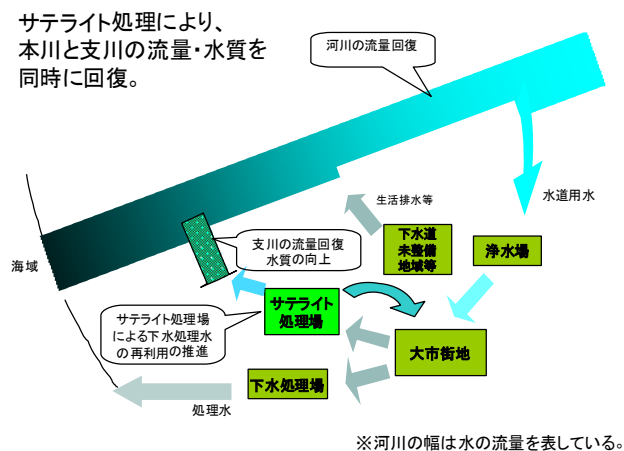
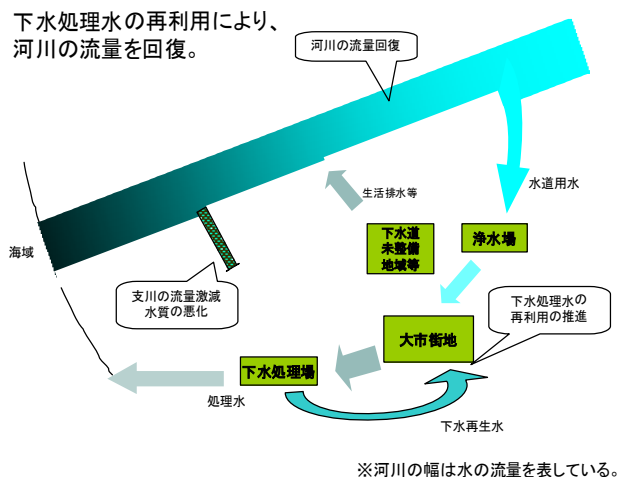
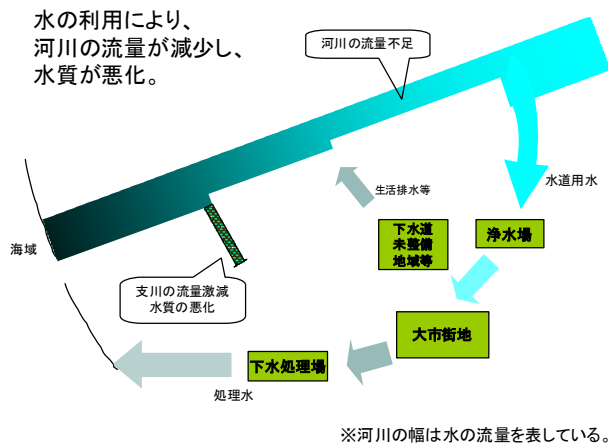


図 4 再生水利用による河川の流量・水質の回復

2. 3 うるおいのあるまちづくりへの貢献

せせらぎなどの水辺空間の再生・創出には、ヒートアイランドを緩和する効果のほか、水生生物の生息場の確保、生物多様性の確保、景観の改善、生活のゆとり創出、地域コミュニティの形成など、多面的な意義・効果があり、再生水もその水源として期待されている。

香川県多度津町の再生水利用によるせせらぎ創出事例では、コンジョイント分析⁶により、その環境価値が評価されており、生態系保全や衛生安全性、景観の確保、交流機会の提供などの効果が、住民に認識されている⁷。【参考資料7参照】

また、神戸市の松本地区のせせらぎ創出事例では、「水が流れる安全、安心のまちづくり」、「生物がいっぱいで魅力ある水辺空間の誕生」、「地域活動をととした地域コミュニティの形成」が、せせらぎが生み出した効果として、住民に認識されている⁸。

⁶ コンジョイント分析とは、アンケートを用いて多属性製品の選好を属性単位で評価する手法であり、環境価値評価に用いる場合は、環境のもつ機能を属性単位として評価する手法として用いられている。

⁷ 山縣弘樹、山中大輔、荒谷裕介、南山瑞彦（2007）『コンジョイント分析を用いた下水処理水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価』『環境システム研究論文集』Vol.35、2007年10月、P287-294

⁸ 下水高度処理水を用いたせせらぎの水質や維持管理に関する調査研究委員会『下水高度処理水を用いたせせらぎの水質や維持管理に関する調査研究報告書』平成19年3月

2. 4 災害に強いまちづくりへの貢献

首都圏でマグニチュード（M）7.3の直下型地震が発生した場合、発生から2時間後には、東京23区内では約82万人分のトイレが不足すると試算されている⁹など、大規模地震時には、トイレ機能の維持が重要であり、この対策として、トイレの水洗用水として再生水を含めた複数の水源を確保することが有効であると考えられる。

また、せせらぎ用水として活用されている再生水は、災害時の消火用水や生活用水としても活用できる。

（1）災害時のトイレ機能の維持

地震等により、上水道の供給が遮断されれば、ビル内のトイレ用水として、上水道のみ供給されている場合や、個別循環により雑用水が供給されている場合には、そのトイレは機能を失う可能性が高い。それに対して、再生水を利用する場合には、2つの独立の水系統が存在するため、仮に片方の水系統が遮断されても、ビル内の水系統は1系統が使用可能であり、機能停止のリスクは低くなる（図5参照）。

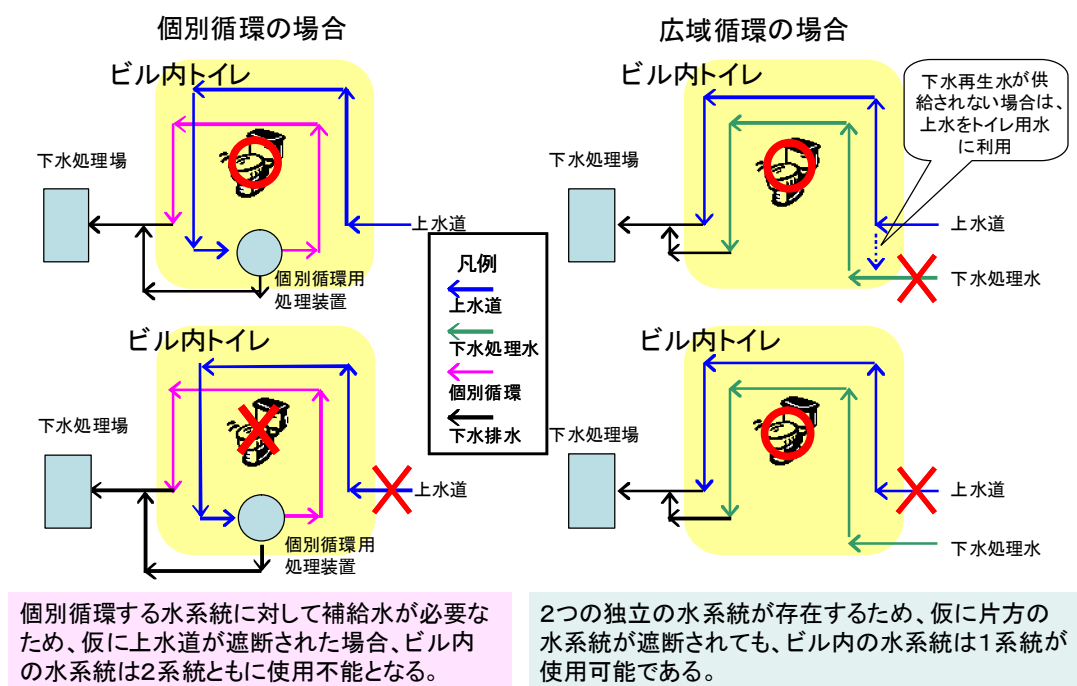


図5 ビル内の雑用水利用形態によるトイレの機能停止リスク

（2）災害時の消火用水等の確保

神戸市の松本地区では、再生水をせせらぎに供給しており、災害時の初期消火用水や生活用水として利用することも想定し、計画されたものである。このように、せせらぎ用水の供給は、災害時の消火用水等へ活用できる。

⁹ 中央防災会議首都直下地震避難対策等専門調査会「帰宅行動シミュレーション結果に基づくトイレ需給等に関する試算」（平成20年10月27日記者発表）

3. 再生水の利用促進のための課題の整理と対応の考え方

ここでは、再生水の利用促進のための課題を、関係主体の視点に立って網羅的に整理し、加えて、これらの課題の中から、特に、懇談会において重要性が指摘された主要課題について、対応の考え方を示す。

3. 1 再生水の利用促進のための課題の整理

(1) 課題整理の考え方

再生水の利用促進方策について、水循環、水資源における再生水の位置づけに関する全体的な課題と、再生水の利用者、水供給事業者、市民（社会的効果）、下水道事業者のそれぞれの視点から、水の用途別に、対応すべき施策の方向性と課題を別表に整理した。

別表には、関係主体別・用途別に、懇談会における議論などを元に、関係主体別に課題設定の前提となる以下の項目について、基本的考え方を示した。

- 再生水利用者： 導入決定要因
- 水供給事業者： 事業形態
- 市民： 社会的効果
- 下水道管理主体： 下水道事業の範囲、利用料金の考え方、放流水質の担保

また、課題については、技術的課題、制度的課題、実態把握・分析課題に区分し、整理を行なった。

(2) 主要課題の抽出

前述で整理した課題について、特に懇談会で重要性が指摘された課題を以下のとおり抽出した。

- 再生水利用による社会的な効果の明確化
- 下水道事業としての範囲の明確化
- トータルコストの把握と費用負担方法の検討
- 経済的なメリットの拡大
- 民間の参入可能性と参入形態・条件の整理
- 地域的な水資源のフロー・ストックの把握
- 流域単位での下水処理水の再利用の仕組みづくり

3. 2 再生水の利用促進に向けた主要課題への対応の考え方

(1) 再生水利用による社会的な効果の明確化

再生水を利用することによる社会的な効果については2.において整理している。企業のCSR¹⁰、地球温暖化対策等の観点から、環境面などへのメリットを具体化、明確化することが求められており、再生水利用において、これらの効果を明確化することで、利用を促進する効果が期待できる。

現在、企業のCSR報告書では、電気やガスにおいて、温室効果ガス削減効果が示されている。しかし、水については、節水指標（床面積当たりの水道使用量）などで示されているのみであるため、再生水利用による温室効果ガス削減効果が定量化されることに対する期待が大きい。

①節水効果・温室効果ガス削減効果の定量化

温室効果ガス削減効果の定量化の方法として、「節水による温室効果ガス削減」と「再生水にかかわる水処理および供給による温室効果ガス排出」の比較が考えられる。具体的には、節水によって削減される上水の供給にかかる温室効果ガスと、再生水として供給するために必要となる水処理施設および供給施設の建設、これらの維持管理（薬品費、光熱水費等）にかかる温室効果ガスの排出との比較が考えられる。

温室効果ガス削減効果は、有効利用工程から排出する温室効果ガスと、有効利用による削減量を勘案し、後者が前者を上回る場合には、削減効果を有することとなる。

また、雑用水の利用が条例、要綱等により義務化されているような条件では、下水処理水の広域循環による利用の比較対象は、雨水利用や雑排水（個別循環）となる。この場合、広域循環の方がスケールメリットが働くこと、一定の処理レベル（公共用水域への放流水質）までは下水道事業による温室効果ガス排出としてカウントすることなどから、広域循環の再生水を利用することは、個別循環と比較して、利用者の温室効果ガス削減対策上有利である。ただし、個別のケースごとに定量的に示し、判断することが必要である。

②河川等への水量・水質面の効果の明確化

さらに、温室効果ガス削減効果以外にも、2.で紹介したように、再生水利用により都市全体の河川からの取水量が減少することによる河川流量の確保や、下水処理場からの排出負荷量の低減などの社会的効果があり、こうした効果についても定量化する必要がある。

¹⁰CSR（企業の社会的責任）とは、企業が社会へ与える影響に責任を持ち、あらゆるステークホルダーに対する説明責任を果たすことを指す。

引き続き、2. において整理したものも含め、再生水利用による社会的な効果を明確化し、地域がこれらの効果を認識していくことが重要である。

(2) 下水道事業としての範囲の明確化

再生水の利用を促進する上で、公共性・公益性の観点から下水道事業として支援することが適当な範囲の考え方を明確にすることは、関係主体との役割分担や、費用負担の考え方を整理する上で重要である。

下水道事業としての範囲は、公共性・公益性の観点から、以下の通り整理することができる。

① 下水道事業として支援することが適当な範囲

本来、下水道事業として実施すべき事業は、都市の健全な発展、公共用水域の水質保全の観点から行われる事業であり、三大湾の水質保全のための高度処理などはこの範囲に含まれる。下水道管理者は、下水の収集、処理はもとより、放流地点における放流量、水質に対して責任を持って管理する必要がある。

再生水利用については、再生水を利用することが公益を増進し、社会貢献につながるという視点から下水道事業として一定の範囲で支援することも適当であると考えられる。この範囲の考え方としては、水の利用による公共の利益を出来るだけ高めるという観点から、原則として、再生水を不特定多数者が利用する場合や、再生水の利用による効果が直接、不特定多数に及ぶ場合については、公共性・公益性が高いものとして下水道事業としての支援が適当と考えられる。

不特定多数が利用するか否か、または、効果が及ぶか否かは、用途別に状況が異なる。3. 1で整理した用途別に考えてみれば、以下の通りである。

➤ 雑用水

雑用水利用の多くを占めるのは水洗トイレ用水であり、利用の規模によって効果の及ぶ範囲が異なることから、事業形態に応じて公共性・公益性を判断すべきである。

➤ 工業用水

基本的に特定の企業、事業者が利用者である。公益性は、利用者の広がり、汚濁負荷削減効果、節水効果も含めて総合的に判断すべきである。

➤ 農業用水

農業用水として直接供給する場合は、利用者は特定の農業事業者である。また、一般的な利用形態としては、公共用水域に一旦放流した後に利用するケースが多い。下水処理水中に含まれる栄養塩類が農作物に吸収されたり、有機汚濁物質が農地で分解除去されたりして、負荷削減に寄与するものであり、下水道事業としてもメリットがあること等に留意した上で総合的に公益性を判断すべきである。

➤ 環境用水

不特定多数の一般市民へのサービスであり、公共性・公益性は高いと判断する。一般的な利用形態は、公共用水域である水路や河川等に放流することにより利用されているケースがほとんどである。下水道として放流先の水域において必要とされる水質を確保するための対策は、下水道事業として支援することが適当なものである。

②社会的効果の考慮

さらに、再生水利用には、2. に示したような社会的効果を有することについて考慮する必要がある。このため、個々の事例の中で、汚濁負荷量削減効果が高いなど特に社会的効果が高いものについては、事業の公共性・公益性が高いと判断できる場合もあることに留意が必要である

(3) トータルコストの把握と費用負担方法の検討

再生水利用の事業としての採算性を考える際には、再生水の供給に要する施設等の建設コスト、管理・運営に要するコスト等の全体を把握するとともに、料金収入の見通しが明らかでなければならない。トータルコストの把握や適切な料金設定の考え方等について検討する必要がある。

下水道事業者と関係主体との役割分担、費用負担については、我が国における実例を整理した結果、利用用途が工業用水の場合、追加的費用を利用者のみで負担するケースが最も多く、環境用水や雑用水では、下水道事業主体と利用者の両方もしくはその他の主体で負担するケースが最も多い。【参考資料8参照】

環境用水の場合、下水道事業者と利用者との費用負担の状況として、再生水の供給施設までは下水道管理主体が負担し、供給先敷地内の水路等は施設管理者が負担し、それらをつなげる配水管等は両者の協議により決定されるのが一般的であった。また、環境用水、雑用水の場合ともに、追加的費用を下水道管理主体のみで負担していても、利用主体が民間である場合は、料金を徴収するか、利用者自らが受け取りにくるなど、利用者が何らかの負担をしていることも明らかとなった。

再生水の供給に際し、「下水道のイメージアップ・啓発」や、「自治体の施策として位置づけている」などの理由がある場合には、下水道事業者が追加的費用を負担している。

下水道事業者と関係主体との役割分担、特に費用負担の考え方については、現状を踏まえると、利用者が限定され、その利用による公共性・公益性が低い場合には、利用者が負担することが望ましい。一方、利用者が非特定である場合や、利用による公共性・公益性が高い場合には、利用者の他、下水道事業者や関係する公共部門との協議により、費用の分担を行うことが望ましい。

(4) 経済的なメリットの拡大

再生水の利用者にとって、上水や工業用水など他の用水の供給コストよりも低コストであることが望まれる。しかし実際には、下水を供給可能な水質に処理するための運転費用や、処理施設、配水管等のインフラ整備費用、利用者側での二重配管等の設備費用が原因となり、上水等の供給コストよりも、再生水の供給コストが高くなり、再生水供給事業が事業化されないケースがある。

①高度処理の推進

公共用水域の水質改善のために下水道事業として高度処理を実施すれば、再生水の利用の際の付加的に行う処理の負担は軽減することができ、再生水利用に係る処理コストの低減につながる。

