

Epistula

えびすたら



独立行政法人 建築研究所
Building Research Institute
Vol.60 発行：2013.1

特集 建築物の超節水化による節水化社会の構築

限りある水資源と共存できる水システムの必要性

地球上の水のうち、淡水は2.5%、利用が容易な河川、湖の水はわずか0.01%に過ぎませんが、特に急速な人口増加と集中が進みつつある開発途上国の都市域においては、飲料水の確保・水需要の抑制による節水化と飲料水源の汚染防止、伝染病防止のための排水処理による衛生対策は、最重要課題の一つとなっています（図1）。

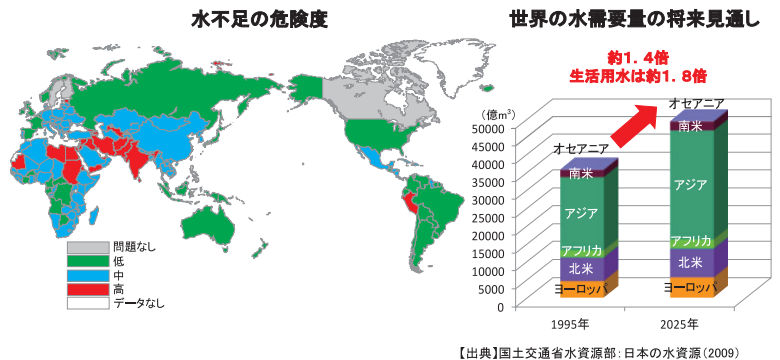
一方、近代上下水道システムは、世界人口10億人に満たなかった19世紀に先進国向けのシステムとして成立したものであり、大量の水・エネルギー消費を前提としているため、世界人口の増大、途上国の近代化への対応はそもそも非常に困難と考えられています。

近年、様々な施策の成果もあり、人口増の傾向は緩和されつつありますが、21世紀末の世界人口は100億人程度に達すると予想されており、水に関連するシステムについても、世界人口100億人を視野に入れた検討が必須となっています。

また、我が国における年間平均降水量は世界平均の倍近いのですが、一人当たりの降水量は世界平均の1/2程度であり、季節的にも地域的にも格差が大きくなっています。農業用水は日本における水使用の過半を占めますが、日本の食料自給率は約40%と低く、農産物や畜産物の輸入は、事実上これらの生産に必要な水を輸入し、消費していることとなります。

このような水は「仮想水」と呼ばれており、食料輸入国である我が国は、食料の輸入を通じて、大量の仮想水を消費しています（図2）。

気候変動等により不安定さが増している水資源を有効に活用し、水資源に起因する諸問題に強い社会基盤を構築するためには、水資源を確保するとともに、水の有効利用を戦略的に進める必要があり、都市・建築物の節水化は、極めて重要です。

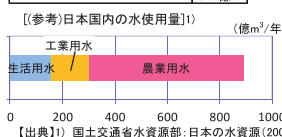


人口急増と社会発展（安全な飲料水、トイレなどの普及）で多くの国が水不足に。

図1 深刻化する世界の水問題

日本のバーチャルウォーター（仮想水）輸入の相手国

アメリカ	389億m ³
オーストラリア・ニュージーランド	89億m ³
カナダ	49億m ³
ブラジル・アルゼンチン	25億m ³
中国	22億m ³
デンマーク	14億m ³
タイ・ベトナム	13億m ³
アラブ首長国連邦	3億m ³
南アフリカ共和国	3億m ³
その他	33億m ³
合計	640億m ³



【出典】1) 国土交通省水資源部：日本の水資源（2009）

日本は年間640億m³もの仮想水を輸入している。
国内の農業用水使用量（549億m³）よりも多い。

図2 世界の水を使う日本

100億人のための水システムの構築と建築物の超節水化

建築物の節水化・超節水化によって都市・建築物における水需要を大幅に抑制することができれば、上下水道インフラのコンパクト化のみならず、排水量の低減によって適用可能となる排水の高度処理技術や排水の循環・再利用技術を活用した環境汚染防止の実現等、多面的なメリットがあります。このため、建築物の超節水化技術は、100億人のための水システムを構成する基盤的技術の一つとして、注目を集めています。

