

特集：人口減少社会における持続可能な水供給システムとまちづくり

<総説>

海外における小規模水供給施設の実態と課題

小熊久美子

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

Current situation and challenges of small water supply systems overseas

OGUMA Kumiko

Department of Urban Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

抄録

公共水道を利用できない地域において、いかに安全な水を安定的に供給し、さらに将来にわたり持続的に維持するかは、国内外を問わず重要かつ喫緊の課題である。大規模な公共水道だけで世界にあまねく安全で持続的な水供給を実現するには相当の時間とコストを要し、社会経済的に合理性を欠くことから、小規模な施設で分散的に水を処理し供給するシステムの活用が有効である。本稿では、小規模分散型の水供給システムのうち、特に集落規模で運営と維持管理を担う施設に焦点を絞り、筆者が見聞した海外での事例として、カナダの遠隔地およびスリランカの農村地域における水供給の実態を紹介する。

カナダでは、一部の大都市に人口が集中する一方で遠隔地では極めて低密な居住実態があり、そのような地域には集落単位で運営する小規模な水供給施設が相当数存在する。それらの施設では水質に課題があるケースが散見され、煮沸勧告など水利用を制限する勧告が1年を超えて継続的に示されている施設も複数存在する。遠隔地に多いカナダ先住民の生活支援策という観点でも小規模水供給施設を重視するカナダ政府の基本方針、また集落規模で運営する施設の維持管理の実態について、ブリティッシュコロンビア州の事例を中心に報告する。一方、スリランカでは、北部中央地域でまん延する原因不明の慢性腎臓病が飲用する地下水に由来するとの仮説を踏まえ、国家プロジェクトとして逆浸透（RO）膜ろ過を備えた集落規模の水供給施設を導入してきた経緯がある。それら施設の運営実態や維持管理の課題について、現地32施設を訪問調査した結果をもとに報告する。最後に、これら2カ国の事例紹介を通じて、小規模水供給施設の実態と課題を総括する。

キーワード：小規模水供給施設、浄水処理、集落水道、消毒、運営維持管理

Abstract

How to supply safe water in a stable and sustainable manner, in areas without access to public water supply systems is a very important and urgent issue in many countries, including Japan. Due to time and cost constraints, as well as socio-economic feasibility, it is unrealistic to supply safe water to everyone throughout the world, using only centralized large-scale public systems. Therefore, small and decentralized water supply systems play important roles in society. This article focuses on such small water supply systems,

連絡先：小熊久美子

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, Japan.

E-mail: oguma@env.t.u-tokyo.ac.jp

Tel: 03-5841-0547

[令和4年6月28日受理]

especially those operated and maintained by communities. Case studies in Canada and Sri Lanka are introduced, based on site visits and interviews with stakeholders.

In remote areas in Canada the population density is very low, and a considerable number of community-based water supply systems are in operation. Such community-based systems are vulnerable to water quality issues, and some have been under notices such as a 'boil water advisory' for more than one year. The Government of Canada is addressing small water supply systems as a part of their support services for the Canadian First Nations. Such stories are introduced, together with site visits experiences in the province of British Columbia. Meanwhile, in the North central provinces in Sri Lanka, a disease called Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology (CKDu) is prevalent, and the drinking water of the local residents, sourcing groundwater, is suspected as a potential cause of the disease. Accordingly, the Government of Sri Lanka has been promoting the installation of community-based, small water supply systems with reverse osmosis (RO) membrane filtration units. This article introduces how such systems have been constructed, operated and maintained, along with a consideration of the challenges, based on field surveys at 32 facilities. Finally, based on the above-mentioned two case studies, concluding remarks are presented regarding the current situation and future challenges for small water supply systems.

keywords: small water supply system, water treatment, community water supply, disinfection, operation and maintenance

(accepted for publication, June 28, 2022)