今後、三大湾などの閉鎖性水域の流域を中心に、水質改善のための高度処理が順次進められていくことになる。特に三大湾の環境基準達成に向けた下水道の目標処理水質は相当良好なものとなっている。高度処理の着実な推進は、再生水の利用促進の観点からも望ましい。

(参考) 東京湾における環境基準達成に向けた目標処理水質

COD 8mg/L、全窒素 8mg/L、全リン 0.4mg/L

(標準的な処理方式の例：ステップ流入多段循環式硝化脱窒法（凝集剤併用）＋急速砂ろ過）

②再生水利用によるコスト削減

再利用の用途によっては、高度処理を行わなくても利用できる、あるいは、水域に放流する水質まで高度処理せずに再利用できる場合も想定される。このような場合では、利用者が放流する水質、放流先等をチェックできる仕組み等の検討が必要ではあるが、下水道事業者や再生水利用者双方のコストを削減できる可能性がある。

③サテライト処理システムの採用

膜処理等の水処理技術の進歩とコストダウンにより、分散的な下水のサテライト処理の具体化が期待されている。サテライト処理は、下水処理場に至る前の下水道管から下水を取り込む中間浄化施設を設置し、再生水として利用するものである。サテライト処理では、下水道管のネットワークから必要な分だけを効率的に取水・処理し、処理に伴って発生する汚泥はもとの下水道管に戻すという方法が取られるため、通常の下水処理場より施設のコンパクト化、処理の低コスト化が期待できる。現状では、下水処理場の周辺に立地していないと再生水の送水管配管のコストがかかり、一定の需要量が存在しないと経済性が成立しない。しかし、サテライト処理が低コストで実現できれば、雑用水やせせらぎ用水などの水需要が密集しているが、上記の立地条件に合致しない地域であっても、経済的なメリットが生まれる可能性がある。

(5) 民間の参入可能性と参入形態・条件の整理

再生水供給主体については、下水道事業者が処理水を利用者まで届ける場合や、再生水の利用者が処理場まで取りに来る場合、それ以外の主体が供給する場合など様々な形態がある。民間のノウハウや経営的な能力を活用し、公共的な効果をより高めていくことが可能であると考えられる。このため、再生水供給事業に民間企業が参入するための条件を整理しておくことは、今後、個別の事業箇所でも民間企業等の参入の可能性を探る上で重要である。

これまでの議論の中では、水供給事業者の視点から以下のような事項が、事業参入の際に必要な条件として示された。

- 企業としての利益を上げるには、一定の事業規模が必要（大量に消費される工業用水などは可能性が高いと考えられる）であり、安定的な需要が必要である。
- 水量・水質の両面で安定的に水を供給するために、下水道管理者側から、処理水提供の条件、施設設置のための条件等が明示されることが必要（下水処理場から質・量ともに安定的に処理水が提供されないと、事業としての常時供給に不安がある）。
- 公的事业と民間事业の共同事业の形態も考えられるが、民間事业の部分が不採算となった場合でも、サービス全体を中止できないことから、そのリスクを軽減する方策が必要。
- 下水再生水だけでなく、下水熱やエネルギー等を一体的に供給するマルチパーパスの供給事業が可能となるような仕組みが必要。

① P F I 事業による民間活力の導入の促進

下水道事業として実施する部分に P F I による民間活力の導入を促進する方策としては、水供給事業は事業全体に占める施設運営のウエイトが高く、施設が生涯年に渡り、パフォーマンス（供給水量・水質等）を発揮し続けることが可能な、B O T（Build Operate Transfer）方式などの事業形態での実施を可能とするための制度を検討する必要がある。さらに、P F I 事業による場合、民間企業は設備のオペレーションについて有するノウハウが公共セクターに比べて十分でない場合があることから、こうしたノウハウに関する情報提供方法について検討を進める必要がある。【参考資料 9】

② マルチパーパス事業の検討

都市には上水道、下水道による水の管路ネットワークが形成されていることから、再生水利用の民間の参入に関する検討を行うに際しては、ネットワーク産業論を参考にしたアプローチも有効と考えられる。例えば、再生水送水管を水と熱のコモンキャリアと捉え、再生水だけでなく、下水熱やエネルギー等を一体的に

供給するマルチパーパスの供給事業が可能となるような仕組みを検討する必要がある。

③供給可能な下水処理水の情報開示

再生水供給事業を民間が実施する場合、水量・水質の両面で安定的に水を供給するために、下水道管理者側から、処理水提供の条件、施設設置のための条件等が明示されることが必要である。

今後は、具体的なケーススタディ等を通じて、事業の実現可能性の高いエリアを選定し、パイロット事業として推進を支援していく必要がある。また、官民協働のあり方について責任や役割の分担等が明確となるような制度設計も含め、議論を引き続き行っていく必要がある。

(6) 地域的な水資源のフロー・ストックの把握

水処理コストの低減や、下水処理水のポテンシャルに関する情報を発信することにより、再生水の利用可能性を拡大し、水辺の再生、せせらぎの復活等による豊かな都市環境、都市活動の実現を目指すことが望ましい。

膜処理技術の普及等に伴い下水道管のネットワークから必要な分だけ水を取水し、処理して利用し、利用時の排水処理に伴い発生する汚泥はもとの下水道管に戻すという「サテライト処理」による再生水利用の実現可能性が高まっている。このため、従来の「下水を集めてから配る」という方式とは異なる新たな水の使い方として、「下水（又は雨水・余剰地下水等）の存在と、それに対してどこにどの程度の需要者がいるかとのマッチングを考える」という発想に転換する必要がある。

①地域における水需給に関する情報の共有

再生水の広域循環に係るインフラの整備状況や、コスト面のメリット等の情報が浸透すれば、さらなる再生水の雑用水利用が期待される。【参考資料 10】

こうした可能性を検討するため、都市に流入・流出する水と、都市内にストックされている水の水質や水量に関する情報を集約し、どのような組み合わせで活用すれば効率的で高付加価値の水循環系が形成できるかについて、関係部局と連携して検討を進める必要がある。その際、将来の需要予測については、うるおいのあるまちづくりや災害に強いまちづくりなど社会的な意義・効果も含めて検討するとともに、地域における供給水量・水質および利用用途・確保方法について、関係者間の合意形成を図ることが重要である。

また、土地利用が密に行われている地域においては、災害時にサテライト処理施設から再生水を供給することも想定し、公園等のオープンスペースである避難場所への設置について検討することが必要である。

さらに、計画的に需要と供給のバランスをとるためには、効率的に供給するこ

とが可能な地域について把握しておく必要がある。

② 渇水時・災害時の水利用ルールの確立

渇水時・災害時の水利用の安定化に向けた方策として、平常時の再生水利用の形態を、緊急時（渇水時、災害時等）にはより高度な利用に転換する手法も有効である。例えば、「平常時は環境用水として利用している再生水を、渇水時には農業用水やトイレの水洗用水に利用する」などが考えられる。

(7) 流域単位での下水処理水の再利用の仕組みづくり

流域の水資源として再生水をとらえた場合、利用のための仕組みとして、以下のような対応すべき課題がある。

① 放流後の下水処理水の再利用の仕組みづくり

下水処理水を一旦公共用水域へ放流したり、地下水涵養した後に間接的に再利用する場合が考えられるが、現在、これを計画的に行うための制度的仕組みが十分ではない。地下水の取水規制や河川の水利権など、関連する制度との調整も含めて、今後の仕組みづくりが必要である。

② 再生水利用に関する公平性・透明性の確保

再生水は限られた資源であり、これを利用しようとする際には利用を希望する関係主体間の公平性の確保及び再生水利用者により影響を受ける関係主体間の利害調整が必要となる。このため、下水道管理者と再生水利用に関する関係主体間の合意形成のあり方や、透明性を確保するための手続き、協議の場のあり方等について検討が必要である。

③ 再生水利用の水資源計画への位置づけ

再生水利用の促進は水供給の信頼性を向上するものである。今後は、再生水利用についても、総合的な水資源管理の視点が重要である。その場合、再生水利用を単に水量の視点からのみ評価して計画に位置づけるだけでなく、水質の面からの効果（例：再生水利用の推進により、河川の上流からの取水量を減少させることができれば、河川の下流への流量を増加させ、水質の面での効果が期待できるなど）についても評価していく必要がある。

4. 再生水利用に関する施策の今後の方向性について

これまでに整理した現状、社会的意義・効果、課題への対応の考え方などを踏まえ、再生水利用に関する施策の今後の方向性を以下のようにとりまとめた。

■ 水・物質循環系の健全化やまちづくりに再生水利用を明確に位置付ける

再生水利用は水・物質循環系の健全化やまちづくりへの取り組みと一体的に進めるべきである。

(1) 水・物質循環系の健全化への再生水利用の位置づけ

都市においては、下水道の普及により本来の地形や自然条件から成り立つ水・物質循環系とは異なる人工的な水・物質循環系が形成されてきた。このような人工的な水・物質循環系は湧水の枯渇や水辺の喪失などを引き起こしてきた。今後はこうした影響を極力少なくすべきである。再生水利用は、このような水・物質循環系の健全化に大きく寄与する可能性を有している。このため、流域における総合的な水資源管理などに再生水利用を明確に位置付け、水利用の円滑化・効率化のための施策として、再生水利用を進めるべきである。

(2) 都市計画などまちづくりへの再生水利用の位置付け

再生水の利用は地域活性化に資するとともに、再生水を活用したせせらぎは都市にうるおいを与える貴重な水辺空間を形成し、また災害時には消火用水への活用も可能であるなど、安全で安心なまちづくりに大きく貢献する。このため、都市における再生水利用を都市計画などまちづくりの中で明確に位置付けていくべきである。

(3) 汚濁負荷削減や温室効果ガス削減手法としての再生水利用の推進

再生水を利用することで、下水処理場からの放流量が減少するため、結果として、公共用水域に排出される汚濁負荷の削減効果も期待できる。このため、水域の特性に応じて高度処理レベルの緩和等、高度処理の代替手法としての効果を定量化した上で、再生水利用を積極的に推進すべきである。

また、合流式下水道管の清掃用水供給のため、再生水送水管を当該管渠内に敷設し、その他の用途にも利用できる送水網として活用することなども、初期降雨による汚濁負荷削減対策となり、かつ、再生水の利用可能な地域の拡大に繋がるため、実現可能性について検討すべきである。

さらに、再生水利用に必要な水処理施設や送水施設の建設・維持管理は温室効果

ガスの排出量を増加させるが、一方で、再生水の活用により不要となる水供給に係る温室効果ガスの排出量の減少を見込むことができる可能性があるため、全体としての排出量の増減について算出し、把握すべきである。再生水利用によって、全体の温室効果ガス排出量を減じることができる場合は、再生水利用を積極的に推進すべきである。

■ 再生水利用に関わる情報の共有化と積極的な情報発信

下水道管理者は各分野とも連携して、再生水の利用に関して必要な情報の共有化を推進すべきである。

(1) 再生水の供給・利用に関する情報共有

容易に再生水の利用可能性を検討できるよう、下水道管理者は供給可能な水量・水質及びそれに基づく利用可能な用途等に関する情報を公表し、積極的に情報発信するとともに、総合的な水資源管理の枠組みを活用し、他の水供給事業者と水供給の安定性について情報を共有するなど、再生水利用のニーズの把握に努めるべきである。

(2) 再生水利用の社会的意義に関する情報発信

再生水を利用することによる温室効果ガス削減などの社会的意義について定量化し、その効果を積極的に情報発信すべきである。これにより再生水利用が公共性が高く、CSR（企業の社会的責任）の向上にも繋がるものとして認識されるよう啓発していくべきである。

■ 利用用途に応じた水質基準の整備と新技術に関わる評価手法の整備

再生水利用の推進するため、利用用途に応じた水質基準や新技術に関わる評価手法を整備すべきである。

(1) 再生水利用に関わる水質基準等の整備

「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」にて提示されていない、農業用水、工業用水等の用途における水質に関するノウハウが蓄積される仕組みが必要である。特にこれらの用途における衛生学的安全性については標準的な水質基準が整備すべきである。

ビル管理法における再生水の扱いの水質・用途に応じた見直しなど、引き続き検

討すべき課題を着実に解決する必要がある。

(2) 膜処理技術等の新技術に関わる評価手法の整備

膜処理技術等、新技術に関する技術的な評価手法を整備し、新技術の普及を促進すべきである。これにより新技術の国内での実績を積み、技術レベルの向上を図ることで、我が国の再生水利用技術による国際貢献にも繋げるべきである。

■ 民間等との協働による再生水供給の推進

再生水供給事業に民間等が参入するためには、事業運営、経済性等に関わるリスクが軽減され、責任や役割の分担等が明確な制度設計をすべきである。

(1) 公的主体との役割分担による民間等が関与しやすい環境整備

公的主体が責任をもって、ベースとなるネットワークの部分を整備した上で、民間等がこのネットワークを積極的に活用できるようにするなど、責任と役割分担を明確にして民間との協働による再生水利用が推進されるよう制度設計すべきである。

(2) 他事業との連携によるコストの低減

排水のための下水道管と再生水送水管との同時敷設や、光ファイバーなどの別のキャリアの設置スペースとしての活用など、他の事業との連携により再生水供給事業のコストの低減を図り、効率的かつ経済的な整備を行うとともに、民間等が参入する場合のリスク軽減に努めるべきである。

■ エネルギーの媒体としての再生水の有効活用

再生水の水資源としての性質だけでなく、熱や位置エネルギーの媒体としての性質を最大限に活用し、社会全体における消費エネルギーや温室効果ガス排出量の低減を図り、低炭素型社会へ転換すべきである。

(1) 再生水の熱や位置エネルギーの積極的な活用

下水道に関連する熱や位置エネルギー等を活用した新エネ・省エネ対策を進めている一方で、汚泥を処理するために熱を必要とするなど、下水道に関連するエネルギーの利用全体を包括した効率的なシステムを構築する必要がある。このため、こ

これらの取組の一環として、再生水送水管を活用し、可能な限り再生水が有する熱や位置エネルギーの活用を図るべきである。

■ 再生水利用のモデル的な取組への支援

水・物質循環系の健全化やまちづくりとの一体的な再生水利用を、着実に進めるためのモデル的な取組について積極的に支援していくべきである。

(1) サテライト処理システムによるモデル的な再生水供給への支援

個別循環方式では、し尿を含む排水と雑排水を分離し、雑排水のみを処理して再利用することにより、衛生面でのリスクを低減した再生水利用が行われている。

下水道事業でもサテライト処理システムへの、し尿と雑排水を分離したシステムの適用を検討し、そのモデル的な整備を支援すべきである。このシステムは、利用用途が広がることから、民間等との協働も期待できる。

(2) 災害時の再生水の積極的活用への支援

トイレの水洗用水として再生水を含めた複数の水源を確保することは、災害時のトイレ機能の維持に有効である。また、せせらぎ用水として活用されている再生水は、災害時の消火用水や生活用水としても活用できる。このため、民間等も含めた再生水供給施設の整備を支援すべきである。

(3) 再生水を活用した都市の水辺整備への支援

都市の水辺空間は、コミュニティの形成に資するとともに、住民の憩いの場としても機能する。計画段階からの住民参画によるせせらぎ等の再生水等を活用した水辺整備は、住民の水辺空間への愛着を生むだけでなく、再生水利用への理解が深まるため、こうした取組を支援すべきである。