建築物の節水化・超節水化の現状と課題

水インフラが整備された先進国において、建築物の節水化・超節水化は、水源が乏しい地域や、経済的な理由で散発的に進められてきました。

一方急速な人口と集中が進みつつある開発途上国の都市域においては、人口の増加と集中によって伝統的な尿処理方法では対応が困難である一方、利便性・衛生性の高い水栓便所を導入すれば水消費が急増するだけでなく、不十分な尿系排水処理に起因する水源の汚染によって飲料水が逼迫するという深刻な問題に直面しています。

現在、これらの問題に対応し、100億人のための水システムを構築するべく、既存の上下水道技術の改善、水を使わないコンポストトイレ等を活用するエコサニテーションに関する技術開発等が実施されていますが、建築物の節水化・超節水化技術には、水インフラの整備がひととおり完了した先進国、これから水インフラを整備する途上国のいずれにとっても、次のようなメリットがあります。

- ① 水消費量の削減(水資源の保全)
- ② インフラ整備負担の低減効果(イニシャルコストの低減)
- ③ 既存上下水道インフラに対する負荷削減効果(ランニングコストの軽減)
- ④ 水消費量=排水量削減による効果を活用した汚水の高度処理・再利用(水環境への環境負荷低減、飲料水源の汚染防止)

しかし、近代上下水道システムは、そもそも大量の水を流動させることを前提として構築されているため、節水化・超節水化を進めるためには、様々な技術的課題を克服する必要があります。

建築物では便所、風呂、洗濯、厨房等、様々な用途に水を使用しますが、途上国における人口増加と衛生水準の向上という点から、水洗便所の普及による水資源・環境への影響が大きな問題となっています。

洋式水洗大便器については、1976年当時と比較して、最新型のもは、洗浄水量が半分以下となっており、大きな節水効果を発揮しています(図3)。

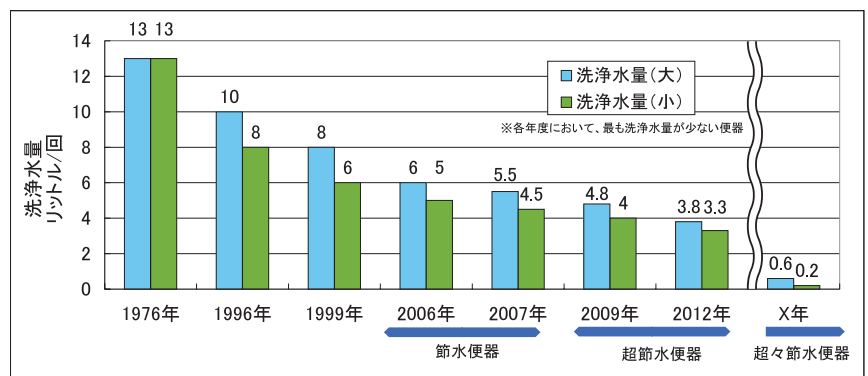
しかし、この節水型便器は、排水配管が閉塞する可能性があることから、住宅以外の用途で使用する事が困難です(住宅用の排水配管と比較して、住宅以外の用途では排水配管が複雑で長く、紙の使用量も相対的に多い)。

また住宅用途に限定しても、排水配管内での汚物の搬送性がネックとなり、4リットル/回程度の節水化が限界となっています。

航空機、鉄道に用いられている便器では洗浄水量数百ミリリットル/回以下のものが実用化されていますが、これらにおいては、排水配管内での汚物の搬送性がネックとならない、特殊な方式が用いられています。

住宅を含めた建築物に用いるトイレの節水化を更に進めるためには、建築物に要求される衛生性能の充足を前提として、排水配管における汚物の搬送性を確保する必要があります。

現在建築研究所では、建築物の水回り全般を対象として超節水型給排水・衛生設備システムの構築を目標として研究開発を実施していますが、この研究開発の一環として実施したトイレの超節水化技術等を紹介します。



■図3 洋式大便器の節水化

超節水型の給排水・衛生設備システムに関する研究開発

(1) 洗浄水量が0.6リットル/回以下の大便器を使用可能とする排水配管洗浄水方式(汚物の搬送性確保技術)

通常の水栓便器では、排水配管内での汚物の搬送性を確保できるよう、多量の洗浄水を流します。

便器の表面を衛生的に洗浄できる洗浄水量に限定した超々節水便器(洗浄水量は0.6リットル/回以下程度。図4)を通常の排水配管

に接続して使用した場合、洗浄水量の不足によって、配管内に汚物が滞留し、閉塞してしまいます。

「排水配管洗浄水方式」は、建築物の排水を浄化槽で処理している場合等、建築物内に汚水を貯留できる場所がある場合、これを利用して建築物から排出される汚水の一部を汚物を搬送するための「配管洗浄水」として活用し、汚物の搬送性を確保するものです(図5)。