I. はじめに

小規模分散型の水供給システムが注目されている。都市の水道未普及地域や遠隔地の人口密度の低い地域など、先進諸国を含む様々な国と地域で小規模水供給システムの管理が課題となっており、WHO[1]、WHO欧州事務局[2]、カナダブリティッシュコロンビア州健康省[3]などが手引書を出している。また米国では、2020年時点で147,327の公の水供給システムが稼働していたが、その95% (139,618)が飲料水安全法の下に1万人以下に供給する施設で、うち115,718施設は給水人口500人以下の小規模な施設であった[4]。米国環境保護庁では2008年以降、州政府等を支援するために小規模施設に関するウェビナー [5]をシリーズ開催するなど、実務者への支援を強化している。

新興国の都市部の場合、都市化と人口集中のスピードに水道の施設整備が追い付かない期間に水供給の問題が顕在化しやすいことから、大規模な水道インフラ整備を待つ間の一時的な“つなぎ技術”として小規模分散型の水供給システムを位置づける向きもある。かつての日本でも、高度経済成長に沸き水道普及率が急上昇した時代には同様の認識であったと推察される。一方、既に公共水道普及率の高い先進国の場合、例えば日本の山間地域にみられるように、管路網を前提とする大規模集約的な水道施設の導入や維持が社会経済的に合理性を欠き、分散的な水供給システムを長期にわたり持続的に利用する前提で整備・運営する必要があるケースもある。そのような場合、社会を支える基盤的施設という観点において小規模な施設も重要な水インフラの一つであり、社会として再評価する余地がある。大規模施設と小規模施設のどちらがより優れているかという議論ではなく、地域の特

性に応じて適切な規模の施設を選択し、時には規模の異なる水システムを適切に組み合わせるパズルを解く必要がある。

国連の掲げる持続可能な開発目標SDGs[6]は、目標年を2030年に設定している。この差し迫った年限までに、大規模集約的な公共水道だけで世界にあまねく安全な水供給を実現することは事実上不可能と思われる。この局面において、地域の実情に沿って機動的に導入可能な小規模分散型水供給が果たすべき役割は大きい。

一般に、小規模分散型の水処理・水供給システムとして、(1)複数の家庭が接続し集落規模で運営維持管理する施設、(2)家屋等の建物に水を引き込む位置で各戸ごとに水を処理する設備 (Point-of-Entry, POE)、(3)給水栓で使用の都度に水を処理する設備 (Point-of-Use, POU)が挙げられる。本稿ではこのうち、(1)の集落規模の施設に焦点を絞り、筆者が見聞したカナダの遠隔地の事例およびスリランカの農村地域の事例を紹介する。

II. 事例紹介

1. カナダ

日本の約26倍におよぶ広大な国土面積を持つカナダでは、全人口のおよそ80%がアメリカ合衆国との国境から200キロ以内に居住しており、また全人口の約3分の1が首都オタワや大都市トロントを擁するオンタリオ州に集中するなど、偏在が著しい。北極圏を含めた国土全体での人口密度は3.2人/km²だが、実態としては大都市とその通勤圏の居住人口密度は著しく高く (トロント市域で約4,300人/km²、バンクーバー市域で約5,900人/km²)、一方で都市圏外の農業地帯や山間遠隔地では極めて低密な居住実態がある。それら遠隔地に点在する

小規模な水供給施設は相当数に上るとみられるが、国の統計として正確な施設数を必ずしも把握できていない。カナダの小規模水供給施設では総じて水質に課題があり、2015年時点で10年間を超えて恒常的に煮沸勧告が出ている施設さえあった（ブリティッシュコロンビア大学Mohseni教授らの調査による）。また、遠隔地に多いカナダ先住民集落（First Nation's communities）に限定すると、1年を超えて継続的に勧告が出ているLong-term advisory指定地域は、先住民の生活支援を重視する国の主導で大幅に改善した現在でもなお29集落、34施設に上る（2022年5月末時点、Government of Canada, 2022）[7]。