(4) 地下水等他の水源と組み合わせた再生水の活用への支援

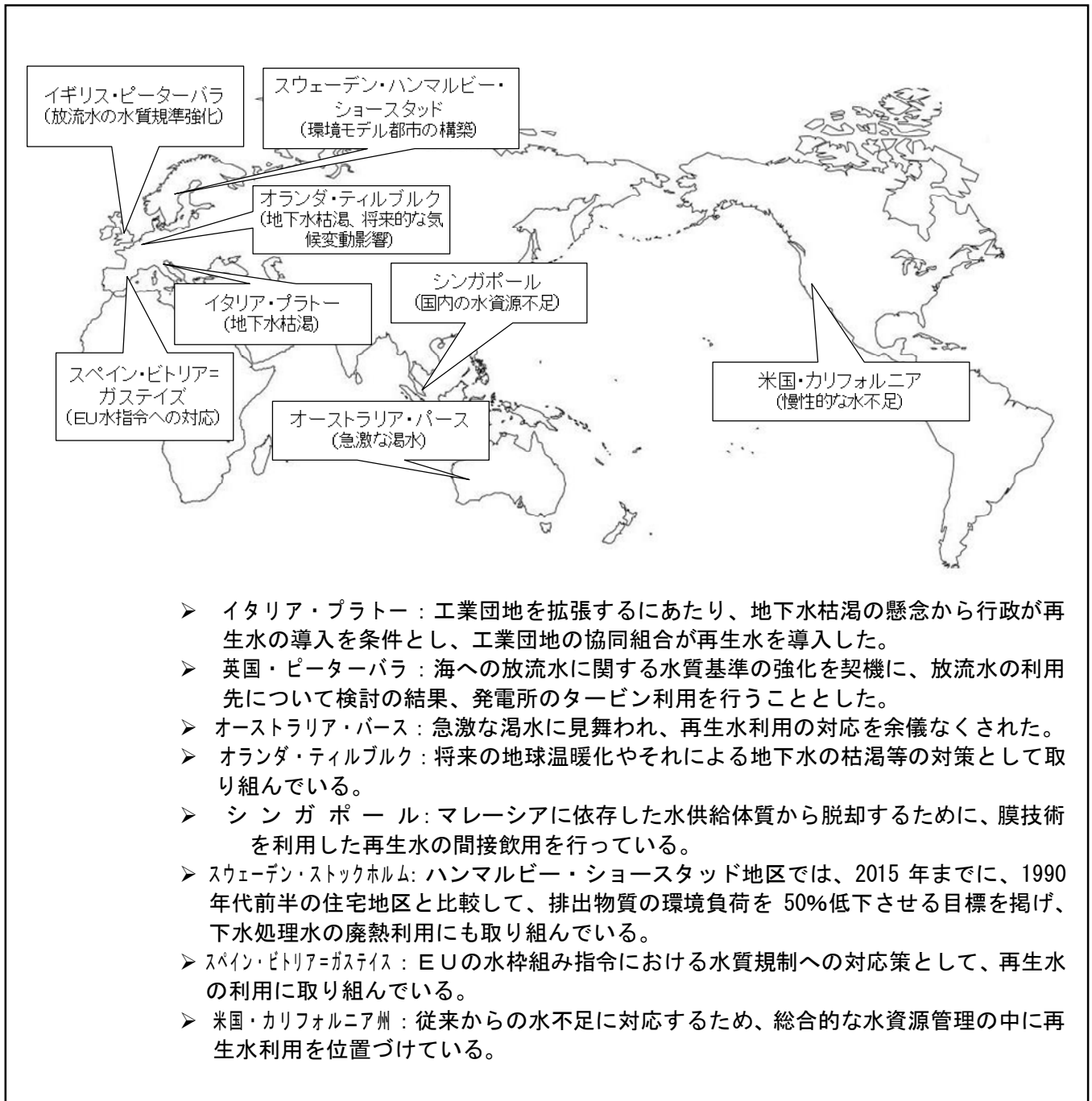
再生水を地下水等その他の水源と組み合わせて行うことにより、再生水だけでは需要者側の必要水量に満たない場合でも、その不足分を他の水源で補える可能性がある。また、再生水の栄養塩濃度や地下水等の塩分濃度などが、複数の水源と組み合わせることにより希釈され、それぞれの欠点が緩和される可能性も考えられる。このため、再生水と他の水源との組み合わせに係る技術的課題の解決を図るモデル的な取組を支援すべきである。

おわりに

当懇談会の報告書は、第1回から第6回までの懇談会におけるゲストスピーカーへのヒアリングや委員による議論に基づき、国、関係地方公共団体、関係事業者等が、下水処理水の再利用の推進にあたって参考となる事項および再生水利用に関する施策の今後の方向性について、とりまとめたものである。

なお、ここで提示した再生水利用を促進するための課題への対応については、全国一律ではなく、地域の様々な条件を踏まえて判断すべきものもある。このため、モデル的な取組を行いつつ、再生水利用に関する施策の方向性に基づき、国、関係地方公共団体、関係事業者等が協力して、その実現に向けて取り組まれることを期待するものである。

【参考資料1】海外における再生水利用の目的・契機（例）



【参考資料2】 米国・カリフォルニア州の再生水の利用状況

米国では約 365,000 万m³のうち 18%に相当する約 64,800 万m³がカリフォルニア州で利用されており、その用途としては、農業用水や地下水涵養が多いという特徴がある。

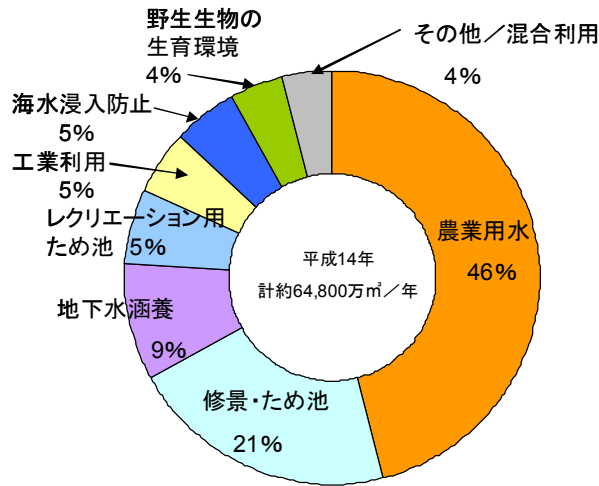


図 米国カリフォルニア州における下水処理水の用途別再利用状況 (2002年)
(出典) WATER REUSE

カリフォルニア州では、「農業灌漑水の確保」、「地下水源の保全」、「地域独自の水資源の確保」、「公共用水域への汚濁物質の排出量の削減」、「環境の向上」が、再生水利用の意義・目的として認識されている。また、再生水の利用用途と水質（処理レベル）の関係が、以下のように整理されており、用途に応じた水質の再生水が供給されている。

・ 再生水質基準

(Title 22 of California Water Regulations)

－ 用途に応じた処理レベル

- ・ 消毒済み三次処理
- ・ 消毒済み二次処理
- ・ 未消毒二次処理

－ 地下水涵養については、基準案が公表 (2007年)

- ・ 直接注入と表面灌漑に区分し、直接注入の場合RO処理を要求
- ・ TOC
- ・ 硝酸性窒素の管理
- ・ 微量化学物質(環境ホルモン、医薬品、消毒副生成物等)のモニタリング

用途	処理レベル		
	3次処理・消毒 (Disinfected Tertiary)	2次処理・消毒 (Disinfected Secondary)	2次処理・未消毒 (Undisinfected Secondary)
都市用水・修景灌漑用水			
防火用水	○		
トイレ洗浄用水	○		
公園・校庭・家庭の散水用水	○		
基地・高速道路の散水用水		○	
保育園の散水用水		○	
修景用水	○	○*	
農業灌漑用水			
乳牛牧草地		○	
飼料・穀物			○
果樹園(果物と再生水の接触無し)			○
ぶどう園(果物と再生水の接触無し)			○
食用でない樹木			○
加工される穀物	○	○	
加工されない穀物	○		
商業・工業用水			
空調用水	○	○*	
防火施設	○		
商業用洗車	○		
商業用クリーニング	○		
融雪用水	○		
土砂の圧密・コンクリート混合		○	
環境及びその他の用水			
人体に接触するレクリエーション用の池(水浴)	○		
野生動物の生息地・湿地		○	
養殖	○	○*	
地下水涵養			
海水浸入防止	○*		
水道水源としての地下水涵養	○*		

*基準の強化が予定されている

(Water Recycling 2030, Ch.2 Table.1を日本語訳)

図 米国カリフォルニア州における再生水利用用途と水質の関係

(出典) California Sustainability Alliance, “Water Recycling 2030: Recommendations of California’s Recycled Water Task Force”, 2003

【参考資料3】 温室効果ガス削減効果の算定事例

国土交通省国土技術政策総合研究所による算定結果によると、一部の施設（表中：施設 A、施設 E）を除けば、再生水 1m³ の利用に伴う CO₂ 排出量は 1kg 未満であり、この値は上水道の CO₂ 原単位（2.011kg/m³）の二分の一より小さい（表参照）。

この試算によると、広域循環では、下水処理場に近く、処理地域よりも下流の利用先へ送水することで、より大きな CO₂ 削減効果が得られる。

表 調査対象施設の概要と再利用 CO₂ 発生率例

方式	施設	規模 (m ³ /日)	生物処理	膜処理	ろ過	バクテリア	活性炭	凝集沈殿	その他	平均稼働率 (%)	再利用 CO ₂ 発生率 (kg/m ³)
広域	A	1600	有			有		有		9	2.86
広域	B	7200			有	有		有		73	0.77
広域	C	7900	一部有	一部有	有	有				44	0.96
広域	D	5000			有	有				45	0.40
個別	E	780	有		有					36	2.43
個別	F	397	有		有			有		58	0.40
個別	G	120	有		有		有			65	0.84

注) 広域の算定対象は再生処理施設（通常の下水处理分を除く）と利用先までの配水施設。個別の算定対象は再生処理施設（除害施設の再利用相当分含む）で建物内配水のための施設及び汚泥処分を含まない。

【参考資料4】 ヒートアイランドの緩和と電力消費量の関係

■環境省 平成12年度ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について報告書

東京電力管内（1都8県）の夏季の最大電力の気温感応度（気温が1℃上昇することにより増加する最大電力）は約 166 万 kW/℃であり、ピーク時に対応する電力供給が火力発電であることを勘案すると、管内で気温が1℃低下するとCO₂ 排出量が 593t 減少することになる。

■環境省 平成16年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書

各検討対象範囲における気温が1℃上昇した際の、各種エネルギー源の消費変動割合を各期別に表に示す。気温が1℃上昇することによって、夏期は電力の増加が大きく影響し、5から9%程の増加が認められ、特に都心に向かうに連れて影響程度が大きくなる傾向が認められた。一方で冬期にはいずれのエネルギー源についても減少し、冬期の合計では3.5%程の減少となった。結果として年間を通した合計変動度に関しては、淀屋橋を始めとする大阪市域内の都心地区で夏期日中の電力需要の増加が影響することによって夏期の増加が冬期の減少を上回り、全体エネルギー

一消費に対して0.4%程度の増加を示すのに対して、大阪市域外の郊外地区では夏期日中の影響が弱いことから冬期の減少が上回り、0.7%の減少に相当することが示された。なお、大阪府全域では0.4%の減少が見込まれた。

表 住宅におけるエネルギー消費の変動度（上段：夏期、中段：冬期、下段：通年）

検討対象範囲	電力変動度	ガス変動度	灯油変動度	合計変動度	合計変動量
淀屋橋	11.5%	-8.2%	0.0%	8.7%	0.080 TJ
大阪市	10.6%			7.9%	1984 TJ
大阪市を除く大阪府	7.2%			4.9%	2415 TJ
全域	8.4%			5.9%	4398 TJ

検討対象範囲	電力変動度	ガス変動度	灯油変動度	合計変動度	合計変動量
淀屋橋	-3.0%	-3.6%	-8.9%	-3.8%	-0.051 TJ
大阪市	-2.8%		-9.3%	-3.5%	-1243 TJ
大阪市を除く大阪府	-2.5%		-8.9%	-3.5%	-2574 TJ
全域	-2.6%		-9.0%	-3.5%	-3818 TJ

検討対象範囲	電力変動度	ガス変動度	灯油変動度	合計変動度	合計変動量
淀屋橋	2.7%	-4.9%	-9.9%	0.5%	0.015 TJ
大阪市	2.5%		-10.8%	0.4%	352 TJ
大阪市を除く大阪府	1.2%		-9.9%	-0.7%	-1245 TJ
全域	1.7%		-10.1%	-0.4%	-965 TJ

【参考資料5】再生水利用による河川流量増加の試算例

神奈川県相模原川流域を対象に、雨水貯留浸透や、貯留水の利用とともに、下水のサテライト処理による再生水の利用を導入した場合のシミュレーション結果によると、再生水利用によって、26百万m³/年の流域水量の増加が期待できる。

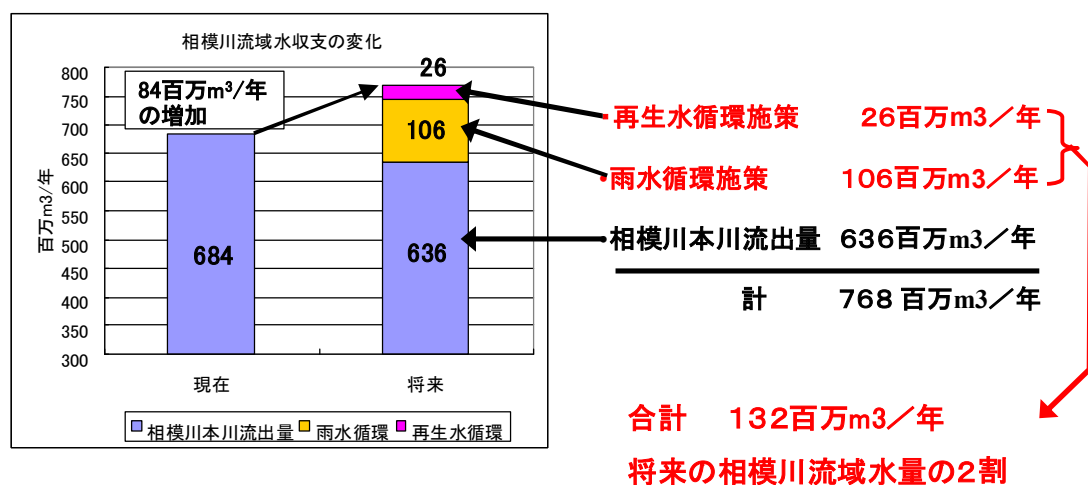
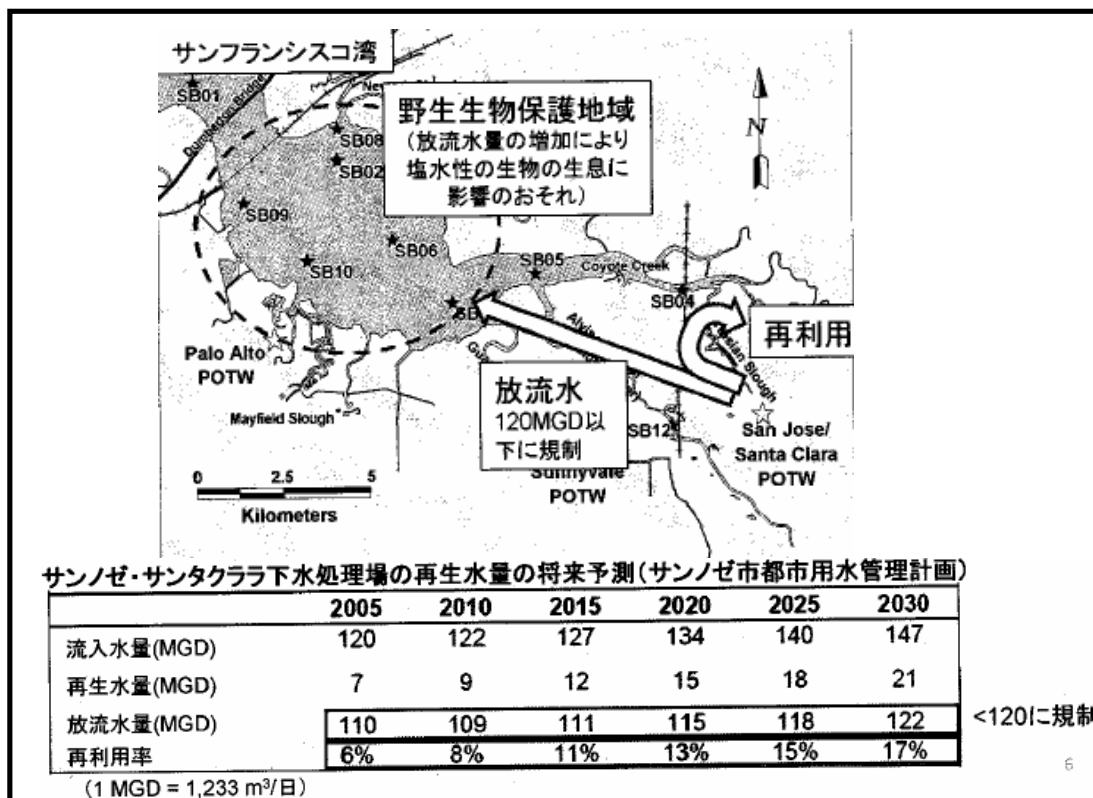


図 サテライト処理等によって期待される相模川流域水収支の変化

(出典) 神奈川県資料

【参考資料6】水質改善のための再生水利用事例

米国カリフォルニア州では、下水処理水の放流量の増加により塩水性の生物の生息に影響するおそれがあることから、放流量を 120MGD 以下に規制されていることから、再生水利用量を増やしていくことで、将来に渡って放流量規制を守ることが検討されている。



国土技術政策総合研究所資料提供 (※出典は確認後記載)