一般に、配管内に滞留する汚物を流下させるためには、短時間に大量を一気に流す必要があります。通常の方式による場合、便器に流す洗浄水によって、排水管内の汚物を搬送することとなるため、相当量の水を一気に流す必要があり、便器に流すことができる程度きれいな水(通常は上水)が多量に必要となります。

しかし、この「排水配管洗浄水方式」では、汚水槽等に貯まっている汚水を配管洗浄水として配管の上流に戻して流下させるため、便器そのものに流す必要があるのは、便器の表面を衛生的に洗浄するために必要な水量だけです。このため、通常の水洗便器と比較して、95%以上の節水化が可能となります。

またこのシステムにおいて、汚水槽等から配管洗浄水として供給する汚水は、多量かつ一気に流す必要がありますが、これだけのために大容量のポンプを設置するのは不合理です。

このため、図5に示すとおり、ポンプから少量ずつ供給される汚水を、サイホン作用を活用する「サイホンタンク」に貯留することにより、汚水を一気に流下させる方式を構築しました。

(2) 節水による効果を活用し、低環境負荷を実現する節水型排水浄化システム

節水型排水浄化システムとは、上記(1)の排水配管洗浄方式等を活用することによって実現される「超節水化」の効果を活用して、排水に起因する環境への汚濁負荷を大幅に低減するものです。

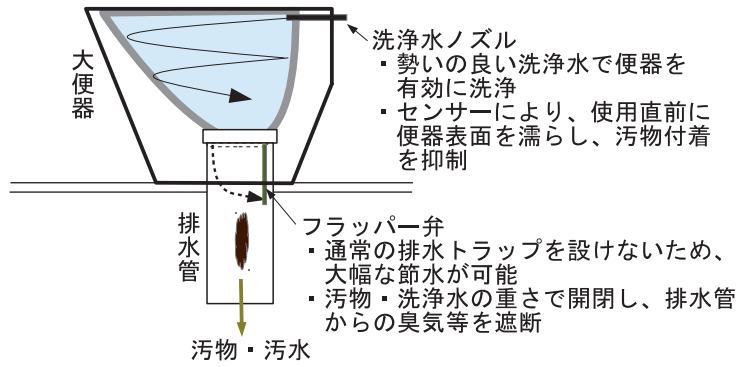
ここではその一例として、単独処理浄化槽が設置されている既存住宅に対応した、節水型排水浄化システムを紹介します(図6)。

住宅から排出される汚濁負荷の内訳は、有機物については雑排水の占める割合が大きいです(約7割)。閉鎖系水域の富栄養化、飲料水の水源汚染において問題となる栄養塩類(窒素、リン)については、し尿系統が8割以上を占めています。

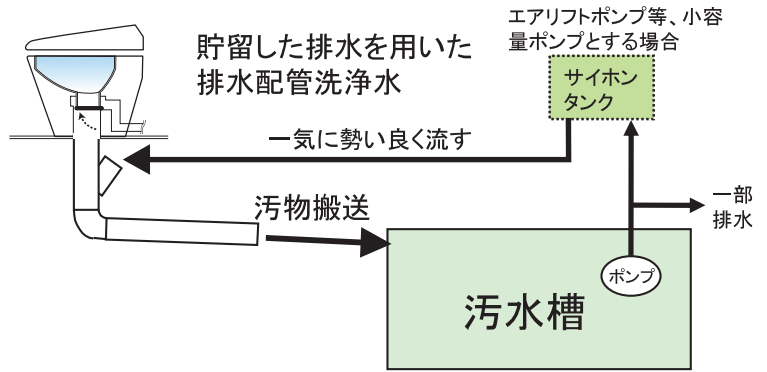
また、雑排水についても、有機物による汚濁が極めて少ない風呂排水から、非常に汚れている台所排水まで多岐に渡ります。

通常の下水道等では、し尿と雑排水は混ざった状態で処理されますが、単独浄化槽が設置されている既存の住宅では、し尿と雑排水をそれぞれ独立して取り扱うことが可能なため、それぞれに対して合理的な処理を選択できます。雑排水についても、汚濁が激しい台所排水等に集中して、処理を行うという選択も可能です。