2015年8月、カナダ西岸に位置するブリティッシュコロンビア州を訪問し、小規模水供給施設に特化してビジネスを展開する民間企業の実務者にインタビューする機会を得た。それによれば、ブリティッシュコロンビア州では小規模施設の初期費用と維持管理費用は利用者からの料金回収で賄うことを基本としつつ、一部は補助金の対象になる制度であった。水質の観点では、小規模施設の水質検査はあくまで処理施設出口でのみ実施され、給水栓での検査は（事故発生時を除いて）実施されていなかった。小規模施設でも浄水の残留塩素濃度は0.2mg/Lと規定され、大規模な公共浄水場と同じであるが、特例として当該地域の行政担当者（飲料水管理官）が認めれば、塩素濃度を低減することも、塩素消毒なしで給水することも可能とのことであった。特に印象的だったのは、多くの施設で紫外線消毒と塩素消毒を併用しており、紫外線をPrimary Disinfection、塩素をSecondary Disinfectionと称していたことであった。すなわち、主たる消毒は紫外線照射で担い、残留塩素は給配水過程での微生物学的安全性を担保するために補助的に添加する、という発想であった。

2015年8月、ブリティッシュコロンビア州の農村地域、バンクーバー中心部から車で3時間半ほどのFraser Valley地区で、集落規模の水供給施設（Agassiz水供給施設）を訪問した。周辺には広大な畑地が広がり、酪農施設もあった。当該施設は、地下水（深さ25m程度）を原水とし、浄水処理は、目の粗い布（fabric filter）でろ過の後に塩素を注入するのみで、維持管理の容易さから液

体次亜でなく次亜塩素酸カルシウムタブレットの自動注入装置を使用していた（図1, 2, 3）。施設処理能力は100m³/日であった。施設では残留塩素とpHのみをモニタリングし、濁度計などの計器類は無かった。異常発生時は施設管理者の携帯電話に緊急連絡メールが届き、また施設入り口に取り付けた赤ランプが点灯することとであった。冬期には建屋内に暖房が必要で、システム全体のコストの半分以上を暖房費が占めるとのこと、また冬期の凍結防止のため配管はHDPE（高密度ポリエチレン管）を1～2m以深に埋める必要がある（地域によってはもっと埋設深が必要）との説明もあり、寒冷地ならではの工夫が伺えた。施設管理者は利用者でもある近隣住民の有志が交替で、有償で担当しているとのことであった。管理者は担当期間中には気を抜かず、旅行にも行けないという話があり、同様の話を日本国内の集落水道でも伺ったため印象的であった。

2021年6月、オンラインにて、日本とカナダの小規模水供給に関わる研究者や実務者が集い、意見交換する研究会議が開かれた。日本からは厚生労働科学研究「小規模水供給システムの持続可能な維持管理に関する統合的研究（20LA0501）」（研究代表者：浅見真理）の研究メンバーを中心に13名、カナダからは10名の参加があった。そのうちカナダ側参加者には先住民支援の行政担当者（First Nations Health Authority, Indigenous Services Canadaなど）が複数参加しており、小規模な水供給施設を先住民支援事業のひとつとして重視するカナダ政府の理念が伺えた。カナダでは、北極圏付近を含め600程度の遠隔地を対象に、その生活維持と改善のため20年ほど前から国家予算が充当されているとのことであった。また、遠隔地の住民に自立（民営）の意向がある場合に行政として支援する体制を構築しているが、そのようなケースでは運営や維持管理が住民の無償活動（ボランティア）によることが多く、行政による何らかの継続的支援や関与が必要だとの意見が印象的であった。

カナダでは、政府系の研究助成機関であるNatural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) による助成のもと、ブリティッシュコロンビア大学を拠点として小規模水供給施設に特化した産学連携の大型プ