【参考資料7】多度津町におけるコンジョイント分析事例

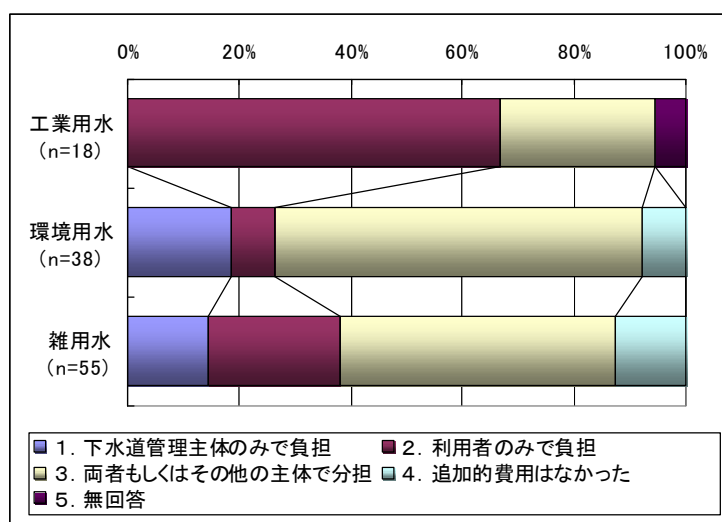
香川県多度津町では、河川に 3,500 m³/日の再生水を放流している他、八幡の森ほたるの里に 20 m³/日、せせらぎ用水に 45 m³/日の再生水を放流している。八幡の森ほたるの里については、コンジョイント分析により、その環境価値を評価したところ、少なからず市民にその効果が評価されていることがわかる（表参照）。この事例によると、世帯当たり年間便益は、各項目の WTP¹¹（支払意思額）を合算した 10,806 円/世帯・年となり、この WTP10,806 円/世帯・年に、WTP の調査対象範囲である世帯数（13,588 世帯）を乗じると、地域の便益額は、約 14,683 万円/年となる。

表 多度津町の八幡の森ほたるの里における経済価値評価事例

属性	WTP
生態系の保全	4,419 円/世帯・年
衛生安全性	1,375 円/世帯・年
景観の確保	4,094 円/世帯・年
交流機会の提供	918 円/世帯・年
合計	10,806 円/世帯・年

（出典）山縣弘樹、山中大輔、荒谷裕介、南山瑞彦（2007）『コンジョイント分析を用いた下水処理水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価』「環境システム研究論文集」Vol. 35、2007 年 10 月、P287-294

【参考資料8】再生水供給に係る追加的費用の負担状況の調査結果



（出典）下水再生水の利用事例における費用負担状況に関するアンケート調査結果

¹¹ WTP（支払意思額）とは、人々がある財に対して支払ってもよいと考える額を指し、この場合、「八幡の森ほたるの里」という再生水を利用している環境を維持するために、支払ってもよいと考えている額を指す。

【参考資料9】民間委託形態及びPFIの形態と民間リスクの整理

表 公共事業の民間委託形態と民間リスク

契約形態	概要	民間側からみたリスク
アウトソーシング／サービス契約	・民営化の最も初期的な形態。検針業務、水道料金徴収、処理場や管渠のメンテナンスなど一部の業務のみを一定期間民間に委託する。	・維持管理に伴うリスクを負うが、限定的で低い。
O&M（オペレーション&マネジメント）／マネジメント契約	・アウトソーシングよりも民間委託が進んだ形態。維持・管理を一括して委託し、効率化とコスト削減を目指す。民間企業は業績に連動した委託料を公共より受け取る。	・業績に応じた報酬・ペナルティといった運営リスクを負う。
リース／アフェルマージ	・各種施設は、公共から業務を委託される民間企業にリースされる。民間企業は利用者から料金を徴収し、リース料を公共に支払う。民間企業は事務部門の経営部分の改善を一括受託しコスト削減を目指す。	・民間事業者の収益は、事業から生み出される収益に直接的に依存し、公共は責任を負わないため、需要リスクが公共から民間に移転。しかし、投資責任と投資リスクは公共が保有。公共側のリスク負担が残るため、民間側のリスクがセッションほど大きくない。
コンセッション	・最も進んだ民間委託の形態。経営部分の委託にとどまらず、建設、修繕や改善などの資本投資部分、メンテナンス部分も民間企業に委託。資金調達の責任も民間企業に移行し、償還財源は料金から回収。	・民間は消費者と直接的な契約関係を持ち、この契約による全てのリスク（金融リスクや自己、料金徴収リスクなど）を負う。 ・民間事業者が施設・設備にかかる投資も引き受けることから、運営リスクとともに投資リスクも負う。

（出典）竹内佐和子『公共経営の制度設計』、野田由美子『民営化の戦略と手法－PFIからPPPへー』等を基に作成

表 PFIの形態と民間リスク

契約形態	概要	民間側からみたリスク
BTO	Build Transfer Operate の略。民間事業者が自ら資金調達を行い、施設等を建設し、施設等完成直後に公共に所有権を移転し、民間事業者が維持・管理及び運営を行う事業方式。	・施設所有に伴うリスクが公共側に残り、また施設所有者と管理者が別々であることから、リスク分担が曖昧になる可能性がある。
BOT	Build Operate Transfer の略。民間事業者が自ら資金調達を行い、施設等を建設し、契約期間にわたる維持・管理運営を行い、事業期間終了後に公共に施設所有権を移転する事業方式。	・施設を民間が所有するため、所有に伴うリスクを負う。 ・施設を民間が保有するため、既存の国の補助制度等が利用できなくなる可能性があり、固定資産税等の負担も生じる。
B00	Build Own Operate の略。民間事業者が自ら資金調達を行い、施設等を建設し、維持・管理・運営し、事業終了時点で民間事業者が施設を解体・撤去する等の事業方式。	・事業期間終了後原状回復を規定していることが多く、資金調達から維持管理、運営、所有等の様々なリスクに加え、事業期間終了の際に、施設を撤去するコストも民間が負担。

（出典）内閣府『PFI事業導入の手引き』、盛岡市「PFI導入基本方針」を基に作成

【参考資料10】 雑用水利用状況（品川区・港区と全国）

品川区・港区における雑用水利用状況および全国との比較

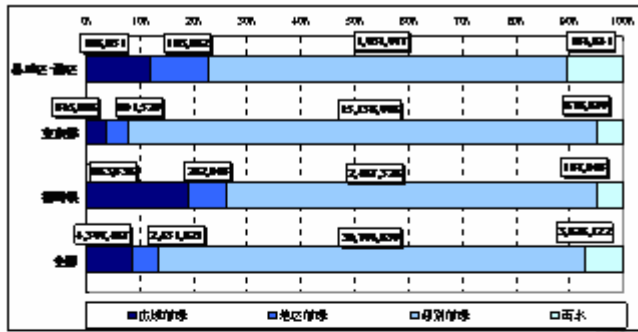


図. 品川区・東京都・福岡県・全国の雑用水年間利用量の比較 (単位: m³/年)

アンケート結果によると、全国における下水処理水の雑用水利用（広域循環）は約400万 m³/年把握されている。

東京都全体で、全国の利用量の約15%を占め、福岡県とあわせると約30%を占めている。

また、品川区・港区だけで全国の4%を占めている。

東京都全体では、個別循環方式での利用が多いが、インフラの整備されている品川区・港区などの地域では、さらなる下水処理水の雑用水利用が考えられる。

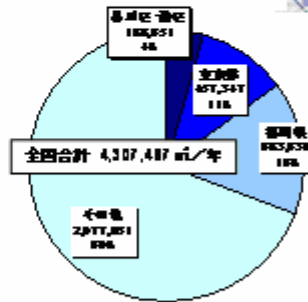
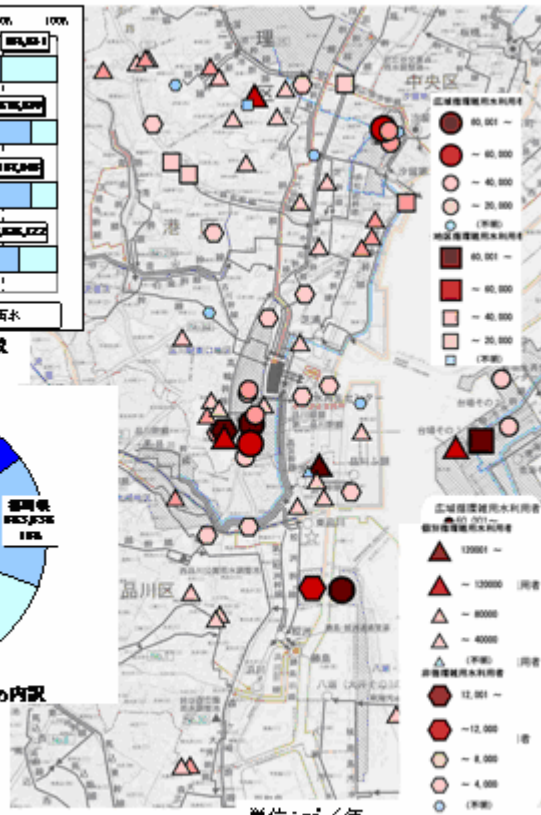


図. 広域循環年間利用量 (m³) の内訳

※品川区・港区の雑用水利用量は雑用水使用水量等の数値が記載された51施設を対象に集計。他の地域についても同様を集計。雑用水利用量は補給水を含まない量。
下水処理場における汚濁処理量は除外している。
出典(雑用水利用量・施設数): 国土交通省水資源部 平成18年度雑用水利用施設実態調査
出典(下水処理場等施設数): 東京都下水道局 東京都下水道計画部



単位: m³/年

図. 品川区・港区における雑用水利用施設

(複数の循環方式を併用している施設については、アンケートで主たる方式と回答されているものに分類)

下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書
再生水利用の社会的意義と利用促進に向けたあり方について
(案)

平成21年 月

目次

はじめに	2
1. 再生水利用の状況	4
1. 1 わが国における再生水利用の状況	4
1. 2 海外の再生水利用の状況	5
2. 再生水利用の社会的意義・効果	7
2. 1 地球温暖化対策への貢献	7
2. 2 公共用水域の水質改善等への寄与	10
2. 3 うるおいのあるまちづくりへの貢献	11
2. 4 災害に強いまちづくりへの貢献	12
3. 再生水の利用促進のための課題の整理と対応の考え方	13
3. 1 再生水の利用促進のための課題の整理	13
3. 2 再生水の利用促進に向けた主要課題への対応の考え方	14
4. 再生水利用に関する施策の今後の方向性について	21
おわりに	25

はじめに

○懇談会の趣旨、目的

下水道は都市の下に網目のようにはりめぐらされ、膨大な量の水を扱っている。下水処理水の再利用は、これまでも都市部において喪失したうるおいを回復するための環境用水や、渇水に悩む地域において雑用水の供給という形で行われてきた。せせらぎの復活など都市のうるおいづくりへのニーズは依然高く、また、渇水リスクについては、地球温暖化によって更に高まると懸念されている。さらに近年では、地震等の災害時の防火・防災用水や復旧・復興を支えるための水、地球温暖化防止に寄与する地域冷暖房や打ち水のための温冷熱エネルギーを有する水としての期待も高まっている。併せて、膜処理等の水処理技術の進歩が、下水処理水の再利用の可能性を更に高め、下水道管から下水を取り出してサテライト処理¹により再利用することも可能となりつつある。

このような背景の中、下水処理水の再利用が進むことが、公益の増進、社会貢献に繋がるとの認識の下で、再生水²利用者や水供給主体、市民、下水道事業者などの各主体の視点に立って、課題、方策を検討し、下水処理水の再利用が如何にあるべきかについて整理するため、下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会を設置した。

¹ サテライト処理とは、下水処理場に至る前の下水道から下水を取り込む水処理施設を設置し、再生水として利用できるように処理することである。

² 本稿では、下水処理水を再利用する目的で処理した水を「再生水」と表現する。従って、「下水処理水の再利用」と「再生水の利用」は同義とする。

下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会 委員名簿
※五十音順、敬称略

青柳昌佳 電源開発株式会社環境エネルギー事業部営業企画グループリーダー

井上 潔 東京都下水道局計画調整部副参事（カーボンマイナス推進担当）

○黒川和美 法政大学大学院政策創造研究科教授

篠田好司 福岡市道路下水道局施設調整課長

田中宏明 京都大学大学院工学研究科教授

藤木 修 国土技術政策総合研究所下水道研究部長

野口基一 日本ヘルス工業株式会社執行役員

○：座長

*：役職は平成20年9月時点

旧委員

川田博見 福岡市下水道局管理部管理課長

小団扇浩 東京都下水道局計画調整部副参事（緊急重点雨水対策事業担当）

*：役職は平成20年2月時点

1. 再生水利用の状況

再生水利用の状況について、わが国と海外の概要を示す。ただし、ここで示す再生水利用のデータについては、何らかの用途への利用を目的として処理場から直接送水され利用されている水量を把握しているものであり、河川への放流後に河川水とともに取水している場合や、処理場から近隣の河川等に放流された下水処理水が結果として河川流量の確保に寄与している場合などは含まれていない。

1. 1 わが国における再生水利用の状況

日本の再生水利用量は平成 18 年度で約 2 億 m³であり、下水処理水の再利用率は約 1.4%である。利用量のうち、62%が修景用水や親水用水、河川維持用水等の環境用水として利用されている特徴がある（表 1、図 1 参照）。なお、わが国の再生水利用における、高度な水処理技術を用いた都市用水（雑用水）利用等の進展について、海外からの関心が高い³。

表 1 わが国における再生水利用実績（平成 18 年度）

平成18年度	処理場数	(万m ³ /年)	(%)
水洗トイレ用水	53	676	3.5%
修景用水	100	5,215	26.9%
親水用水	25	520	2.7%
河川維持用水	9	6,295	32.5%
融雪用水	40	3,480	18.0%
植樹帯散水	85	29	0.1%
道路・街路・工事現場の清掃・散水	66	20	0.1%
農業用水	29	1,143	5.9%
工業用水道への供給	2	279	1.4%
事業場・工場への直接供給	48	1,694	8.8%
合計	286	19,351	

³ Report on Integrated Water Use, aquarec, EUROPEAN COMMISSION AQUAREC: Water Reuse System Management Manual, EUROPEAN COMMISSION、カリフォルニア大学浅野孝名誉教授報告資料、浅野孝・清瀬一浩他「河川」2008年12月より引用。

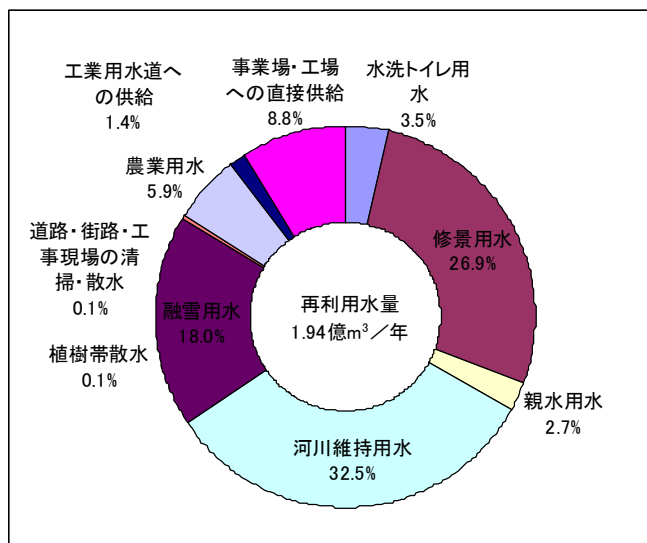


図 1 再生水の利用用途の内訳

1. 2 海外の再生水利用の状況

海外における再生水の利用について、利用量、利用の目的や契機を整理した。

(1) 海外における再生水の利用量

海外で、再生水利用量が多い地域や、下水処理水の再利用率が高い地域は、一般に降水量の少ない地域である（表 2 参照）。

表 2 主要国の下水処理水の再利用率および再利用量

国	下水処理水再利用率	下水処理水再利用量/年
米国	約 6%	約 365,000万 m ³
イスラエル	約 83%	約 28,000万 m ³
スペイン	約 12%	約 35,000万 m ³
イタリア	約 7%	約 23,000万 m ³
日本	約 1.4%	約 20,000万 m ³
オーストラリア	—	約 16,600万 m ³

(出典) Report on Integrated Water Use, aquarec, EUROPEAN COMMISSION AQUAREC: Water Reuse System Management Manual, EUROPEAN COMMISSION、カリフォルニア大学浅野孝名誉教授報告資料

(2) 再生水利用の目的・契機

海外における再生水利用については、用水の枯渇・不足を契機とするものだけではなく、公共用水域の水質規制への対応策として再生水を利用している事例や、地球温暖化対策の一つとして導入している事例、環境モデル都市の構築に資するメニューの一つとして導入している事例がある（図2参照）。【参考資料1、2参照】