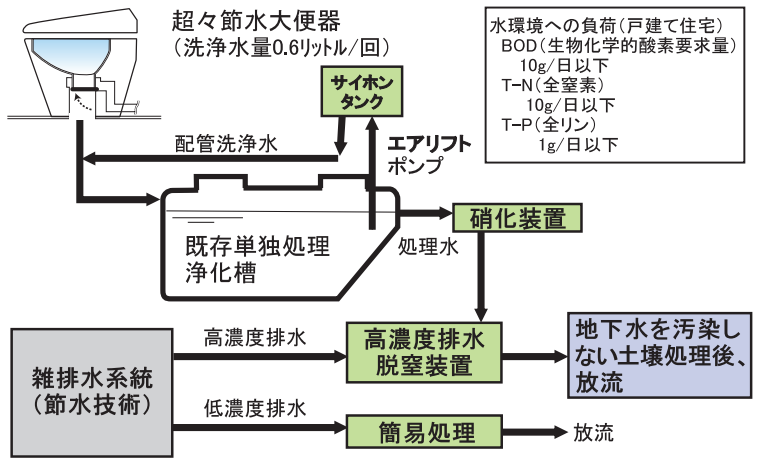
図6に示すシステムでは、超々節水大便器により、便器から排出される汚水の量は通常のものと比較して0.6リットルと1/20以下となるため、ごく少量となつたし尿系の排水を、既存単独浄化槽において長時間処理し(通常の20倍以上の時間をかけることができる)、更に少量であることによって適応可能となる土壌処理を活用した硝化・脱窒技術により、栄養塩類を除去し、汚濁が激しい雑排水の浄化も併せて実現することができます。



■図4 排水配管洗浄方式による汚物搬送性の確保



■図5 排水配管洗浄方式による汚物搬送性の確保



■図6 既存単独処理浄化槽に対応した節水型排水システム

おわりに

21世紀は水の時代と言われ、水資源の保全・有効利用は国際的に重要な課題となっています。

日本においても、2007年に設立された「水の安全保障戦略機構(チーム水・日本)」において、世界人口100億人を想定した新たな水システムに関する議論が進められており、2010年7月に実施された「水の週間記念シンポジウム」(主催 国土交通省)における「節水化社会の構築」について提言がなされたところです。

このシンポジウムでの提言をふまえ、2011年2月、「水の安全保障戦略機構(チーム水・日本)」に新たな活動チームとして、節水化社会の構築を目指す「巧水(たくみ)スタイル推進チーム代表 山海 敏弘(独立行政法人建築研究所)」が結成され、節水化社会の構築に向けて、活動が行われています。

建築研究所では、これらの活動と連携しつ、トイレも含めた建築物全体の超節水化と、超節水化によって適用可能となる排水再利用、排水完全循環技術、系統別排水処理技術等によって

構成される「超節水型衛生設備システム」に関する研究開発を進めています。

文明社会は災害等によるダメージに対して脆弱であり、災害によって電気、上下水道システム等の機能が失われた場合、最低限の衛生的な居住環境を確保することすら困難な状況に陥ってしまいます。

このような場合、衛生的な居住環境の確保に必要な水量自体が低減されていれば、被災者支援やインフラ復旧への負担を相当軽減することが期待できます。

また被災時、トイレ等の衛生設備に必要な防災機能を付加する場合においても、節水化・超節水化は極めて有効に作用します。

建築物の節水化・超節水化について検討する上では、災害等によるダメージへの対応性確保という点も、今後積極的に検討すべき課題となっています。

住宅・都市研究グループ

急激な高齢化と自家用車の利用を前提とした都市構造により、買い物や福祉・医療などの生活サービスを十分に享受できない高齢者の増加が問題視されています。一方、高齢者の活力ある暮らしや社会保障費抑制の観点からは、介護予防の一層の取り組みが求められています。住宅・都市研究グループでは、こうした高齢者等の安定した地域居住に係る課題について、その実態を把握するとともに、まちづくりの視点から高齢者等が健康的かつ利便性の高い生活を送ることのできる手法の検討を行っています（研究課題名：高齢者等の安定した地域居住に資するまちづくり手法の研究、研究期間：H23～25年度）。

平成23年度に実施した全国3地区（首都圏郊外、地方中心都市の中心部と郊外）にお住まいの高齢者3千7百人を対象とするアンケートでは、地域ごとの生活行動やニーズの違いが浮き彫りになりました。また、外出促進の観点からは、気軽に立ち寄れる居場所づくりの重要性も明らかになりました。