図1 ブリティッシュコロンビア州の農村集落で稼働する小規模水処理施設の外観



図2 建屋内部の様子



図3 塩素注入装置（右上枠内は装置内部にセットされた次亜塩素酸カルシウムの円形タブレット）

プロジェクトが10年超にわたり継続したのち (RESEAU Water Net, 2008-2019) [8], 現在ではRESEAU Centre for Mobilizing Innovation (RESEAU-CMI) として発展的に継続している[9]. 筆者は, 日本科学技術振興機構 (JST) の助成のもと, 戦略的国際共同研究事業の一環として RESEAU Water Netの活動を直接見聞する好機を得たが, その圧倒的な事業予算規模と, 参画企業10社を超える強固な産学連携体制に強い感銘を受けた. 当時のRESEAU Water Netが水処理の技術的側面を主要な軸ととらえ水処理関連企業の参画を重視していたことに比較すると, 現在進行中のRESEAU-CMIは水供給をひとつの切り口として住民参加やインクルーシブ社会の在り方について議論を深めようとする色彩が強いように見受けられ, 社会科学的な要素をより重視しているような印象を受ける. そのような問題意識の変化, すなわち技術課題に取り組むフェーズから社会問題の解決を目指すフェーズへの移行は, 水供給が健康で文化的な生活と社会活動を支える基盤であるという点を鑑みれば極めて自然な展開であり, 先住民支援というカナダ特有の要素を除いてもなお, 日本の将来の小規模水供給を考えるうえで示唆に富んでいる. 今後も小規模水供給をめぐるカナダの今後の動きに注目していきたい.

2. スリランカ

スリランカの水道普及率は全国平均値として44%程度とされているが, 都市と地方の不均衡が著しい[10]. 大都市コロンボを中心に一大都市圏を形成するコロンボ県とカルタラ県では, 11か所の公共浄水場が稼働し, 主に都市部への給水を担っている. 一方, 農業地帯のスリランカ北部中央に位置するアヌラダプラ県 (図4) では, 地下水を原水として浄水処理し周辺住民に販売する小規模な水処理施設が多い.

アヌラダプラ県を中心とする北部中央地域では, 1990年代から原因不明の慢性腎臓病 (Chronic kidney disease of unknown etiology, CKDu) の発生が多数報告され, 未だ原因は特定されていないものの, 飲用水中の何らかの物質が原因との説が有力視されている[11]. これを踏まえ, スリランカ政府によるCKDu予防プログラムのもとで当該地域に小規模水供給施設が建設されてきた経緯があり, これらの施設はいずれも逆浸透 (Reverse Osmosis, RO) 膜ろ過設備を備えている (図5, 図6). 処理技術としてRO膜を選定した経緯や科学的根拠は明示されていないが, 未知のCKDu原因物質でも高い除去性能を期待できるBest Available Technologyとして選定したものと推察される.

これらの小規模水供給施設は, (1)国家上下水道公社 (National Water Supply and Drainage Board, NWSDB) が建設し, 運営と維持管理を集落住民組織 (Community-Based Organization, CBO) が実施する施設, (2)スリランカ海軍が慈善事業として運営し無償で周辺住民に水を供給する施設, (3)民間企業が独自に操業し, 日常の運



図4 アヌラダプラ (Anuradhapura) 県 (黒実線内) と筆者らが訪問調査した小規模水処理施設 (黒丸)



図5 アヌラダプラ県で稼働する小規模水供給施設の建屋内部



図6 小規模水供給施設に備えられたRO膜ろ過ユニット

転維持管理をCBOに委託している施設、に大別される。なお、(3)に該当する施設は相当数あるものの行政として施設数を把握できていない。表1に各施設の概要を示す。

筆者らは、2019年(8月および12月)にアヌラダプラ県内の小規模水処理施設(計32施設)を訪問調査した(図4、黒丸の施設)。調査内容は、施設概要、原水と処理水の品質、運営や維持管理の実態に関する聞き取り調査などである。訪問した施設は、概ね一日8時間程度運転し、最大処理能力は6-17 m³/日、実際の給水量は1-5 m³/日(平均2 m³/日)であった。

水質分析結果やその季節変動、施設処理能力の詳細については別の誌面に委ね[12,13]、本稿では運営・維持管理の実態と課題を中心に紹介する。施設では、周辺住民がそれぞれに容器を持参して都度水を購入するのが基本で、施設管理者がその場で料金を徴収していた(図7)。それに加え、一部の施設では給水車が訪れて水を仕入れ、移動販売に行く運用も見られた。調査した施設では、採用されている処理プロセスは概ね統一されていた(図8)。すなわち、近隣の井戸から地下水を取水し、前処理(フィルター過とスケール防止剤注入)ののちRO膜で処理し、紫外線消毒を施して貯水タンクに保管