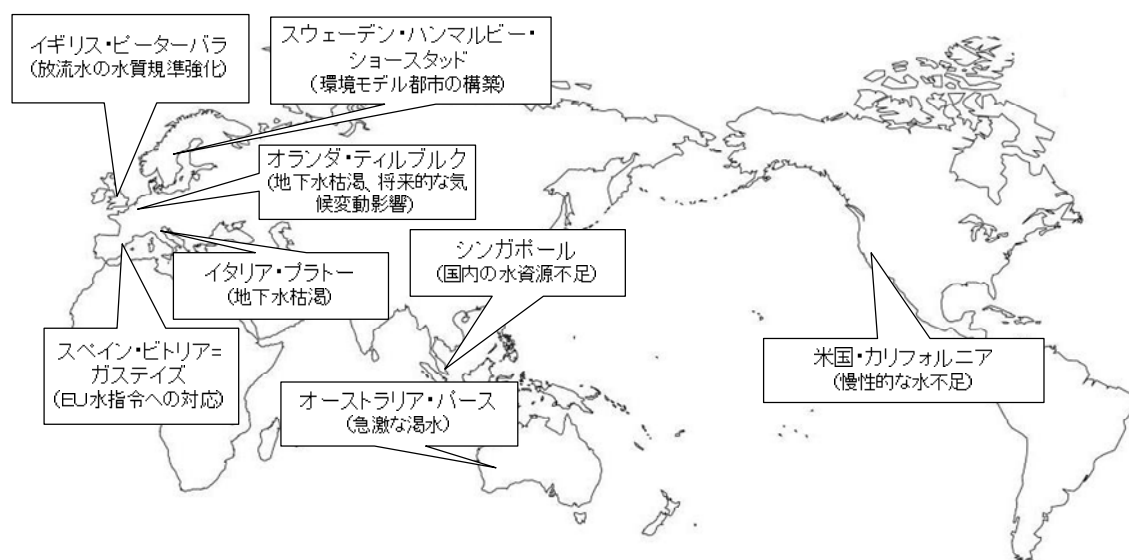


図 2 海外における再生水利用の目的・契機（例）

2. 再生水利用の社会的意義・効果

平成 18 年度末現在で、下水道普及率は 70%を超えており、下水道の普及に伴って下水道に流入する水量も膨大なものとなっている。併せて、水処理技術、特に膜処理を中心とした技術の開発と普及により、一度使用された水（排水・下水）を、利用用途に応じた水質に再生して利用することも可能となっており、都市内に豊富に存在し、かつ、身近に存在する水資源として下水処理水の価値が高まりつつある⁴。また、都市の熱環境改善や省エネルギーの観点から熱源としての下水、下水処理水の価値も同様に高まりつつある。再生水の利用には、地球温暖化対策や、公共用水域の水質改善、うるおいのあるまちづくり、災害に強いまちづくりなどへの貢献が期待できる。

2. 1 地球温暖化対策への貢献

平成 19 年に公表された「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）の第 4 次評価報告書は、気候システムの温暖化には疑う余地がないことを示した。我が国においても、今後、雨の降り方の変化や少雪化等によって渇水が頻発するなど、水資源に大きな影響が出るおそれがある。現代社会では水が使えることを前提として社会経済活動が成り立っており、ひとたび大渇水が発生した際の国民生活や経済活動への影響は甚大なものとなる⁵。

（1）地球温暖化の適応策としての効果

再生水利用は、渇水リスクを軽減する効果が期待され、地球温暖化の適応策としても有望である。香川県多度津町の事例では、慢性的渇水に対する安全度を向上するために、農業用水への供給だけではなく、地下水位低下の解消を目的として地下浸透させ、水源涵養に利用している。

再生水利用による渇水リスクの軽減効果を評価する方法としては、渇水時に断水される上水量のうち、再生水で確保できる量を上水の給水原価で評価する方法や、給水車で賄う費用で評価する方法などがある。

（2）地球温暖化の緩和策としての効果

再生水利用によって、①再生水が有する熱利用、②効率的な水利用、③ヒートア

⁴ Metcalf & Eddy, Inc. an AECOM Company , Takashi Asano, Franklin L. Burton, Harold L. Leverenz , Ryujiro Tsuchihashi, George Tchobanoglous, “ Water Reuse”, Mcgraw-Hill ,2007 では、「全体としての目標はもっと小さな地域規模に水文循環系を閉ざすことであり、文字どおり“地域社会のすぐそばにある” 価値ある資源になる。」との記述がある。

⁵ 国土審議会水資源開発分科会調査企画部会『総合水資源管理について（中間とりまとめ）』平成 20 年 10 月

イランド対策としての散水、などによる温室効果ガスの削減が見込まれる。

①再生水が有する熱利用

スウェーデン・ストックホルムのハンマルビー・ショースタッド地区では、2015年までに、1990年代前半の住宅地区と比較して、排出物質による環境負荷を50%低下させる目標を掲げ、公共輸送手段の利用推進、節水などとともに、下水処理水からヒートポンプにより熱を回収し、住宅施設の冷暖房に使用している。

このように、再生水が有する熱利用は、地球温暖化の緩和策として期待されている。

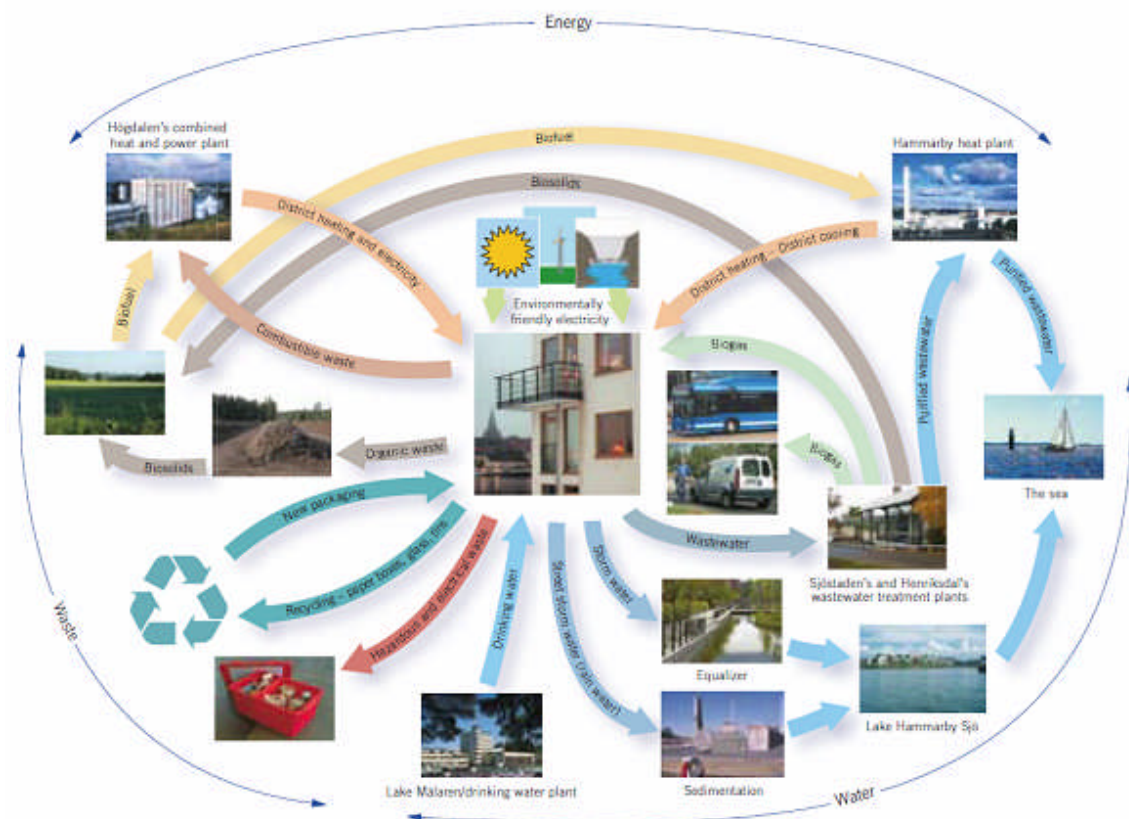


図3 ハンマルビー・ショースタッド地区における取組み一覧
(出典) Hammarby Sjöstad ウェブサイト

②効率的な水利用

下水処理水を再生水として外部供給することにより、上水・工業用水その他水源の利用水量の減少による供給先での温室効果ガスの削減が見込まれる。また、建築物に二重配管を条例等で義務付けられている場合は、再生水の活用により、建築物内の水処理施設が不要となるため、温室効果ガス削減が見込まれる。【参考資料3参照】

③ヒートアイランド対策としての散水

せせらぎなどの水辺空間の再生・創出や、道路等への散水には、ヒートアイランドを緩和する効果が期待できる。ヒートアイランドを緩和することにより、夏季等の冷房時の電力消費量が抑制され、温室効果ガスの削減に寄与する。【参考資料4参照】

2. 2 公共用水域の水質改善等への寄与

再生水を処理区内で利用することは、その地区における上水供給量の抑制や、下水処理場からの排出負荷量を低減する効果がある。また、再生水利用による上水供給量の削減により、河川からの取水量を減少することができ、河川の維持流量を確保する効果も期待できる。【参考資料5、6参照】

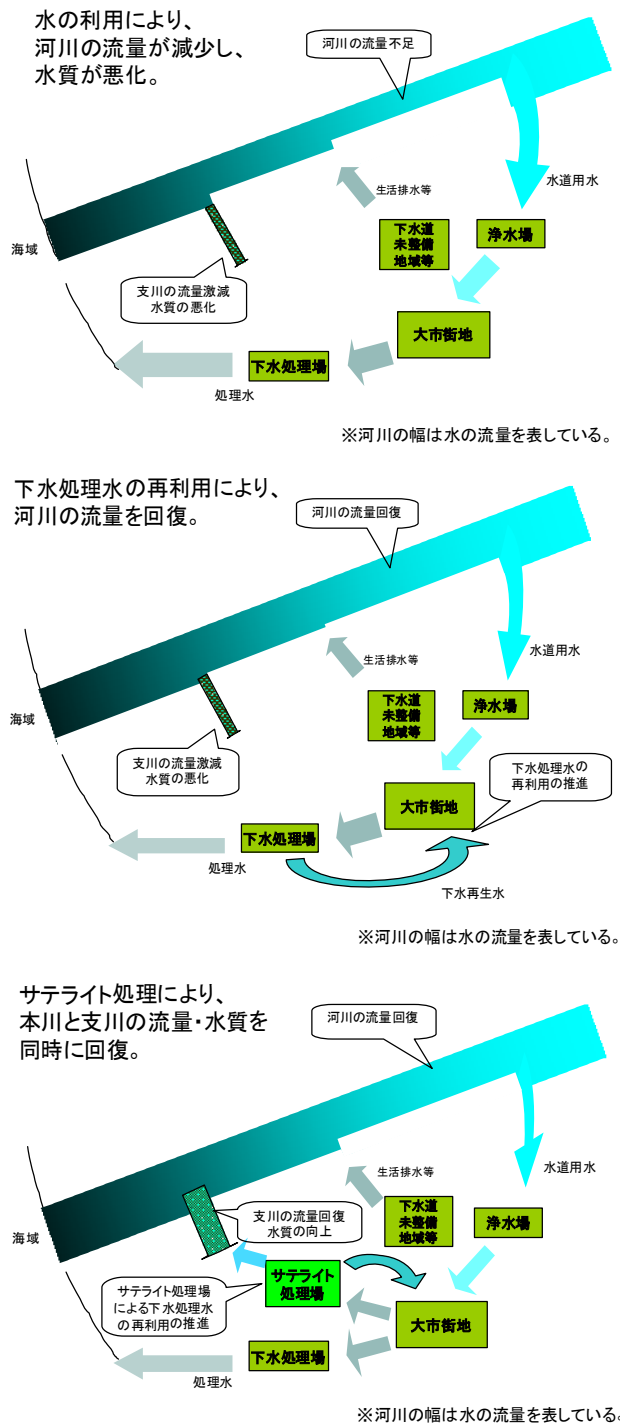


図 4 再生水利用による河川の流量・水質の回復

2. 3 うるおいのあるまちづくりへの貢献

せせらぎなどの水辺空間の再生・創出には、ヒートアイランドを緩和する効果のほか、水生生物の生息場の確保、生物多様性の確保、景観の改善、生活のゆとり創出、地域コミュニティの形成など、多面的な意義・効果があり、再生水もその水源として期待されている。

香川県多度津町の再生水利用によるせせらぎ創出事例では、コンジョイント分析⁶により、その環境価値が評価されており、生態系保全や衛生安全性、景観の確保、交流機会の提供などの効果が、住民に認識されている⁷。【参考資料7参照】

また、神戸市の松本地区のせせらぎ創出事例では、「水が流れる安全、安心のまちづくり」、「生物がいっぱいで魅力ある水辺空間の誕生」、「地域活動をととした地域コミュニティの形成」が、せせらぎが生み出した効果として、住民に認識されている⁸。

⁶ コンジョイント分析とは、アンケートを用いて多属性製品の選好を属性単位で評価する手法であり、環境価値評価に用いる場合は、環境のもつ機能を属性単位として評価する手法として用いられている。

⁷ 山縣弘樹、山中大輔、荒谷裕介、南山瑞彦（2007）『コンジョイント分析を用いた下水処理水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価』『環境システム研究論文集』Vol.35、2007年10月、P287-294

⁸ 下水高度処理水を用いたせせらぎの水質や維持管理に関する調査研究委員会『下水高度処理水を用いたせせらぎの水質や維持管理に関する調査研究報告書』平成19年3月

2. 4 災害に強いまちづくりへの貢献

首都圏でマグニチュード（M）7.3の直下型地震が発生した場合、発生から2時間後には、東京23区内では約82万人分のトイレが不足すると試算されている⁹など、大規模地震時には、トイレ機能の維持が重要であり、この対策として、トイレの水洗用水として再生水を含めた複数の水源を確保することが有効であると考えられる。

また、せせらぎ用水として活用されている再生水は、災害時の消火用水や生活用水としても活用できる。

（1）災害時のトイレ機能の維持

地震等により、上水道の供給が遮断されれば、ビル内のトイレ用水として、上水道のみ供給されている場合や、個別循環により雑用水が供給されている場合には、そのトイレは機能を失う可能性が高い。それに対して、再生水を利用する場合には、2つの独立の水系統が存在するため、仮に片方の水系統が遮断されても、ビル内の水系統は1系統が使用可能であり、機能停止のリスクは低くなる（図5参照）。

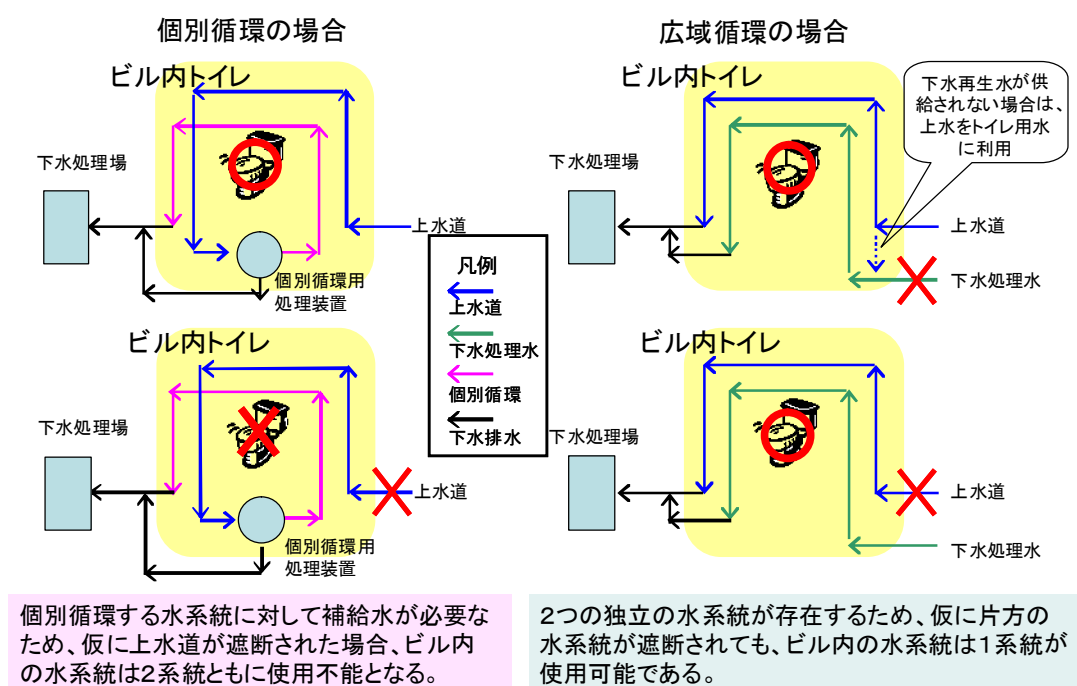


図5 ビル内の雑用水利用形態によるトイレの機能停止リスク

（2）災害時の消火用水等の確保

神戸市の松本地区では、再生水をせせらぎに供給しており、災害時の初期消火用水や生活用水として利用することも想定し、計画されたものである。このように、せせらぎ用水の供給は、災害時の消火用水等へ活用できる。

⁹ 中央防災会議首都直下地震避難対策等専門調査会「帰宅行動シミュレーション結果に基づくトイレ需給等に関する試算」（平成20年10月27日記者発表）

3. 再生水の利用促進のための課題の整理と対応の考え方

ここでは、再生水の利用促進のための課題を、関係主体の視点に立って網羅的に整理し、加えて、これらの課題の中から、特に、懇談会において重要性が指摘された主要課題について、対応の考え方を示す。

3. 1 再生水の利用促進のための課題の整理

(1) 課題整理の考え方

再生水の利用促進方策について、水循環、水資源における再生水の位置づけに関する全体的な課題と、再生水の利用者、水供給事業者、市民（社会的効果）、下水道事業者のそれぞれの視点から、水の用途別に、対応すべき施策の方向性と課題を別表に整理した。