並行して、高齢者福祉施設、空き店舗等の既存施設を核として、周辺の住宅地に住む高齢者に生活関連サービスを提供する事例の詳細調査を行っています（写真）。

こうした調査の成果は、平成25年度に「高齢者等の安定した地域居住のためのまちづくりの手引き」（仮）として取りまとめ、住民やNPOなど地域の共助による課題解決、基礎自治体による施策展開などに役立てていただきたいと考えています。



団地内の空き店舗を改造し、ボランティアの運営によって食事の提供や交流活動等を行う施設（多摩ニュータウン）

Q&Aコーナー

Q：火災風洞実験棟とは、どのような実験施設ですか？

A：火災風洞実験棟は、火災実験専用の風洞としては世界に例のない実験施設です。直径4mのファンにより風を作り出し、実大スケールの住宅模型を使った延焼実験が行えるほか、都市火災や森林火災時に大量に発生する火の粉による延焼実験など、火災に及ぼす風の影響について様々な実験を行い、火災に強い建物やまちづくりの研究を行っています。

火災風洞実験棟 火災風洞装置

方式：外気吸入式エッフェル型火災風洞

能力：最大10m/s（最大風量200m³/s）

火災実験エリア：高さ14m、幅5m、全長15m、幅3m、高さ5m程度の住宅模型の火災実験が可能



●Q&Aコーナーは、読者の方から頂いたご質問にお答えするコーナーです。

ご質問は、epistula@kenken.go.jp までお知らせ下さい。

編集後記

2012年12月に「都市の低炭素化の促進に関する法律（低炭素まちづくり法）」が新たに制定され、設計時に想定されるエネルギー消費量が判断基準値を下回り、かつ節水対策やエネルギーマネジメントのための機器等を設置した住宅・建築物は低炭素建築物として認定され、税制上の優遇措置等が受けられるようになりました。

現在の我々の生活は、水や化石燃料に多くを依存していますが、本号のえびすとらで紹介したとおり、これらは限りがある資源です。上記の法律を含めて、資源・エネ

ルギーを保全し、持続可能な社会システムを構築するための様々な施策が推進されており、資源・エネルギーを効率良く使用するための研究開発を建築研究所では行ってきましたが、いくら効率が良くても使用する量自体が減らなければ意味がありません。本号で紹介した節水システムの導入と併せて、蛇口をひねれば水は出るという短絡的な発想を捨てて、資源・エネルギーを無駄に消費しない生活スタイルを構築することが極めて重要ではないかと日々考えています。（M.M）

建築研究所講演会のご案内

「建築研究所講演会」は、毎年3月に研究成果や調査活動の発表をとおして最新の技術情報を広く一般の方々に提供するために開催しています。

今年度の講演会では、「大震災の教訓を改めて考える」をテーマとし、東日本大震災の教訓を今後に生かすために建築研究所が取り組んでいる研究活動を中心に、住宅・建築・都市分野における研究開発の最新の情報をいち早くご紹介します。会場のホールロビーでは、研究成果等をポスターにして展示するとともに、研究者が直接説明するコアタイムを予定しています。

また、特別講演として、関西大学で理事および社会安全研究センター長である河田恵昭氏をお招きしてご講演いただく予定となっております。

なお、本講演会は、(社)日本建築士会連合会の建築士会継続能力開発（CPD）プログラムに認定されており（午前3単位：午後3単位）、入場は無料（事前登録は不要、入場は先着順）です。

皆様のご来場を心よりお待ちしております。

開催概要

日 時 平成25年3月8日(金)
10:30～16:45（開場10:00）
会 場 有楽町朝日ホール
（東京・有楽町マリオン11階）
テ マ 大震災の教訓を改めて考える
特別講演 河田恵昭氏（関西大学理事、
社会安全研究センター長）
*詳細はホームページをご覧ください。
（<http://www.kenken.go.jp/>）



「おそろく構」
Photo M.Kato

Epistula

えびすとら

第60号 平成25年1月発行

編集：えびすとら編集委員会

発行：独立行政法人 建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原1

Tel. 029-864-2151 Fax. 029-879-0627

●えびすとらに関するご意見、ご感想は

epistula@kenken.go.jp までお願いいたします。

また、バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。

(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>)



GREEN PRINTING JPN
P-810106