図7 小規模水供給施設における水の売買(右が住民、左が施設管理者)

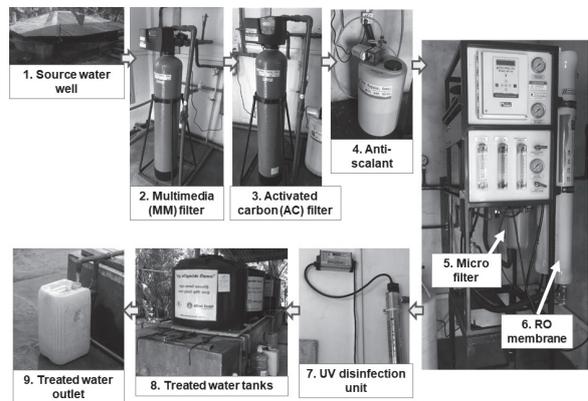


図8 スリランカ北部中央地域の水供給施設で一般的な処理プロセス

し、給水栓から販売するプロセスであった。

表2に、平均的な事例として、CKDu防止プログラムで建設された小規模水処理施設の運転維持管理の毎月の収支を示す。表2の例では、設備更新等がない限り収支がプラスとなり、維持管理費(施設管理者の賃金、施設電気代、雑費)を料金徴収で賄うとともに将来の設備更新などに向けて積み立てが可能と推定される料金体系ではあった。ただし、近隣に競合する水処理施設が存在するなどの理由で利用者の少ない施設や、乾期の水源枯渇による販売量減少、メンテナンス不備が原因と思われる施設の処理能力(造水量)低下や運転停止などの原因

表1 スリランカ北部中央地域に存在する集落規模の水供給施設の概要

(文献[12]をもとに筆者作成)

施設整備主体	施設整備資金源	運営主体	施設数	RO処理水販売価格(/L)
NWSDB*	スリランカ政府 (CKDu 予防プログラム)	CBO**	160	1 LKR***
スリランカ海軍	スリランカ政府 (CKDu 関連大統領特別予算)	スリランカ海軍	170	無料
民間企業	個人、集落積立金、寄付など	CBO**	> 270	3 LKR***

* NWSDB: National Water Supply and Drainage Board

** CBO: Community-Based Organization

*** 1 LKR (スリランカ・ルピー) = 0.005 USD (米ドル), 調査集計時のレート (2020年6月) による

表2 平均的な小規模水処理施設の月あたり収支の例
(文献[12]をもとに筆者作成)

費目	LKR*	USD*
収入		
売上 (2000 L/日 × 1 LKR/L × 30日)	60,000	300
支出		
施設管理者賃金	15,000	75
電気代	8,000	40
雑費	2,000	10
収支	35,000	175

* 1 LKR (スリランカ・ルピー) = 0.005 USD (米ドル), 調査集計時のレート (2020年6月時) による

により、収入が恒常的あるいは一時的に不足するケースも散見された。このようなリスク因子を考慮すると、NWSDBが建設後に運営と維持管理を集落に移譲した施設(表1)でも、持続的で安定した運営には行政による継続的な関与が重要と思われた。またNWSDBが建設に関与しない施設、すなわち海軍が運営する施設や民間企業が操業する施設では、水質管理を含めて一切の行政関与がなく、何らかの関与や介入(施設の巡視、定期的な水質検査の義務化と水質検査費用の公費負担など)が望ましいと考えられた。