別表には、関係主体別・用途別に、懇談会における議論などを元に、関係主体別に課題設定の前提となる以下の項目について、基本的考え方を示した。

- 再生水利用者： 導入決定要因
- 水供給事業者： 事業形態
- 市民： 社会的効果
- 下水道管理主体： 下水道事業の範囲、利用料金の考え方、放流水質の担保

また、課題については、技術的課題、制度的課題、実態把握・分析課題に区分し、整理を行なった。

(2) 主要課題の抽出

前述で整理した課題について、特に懇談会で重要性が指摘された課題を以下のとおり抽出した。

- 再生水利用による社会的な効果の明確化
- 下水道事業としての範囲の明確化
- トータルコストの把握と費用負担方法の検討
- 経済的なメリットの拡大
- 民間の参入可能性と参入形態・条件の整理
- 地域的な水資源のフロー・ストックの把握
- 流域単位での下水処理水の再利用の仕組みづくり

3. 2 再生水の利用促進に向けた主要課題への対応の考え方

(1) 再生水利用による社会的な効果の明確化

再生水を利用することによる社会的な効果については2.において整理している。企業のCSR¹⁰、地球温暖化対策等の観点から、環境面などへのメリットを具体化、明確化することが求められており、再生水利用において、これらの効果を明確化することで、利用を促進する効果が期待できる。

現在、企業のCSR報告書では、電気やガスにおいて、温室効果ガス削減効果が示されている。しかし、水については、節水指標（床面積当たりの水道使用量）などで示されているのみであるため、再生水利用による温室効果ガス削減効果が定量化されることに対する期待が大きい。

①節水効果・温室効果ガス削減効果の定量化

温室効果ガス削減効果の定量化の方法として、「節水による温室効果ガス削減」と「再生水にかかわる水処理および供給による温室効果ガス排出」の比較が考えられる。具体的には、節水によって削減される上水の供給にかかる温室効果ガスと、再生水として供給するために必要となる水処理施設および供給施設の建設、これらの維持管理（薬品費、光熱水費等）にかかる温室効果ガスの排出との比較が考えられる。

温室効果ガス削減効果は、有効利用工程から排出する温室効果ガスと、有効利用による削減量を勘案し、後者が前者を上回る場合には、削減効果を有することとなる。

また、雑用水の利用が条例、要綱等により義務化されているような条件では、下水処理水の広域循環による利用の比較対象は、雨水利用や雑排水（個別循環）となる。この場合、広域循環の方がスケールメリットが働くこと、一定の処理レベル（公共用水域への放流水質）までは下水道事業による温室効果ガス排出としてカウントすることなどから、広域循環の再生水を利用することは、個別循環と比較して、利用者の温室効果ガス削減対策上有利である。ただし、個別のケースごとに定量的に示し、判断することが必要である。

②河川等への水量・水質面の効果の明確化

さらに、温室効果ガス削減効果以外にも、2.で紹介したように、再生水利用により都市全体の河川からの取水量が減少することによる河川流量の確保や、下水処理場からの排出負荷量の低減などの社会的効果があり、こうした効果についても定量化する必要がある。

¹⁰CSR（企業の社会的責任）とは、企業が社会へ与える影響に責任を持ち、あらゆるステークホルダーに対する説明責任を果たすことを指す。

引き続き、2. において整理したものも含め、再生水利用による社会的な効果を明確化し、地域がこれらの効果を認識していくことが重要である。

(2) 下水道事業としての範囲の明確化

再生水の利用を促進する上で、公共性・公益性の観点から下水道事業として支援することが適当な範囲の考え方を明確にすることは、関係主体との役割分担や、費用負担の考え方を整理する上で重要である。

下水道事業としての範囲は、公共性・公益性の観点から、以下の通り整理することができる。

① 下水道事業として支援することが適当な範囲

本来、下水道事業として実施すべき事業は、都市の健全な発展、公共用水域の水質保全の観点から行われる事業であり、三大湾の水質保全のための高度処理などはこの範囲に含まれる。下水道管理者は、下水の収集、処理はもとより、放流地点における放流量、水質に対して責任を持って管理する必要がある。

再生水利用については、再生水を利用することが公益を増進し、社会貢献につながるという視点から下水道事業として一定の範囲で支援することも適当であると考えられる。この範囲の考え方としては、水の利用による公共の利益を出来るだけ高めるという観点から、原則として、再生水を不特定多数者が利用する場合や、再生水の利用による効果が直接、不特定多数に及ぶ場合については、公共性・公益性が高いものとして下水道事業としての支援が適当と考えられる。

不特定多数が利用するか否か、または、効果が及ぶか否かは、用途別に状況が異なる。3. 1で整理した用途別に考えてみれば、以下の通りである。

➤ 雑用水

雑用水利用の多くを占めるのは水洗トイレ用水であり、利用の規模によって効果の及ぶ範囲が異なることから、事業形態に応じて公共性・公益性を判断すべきである。

➤ 工業用水

基本的に特定の企業、事業者が利用者である。公益性は、利用者の広がり、汚濁負荷削減効果、節水効果も含めて総合的に判断すべきである。

➤ 農業用水

農業用水として直接供給する場合は、利用者は特定の農業事業者である。また、一般的な利用形態としては、公共用水域に一旦放流した後に利用するケースが多い。下水処理水中に含まれる栄養塩類が農作物に吸収されたり、有機汚濁物質が農地で分解除去されたりして、負荷削減に寄与するものであり、下水道事業としてもメリットがあること等に留意した上で総合的に公益性を判断すべきである。

➤ 環境用水

不特定多数の一般市民へのサービスであり、公共性・公益性は高いと判断する。一般的な利用形態は、公共用水域である水路や河川等に放流することにより利用されているケースがほとんどである。下水道として放流先の水域において必要とされる水質を確保するための対策は、下水道事業として支援することが適当なものである。

②社会的効果の考慮

さらに、再生水利用には、2. に示したような社会的効果を有することについて考慮する必要がある。このため、個々の事例の中で、汚濁負荷量削減効果が高いなど特に社会的効果が高いものについては、事業の公共性・公益性が高いと判断できる場合もあることに留意が必要である

(3) トータルコストの把握と費用負担方法の検討

再生水利用の事業としての採算性を考える際には、再生水の供給に要する施設等の建設コスト、管理・運営に要するコスト等の全体を把握するとともに、料金収入の見通しが明らかでなければならない。トータルコストの把握や適切な料金設定の考え方等について検討する必要がある。

下水道事業者と関係主体との役割分担、費用負担については、我が国における実例を整理した結果、利用用途が工業用水の場合、追加的費用を利用者のみで負担するケースが最も多く、環境用水や雑用水では、下水道事業主体と利用者の両方もしくはその他の主体で負担するケースが最も多い。【参考資料8参照】

環境用水の場合、下水道事業者と利用者との費用負担の状況として、再生水の供給施設までは下水道管理主体が負担し、供給先敷地内の水路等は施設管理者が負担し、それらをつなげる配水管等は両者の協議により決定されるのが一般的であった。また、環境用水、雑用水の場合ともに、追加的費用を下水道管理主体のみで負担していても、利用主体が民間である場合は、料金を徴収するか、利用者自らが受け取りにくるなど、利用者が何らかの負担をしていることも明らかとなった。

再生水の供給に際し、「下水道のイメージアップ・啓発」や、「自治体の施策として位置づけている」などの理由がある場合には、下水道事業者が追加的費用を負担している。

下水道事業者と関係主体との役割分担、特に費用負担の考え方については、現状を踏まえると、利用者が限定され、その利用による公共性・公益性が低い場合には、利用者が負担することが望ましい。一方、利用者が非特定である場合や、利用による公共性・公益性が高い場合には、利用者の他、下水道事業者や関係する公共部門との協議により、費用の分担を行うことが望ましい。

(4) 経済的なメリットの拡大

再生水の利用者にとって、上水や工業用水など他の用水の供給コストよりも低コストであることが望まれる。しかし実際には、下水を供給可能な水質に処理するための運転費用や、処理施設、配水管等のインフラ整備費用、利用者側での二重配管等の設備費用が原因となり、上水等の供給コストよりも、再生水の供給コストが高くなり、再生水供給事業が事業化されないケースがある。

①高度処理の推進

公共用水域の水質改善のために下水道事業として高度処理を実施すれば、再生水の利用の際の付加的に行う処理の負担は軽減することができ、再生水利用に係る処理コストの低減につながる。

今後、三大湾などの閉鎖性水域の流域を中心に、水質改善のための高度処理が順次進められていくことになる。特に三大湾の環境基準達成に向けた下水道の目標処理水質は相当良好なものとなっている。高度処理の着実な推進は、再生水の利用促進の観点からも望ましい。

(参考) 東京湾における環境基準達成に向けた目標処理水質

COD 8mg/L、全窒素 8mg/L、全リン 0.4mg/L

(標準的な処理方式の例：ステップ流入多段循環式硝化脱窒法（凝集剤併用）＋急速砂ろ過）

②再生水利用によるコスト削減

再利用の用途によっては、高度処理を行わなくても利用できる、あるいは、水域に放流する水質まで高度処理せずに再利用できる場合も想定される。このような場合では、利用者が放流する水質、放流先等をチェックできる仕組み等の検討が必要ではあるが、下水道事業者や再生水利用者双方のコストを削減できる可能性がある。

③サテライト処理システムの採用

膜処理等の水処理技術の進歩とコストダウンにより、分散的な下水のサテライト処理の具体化が期待されている。サテライト処理は、下水処理場に至る前の下水道管から下水を取り込む中間浄化施設を設置し、再生水として利用するものである。サテライト処理では、下水道管のネットワークから必要な分だけを効率的に取水・処理し、処理に伴って発生する汚泥はもとの下水道管に戻すという方法が取られるため、通常の下水処理場より施設のコンパクト化、処理の低コスト化が期待できる。現状では、下水処理場の周辺に立地していないと再生水の送水管配管のコストがかかり、一定の需要量が存在しないと経済性が成立しない。しかし、サテライト処理が低コストで実現できれば、雑用水やせせらぎ用水などの水需要が密集しているが、上記の立地条件に合致しない地域であっても、経済的なメリットが生まれる可能性がある。

(5) 民間の参入可能性と参入形態・条件の整理

再生水供給主体については、下水道事業者が処理水を利用者まで届ける場合や、再生水の利用者が処理場まで取りに来る場合、それ以外の主体が供給する場合など様々な形態がある。民間のノウハウや経営的な能力を活用し、公共的な効果をより高めていくことが可能であると考えられる。このため、再生水供給事業に民間企業が参入するための条件を整理しておくことは、今後、個別の事業箇所でも民間企業等の参入の可能性を探る上で重要である。

これまでの議論の中では、水供給事業者の視点から以下のような事項が、事業参入の際に必要な条件として示された。

- 企業としての利益を上げるには、一定の事業規模が必要（大量に消費される工業用水などは可能性が高いと考えられる）であり、安定的な需要が必要である。
- 水量・水質の両面で安定的に水を供給するために、下水道管理者側から、処理水提供の条件、施設設置のための条件等が明示されることが必要（下水処理場から質・量ともに安定的に処理水が提供されないと、事業としての常時供給に不安がある）。
- 公的事业と民間事業の共同事業の形態も考えられるが、民間事業の部分が不採算となった場合でも、サービス全体を中止できないことから、そのリスクを軽減する方策が必要。
- 下水再生水だけでなく、下水熱やエネルギー等を一体的に供給するマルチパースの供給事業が可能となるような仕組みが必要。

① P F I 事業による民間活力の導入の促進

下水道事業として実施する部分に P F I による民間活力の導入を促進する方策としては、水供給事業は事業全体に占める施設運営のウエイトが高く、施設が生涯年に渡り、パフォーマンス（供給水量・水質等）を発揮し続けることが可能な、B O T（Build Operate Transfer）方式などの事業形態での実施を可能とするための制度を検討する必要がある。さらに、P F I 事業による場合、民間企業は設備のオペレーションについて有するノウハウが公共セクターに比べて十分でない場合があることから、こうしたノウハウに関する情報提供方法について検討を進める必要がある。【参考資料 9】

② マルチパース事業の検討

都市には上水道、下水道による水の管路ネットワークが形成されていることから、再生水利用の民間の参入に関する検討を行うに際しては、ネットワーク産業論を参考にしたアプローチも有効と考えられる。例えば、再生水送水管を水と熱のコモンキャリアと捉え、再生水だけでなく、下水熱やエネルギー等を一体的に

供給するマルチパーパスの供給事業が可能となるような仕組みを検討する必要がある。

③供給可能な下水処理水の情報開示

再生水供給事業を民間が実施する場合、水量・水質の両面で安定的に水を供給するために、下水道管理者側から、処理水提供の条件、施設設置のための条件等が明示されることが必要である。

今後は、具体的なケーススタディ等を通じて、事業の実現可能性の高いエリアを選定し、パイロット事業として推進を支援していく必要がある。また、官民協働のあり方について責任や役割の分担等が明確となるような制度設計も含め、議論を引き続き行っていく必要がある。

(6) 地域的な水資源のフロー・ストックの把握

水処理コストの低減や、下水処理水のポテンシャルに関する情報を発信することにより、再生水の利用可能性を拡大し、水辺の再生、せせらぎの復活等による豊かな都市環境、都市活動の実現を目指すことが望ましい。

膜処理技術の普及等に伴い下水道管のネットワークから必要な分だけ水を取水し、処理して利用し、利用時の排水処理に伴い発生する汚泥はもとの下水道管に戻すという「サテライト処理」による再生水利用の実現可能性が高まっている。このため、従来の「下水を集めてから配る」という方式とは異なる新たな水の使い方として、「下水（又は雨水・余剰地下水等）の存在と、それに対してどこにどの程度の需要者がいるかとのマッチングを考える」という発想に転換する必要がある。

①地域における水需給に関する情報の共有

再生水の広域循環に係るインフラの整備状況や、コスト面のメリット等の情報が浸透すれば、さらなる再生水の雑用水利用が期待される。【参考資料 10】

こうした可能性を検討するため、都市に流入・流出する水と、都市内にストックされている水の水質や水量に関する情報を集約し、どのような組み合わせで活用すれば効率的で高付加価値の水循環系が形成できるかについて、関係部局と連携して検討を進める必要がある。その際、将来の需要予測については、うるおいのあるまちづくりや災害に強いまちづくりなど社会的な意義・効果も含めて検討するとともに、地域における供給水量・水質および利用用途・確保方法について、関係者間の合意形成を図ることが重要である。

また、土地利用が密に行われている地域においては、災害時にサテライト処理施設から再生水を供給することも想定し、公園等のオープンスペースである避難場所への設置について検討することが必要である。

さらに、計画的に需要と供給のバランスをとるためには、効率的に供給するこ

とが可能な地域について把握しておく必要がある。

② 渇水時・災害時の水利用ルールの確立

渇水時・災害時の水利用の安定化に向けた方策として、平常時の再生水利用の形態を、緊急時（渇水時、災害時等）にはより高度な利用に転換する手法も有効である。例えば、「平常時は環境用水として利用している再生水を、渇水時には農業用水やトイレの水洗用水に利用する」などが考えられる。

(7) 流域単位での下水処理水の再利用の仕組みづくり

流域の水資源として再生水をとらえた場合、利用のための仕組みとして、以下のような対応すべき課題がある。

① 放流後の下水処理水の再利用の仕組みづくり

下水処理水を一旦公共用水域へ放流したり、地下水涵養した後に間接的に再利用する場合が考えられるが、現在、これを計画的に行うための制度的仕組みが十分ではない。地下水の取水規制や河川の水利権など、関連する制度との調整も含めて、今後の仕組みづくりが必要である。

② 再生水利用に関する公平性・透明性の確保

再生水は限られた資源であり、これを利用しようとする際には利用を希望する関係主体間の公平性の確保及び再生水利用者により影響を受ける関係主体間の利害調整が必要となる。このため、下水道管理者と再生水利用に関する関係主体間の合意形成のあり方や、透明性を確保するための手続き、協議の場のあり方等について検討が必要である。

③ 再生水利用の水資源計画への位置づけ

再生水利用の促進は水供給の信頼性を向上するものである。今後は、再生水利用についても、総合的な水資源管理の視点が重要である。その場合、再生水利用を単に水量の視点からのみ評価して計画に位置づけるだけでなく、水質の面からの効果（例：再生水利用の推進により、河川の上流からの取水量を減少させることができれば、河川の下流への流量を増加させ、水質の面での効果が期待できるなど）についても評価していく必要がある。

4. 再生水利用に関する施策の今後の方向性について

これまでに整理した現状、社会的意義・効果、課題への対応の考え方などを踏まえ、再生水利用に関する施策の今後の方向性を以下のようにとりまとめた。

■ 水・物質循環系の健全化やまちづくりに再生水利用を明確に位置付ける

再生水利用は水・物質循環系の健全化やまちづくりへの取り組みと一体的に進めるべきである。

(1) 水・物質循環系の健全化への再生水利用の位置づけ

都市においては、下水道の普及により本来の地形や自然条件から成り立つ水・物質循環系とは異なる人工的な水・物質循環系が形成されてきた。このような人工的な水・物質循環系は湧水の枯渇や水辺の喪失などを引き起こしてきた。今後はこうした影響を極力少なくすべきである。再生水利用は、このような水・物質循環系の健全化に大きく寄与する可能性を有している。このため、流域における総合的な水資源管理などに再生水利用を明確に位置付け、水利用の円滑化・効率化のための施策として、再生水利用を進めるべきである。