現地調査で判明した課題のうち、主要かつ緊急性が高いものを以下に挙げる。第一に、現地では総じて原水の硬度、シリカ濃度、溶存有機炭素濃度が高く、ファウリングが致命的とされるRO膜ろ過という技術選択が、知識やスキルのある運転管理者がいない現地の実情に適しているか、再検討する余地がある。一例として、溶存有機炭素(DOC)の除去率は乾期の施設平均値として55%(標準偏差23%)であり、施設によってはDOC除去率9%の例も見られた。このDOC除去率は図8に示した処理プロセスから期待される値とは程遠く、各ユニットプロセス、特にRO膜ろ過が正常に機能していない可能性が高い。また、処理施設の回収率(原水量に対する浄水量の比)は全施設の平均値として46%であり、乾燥地帯で貴重な水資源の半分以上を浪費しているとも言え、特に原水量(水源地下水)が潤沢でない施設では水量の不足は死活問題と思われた。このように、採用する処理プロセス、特にRO膜ろ過という技術選択の妥当性について、施設ごとの実情に合わせて再考する余地がある。

第二に、住民に水を販売する浄水の給水栓で大腸菌陽性の施設が複数存在した。筆者が訪問した施設はいずれも、低圧水銀紫外線ランプを備えた消毒装置を利用していたが、寿命によるランプ交換時期を判断するためのランプ点灯開始日や累積点灯時間の記録がなく、また紫外線の出力(照度)を確認する計器類も無かった。紫外線消毒が適切に行われていることを担保するため、点灯時間の記録とそれに応じたランプ交換は必須であり、また点灯状況を管理者が容易に確認できるような工夫が望まれる。また、消毒後の貯水タンクおよび貯水タンクから

から給水栓に至る管路内での微生物汚染(再増殖)対策として、残留効果のある塩素消毒への切り替え、または紫外線消毒と塩素消毒の併用によるマルチバリア(多重防御)を検討すべきである。なお、住民が持参する容器内部の汚染も疑われることから、塩素の残留効果は浄水を容器に入れて持ち帰り各戸で保管する間の安全性担保にも有効と考えられる。飲み水の微生物汚染対策は特に緊急性の高い課題であり、至急の対策が望まれる。

最後に、実際に施設を運転管理している担当者に技術的知識が全くなく、運転状況の確認や異常の検知ができていないことが本質的な課題と思われた。実態として、施設管理者の業務は販売時の料金徴収のみであるように見受けられた。行政主導で管理者に研修プログラム等を提供し、各処理ユニットの不具合に気づく能力や、処理水の簡易的水質検査を現場で行う基礎的スキルを習得できるように促すことで、事態を改善できる可能性がある。なお、表2の通り、管理者は施設収入から給与を得ており、当番制や無償ボランティアではない。研修プログラム等で管理者にスキルを習得させることは、世帯収入が低く失業率も高いスリランカ北部中央地域において雇用創出という価値も見出せる可能性がある。

訪問した印象として、調査対象としたスリランカ北部中央地域に大規模な公共水道が整備されるにはまだ相当の時間がかかる、あるいはそのような整備は将来的にも期待できないと思われた。よって、今回調査したような小規模水供給施設を長期的に持続可能な形で運営維持管理する視点が極めて重要である。CKDuという特殊事情がきっかけとはいえ、水供給施設に多額の国家予算が投入されたことを一つの転換点ととらえ、一時の投資ではなく長期的視座に立って、安全で安定的な水供給が実現することを期待する。

III. まとめ

海外の小規模水供給施設について、カナダとスリランカの事例を現地視察での見聞を交えて報告した。先進国のカナダと発展途上国のスリランカでは事情が異なり、またカナダでは先住民支援として、スリランカではCKDu対策として、それぞれ特殊な事情において小規模水処理施設を位置づけていた。しかしながら、両国に通底する共通の課題として、利用者(住民)の主体性と行政の関与をどうバランスするのが重要な命題と思われた。スリランカの事例に特に顕著なように、行政が施設整備に積極的な一方で導入後の運営や維持管理をすべて住民にゆだねた場合、処理性能の維持、健全な運営、長期的な持続可能性の観点で、困難があるように見受けられた。水供給の問題を「自分ごと」としてとらえられる住民組織に施設運営をゆだね住民の主体性を尊重することは重要かつ合理的であるものの、運営や維持管理のフェーズでも行政が定期的に関与する機会を設けることが、小規模施設の持続可能性の向上につながる可能性が

ある。そのような行政の関与の在り方として、施設管理者の研修制度の提供、公費負担（補助）による水質検査の義務化などが例として想定されるほか、住民から施設管理者を選定できないやむを得ない事情（高齢化が著しく適任者がいない等）が認められる地域については、施設管理者を外部委託できるよう行政が支援することも一考の余地がある。本稿で紹介した海外の事例が、日本国内の小規模水供給施設の今後の在り方を考えるうえで参考になれば大変幸いである。

利益相反

本稿に関し開示すべき利益相反はない。

謝辞

本稿執筆にあたり、小規模水供給施設に関するWHOおよび米国環境保護庁の動きについて、国立保健医療科学院の浅見真理先生より情報提供を頂きました。ここに深く御礼申し上げます。

引用文献

- [1] World Health Organization. Water safety planning for small community water supplies: step-by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities. 2012. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/75145> (accessed 2022-06-24)
- [2] World Health Organization regional office for Europe. Small-scale water supplies in the pan-European region. 2011. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/140355/e94968.pdf (accessed 2022-06-24)
- [3] Ministry of Health, British Columbia. Small water system guidebook. 2017. https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/monitoring-water-quality/small_water_system_guidebook_january_2017.pdf (accessed 2022-06-24)
- [4] 浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 第24回日本水環境学会シンポジウム; 2021.9.14; オンライン. 同講演集. p.128. 2021. Asami M. [Kokunaigai ni okeru shokibo suido no genjo to torikumi.] Dai 24 kai Nihon Mizukankyo Gakkai Symposium; 2021.9.14; Online. Do koenshu. p.128. 2021.
- [5] United States Environmental Protection Agency. Small drinking water system initiative small drinking water systems webinar series. 2022. <https://www.epa.gov/water-research/small-drinking-water-systems-webinar-series> (accessed 2022-06-24)
- [6] United Nations. Sustainable Development Goals. <https://sdgs.un.org/goals> (accessed 2022-06-24)
- [7] Government of Canada, Indigenous services Canada. Water in first nations communities. <https://www.sac-isc.gc.ca/eng/1100100034879/1521124927588> (accessed 2022-06-24)
- [8] RESEAU Water Net. 2008-2019. <http://www.reseauwater.net.ca/> (accessed 2022-06-24)
- [9] RESEAU Centre for Mobilizing Innovation. <https://www.reseaucmi.org/> (accessed 2022-06-24)
- [10] 三菱電機株式会社. 平成27年度水道分野海外水ビジネス官民連携型案件発掘形成事業「スリランカ国コロンボ県・カルタラ県・アヌラダプラ県北部水道施設の監視設備整備に係る案件発掘調査」報告書. 2016. Mitsubishi Denki Kabushiki Gaisha. [Heisei 27 nendo suido bunya kaigai mizu business kanmin renkei gata anken hakkutsu keisei jigyo "Sri Lanka koku Colombo ken Kalutara ken Anuradhapura ken hokubu suido shisetsu no kanshi setsubi seibi ni kakaru anken hakkutsu chosa hokokusho. 2016. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000120220.pdf> (accessed 2022-06-24)
- [11] Imbulana S, Oguma K. Groundwater as a potential cause of Chronic Kidney Disease of unknown etiology (CKDu) in Sri Lanka: a review. *Journal of Water and Health*. 2021;19(3):393-410.
- [12] Imbulana S. Groundwater quality in the endemic areas of Chronic Kidney Disease of unknown etiology in Sri Lanka and its treatment by community-based reverse osmosis water treatment plants. *ADB Discussion Paper Series*, No. 1309, Asian Development Bank Institute. 2022.
- [13] Imbulana S, Oguma K, Takizawa S. Evaluation of groundwater quality and reverse osmosis water treatment plants in the endemic areas of Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology (CKDu) in Sri Lanka. *Science of the Total Environment*. 2020;745:140716.