(2) 都市計画などまちづくりへの再生水利用の位置付け

再生水の利用は地域活性化に資するとともに、再生水を活用したせせらぎは都市にうるおいを与える貴重な水辺空間を形成し、また災害時には消火用水への活用も可能であるなど、安全で安心なまちづくりに大きく貢献する。このため、都市における再生水利用を都市計画などまちづくりの中で明確に位置付けていくべきである。

(3) 汚濁負荷削減や温室効果ガス削減手法としての再生水利用の推進

再生水を利用することで、下水処理場からの放流量が減少するため、結果として、公共用水域に排出される汚濁負荷の削減効果も期待できる。このため、水域の特性に応じて高度処理レベルの緩和等、高度処理の代替手法としての効果を定量化した上で、再生水利用を積極的に推進すべきである。

また、合流式下水道管の清掃用水供給のため、再生水送水管を当該管渠内に敷設し、その他の用途にも利用できる送水網として活用することなども、初期降雨による汚濁負荷削減対策となり、かつ、再生水の利用可能な地域の拡大に繋がるため、実現可能性について検討すべきである。

さらに、再生水利用に必要な水処理施設や送水施設の建設・維持管理は温室効果

ガスの排出量を増加させるが、一方で、再生水の活用により不要となる水供給に係る温室効果ガスの排出量の減少を見込むことができる可能性があるため、全体としての排出量の増減について算出し、把握すべきである。再生水利用によって、全体の温室効果ガス排出量を減じることができる場合は、再生水利用を積極的に推進すべきである。

■ 再生水利用に関わる情報の共有化と積極的な情報発信

下水道管理者は各分野とも連携して、再生水の利用に関して必要な情報の共有化を推進すべきである。

(1) 再生水の供給・利用に関する情報共有

容易に再生水の利用可能性を検討できるよう、下水道管理者は供給可能な水量・水質及びそれに基づく利用可能な用途等に関する情報を公表し、積極的に情報発信するとともに、総合的な水資源管理の枠組みを活用し、他の水供給事業者と水供給の安定性について情報を共有するなど、再生水利用のニーズの把握に努めるべきである。

(2) 再生水利用の社会的意義に関する情報発信

再生水を利用することによる温室効果ガス削減などの社会的意義について定量化し、その効果を積極的に情報発信すべきである。これにより再生水利用が公共性が高く、CSR（企業の社会的責任）の向上にも繋がるものとして認識されるよう啓発していくべきである。

■ 利用用途に応じた水質基準の整備と新技術に関わる評価手法の整備

再生水利用の推進するため、利用用途に応じた水質基準や新技術に関わる評価手法を整備すべきである。

(1) 再生水利用に関わる水質基準等の整備

「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」にて提示されていない、農業用水、工業用水等の用途における水質に関するノウハウが蓄積される仕組みが必要である。特にこれらの用途における衛生学的安全性については標準的な水質基準が整備すべきである。

ビル管理法における再生水の扱いの水質・用途に応じた見直しなど、引き続き検

討すべき課題を着実に解決する必要がある。

(2) 膜処理技術等の新技術に関わる評価手法の整備

膜処理技術等、新技術に関する技術的な評価手法を整備し、新技術の普及を促進すべきである。これにより新技術の国内での実績を積み、技術レベルの向上を図ることで、我が国の再生水利用技術による国際貢献にも繋げるべきである。

■ 民間等との協働による再生水供給の推進

再生水供給事業に民間等が参入するためには、事業運営、経済性等に関わるリスクが軽減され、責任や役割の分担等が明確な制度設計をすべきである。

(1) 公的主体との役割分担による民間等が関与しやすい環境整備

公的主体が責任をもって、ベースとなるネットワークの部分を整備した上で、民間等がこのネットワークを積極的に活用できるようにするなど、責任と役割分担を明確にして民間との協働による再生水利用が推進されるよう制度設計すべきである。

(2) 他事業との連携によるコストの低減

排水のための下水道管と再生水送水管との同時敷設や、光ファイバーなどの別のキャリアの設置スペースとしての活用など、他の事業との連携により再生水供給事業のコストの低減を図り、効率的かつ経済的な整備を行うとともに、民間等が参入する場合のリスク軽減に努めるべきである。

■ エネルギーの媒体としての再生水の有効活用

再生水の水資源としての性質だけでなく、熱や位置エネルギーの媒体としての性質を最大限に活用し、社会全体における消費エネルギーや温室効果ガス排出量の低減を図り、低炭素型社会へ転換すべきである。

(1) 再生水の熱や位置エネルギーの積極的な活用

下水道に関連する熱や位置エネルギー等を活用した新エネ・省エネ対策を進めている一方で、汚泥を処理するために熱を必要とするなど、下水道に関連するエネルギーの利用全体を包括した効率的なシステムを構築する必要がある。このため、こ

これらの取組の一環として、再生水送水管を活用し、可能な限り再生水が有する熱や位置エネルギーの活用を図るべきである。

■ 再生水利用のモデル的な取組への支援

水・物質循環系の健全化やまちづくりとの一体的な再生水利用を、着実に進めるためのモデル的な取組について積極的に支援していくべきである。

(1) サテライト処理システムによるモデル的な再生水供給への支援

個別循環方式では、し尿を含む排水と雑排水を分離し、雑排水のみを処理して再利用することにより、衛生面でのリスクを低減した再生水利用が行われている。

下水道事業でもサテライト処理システムへの、し尿と雑排水を分離したシステムの適用を検討し、そのモデル的な整備を支援すべきである。このシステムは、利用用途が広がることから、民間等との協働も期待できる。

(2) 災害時の再生水の積極的活用への支援

トイレの水洗用水として再生水を含めた複数の水源を確保することは、災害時のトイレ機能の維持に有効である。また、せせらぎ用水として活用されている再生水は、災害時の消火用水や生活用水としても活用できる。このため、民間等も含めた再生水供給施設の整備を支援すべきである。

(3) 再生水を活用した都市の水辺整備への支援

都市の水辺空間は、コミュニティの形成に資するとともに、住民の憩いの場としても機能する。計画段階からの住民参画によるせせらぎ等の再生水等を活用した水辺整備は、住民の水辺空間への愛着を生むだけでなく、再生水利用への理解が深まるため、こうした取組を支援すべきである。

(4) 地下水等其他の水源と組み合わせた再生水の活用への支援

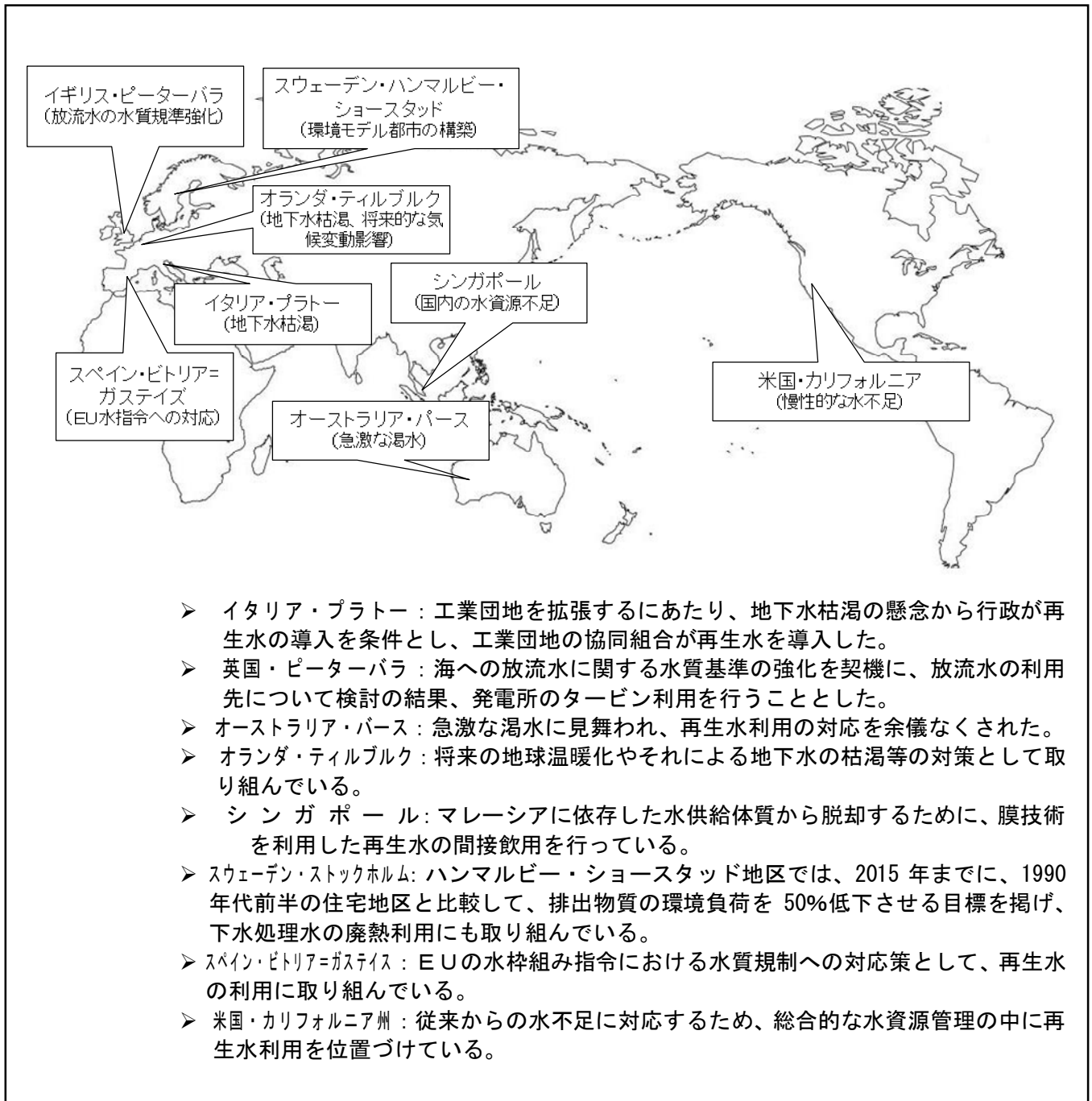
再生水を地下水等その他の水源と組み合わせて行うことにより、再生水だけでは需要者側の必要水量に満たない場合でも、その不足分を他の水源で補える可能性がある。また、再生水の栄養塩濃度や地下水等の塩分濃度などが、複数の水源と組み合わせることにより希釈され、それぞれの欠点が緩和される可能性も考えられる。このため、再生水と他の水源との組み合わせに係る技術的課題の解決を図るモデル的な取組を支援すべきである。

おわりに

当懇談会の報告書は、第1回から第6回までの懇談会におけるゲストスピーカーへのヒアリングや委員による議論に基づき、国、関係地方公共団体、関係事業者等が、下水処理水の再利用の推進にあたって参考となる事項および再生水利用に関する施策の今後の方向性について、とりまとめたものである。

なお、ここで提示した再生水利用を促進するための課題への対応については、全国一律ではなく、地域の様々な条件を踏まえて判断すべきものもある。このため、モデル的な取組を行いつつ、再生水利用に関する施策の方向性に基づき、国、関係地方公共団体、関係事業者等が協力して、その実現に向けて取り組まれることを期待するものである。

【参考資料1】海外における再生水利用の目的・契機（例）



【参考資料2】 米国・カリフォルニア州の再生水の利用状況

米国では約 365,000 万m³のうち 18%に相当する約 64,800 万m³がカリフォルニア州で利用されており、その用途としては、農業用水や地下水涵養が多いという特徴がある。

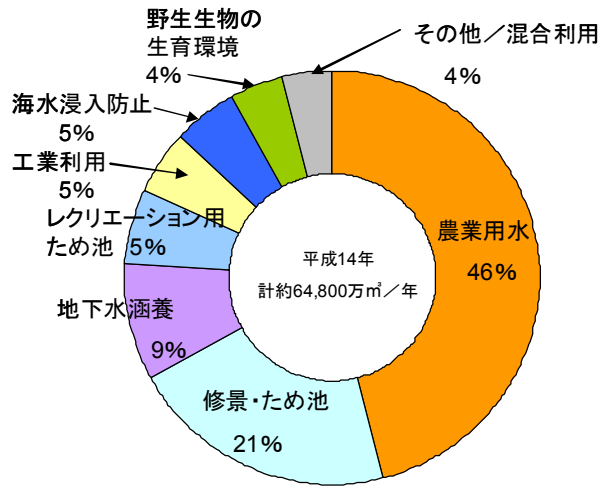


図 米国カリフォルニア州における下水処理水の用途別再利用状況 (2002年)
(出典) WATER REUSE

カリフォルニア州では、「農業灌漑水の確保」、「地下水源の保全」、「地域独自の水資源の確保」、「公共用水域への汚濁物質の排出量の削減」、「環境の向上」が、再生水利用の意義・目的として認識されている。また、再生水の利用用途と水質（処理レベル）の関係が、以下のように整理されており、用途に応じた水質の再生水が供給されている。

・ 再生水質基準

(Title 22 of California Water Regulations)

－ 用途に応じた処理レベル

- ・ 消毒済み三次処理
- ・ 消毒済み二次処理
- ・ 未消毒二次処理

－ 地下水涵養については、基準案が公表 (2007年)

- ・ 直接注入と表面灌漑に区分し、直接注入の場合RO処理を要求
- ・ TOC
- ・ 硝酸性窒素の管理
- ・ 微量化学物質(環境ホルモン、医薬品、消毒副生成物等)のモニタリング

用途	処理レベル		
	3次処理・消毒 (Disinfected Tertiary)	2次処理・消毒 (Disinfected Secondary)	2次処理・未消毒 (Undisinfected Secondary)
都市用水・修景灌漑用水			
防火用水	○		
トイレ洗浄用水	○		
公園・校庭・家庭の散水用水	○		
基地・高速道路の散水用水		○	
保育園の散水用水		○	
修景用水	○	○*	
農業灌漑用水			
乳牛牧草地		○	
飼料・穀物			○
果樹園(果物と再生水の接触無し)			○
ぶどう園(果物と再生水の接触無し)			○
食用でない樹木			○
加工される穀物	○	○	
加工されない穀物	○		
商業・工業用水			
空調用水	○	○*	
防火施設	○		
商業用洗車	○		
商業用クリーニング	○		
融雪用水	○		
土砂の圧密・コンクリート混合		○	
環境及びその他の用水			
人体に接触するレクリエーション用の池(水浴)	○		
野生動物の生息地・湿地		○	
養殖	○	○*	
地下水涵養			
海水浸入防止	○*		
水道水源としての地下水涵養	○*		

*基準の強化が予定されている

(Water Recycling 2030, Ch.2 Table.1を日本語訳)

図 米国カリフォルニア州における再生水利用用途と水質の関係

(出典) California Sustainability Alliance, “Water Recycling 2030: Recommendations of California’s Recycled Water Task Force”, 2003

【参考資料3】 温室効果ガス削減効果の算定事例

国土交通省国土技術政策総合研究所による算定結果によると、一部の施設（表中：施設 A、施設 E）を除けば、再生水 1m³ の利用に伴う CO₂ 排出量は 1kg 未満であり、この値は上水道の CO₂ 原単位（2.011kg/m³）の二分の一より小さい（表参照）。

この試算によると、広域循環では、下水処理場に近く、処理地域よりも下流の利用先へ送水することで、より大きな CO₂ 削減効果が得られる。

表 調査対象施設の概要と再利用 CO₂ 発生率例

方式	施設	規模 (m ³ /日)	生物処理	膜処理	ろ過	バクソン	活性炭	凝集沈殿	その他	平均稼働率 (%)	再利用 CO ₂ 発生率 (kg/m ³)
広域	A	1600	有			有		有		9	2.86
広域	B	7200			有	有		有		73	0.77
広域	C	7900	一部有	一部有	有	有				44	0.96
広域	D	5000			有	有				45	0.40
個別	E	780	有		有					36	2.43
個別	F	397	有		有			有		58	0.40
個別	G	120	有		有		有			65	0.84

注) 広域の算定対象は再生処理施設（通常の下水处理分を除く）と利用先までの配水施設。個別の算定対象は再生処理施設（除害施設の再利用相当分含む）で建物内配水のための施設及び汚泥処分を含まない。

【参考資料4】 ヒートアイランドの緩和と電力消費量の関係

■環境省 平成12年度ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について報告書

東京電力管内（1都8県）の夏季の最大電力の気温感応度（気温が1℃上昇することにより増加する最大電力）は約 166 万 kW/℃であり、ピーク時に対応する電力供給が火力発電であることを勘案すると、管内で気温が1℃低下するとCO₂ 排出量が 593t 減少することになる。

■環境省 平成16年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書

各検討対象範囲における気温が1℃上昇した際の、各種エネルギー源の消費変動割合を各期別に表に示す。気温が1℃上昇することによって、夏期は電力の増加が大きく影響し、5から9%程の増加が認められ、特に都心に向かうに連れて影響程度が大きくなる傾向が認められた。一方で冬期にはいずれのエネルギー源についても減少し、冬期の合計では3.5%程の減少となった。結果として年間を通じた合計変動度に関しては、淀屋橋を始めとする大阪市域内の都心地区で夏期日中の電力需要の増加が影響することによって夏期の増加が冬期の減少を上回り、全体エネルギー

一消費に対して0.4%程度の増加を示すのに対して、大阪市域外の郊外地区では夏期日中の影響が弱いことから冬期の減少が上回り、0.7%の減少に相当することが示された。なお、大阪府全域では0.4%の減少が見込まれた。

表 住宅におけるエネルギー消費の変動度（上段：夏期、中段：冬期、下段：通年）

検討対象範囲	電力変動度	ガス変動度	灯油変動度	合計変動度	合計変動量
淀屋橋	11.5%	-8.2%	0.0%	8.7%	0.080 TJ
大阪市	10.6%			7.9%	1984 TJ
大阪市を除く大阪府	7.2%			4.9%	2415 TJ
全域	8.4%			5.9%	4398 TJ

検討対象範囲	電力変動度	ガス変動度	灯油変動度	合計変動度	合計変動量
淀屋橋	-3.0%	-3.6%	-8.9%	-3.8%	-0.051 TJ
大阪市	-2.8%		-9.3%	-3.5%	-1243 TJ
大阪市を除く大阪府	-2.5%		-8.9%	-3.5%	-2574 TJ
全域	-2.6%		-9.0%	-3.5%	-3818 TJ

検討対象範囲	電力変動度	ガス変動度	灯油変動度	合計変動度	合計変動量
淀屋橋	2.7%	-4.9%	-9.9%	0.5%	0.015 TJ
大阪市	2.5%		-10.8%	0.4%	352 TJ
大阪市を除く大阪府	1.2%		-9.9%	-0.7%	-1245 TJ
全域	1.7%		-10.1%	-0.4%	-965 TJ

【参考資料5】再生水利用による河川流量増加の試算例

神奈川県相模原川流域を対象に、雨水貯留浸透や、貯留水の利用とともに、下水のサテライト処理による再生水の利用を導入した場合のシミュレーション結果によると、再生水利用によって、26百万m³/年の流域水量の増加が期待できる。

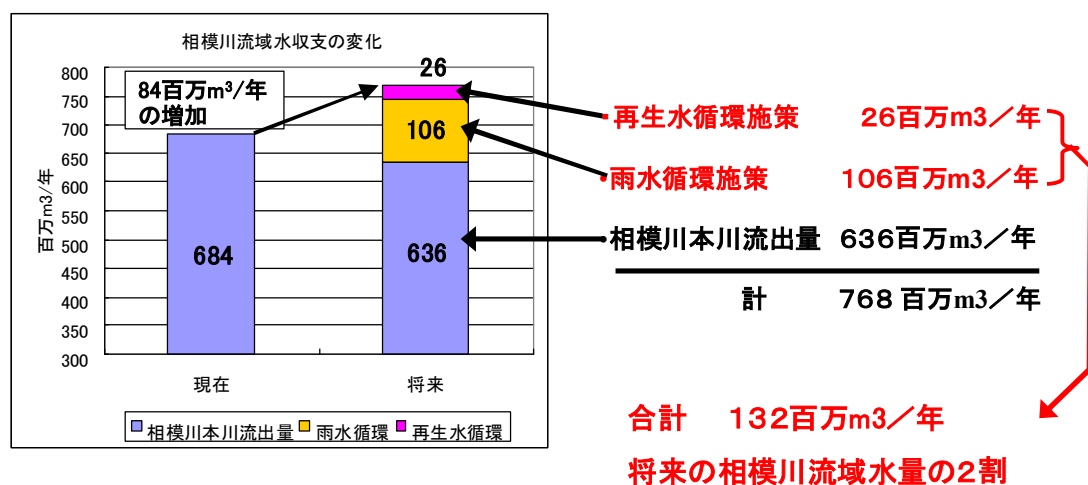
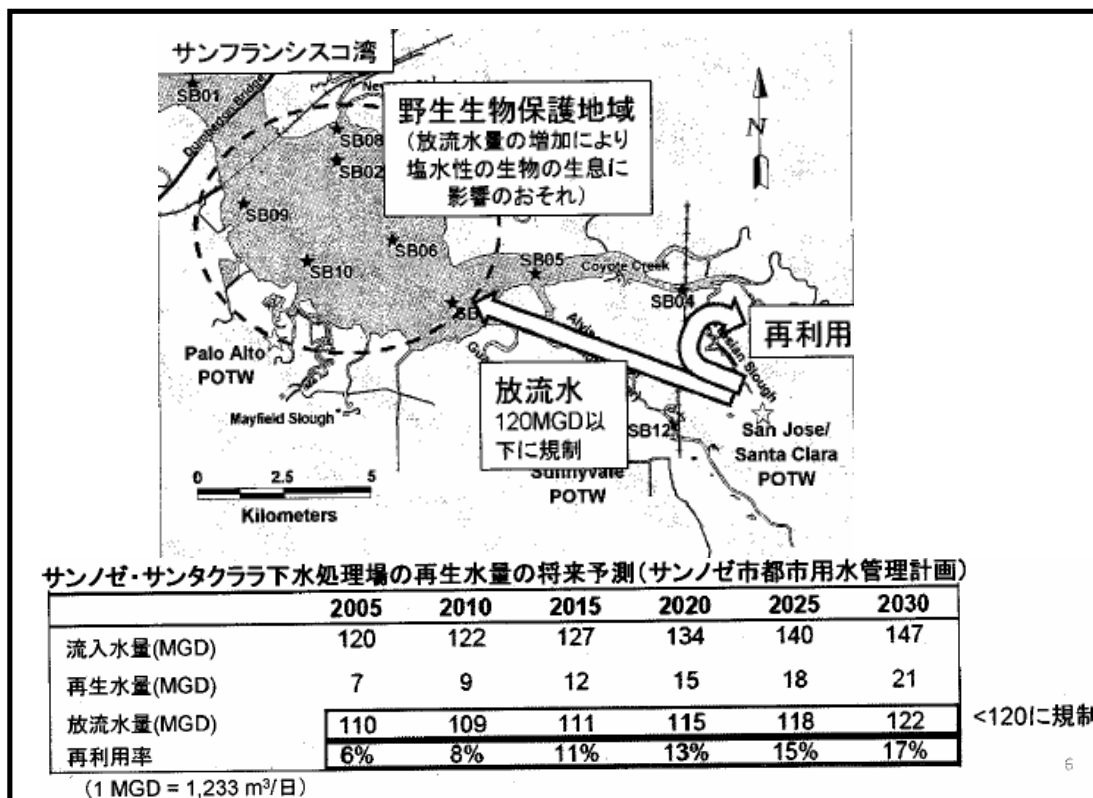


図 サテライト処理等によって期待される相模川流域水収支の変化

(出典) 神奈川県資料

【参考資料6】水質改善のための再生水利用事例

米国カリフォルニア州では、下水処理水の放流量の増加により塩水性の生物の生息に影響するおそれがあることから、放流量を120MGD以下に規制されていることから、再生水利用量を増やしていくことで、将来に渡って放流量規制を守ることが検討されている。



国土技術政策総合研究所資料提供 (※出典は確認後記載)

【参考資料7】多度津町におけるコンジョイント分析事例

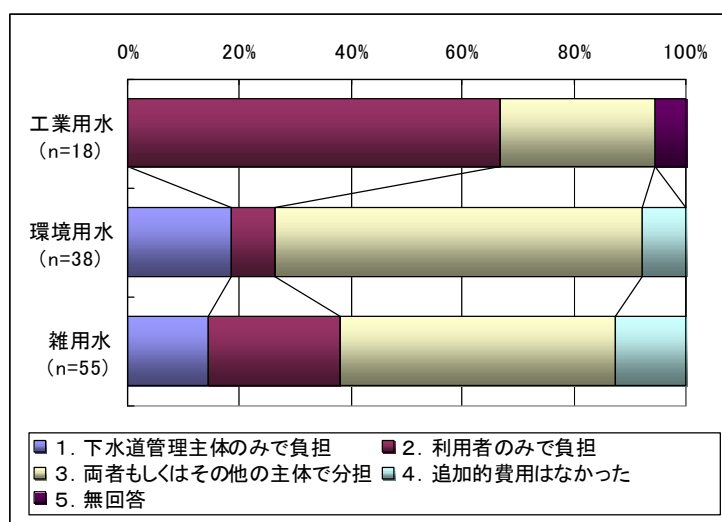
香川県多度津町では、河川に3,500 m³/日の再生水を放流している他、八幡の森ほたるの里に20 m³/日、せせらぎ用水に45 m³/日の再生水を放流している。八幡の森ほたるの里については、コンジョイント分析により、その環境価値を評価したところ、少なからず市民にその効果が評価されていることがわかる（表参照）。この事例によると、世帯当たり年間便益は、各項目のWTP¹¹（支払意思額）を合算した10,806円/世帯・年となり、このWTP10,806円/世帯・年に、WTPの調査対象範囲である世帯数（13,588世帯）を乗じると、地域の便益額は、約14,683万円/年となる。

表 多度津町の八幡の森ほたるの里における経済価値評価事例

属性	WTP
生態系の保全	4,419円/世帯・年
衛生安全性	1,375円/世帯・年
景観の確保	4,094円/世帯・年
交流機会の提供	918円/世帯・年
合計	10,806円/世帯・年

（出典）山縣弘樹、山中大輔、荒谷裕介、南山瑞彦（2007）『コンジョイント分析を用いた下水処理水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価』「環境システム研究論文集」Vol. 35、2007年10月、P287-294

【参考資料8】再生水供給に係る追加的費用の負担状況の調査結果



（出典）下水再生水の利用事例における費用負担状況に関するアンケート調査結果

¹¹ WTP（支払意思額）とは、人々がある財に対して支払ってもよいと考える額を指し、この場合、「八幡の森ほたるの里」という再生水を利用している環境を維持するために、支払ってもよいと考えている額を指す。

【参考資料9】民間委託形態及びPFIの形態と民間リスクの整理

表 公共事業の民間委託形態と民間リスク

契約形態	概要	民間側からみたリスク
アウトソーシング／サービス契約	・民営化の最も初期的な形態。検針業務、水道料金徴収、処理場や管渠のメンテナンスなど一部の業務のみを一定期間民間に委託する。	・維持管理に伴うリスクを負うが、限定的で低い。
O&M（オペレーション&マネジメント）／マネジメント契約	・アウトソーシングよりも民間委託が進んだ形態。維持・管理を一括して委託し、効率化とコスト削減を目指す。民間企業は業績に連動した委託料を公共より受け取る。	・業績に応じた報酬・ペナルティといった運営リスクを負う。
リース／アフェルマージ	・各種施設は、公共から業務を委託される民間企業にリースされる。民間企業は利用者から料金を徴収し、リース料を公共に支払う。民間企業は事務部門の経営部分の改善を一括受託しコスト削減を目指す。	・民間事業者の収益は、事業から生み出される収益に直接的に依存し、公共は責任を負わないため、需要リスクが公共から民間に移転。しかし、投資責任と投資リスクは公共が保有。公共側のリスク負担が残るため、民間側のリスクがセッションほど大きくない。
コンセッション	・最も進んだ民間委託の形態。経営部分の委託にとどまらず、建設、修繕や改善などの資本投資部分、メンテナンス部分も民間企業に委託。資金調達の責任も民間企業に移行し、償還財源は料金から回収。	・民間は消費者と直接的な契約関係を持ち、この契約による全てのリスク（金融リスクや自己、料金徴収リスクなど）を負う。 ・民間事業者が施設・設備にかかる投資も引き受けることから、運営リスクとともに投資リスクも負う。

（出典）竹内佐和子『公共経営の制度設計』、野田由美子『民営化の戦略と手法—PFIからPPPへ—』等を基に作成

表 PFIの形態と民間リスク

契約形態	概要	民間側からみたリスク
BTO	Build Transfer Operate の略。民間事業者が自ら資金調達を行い、施設等を建設し、施設等完成直後に公共に所有権を移転し、民間事業者が維持・管理及び運営を行う事業方式。	・施設所有に伴うリスクが公共側に残り、また施設所有者と管理者が別々であることから、リスク分担が曖昧になる可能性がある。
BOT	Build Operate Transfer の略。民間事業者が自ら資金調達を行い、施設等を建設し、契約期間にわたる維持・管理運営を行い、事業期間終了後に公共に施設所有権を移転する事業方式。	・施設を民間が所有するため、所有に伴うリスクを負う。 ・施設を民間が保有するため、既存の国の補助制度等が利用できなくなる可能性があり、固定資産税等の負担も生じる。
B00	Build Own Operate の略。民間事業者が自ら資金調達を行い、施設等を建設し、維持・管理・運営し、事業終了時点で民間事業者が施設を解体・撤去する等の事業方式。	・事業期間終了後原状回復を規定していることが多く、資金調達から維持管理、運営、所有等の様々なリスクに加え、事業期間終了の際に、施設を撤去するコストも民間が負担。

（出典）内閣府『PFI事業導入の手引き』、盛岡市「PFI導入基本方針」を基に作成

【参考資料10】 雑用水利用状況（品川区・港区と全国）

品川区・港区における雑用水利用状況および全国との比較

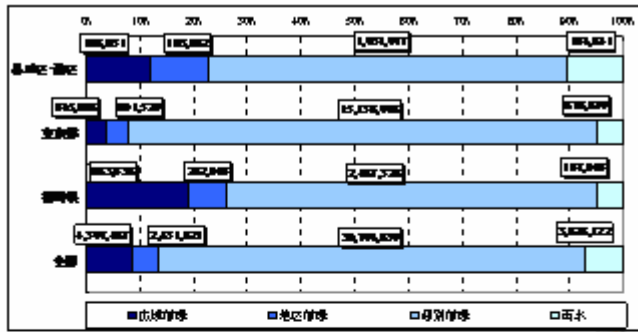


図. 品川区・東京都・福岡県・全国の雑用水年間利用量の比較 (単位: m³/年)

アンケート結果によると、全国における下水処理水の雑用水利用（広域循環）は約400万 m³/年把握されている。

東京都全体で、全国の利用量の約15%を占め、福岡県とあわせると約30%を占めている。

また、品川区・港区だけで全国の4%を占めている。

東京都全体では、個別循環方式での利用が多いが、インフラの整備されている品川区・港区などの地域では、さらなる下水処理水の雑用水利用が考えられる。

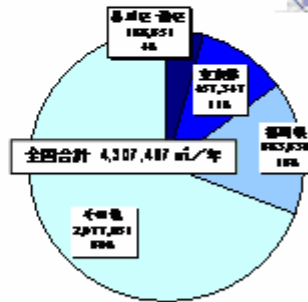


図. 広域循環年間利用量 (m³) の内訳

※品川区・港区の雑用水利用量は雑用水使用量等の数値が記載された51施設を対象に集計。他の地域についても同様を集計。雑用水利用量は補給水を含まない量。下水処理場における場内利用量は除外している。
 出典(雑用水利用量・施設数): 国土交通省水資源部 平成18年度雑用水利用施設実態調査 出典(下水道幹線地図): 東京都下水道局 東京都下水道計画部

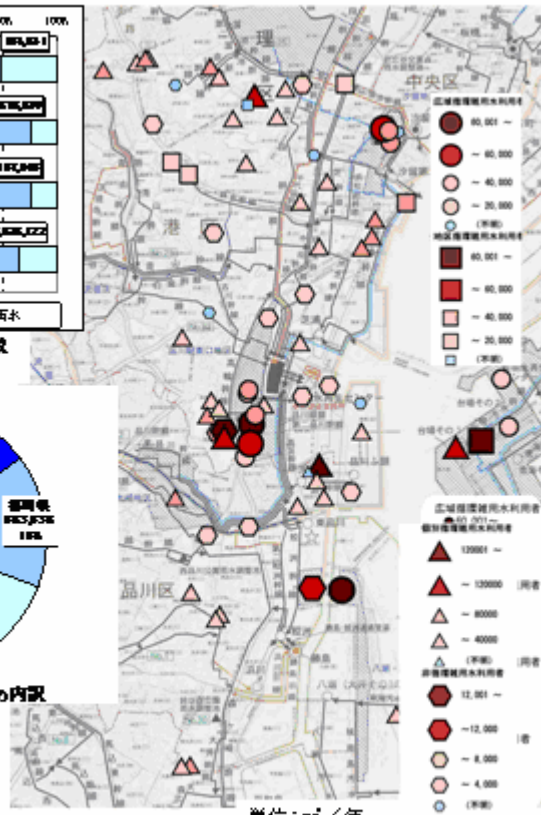


図. 品川区・港区における雑用水利用施設

(複数の循環方式を併用している施設については、アンケートで主たる方式と回答されているものに分類)